

mgr Magdalena Fiłoc
Wydział Biologiczno-Chemiczny, Instytut Biologii,
Uniwersytet w Białymstoku

HOLOCEŃSKA SUKCESJA ROŚLINNOŚCI DYSTROFICZNEGO JEZIORA SUCHAR II W WIGIERSKIM PARKU NARODOWYM – WSTĘPNE WYNIKI ANALIZY PYŁKOWEJ

Streszczenie

Bazując na wynikach analizy pyłkowej zrekonstruowano holocenijski rozwój roślinności w małym dystroficznym jeziorze Suchar II, leżącym w Wigierskim Parku Narodowym (NE Polska). Stwierdzono, że powstało ono pod koniec ostatniego zlodowacenia (Vistulianu) i było zbiornikiem o kilkakrotnie zmieniającej się trofii. Stabilizacja żyzności jeziora na poziomie dystrofii nastąpiła na początku okresu subborealnego i była efektem ochłodzenia oraz wzrostu ilości opadów, które doprowadziły do uformowania się w jego rejonie borealnych lasów sosnowych z domieszką świerka. W starszej części okresu preborealnego w zapisie pyłkowym odnotowano rozwój zimnolubnych zielenic *Pediastrum integrum* synchroniczny z odłożeniem się na dnie zbiornika warstwy mułku. Najprawdopodobniej zjawiska te były efektem chłodnego wahnięcia klimatu przypadającego ok. 11000 lat kal. BP, zwanego pierwszym holocenijskim cyklem Bonda lub oscylacji preborealnej.

Abstract

Based on the results of a pollen analysis, it was possible to reconstruct the Holocene development of vegetation in a small dystrophic lake Suchar II in the Wigry National Park (NE Poland). It was found that the lake had formed at the end of the last glaciation (Vistulian) and that it was a basin with a trophic level changing several times during its formation. Stabilization of fertility of the lake on the dystrophic level occurred at the beginning of the Subboreal and was the result of a decrease in average temperatures and an increase in the amount of precipitation, which led to the formation of boreal pine forests with a large share of spruce in this region. The pollen record also pointed to the development of cryophilic green algae – *Pediastrum integrum* – in the older part the Preboreal, synchronous with the build-up of a layer of silt on the bottom of the basin. Most likely they were reaction on short-lived cold fluctuation of climate appearing approx. 11000 cal. years BP, called Preboreal Oscillation or the first Bond event.

1. Wstęp

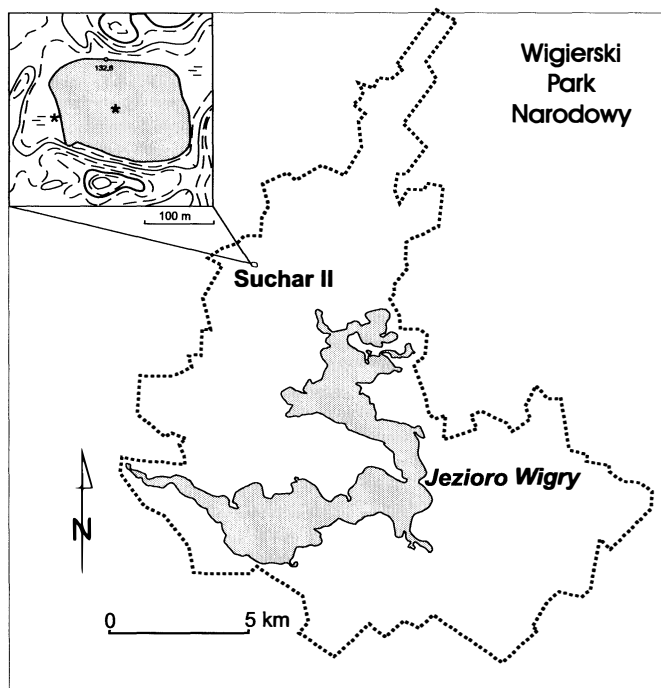
Na terenie Wigierskiego Parku Narodowego występuje kilkanaście jezior nazwanych sucharami. Są to małe, płytkie, bezodpływowe jeziora dystroficzne o brunatno zabarwionej wodzie i niskim pH, charakteryzujące się niską koncentracją wapnia oraz wysoką zawartością kwasów humusowych (Górnjak 1995, Kamiński 1999). Zarówno zabarwienie wody, jak i jej naturalne zakwaszenie wywołują substancje humusowe,

które docierają w postaci spływu powierzchniowego do tych zbiorników z otaczających je zlewni pokrytych lasami sosnowo-świerkowymi (Kamiński 2002). Akumulując się w wodzie wchodzi one w reakcje z wieloma pierwiastkami i związkami chemicznymi niezbędnymi do życia roślin i zwierząt, wiążąc je i czyniąc nieprzyswajalnymi w toni wodnej. Prowadzi to do niskiej produktywności i żywności zbiornika wodnego (Kamiński i in. 2001).

Wokół sucharów występują różnej szerokości strefy roślinności torfowiskowej z charakterystycznymi gatunkami takimi jak torfowce, żurawina błotna, modrzewnica zwyczajna, bagnica torfowca, rosziczka okrągłolistna i długolistna oraz przygiełka biała i turzycza bagienna (Kamiński 2002). Roślinność ta może tworzyć nachodzący na powierzchnię wody, pływający kożuch, czyli tzw. pło torfowcowe.

Suchary stanowią specyficzny element krajobrazu Wigierskiego Parku Narodowego i poza jego obszarem, jeziora tego typu występują w Polsce stosunkowo rzadko (Kraska i in. 2001, Wilk-Woźniak i in. 2012).

O ile współczesne środowisko sucharów wigierskich oraz roślinność obecnie rosnąca w tych jeziorach i na płach okalających tafle ich wody poznane są dość dobrze (Sobotka 1967, Kamiński 2002), o tyle zagadnienia związane z ich genezą i rozwojem do niedawna nie były przedmiotem żadnych badań. Jedynie jezioro Wigry, stanowiące punkt centralny systemu hydrologicznego Wigierskiego Parku Narodowego, jest najlepiej rozpoznane (Rutkowski, Krzysztofiak 2009).

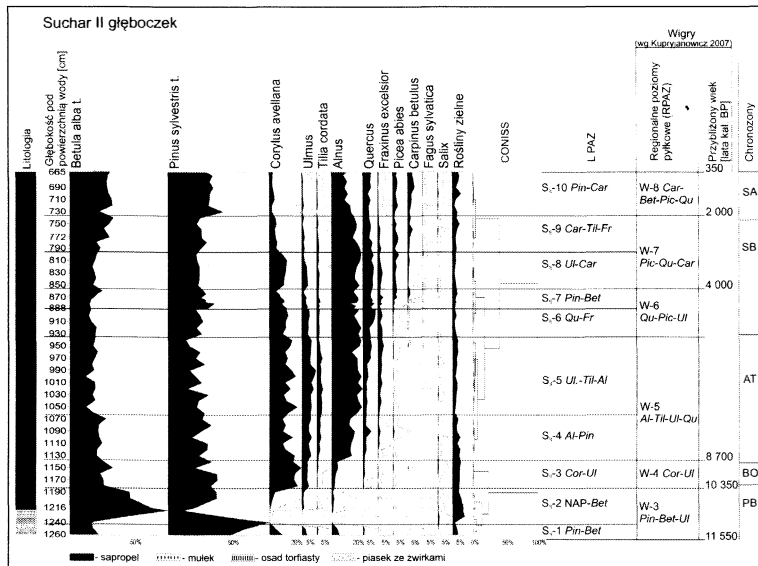


Ryc. 1. Lokalizacja Suchara II na terenie Wigierskiego Parku Narodowego.

* – miejsce wiercenia

Kilka lat temu rozpoczęto w Zakładzie Botaniki Uniwersytetu w Białymstoku interdyscyplinarne badania paleoekologiczne kilkunastu wigierskich sucharów (Drzymulska i in. 2011; Drzymulska, Kupryjanowicz 2012, Drzymulska 2012, Drzymulska i in. 2013). Częścią tego projektu jest analiza pyłkowa osadów pochodzących z Suchara II. Jednym z jej głównych celów jest odtworzenie sukcesji roślinności w jeziorze i zmian występujących w nim warunków troficznych, jakie miały miejsce w holocenie pod wpływem zmian klimatu. Ma to przyczynić się do ustalenia od kiedy Suchar II jest zbiornikiem dystroficznym i co było przyczyną jego przejścia w stan dystrofii.

2. Obiekt badań



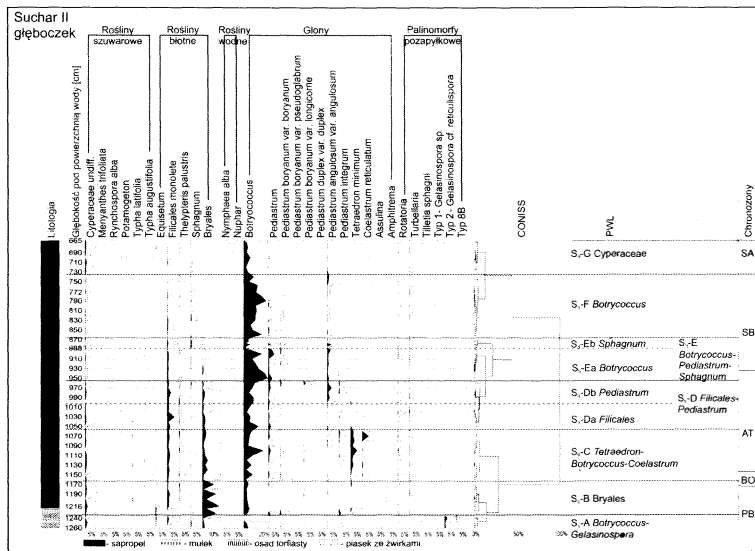
Ryc. 2. Uproszczony procentowy diagram pyłkowy (krzywe wybranych taksonów) z profilu Suchara II. PB – okres preborealny, BO – okres borealny, AT – okres atlantycki, SB – okres subborealny, SA – okres subatlantycki.

Suchar II to niewielki zbiornik wodny o powierzchni 2,6 ha i głębokości maksymalnej 9,5 m należący do grupy sucharów huciańskich (Ryc. 1), zlokalizowanych pomiędzy jeziorami Czarne i Krzywe oraz między Sucharem I i Sucharem III (Kamiński 2002). Od pozostałych jezior dystroficznych Wigierskiego Parku Narodowego różni się on tym, że zamiast torfowcowego pła występuje tu charakterystyczny dla jezior eutroficznych szuwar trzcinowy z turzycami, bobrkiem trójlistkowym, czermienią błotną oraz kępowo rozmieszczonymi innymi roślinami typowymi dla siedlisk żyznych np. narecznica błotna. Wynika to z silnego wpływu, jaki wywiera na ten zbiornik działalność człowieka. Postępująca eutrofizacja jest wynikiem wzmoczonego ruchu turystycznego m.in. wydeptywania brzegów, budowy pomostów, zaśmiecania i zanieczyszczenia wody (Kamiński i in. 2001).

3. Materiał i metody

Wiercenie w osadach dennych wykonano w centrum Suchara II przy użyciu sondy Więckowskiego (Ryc. 1). Uzyskano rdzeń o długości 6,10 m. Nie udało się pobrać stropowego pokładu osadów (o miąższości 20-30 cm) ze względu na ich półpłynną konsystencję. Profil będzie w przyszłości uzupełniony przez pobranie brakującego odcinka przy użyciu sondy Kajaka. Litologia dotychczas nawierconych osadów jest przedstawiona na Ryc. 2 i 3.

Badania prowadzono metodą analizy pyłkowej. Umożliwia ona odtworzenie zmian roślinności, która w przeszłości rosła zarówno w otoczeniu badanego jeziora, jak i bezpośrednio w tym zbiorniku. Polega ona na jakościowej i ilościowej analizie składu fosylnego pyłku i zarodników (Moore i in. 1991, Beug 2004), które zachowały się w osadach jeziornych. Metoda ta została wzbogacona o oznaczenia tzw. palinomorf pozapyłkowych (NNPs), obejmujących szczątki glonów, grzybów i innych drobnych organizmów (van Geel 1978, van Geel i in. 1981), co przyczyniło się do lepszego odtworzenia warunków panujących w badanym zbiorniku.



Ryc. 3. Procentowy diagram wskaźników limnologicznych z profilu Suchara II.

Próby do analizy pyłkowej zostały poddane maceracji metodą acetolizy Erdmana (Faegri, Iversen 1975). Z każdej próby liczono co najmniej 500 sporomorf. Udział procentowy każdego taksonu pyłkowego został obliczony w odniesieniu do całkowitej sumy pyłku drzew, krzewów i roślin zielnych, z wyłączeniem roślin wodnych, bagiennych i zarodnikowych. Wyniki analizy przedstawiono w postaci procentowych diagramów pyłkowych. Ich kreślenie wykonano przy pomocy programu komputerowego POLPAL (Nalepka, Walanus 2003). Wydzielenie poziomów pyłkowych wyróżnionych w diagramach oparto na analizie numerycznej CONISS (Grimm 1987).

Przybliżony wiek badanych osadów określono wyłącznie na bazie danych palinologicznych. W tym celu skorelowano lokalne poziomy pyłkowe wydzielone w diagramie pyłkowym ilustrującym rozwój drzew, krzewów i roślin zielnych w rejonie Suchara II (Ryc. 2) z poziomami pyłkowymi wyróżnionymi w datowanym metodą radiowęglową

profilu z jeziora Wigry (Kupryjanowicz 2007). Pozwoliło to na interpolowanie dat z tego profilu do profilu z Suchara II.

4. Wyniki

Litologia

Dno jeziora Suchar Wielki budują nieprzepuszczalne osady klastyczne: piasek ze żwirkami (12.55-12.60), następnie warstwa mułku (12.51-12.55) i znowu piasek ze żwirkami (12.42-12.51). Potem kolejno pojawia się osady torfiaste (12.32-12.42), mułek (12.20-12.32) oraz najdłuższa w historii jeziora warstwa, sapropel (6.50-12.20), oznaczona zgodnie z klasyfikacją Schnurrenbergera (Schnurrenberger i in. 2003).

Poziomy wskaźników limnologicznych

W diagramie pyłkowym ilustrującym zmiany zachodzące bezpośrednio w badanym zbiorniku wydzielono 7 poziomów wskaźników limnologicznych (PWL) (Ryc. 3). Podstawą ich wyróżnienia były zmiany we frekwencji sporomorf roślin wodnych i błotnych oraz palinomorf pozapyłkowych (NPPs) (Tabela 1).

Tabela 1. Charakterystyka poziomów wskaźników limnologicznych (PWL) wydzielonych w profilu pyłkowym z Suchara II.

Symbol i nazwa	Głębokość [m]	Opis
S _{II} -A <i>Botryococcus-Gelasinospora</i>	12,60-12,40	Występowanie cenobiów <i>Botryococcus</i> (4%) i grzybów <i>Gelasinospora</i> cf. <i>reticulispora</i> (3%); obecność pyłku Cyperaceae oraz zarodników Filicales monolete, <i>Equisetum</i> , <i>Sphagnum</i> i Bryales; pojedyncze cenobia <i>Pediastrum</i> i palinomorfy pozapyłkowe typu 8B. Górna granica: zanik <i>Gelasinospora</i> i wzrost Bryales.
S _{II} -B Bryales	12,30-11,70	Maksimum Bryales (18%); niewielki wzrost Cyperaceae; po raz pierwszy pojawia się pyłek <i>Typha latifolia</i> i <i>Typha angustifolia</i> ; spadek <i>Equisetum</i> i niewielki wzrost Filicales monolete; pojedyncze zarodniki <i>Thelypteris palustris</i> ; wysokie wartości <i>Botryococcus</i> (do 6%); początek ciągłej krzywej Turbellaria. Górna granica: spadek Bryales.
S _{II} -C <i>Tetraedron-Botryococcus-Coelastrum</i>	11,60-10,60	Dominacja cenobiów <i>Botryococcus</i> (2-20%); maksymalne wartości <i>Coelastrum reticulatum</i> (6,5%) i <i>Tetraedron minimum</i> (6%); pojedyncze ziarna pyłku <i>Typha latifolia</i> i <i>Typha angustifolia</i> ; niewielka procentowa kulminacja <i>Nymphaea alba</i> (0,4%); wysokie wartości Filicales monolete i Bryales; ciągła krzywa <i>Pediastrum integrum</i> . Górna granica: koniec ciągłej krzywej <i>Coelastrum reticulatum</i> i <i>Tetraedron minimum</i> .
S _{II} -D Filicales- <i>Pediastrum</i>	10,50-9,60	Maksimum Filicales monolete (7%); wysokie wartości <i>Pediastrum angulosum</i> var. <i>angulosum</i> (do 3%); udział <i>Botryococcus</i> między 4, a 15%. Górna granica: spadek udziału Filicales monolete i Bryales; wzrost wartości <i>Botryococcus</i> . Poziom został podzielony na dwa podpoziomy:
S _{II} -Da Filicales	10,50-10,10	Szczyt Filicales monolete, spadek udziału <i>Botryococcus</i> .
S _{II} -Db <i>Pediastrum</i>	10,00-9,60	Wartości <i>Pediastrum angulosum</i> var. <i>angulosum</i> wyższe niż we wcześniejszym podpoziomie.

Symbol i nazwa	Głębokość [m]	Opis
S _{II} -E <i>Botryococcus- -Pediastrum- Spha- gnum</i>	9,50-8,70	Maksymalne wartości <i>Sphagnum</i> (1,7%) i <i>Botryococcus</i> (24%): spadek udziału Filicales monolete i Bryales; wysoki udział <i>Pediastrum angulosum</i> var. <i>angulosum</i> z maksimum wynoszącym 4,5%. Górna granica: spadek udziału <i>Sphagnum</i> i wzrost <i>Botryococcus</i> . Poziom został podzielony na dwa pod poziomy:
S _{II} -Ea <i>Botryococcus</i>	9,50-8,90	Wartości <i>Botryococcus</i> wyższe niż w podpoziomie SII-Eb.
S _{II} -Eb <i>Sphagnum</i>	8,88-8,70	Obniżenie wartości <i>Botryococcus</i> i Filicales monolete; szczyt <i>Sphagnum</i> .
S _{II} -F <i>Botryococcus</i>	8,60-7,40	Wysokie wartości <i>Botryococcus</i> (2,3-22,5%); spadek udziału Filicales monolete; kulminacja <i>Pediastrum angulosum</i> var. <i>angulosum</i> w górnej części poziomu. Górna granica: spadek wartości <i>Botryococcus</i> i <i>Pediastrum angulosum</i> var. <i>angulosum</i> ; wzrost udziału Cyperaceae.
S _{II} -G Cyperaceae	7,30-6,65	Stosunkowo niskie wartości <i>Botryococcus</i> (1-4%), kulminacja Cyperaceae z maksimum wynoszącym 1,5%.

5. Rekonstrukcja rozwoju roślinności wodnej i bagiennej

Etap 1 (S_{II}-A *Botryococcus-Gelasinospora* PWL). Analiza pyłkowa wskazuje, że początkowy etap rozwoju Suchara II wiązał się z utworzeniem w zagłębieniu obecnie zajmowanym przez to jezioro torfowiska. Wskazuje na to obecność sporomorf roślin torfotwórczych, takich jak Cyperaceae i *Sphagnum*. Występowanie torfowców potwierdzają znalezione w osadach z tego okresu zarodniki grzyba *Tilletia sphagni* oraz skorupki korzenionózek z rodzaju *Assulina*, które zwykle bytują na torfowcach lub w wodzie pomiędzy nimi (Dickson 1973 za van Geel 1978; Montoya i in. 2010). Ponadto palynomorfy pozapyłkowe, które oznaczono na podstawie opracowania van Geela (1978) jako Typ 8B są najprawdopodobniej fragmentami tkanek roślin charakterystycznych dla torfowisk – *Scheuzeria palustris* lub *Eriophorum vaginatum* (van Geel 1978). Poza wymienionymi roślinami na torfowisku rosły też mszaki (zarodniki Bryales) i paprocie (zarodniki Filicales monolete). W miejscach o bardziej stabilnym wysokim poziomie wody (małe jeziora na terenie torfowiska lub jego strefa okrajkowa) mogło się uformować zbiorowisko odpowiadające współczesnemu szuwarowi skrzypowemu, o czym świadczy stała obecność zarodników *Equisetum*. Obecność spor grzybów *Gelasinospora* cf. *reticulispora* (Typ 2 wg van Geela 1978) – gatunku, który szczególnie dobrze rozwija się na zwęglonym materiale organicznym (van Geel 1978), sugeruje pożar w okolicy ówczesnego torfowiska.

Początkowo w miejscu wiercenia akumulowały się naprzemienne cienkie warstwy piasku ze żwirkami i osadu torfiastego (Ryc. 3), co może być odzwierciedleniem rozmywania starszych osadów klastycznych np. lodowcowych, podczas tworzenia się torfowiska (Rutkowski 2007).

Etap 1 rozwoju Suchara II przypadał na sam początek holocenu. Obecność glonów *Botryococcus* i *Pediastrum integrum* może świadczyć o oligotroficznych lub dystroficznych warunkach panujących na ówczesnym torfowisku (Jankowska, Komárek 2000). W tym wypadku raczej były to warunki oligotroficzne oligotroficznych ze wzglę-

du na obecność grzyba *Gelasinospora*, który preferuje oligotroficzne warunki (Montoya i in. 2010).

Etap 2 (S_{II} -B Bryales PWL) przypadał na środkową i młodszą część okresu preborealnego (ok. 11550-10350 lat kal. BP). Doszło w tym czasie do zalania badanego zagłębienia wodą i uformowania się w nim jeziora. Nowo utworzone jezioro było zbiornikiem mezotroficznym, o czym świadczy wysoka frekwencja zielenic *Botryococcus* i *Pediastrum* (Podbielkowski, Tomaszewski 1982) oraz *Tetraedron minimum* charakterystycznego dla wód mezo- lub eutroficznych (Montoya i in. 2010). Na jego dnie odłożyła się w tym czasie cienka warstwa mułku. Jej akumulację można najprawdopodobniej powiązać z ochłodzeniem klimatu podczas pierwszego z cykli Bonda datowanego na ok. 11100 lat kal. BP (Bond i in. 2001). W rejonie Suchara II ta zmiana warunków klimatycznych odzwierciedliła się przez okresowe rozprzestrzenienie się brzozy i rozszerzenie areалу zbiorowisk otwartych zarejestrowane w zapisie pyłkowym środkowej części lokalnego poziomu pyłkowego S_{II} -2 NAP-*Betula* (Ryc. 2). Ochłodzenie spowodowało też obniżenie trofii zbiornika uwidocznione przez całkowity zanik *Pediastrum* i *Tetraedron minimum*.

Po zakończeniu ochłodzenia w centrum Suchara II rozpoczęła się akumulacja biogenicznych osadów jeziornych – sapropelu, która jest kontynuowana do dziś.

Pod koniec etapu 2 (nieco po ok. 10350 lat kal. BP) na obrzeżach badanego zbiornika mógł się uformować szuwar paprociowy *Thelypteridi-Phragmitetum* (Matuszkiewicz 2011). Świadczy o tym pojawienie się zarodników paproci *Thelypteris palustris* oraz pyłku innych roślin szuwarowych, takich jak *Typha latifolia* i *Typha angustifolia*. Natomiast duży udział zarodników Bryales świadczy o występujących w pobliżu jeziora zbiorowiskach mszystych.

Etap 3 (S_{II} -C *Tetraedron-Botryococcus-Coelastrum* PWL) koreluje się z młodszą połową okresu borealnego (ok. 10350-8700 lat kal. BP) i starszą połową okresu atlantyckiego (ok. 8700-6000 lat kal. BP). Charakteryzował się on najwyższą trofią badanego zbiornika w całej jego historii. Wskazują na to maksima udziału procentowego szczątków zielenic *Tetraedron minimum* i *Coelastrum reticulatum* łączonych z eutrofizacją (Jankowska, Komárek 2000). Towarzyszą im zwiększone frekwencje także innych zielenic, między innymi *Botryococcus* i *Pediastrum*. Współwystępowanie *Tetraedron minimum* i *Coelastrum reticulatum* jest notowane w jeziorach eutroficznych od czasu holocenijskiego optimum i miało miejsce m.in. w jeziorze Komořanské w Czechach czy w Le Loclat w Szwajcarii (Jankowska, Komárek 2000).

Wzrost trofii badanego jeziora w okresie atlantyckim był konsekwencją ocieplenia klimatu i podwyższenia temperatury jego wody. Poprawa warunków klimatycznych w okresie atlantyckim sprzyjała także procesowi wypłycania zbiornika, na co wskazuje rozwój *Nymphaea alba*, a także obecność *Potamogeton*, które występują najczęściej z zbiorowiskach wód płytkich (Matuszkiewicz 2011). Możliwe, że także wzrost frekwencji *Tetraedron minimum*, *Pediastrum* i *Botryococcus* świadczy nie tylko o wzroście trofii, ale też o wypłycaaniu zbiornika. Szuwar *Thelypteridi-Phragmitetum* nadal funkcjonował, przez cały czas porastając przybrzeżną strefę zbiornika.

Etap 4 (S_{II} -D Filicales-*Pediastrum* PWL) przypadał na młodszą połowę okresu atlantyckiego (ok. 6000-5000 lat kal. BP). Wyraźny szczyt udziału zarodników Filicales monolete widoczny w starszej części tego etapu (podpoziom S_{II} -Da Filicales) bardzo dobrze koresponduje z rozprzestrzenieniem się w rejonie Suchara II zbiorowisk w typie dzisiejszych olsów (odzwierciedlony on jest przez wzrost udziału pyłku *Alnus* – Ryc.

2), w których paprocie miały korzystne warunkami rozwoju i formowały warstwę runa. Cześć zarodników oznaczonych jako Filicales monolete, mogły jednak stanowić pozbawione peryny spory narecznicy błotnej (*Thelypteris palustris*), która nadal tworzyła szuwar paprociowy w przybrzeżnej partii jeziora. Doszło w tym czasie do obniżenia trofii badanego zbiornika, co jest wyrażone przez zanik *Tetraedron minimum* i *Coelastrum reticulatum*.

W młodszej części etapu 4 (podpoziom S_{II} -Db *Pediastrum*) odnotowano wzrost udziału *Pediastrum angulosum* var. *angulosum*, który może być interpretowany zarówno jako odzwierciedlenie poprawy warunkach termicznych (wg Veski 1998 jest to gatunek ciepłolubny), jak i wzrostu trofii badanego zbiornika (wg Jankowskiej i Komárka 2000 jest to gatunek spotykany wraz z innymi zielonymi glonami w jeziorach eutroficznym).

Etap 5 (S_{II} -E *Botryococcus-Pediastrum-Sphagnum* PWL) charakteryzuje się w zapisie pyłkowym spadkiem wartości procentowych zarodników Filicales monolete i *Thelypteris palustris*, co wskazuje na kurczenie się areалу szuwaru paprociowego *Thelypteridi-Phragmitetum*.

W starszej części tego etapu (podpoziom S_{II} -Ea *Botryococcus*) miał miejsce znaczny wzrost liczebności zielenic z rodzaju *Botryococcus*, co w powiązaniu z dość wysoką frekwencją innych zielenic (głównie *Pediastrum angulosum* var. *angulosum*), świadczyć może o utrzymującej się dość wysokiej trofii zbiornika. Ta część etapu 5 koresponduje ze starszą połową okresu subborealnego.

W młodszej części etapu 5 (podpoziom S_{II} -Eb *Sphagnum*) nastąpił wyraźny wzrost frekwencji zarodników *Sphagnum*, co może wskazywać na rozwój mszaru torfowcowego otaczającego lustro wody badanego zbiornika w starszej części okresu subborealnego (ok. 6000-4500 lat kal. BP). Nastąpiło wtedy znaczące ochłodzenie i wzrost ilości opadów, a w efekcie tego ograniczenie roli ciepłolubnych mieszanych lasów liściastych i rozwój lasów sosnowych z systematycznie rosnącym, zwłaszcza w północno-wschodniej Polsce, udziałem świerka. W badanym jeziorze zmiany te stały się przyczyną transformacji warunków troficznych, która była najistotniejsza w całej jego historii. Możemy przypuszczać, że właśnie wtedy doszło do przejścia jeziora do stanu dystrofii. Widoczne jest to w dość gwałtownym spadku liczebności zielenic z rodzajów *Botryococcus* i *Pediastrum*.

Etap 6 (S_{II} -F *Botryococcus* PWL) koresponduje z młodszą częścią okresu subborealnego (ok. 4000-2000 lat kal. BP). Charakteryzuje go ponowny znaczny wzrost udziału *Botryococcus*. Może on być wskaźnikiem ekstremalnych warunków środowiskowych w badanym jeziorze – zapewne niskiej temperatury wody i zaawansowanej dystrofii (Jankowska, Komárek 2000), które spowodowały znaczne ograniczenie rozwoju innych glonów.

Dość niska frekwencja zarodników paproci *Thelypteris palustris*, której towarzyszy brak innych roślin szuwarowych oraz dalszy spadek zarodników Filicales monolete dowodzi ograniczenia areálu szuwaru *Thelypteridi-Phragmitetum*. W zmienionych warunkach troficznych częściowo ustąpił on najprawdopodobniej miejsca mszarowi torfowcowemu. Jednak narecznica błotna przez cały czas występowała w strefie przybrzeżnej jeziora.

Etap 7 (S_{II} -G *Botryococcus* L PAZ) koresponduje z okresem subatlantyckim. Widać wzrost udziału pyłku Cyperaceae, którego część być może reprezentuje *Carex limosa* charakterystyczną dla współczesnego pła torfowcowego jezior dystroficznym (Kamiński 2002). Zaobserwowano pojedyncze ziarna pyłku roślin pływających *Nym-*

phea alba i *Nuphar*, które mogą pojawiać się zamiast którejs z stref otaczających jeziora dystroficzne (Kamiński 2002). Ich obecność może być zapowiedzią poprawy warunków troficznych w zbiorniku, która obserwowana jest współcześnie w Sucharze II, a efektem tej poprawy mógł być także spadek udziału *Botryococcus*.

6. Wnioski końcowe

Trofia Suchara II zmieniała się wielokrotnie w czasie holocenu. W okresie preborealnym i borealnym jezioro było oligo/mezotroficzne. W okresie atlantyckim jego trofia zmieniała się trzykrotnie – na początku panowały warunki mezo/eutroficzne, w środkowej części mezotroficzne, a pod koniec znowu mezo/eutroficzne. Zasadnicza transformacja i przekształcenie się Suchara II w zbiornik dystroficzny, jakim jest do dziś, miały miejsce na początku okresu subborealnego i prawdopodobnie były efektem globalnych i regionalnych zmian klimatu, które w skali lokalnej doprowadziły do wykształcenia się w jego bezpośrednim sąsiedztwie borów sosnowych i świerkowych, co diametralnie zmieniło charakter zlewni jeziora.

W historii rozwoju zbiornika zarejestrowany został także widoczny w zapisie pyłkowym pierwszy z cykli Bonda – chłodne wahnięcie klimatu w czasie okresu preborealnego, które odzwierciedliło się przez odłożenie warstwy mułku i rozwój zimnolubnych zielenic *Pediastrum integrum*.

Notowana współcześnie odmienność Suchara II w porównaniu z innymi dystroficznymi zbiornikami Wigierskiego Parku Narodowego, wyrażona większym udziałem w jego ple roślin typowych dla siedlisk żyznych, w świetle danych paleobotanicznych nie jest niczym nowym i nie powinna być wiązana wyłącznie z nasileniem antropopresji w efekcie ruchu turystycznego wzmożonego w ostatnich 2-3 dekadach. Dla przykładu, narecznica błotna stale występuje w tym zbiorniku już od początku okresu borealnego (ok. 10200 lat kal. BP), a oznaki wzrostu trofii notowane są od początku okresu subatlantyckiego (ok. 2000 lat kal. BP). Dane te powinny być uwzględnione przy opracowywaniu szczegółowego planu ochrony wigierskich sucharów.

Literatura:

1. Beug H.-J. 2004. Leitfaden der Pollenbestimmung: für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Pfeil, München.
2. Bond G., Kromer B., Beer J., Muscheler R., Evans M., Showers W., Hoffmann S., Lottibond R., Hajdas I., Bonani G. 2001. *Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene*. "Science" 294: 2130– 2136.
3. Drzymulska D., Zieliński P., Kupryjanowicz M., Kłosowski S., Pawlikowski P., Fiłoc M., Jabłońska E. 2011. Sprawozdanie merytoryczne z realizacji projektu badawczego własnego „Historia jezior dystroficznych (sucharów) Wigierskiego Parku Narodowego w świetle holocenijskiej sukcesji ich roślinności.” Maszynopis.
4. Drzymulska D., Kupryjanowicz M. 2012. *Humic lakes of Wigry National Park (NE Poland) – development and expectations for the future*. "Peatlands International" 2: 31-33.
5. Drzymulska D. 2012. *Jeziora dystroficzne (humusowe) Wigierskiego Parku Narodowego – rozwój zbiorników na przestrzeni tysięcy lat w świetle badań interdyscyplinarnych*. „Studia Limnologica et Telmatologica” 6,2: 111-113.
6. Drzymulska D., Kłosowski S., Pawlikowski P., Zieliński P., Jabłońska E. 2013. *The historical development of vegetation of foreshore mires beside humic lakes; different suc-*

- cessional pathways under various environmental conditions*. „Hydrobiologia” 703(1): 15-31.
7. Faegri K., Iversen J. 1975. Textbook of pollen analysis. Blackwell Scientific Publications, Copenhagen.
 8. Grimm E. C. 1987. *CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares*. “Computers & Geosciences” 13: 13-35.
 9. Górniak A. 1995. *Organic matter in the limnic sediments of North-Eastern Poland*. “Polish Journal of Soil Science” 38: 37-43.
 10. Jankowska V., Komárek J. 2000. *Indicative value of *Pediastrum* and other coccal green algae in palaeoecology*. “Folia Geobotanica” 35: 59-82.
 11. Kamiński M. 1999. *Wody*. W: Strumiłło A. (red.), X lat Wigierskiego Parku Narodowego: 63-72. Wigierski Park Narodowy, Krzywe.
 12. Kamiński M., Krzysztofiak A., Krzysztofiak L. 2001. *Ścieżka edukacyjna „Suchary”*. Przewodnik. Wigierski Park Narodowy, Krzywe.
 13. Kamiński M. 2002. *Tajemnicze suchary*. „Wigry” 1/2002: 6-7.
 14. Kraska M., Borysiak J., Danielak K., Domek P., Gołdyn R., Joniak T., Klimaszuk P., Kujawa-Pawlaczyk J., Piotrowicz R., Radziszewska R., Romanowicz W., Szelaż-Wasiłowska E., Szyper H. 2001. *Jezióra dystroficzne i jezioro meromiktyczne w Drawieńskim Parku Narodowym*. W: Wojterska M. (red.). Szata roślinna Wielkopolski i Pojezierza Południowo-pomorskiego. „Przewodnik Sesji Terenowych 52 Zjazdu PTB”, Poznań: 371-400.
 15. Kupryjanowicz M. 2007. *Postglacial development of vegetation in the vicinity of the Lake Wigry*. “Geochronometria” 27: 53-66.
 16. Matuszkiewicz W. 2011. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
 17. Montoya E., Rull V., van Geel B. 2010. *Non-pollen palynomorphs from surface sediments along an altitudinal transect of the Venezuelan Andes*. “Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology” 297: 1. 169-183.
 18. Moore P. D., Webb J. A., Collinson M. E. 1991. Pollen analysis. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
 19. Nalepka D., Walanus A. 2003. *Data processing in pollen analysis*. „Acta Palaeobotanica” 43(1): 125-134.
 20. Podbielkowski Z., Tomaszewicz H. 1982. Zarys hydrobotaniki. PWN, Warszawa.
 21. Rutkowski J. 2007. *Osady jezior w Polsce. Charakterystyka i stan rozpoznania, metodyka badań, propozycje*. „Studia Limnologia et Telmatologica” 1: 17-24.
 22. Rutkowski J., Krzysztofiak L. (red.), 2009. Jezioro Wigry. Historia jeziora w świetle badań geologicznych i paleoekologicznych: 3-288. Stowarzyszenie „Człowiek i Przyroda”, Suwałki.
 23. Schnurrenberger D., Russell J., Kelts K. 2003. *Classification of lacustrine sediments based on sedimentary components*. “Journal of Paleolimnology” 29: 141-154.
 24. Sobotka D. 1967. *Roślinność strefy zarostania bezodpływowych jezior Suwalszczyzny*. „Monographie Botanici” 23(2): 3-266.

25. van Geel B. 1978. *A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microremains of fungi, algae, cormophytes and animals*. "Review of Palaeobotany and Palynology" 25: 1-120.
26. van Geel B., Bohncke S. J. P., Dee H. 1981. *A palaeoecological study of an upper Late Glacial and Holocene sequence from 'De Bocher', The Netherlands*. "Review of Palaeobotany and Palynology" 31: 367-448.
27. Veski S. 1998. Vegetation history, human impact and palaeogeography of West Estonia. Pollen analytical studies of lake and bog sediments. "Striae" 38: 3-119.
28. Wilk-Woźniak E., Pocięcha A., Walusiak E., Najberek K. 2012. *Dystroficzne zbiorniki wodne w Małopolsce*. „Chrońmy Przyrodę Ojczystą” t. 68 z. 4 s. 309-316.