

SZYBKOŚĆ SEDYMENTACJI ZŁÓŻ GYTII WAPIENNEJ

Jadwiga Stasiak

Instytut Geografii Uniwersytetu Warszawskiego

Gytia wapienna jest pospolitym osadem, powszechnie występującym w zbiornikach na obszarach młodoglacjalnych. Podstawowym warunkiem jej powstawania jest obecność w wodzie rozpuszczonych węglanów. Proces sedymentacji jest zjawiskiem złożonym i w pierwszym rzędzie uzależnionym od braku w wodzie wolnego CO_2 . Korzystniejsze dla sedymentacji są wody płytsze: strefa brzegowa, zatoki, gdzie falowanie ułatwia ucieczkę do atmosfery CO_2 , a silne natlenienie przyczynia się do szybszego rozkładu szczątków organicznych. W głębokich częściach zbiornika, gromadzący się w wyniku rozkładu obumarłych organizmów CO_2 utrudnia wytrącanie osadu, toteż w głębszych partiach dna tworzy się osad zawierający z reguły od 30 do 40% CaCO_3 , podczas gdy w osadach strefy brzegowej zawartość węglanu wapnia dochodzić może do 96—98%. Analizując pionowy rozkład węglanów w głębokich częściach jezior stwierdza się, że osady starsze zawierają więcej węglanów, a w miarę przechodzenia do osadów młodszych — ilość węglanów maleje.

Węglan wapnia występujący w osadach jest pochodzenia poligenezy i powstaje na różnych drogach, głównie przez:

- 1) wytrącanie węglanu wapnia podczas procesów biologicznych, szczególnie fotosyntezy, dzięki zdolności odbierania CO_2 przez rośliny z kwaśnych węglanów w przypadku braku w wodzie wolnego CO_2 ,
- 2) wytrącanie CaCO_3 podczas procesów fizykochemicznych, to jest przy zmianach temperatury wody, zmianach natężenia CO_2 i in.
- 3) inkrustacje węglanem wapnia organizmów roślinnych i szkieletów mięczaków.

Jedynie węglan wytrącony w ostatnim z omawianych przypadków jest trudno rozpuszczalny. W dwu pierwszych przypadkach powstaje węglan łatwo rozpuszczalny, który w razie zjawienia się w wodzie wolnego CO_2 zostaje natychmiast rozpuszczony. Szybkość sedymentacji jest więc wypadkową szybkości narastania i rozpuszczania osadu.

Bezpośrednie badania nad szybkością sedymentacji gytii wapiennej w Polsce nie były prowadzone, ponieważ dokładne określenie szybkości

narastania osadów wymaga datowania wielu poziomów metodą radio-węgla C^{14} , a dotychczas laboratorium datującego osady metodą C^{14} nie posiadamy. W ostatnich latach problemem szybkości narastania osadów w Stanach Zjednoczonych A. Pn. zajmował się J. Gordon-Ogden (2), który badając szybkość sedymentacji w różnych typach zbiorników i osadów (częściowo prace dotyczyły również osadów węglanowych), posługiwał się dużą ilością datowań różnych poziomów metodą radiowęgla i w ten sposób określał szybkość narastania osadów. Autorka przy określaniu szybkości sedymentacji z konieczności stosowała inne metody, głównie analizy pyłkowe i kalkulację, które dały wyniki w większym stopniu orientacyjne niż poprzednio wspomniana metoda radiowęgla C^{14} .

Przystępując do omawiania szybkości sedymentacji należy podkreślić, że jest to zjawisko bardzo złożone. Obserwuje się często zachodzące okresowe wahania w narastaniu osadów. Dobowe wahania w sedymentacji mają miejsce w przypadku intensywnie zachodzącej podczas dnia fotosyntezy, kiedy CO_2 jest odbierany przez rośliny i na tej drodze zachodzi wytrącanie osadu. Natomiast w nocy, gdy w wyniku oddychania pojawia się wolny CO_2 — osad zostaje ponownie rozpuszczony.

Obok dobowych wahań w osadzaniu i rozpuszczaniu osadu mają miejsce wahania sezonowe, związane z porami roku. Ciepłe okresy (wiosna, lato) są okresami osadzania gytii wapiennej, natomiast w zimie — szczególnie gdy płytki zbiornik jest zamrożony, a pod pokrywą lodu następuje masowe zamieranie planktonu, w wyniku czego gromadzi się wolny CO_2 — ma miejsce rozpuszczanie wytrąconego latem wapiennego osadu. Potwierdzenie wyżej omówionego zjawiska znaleziono w osadach jeziora Kruklin (3), gdzie w warstwie osadów pochodzącej z okresu preborealnego opisano warstwowanie, składające się z leżących na przemian warstewek jasnych i ciemnych, miąższości ok. 1,5 mm (fot. 1).

Dwie warstewki — jasna i ciemna odpowiadają rocznej sedymentacji. Osad odkładał się w okresie letnim, był silnie wapnisty, zawierając ok. 85% $CaCO_3$. Zimą, kiedy płytki zbiornik zamarzał, wytwarzający się CO_2 w wyniku obumierania planktonu rozpuszczał łatwo rozkładające się węglany. W efekcie powstawała warstewka znacznie cieńsza i uboższa w węglan wapnia, barwy ciemnej, z dominacją szczątków organicznych. W ciemnej, przeobrażonej zimą warstewce ilość węglanu wapnia spadała do 35%. Jasna warstewka, to pozostałość nienaruszonego (nieprzeobrażonego) osadu. Na przeobrażoną zimą warstewkę latem nakładała się nowa warstwa silnie wapnistej osady. Sedymentację letnią należy w tym przypadku oceniać na co najmniej 5 mm, ale w wyniku rozpuszczania osadu w okresie zimy średnia sedymentacja roczna wynosiła ok. 3 mm.

Warstwowanie opisane w jeziorze Kruklin jest pospolite dla okresu preborealnego. K. Więckowski (6) opisał podobnie warstwowane gytie



Fot. 1. Warstewki roczne z okresu preborealnego w osadach jeziora Kruklin
 Рис. 1. Годичные слои из предбореального периода в осадениях озера Круклин
 Fig. 1. Annual layers from preboreal period in sediments of the Kruklin lake

wapienne w spągowych warstwach profili pochodzących z innych jezior Pojezierza Mazurskiego, co świadczyłoby o ogólnie występującej w tym czasie tendencji do energicznego narastania osadów. Nie dysponując możliwością datowania osadów metodą radiowęglą C^{14} , szybkość sedymentacji można wykalkulować, posługując się analizami palynologicznymi. Średnia szybkość narastania osadów określana jest w ten sposób, że miąższość badanego profilu dzieli się przez czas sedymentacji otrzymany z danych analiz palynologicznych. W ten sposób otrzymuje się średnią szybkość sedymentacji dla długich okresów czasu. Z wyliczeń przeprowadzonych na tej drodze wynika, że średnia szybkość narastania gytii wapiennej na Pojezierzu Mazurskim i Suwalskim jest bardzo niska i wynosi do 0,5 mm na rok (3, 6), co przedstawiono na rys. 3 (poz. 1 i 2).

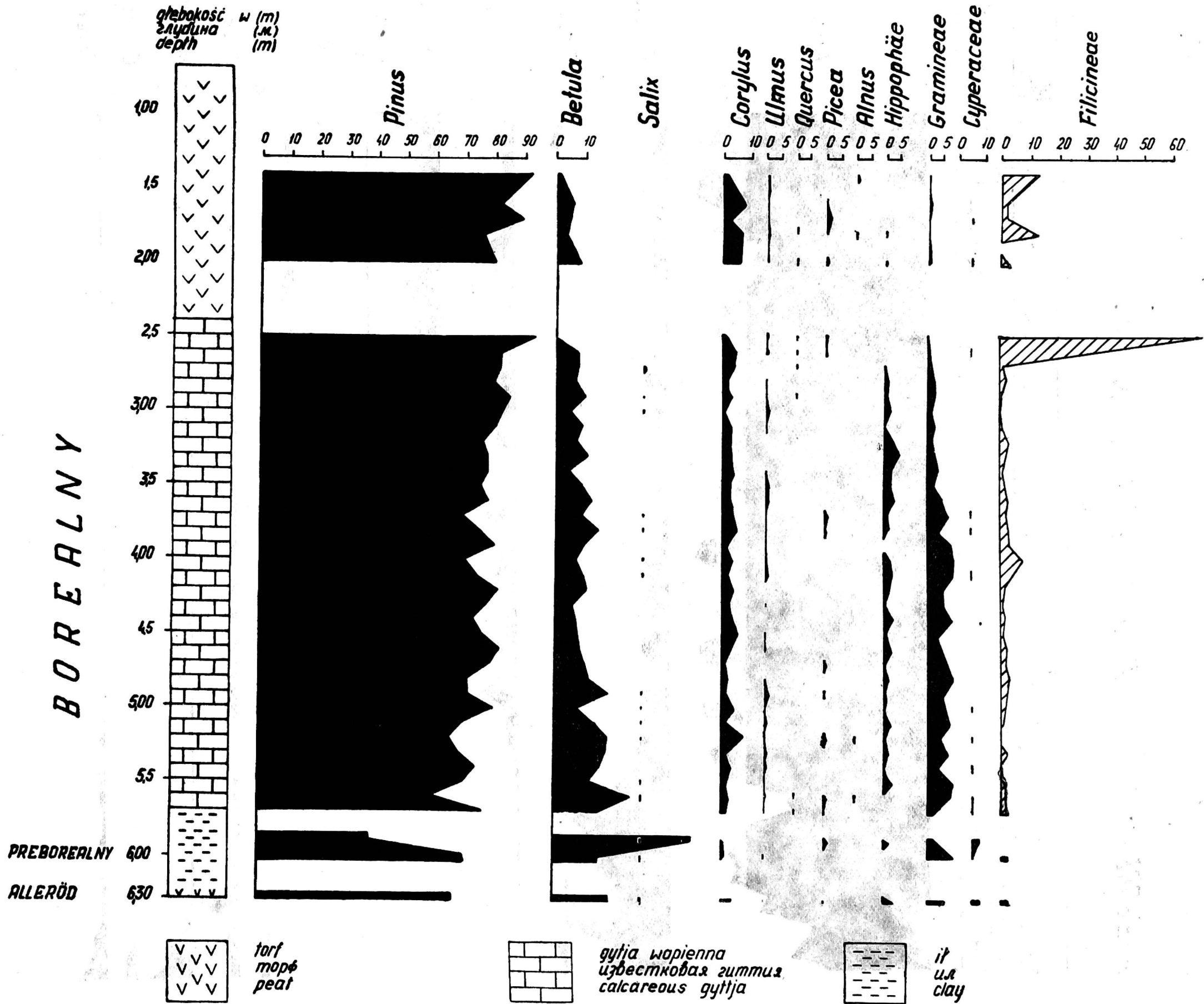
W czasie analizowania dużej ilości złóż gytii wapiennej na obszarze północno-wschodniej Polski natrafiono na złoża, w których sedymentacja zachodziła znacznie szybciej i złoża te będą zwięźle omówione. Początkującemu palynologowi tego typu złoża mogą sprawiać dużo kłopotu z uwagi, że większość badaczy w każdym profilu spodziewa się widzieć wszystkie okresy holocenu, nie uwzględniając przerw w sedymentacji, bądź sedymentacji zachodzącej bardzo energicznie.

Profil przedstawiony na rys. 1 pochodzi z południowego pobraża jeziora Wigry w pobliżu miejscowości Krusznik. Jezioro Wigry jest roz-

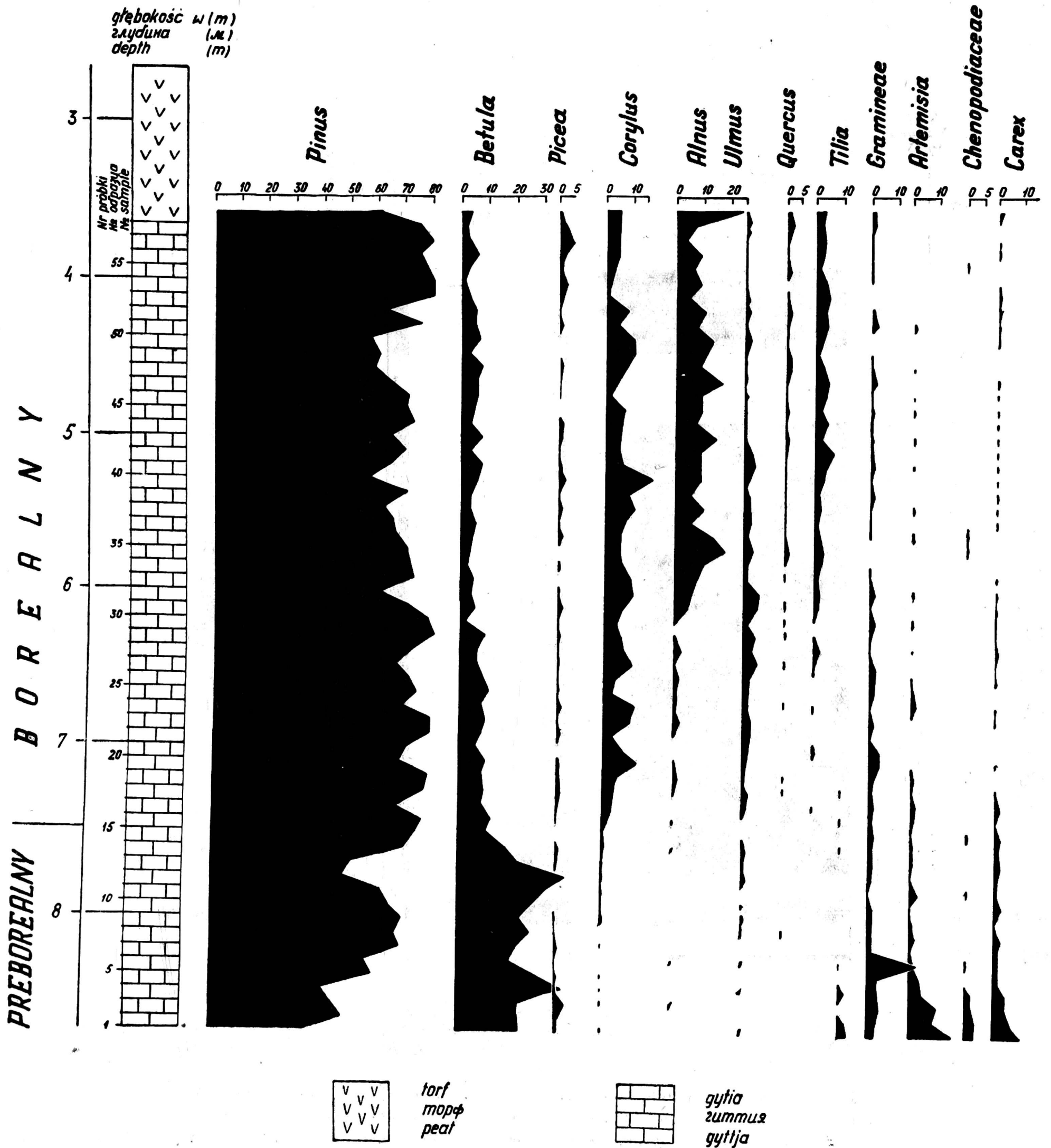
ległym zbiornikiem, składającym się z kilku basenów, powstałych sukcesywnie w różnym czasie. Północna część jeziora istniała już w okresie Allerödu, będąc wówczas zbiornikiem o znacznie większym zasięgu niż jest obecne jezioro. Na północnych, płaskich brzegach jeziora, osady Młodszygo Dryasu znajdują się kilkanaście metrów dalej niż zasięg dzisiejszego zbiornika, natomiast południowa część jeziora, sąsiadująca z powierzchnią sandrową, zaczęła powstawać znacznie później. W miejscu opracowywanego profilu w pobliżu Krusznika, w Allerödzie znajdowało się bagnisko, które uległo osuszeniu w Młodszym Dryasie, na co wskazuje brak osadów tego okresu. Wytapianie pogrzebanych lodów i formowanie się zbiornika rozpoczęło się tu na większą skalę dopiero w okresie borealnym. Przez dłuższy czas istniał tu płytkowodny basen, w którym bardzo energicznie narastały wapienne osady. Warstwa 3 m osadu odpowiada pierwszej połowie okresu borealnego i w tym przypadku szybkość sedymentacji gytii wapiennej należy oceniać na ok. 3—5 mm na rok.

Sedymentację zachodzącą z podobną intensywnością stwierdzono w zanikłym obecnie niewielkim zbiorniku położonym w pobliżu miejscowości Osowa nad Czarną Hańczą w pow. Suwałki. Na podstawie opracowanych tu dwóch profili stwierdzono, że wytopiskowy zbiornik zaczął się formować w Allerödzie i w wyniku energicznie zachodzącej sedymentacji wypełniał się osadami: najpierw wapiennymi, a następnie torfem i przestał istnieć prawdopodobnie już w okresie borealnym (wierzchnia warstwa torfów pozbawiona jest pyłku). Miąższość wapiennych osadów, jak wynika z diagramu palynologicznego przedstawionego na rys. 2, odpowiadających okresowi borealnemu, wynosi ok. 4 m. W przypadku profilu z Osowej — energiczna sedymentacja zachodziła w starszej części okresu borealnego, podczas gdy na południowym pobrzeżu jeziora Wigry — w młodziej części tego okresu. Sedymentację w profilu z Osowej oceniać należy na szybkość narastania ok. 3 mm na rok. W okresie preborealnym, jak wynika z przedstawionego diagramu pyłkowego, osady w Osowej odkładały się znacznie wolniej. Górna część omawianego profilu obejmująca osady torfowe, podobnie jak profil z pobrzeża jeziora Wigry, pozbawiona była pyłku zupełnie lub frekwencja pyłku była tak niska, że uniemożliwiło to datowanie górnej warstwy torfów pokrywających w obu przypadkach gytie wapienne.

Badania palynologiczne prowadzone na Pojezierzu Suwalskim w pobliżu miejscowości Osinki k. Suwałk (4) wskazują na podobnie energicznie zachodzącą sedymentację jak w dwu wyżej omówionych przypadkach w okresie subatlantyckim. W Osinkach datowanie palynologiczne podbudowane było datowaniem archeologicznym (praca wykonana dla potrzeb archeologii), co w przypadku braku datowania bezwzględnego ma duże znaczenie. Szybkość sedymentacji gytii wapiennej w zbiorniku w Osinkach oceniona była na ok. 2 mm na rok. Podobną szybkość sedy-

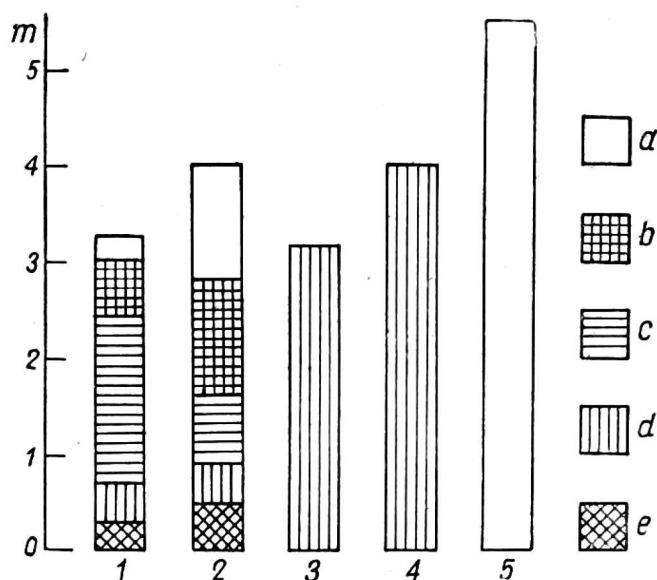


Rys. 1. Uproszczony diagram pyłkowy z południowego pobrzeża jeziora Wigry
 Рис. 1. Упрощенная пыльцевая диаграмма из южной окраины озера Вигры
 Fig. 1. Simplified pollen diagram from southern margin of Wigry lake



Rys. 2. Uproszczony diagram pyłkowy z Osowej powiat Suwałki
 Рис. 2. Упрощенная пыльцевая диаграмма из Осова район Сувалки
 Fig. 2. Simplified pollen diagram from Osowa, Suwałki county

mentacji osadów w okresie subatlantyckim (od 1,8 do 2,2 mm na rok) podaje R. B. Davis (1).



Rys. 3. Szybkość sedymentacji gytii wapiennej w holocenie
 1 — Jezioro Kruklin; 2 — Jezioro Mamry; 3 — południowe pobraże jeziora Wigry; 4 — Osowa powiat Suwałki; 5 — Osinki k. Suwałk.
 Okresy klimatyczne holocenu: a — subatlantycki; b — subborealny; c — atlantycki; d — borealny; e — preborealny

Рис. 3. Скорость осаждения известковой гиттии в голоцене
 1 — Озеро Круклин; 2 — Озеро Мамры; 3 — южная окраина озера Вигры; 4 — Осова, район Сувалки; 5 — Осинки около Сувалок. Климатические периоды голоцена: а — субатлантический, б — суббореальный, с — атлантический, д — boreальный, е — предбореальный

Fig. 3. Rate of calcareous gyttja sedimentation in Holocene
 1. Kruklin lake; 2 — Mamry lake; 3 — southern margin of Wigry lake; 4 — Osowa, Suwałki county; 5 — Osinki near Suwałki.
 Climatic periods of Holocene: a — subatlantic; b — subboreal; c — atlantic; d — boreal; e — preboreal

Na rys. 3 przedstawiono schematycznie szybkość sedymentacji gytii wapiennej wybranych źródeł. Wśród czynników warunkujących sedymentację gytii wapiennej, jak obecność w wodzie rozpuszczonych węglanów, występowanie bujnych łąk podwodnych, brak wolnego CO₂ — jest także utrzymywanie się przez dłuższy czas stałego, nie wysokiego poziomu wody. Ponieważ przy energicznie zachodzącej sedymentacji zbiornik spłyca się, powinno następować stałe powolne podnoszenie się poziomu wody, zbliżone do tempa sedymentacji. Stwierdzono, że w początkach holocenu mogły istnieć warunki stałego powolnego podnoszenia się poziomu, bowiem w tym okresie zachodziły na szeroką skalę procesy wytapiania pogrzebanych lodów. Na przestrzeni holocenu zachodziły wahania poziomu wód gruntowych i poziomu jezior z tym, że po optimum klimatycznym obserwuje się tendencje ogólnego zwilgocenia i podnoszenia się poziomu wód. Nie był to proces ciągły, ale wahadłowy, z okresami obniżenia. Stwierdzono, że na przestrzeni okresu subatlantyckiego (ostatnie 2,5—2,7 tys. lat) miało miejsce podnoszenie się poziomu wód związane z falami ochładzania (5), czyli istniały optymalne warunki dla sedymentacji gytii wapiennej. Praktycznie biorąc w każdym okresie klimatycznym holocenu mogły lokalnie wystąpić sprzyjające warunki do szybkiego narastania osadu gytii wapiennej.

J. Gordon-Ogden (2) w swoich badaniach stwierdził, że szybkość sedymentacji w badanych przez niego zbiornikach zmieniała się w różnych okresach holocenu. Podaje on dla wczesnego holocenu 4,5 cm na 100 lat, dla ciepłych okresów holocenu (optimum klimatyczne) 5 cm na 100 lat i 6,8 cm dla górnej 1,5 m warstwy osadów. Maksymalna szybkość narastania osadów stwierdzona w Silver Lake wynosiła od 16,7 do 30,8 cm na 100 lat (2). Należy zaznaczyć, że nie zawsze badane były przez wymienionego autora osady wapienne.

W przypadku dużej miąższości najmłodszych osadów w grę wchodzić może obok szybciej zachodzących różnych procesów w starzejącym się zbiorniku, także brak kompaktacji osadów.

Dr K. Więckowski stwierdził występowanie osadów jeziornych, prawdopodobnie wieku holocenu o bardzo znacznej miąższości, dochodzącej do 24 m. Ostatnio stwierdzono w Jeziorze Maliszewskim istnienie ponad 20-metrowej warstwy osadów wapiennych i detrytusowych wieku późnoglacialnego i holocenu, co wskazuje na średnią szybkość narastania wynoszącą 1 mm na rok.

Wiercenia i badania palynologiczne, prowadzone w ostatnich latach na młodoglacjalnych terenach północnej Polski, umożliwią dokładniejsze opracowanie zagadnienia szybkości sedymentacji gytii wapiennej.

STRESZCZENIE

Szybkość sedymentacji jest wypadkową nieustannie zachodzącego w zbiorniku wodnym procesu wytrącania i ponownego rozpuszczania osadu gytii wapiennej. W omawianym przypadku szybkość sedymentacji określana była metodą kalkulacji na podstawie profili datowanych palynologicznie. Średnia szybkość narastania gytii wapiennej w północno-wschodniej Polsce jest z reguły niska i wynosi ok. 0,5 mm na rok. W niektórych jednak warunkach szybkość sedymentacji może zachodzić znacznie energiczniej, osiągając grubość 4—5 mm na rok. Podstawowym warunkiem przy energicznie zachodzącej sedymentacji i równoczesnym spełnieniu innych koniecznych warunków jest stały, niewysoki poziom wody, z tendencją do podwyższania się w miarę narastania osadu. W czasie badań prowadzonych nad osadami wapiennymi stwierdzono, że w okresach: preborealnym, borealnym i subatlantycznym w niektórych złożach miało miejsce szybkie narastanie osadów.

LITERATURA

1. Davis R. B.: Pollen Studies of Near — Surface Sediments in Maine Lakes. Quaternary Paleoecology pp. 143—173 (1967)
2. Gordon-Ogden J.: Radiocarbon Determinations of Sedimentation Rates from Hard and Soft Water Lakes in Northeastern North America. Quaternary Paleoecology pp. 175—183 (1967)
3. Stasiak J.: Historia jeziora Kruklin w świetle osadów strefy litoralnej. Pr. geogr. nr 42, s. 1—96 (1963)
4. Stasiak J.: Badania nad starożytnym krajobrazem Pojezierza Suwalskiego w rejonie Szwajcarii. Pr. Biał. Tow. Nauk. nr 7, s. 1—42 (1965)

5. Stasiak J.: Wpływ warunków wodnych na roślinność późnego glacjału i holocenu. Prz. geogr., t. 41, z. 1, s. 93—102 (1969)
6. Więckowski K.: Osady denne jeziora Mikołajskiego. Pr. geogr. nr 57, s. 1—110 (1966)

Ядвига Стасяк

СКОРОСТЬ ОСАЖДЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ ИЗВЕСТКОВОЙ ГИТТИИ

Резюме

Скорость осаждения является равнодействующей непрерывного процесса выделения и вторичного растворения осадка известковой гиттии в водохранилище. В рассматриваемом случае скорость осаждения определяли методом расчета на основании палинологически датированных профилей. Средняя скорость прироста известковой гиттии в северо-восточной части Польши, как правило, небольшая, составляя около 0,5 мм в год. Однако, в известных условиях осаждение может происходить гораздо скорее, при приросте толщины слоя 4—5 мм в год. Основным условием для более энергичного хода осаждения, независимо от одновременного выполнения других необходимых условий — является постоянный средне-высокий уровень воды, со склонностью к повышению по мере прироста осадка. Во время исследования известковых осадков установлено, что в предбореальный, бореальный и субатлантический периоды в некоторых залежах происходили очень интенсивные приросты осадка.

Jadwiga Stasiak

SEDIMENTATION RATE OF CALCAREOUS GYTTJA DEPOSITS

Summary

Sedimentation rate is a resultant of constant process of precipitation and a new solution of calcareous gyttja sediment in water reservoirs. In the case in question the sedimentation rate was determined using the method of calculation on the basis of palynologically dated profiles. Mean rate of calcareous gyttja growth in north-eastern part of Poland is, as a rule, low, amounting to about 0.5 mm a year. However, in some conditions the sedimentation rate can be much quicker, the layer thickness increment being 4—5 mm a year. A basic condition for such intense sedimentation, beside of parallel fulfillment of other necessary conditions — is constant medium high water level, showing a tendency to rise along with sediment growth. In the course of investigation of calcareous sediments it has been stated that in preboreal, boreal and subatlantic periods in some deposits a quick sediment growth took place.