

# Pułapki opisu poligenetycznych osadów strefy litoralnej oraz deponowanych pod płem i w strefie płą – zastosowanie systemu Troels-Smitha

Dilemma of description of polygenetic lake sediment deposited in littoral zone and under the floating mat – applying of Troel-Smith system

Grzegorz Kowalewski

Zakład Biogeografii i Paleoekologii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu; ul. Dziegiełowa 27, 61-680 Poznań; e-mail: [ichtys@amu.edu.pl](mailto:ichtys@amu.edu.pl)

**Abstrakt:** Jednym z najczęściej powracających zagadnień w studiach nad osadami limnicznymi jest rozróżnienie ich auto- i alochtoniczności (genezy sedentacyjnej i sedymentacyjnej). U źródeł tego problemu leży m.in. niedoskonały system klasyfikacji osadów jeziornych. Stosowanie klasyfikacji genetycznych bowiem, ze względu na różnorodność czynników kształtujących skład osadów, jest skomplikowane, a w przypadku osadów poligenetycznych bardzo problematyczne. Rozwiązaniem tych trudności jest stosowanie klasyfikacji niegenetycznych, z których najbardziej znaną jest system Troels-Smitha. Paradoksalnie, formuły stosowane również w tym systemie – w przypadku opisu osadów powstających w strefie litoralnej oraz w strefie płą (i pod płem) – wymagają jednak rozstrzygnięcia, czy dany składnik jest auto- czy alochtoniczny. W przypadku osadów strefy litoralnej i deponowanych w obrębie płą wymagane jest stosowanie formuły łączącej w sobie składniki obu grup (genezy sedymentacyjnej – limus & detritus oraz genezy sedentacyjnej – turfa). Jednak osady deponowane pod płem (a więc w wodnym środowisku) powstaje wyłącznie w procesie sedymentacji. Niesłusznie przypisuje się mu niekiedy określenie „derbis peat” (sugerujące genezę sedentacyjną), gdyż obecne w osadzie szczątki pochodzące z płą są w nim deponowane w procesie sedymentacji, następującym po oderwaniu szczątków od płą. Nie można więc traktować ich, w odróżnieniu od elementów płą, jako torfu, który zawsze jest utworem sedentacyjnym. Najskuteczniejszym sposobem odróżniającym osady genezy limnicznej (sedymentacyjnej) i torfowej (sedentacyjnej) jest obecność szczątków organizmów wskaźnikowych dla środowiska wodnego (przede wszystkim wodnych bezkręgowców), które będą występować w osadzie genezy sedymentacyjnej a nie będą w tym genezy sedentacyjnej. Ponadto, precyzyjne wskazanie genezy szczątków jest kluczowe dla prawidłowego określenia wieku osadów, w których one zalegają.

**Słowa kluczowe:** geneza osadów, system Troels-Smitha, analiza makroszczątkowa, osady limniczne, płą, strefa litoralna

**Abstract:** Division between allochthonous and autochthonous components of lake sediments has currently become one of the most fundamental questions in studies of lake deposits. The source of the problem is, among others, unsuitable lake sediment classification scheme. Genetic classifications are insufficient due to multitude of factors influencing the composition of lake sediments, or even misleading in case of polygenetic deposits. The solution for this difficulties can be non-genetic approaches such as the most known Troels-Smith system. Paradoxically, in case of limnic sediments deposited in littoral zone or floating mat zone (and under the mat) the Troels-Smith description system requires decision if the components are of autochthonous (turfa) or allochthonous (limus or detritus) origin. When the Troels-Smith classification is adopted for sediments deposited in littoral zone or floating mat zone than a formula linking both group of components (sedimentary deposited – limus & detritus and sedentarily accumulated – turfa) is desired. However, the sediments deposited under the floating mat (thus in limnic environment) are exclusively of allochthonous origin. Therefore they could not be named as “debris peat” (suggesting autochthonous origin), because all components originating from floating mat are here deposited after dropping off from the mat. Thus they can not be regarded as peat, which is always of sedentary origin. The best way to assign the deposits to sedentary or sedimentary origin is the presence of remains of obligate aquatic organisms (mainly invertebrates) which are to be found in sedimentary deposits, while they definitely do not occur in sedentary peat. Moreover, precise determining of the origin of the remains is crucial for specifying accurate age of the sediments, in which they were deposited.

**Key words:** origin of the sediment, Troels-Smitha system, macrofossil analysis, limnic sediments, floating mat, littoral zone

## Wprowadzenie

Identyfikacja i klasyfikacja<sup>1</sup> osadów limnicznych i torfowych jest niemałym wyzwaniem dla twórców takich klasyfikacji. Przeważająca grupa badaczy, począwszy od pierwszej klasyfikacji Hampusa von Posta (1862) stosowała systemy genetycznej klasyfikacji, które jednak, o ile dobrze się sprawdziły w przypadku klasyfikacji utworów torfowych (por. Tobolski 2000), wśród osadów jeziornych wprowadziły niemały zamęt. W tym bowiem przypadku, stosowanie klasyfikacji genetycznych prowadziło do pomieszania pojęć, porównywalnego z tym, które nastąpiło po budowie biblijnej wieży Babel. Tym samym pojęciom przypisano różnorodne znaczenia, jak to się stało np. z terminem sapropel (por. np. Grosse-Brauckmann 1961, Lüttig 1996, Więckowski 2009). Zresztą sam autor nowszej wersji szwedzkiej klasyfikacji osadów jeziornych, Lenart von Post (1924 oraz von Post & Granlund 1926) przyznał, że stosowanie genetycznej klasyfikacji, choć najbardziej racjonalne, „in practice was almost impossible to use” (Aaby & Berglund 1986).

Przyczyny tego stanu rzeczy upatrywać należy w różnicach między poznaniem torfowisk i jezior jako środowisk osadotwórczych – znakomitym w pierwszym przypadku (w Polsce Tołpa, Jasnowski, Pałczyński 1967), znacznie zaś uboższym w drugim (Tobolski 2000, s. 237). Cytowany autor wskazuje tu skromniejszą skalę poznania powiązań między biocenozami jeziornymi i osadem w nim deponowanym oraz większą ilością czynników wpływających na proces sedymentacji jeziornej (aniżeli sedymentacji torfowiskowej). „Nie sądzę, pisze ten sam autor w innej pracy (Tobolski 2007), aby można – analogicznie do fitocenotycznych związków akumulacji sedymentacyjnej: zbiorowisko macierzyste = utwór geologiczny – taki model paleofitosocjologiczny zastosować do klasyfikowania sedymentacyjnych utworów biogenicznych pochodzenia limnicznego”.

Von Post (1924) zaproponował system genetycznej klasyfikacji oparty o (a) genezę, (b) zawartość oznaczalnych szczątków roślinnych, (c) niektóre cechy fizyczne. Aaby & Berglund (1986) wskazują ograniczenia tego systemu, spowodowane różnorodnością warunków środowiskowych, klimatycznych i florystycznych na Ziemi oraz niedoświadczeniem badaczy w oznaczaniu makroszczątków. W zamian wskazują zalety systemu niegenetycznej klasyfikacji Troels-Smitha: opis za pomocą formuły, umożliwiający stosowanie znacznie większej ilości kombinacji, aniżeli przypisanie do ograniczonego systemu pojęć danej klasyfikacji oraz charakterystykę osadów z pominięciem ich genezy. Również Birks & Birks (1980) wskazują na problematyczność stosowania systemu genetycznej klasyfikacji, w których wymaga się od ba-

dacza rekonstrukcji genezy osadu, zanim zostanie on opisany, podkreślając zarazem, jako zaletę systemu Troels-Smitha, sposób opisu osadów jako mieszanki różnych składników<sup>2</sup>.

Sam system skonstruowany przez Troels-Smitha doczekał się licznych modyfikacji, dotyczących m.in. opisu osadów mineralnych (Aaby & Berglund 1986). Kershaw (1997)<sup>3</sup> wskazał konieczność generalnego uproszczenia celem uniwersalizowania systemu do stosowania na całym świecie, a nie tylko w miejscu, gdzie system został stworzony dla opisu regionalnych osadów oraz usunięcia łańcuchowych terminów<sup>4</sup>.

Problem klasyfikacji osadów limnicznych komplikuje się dodatkowo, gdy do osadów jeziornych (natury sedymentacyjnej) dostają się składniki opadające z nasuwającego się kożucha torfowego (natury sedentacyjnej), tworząc prawdziwą mieszankę (konglomerat) osadów. System Troels-Smitha, pomyślany jako system klasyfikacji niegenetycznej<sup>5</sup>, operuje przecież pojęciami związanymi z pochodzeniem materii osadotwórczej, przypisując je do materii autochtonicznej (*turfa*) lub allochtonicznej (*limus, detritus*)<sup>6</sup>. To właśnie jest, moim zdaniem, główna przyczyna trudności opisu tej specyficznej grupy osadów powstających pod płem. Narzędziem zastosowanym do rozwiązania postawionych w pracy problemów jest analiza makroszczątkowa, scharakteryzowana w wielu publikacjach (por. przegląd zastosowań w pracy Kowalewski 2007).

<sup>2</sup> Angielski termin „mixture” teoretycznie tłumaczy się jako mieszanka. Jednak w literaturze nie spotykamy takiego określenia osadów. Autor dla określenia mieszanki osadów zastosował pojęcie „konglomerat” (Kowalewski i in. 2009), które w polskim języku rozumiane jest jako „całość, która jest zlepkiem różnych, często niepasujących części lub elementów” (wiki.pl). Jest to jednak, przede wszystkim, termin stosowany w petrografii skał osadowych, równoznaczny z pojęciem zlepniec (scementowany żwir) (Bolewski & Parachoniak 1982). Ponadto, nawet jeśli takie użycie słowa konglomerat byłoby możliwe do przyjęcia, to należałoby uważać przy tłumaczeniach, gdyż angielski termin „conglomerat” oznacza właśnie zlepniec.

<sup>3</sup> *However, it is probably easier, as well as more profitable, for those in northwest Europe to become familiar with the system than those in China, Australia etc. because it reflects more obviously the range and relative importance of sediment types that exist in that region. I can't believe that anyone in this part of the world would be impressed by reading 'An inverted-Y sign is proposed for Turfa lignosa originating from Ericales: it is visually related to the T1 symbol and is part of the symbol often used for Ericales in pollen diagrams' (Aaby and Berglund, 1986). There is, of course, no need to go into this degree of detail within the Troels-Smith system: however, all this information needs to be sifted through to ensure its irrelevance (Kershaw 1997).*

<sup>4</sup> *The last quote highlights not only that the system contains a parochial component, probably not even realised at the time of its formulation, but also that it adopts a terminology which is inappropriate in a country like Australia which is intent on disbanding its university classics departments (podkr. GK). It is difficult enough to demonstrate to students the importance of using the Linnean system for plants and animals without introducing a latinised binomial system for sediments as well (Kershaw 1997). Dość symptomatyczne zjawisko na świecie, niepokojące o tyle, że podkopujące ideę leżące u podstaw nauk przyrodniczych, formułowanych przecież w języku łacińskim.*

<sup>5</sup> „W założeniu nie jest ona klasyfikacją genetyczną, niemniej ma z nią wspólną podstawę, a opisywane utwory można identyfikować z ujęciami genetycznymi” (Tobolski 2000, s. 133).

<sup>6</sup> Terminów allochtoniczny i autochtoniczny używam w znaczeniu sformułowanym przez Birks & Birks (1980) oraz Tobolski (2000).

<sup>1</sup> „Klasyfikacja genetyczna osadów biogenicznych jest usystematyzowanym podziałem utworów geologicznych na podstawie ich związków ze środowiskiem osadotwórczym” (Tobolski 2000, s. 114).

Przedmiot analizy makroszczątkowej osadów jeziornych a system Troel-Smitha

Analiza makroszczątkowa osadów dennych jezior bada biogeniczne i mineralnogeniczne szczątki widoczne gołym okiem (>0,1 mm). Są one pochodzenia zarówno allochtonicznego, jak i autochtonicznego, a więc powstają odpowiednio w procesie sedymentacji i sedentacji (Tobolski 2000)<sup>7</sup>. W świetle niegenetycznej klasyfikacji osadów metodą Troels-Smitha obejmuje to *turfa* (makroskopowe części mchów, rośliny zielne oraz zdrewniałe; poza mchami są to są to przeważnie części podziemne) i *detritus* (nadziemne części roślin, nie związane z systemami korzeniowymi i częściami przykorzeniowymi oraz szczątki zwierząt).

O ile zasadniczo kategorię *turfa* stosuje się do opisu składników torfowych (por. Tobolski 2000), to zasadne jest także użycie jej w przypadku osadów strefy telmatycznej (ziemno-wodnej) na brzegach jezior i do głębiej rosnących makrofitów korzeniowych a nawet, w przypadku płytkich jezior makrofitowych, do całej powierzchni jeziora. W osadach jeziornych najczęściej spotykane są: *turfa bryophytica* (powstająca w jeziorach, na których dnie rosną mchy) i *turfa herbacea* (osady powstające w strefie roślinności zakorzenionej w dnie – szuwarowej, o liściach pływających i makrofitów zanurzonych), zaś obecność *turfa lignosa* w osadach limnicznych jest praktycznie niemożliwa, gdyż brak drzew rosnących w jeziorach).

W przypadku detrytusowego składnika osadów w zakres zainteresowania analizy makroszczątkowej wchodzi wszystkie jego rodzaje: *detritus granosus* (Dg), *D. herbosus* (Dh) i *D. lignosus* (Dl). Spośród nich największe znacznie paleoindykacyjne ma *detritus granosus*, obejmujący – poza rozdrobnionymi fragmentami drewna i roślin zielnych – owoce, nasiona i zarodniki, sklerocja grzybów oraz szczątki wodnych bezkręgowców – statoblasty mszywiolów, gemmule gąbek, pancerzyki roztoczy Oribatida, efipia wioślarek, główki Chironomidae. W systemie Troels-Smitha zatem kategoria Dg wydzielona jest głównie ze względu na rozmiar, ograniczając znaleziska do szczątków wielkości 0,1-2 mm, ujmując tym samym fragmenty przynależące – jeśli większe od 2 mm – do Dl i Dh oraz szczątki zwierzęce, których wielkość z reguły nie przekracza 2 mm (wyjąwszy muszle, traktowane w systemie T-S jako kategoria dodatkowa). W ten jednak sposób teoretycznie eliminujemy z kategorii Dg nasiona większe od 2 mm (np. *Najas marina*, *Nymphaea alba*, *N. candida*, *Nuphar lutea*, *N. pumila*, *Brasenia schreberi*, *Stratiotes aloides*), które musiałyby być już zaliczone do *detritus herbosus* Dh. Ta kategoria z kolei obejmuje „nadziemne części bylin, liście (i ich fragmenty) roślin wodnych, a także roślin zielnych, drzew i krzewów, łuski pączkowe, większych rozmiarów nie zdrewniałe łuski owocowe” (Tobolski 2000, s. 143). Brak więc tu nasion, które z kolei włączają Birks & Birks (1980), podając w tej kategorii fragmenty roślin zielnych, takie jak łodygi, li-

ście i nasiona.

Podstawowym problemem klasyfikacji osadów strefy litoralnej oraz strefy rozwoju pła będzie zatem przypisanie składników osadu do jednej z dwóch omówionych powyżej kategorii: *turfa* i *detritus*, które – wzajemnie się przenikając – nadają ostatecznie osadom status poligenetyczny.

### Problemy opisu strefy litoralu (w tym telmatycznej)

Problem dwojakiej genezy osadów limnicznych dotyczy nie tylko strefy telmatycznej (szuwarowej), ale całej strefy litoralnej, w której rosną jeszcze makrofity zanurzone zakorzenione w dnie (rhyzofity *sensu* Szymeja 2006). Obecność strefy korzeniowej w osadzie jeziornym zmienia bowiem zasadniczo genezę tych osadów, przeklasyfikowując je do struktur poligenetycznych, w których obecny jest zarówno typowy dla osadów sedymentacyjnej genezy składnik detrytusowy (mikrodetrytus – *limus* oraz makrodetrytus – *detritus granosus* i *herbosus*) oraz typowy dla osadów sedentacyjnych składnik korzeniowy (*turfa*).

Teoretyczny, uproszczony schemat następstwa osadów deponowanych w strefie sukcesji rhyzofitów (zarówno zanurzonych, jak i szuwarowych) winien przebiegać następująco:

formuła T-S	proces osadotwórczy
LdThDhDg	sedymentacja mikro- i makrodetrytusowi i sedentacja
LdTh	sedymentacja i sedentacja
Ld	sedymentacja mikrodetrytusowi

Najpierw depozycji ulega gytia drobnodetrytusowa, a potem przerastają ją korzenie i kłącza makrofitów podwodnych. Strefa Ld to gytia drobnodetrytusowa, która nie została później przerośnięta korzeniami. Strefa LdTh to gytia drobnodetrytusowa przerośnięta korzeniami, a dopiero granica stref LdTh i LdThDhDg to poziom osadotwórczy, w którym rozpoczęła się sukcesja rhyzofitów. Ich obumarłe szczątki są źródłem kolejnego komponentu osadów DhDg, dlatego dopiero stwierdzenie w danym poziomie osadów dużej ilości detrytusowi wegetatywnego i generatywnego (DhDg) może dać nam pewność, że wtedy nastąpiła sukcesja makrofitowa<sup>8</sup>. Znalezienie bowiem składnika *turfa* w osadzie i jego przypisanie do danej grupy roślin (co jest dla wielu gatunków możliwe – por. Tobolski 2000, rozdz. XIV.1) daje nam jedynie informację, że w przyszłości<sup>9</sup> (ówczesnej) nastąpiła sukcesja rhyzofitów, ale nie daje jeszcze wiedzy na temat, kiedy to nastąpiło.

Schemat powyższy, co należy podkreślić, jest – z założenia – uproszczeniem, bowiem wystąpienie czystej gytii drobnodetrytusowej (Ld) bez udziału DhDg wymaga specyficznych warunków osadotwórczych, możliwych do wyobrażenia na skraju litoralu, na pograniczu strefy rhyzofitów i otwartego dna, a więc już pelagialu. W normalnej sytu-

<sup>8</sup> Tu wymagana jest oczywiście głęboka wiedza na temat rozprzestrzeniania się szczątków w jeziorze, a tej nam wciąż mocno brakuje.

<sup>9</sup> Takie rozważania zaczynają przypominać próbę wyjaśnienia *english tenses* – może byłby to sposób na przybliżenie gramatyki angielskiej paleolimnologom w bardziej przystępny, przyrodniczy sposób ©

<sup>7</sup> “[...] peat is formed in place, that is, as **sedentary** material, in contrast with aquatic deposits. [...] Other terms for **sedentary** and **sedimentary** are autochthonous (forming in place) and allochthonous (transported from elsewhere before or during deposition)” (Rydin & Jørgensen 2006, p. 78).



acji możemy spodziewać się w takiej warstwie (LdTh) sporej ilości detrytusu, zwłaszcza Dg, bowiem znajdziemy tam choćby sporo szczątków zwierzęcych, jak też napływającego z dalszych stref Dh. Jednak źródła tego detrytusu będą innego rodzaju, aniżeli szczątki makrofitów rosnących *in situ*. Nasuwa się tu zresztą kolejna konkluzja: obecność samego DhDg nie upoważnia w najmniejszym stopniu do wnioskowania o obecności makrofitów *in situ*. Tę wskazują bowiem z całą pewnością dopiero szczątki korzeniowe – *turfa herbacea*. Dlatego tak ważna jest umiejętność odróżnienia (Tobolski, *op. cit.*), czy mamy do czynienia z rhyzodermą korzeni i/lub epidermą kłączy, czy też z epidermą części nadziemnych (nadosadowych w przypadku makrofitów zanurzonych). Ponadto, rhyzofity mogą rosnąć bezpośrednio na gruncie mineralnym, w którym to przypadku powyższy schemat nie znajduje bezpośredniego zastosowania.

Drugą, obok rhyzofitów, ważną grupę wodnych makrofitów stanowią pleustofity (*sensu* Szmeja 2006) – rośliny pływające swobodnie w toni wodnej lub na powierzchni. Znajomość gatunków należących do obu tych grup, a zwłaszcza ich szczątków wegetatywnych i generatywnych, niewątpliwie ułatwia opis osadu. W przypadku pleustofitów składnik Th w ogóle się bowiem nie pojawi. Dlatego trudniej będzie zlokalizować w czasoprzestrzeni ekosystemu jeziornego budujące je paleofitocenozy, gdyż szczątki detrytusu podlegają – inaczej, niż *turfa* – przemieszczeniom.

Jednym ze zbiorowisk, w którym ważność wykazują wyżej przedstawione schematy są jeziora lobeliowe, porośnięte na dnie podwodnymi płacami zbiorowisk mszystych, a także analogiczne płaty mchów (*Sphagnum denticulatum*) rosnących np. na dnie kwaśnych jezior śródotfowiskowych, znalezione m.n. przez autora w rdzeniu Dury/G (Milecka & Kowalewski 2008). Wiedza na temat tych współczesnych podwodnych układów osadotwórczych z dominacją mchów rodzi ważne konsekwencje dla identyfikacji późnoglacialnych i wczesnoholocenijskich spagowych utworów organicznych (tzw. torfów bazalnych), rozwijających się w dość specyficznych, dziś rzadko występujących, układach osadotwórczych, formowanych w pogłębiających się zbiornikach. Czy można być pewnym ich sedentacyjnej genezy (Błaszkiwicz 2007, s. 7) bez szczegółowych badań składników osadu? □

Wg Tobolskiego (2000, s. 237) rozwiązaniem takich dylematów strefy litoralnej są badania, umożliwiające dokładniejszą charakterystykę składników osadu, „O przynależności do dennych osadów jezior w pierwszym rzędzie decydują wskaźniki roślinne i zwierzęce. Bioindykatory zawarte w osadach najlepiej potrafią dowieść jeziornego pochodzenia każdego utworu, zarówno zbudowanego z substancji mineralnej, jak i organicznej” (Tobolski 2000). Rolę taką pełnić mogą zarówno znaleziska mikroskopowe, jak i makroskopowe, jak to przedstawiono w pracy Kowalewskiego i in. (2009, Tab. 1)

Odnosnie szczątków zwierzęcych, zaliczanych do Dg, pojawia się jeszcze kolejna wątpliwość w kwestii ich zaklasyfikowania do kategorii detrytusu. Skoro bowiem „detrytus

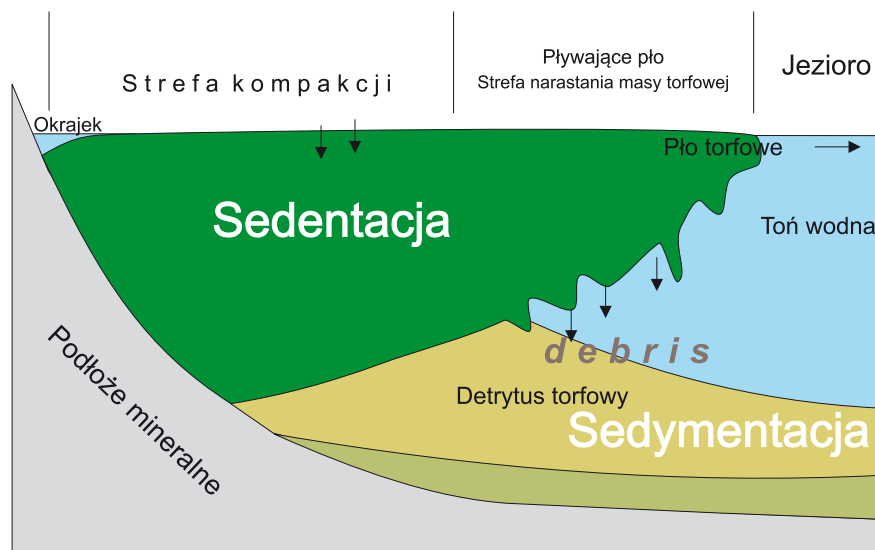
jest w osadach pochodzenia alochtonicznego, który gromadzi się w procesie sedymentacji” (Tobolski 2000, s. 142), to jak potraktować komponenty należące do tej kategorii, które funkcjonują w osadzie. Przykładem mogą być tu chitynowe główki larw ochotkowatych, żerujących w osadzie, a więc nie będących dla niego elementem alochtonicznym, tylko autochtonicznym. Jednak system T-S nie podaje kategorii dla szczątków organizmów żyjących w osadzie jeziornym, gdyż nie tworzą one zbyt wielkiej masy.

### Problem opisu osadów deponowanych pod płem i wewnątrz płą

Podobne dylematy, jak w przypadku strefy litoralnej, powstają podczas opisu osadów powstających pod płem nasuwającym się na jezioro. W klasycznym modelu tego środowiska osadotwórczego, zaprezentowanym przez Kratza i DeWita (1986) autorzy sugerują powstawanie utworu określanego jako „debris peat” (ryc. 1), leżącego pomiędzy utworami limnicznymi, a torfem z narastającego płą, wydzielając go na podstawie zawartości materii organicznej (pośredniej między zawartością w osadzie jeziornym i w torfie pochodzącym z płą) oraz ogólnej charakterystyki osadu. Od nadległego torfu „debris peat” różnicowała znacznie mniejsza zwięzłość osadu, związana m.in. z brakiem łodyg (*stems*) *Chamaedaphne calyculata*, najobficiej występujących w spągu warstwy nadległego torfu. Osobniki *Chamaedaphne*, gatunku w Ameryce Północnej zdecydowanie dominującego na pograniczu pło-wody jeziora, tworzą swoisty ruszt z płataniny łodyg, na którym mogą rozwijać się inne rośliny płą. Głównymi składnikami „debris peat” były drobne korzenie, listki *Sphagnum* i drobne kawałki nieoznaczonej materii organicznej, budujące umiarkowanie rozłożony torf włóknisty (*fibrous, moderately decomposed peat*). Przejście do niżej leżącego osadu jeziornego, zawierającego liczne pancerzyki okrzemek, było stopniowe. Ten z kolei nie zawierał już żadnych szczątków torfowych, a dominowała dobrze rozłożona materia organiczna.

Zakładając, że to łodygi *Chamaedaphne* są wskaźnikiem początku warstwy płą, „debris peat” należałoby faktycznie przypisać do osadów tworzących się pod płem. Mogłaby to wskazywać luźniejsza struktura tego osadu, jednak w takiej sytuacji nie powinien się on nazywać „debris peat”, gdyż nie jest to torf, a jedynie osad jeziorny, do którego dostały się opadające z płą składniki, nabierając tym samym cech detrytusu. Potwierdza to fakt obecności w nim listków, a nie całych osobników *Sphagnum*. Trudno bowiem spotkać torf torfowcowy zbudowany z samych listków bez łodyżek. Formuła T-S scharakteryzowałaby ten utwór jako LdDhDg a nie LdTh, o czym więcej poniżej.

Ponadto, aby uzyskać potwierdzenie, że osad ów formował się pod płem, należałoby zbadać za pomocą bioindykatorów, czy i jakie wskaźniki środowiska wodnego się w nim znajdują. A kolejny rysujący się przed badaczami problem to określenie rodzaju i ilości organizmów wodnych żyjących



Ryc. 1. Schemat funkcjonowania środowiska osadotwórczego wg Kratza i DeVitta (1986), uproszczony.

w ekosystemie jeziornym (w osadzie?, w nadległej kolumnie wody?) i dostających się do osadu pod płem.

Jaką zatem formułę T-S należałoby stosować przy opisie osadów narastających pod płem? Moim zdaniem słuszną jest formuła LdDhDg, ponieważ osad ten powstaje w warunkach sedymentacji podwodnej, a nie *in situ*, czyli nie jest natury sedentacyjnej, jak *turfa*. Mimo, że pierwotnie wchodził w skład pła, więc powstał jako *turfa*, ale odrywając się od pła i opadając do osadu podwodnego stał się detrytusem. Tak też zostało to zastosowane do opisu rdzeni osadów pobranych z jeziora Małe Łowne (MŁ-A i MŁ-B) w pracy Kowalewskiego i in. (2009), natomiast rdzenie z tego samego torfowiska badane w 2001 roku opisano, używając również składnika Th, co dziś, z perspektywy, wydaje się niesłuszne.

Na torfowisku Dury (Kowalewski, Żurek, mskr.) sukcesja pła przebiegała inaczej, niż w zbiorniku Małe Łowne, ponieważ na lustro wody wkraczały zbiorowiska mchów brunatnych, głównie *Calliergon* i *Meseta triquetra*. Pła tego typu występowały niegdyś powszechnie (np. Jasnowski 1959, Lamentowicz 2005, Swinehart 1995), a dziś należy do rzadkości. Poniżej warstw budowanych przez w/w mchy, a opisanych w systemie T-S jako *Turfa bryophytica*, zalegają osady jeziorne zawierające znaczne ilości detrytusu, jednak jego głównym składnikiem są szczątki wodnych makrofitów, takich jak rdestnice *Potamogeton* i jeziorze *Najas*. Warstwę z głębokości 360-450 cm (rdzeń D-11) opisano w terenie za pomocą formuły Ld1Dh2Dg1-Ld2Dh1Dg1, zaznaczając w ten sposób rosnącą w kierunku stropu ilość detrytusu. Głównym komponentem osadu w zbadanej makroszczątkowo próbce z głębokości 395-400 cm był *limus detrituos* z dodatkami szczątków makrofitów i bezkręgowców wodnych oraz pojedynczymi listkami *Sphagnum*. Udział listków *Sphagnum* zwiększył się bardzo mocno w próbce z głębokości 360-365 cm, a towarzyszyły im również liczne drobne korzonki ro-

ślin zielnych. Obecne jednak były także liczne bioindykatory roślinne i zwierzęce wodnego środowiska sedymentacyjnego. Opis próby przypominał charakterystykę „debris peat” u Kratza i DeVitta (1986).

Osobnego rozważania wymaga pytanie, jakiej formuły T-S użyć do opisu osadów gromadzonych wewnątrz pła? Opis tego typu struktur system T-S nastęrcza w terenie spore trudności. Spowodowane to jest, przede wszystkim, znacznym uwodnieniem osadów i, związanym z tym, niewielkim stopniem ich kompaktacji. Ponadto, ze względu na wysoki stopień uwodnienia, ich konsystencja przypomina znacznie częściej strukturę gytii, stąd też składnik *turfa* (ThTb) przeplata się ze składnikiem *limus* (Ld), mimo, że komponentem takiego osadu są np. szczątki wełnianki, rosnącej zawsze w środowisku terestrycznym (na torfie lub, rzadziej, gruncie mineralnym). Częstym znaleziskiem wśród osadów znajdujących wewnątrz pła są również szczątki bagnicy torfowej *Scheuchzeria palustris*, która w warunkach polskich pełni często rolę analogiczną do roli *Chamaedaphne* w Ameryce Północnej. Stanowi ona forpocztę nasuwającego się pła, więc rośnie naturalnie w środowisku niemal wodnym.

Przykładowe, przedstawione poniżej, sekwencje z pracy Kowalewskiego i in. (2009) scharakteryzowano następująco: „[...] zalega konglomerat<sup>10</sup> osadów, począwszy od zdominowanych przez mchy torfowce i korzenie roślin zielnych, stanowiące najprawdopodobniej oderwane fragmenty pła, aż do osadów przypominających gytie jeziorne z dużą ilością detrytusu, głównie torfowców i korzeni roślin zielnych. Ich ilość ku spągowi maleje kosztem gytii”. Analogicznie opisano rdzenie osadów z torfowiska Dury I (Kowalewski & Żurek, mskr)<sup>11</sup>

#### MŁ-2 (jezioro Małe Łowne)

<sup>10</sup> por. przypis 2 powyżej

<sup>11</sup> wyniki zostaną przedstawione szczegółowo w przygotowywanej publikacji

0,35-0,44 humo.-,nig.3,strf.0,elas.0,sicc.1,lim.4,  
**Ld<sup>3</sup>Th<sup>2</sup>Tb<sup>1</sup>**+, gytia detrytusowa  
 0,44-0,80 humo.1,nig.2,strf.0,elas.0,sicc.1,lim.4,  
 Tb(Sph)<sup>1</sup>2Th<sup>2</sup>Tl+Dl+, torf  
 0,80-0,98 humo.-,nig.3,strf.0,elas.0,sicc.1,lim.2,  
 Th<sup>2</sup>Ld<sup>4</sup>2, gytia  
 0,98-2,10 humo.-,nig.2,strf.0,elas.0,sicc.1,lim.0,  
**Ld<sup>2</sup>3 Th<sup>2</sup>1Tb(Bryal)<sup>3</sup>**+Tl+Dh+Dl+, szyszka *Pinus*

#### D-12 (torfowisko Dury I)

0,00-0,08 Tb<sup>0</sup>4Th+  
 0,08-0,33 Th2Tb+Sh2  
 0,33-0,40 Tb3Sh+Th1  
 0,40-0,53 **Dh2Ld2** (*Eriophorum*)  
 0,53-0,67 Tb3Th+Sh1  
 0,67-0,80 **Dh2Ld2** (*Eriophorum*)  
 0,80-0,90 Tb<sup>1</sup>4Sh+Th+jasnobrązowy  
 0,90-1,00 Tb<sup>1</sup>4Sh+Th+ brązowy z wełnianką  
 1,20-1,42 **Dh2Ld2** (*Eriophorum*)  
 1,42-4,84 Tb<sup>0</sup>4Th+Sh+  
 4,84-4,90 **Ld1Dh3Dl+** ciemnooliwkowa  
 4,90-5,05 Th4Sh+ (*Eriophorum*)

Czy taki sposób zapisu, sugerujący – ze względu na obecność gytii – znaczne wahania poziomu wody, upoważnia do wniosku o nich? Zdaniem autora jest to błędne, ponieważ nie wolno wyciągać takich wniosków ani z osadów formujących się pod płem, ani nawet z torfów formowanych w obrębie pła, ponieważ grupa fitocenoz budujących te osady zalicza się do zbiorowisk emersyjnych, które podnoszą się i opadają wraz z lustrem wody, na które się nasuwają (Kulczyński 1939).

## Podsumowanie

1. Osady jeziorne strefy brzegowej, ze względu na swoją poligenezę, z trudnością poddają się klasyfikacjom genetycznym. Prościej wydaje się stosowanie klasyfikacji niegenetycznej.
2. Wśród systemów niegenetycznej klasyfikacji osadów limnicznych najczęściej stosowany jest wciąż system Troels-Smitha.
3. Klasyfikacje niegenetyczne osadów są szczególnie użyteczne w przypadku osadów poligenetycznych, choć ich stosowanie również wymaga precyzyjnego rozróżnienia środowiska i charakteru procesu osadotwórczego.
4. Rosnące w strefie litoralnej rhyzofity (rośliny zakorzenione w dnie), których systemy korzeniowe przerastają wcześniej zdeponowane osady jeziornej (natury sedymentacyjnej), zmieniają ich skład i czynią je osadami poligenetycznymi (natury sedentacyjno-sedymentacyjnej).
5. Osady deponowane pod płem są wyłącznie natury sedymentacyjnej, choć w ich skład wchodziły elementy powstałe w środowisku zarówno sedymentacyjnym, jak i sedentacyjnym. Dlatego określenie „debris peat”, sugerujące genezę wyłącznie sedentacyjną, jest niesłuszne.
6. Rozstrzygające dla określenia genezy osadów są badania bioindykatorów obecnych w osadzie.
7. W przypadku osadów pod płem nie zmienia się charakter deponowanych osadów (sedymentacja) lecz udział szczątków spadających z pła zmienia ich strukturę wiekową, gdyż szczątki te mogą być starsze. Dlatego materiał do datowań techniką AMS wymaga w takim środowisku depozycyjnym starannej identyfikacji i określenia jego genezy. Szczególnie problem ten dotyczy szczątków mchów torfowców (preferowane do datowań materiału z tor-



Ryc. 2. Fragment rdzenia Dury I/12 z głębokości 4,50-5,00 m. Po lewej warstwa torfu torfowcowego, zalegająca do głębokości 4,84 m (jaśniejszy brąz), po prawej gytia przechodząca w torf wełniankowy.



- fowisk), które – jako wcześniej powstały materiał natury sedimentacyjnej – mogą, opadając pod pło, postarzyć wiek formującego się pod nim osadu limnicznego. W przypadku stosowania starszych technik datowania radiowęglowego problem narasta.
8. W przypadku stref telmatycznej i makrofitów zanurzonych w osady jeziorne wrastają struktury korzeniowe młodsze w stosunku do osadu. Procesy te mają oczywiście ważne konsekwencje dla datowania takich osadów. W przypadku datowania tradycyjnego (bulk sediments) powoduje to błąd w dacie, natomiast w przypadku datowania AMS opartego o pojedyncze szczątki wymagana jest umiejętność weryfikacji źródła takich szczątków.

### Podziękowania

Pracę wykonano w ramach projektu badawczego MNiSW nr N N305 083935 „Przestrzenno-czasowa dynamika zanikania jezior torfowiskowych w warunkach naturalnych i modyfikowanych antropogenicznie”. Autor składa serdeczne podziękowania dr Tomaszowi Schubertowi i mgr Magdalenie Suchora za wnikliwe uwagi poczynione na wcześniejszych wersjach manuskryptu.

### Literatura

- Aaby B. & Berglund B.E. 1986. Characterization of peat and lake deposits. W: B.E. Berglund (ed.) Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. Wiley, Chichester.
- Birks H.J.B. & Birks, H.H. 1980. Quaternary Palaeoecology. Edward Arnold, London.
- Błaszkiwicz M. 2007. Geneza i ewolucja mis jeziornych na młodo-glacialnym obszarze Polski – wybrane problemy. Stud. Lim. et Tel. 1/1: 5-16.
- Bolewski A. & Parachoniak W. 1982. Petrografia. Wyd. Geol. Warszawa.
- Grosse-Brauckmann G. 1961. Zur Terminologie organogener Sedimente. Geol. Jb. 79: 117-144.
- Jasnowski M. 1959. Czwartorzędowe torfy mszyste, klasyfikacja i geneza. Acta Soc. Bot. Polon. 28 (2): 319-364.
- Kershaw A.P. 1997. A modification of the Troels-Smith system of sediment description and portrayal. Quaternary Australasia, December, Vol.15 No. 2: 63-68.
- Kratz T.K. & DeWitt C.B. 1986. Internal factors controlling peatland-lake ecosystem development. Ecology 67(1): 100-107.
- Kowalewski G. 2007. Analiza makroszczątkowa w badaniach paleolimnologicznych. W: Studia Limnologica et Telmatologica 1: 67-82.
- Kowalewski G., Żurek S., Schubert T., Karcz G. 2009. Initial development of floating mat in Małe Łowne Lake (N Poland). Limnological Review 9/4: 175-187.
- Kulczyński, S. 1939. Torfowiska Polesia. Uniwersytet Jagielloński. Kraków.
- Lamentowicz M. 2005. Geneza torfowisk naturalnych i seminaturalnych w Nadleśnictwie Tuchola. Prace Zakładu Biogeografii i Paleoekologii UAM. T. 5.
- Lüttig G. 1996. Herkunft, Bedeutungswandel und zweckmäßige Neudefinition des Begriffes Saproel. Telma 26: 27-40.
- Milecka K. & Kowalewski G. 2008. Development of mires in Dury Reserve, Poland, implications for nature conservation. W: C. Farrell & J. Feehann (red.), After Wise Use – The Future of Peatlands. Vol. 1. Tullamore: 68-72.
- Swinehart A.L. 1995. Subfossils of the Boreal Mosses *Calliergon trifarium* and *Meesia triquetra* in an Indiana Peatland. Ohio J. Sci. 95(4): 278-280.
- Szmeja J. 2006. Przewodnik do badań roślinności wodnej. Wyd. UG. Gdańsk.
- Tobolski K. 2000. Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. Vademecum Geobotanicum 2. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Tobolski K. 2007. Paleolimnologia widziana przez pryzmat sfery biotycznej. Stud. Lim. et Tel. 1/1: 43-50.
- Tołpa S., Jasnowski M., Pałczyński A. 1967. System der genetischen Klassifizierung der Torfe Mitteleuropas. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 76: 9-99.
- Troels-Smith J. 1955. Characterisation of unconsolidated sediments. Danm. geol. Unders. Ser.IV, 3(10), 73pp.
- von Post H. 1862. Studier öfter Nutidens koprogena Jordbildningar, Gytija, Dy, Torf och Mylla. Kgl. Svenska Vetenskapsakad. Kändl 4: 1-59.
- von Post L. 1924. Das genetische System der organogenen Bildung Schwedens, Comité internat. d. Pedologie IV, comm. 22.
- von Post L. & Granlund E. 1926. Sodra Sveriges torvtillgångar 1. Sver.Geol. Unders., C335, 1-127.
- Więckowski K. 2009. Zagadnienia genezy, wieku i ewolucji jezior poszczególnych regionów Polski w świetle badań ich osadów dennych. Stud. Lim. et Tel. Supp. I.

