

MAGDALENA RALSKA-JASIEWICZOWA

OSADY DENNE JEZIORA MIKOŁAJSKIEGO
NA POJEZIERZU MAZURSKIM
W SWIETLE BADAŃ PALEOBOTANICZNYCH

Bottom Sediments of the Mikołajki Lake (Masurian Lake District)
in the Light of Palaeobotanical Investigations

SPIS TREŚCI

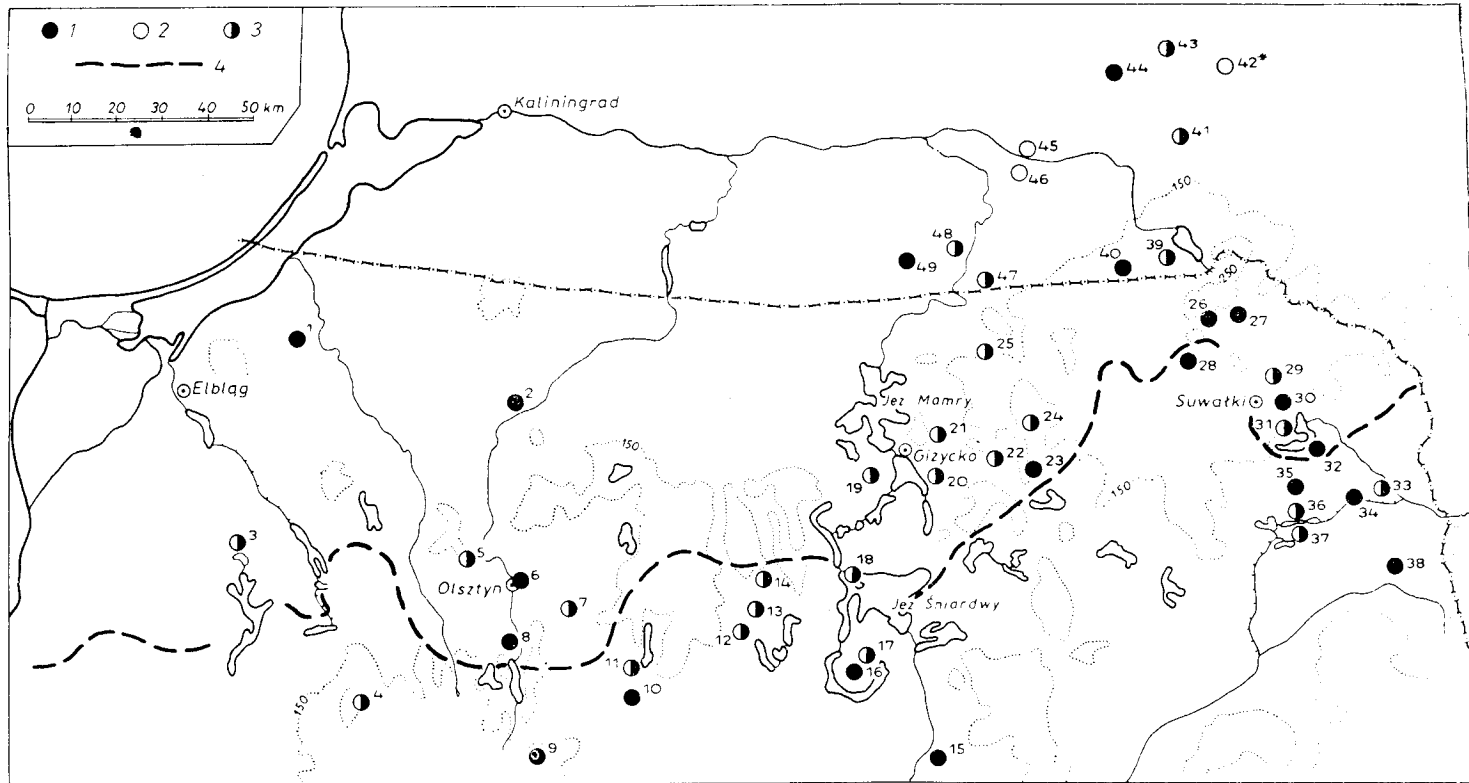
Wstęp	4
Opis fizjograficzny terenu badań	5
Położenie geograficzne i charakterystyka geologiczna	5
Gleby	6
Klimat	6
Szata roślinna	7
Opis jeziora	9
Uwagi metodyczne	11
Zbieranie materiału	11
Metody laboratoryjne	12
Analiza pyłkowa	12
Przedstawienie wyników	13
Opis profili geologicznych	13
Uwagi o niektórych bardziej interesujących roślinach	19
Zanieczyszczenia	40
Rozwój roślinności i zmiany klimatu	43
Późny glacjał	43
Okres poprzedzający Allerød	43
Allerød	51
Młodszy dryas	55
Datowanie metodą radiowęglą	57
Zagadnienie genezy Jeziora Mikołajskiego	57
Holocen	59
Okres preborealny	59
Okres borealny	60
Okres atlantycki	64

Okres subborealny	66
Okres subatlantycki	69
Wpływ osadnictwa na szatę roślinną	72
Zarys rozwoju kultur na badanym obszarze	72
Ślady gospodarki ludzkiej w diagramie z Jeziora Mikołajskiego	74
Historia graba w północnej Polsce i jej związek z osadnictwem	81
Podsumowanie wyników	84
Literatura	87
Summary	95
Tablice I—IX	119

WSTĘP

Częste na Pojezierzu Mazurskim torfowiska wysokie i osady jeziorne, nadające się szczególnie dobrze do badań metodą analizy pyłkowej, budziły od dawna zainteresowanie uczonych, zajmujących się poznawaniem niedawnej przeszłości współczesnej szaty roślinnej. Już od 1928 roku zaczęły się ukazywać prace dotyczące holocenijskiej historii roślinności tego obszaru i przyległych terenów (Bülow 1928; Gams, Ruoff 1929; Silbersdorf 1931; Urbschat 1931; Knoblauch 1931; Potratz 1932; Petrenz 1932; Wallrabe 1932 i in.). Niemal równocześnie pojawiły się pierwsze próby powiązania wyników uzyskanych za pomocą metody palynologicznej z badaniami archeologicznymi (Peschallies 1931). Największy jednak i trwały wkład w badania nad późnoglacialną i holocenijską historią roślinności Pojezierza stanowią liczne prace Hugo Grossa (1935—1943). Do bardziej interesujących należy również publikacja Breitenfelda i Mothesa (1940), dotycząca historii lasów południowej części tego obszaru. Z przyległego od wschodu Pojezierza Suwalsko-Augustowskiego pochodzą polskie prace wykonane w tym samym mniej więcej czasie, co badania Grossa (Bremówna, Sobolewska 1934; Ołtuszewski 1937; Vogt 1938). Z lat powojennych wymienić można tylko prace J. Stasiakowej z okolic Giżycka (1961, 63), Mrągowa (1963) i Szwajcarii koło Suwałk (1964). W sumie z terenów Pojezierzy leżących na wschód od Wisły opublikowano blisko 40 prac wykonanych za pomocą analizy pyłkowej (ryc. 1). Ich wartość jest nierówna, co wiąże się z szybko zmieniającą się metodą badań palynologicznych. W opracowaniach przedwojennych uwzględniano tylko pyłek ważniejszych drzew leśnych, bez notowania i oznaczania pyłku roślin zielnych. Stąd też przydatność wyników, jakie te prace zawierają, jest bardzo ograniczona, zwłaszcza w odniesieniu do późnego glacialu i młodszej części holocenu. Wyjątek pod tym względem stanowią niektóre publikacje H. Grossa, zawierające informacje o występowaniu w profilach szeregu roślin zielnych.

Badania nad osadami dennymi Jeziora Mikołajskiego rozpoczęto w 1960 r. Podjęcie ich stało się realne z chwilą, gdy dr K. Więckow-



Ryc. 1. Późnoglacialne i holocenijskie stanowiska flor kopalnych na Pojezierzu Mazurskim, posiadające opublikowane diagramy pyłkowe. Uwzględniono prace począwszy od r. 1935. Na terenie ZSRR zaznaczono tylko stanowiska wymienione w niniejszej pracy. Linia przerywana wyznacza zasięg stadiu pomorskiego (Kondracki 1957, uzupełnione według Szostaka 1961).

1 — holocen, 2 — późny glacjał, 3 — holocen i późny glacjał

Fig. 1. Late-glacial and Holocene sites of fossil floras in the Masurian Lake District, with published pollen diagrams. The author took into account works which appeared since the year 1935. On the USSR territory only the sites mentioned in this paper are marked. The broken line shows the range of the Pomeranian stage (Kondracki 1957, complemented after Szostak 1961).

1 — Holocene, 2 — Late-glacial, 3 — Holocene and Late-glacial.

Spis stanowisk — Specification of the sites

(W nawiasach podano nazwy używane w pracach badaczy niemieckich, zaś w przypadku stanowisk leżących na terenie ZSRR jedynie nazwy w brzmieniu niemieckim. — The names used in the works of German investigators are given in brackets. In the case of sites lying on the USSR territory the names are given only in the German spelling).

1 — Kurowskie Mchy koło Wierzna Wielkiego, powiat Braniewo (Kurausches Moosbruch) — Gross 1936; 2 — Łęgnowo, p. Lidzbark Warmiński (Lingenauersee) — Gross 1939; 3 — Półwieś k. Zalewa, p. Morąg (Mitteldorf) — Gross 1937b; 4 — Puszcza Dylewska, p. Ostróda (Dohlauer Wald) — Gross 1935a; 5 — Kamienna Góra k. Łom, p. Olsztyn (Steinberg) — Gross 1936; 6 — Olsztyn — Gross 1938b; 7 — Kemno k. Purdy, p. Olsztyn (Kemnabruch) — Gross 1937a; 8 — Lasy Smolnickie k. Jeziora Łańskiego, p. Olsztyn (Lanskerofen) — Breitenfeld, Mothes 1940; 9 — Koniuszyn p. Nidzica (Kommusin) — Breitenfeld, Mothes 1940; 10 — Lasy Korpelskie, p. Szczytno (Korpellen) — Breitenfeld, Mothes 1940; 11 — Grom, p. Szczytno (Grammen) — Gross 1936, 1937a; 12 — Lasy Raciborskie k. jeziora Świętajno, p. Szczytno (Ratzeburg) — Breitenfeld, Mothes 1940; 13 — Lasy Pilnickie k. Lipowa, p. Mrągowo (Pfeilswälder) — Breitenfeld, Mothes 1940, 14 — Jezioro Mały Wągiel k. Pieków, p. Mrągowo — Stasiak 1963; 15 — Kozioł k. Wincenty, p. Kolno — Bittner, Bogacki 1961; 16 — Jezioro Nidzkie k. Rucianego, p. Pisz (Niedersee) — Breitenfeld, Mothes 1940; 17 — Szeroki Bór k. Pisz (Breitenheide) — Breitenfeld, Mothes 1940; 18 — Mikołajki; 19 — Szczybały Giżyckie, p. Giżycko (Schönballen) — Gross 1938a; 20 — Staświńskie Łąki, p. Giżycko (Eisermühl) — Gross 1935, za Polakowskim 1961; 21 — Jezioro Kruklin, p. Giżycko — Stasiak 1963; 22 — Mazuchówka k. Wydmin, p. Giżycko (Masuchowken) — Gross 1935c, 1937a; 23 — Szczecinowo, p. Elk (Szonstagesee — Steinberg) — Gross 1939 za Firbasem 1952; 24 — Borki, p. Olecko (Borken) — Gross 1936; 25 — Sapałówka, p. Węgorzewo (Sappallen) — Gross 1939b; 26 — Torfowisko nad jeziorem Hańcza, p. Suwałki — Vogt 1938; 27 — Łopuchów k. jeziora Hańcza, p. Suwałki — Vogt 1938; 28 — Łanowicze k. Motul, p. Suwałki — Vogt 1938; 29 — Osinki k. Suwałk — Ołtuszewski 1937; 30 — Suchar przy Jeziorze Krzywem k. Suwałk — Ołtuszewski 1937; 31 — Suchar Dembowski nad jeziorem Wigry, p. Suwałki — Ołtuszewski 1937; 32 — Zakąty nad jeziorem Wigry, p. Augustów — Ołtuszewski 1937; 33 — Paniewo k. Górczyca, p. Augustów — Ołtuszewski 1937; 34 — Płaska k. Górczyca, p. Augustów — Ołtuszewski 1937; 35 — Busznica k. wsi Danowskie, p. Augustów — Ołtuszewski 1937; 36 — Studzieniczna k. Augustowa — Ołtuszewski 1937; 37 — Augustów — Ołtuszewski 1937; 38 — Skieblewo k. Krasnego, p. Dąbrowa ? — Ołtuszewski 1937.

W niektórych przypadkach ocena stratygraficzna została zmieniona (por. stanowiska Ołtuszewskiego 1937). In some instances the stratigraphic estimation was changed (cf. Ołtuszewski's 1937 sites).

ZSRR — USSR

39 — Iger See — Gross 1935b; 40 — Nassawen — Gross 1935b; 41 — Drusken — Gross 1940 za Firbasem 1949, 1952; 42 — Grenzfelde (bez diagramu, tylko szczątki makroskopowe — without pollen diagram, only macroscopic plant remains) — Gross 1938a; 43 — Abschrüten — Gross 1937a; 44 — Pilkallen — Gross 1939a; 45 — Radlauken — Gross 1943; 46 — Gumbinnen — Gross 1937a; 47 — Zedmarbruch — Gross 1938c; 48 — Menturren — Gross 1937a; 49 — Skirlack — Gross 1939 za Firbasem 1949.

ski, asystent stacji naukowej Instytutu Geografii PAN, znajdującej się w Mikołajkach, skonstruował sondę rdzeniową, umożliwiającą pobieranie monolitów osadów dennych ze współczesnych jezior.

Wszystkie materiały, na których opiera się to opracowanie, zostały dostarczone przez dra K. Więckowskiego. Za ofiarną pracę w trudnych nieraz warunkach i za maksymalny wysiłek, jaki włożył aby zebrać materiał pod kątem zainteresowań i potrzeb paleobotanika, winna mu jestem szczególną wdzięczność.

Pracę wykonałam w Zakładzie Paleobotaniki Instytutu Botaniki PAN pod kierunkiem prof. dra A. Śrondonia, któremu składam gorące podziękowania za opiekę i pomoc. Dziękuję również prof. drowi B. Szafrańcowi za oznaczenie mchów, dr M. Reymanównie za oznaczenie węgla, mgr B. Pawlikowej za oznaczenie drewnien, a dr J. Truchanowiczównie i dr M. Białobrzeskiej za pomoc przy oznaczaniu owoców i łusek brzoź. Pragnę także podziękować mgrówi S. Łuczce za wykonanie części zdjęć i p. J. Mamakowi za wykonanie rycin.

OPIS FIZJOGRAFICZNY TERENU BADAŃ

Położenie geograficzne i charakterystyka geologiczna

Jezioro Mikołajskie leży na terenie Pojezierza Mazurskiego, w pow. mrągowskim (woj. olsztyńskie). Należy ono do kompleksu jeziornego związanego z największym w Polsce zbiornikiem wodnym — jeziorem Śniardwy. Ku północy kompleks ten łączy się poprzez jezioro Niegocin z systemem jezior zbiornika Mamry. Ogromna obfitość wód na tym terenie wiąże się z jego ukształtowaniem morfologicznym. Obszar ten bowiem tworzy rozległą bruzdę (Dolina Mazurska) rozdzielającą poprzecznie wał moren Pojezierza Mazurskiego i wyróżniany jest jako jeden z jego subregionów, zwany Krainą Wielkich Jezior, lub Pojezierzem Giżyckim (Kondracki 1957). Od zachodu graniczy on z wzniesieniami Pojezierza Mrągowskiego (do 221 m npm), od wschodu z pagórkowatym terenem Pojezierza Wschodnio-Mazurskiego (Wzgórza Szeskie do 309 m npm). Na południe od Krainy Wielkich Jezior rozciąga się wielki sandr Mazursko-Kurpiowski, a ku północy jej przedłużenie tworzą wytopiska nad Węgorapą i Gołdapą.

Wysształcenie się Doliny Mazurskiej łączy się z istnieniem preglacjalnej niecki tektonicznej, wieku kredowo-oligocenckiego. Wypełniające nieckę utwory miocenkie, których obecność stwierdzono w wierceniach o kilkanaście km na S-SW od Mikołajek, zostały przypuszczalnie w dużym stopniu zniszczone wskutek działalności lądolodu. W kierunku wschod-

nim, ku brzegowi niecki, miocen wyklinowuje się i tu pod czwartorzędem zalegają osady oligoceńskie, a dalej kreda. Pokrywa czwartorzędowa osiąga miąższości przekraczające 100 m (wszystkie dane za Szostakiem 1961).

W czasie stadium pomorskiego niemal cały obszar Krainy Wielkich Jezior był objęty zlodowaceniem. Jak wykazały ostatnio badania Szostaka (l. c.), sięgało ono po południowe brzegi jeziora Śniardwy, wypełniając całą jego misę.

Gleby

Gleby Krainy Wielkich Jezior, podobnie jak i całego Pojezierza Mazurskiego, powstały w ogromnej większości z utworów pochodzenia lodowcowego. Panującymi są tu gleby bielcowe, utworzone głównie z piasków akumulacji wodno-lodowcowej, tylko w części północno-zachodniej terenu przeważają gleby brunatne i bielice pochodzące z gliny zwałowej. Gleby takie występują na większych obszarach w północnych i zachodnich rejonach Pojezierza (Ugla 1956).

Rynna lodowcowa, w której skład wchodzi Jezioro Mikołajskie, leży na skraju ogromnego kompleksu gleb piaszczystych, związanego genetycznie z największym w Polsce obszarem sandrowym (sandr Mazursko-Kurpiowski). W granicach Pojezierza ciągnie się on od Nidzicy w kierunku Szczytna i dalej poprzez Śniardwy na Elk. Północny kraniec rynny graniczy z rozległym obszarem morenowym, pokrytym dziś glebami brunatnymi.

Klimat

Kraina Wielkich Jezior Mazurskich należy (według podziału Gumńskiego z r. 1948 za Lencewiczem 1955) do Mazurskiej dzielnicy klimatycznej, obejmującej prawie całe Pojezierze Mazurskie. Jest to najzimniejszy obszar Polski niżowej, ze średnią roczną temperaturą utrzymującą się w części północno-wschodniej poniżej $+6^{\circ}\text{C}$ (za Polakowskim 1963). Specyficzny klimat Pojezierza jest wynikiem ścierania się wpływów morskich i kontynentalnych. Ze względu na swe położenie geograficzne, teren ten jest bardziej niż inne krainy Polski wystawiony na działanie polarnych mas powietrza, co powoduje zaostrzenie warunków termicznych. Objawia się to zwłaszcza przez mroźne zimy i chłodne, późne wiosny. Okres wegetacyjny jest tu skrócony o 2—3 tygodni w stosunku do centralnej części kraju (Hohendorf 1956). Z drugiej strony sąsiedztwo Bałtyku, a przede wszystkim obecność wielkiej ilości jezior i torfowisk jest przyczyną dużo większej niż gdzie indziej wilgotności powietrza. Nagromadzenie pary wodnej powoduje zwiększenie absorpcji energii promiennej i dlatego tereny te otrzymują stosunkowo mało ciepła słonecznego.

Większa jest też ilość dni pochmurnych, częstsze opady i mgły. Roczna suma opadów wynosi w strefie pojeziernej 550 do 650 mm, a w części północnej i północno-wschodniej jest nawet wyższa (za Polakowski 1963).

Kraina Wielkich Jezior leży w obrębie izotermy rocznej $+6,5^{\circ}\text{C}$, przez jej obszar przebiega izoterma stycznia $-4,0^{\circ}\text{C}$ oraz lipca $+17,0^{\circ}\text{C}$ (za Fałińskim msk.). Amplitudy roczne rosną z zachodu na wschód wraz ze wzrostem kontynentalizmu, od 20° do 22°C .

Wiatry są częste i silne, głównie z kierunków SW, W i SE. W zimie i jesieni przeważają SW, wiosną SE i SW, natomiast w lecie NW (Hendorff l. c.).

Szata roślinna

Specyficzny charakter klimatu Pojezierza jest niewątpliwą przyczyną krzyżowania się na tym terenie granic zasięgowych wielu gatunków roślin, a wśród nich kilku drzew leśnych. Dotyczy to w pierwszym rzędzie gatunków, które wchodzi na obszar Pojezierza dzięki panującym tu warunkom wilgotnościowym, ale równocześnie źle znoszą ostre zimy, skrócony okres wegetacji i zbyt duże amplitudy temperatury. Należą do nich *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus* i *Quercus sessilis*, których granice północno-wschodnie przebiegają przez Pojezierze. Północno-wschodnie granice *Taxus baccata* i *Alnus incana* leżą tuż poza obecną granicą Polski (Gross 1933a). Drzewem, które na Pojezierzu znajduje się już w strefie pogranicznej swego zasięgu, jest *Carpinus betulus*. W części zachodniej rośnie jeszcze bardzo dobrze i jest jednym z głównych składników lasów liściastych, natomiast ku północnemu wschodowi jego udział stopniowo maleje. *Picea excelsa* — przedstawiciel elementu borealnego — występuje tutaj na pograniczu swego północnego zasięgu, wykazując wyraźne tendencje ekspansyjne (Gross 1934).

Zbiorowiska roślinne. Panującymi zbiorowiskami leśnymi na terenie Pojezierza, a zwłaszcza w jego południowo-wschodniej części, są różne typy borów sosnowych i mieszanych. Ich występowanie wiąże się z glebami piaszczystymi. Lasy te, protegowane działalnością człowieka, zajmują dziś większe przestrzenie niż w czasach przedhistorycznych. Ku północnemu wschodowi zwiększa się w ich składzie udział świerka, który ponadto tworzy tutaj odrębny, charakterystyczny dla Polski północno-wschodniej, zespół na torfach (*Piceo-Sphagnetum Girgensohnii* — Polakowski 1962).

Na glebach morenowych, głównie w części zachodniej i północnej Pojezierza, dominują lasy liściaste typu grądu. W skrajnie zachodniej części terenu wzrasta w lasach domieszka buka, a nawet pojawiają się miejscami lasy z panującym bukiem, nawiązujące jednak przeważnie do grądów lub do borów mieszanych. Bardzo rzadko lasy te mają postać typowej buczyny

pomorskiej, co wiąże się z peryferycznym dla zasięgu tego drzewa położeniem geograficznym omawianego terenu (P o l a k o w s k i 1963).

Nad brzegami jezior i w podmokłych obniżeniach terenu rozwijają się olszyny, a na aluwjach licznych rzek oraz na obrzeżach niektórych jezior występują lasy łęgowe.

Jednym z bardziej charakterystycznych rysów krajobrazu Pojezierza jest obfitość torfowisk. Są to zarówno torfowiska niskie i przejściowe z klasy *Scheuzerio-Caricetea fuscae*, jak i wysokie, z klasy *Oxycocco-Sphagneteta*.

Na stromych zboczach jezior i rzek oraz na suchych, słonecznych pagórkach morenowych występują dość duże skupienia roślin kserotermicznych z całym szeregiem gatunków pontyjskich s. l. Występują one w ciepłolubnych zaroślach lub tworzą murawy o charakterze stepowym. Oba te typy zbiorowisk w istocie swej pierwotne — reliktowe — rozszerzyły się wtórnie, pod wpływem człowieka. Ponadto gatunki kserotermiczne przenikają w runo lasów sosnowych, tworząc zbiorowiska nawiązujące do rzędu *Quercetalia pubescentis*. S t e f f e n (1937, por. też P o l a k o w s k i 1963) wyróżnia trzy największe skupienia gatunków pontyjskich na Pojezierzu: w okolicy Nidzicy, w Krainie Wielkich Jezior i koło Elku.

Spośród pozostałych zbiorowisk nieleśnych jedynie zespoły z rzędu *Corynephorretalia*, występujące na najuboższych piaskach, mogą być po części naturalne, a tylko bardziej rozprzestrzenione pod wpływem gospodarki człowieka. Inne zbiorowiska, przede wszystkim łąki (*Molinio-Arrhenatheretea*), wytworzyły się wtórnie jako wynik działalności ludzkiej.

W związku z ogromną ilością zbiorników wodnych na terenie całego Pojezierza, a szczególnie w Krainie Wielkich Jezior bardzo bogato rozwinięta jest roślinność wodna i bagienna. W najczęściej występujących jeziorach eutroficznych reprezentowane są zbiorowiska będące kolejnymi ogniwami sukcesyjnego szeregu zarastania powierzchni wodnych. Jeziora oligotroficzne i dystroficzne z charakterystyczną dla nich roślinnością występują dużo rzadziej.

Wpływ człowieka na szatę roślinną. Mniej więcej do XIII wieku około 80% powierzchni Pojezierza pokrywały lasy, a prawie całą pozostałą resztę — bagna i jeziora. Tereny odlesione i zagospodarowane przez człowieka odgrywały wówczas minimalną rolę. Trzebieże na większą skalę rozpoczęli koloniści krzyżaccy, ale dopiero w XVI i XVII w. regularne osadnictwo objęło puszcze leżące na rubieżach państwa krzyżackiego, m. in. w Krainie Wielkich Jezior. Około 1800 r. powierzchnie leśne wynosiły już tylko 30% całego obszaru, a z biegiem czasu ulegały dalszemu zmniejszeniu (za P o l a k o w s k i m 1963).

Pod wpływem człowieka przekształcał się również skład lasów. Wzrosła jeszcze przewaga sosny oraz zwiększył się udział świerka w drzewostanach. Zmiany te zachodziły głównie kosztem drzew liściastych. Zapisy archiwalne z XIX w. dla nadleśnictw Mikołajki i Krutynia (Puszcza Piska)

mówią o dużo większym udziale gatunków liściastych, głównie *Quercus robur* (za Polakowskim l. c.).

Dzisiaj około 64⁰/₀ powierzchni Pojezierza zajmują tereny użytkowane rolniczo, w tym około ¹/₄ łąki i pastwiska, a 23⁰/₀ pokrywają lasy (za Polakowskim l. c.). W porównaniu z innymi regionami Polski niżowej jest to jeszcze dość duże zalesienie. Największe powierzchnie leśne zachowały się w południowo-wschodniej części obszaru. Tworzą one pas skracający ku północnemu wschodowi, przerwany luką w Dolinie Wielkich Jezior i kończący się na północy Puszciami Borecką i Romincką. Najrozleglejszym kompleksem leśnym tego pasa jest Puszcza Piska o powierzchni 96 000 ha (Niedziałkowski 1950).

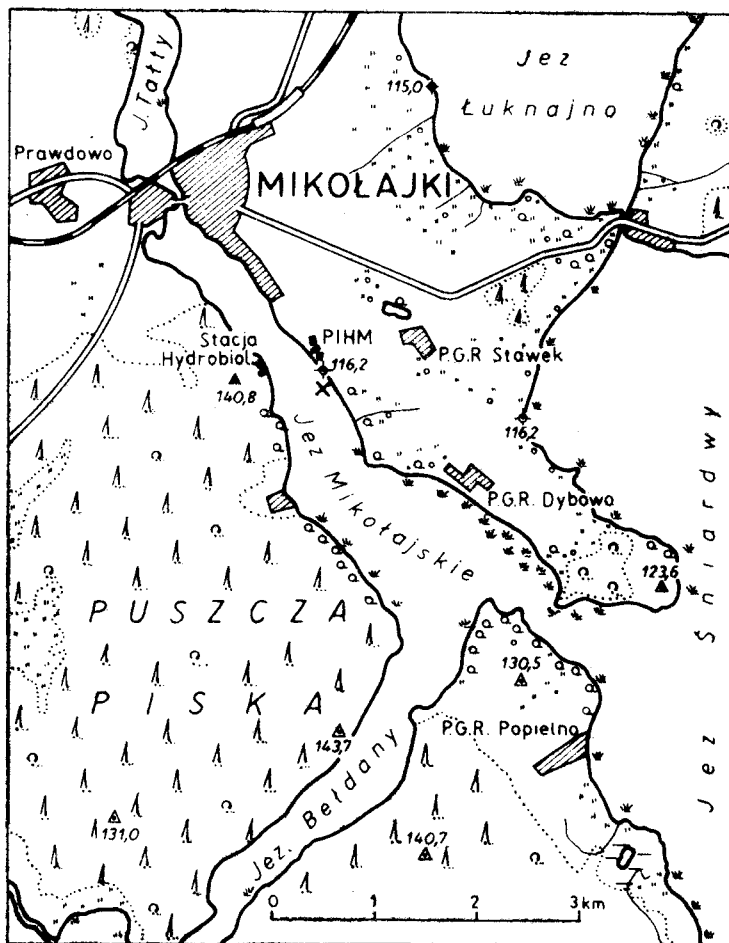
Opis jeziora

Jezioro Mikołajskie jest częścią rynny polodowcowej, którą tworzą cztery połączone ze sobą jeziora: Ryn, Tałty, Mikołajskie i Bełdany. Rynna ta ma przebieg prawie południkowy, z lekkim odchyleniem ku południowemu wschodowi; liczy około 38 km długości i sięga od miejscowości Ryn na północy, po Guzianki na południu. Mniej więcej w ²/₃ długości rynna rozszerza się, tworząc niewielkie odgańlenie łączące je ze Śniardwami. Zdaniem Kondrackiego (1957), Śniardwy zajmowały pierwotnie dużo większy obszar niż obecnie. Przypuszczalnie cała szeroka nizina rozciągająca się na południowy wschód od dzisiejszych brzegów, obfitująca w zatorfione łąki, z jeziorami Kocioł, Głębowko i Roś, była niegdyś częścią dna Śniardw. Położenie zatorfionych terenów sugeruje, że w okresie maksymalnego spiętrzenia wód poziom tego ogromnego prajeziora i powiązanych z nim zbiorników był wyższy o 5—8 m od poziomu dzisiejszego znajdującego się na wysokości około 116 m npm.

Mniej więcej w połowie długości rynny mikołajskiej występuje największe jej zwężenie, wynoszące 80 m, koło którego położona jest miejscowość Mikołajki. Część rynny zawarta pomiędzy tym zwężeniem na północy a połączeniem z jeziorem Śniardwy na południowym wschodzie, nosi nazwę Jeziora Mikołajskiego (ryc. 2). W części północnej jeziora jego typ rynnowy uwidacznia się najsilniej; zbiornik jest wąski, nadbrzeża strome i do 30 m wysokie. Towarzysząca im wąska platforma przybrzeżna przechodzi w stok, opadający stromo do głębokości kilkunastu metrów. Dno jest płaskie, z licznymi zakłębłościami i wzniesieniami (Synowiec 1961). W części południowej jezioro rozszerza się, ale tylko południowo-wschodni odcinek brzegu, dochodzący do Śniardw, jest niski i płaski. Płytczna przybrzeżna jest tu szeroka, stok opada łagodnie ku środkowi jeziora. Można przypuszczać, że w miejscu tym Jezioro Mikołajskie łączyło się dawniej ze Śniardwami na dużo szerszej niż dzisiaj przestrzeni.

Z opisaną wyżej morfologią jeziora wiąże się ubóstwo roślinności wod-





Ryc. 2. Plan okolic Jeziora Mikołajskiego
 X — miejsce pobrania profili I, II, III i IV

Fig. 2. Plan of the vicinity of the Mikołajki Lake.
 X — location of profiles I, II, III and IV.

nej i bagiennej. Na wąskich platformach przybrzeżnych występują prawie czyste łany *Phragmites communis* z domieszką *Schoenoplectus lacustris*, *Heleocharis palustris*, *Phalaris arundinacea*, *Glyceria aquatica*, *Equisetum limosum* i bardzo rzadką *Typha latifolia* (zespół *Scirpo-Phragmitetum*). Pas ten nie przekracza na ogół kilku do kilkunastu metrów szerokości. Od strony jeziora przylegają do niego ubogie fragmenty zespołu *Myriophyllo-Nupharetum* w postaci skupień *Nuphar luteum*, *Polygonum amphibium*, paru gatunków rodzaju *Potamogeton* i in. Jedynie w części południowo-wschodniej jeziora, o płaskim brzegu, proces zarastania zachodzi na większą skalę: skupienia *Phragmites communis* dochodzą do stu i więcej metrów szerokości, zbiorowiska wodne są bogatsze, na zewnątrz pasa

trzciny wykształcają się miejscami płyty zespołów ze związku *Magnocarricion*, brzeg tworzy zatoczki z podmokłymi łączkami i bogatą roślinnością przybrzeżną.

Cały wschodni brzeg Jeziora Mikołajskiego jest odlesiony. Zabudowania osiedla Mikołajki schodzą aż nad samą wodę, dalej na południe ciągną się pola uprawne i pastwiska z rzadko rozrzuconymi zabudowaniami wiejskimi. Nad samym brzegiem występują miejscami resztki olszyn w postaci pojedynczych okazów lub co najwyżej wąskiego pasa utworzonego przez *Alnus glutinosa* i *Salix fragilis*. Jedynie na samym końcu jeziora, na cyplu dzielącym je od Śniardw zachował się fragment pięknej olszyny typowej (*Carici elongatae-Alnetum*), o budowie kępiastej, z bogatym runem, w którym występuje m. in. *Carex elongata*, *Lycopus europaeus*, *Solanum dulcamara*, przy panującej *Dryopteris thelypteris* lub *Calla palustris*. Obficie rośnie tu także chmiel.

Brzeg zachodni jest zalesiony niemal na całej długości. Tuż nad wodą występują miejscami zubożałe fragmenty olszyn. Wyżej, o ile tylko pozwala na to stromizna brzegu, zboczce porośnięte jest fragmentarycznymi płatami *Quercus-Carpinetum*. Pas zajmowany przez to zbiorowisko musiał być pierwotnie miejscami dużo szerszy; dziś na jego siedliskach występują przeważnie sztuczne świerczyny. Wreszcie na samej płaszczyźnie wysoczyzny rozpoczynają się bory mieszane i sosnowe należące już do ogromnego kompleksu leśnego Puszczy Piskiej. Bory te, na ogół dość świetliste, w wielu miejscach charakteryzuje duży udział gatunków kserotermicznych w runie (np. w płacie u wyjścia na Beldany — rośnie *Anthericum ramosum*, *Ceranium sanguineum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Vincetoxicum officinale*, *Vicia cassubica*, *Serratula tinctoria*, *Aquilegia vulgaris* i in.), przez co nawiązują do kserotermicznych dąbrów.

UWAGI METODYCZNE

Zbieranie materiału

Wszystkie materiały do analiz paleobotanicznych pobrane zostały z dna jeziora za pomocą sondy rdzeniowej (Więcowski 1961). Sonda jest dziesięciometrową rurą, zakończoną wydrążonym grotem stalowym, wewnątrz której znajduje się komplet połączonych ściśle rur z plexigenu. Za pomocą dźwigu umieszczonego na pontonach sonda unoszona jest w górę, a następnie opuszczana pod kilkusetkilogramowym obciążeniem z szybkością ok. 3 m/sek. Wbija się ona na całą swą długość, przebijając nie tylko organiczne osady denne, ale i znajdujące się w spągu ropy i piaski, a nawet gruboziarniste żwiry morenowe. Po wyciągnięciu sondy wyjmuje się z jej wnętrza materiał w plexigenowych rurach, uzyskując w ten sposób podzielony na kilka odcinków monolit osadów dennych, który można przez dłuższy czas przechowywać w świeżym stanie.

Z monolitów takich, o średnicy około 50 mm, pobrane zostały próby do analizy pyłkowej, na ogół w odstępach co 5 cm. Jedyne w miejscach większego zróżnicowania materiału próby zagęszczano w miarę potrzeby, tak by reprezentowana była każda warstwa. Próby zabezpieczone formaliną przechowywano następnie w fiolkach szklanych uszczelnionych parafiną. Materiał, który pozostał po pobraniu prób do analizy pyłkowej, przeznaczono do badań makroskopowych, z zachowaniem takich samych odstępów, jak w przypadku prób przeznaczonych do analizy mikroskopowej. Jedyne próby do badań makroskopowych z profilu pierwszego obejmują odcinki osadu długości 45 cm.

Metody laboratoryjne

Próby do analizy pyłkowej przygotowywano trzema różnymi metodami, w zależności od rodzaju osadu:

Osady mineralne, wapienne (iły, piaski):

gotowanie ze stężonym HCl; flotacja acetonowo-bromoformowa metodą Knoxa; acetoliza Erdtmanna.

Osady organiczne, wapienne (gytie):

rozpuszczanie CaCO_3 za pomocą stężonego HCl; acetoliza.

Osady organiczne niewapienne (torfy):

chlorinacja metodą Erdtmanna; acetoliza.

Próby do analizy makroskopowej po gotowaniu w wodzie z dodatkiem sody szlamowano na sicie o podwójnym dnie.

Analiza pyłkowa

W profilu I liczono w każdej próbie do około 1000 wszystkich sporomorf, z wyjątkiem kilku prób spagowych, w których na skutek bardzo słabej frekwencji ograniczono ich liczbę do kilkuset (w jednym tylko przypadku poniżej 400). W pozostałych profilach oraz w materiałach dodatkowych liczono do kilkuset sporomorf (przeciętnie do 700).

Wartości procentowe poszczególnych form obliczono na podstawie sumy totalnej, w skład której wchodzi drzewa i krzewy (AP) oraz rośliny zielne (NAP). Z sumy tej wyłączono rośliny wodne, zarodniki *Sphagnum* i występujące tylko w późnym glacie sporomorfy roślin egzotycznych. Wydzielono też pyłek *Juniperus*, ponieważ w profilu I liczono go tylko w górnych piętrach holocenu, a w starszej części profilu był pomijany. Prócz tego, przyjmując założenie, że w późnym glacie pyłek wszystkich drzew ciepłolubnych albo znajduje się na wtórnym złożu, albo też pochodzi z dalekiego transportu, w odcinkach późnoglacialnych profili wyłączono je także z sumy totalnej. W związku z tym podstawa obliczeń jest inna w późnym glacie, a inna w holocenie.

Przedstawienie wyników

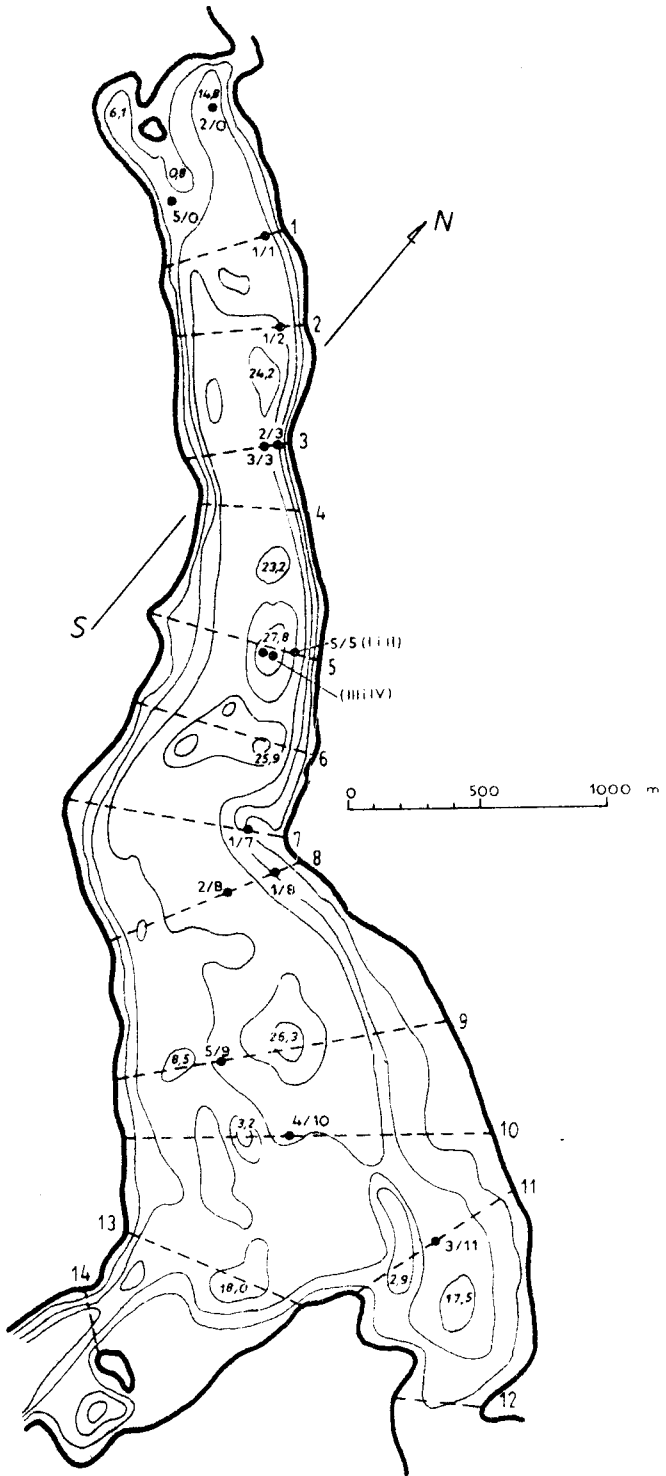
Wszystkie wyniki analiz mikroskopowych i makroskopowych przedstawione są w formie tabel wartości bezwzględnych i wykresów. Wyjątek stanowią pojedyncze próby z Allerødu, które dla ułatwienia porównań z wykresami przedstawione są w postaci tabeli zawierającej wartości procentowe oznaczonych sporomorf i bezwzględne ilości szczątków makroskopowych.

Wykresy udziału szczątków mikro- i makroskopowych składają się z pięciu części. Części A i B zawierają wykres stosunku AP do NAP oraz krzywe drzew i krzewów, część C — krzywe wszystkich roślin zielnych, z wyjątkiem umieszczonych w części D krzywych roślin wodnych i błotnych. Na końcu diagramu pyłkowego znajdują się krzywe pozostałych form wyłączonych z sumy totalnej (*Sphagnum* i *Sporae indet.*) oraz krzywa frekwencji. W późnoglacialnych odcinkach diagramów odmiennymi sygnaturami oznaczono krzywe form znajdujących się w całości na wtórnym złożu i w związku z tym wyłączonych z sumy totalnej (paskowanie ukośne) oraz tych, które prawdopodobnie pochodzą w większej części z wtórnego złoża, ale z sumy nie zostały wydzielone (paskowanie poziome). Część E obejmuje wykres ilościowy szczątków makroskopowych stwierdzonych w określonej jednostce objętości sedymentu.

OPIS PROFILI GEOLOGICZNYCH

Profil I

Profil I, pobrany w r. 1960, pochodzi z wiercenia nr 5, serii nr 5, składającej się z ośmiu wierceń założonych w poprzek jeziora, ok. 200 m na południe od Stacji Hydrobiologicznej PAN (ryc. 3). Szerokość jeziora wynosi w tym miejscu 720 m, profil pobrano w odległości około 150 m od brzegu wschodniego, przy głębokości wody około 20 m, na przejściu pomiędzy stokiem misy jeziornej a jej maksymalnym w tym miejscu zagłębieniem. Wiercenie przebiło pokład gytii wapiennej (ponad 4,5 m), warstwę czarnego sapropelu obfitującego w siarczki żelaza (około 0,5 m) i poprzez 2 m warstwę ilów i piasków dotarło do żwirów morenowych z gładzikami. Jak wskazują pozostałe wiercenia serii nr 5 (ryc. 4), stok dna jeziora wznosi się tu dość stromo w kierunku brzegu. Pokrywające stok osady organiczne stopniowo zanikają, tak że w odległości około 70 m od brzegu (wierc. 7), pod 9 m wody, już tylko cienki pokład osadu detrytusowo-żwirowego spoczywa wprost na glinie zwałowej. W odległości około 250 m od brzegu wschodniego dno obniża się lokalnie do głębokości 27,8 m. Jest to zarazem najgłębsze miejsce w jeziorze, tzw. głęboczek. Tutaj wiercenia (3 i 4) osiągnęły na głębokości 8 m



zaledwie strop czarnej gytii zalegającej pod miąższym pokładem gytii wapiennej. W kierunku brzegu zachodniego stok dna wznosi się wolno, osady organiczne stopniowo zmniejszają swą miąższość, tak że już w odległości 200 m od brzegu dno pokrywają piaski i żwiry.

Opis profilu

- 0,00—0,40 m gytia wapienna jasnooliwkowa, silnie uwodniona, w części górnej o konsystencji półpłynnej, ku dołowi nieco bardziej zwięzła, z niewielką domieszką łu;
- 0,40—3,00 m gytia wapienna jasnooliwkowa z małą domieszką łu, dość zwięzła. Na głębokości 2,10 m znaczna domieszka drobnych węgla drzewnych;
- 3,00—3,50 m gytia wapienna ciemnoszara, ze śladami łu;
- 3,50—4,15 m gytia wapienna oliwkowoszara, bardzo zwięzła, ze śladami łu;
- 4,15—4,25 m gytia wapienna brunatnooliwkowa, z niewielką domieszką łu;
- 4,25—4,60 m gytia ilasta popielatooliwkowa, słabo reagująca z HCl;
- 4,60—4,95 m sapropel limniczny smolistoczarny z nieznaczną domieszką łu, na powietrzu zmieniający barwę na rdzawoczerwoną, z HCl burzy silnie, dając gęstą ciemnozieloną pianę i ostry zapach siarkowodoru;
- 4,95—5,20 m łu oliwkowopopielaty, z dość znaczną ilością CaCO_3 , z dużą domieszką drobnego detrytusu i większych fragmentów roślin;
- 5,20—6,55 m łu popielaty, dość bogaty w CaCO_3 , z wzrastającą ku dołowi domieszką piasku przy równoczesnym zanikaniu detrytusu roślinnego;
- 6,55—6,90 m piasek szary, dobrze przemyty;
- 6,90—7,30 m żwir zapiaszczony różnoziarnisty, z głazikami do 1 cm średnicy.

Profil II

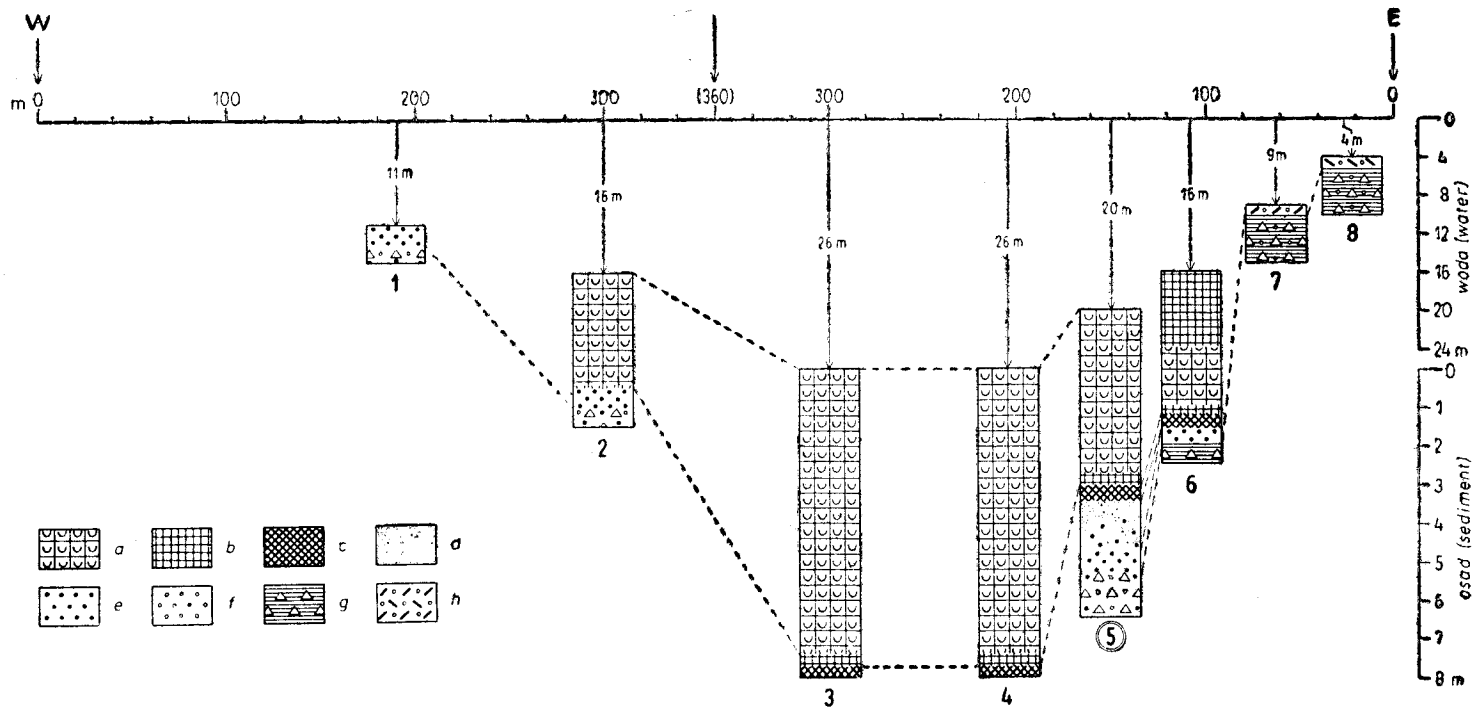
W celu zwiększenia ilości późnoglacialnych szczątków makroskopowych roślin uzyskanych z profilu I, w r. 1961 wykonano w tym samym miejscu jeszcze jedno wiercenie (profil II). Nie udało się niestety trafić dokładnie w ten sam punkt, skąd pochodził profil I, o czym świadczą niewielkie różnice w miąższości poszczególnych warstw. Przesunięcie otworu nie przekroczyło jednak rzędu kilku metrów.

Opis profilu

- 0,00—0,40 m gytia wapienna jasnooliwkowa, silnie uwodniona;
- 0,40—4,15 m gytia wapienna o odcieniu popielatooliwkowym, z nieznaczną domieszką łu;

Ryc. 3. Plan wierceń podwodnych wykonanych w Jeziorze Mikołajskim (według Więckiego 1963). Linie przerywane wyznaczają przebieg serii wierceń, z których pobrano profile osadów dennych; punktami oznaczone są profile, z których pochodzą materiały zbadane paleobotanicznie

Fig. 3. Plan of underwater corings carried out in the Mikołajki Lake (according to Więcki 1963). The broken lines show the course of borings from which profiles of bottom sediments were taken; the profiles from which the materials examined palaeobotanically proceed are marked by points.



Ryc. 4. Profile geologiczne (schematy) wierceń serii nr 5. Profil I omawiany w tej pracy, oznaczony jest liczbą 5, a — gytia wapienna, b — gytia ilasta, c — sapropel limniczny, d — il, e — piasek, f — żwir, g — glina morenowa z głazikami, h — żwir z detrytusem roślinnym, współcześnie przemieszany

Fig. 4. Geological profiles (schemes) of corings of series No. 5. Profile I is marked with number 5. a — calcareous gyttja, b — clayey gyttja, c — limnic sapropel, d — clay, e — sand, f — gravel, g — boulder clay with gravels, h — gravel with plant detritus, recently disturbed.

- 4,15—4,30 m gytia ilasta popielata;
 4,30—4,60 m sapropel limniczny smolistoczarny;
 4,60—5,10 m ił popielaty, z wzrastającą ku dołowi domieszką piasku.

Profile III i IV

W tym samym roku wykonano jeszcze za pomocą dziesięciometrowej sondy kilka dodatkowych wierceń w części centralnej „głęboczka” (27,8 m), w punktach położonych blisko siebie, w odległości kilkudziesięciu metrów na południe od przebiegu serii nr 5 (profile III i IV — por. ryc. 3).

Pomimo niewielkiej odległości, profile te różnią się dość znacznie pomiędzy sobą. Profil IV miąższością serii holocenińskiej zbliża się do profili I i II, ale warstwa późnoglacialnego sapropelu limnicznego ma tylko kilka cm grubości i oddzielona jest od gytii ilastej cienką warstwą piasku. W profilu III miąższość osadów holocenijskich jest znacznie większa, bo wynosi około 6,5 m, a w ich spągu zalega torf bagienny z drewnami. Próby wytłumaczenia tych różnic będą przeprowadzone w dalszej części pracy.

Opis profilu III

- 0,00—0,75 m gytia wapienna ciemnopopielata, o konsystencji półpłynnej;
 0,75—1,65 m gytia wapienna jasnooliwkowa, dość zwięzła, z nieznaczną domieszką iłu;
 1,65—6,50 m gytia wapienna ciemnoszara, zwięzła, ze śladami iłu;
 6,50—6,55 m hiatus wynikły z uszkodzenia monolitu;
 6,55—6,66 m gytia wapienna kremowobiała, układająca się na przemian z brunatnymi warstewkami dość silnie rozłożonego torfu;
 6,66—6,73 m torf bagienny ciemnobrunatny, silnie rozłożony, łupiący się warstewkami, z ułamkami drewnianych gałązek i fragmentami tkanek roślinnych;
 6,73—6,74 m gytia wapienna kremowobiała;
 0,70—2,65 m gytia wapienna jasnopopielata, dość silnie uwodniona, z małą domieszką drobnego detrytusowego roślinnego;
 6,85—7,05 m piasek drobnoziarnisty, w części górnej z dużą domieszką iłu, ku dołowi stopniowo coraz mniej zailony;
 7,05—8,65 m piasek prawie biały, przemyty, w górze drobnoziarnisty, ku dołowi coraz grubszy;
 8,65—8,75 m ił niebieskawo-żółty, bardzo spoisty (porwak trzeciorzędowy?);
 8,75—9,00 m piasek gruboziarnisty ze żwirami różnoziarnistymi.

Opis profilu IV

- 0,00—0,70 m gytia wapienna jasnooliwkowa, o konsystencji półpłynnej, z małą domieszką iłu;
 0,70—2,65 m gytia wapienna jasnopopielata, dość silnie uwodniona, z małą domieszką iłu;
 2,65—4,55 m gytia wapienna jasnoszara, zwięzła, ze śladami iłu;
 4,55—4,75 m gytia wapienna ciemnoszara, ze śladami iłu;
 4,75—4,85 m gytia ilasta ciemnobrunatna, słabo burząca z HCl, z licznymi ślimakami;
 4,85—4,93 m piasek jasnokremowy, z niewielką domieszką substancji organicznych;

- 4,95—5,00 m sapropel limniczny smolistoczarny (jak w profilu I i II);
 5,00—5,30 m il popielaty, spoisty, miejscami silnie zapiaszczony, przewarstwiony kilkoma cienkimi poziomami gytii kremowobiałej z dużą zawartością drobnych szkielecików wapiennych i muszelek. W dole il zazębia się nieregularnymi plamami z drobnoziarnistym piaskiem;
 5,30—5,85 m piasek drobnoziarnisty z rosnącym ku dołowi udziałem frakcji grubszej;
 5,85—5,95 m piasek gruboziarnisty, prawie biały, silnie przemyty;
 5,95—6,05 m piasek gruboziarnisty ze znaczną domieszką żwirków;
 6,05—6,30 m żwiry różnoziarniste z głazikami morenowymi do 2 cm średnicy.

Orientacyjna pozycja stratygraficzna pojedynczych prób, pochodzących z 12 profili rozmieszczonych na całej długości jeziora (ryc. 3)

Próba 2/0

Głębokość wody 13 m, długość monolitu 4 m. Próba z głębokości 2,4—2,5 m, z warstwy silnie rozłożonego torfu brunatnoczarnego, o miąższości 25 cm, z kawałkami drewnien i gałązek. Poniżej il szaroniebieskawy, silnie spiaszczony, z detrytusem roślinnym i muszelkami; powyżej oliwkowoszara gytia ilasta.

Próba 5/0

Głębokość wody 6,5 m, długość monolitu 6,7 m. Próba z głębokości 5,2—5,3 m, z warstwy niezbyt silnie rozłożonego torfu brunatnego, o miąższości 30 cm, z licznymi kawałkami drewnien, kory, gałązek i tkanek roślinnych. Poniżej il szarobłękitnawy z domieszką piasku i głazikami; powyżej szara gytia wapienna ze znaczną domieszką piasku i detrytusu.

Próba 1/1

Głębokość wody 9,5 m, długość monolitu 3,5 m. Próba z głębokości 2,6—2,7 m, z warstwy czarnego sapropelu limnicznego, o miąższości 20 cm. Poniżej il ciemnoszary, silnie spiaszczony, z muszelkami i detrytusem roślinnym; powyżej il szarozielony, silnie spiaszczony.

Próba 1/2

Głębokość wody 12,5 m, długość monolitu 5 m. Próba z głębokości 3,0—3,1 m, z warstwy torfu brunatnego o miąższości 10 cm, silnie rozłożonego, z drewnami i domieszką piasku. Poniżej il szary, zwięzły, silnie spiaszczony, z głazikami; powyżej czarny sapropel limniczny (!).

Próba 2/3

Głębokość wody 13,5 m, długość monolitu 4,25 m. Próba z głębokości 2,5—2,7 m, z warstwy torfu brunatnego o miąższości 20 cm, silnie rozłożonego, lekko zailonego, z cienkimi przewarstwieniami gytii. Poniżej piasek pylasty, szary; powyżej silnie spiaszczona gytia wapienna.

Próba 3/3

Głębokość wody 16 m, długość monolitu 5 m. Próba z głębokości 3,9—4,0 m, z warstwy torfu brunatnego o miąższości 20 cm, słabo rozłożonego, z licznymi kawałkami gałązek, grubym detrytusem roślinnym i licznymi mchami. Poniżej piasek szary; powyżej gytia ciemnobrunatna z dużą domieszką grubego detrytusu.

Próba 1/7

Głębokość wody 4,5 m, długość monolitu 5 m. Próba z głębokości 2,15—2,25 m, z zapiaszczonej warstwy oliwkowobrunatnego osadu bagiennego, o miąższości 10 cm, przepelnionego kawałkami gałązek, łodyg i grubego detrytusu roślinnego z licznymi muszelkami. Poniżej piasek z łem, ciemnoszary, drobnoziarnisty, z domieszką detrytusu; powyżej gytia brunatna, silnie spiaszczona.

Próba 1/8

Głębokość wody 13,5 m, długość monolitu 4,5 m. Próba z głębokości 4,15—4,25 m, z warstwy gytii ciemnooliwkowej, o miąższości 20 cm, z ciemnobrunatnymi przewarstwieniami i domieszką piasku oraz grubego detrytusu roślinnego. Poniżej piasek drobny brudnoczarny, z detrytusem i z gładzikami; powyżej piasek drobny, z dużą ilością detrytusu roślinnego.

Próba 2/8

Głębokość wody 13,6 m, długość monolitu 5 m. Próba z głębokości 3,9—4,0 m, z warstwy torfu brunatnego o miąższości 15 cm, zbitego, z dużymi kawałkami drewna, przewarstwowionego cieniutkimi poziomami gytii z muszelkami. Poniżej piasek szary z domieszką drobnych fragmentów drewna i detrytusu, z muszelkami i gładzikami; powyżej gytia wapienna ciemnoszara.

Próba 5/9

Głębokość wody 13,5 m, długość monolitu 5,3 m. Próba z głębokości 5,20—5,25 m, z warstwy torfu czarnobrunatnego o miąższości 10 cm, mocno rozłożonego. Poniżej piasek szary z domieszką detrytusu; powyżej szara gytia wapienna, z dużą domieszką mchów i muszelek.

Próba 4/10

Głębokość wody 12 m, długość monolitu 5 m. Próba z głębokości 3,60—3,65 m, z wkładki torfu ciemnobrunatnego, o miąższości 5 cm, silnie rozłożonego. Poniżej cienka warstwa (5 cm) łu brunatnoczarnego, a następnie piasek szary, drobno- i średnioziarnisty z gładzikami.

Próba 3/11

Głębokość wody 10 m, długość monolitu 5,3 m. Próba z głębokości 5,20—5,25 m, z warstwy torfu ciemnobrunatnego o miąższości 10 cm, lekko spiaszczonego, z domieszką gytii. Poniżej łu szary z domieszką piasku i z gładzikami; powyżej gytia wapienna oliwkowoszara z detrytusem.

UWAGI O NIEKTÓRYCH BARDZIEJ INTERESUJĄCYCH SZCZĄTKACH ROŚLIN

MUSCI

W osadach późnoglacialnych stwierdzono obecność 22 gatunków mchów, 6 pozostałych form określono do rodzaju.

Wyróżnione gatunki można podzielić na wyraźne grupy ekologiczne (S z a f r a n 1957, 1961):

1. Gatunki wilgotnych szczelin skalnych i wyleżysk w wysokich górach i na północy:

Aulacomnium turgidum Schwägr., profil I, część starsza okresu poprzedzającego Allerød, dziś tylko bardzo rzadko w Tatrach;

Hygrohypnum cf. *montanum* Wils., profil I, część starsza okresu poprzedzającego Allerød, najbliższe stanowiska w Skandynawii;

Plagiobryum Zierii Lindb., profil I, część starsza okresu poprzedzającego Allerød, rzadko w górach, wyjątkowo schodzi na niż.

2. Gatunki suchych skał wapiennych i otwartych siedlisk piaszczystych:

Ceratodon purpureus (L.) Brid., próba 1/7, Allerød, gatunek pospolity, ubikwistyczny;

Ditrichum flexicaule Hampe, profil IV, starszy dryas s. str., Allerød, młodszy dryas, w górach i na wyżynach, na niżu rzadki;

Rhytidium rugosum (Hedw.) Lindb., profil II, starszy dryas s. str., występuje również na piaszkowcu, poza Karpatami tylko na nielicznych stanowiskach na Wyżynie Małopolskiej, a dalej dopiero w Skandynawii;

Thuidium abietinum Br. eur., profil II, IV, starszy dryas s. str., młodszy dryas, rośnie także na lessach, suchych łąkach i zboczach, dość pospolity, sięga daleko na północ;

Thuidium abietinum Br. eur. subsp. *histicosum* (Mitt.) Kindb., profil II, starszy dryas s. str., tylko w Tatrach;

Tortella tortuosa (L.) Limpr., profil I, starszy dryas s. str., głównie w górach, na niżu rzadziej;

Tortula ruralis Ehrh., profil II, starszy dryas s. str., gatunek pospolity.

3. Gatunki borealnych lasów szpilkowych:

Brachythecium cf. *salebrosum* (Web. et Mohr.) Br. eur., profil I, starszy dryas s. str., pospolity;

Hylocomium splendens (Hedw.) Br. eur., profil I, II, starszy dryas s. str., Allerød, pospolity;

Pohlia nutans Lindb., profil II, starszy dryas s. str., pospolity.

Ponadto stwierdzono obecność dwóch gatunków leśnych, chętniej występujących w lasach liściastych:

Eurhynchium pulchellum (Hedw.) Dix., próba 1/7, Allerød, dość częsty na glinie i marglu;

Amblystegium serpens (L.) Br. eur., próba 5/0, Allerød, pospolity na korze drzew i kamieniach.

4. Gatunki siedlisk podmokłych, torfowisk niskich i olszyn:

Amblystegium varium (Hedw.) Lindb., profil II, starszy dryas s. str., w Polsce niezbyt częsty, bardziej pospolity w Anglii i w Skandynawii;

Aulacomnium palustre Schwägr. var. *imbricatum* Br. eur., profil I, próba 4/10, Allerød, w górach i na północy, u nas najczęściej w Tatrach;

Campthothecium nitens Schimp. var. *insigne* Milde., profil III, próba 4/10, Allerød, częstszy w północnej części kraju;

Campylium helodes (Spr.) Broth., profil II, IV, starszy dryas s. str., głównie w Polsce zachodniej;

Drepanocladus aduncus (Hedw.) Mnm., próby 5/0, 3/3, Allerød, pospolicie;

Drepanocladus fluitans (Hedw.) Warnst., profil IV, Allerød, pospolicie;

Drepanocladus Sendtneri (Schimp.) Warnst., profil I, w starszej i młodszej części okresu przed Allerødem, niezbyt częsty, raczej w Polsce północnej i w górach.

Tabela I

Porównanie ilości oznaczonych gatunków mchów z różnych grup ekologicznych w poszczególnych okresach późnego glacjału

Table I

Comparison of the numbers of identified moss-species from various ecological groups in particular periods of the Late Glacial.

Grupa ekologiczna Ecological group	Okres przed Allerødem Pre-Allerød period		Allerød	Młodszy dryas Younger Dryas
	część starsza older part	część młodsza younger part		
Gatunki północno-górskie szczelin skalnych i wyleżysk North-montane species growing in rock crevices and in snow patches	3	—	—	—
Gatunki skał wapiennych i miejsc piaszczystych Species growing on calcareous rocky outcrops and on sandy places	—	6	2	2
Gatunki leśne Forest species	—	3	3	—
Gatunki miejsc podmokłych Species growing on damp places	1	3	5	—

W tabeli I zestawiono udział gatunków wyróżnionych grup ekologicznych w poszczególnych okresach późnego glacjału. Jak wynika z porównania, gatunki północno-górskie, występujące w szczelinach skał i na wyleżyskach, stwierdzone zostały tylko w starszej części okresu przed Allerødem. W jego młodszej części znaleziono najwięcej gatunków rosnących na skałach wapiennych i miejscach piaszczystych, do tej samej grupy należą oba gatunki stwierdzone w młodszym dryasie, w Allerødzie zaś występują głównie gatunki leśne i torfowiskowe.

Polypodiaceae

Dryopteris thelypteris (L.) A. Gray (tabl. IV, fot. 14, 15) (*Aspidium thelypteris* Sw., *Thelypteris palustris* Schott, *Lastrea thelypteris* (L.) Bory).

Spory o długości 40—50 μ , z pojedynczą blizną. Wydłużone zgrubienia na powierzchni peryny tworzą obraz zbliżony do *reticulum*. Z kątów tego *pseudoreticulum* wznoszą się nieregularnie dłuższe lub krótsze twory kolcowate (por. Erdtman, Berglund, Pragłowski 1961). Dzięki tej skulpturze spory są łatwe do oznaczenia, ale tylko w przypadku zachowania się peryny, która łatwo ulega zniszczeniu. Godwin (1956) przypuszcza, że większość pozbawionych eksosporium spor *Polypodiaceae*, znajdujących nieraz w dużych ilościach w osadach bagiennych Wielkiej Brytanii, należy do tego właśnie gatunku. Andersen (1961) w pracy o roślinności ostatniego glacjału w Danii zaliczył wszystkie spory *Polypodiaceae* do typu *Thelypteris palustris*.

W Mikołajkach spory tej paproci z zachowanym eksosporium stwierdzono już w Allerødzie (profil IV i w kilku próbach pojedynczych — por. tab. III) i gatunek ten należy tu do grupy roślin najbardziej ciepłolubnych. Dziś dochodzi on tylko do południowych części Skandynawii (Hultén 1950), rzadki jest w Szkocji, a w holocenie Wielkiej Brytanii pojawia się dopiero w okresie borealnym (Godwin 1956). W młodszym dryasie z Mikołajek spor *Dryopteris thelypteris* nie znaleziono, pojawiają się natomiast od razu, i to w znacznych ilościach, na samym początku okresu preborealnego. W miejscach bagnistych wokół jeziora paproć ta mogła mieć już wtedy dużo dogodnych siedlisk. Z chwilą zjawienia się *Alnus glutinosa*, weszła najprawdopodobniej w olszyny jako stały, ważny ich składnik i tu przetrwała do dnia dzisiejszego; spory jej występują w diagramie w postaci niskoprocentowej, ale ciągłej krzywej przez cały holocen. Dzisiaj *Dryopteris thelypteris* rośnie obficie we fragmentach pierwotnych olszyn nad brzegiem jeziora (por. str. 11). Także i na innych terenach Pojezierza przywiązana jest ściśle do olsów typowych (Polakowski 1961). Zgodnie ze swymi wymaganiami ekologicznymi, nie bierze udziału w kulminacji paproci po pierwszym zasiedleniu terenów nad jeziorem.

Phegopteris dryopteris (L.) Fée (*Aspidium dryopteris* Bmg., *Thelypteris dryopteris* (L.) Slosson, *Dryopteris linneana* C. Chr.).

Spory wąskie i długie; w przeciwieństwie do innych *Polypodiaceae* eksosporium po odpadnięciu peryny posiada delikatną skulpturę (dołkową), po której łatwo jest tę paproć odróżnić.

Gatunek borealno-cyrkumpolarny, dziś zasadniczo leśny, ale idący daleko na północ (Hultén 1950), w Danii częsty w osadach późnoglacial-

nych (Iversen 1954, Krog 1954) i w cieplejszych okresach ostatniego glacjału (Andersen 1961). W Mikołajkach znaleziono pojedyncze ziarna *Phegopteris dryopteris* w Allerødzie (próba 2/0) i w młodszym dryasie (profil IV).

GYMNOSPERMAE

Ephedraceae

Ephedra (tabl. I, fot. 8, 9)

Ziarna pyłku *Ephedra* znalezione w osadach z Jeziora Mikołajskiego zaliczono do dwóch typów: *E. t. fragilis* i *E. distachya*. Pierwsza z nich występuje głównie w starszej części późnego glacjału oraz w młodszym dryasie. *E. distachya* stwierdzona została w młodszym okresie późnoglacialnych — Allerødzie i młodszym dryasie oraz w początkowych okresach holocenu — preborealnym i borealnym. Dwa ziarna pyłku tego gatunku znaleziono również w okresie subatlantyckim.

E. distachya rośnie dziś tylko w południowej części Europy, ale na Syberii sięga poza koło podbiegunowe, do 67°. Według Iversena (1958), czynnikami decydującymi o jej występowaniu są światło i gleba, a nie, jak dotychczas uważano, susza edaficzna, natomiast nie jest ona zależna od temperatury.

W późnym glacie Europy środkowej *E. distachya* znajdowana jest często, choć w niewielkich ilościach. Występuje czasem w starszych jego okresach (np. Müller 1953 w Ib; Koperowa 1962 w Ia), najczęściej jednak w Allerødzie i w młodszym dryasie. Fakt ten świadczy na korzyść hipotezy, że w końcowych fazach późnego glacjału element stepowy nabierał coraz to większego znaczenia. Oprócz typowych dla niej siedlisk w otwartych zbiorowiskach o charakterze stepowym, *E. distachya* mogła również występować, zwłaszcza w Allerødzie, w podszyciu świetlistych sośnin (Gams 1927 za Iversenem 1954).

Obecność pyłku tego gatunku w starszej części holocenu, w stanowiskach z Europy środkowej, a nawet i północnej stwierdzono już wielokrotnie (Müller 1953, środkowe Niemcy, okres borealny; Jørgensen 1963, Zelandia, preborealny, borealny, atlantycki; Iversen 1954, Königsson 1962, Ølandia, borealny, atlantycki; Hafsten 1956, S-Norwegia, preborealny, borealny, atlantycki; Tynni 1959, Finlandia, preborealny, borealny (?)). Występowanie *E. distachya* w postglacie tych części Europy jest może najlepiej uzasadnione składem roślinności w Alwarze na Ølandii. Tutaj bowiem istnieje dziś cała kolonia reliktowa roślin stepowych, które najprawdopodobniej przetrwały *in situ* od okresu późnego glacjału. Przypuszczenie to potwierdza obecność pyłku *Helianthemum oelandicum* we wszystkich leśnych okresach holocenu (Königsson l. c.). Równie więc dobrze mogła i *Ephedra* przeżyć w tych zbiorowiskach co najmniej do optimum klimatycznego. Także i w Norwegii

Ephedra występuje w profilach z terenów, gdzie utrzymywanie się zbiorowisk reliktowych typu stepowego, zwłaszcza w starszej części holocenu, wydaje się bardzo prawdopodobne (Iversen 1954; Hafsten 1956). Natomiast Jørgensen (1963) wiąże obecność *Ephedra* w postglacjale na Aamosen w Zelandii z dalekim transportem, uzasadniając to brakiem odpowiednich dla niej siedlisk. Nie neguje on jednak możliwości istnienia postglacjalnych refugium tej rośliny w Norwegii i na Alwarze.

We współczesnej szacie roślinnej Pojezierza Mazurskiego występują liczne skupienia roślinności kserotermicznej, z całym szeregiem gatunków pontyjskich (p. str. 7). Ich placówki mają tutaj niewątpliwie charakter reliktowy, a większe ich rozprzestrzenienie dokonało się wtórnie, pod wpływem działalności człowieka. Pewnym potwierdzeniem przypuszczenia, że rośliny te przetrwały na Pojezierzu cały holocen, jest w diagramie ciągła krzywa heliofilnego rodzaju *Artemisia*, stałego składnika zbiorowisk stepowych, a także znalezienie na przejściu z okresu borealnego do atlantyckiego pyłku *Anthericum* cf. *ramosum*, gatunku charakterystycznego dziś dla klasy *Festuco-Brometea*. Można więc przypuścić, że i na terenie Pojezierza, podobnie jak w Norwegii i w Ølandii, *E. distachya* przetrwała początkowe okresy holocenu w obrębie refugium roślin stepowych lub w luźnych sośninach z runem kserotermicznym.

Trudniej natomiast przypuścić, aby krzew ten, którego najbliższe współczesne stanowiska znajdują się ponad 600 km na południowy wschód od Krainy Wielkich Jezior, mógł rosnąć na tym terenie jeszcze stosunkowo niedawno, w młodszej części okresu subatlantyckiego. W okresie tym, na skutek wýtworzenia przez człowieka ogromnych przestrzeni bezleśnych, zaistniały dużo lepsze warunki dla dalekiego transportu i przypuszczalnie z tym źródłem należy wiązać obecność pyłku *Ephedra* w najmłodszym holocenie. Zdaniem Hafstena (1960), pyłek *Ephedra* może być przenoszony przez wiatr na bardzo znaczne odległości. Potwierdzeniem tego może być znalezienie pyłku *E. distachya* w profilu z północno-zachodnich Niemiec, w poziomie datowanym na 145 lat p. n. e. (Kubitzki 1961), oraz w próbie podpowierzchniowej z torfowiska położonego w Górach Świętokrzyskich (Szczepanek 1961).

W starszej części okresu poprzedzającego Allerød (profil I) i w młodszym dryasie (profil I i IV) wyróżniono pyłek *Ephedra* o typie morfologicznym zbliżonym do *E. fragilis* Desf. var. *campylopoda* C. A. Mayer. Wyciąganie wniosków natury klimatycznej z faktu wcześniejszego pojawienia się pyłku *E. fragilis* var. *campylopoda* niż *E. distachya* w późnym glacjale Mikołajek nie wydaje się wystarczająco uzasadnione, tym bardziej że według Weltena (1957) *E. fragilis* var. *campylopoda* wiąże się z klimatem stosunkowo łagodnym. Należy jednak odnotować fakt, że zupełnie podobnie układa się występowanie tych dwóch form w osadach późnoglacjalnych z Witowa koło Łęczycy w środkowej Polsce (Wasylkowa 1964).

*Betulaceae**Betula*

Pomiary biometryczne pyłku. W dziesięciu próbach pochodzących z późnego glaciału i początku holocenu (profil I) przeprowadzono pomiary biometryczne pyłku brzozy. Pomiary wykonywano na materiale przygotowanym dwoma metodami: w próbach starszych od Allerødu stosowano HCl stężony, flotację Knoxa i acetolizę, w próbach młodszych — chlorinację i acetolizę. Acetoliza, jak wiadomo, zwiększa wymiary pyłku (por. Brøerson - Christensen 1946), natomiast wpływ flotacji metodą Knoxa nie jest dotychczas znany.

Uzyskane wyniki można streścić następująco:

1. Wymiary pomierzonych ziarn pyłku nie odbiegają zasadniczo od średnich znanych dla pyłku brzozy, przygotowanego do pomiarów metodą acetolizy.

2. W próbach z okresu przed Allerødem, pochodzących z iltu z domieszką piasku (próby 5, 9, 14, 17), większość ziarn pyłku brzozy posiada wymiary 21—24,5 μ , a więc w granicach wielkości pyłku *Betula nana* i częściowo *B. humilis*. Wyjątek stanowi próba 11, z której większość ziarn mieści się w granicach 25—33 μ , odpowiadających *Betula pubescens* i *B. tortuosa*, a występują nawet i większe, natomiast ziarn mniejszych brak tu niemal zupełnie. Przyczyny tak znacznego przesunięcia się granic wielkości są trudne do wyjaśnienia. Przemierzone dla kontroli ziarna pyłku sosny (długość korpusu) wykazały w tej próbie również pewne, choć nie tak znaczne, przesunięcie wymiarów w stosunku do prób sąsiednich. Jest oczywiście możliwe, że pewien procent pyłku pochodzi tu z *B. pubescens* czy *B. tortuosa* (por. ustęp o szczątkach makroskopowych), natomiast wydaje się nieprawdopodobne, aby *B. nana* mogła być w tej próbie nieobecna.

3. W próbie 19 z początku Allerødu zakres wielkości jest bardzo rozciągnięty, i to w kierunku ziarn małych, nawet poniżej średnich *B. nana* (do 17 μ).

4. W próbie następnej (20) większość pomierzonego pyłku mieści się w granicach 25,5—32 μ , czyli średnich dla *B. pubescens* i *B. tortuosa*.

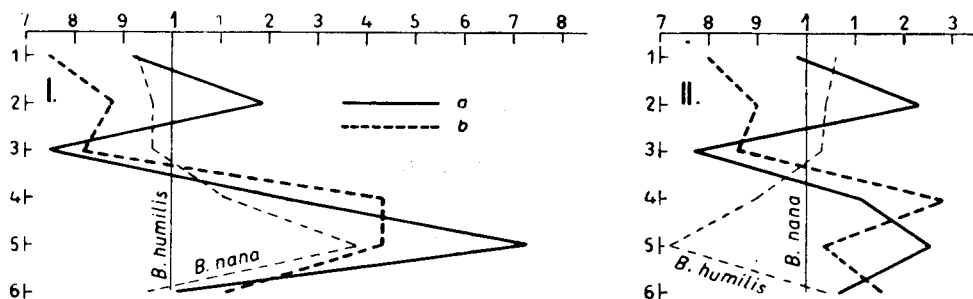
5. W próbie 32 z młodszego dryasu rozkład wielkości jest podobny jak w próbie 20, ale z większym udziałem pyłku o wymiarach *B. nana*.

6. W próbie z okresu preborealnego (35) głównie reprezentowane wartości mieszczą się w granicach 25—30 μ (*B. pubescens* i *B. verrucosa*).

Ze względu na możliwość wpływu rozmaitych czynników ubocznych (klimatycznych, sedymentacyjnych, metodycznych) na wielkość ziarn pyłku *Betula*, uzyskane wyniki potraktowano jedynie orientacyjnie.

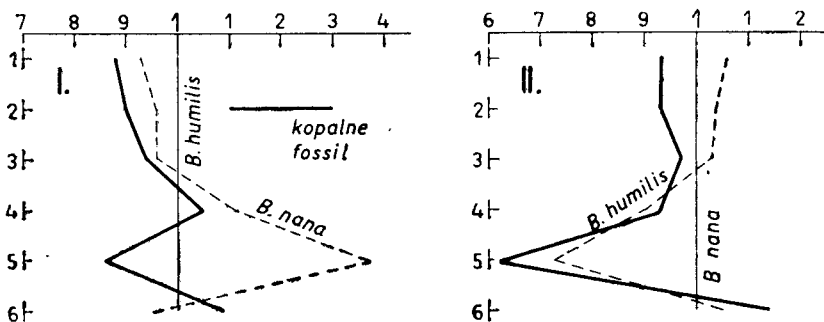
Wyniki oznaczeń szczątków makroskopowych. Zarówno w osadach późnoglacialnych, jak i holocenijskich z Mikołajek w du-

zych ilościach występują szczątki makroskopowe brzoź. Są to głównie orzeszki i łuski, a w późnym glacie także fragmenty liści. W uzyskanym materiale ze wszystkich okresów udało się wyróżnić pięć gatunków brzoź: *Betula nana*, *B. humilis*, *B. tortuosa*, *B. pubescens* i *B. verrucosa*. Przy określaniu gatunków posłużono się metodą analizy kształtu Jentys-Szaferowej (1959), na której opiera się opracowanie zmienności kształtu owoców i łusek europejskich gatunków brzoź Białobrzesckiej i Truchanowiczówny (1960). W wypadku większych trudności przy oznaczaniu, a także dla oznaczeń ważniejszych i bardziej interesujących wykreślono linie kształtu, a w jednym przypadku i wieloboki frekwencji cech (ryc. 5—12).



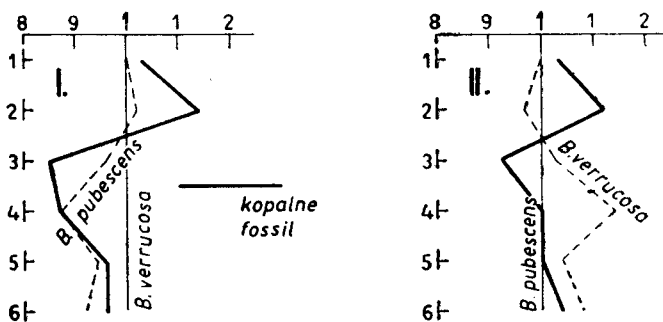
Ryc. 5. Linie kształtu dwóch orzeszków (a i b) z Allerødu (pr. 1/8), oraz współczesnych orzeszków *Betula nana* i *B. humilis* porównane z *B. humilis* (I) i *B. nana* (II). Oba orzeszki kopalne są bardziej podobne do *B. nana*.

Fig. 5. Shape lines of 2 nutlets (a and b) from the Allerød (s. 1/8) and of extant nutlets of *Betula nana* and *B. humilis* in comparison with *B. humilis* (I) and *B. nana* (II). Both fossil nutlets resemble *B. nana*.



Ryc. 6. Linie kształtu pięciu orzeszków z Allerødu (pr. 1/8) oraz współczesnych orzeszków *Betula nana* i *B. humilis* porównane z *B. humilis* (I) i *B. nana* (II). Orzeszki kopalne są bardziej zbliżone do *B. humilis*

Fig. 6. Shape lines of 5 nutlets from the Allerød (s. 1/8) and of extant nutlets of *Betula nana* and *B. humilis* in comparison with *B. humilis* (I) and *B. nana* (II). The fossil nutlets resemble *B. humilis*.



Ryc. 7. Linie kształtu 50 orzeszków z Allerødu (pr. 1/8) oraz współczesnych orzeszków *Betula pubescens* i *B. verrucosa*, porównane z *B. verrucosa* (I) i *B. pubescens* (II). Orzeszki kopalne są bardziej zbliżone do *B. pubescens*.

Fig. 7. Shape lines of 50 nutlets from the Allerød (s. 1/8) and of extant nutlets of *Betula pubescens* and *B. verrucosa* in comparison with *B. verrucosa* (I) and *B. pubescens* (II). The fossil nutlets resemble *B. pubescens*.

Objaśnienia do rycin 5, 6, 7, 8, 9 i 10

Mierzone lub obliczane cechy wielkości i kształtu orzeszków brzozy (zaznaczone pionowo po lewej stronie wykresów): 1 — długość orzeszka, 2 — szerokość orzeszka, 3 — stosunek długości do szerokości, 4 — kąt wierzchołka orzeszka, 5 — kąt podstawy orzeszka, 6 — położenie najszerszej części orzeszka w % długości

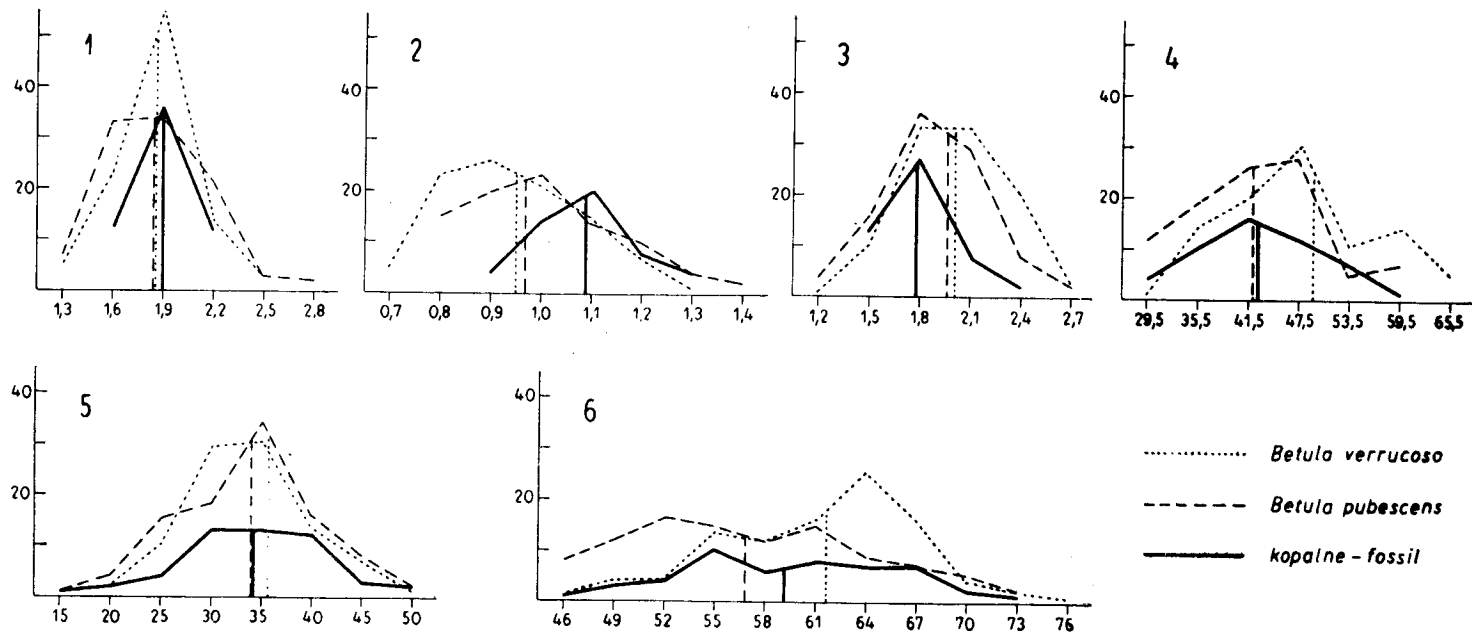
Ponadto dla orzeszków posiadających skrzydełka (ryc. 9): 7 — szerokość skrzydełka, 8 — stosunek szerokości skrzydełka do szerokości orzeszka, 9 — kąt górnego brzegu skrzydełka i osi głównej, 10 — kąt dolnego brzegu skrzydełka i osi głównej, 11 — położenie górnego brzegu skrzydełka w procentach długości orzeszka

Linie łamane wyrażają stosunek wartości cech orzeszków kopalnych oraz współczesnych gatunków porównywanych do cech gatunku przyjętego za jednostkę porównawczą, stanowiących oś wykresu (wartości cech gatunków współczesnych — według Biało-brzeskiej, Truchanowiczówny 1960).

Explanations to figures 5, 6, 7, 8, 9 and 10

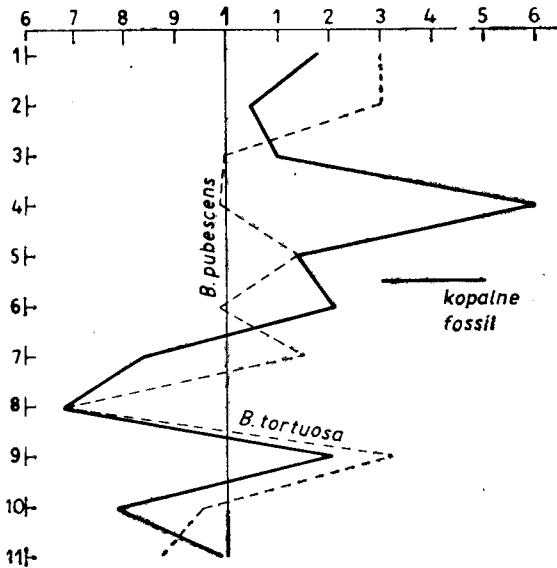
Measured or calculated characters of the size and shape of birch nutlets (marked vertically on the left side of the diagrams): 1 — length of nutlet, 2 — width of nutlet, 3 — ratio of its length to its width, 4 — apical angle of the nutlet, 5 — basal angle of the nutlet, 6 — position of the widest part of the nutlet in length per cent; moreover for the nutlets with wings: 7 — width of the whole fruit, 8 — ratio of the width of the wing to the width of the nutlet, 9 — angle between the upper edge of the wing and the main axis, 10 — angle between the lower edge of the wing and the main axis, 11 — position of the upper edge of the wing in length per cent of the nutlet.

The curves show the relation of values of the characters of fossil nutlets and of the extant compared species to the characters of the species accepted as comparative unit, forming the axis of the diagram (the values of the characters of extant species are given after Biało-brzeska and Truchanowiczówna 1960).



Ryc. 8. Wieloboki frekwencji cech 1—6 dla 50 orzeszków z Allerødu (ryc. 7) oraz współczesnych orzeszków *Betula verrucosa* i *B. pubescens*. Częstotliwość występowania cech zaznaczono na osi rzędnych, przyjęte przedziały wielkości — na osi odciętych

Fig. 8. Frequency polygons of characters 1—6 for 50 nutlets from the Allerød (Fig. 7), and for extant nutlets of *Betula verrucosa* and *B. pubescens*. Frequency of occurrence of characters is marked on the ordinate, intervals of magnitude on the abscissa.



Ryc. 9. Linie kształtu orzeszka ze starszej części okresu przed Allerødem (1/2 makr.) oraz orzeszków współczesnych *Betula tortuosa*, porównana z *B. pubescens*. Orzeszek jest zbliżony do *B. tortuosa*

Fig. 9. Shape lines of nutlet from the older part of the pre-Allerød period (1/2 macr.) and of extant nutlets of *Betula tortuosa* in comparison with *B. pubescens*. The fossil nutlet resemble *B. tortuosa*.

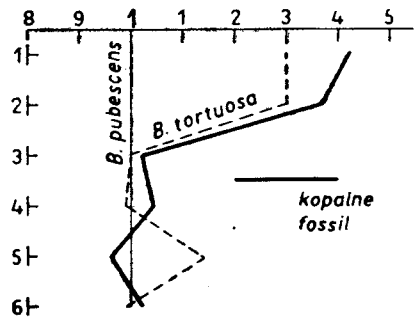
Sectio nanae:

Betula nana L. (tabl. II, fot. 20—24; ryc. 5) występowała w całym późnym glacjale, najobficiej w okresie poprzedzającym Allerød.

Betula humilis Schränk. (tab. II, fot. 16—19; ryc. 6) pojawiła się tuż przed Allerødem; w Allerødzie była częsta, przypuszczalnie w związku z powstaniem torfowiska; pojedynczo utrzymuje się do końca okresu borealnego.

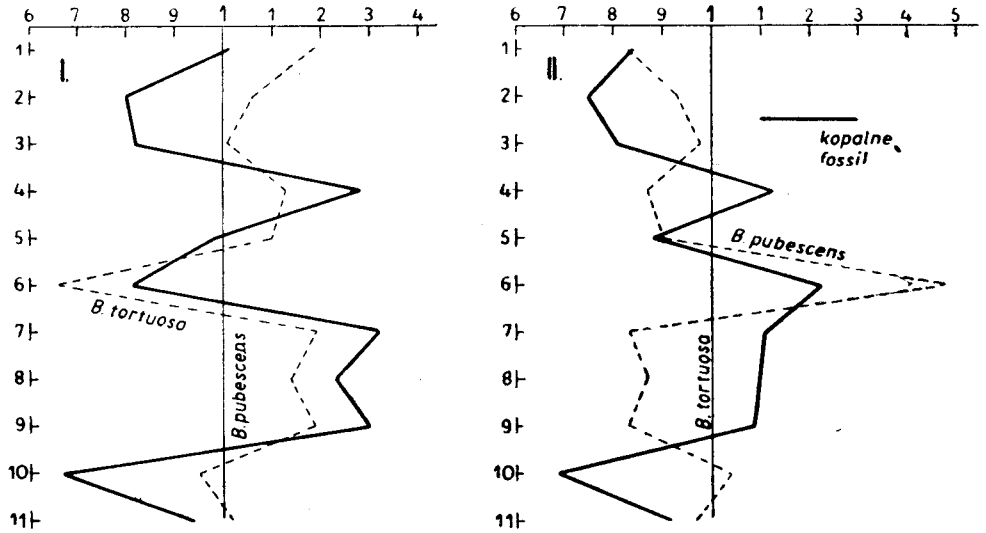
Sectio albae:

Betula pubescens Ehrh. (tabl. II, fot. 9—14; ryc. 7, 8) stwierdzona została w młodszej części okresu poprzedzającego Allerød oraz we wszystkich okresach późniejszych, gdzie wśród brzoź była gatunkiem panującym. Z osadów Allerødu wyplukano duże ilości orzeszków sekcji *albae*, pozbawionych skrzydełek, w związku z czym trudno było ustalić, czy należą one do *B. pubescens*, czy *B. verrucosa* lub też są mieszaniną obu



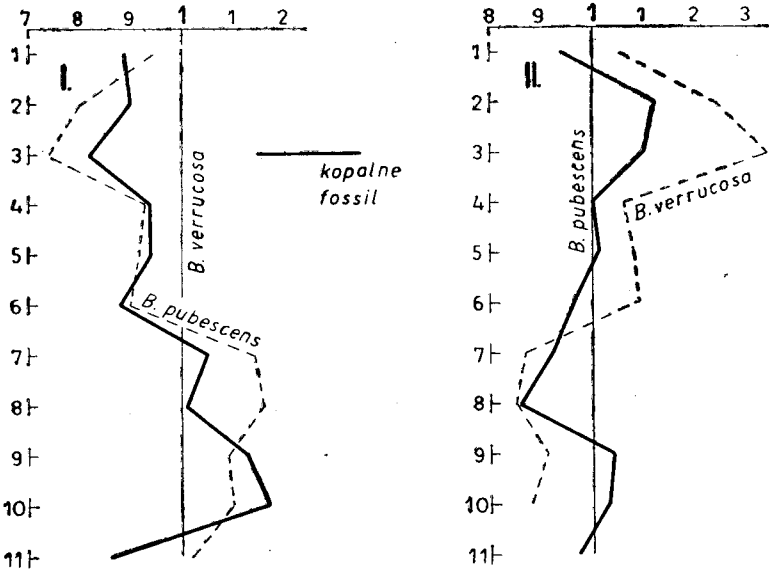
Ryc. 10. Linie kształtu 10 orzeszków z Allerødu (pr. 1/7) oraz współczesnych orzeszków *B. tortuosa*, porównane z *B. pubescens*. Orzeszki zbliżone są do *B. tortuosa*

Fig. 10. Shape lines of 10 nutlets from the Allerød (s. 1/7) and of extant nutlets of *Betula tortuosa*, in comparison with *B. pubescens*. The fossil nutlets resemble *B. tortuosa*.



Ryc. 11. Linie kształtu 5 łusek z Allerødu (pr. 3/3 i 1/7) oraz łusek *Betula tortuosa* i *B. pubescens* porównane z *B. pubescens* (I) i *B. tortuosa* (II). Łuski są bardziej podobne do *B. tortuosa*

Fig. 11. Shape lines of 5 fruit scales from the Allerød (ss. 3/3 and 1/7), and of extant fruit scales of *Betula tortuosa* and *B. pubescens* in comparison with *B. pubescens* (I) and *B. tortuosa* (II). The fossil fruit scales resemble *B. tortuosa*.



Ryc. 12. Linie kształtu 5 łusek z Allerødu (pr. 1/8) oraz współczesnych łusek *Betula pubescens* i *B. verrucosa*, porównane z *B. verrucosa* (I) i *B. pubescens* (II). Kształt łusek jest pośredni między oboma gatunkami

Fig. 12. Shape lines of 5 fruit scales from the Allerød (s. 1/8) and of extant fruit scales of *Betula pubescens* and *B. verrucosa* in comparison with *B. verrucosa* (I) and *B. pubescens* (II). The shape of fossil fruit scales is medial between these two species.

tych gatunków. W celu rozstrzygnięcia tej kwestii zastosowano do analizy jednej z prób (50 orzeszków), oprócz metody linii kształtu (ryc. 7), również metodę wieloboków frekwencji cech (ryc. 8). Okazało się, że orzeszki są nie tylko szersze od *B. verrucosa*, ale nawet nieco szersze od *B. pubescens*. Średnia kąta wierzchołka jest na ogół identyczna lub nawet też nieco wyższa niż u *B. pubescens*. Wyniki tych analiz pozwalają zaliczyć wszystkie omawiane orzeszki do *B. pubescens* (por. Białobrzaska, Truchanowiczówna l. c.).

Betula tortuosa Ledeb., (tabl. II, fot. 1—8; ryc. 9—11). Niezależnie od tego, czy potraktujemy *B. tortuosa* jako gatunek, czy też, jak to robią niektórzy systematycy, jako takson niższej rangi, ta arktyczna forma brzozy drzewiastej wyraźnie różni się morfologią łusek i orzeszków od *B. pubescens*. Jest natomiast bardzo zbliżona do wysokogórskiej *B. carpatica*.

W próbie szczątków makroskopowych nr 2 z profilu I, pochodzącej ze starszej części okresu poprzedzającego Allerød, znaleziono jeden oskrzydłony orzeszek, którego linia kształtu jest najbliższa *B. tortuosa* (ryc. 9). Dwie najdalej odbiegające cechy (4 i 6) są zarazem jednymi z najbardziej zmiennych u tego gatunku i mieszczą się w granicach zmienności jego populacji (por. Białobrzaska, Truchanowiczówna l. c.). *B. tortuosa* występuje też w młodszej części tego okresu. Stwierdzenie jej obecności w Allerødzie, i to w dużych ilościach, oparto na analizie linii kształtu zarówno szeregu pojedynczych okazów, jak i większych prób orzeszków i łusek (ryc. 10 i 11). Jest prawdopodobne, że gatunek ten utrzymał się w tej okolicy aż do początkowych faz holocenu.

Objaśnienia do ryc. 11 i 12:

Mierzone lub obliczane cechy wielkości i kształtu łusek: 1 — długość łuski, 2 — szerokość łuski, 3 — długość kłapy bocznej, 4 — szerokość kłapy bocznej u podstawy, 5 — szerokość kłapy bocznej w jej najszerszym miejscu, 6 — kąt między klapą środkową a boczną, 7 — kąt między podstawą a klapą boczną, 8 — stosunek długości do szerokości łuski, 9 — położenie najszerszej części łuski w % jej długości, 10 — długość kłapy środkowej w % długości łuski, 11 — długość podstawy w % długości łuski.

Wykres skonstruowano na tej samej zasadzie, co wykresy orzeszków.

Explanations to figures 11 and 12:

Measured or calculated characters of the size shape of birch fruit scales: 1 — length of scale, 2 — width of scale, 3 — length of the lateral lobe, 4 — width of the lateral lobe at its basis, 5 — width of the lateral lobe at its widest part, 6 — angle between the central and lateral lobe, 7 — angle between the basis and the lateral lobe, 8 — ratio of the length to the width of the scale, 9 — position of the widest part of the scale in length per cent, 10 — length of the central lobe in per cent of the length of scale, 11 — length of the basis in per cent of the length of scale.

Betula verrucosa Ehrh. (tabl. II, fot. 15; ryc. 12). Występowanie tej brzozy w Allerødzie nie jest pewne. Oprócz opisanej wyżej analizy cech orzeszków pozbawionych skrzydełek, wykreślono także linię kształtu dla łusek najbardziej zbliżonych do tego gatunku (ryc. 12). Linia jest pośrednia pomiędzy *B. pubescens* i *B. verrucosa* i, choć w cechach ważniejszych (7 i 8) nieco bardziej zbliża się do *B. verrucosa*, definitywne rozstrzygnięcie przynależności gatunkowej łusek nie jest możliwe. Nie budzące wątpliwości szczątki makroskopowe *B. verrucosa* występują w osadzie dopiero począwszy od okresu borealnego.

Callitrichaceae

Callitriche autumnalis L. em. Whlb. (tabl. V, fot. 15)

W okresie poprzedzającym Allerød znaleziono 7 pojedynczych owocolistków *Callitriche* z częściowo zachowanym oskrzydleniem. Na podstawie zachowanych fragmentów skrzydełka można stwierdzić, że składało się z komórek krótkich i nie było węższe od $\frac{1}{4}$ całej szerokości owoca. Według Godwina (1956) i Pawłowskiego (1959) są to dobre cechy wyróżniające dla tego gatunku.

Callitriche autumnalis jest gatunkiem borealno-cyrkumpolarnym (Hultén 1950), w Polsce częściej występuje tylko na Pomorzu i osiąga u nas południową granicę zasięgu (Pawłowski l. c.).

Caryophyllaceae

Gypsophila t. fastigiata

Ziarna pyłku o około dwunastu porach otoczonych szerokim (1,5—2,0 μ) pierścieniem. Podobne ziarna pyłku posiada też *G. repens*.

Cistaceae

Helianthemum

Wyróżniono dwa typy morfologiczne ziarn pyłku: *Helianthemum t. ovatum* (= *t. nummularium*, Wasylikowa 1964) i *H. t. oelandicum*. Większość ziarn zaliczono do typu *H. ovatum*, do którego z polskich gatunków należą jeszcze *H. nummularium* i *H. grandiflorum*. Gatunki te posiadają ziarna o zarysie owalnym, dość szerokie; kolumelle stosunkowo grube, układają się w niezbyt wyraźne prążki. *Helianthemum t. oelandicum* (należy tu jeszcze *H. canum*; oba gatunki nie występują w Polsce) posiada ziarna pyłku węższe i wydłużone, kolumelle drobniejsze i delikatniejsze, prążki bardziej wyraźne.

H. t. ovatum występuje w większych ilościach (maks. 2,3%) w starszej części okresu przed Allerødem; w starszym dryasie s. str. wartości

jego pyłku spadają poniżej 1%. Pojawia się także w młodszym dryasie. *H. t. oelandicum* notowano w całym okresie poprzedzającym Allerød w ilościach nie przekraczających 1,2%.

Ericaceae

Typ *Arctostaphylos* (tabl. IV, fot. 8—10)

Tetrazy największe wśród *Ericaceae* (45—55 μ), o kształcie silnie zaokrąglonym, prawie kulistym, bruzdy stosunkowo długie. Podobne tetrazy występują u *Andromeda*. Ziarna o tym typie znajdowano pojedynczo w okresie przed Allerødem i w młodszym dryasie.

Przy końcu starszego dryasu i w Allerødzie znaleziono kilka pestek *Arctostaphylos uva-ursi* L., co skłania do przypuszczenia, że opisane ziarna pyłku należą też do tego gatunku.

Z rodziny *Ericaceae* wyróżniono poza tym *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre* (tabl. IV, fot. 11 i 12) oraz typ *Vaccinium*.

Gramineae

Cerealia

Do typu *Cerealia* włączono wszystkie ziarna pyłku traw o rozmiarach powyżej 40 μ . W ich obrębie wyróżniono:

Secale cereale L. (tabl. VII, fot. 11) — ziarna owalnie wydłużone, o długości 50—65 μ , z porą umieszczoną ekscentrycznie bliżej jednego z biegunów (mniej więcej w $\frac{1}{3}$ długości), otoczoną dość grubym pierścieniem, ograniczonym wyraźną, nieregularną linią.

Typ *Triticum* (tabl. VII, fot. 12) — ziarna okrągłe, o długości powyżej 45 μ (przeważnie około 50 μ), z okrągłą lub owalną, dużą porą (5—7 μ średnicy), otoczoną szerokim pierścieniem, ograniczonym dość regularną linią. Elementy struktury, dobrze widoczne tylko w kontraście fazowym, o mniej więcej jednakowym kształcie i wielkości, są rozmieszczone mniej więcej regularnie. Kilka z zaliczonych tutaj ziarn o wymiarach poniżej 50 μ odznaczało się silnie zgrubiałym i wystającym pierścieniem, stosunkowo grubą błoną oraz strukturą wyraźniejszą i grubszą niż u innych ziarn w tym typie. Jest możliwe, że należały one do *Triticum monococcum* (por. Faegri, Iversen, Waterbolk 1964). Nie można również wykluczyć, że pewien procent ziarn zaliczonych do typu *Triticum* należy do rodzaju *Avena* (por. Beug 1961).

Inne *Cerealia* — tutaj zaliczono wszystkie inne ziarna pyłku traw o długości powyżej 40 μ , okrągłe, z porą na ogół mniejszą (średnica 4—5 μ), ograniczoną mniej więcej wyraźnym pierścieniem. Należą tu ziarna pyłku o niejednorodnym typie morfologicznym, różniące się wielkością, typem i wyrazistością struktury, wykształceniem i szerokością pierścienia. Mogą one należeć do rodzajów *Avena* i *Hordeum*. Nie można też wykluczyć,

że włączono do tej grupy pojedyncze nietypowe ziarna *Secale* i *Triticum* oraz niektórych gatunków dzikich traw z rodzajów *Glyceria*, *Bromus*, *Agropyron* i *Elymus*, zaliczonych przez Beuga (l. c.) do typu *Hordeum*.

Dotychczasowe wiadomości o uprawie zbóż w czasach przedhistorycznych na Pojezierzu Mazurskim są skąpe. Wiadomo, że *Triticum dicoccum* i *Hordeum* znane były już z końcem neolitu (Gaerte 1929), natomiast danych o uprawie na tym obszarze innych zbóż w neolicie nie znalazłam w dostępnej literaturze. Obecność proso stwierdzona została na stanowisku kulturowym w Ostrowiszkach koło Węgorzewa, które Gaerte (l. c.) wiąże z wczesnym lub środkowym brązem. Proso znane jest również z osad palowych z pogranicza brązu i żelaza (Rossius 1933, za Grossem 1935c, 36; Jakimowicz 1953). Jest prawdopodobne, że proso, nadające się dobrze do uprawy na glebach po świeżo wykarczowanym lub wypalonym lesie (Kozłowska 1959), było tu wówczas uprawiane na większą skalę. Niestety pyłek *Panicum*, o ile występował w materiale z Mikołajek, zaliczony został raczej do *Gramineae* niż *Cerealia*, ponieważ wielkością nie różni się od większych traw dzikich. Jego wymiary według Beuga (l. c.) wynoszą średnio 31,9—42,5 μ . Z osad palowych Pojezierza znane są ponadto pszenice, jęczmień i owies (Gross l.c.). Na terenach o glebach piaszczystych te dwa ostatnie rodzaje zbóż odgrywały przypuszczalnie, podobnie jak i dziś, dość dużą rolę.

Pojedyncze ziarna pyłku *Cerealia*, występujące w pierwszej połowie okresu subborealnego, są typowe dla *Triticum* i najprawdopodobniej należą do tego rodzaju. W próbie 74 pojawiają się po raz pierwszy ziarna o wymiarach przekraczających 40 μ , lekko wydłużone, z niewielką porą i stosunkowo słabo zaznaczonym pierścieniem. Ziarna te, włączone do ogólnej grupy *Cerealia*, mogłyby należeć do *Hordeum*. Ziarna o tym samym typie morfologicznym pojawiają się pojedynczo także w wyższych próbach (pr. 77, 78, 79, 85).

Interesujące jest występowanie ziarn pyłku *Secale cereale* już od drugiej połowy okresu subborealnego. Na ogół przyjmuje się, że żyto w uprawie rozpowszechniło się dopiero w epoce żelaza, ponieważ jego stanowiska z okresów starszych są stosunkowo rzadkie. Istnieje też hipoteza, że żyto zjawiało się najpierw jako chwast pszenicy, by później w warunkach dla pszenicy nieodpowiednich zająć stopniowo jej miejsce w uprawach (Kozłowska 1959).

Na podstawie danych palynologicznych niepodobna osądzić, czy występowanie żyta w okresach starszych od żelaza można wiązać z jego uprawą. Faktem jest, że w diagramie z Mikołajek występuje ono w tym czasie w ilościach niewielkich w postaci przerywanej krzywej złożonej z pojedynczych ziarn, podobnie zresztą jak i inne *Cerealia*. Żyto jest jednak gatunkiem wiatropylnym, gdy tymczasem inne zboża są w większości samopylne, toteż wprowadzenie go do upraw powinno zaznaczyć się w diagramie silniejszym podniesieniem ilości jego pyłku (Iversen 1949). Mo-

żemy więc przypuszczać, że żyto, o ile było w ogóle już wtedy uprawiane na tym terenie, to tylko na niewielką skalę. Natomiast na początku drugiej fazy zasiedleńczej, która na pewno nie jest starsza od okresu żelaza, zaznacza się w diagramie typowe, ostre podniesienie krzywej *Secale*, wskazujące niewątpliwie na wprowadzenie go do uprawy.

cf. *Phragmites communis* Trin.

Kulminację *Gramineae* w optimum Allerødu tworzą ziarna pyłku o jednolitym typie morfologicznym, o średnicy 23—25 μ , dość grubej błonie i wyraźnej przy użyciu kontrastu fazowego skulpturze, jednolicie, gęsto brodawkowanej, bez widocznych „punctae”. Ziarna te odpowiadają dobrze wyróżnianemu w podręczniku Faegriego, Iversena i Waterbolka (1964) typowi *Phragmites*. Podobne ziarna pyłku występują w całym holocenie, ale w małych ilościach.

Halorrhagidaceae

Myriophyllum

Na podstawie ziarn pyłku wyróżniono dwa gatunki tego rodzaju, a mianowicie *Myriophyllum spicatum* L. (tabl. V, fot. 6) i *M. verticillatum* L., różniące się wyraźnie wykształceniem pierścienia dookoła pory (por. Erdman, Berglund, Prąglowski 1961). Oba gatunki występują w okresie późnego glacjału, a *M. spicatum* także na początku holocenu.

W Allerødzie (profil IV i próba 1/7) znaleziono ponadto kilka fragmentów łuskowatych liści *M. spicatum* f. *squamosum* Laestad. (tabl. V, fot. 7). Forma ta występuje najczęściej w północnej przygranicznej strefie zasięgu tego gatunku (Jessen 1949). W późnym glacjałe mogła ona być na terenie Polski dość rozpowszechniona, stwierdzona bowiem została i w środkowej Polsce, w najstarszym dryasie z Witowa (Wasylkowa 1964).

Liliaceae

Anthericum sp. (tabl. VI, fot. 1, 2)

Ziarna pyłku jednobruzdowe, z bruzdą o szerokim, ale niezbyt wyraźnym ograniczonym *margo*. *Reticulum* złożone jest z pałeczek wyraźnie oddzielnie stojących i tworzących oczka o średnicy od 2—6 μ . Większe oczka *reticulum* otoczone są zazwyczaj mniejszymi, dzięki czemu powstaje charakterystyczny, łatwy do rozpoznania obraz (tabl. VI, fot. 1, 2). Według Beuga (1961), pyłek obu występujących u nas gatunków, tj. *Anthericum liliago* L. i *A. ramosum* L. można odróżnić na podstawie wielkości. Długość ziarna u *A. liliago* waha się w granicach 63,4—103,7 μ , średnio

77,1 μ , a u *A. ramosum* 45,7—65,2 μ , średnio 56,3 μ . Niestety, wszystkie znalezione w Mikołajkach ziarna mają wielkości pośrednie (58,3 μ , 65,0 μ , 69,7 μ , 72,5 μ). Obecność *A. ramosum* jest tu bardziej prawdopodobna, ponieważ gatunek ten i obecnie występuje na Pojezierzu dość pospolicie w ciepłolubnych zbiorowiskach zaroślowych, a także w nawiązujących do nich składem runa świetlistych borach mieszanych (np. obficie w borze tego typu na stromym brzegu Jeziora Mikołajskiego przy jego połączeniu z Bełdanami). *Anthericum liliago* — gatunek submediterrański występuje dziś w Polsce północnej jedynie w dorzeczu Odry, na pojedynczych stanowiskach, w najbardziej ciepłolubnych zbiorowiskach kserotermicznych (C z u b i ń s k i 1950). Gatunek ten przywędrował z południowego wschodu i, być może, nigdy nie sięgał tak daleko na północny wschód.

W profilu z Mikołajek znaleziono ziarna *Anthericum* w czterech próbach, trzy w młodszej części okresu subatlantyckiego i jedno w okresie atlantyckim. To ostatnie zasługuje na szczególną uwagę, jest bowiem jednym z dowodów, że pokrywa leśna nawet w optimum klimatycznym nie była na tym terenie całkowicie zwarta.

Nymphaeaceae

Nymphaea alba L. (tabl. V, fot. 9)

W próbie 5/0 z okresu Allerødu znaleziono 1 nasienie należące do rodzaju *Nymphaea*. Nasienie ma komórki testy wyraźnie szersze niż długie, ułożone w prawidłowe, podłużne szeregi. Zdaniem N. J. i S. W. K a c (1946, za Ł a ń c u c k ą - Ś r o d o n i o w ą 1956), prostokątny kształt komórek odróżnia *Nymphaea alba* od *N. candida*, której testa jest złożona z komórek o kształcie mniej więcej kwadratowym.

Nymphaea alba należy do grupy gatunków południowo-skandynawsko-atlantyckich (S a m u e l s s o n 1934). Jej północna granica pokrywa się mniej więcej z północnym zasięgiem dębu szypułkowego. Jako gatunek w swym występowaniu nie ograniczany alkalizmem podłoża, rosnący w jeziorach rozmaitych typów, *N. alba* może być uważana za pewny wskaźnik zmian klimatycznych.

Z tej samej próby pochodzi również nasienie *Nuphar* cf. *luteum* (L.) Sm. (tabl. V, fot. 2—5).

Polygonaceae

Polygonum

Polygonum typ *bistorta-viviparum*. Pyłek tych dwóch gatunków, o tym samym typie morfologicznym ujmowany jest łącznie (H e d b e r g 1946; H a m m e n 1953; A n d e r s e n 1961 i in.). W Mikołajkach występuje

w postaci pojedynczych ziarn w okresie poprzedzającym Allerød. Równoczesna obecność szczątków makroskopowych *Polygonum viviparum* (tabl. I, fot. 1, 2) sugeruje, że i pyłek także należy do tego gatunku.

Polygonum viviparum L. — gatunek cyrkumpolarny arktyczno-górski (Hultén 1950), występuje w Polsce tylko w najwyższych położeniach Karpat. Jest typową rośliną pionierską, charakterystyczną dla pierwszych stadiów zasiedlania terenów opuszczonych przez lodowiec (por. Koperowa, Śröder 1965).

Polygonum aviculare L. (tabl. VII, fot. 10) — pyłek o tym samym typie morfologicznym posiada w Polsce jedynie *P. oxyspermum* Mey. et Bge, gatunek bardzo rzadki, rosnący tylko na ograniczonym terenie nad samym morzem. Znalezione ziarna pyłku tego typu zaliczono więc do *P. aviculare* L. Ich występowanie w diagramie jest wyraźnie związane z okresem gospodarki ludzkiej (z wyjątkiem jednego ziarna w późnym glacjale).

Polygonum typ *convolvulus-dumetorum* (tabl. VII, fot. 7, 8) — pyłek spotykany raczej rzadko i uważany za wskaźnik kulturowy (Müller 1953, Kubitzki 1961). Owociki *P. convolvulus* L. znajdowane są nie raz w dużych ilościach w różnych warstwach kulturowych począwszy od neolitu, i to zarówno na terenie Polski, jak i w innych krajach (Zabłocki 1952; Helbaek 1954; Godwin 1956; Bertsch 1932; Maurizio 1926). W czasach przedhistorycznych owociki tej rośliny używano jako pokarmu, w związku z czym była ona hodowana, a zastąpiona w uprawach została dopiero przez grykę. Zabłocki (l. c.) wiąże także wczesnośredniowieczne stanowisko owocików *P. convolvulus* w Jeziorku k. Giżycka na Pojezierzu Mazurskim z uprawą tej rośliny. Jest możliwe, że uprawiano ją na tych terenach i w starszych okresach kulturowych. Tak więc ziarna pyłku *P. convolvulus-dumetorum*, występujące pojedynczo w diagramie od początku okresu subatlantyckiego, mogą pochodzić zarówno ze stanowisk naturalnych, jak i z upraw rdestu polowego.

Polygonum typ *persicaria*. Ziarna pyłku należące do tego typu posiada cały szereg gatunków rosnących w Polsce (*P. persicaria* L., *P. hydropiper* L., *P. tomentosum* Schrk. i *P. nodosum* Pers. (= *P. lapathifolium* L.), *P. minus* Huds., *P. mite* Schrk., *P. Brittingeri* Op.). W Mikołajkach występują one w późnym glacjale (profil I, IV), a później dopiero wraz ze wskaźnikami obecności człowieka, podobnie jak *P. aviculare*. Zjawisko to jest dość często obserwowane w diagramach pyłkowych (Godwin 1956). Wydaje się prawdopodobne, że rośliny te przetrwały cały holocen w miejscach nie zalesionych, np. na żwirowiskach, a następnie dzięki działalności człowieka rozszerzyły się wtórnie, wkraczając w zbiorowiska synantropijne — byłyby to więc typowe apofity.

Polygonum amphibium L. — posiada pyłek dobrze odróżniający się od typu *persicaria*. W Mikołajkach występuje tylko jeden raz, w młodszym dryasie.

Rumex maritimus L. (tabl. VII, fot. 9)

Okwiat tego gatunku odznacza się jednakowym wykształceniem wszystkich trzech działek, opatrzonych sztywnymi wyrostkami, o długości około dwu szerokości działki. Wyrostków zwykle dwa, guzki na działkach wydłużone, mniej więcej jednakowe (M a r e k 1954).

W profilu I znalezione zostały dwa okazy, w próbach z pogranicza okresów subborealnego i subatlantyckiego, równocześnie z wyraźnym podniesieniem się krzywej pyłku *Rumex* i innymi oznakami zasiedlenia terenu przez człowieka. Był to przypuszczalnie jeden z gatunków wchodzących w skład pierwotnych zbiorowisk synantropijnych.

*Ranunculaceae**Ranunculus* cf. *hyperboreus* Rottb. (tabl. I, fot. 15)

W próbie pochodzącej z młodszej części okresu poprzedzającego Allerød znaleziono połówkę owoca *Ranunculus* sp. o wymiarach 1,0×1,3 mm, powierzchni pokrytej jednolicie drobnymi, okrągłymi komórkami, bez wyróżniającej się krawędzi. Cechami tymi, jak również kształtem oraz grubością łupiny i rzeźbą jej wewnętrznej powierzchni owoc ten zbliża się najbardziej do *Ranunculus hyperboreus*, od którego różni się tylko nieco większą wypukłością na stronie brzusznej i znacznie większym przesunięciem nasady dzióbka ku tyłowi (sam dzióbek zniszczony). Różnice te zdają się mieścić w granicach zmienności gatunku (tabl. I, fot. 15, 16). *Ranunculus hyperboreus* nie wchodzi w skład współczesnej flory Polski, należy do elementu arktyczno-alpejskiego, a właściwym miejscem jego występowania są podmokłe siedliska na tundrze. I v e r s e n (1954) zalicza tę roślinę do gatunków obojętnych na warunki termiczne, mogących wkraczać również w strefę borealnych lasów szpilkowych.

*Scrophulariaceae**Melampyrum* (tabl. VI, fot. 6, 7)

Pyłek tego rodzaju pojawia się w diagramie w czasie pierwszej fazy zasiedlenia i w postaci prawie ciągłej krzywej występuje do samego stropu profilu. Krzywa tworzy dwie niewielkie kulminacje, po pierwszej i po drugiej fazie osadniczej, oraz podnosi się nieco podczas fazy trzeciej.

Pyłek *Melampyrum* notowany był w poziomach kulturowych już неоднократно, m. in. na terenie Szwecji (I v e r s e n 1949; M. B. Florin 1957), na Bornholmie (M i k k e l s e n 1954), w Niemczech (W i l l u t z k i 1962; S t e c k h a n 1961). M. B. Florin (l. c.) uważa obecność *Melampyrum* razem z *Pteridium* i *Chamaenerion* za dowód używania ognia do oczyszczania terenu, przy założeniu, że pyłek pochodzi z *M. nemorosum* lub *M. pratense*. Ponieważ gatunki tego rodzaju są, z wyjątkiem *M. silva-*

ticum, raczej heliofilne, kulminacje *Melampyrum* z końcem faz zasiedleńczych można tłumaczyć jego wkraczaniem na opuszczone zręby i pastwiska śródleśne. Regularność krzywej świadczy, że musiały to być powąjawy masowe, ponieważ rodzaj ten jako owadopylny, i to o pylnikach ukrytych, jest w spektrach pyłkowych niewątpliwie reprezentowany w ilościach nie odpowiadających rzeczywistemu udziałowi tej rośliny na pozarządkach. W diagramie z Mogetorp w środkowej Szwecji (za Iversenem 1949), *Melampyrum* tworzy również przy końcu fazy „Land Occupation” wysokie maksimum, wynoszące 6,7%.

Typ *Rhinanthus* (tabl. VI, fot. 5).

Ziarna pyłku trójbruzdowe, w położeniu biegunowym lekko trójkątne, zaokrąglone, o bruzdach długich, skutkiem czego przestrzeń wokółbiegunowa mała; struktura typu *psilatum*, *tectum* złożone z bardzo drobnych, ale wyraźnych kolumelli.

Do typu tego należy także rodzaj *Euphrasia*.

Typ *Veronica*

Różni się od poprzedniego krótszymi bruzdami i grubszymi kolumellami.

Oba opisane typy ziarn pyłku występują w okresie subatlantyckim, w ilościach niewielkich i związane są najprawdopodobniej ze zbiorowiskami wytworzonymi wskutek działalności człowieka.

Solanaceae

Solanum

W obrębie tego rodzaju wyróżniono dwa gatunki: *S. dulcamara* L. i *S. nigrum* L.

Solanum dulcamara (tabl. VII, fot. 16, 17) — ziarno trójbruzdowe i trójporowe, z uwypukleniem w porze, o prawie gładkiej powierzchni. Cechą charakterystyczną tego gatunku są małe wymiary ($12 \times 14 \mu$). Był on notowany w osadach interstadiu Allerød (Iversen 1954; Krog 1954 i in.), gdzie uważany jest za jeden ze wskaźników termicznych (średnia temperatura lipca $13-14^{\circ}\text{C}$). W Mikołajkach *S. dulcamara* występuje w pięciu próbach, w młodszej części okresu subatlantyckiego. Jego siedliskami były prawdopodobnie olszyny oraz miejsca wilgotne nad brzegami jeziora.

Solanum nigrum (tabl. VII, fot. 13—15) — ziarno o typie morfologicznym podobnym do *S. dulcamara*, od którego jednak różni się zasadniczo wymiarami ($30 \times 27 \mu$). Ziarna trój-, rzadziej czterobruzdowe, bruzdy czasem nierównoległe, mocno załamane w miejscu pory, membrana w porze tworzy silne uwypuklenie. Pyłek *S. nigrum* podawany był dotychczas

rzadko, zazwyczaj ze stanowisk kulturowych (np. Zeist 1958/9, 1959 w kulturach neolitycznych). Nasiona znane są jednak, obok licznych stanowisk związanych z człowiekiem, także z wcześniejszych okresów holocenu (Godwin 1956). Gronbach (1961) w Federsee notuje też pyłek cf. *S. nigrum* ze starszej części okresu atlantyckiego.

Niezależnie od tego, czy *Solanum nigrum* występowało u nas w starszych okresach holocenu w naturalnych zbiorowiskach, dzisiaj związane jest ściśle z człowiekiem i w późnym holocenie można je uznać (podobnie jak to czyni v. Zeist l. c.) za dobry wskaźnik kulturowy. W Mikołajkach *S. nigrum* zostało stwierdzone w czterech próbach, w okresie subatlantyckim pomiędzy drugą a trzecią fazą zasiedlenia.

ZANIECZYSZCZENIA

We wszystkich profilach późnoglacialnych z Jeziora Mikołajskiego stwierdzono mniejszy lub większy udział form ciepłolubnych, a nawet obcych naszej florze, które są tu niewątpliwie zanieczyszczeniami. Wiązą się one zazwyczaj z osadem mineralnym; w organicznych (np. z okresu Allerødu) znajdujemy je tylko w znikomych ilościach. Taki rozkład zanieczyszczeń w profilach późnoglacialnych, zaobserwowany po raz pierwszy przez Iversena (1963), dziś jest zjawiskiem ogólnie znanym i odpowiednio interpretowanym w pracach palynologicznych (por. Srodon 1962). Dzięki temu, że osady mineralne odkładają się przede wszystkim w okresach chłodnych, w większości wypadków można na podstawie analizy wymagań klimatycznych poszczególnych form rozdzielić formy znajdujące się na wtórnym złożu od autochtonicznych. Najtrudniej ocenić udział form o szerokiej skali życiowej, jak np. *Pinus* czy *Betula*. Dużą pomocą przy eliminacji zanieczyszczeń może być znajomość źródła ich pochodzenia (Iversen l. c.).

W spągu profilu III z Mikołajek, na głębokości ponad 8,5 m natrafiono na 10 cm warstwę niebieskawego iltu o spoistej konsystencji, podścieloną i nakrytą różnoziarnistymi piaskami morenowymi. Wydawało się prawdopodobne, że jest to porwak osadów starszych, przyniesiony przez wody peryglacialne. W razie potwierdzenia się tej sugestii mógłby to być materiał, którym zostały zanieczyszczone i wyższe partie osadów późnoglacialnych. Wykonana analiza pyłkowa potwierdziła tego rodzaju przypuszczenie (por. tab. II), ponieważ w materiale, obok kompletu form ciepłolubnych i egzotycznych, stwierdzono tylko małe ilości pyłku roślin, które mogły rosnąć w późnym glacialu na miejscu (*Helianthemum*, *Artemisia*, *Gramineae*, *Cyperaceae*). Wskazuje to, że materiał pochodzi w całości z osadów starszych, a formy późnoglacialne stanowią tutaj „zanieczyszczenie”. Pozostawało jeszcze do wykazania, czy tym właśnie materiałem został tak obficie zanieczyszczony spąg profilu I. W tym celu, stosując

metodę Iversena (Iversen 1936; Krog 1954), wydzielono ze spektrów prób spagowych profilu I te wszystkie formy, które są tu niewątpliwie wtórne i sumę ich przyjęto za podstawę obliczeń procentowych. Udział sporomorf, które teoretycznie mogą pochodzić zarówno z wtórnego złoża, jak i z roślinności miejscowej lub wreszcie z dalekiego transportu (*Pinus t. silvestris*, *Betula*, *Polypodiaceae*, *Ericaceae* i in.) obliczono w stosunku do tej samej sumy podstawowej. W ten sposób przeliczone zostały spektra trzech prób spagowych profilu I, w których ilości pyłku na wtórnym złożu przekraczają 15% sumy totalnej. Z tych trzech prób obliczono średnie dla poszczególnych form i porównano je z odpowiednimi wartościami procentowymi w próbie ze spągu profilu III (tabl. II). Jakkolwiek występują niekiedy dość znaczne różnice ilościowe, to jednak ogólny stosunek składników obu spektrów jest zbliżony. Spektrum średnie z profilu I jest, jak zresztą należało się tego spodziewać, uboższe o wiele form występujących w małych ilościach w próbie spagowej z profilu III. Nie spotkano w nim natomiast ani jednej formy, której by nie było w tamtym materiale. Najważniejszą chyba różnicą są znacznie wyższe w profilu I wartości pyłku *Ilex*. Mimo tego oba spektra są — moim zdaniem — wystarczająco do siebie podobne, aby przyjąć możliwość zanieczyszczenia osadów późnoglacialnych opisanym wyżej materiałem.

Przeprowadzone porównanie dostarcza też pewnych wskazówek co do pochodzenia w próbach spagowych profilu I pyłku *Pinus t. silvestris* i *Betula*. W próbie najniższej ilości pyłku *Pinus* są na tyle zbliżone do spektrum porównawczego, że można uznać ich całkowicie wtórne pochodzenie. W próbach wyższych wartości pyłku *Pinus* stopniowo wzrastają, tak jakby w grę zaczęło wchodzić jakieś drugie jego źródło — może daleki transport. Natomiast wartości *Betula* są w spektrum porównawczym kilkakrotnie niższe aniżeli w dolnych próbach profilu I, a tym samym tylko niewielka część jej pyłku może być na wtórnym złożu. Reszta pochodzi z występujących *in situ* zarośli brzoź karłowatych, a po części i z niezbyt dalekiego transportu. Ilości pyłku *Ericaceae* w spektrum porównawczym, zbliżone do wartości w spektrum średnim z profilu I, skłaniają do uznania ich w większości za zanieczyszczenie. Spory *Polypodiaceae* mogą też częściowo pochodzić z wtórnego złoża.

Podsumowując należy stwierdzić, że zanieczyszczenia występujące w spagowej części profili z Jeziora Mikołajskiego wiążą się zawsze z osadem mineralnym i pochodzą głównie z wtórnego złoża, z wyjątkiem pyłku *Pinus*, który częściowo wiąże się także z dalekim transportem. Największe ilości zanieczyszczeń stwierdzono w zapiaszczonych próbach spagowych profilu I, wyżej występują w ilościach mniejszych, a w osadzie organogenicznym z Allerødu tylko w postaci pojedynczych ziarn. Jeszcze jeden poziom obficie zanieczyszczony występuje na przejściu z Allerødu do młodszego dryasu, ale i tutaj zjawisko to wiąże się ściśle z silnym zapiaszczeniem materiału.

Porównanie składu spektrum pyłkowego łu, występującego w spągu piasków
późnoglacialnych profilu III, oraz trzech prób spągowych profilu I

Table II

Comparison of pollen spectra of clay occurring in the bottom of Late-glacial sands
in profile III, and of three bottom samples of profile I.

	0/III %	1/I %	2/I %	3/I %	Średnie dla Average for 1/I—3/I %	
Grupa A	<i>Alnus</i>	26,3	39,0	32,5	30,9	34,1
	<i>Corylus</i>	15,8	18,1	20,8	20,0	19,6
	<i>Pinus haploxylon</i>	7,9	4,5	6,6	2,7	4,6
	<i>Nyssa</i>	3,9	5,4	6,6	0,9	4,3
	<i>Ulmus</i>	0,4	0,9	1,2	4,5	2,2
	<i>Tilia</i>	3,5	1,8	1,2	8,1	3,7
	<i>Quercus</i>	3,1	0,9	1,2	3,6	1,9
	<i>Ilex</i>	0,9	2,7	5,0	3,6	3,8
	<i>Picea</i>	4,4	1,8	3,3	2,7	2,6
	<i>Abies</i>	0,4	0,9	1,2	0,9	1,0
	<i>Carpinus</i>	4,4	1,8	3,3	0,9	2,0
	<i>Fagus</i>	1,3	1,8	—	0,9	1,3
	<i>Carya — Pterocarya</i>	0,9	0,9	0,8	—	0,8
	<i>Sequoia</i> typ	1,8	0,9	—	—	0,9
	<i>Sciadopitys?</i>	1,3	—	—	—	—
	<i>Juglans</i>	0,4	—	—	—	—
	<i>Castanea</i>	0,4	—	—	—	—
	<i>Liquidambar</i>	0,4	—	—	—	—
	<i>Myrica</i>	0,9	—	—	—	—
	P/P	1,8	—	—	—	—
<i>Varia</i>	7,9	8,2	10,0	13,5	10,6	
<i>Sporae</i>	11,0	10,0	3,3	5,4	6,2	
Grupa B	<i>Pinus silvestris</i>	56,5	68,1	99,0	126,3	97,6
	<i>Betula</i>	32,8	101,8	99,0	154,5	118,4
	<i>Ericaceae</i>	7,0	11,8	5,0	5,4	7,4
	<i>Polypodiaceae</i>	11,0	20,0	17,5	23,0	20,2
	<i>Gramineae</i>	1,8	—	—	—	—
	<i>Cyperaceae</i>	3,1	—	—	—	—
	<i>Equisetum</i>	0,9	—	—	—	—
	<i>Artemisia</i>	0,4	—	—	—	—
	<i>Helianthemum</i>	0,4	—	—	—	—
	<i>Chenopodiaceae</i>	0,4	—	—	—	—
	<i>Compositae Tubiflorae</i>	0,4	—	—	—	—
	<i>Sphagnum</i>	0,4	—	—	—	—

ROZWÓJ ROŚLINNOŚCI I ZMIANY KLIMATU

Późny glacjał

Okres poprzedzający Allerød

Uwagi stratygraficzne. Reprezentatywny obraz roślinności tego okresu uzyskano jedynie w profilu I (próby 1—18, ryc. 13*); w profilach III (próby 1—2, ryc. 15) i IV (próby 1—3, ryc. 16) uchwycono tylko jego końcowe fragmenty. Obejmuje on wszędzie osady mineralne, z dość znaczną zawartością węglanu wapnia i domieszką detrytusu roślinnego.

Okres ten charakteryzują duże wahnięcia stosunku AP : NAP, w granicach 20—50% NAP. Na sumę drzew i krzewów składają się głównie *Pinus* i *Betula*, występujące w mniej więcej równych ilościach, kilkuprocentowa krzywa *Salix* oraz krzywa *Hippophaë*, osiągająca przy końcu okresu udział do 21%. Kilka prób spągowych zawiera obfite zanieczyszczenia pyłkiem na wtórnym złożu (do 30% w stosunku do sumy totalnej), wyżej udział form obcych roślinności tego okresu waha się w granicach 1,5—6,1%. Wśród roślin zielnych dominują *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Artemisia* i *Equisetum*, natomiast wysokie wartości *Polypodiaceae* i *Ericaceae* związane są, przynajmniej częściowo, z wtórnym złożem. Poza tym występuje duża różnorodność form zielnych, a wśród nich szereg wskaźników późnoglacialnych.

Pomiędzy starszą i młodszą częścią tego okresu zachodzą wyraźne różnice. W części starszej *Helianthemum t. ovatum* występuje średnio w ilościach około 1,5% sumy totalnej, *Saxifraga* tworzy prawie ciągłą krzywą, regularnie pojawiają się *Polygonum t. viviparum*, *Plantago t. alpina*, *Lycopodium t. alpinum*, a *Equisetum* osiąga średnio 2,5%.

Jako cechy wyróżniające część młodszą tego okresu można podać wyższe wartości brzozy i wierzby, spadek ilości *Helianthemum t. ovatum* średnio poniżej 0,6%, pojawienie się nowych form, takich jak *Gypsophila t. fastigiata*, *Selaginella*, a przede wszystkim *Filipendula* i *Pleurospermum*. Krzywa *Equisetum* opada do około 1,5%, zmniejszają się ilości pyłku niektórych rodzin (*Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Umbelliferae*), a *Polygonum t. viviparum*, *Plantago t. alpina*, *Lycopodium t. alpinum* stają się bardzo rzadkie. Tutaj także przypada wspomniana kulminacja *Hippophaë*.

Granicy tych dwóch faz niepodobna dokładnie wyznaczyć, ponieważ zmiany nie zachodzą jednocześnie; zaznacza się dość szeroka strefa przejściowa (pr. 6—11), na przestrzeni której zazębiają się cechy części starszej i młodszej. W strefie tej występują silne wahnięcia stosunku

* Ryciny 13—17 i 20 są zamieszczone na III s. okładki pod opaską.

AP:NAP, z tym, że kulminacje AP daje głównie brzoza, jakkolwiek i krzywa sosny również lekko się podnosi. W tym samym czasie rozpoczyna się ciągła krzywa *Filipendula*.

Kulminacja brzozy i pojawienie się *Filipendula* są to zjawiska charakterystyczne dla interstadiu Bølling (Iversen 1954). Tutaj jednak sprawa nie jest prosta. Obraz uzyskany w diagramie jest niejednorodny: występują dwie kulminacje AP, głównie brzozy, rozdzielone wierzchołkiem roślin zielnych, dochodzącym do 45%. Ponadto, drugiej — wyraźniejszej i bardziej długotrwałej — kulminacji AP towarzyszy spadek frekwencji i wzrost zanieczyszczeń, co może w pewnym stopniu wpływać na stosunek AP:NAP. W osadzie nie zaobserwowano poza tym żadnych zmian, jakie powinny by wystąpić w wyniku wyraźnej poprawy klimatu. Wydaje się więc, że brak dostatecznych podstaw do wyróżnienia opisanego odcinka profilu jako interstadiu Bølling.

W dotychczasowych opracowaniach późnego glacjału z terenu Pojezierza Mazurskiego brak prawie zupełnie danych dotyczących interstadiu Bølling. Wzmiankę na ten temat można znaleźć jedynie w pracy Grossa z r. 1937. W profilu z Półwi k. Zalewa, w próbie spągowej starszego dryasu, pochodzącej z piasku zawierającego domieszkę humusu i szczątków *Hypnaceae*, Gross usiłował dopatrzeć się śladu cieplejszego wahnięcia klimatycznego, które — jego zdaniem — można by wiązać z tym interstadiem. W poziomie tym, przy panującej sośnie, występuje tylko 10% pyłku brzozy, natomiast 12% pyłku olszy oraz niewielkie ilości innych drzew ciepłolubnych (zielnych nie oznaczano). Wydaje się więc prawdopodobne, że mamy tu jedynie do czynienia z materiałem silnie zanieczyszczonym pyłkiem na wtórnym złożu, nie zaś ze zjawiskiem klimatycznym.

W dwóch innych profilach pochodzących z miejscowości Radlauken k. Gusjewa i Menturren k. Darkiejm, leżących obecnie w ZSRR, niedaleko północnej granicy Polski, Gross (1937a, 1943) wydzielił w okresie poprzedzającym Allerød trzy fazy (Ia, b i c), interpretując początkowo środkową z nich (Ib) jako interstadium starsze od Allerødu. W obu przypadkach okres ten wyróżnia się dobrze charakterem osadu. W Menturren jest to warstwa gytii ilastej z wkładkami torfu hypnowego, rozdzielająca dwa poziomy piasku, w Radlauken — podobny pokład ilastej gytii z soczewkami torfu, podścielony piaskami, a nakryty ilem wapiennym. W diagramie z Menturren okres ten charakteryzuje podniesienie krzywej brzozy do około 30% AP, przy panującej sośnie, w Radlauken brzoza dochodzi do 80% AP. Jednak najbardziej znamienne w obydwu diagramach są wysokie ilości roślin zielnych, w Radlauken najwyższe dla całego późnego glacjału. Fakt ten skłonił Grossa (1943) do uznania opisanego okresu za bezleśny i interpretacji okresów Ia, Ib i Ic, jako kolejnych etapów rozwoju roślinności od tundry arktycznej, poprzez subarktyczny typ tundry lub stepu, do zbiorowisk o charakterze parkowym. Kulminację brzozy

w Ib łączy autor z *Betula nana*. W pracy z 1954 r. Gross pisze wyraźnie, że nie udało mu się odnaleźć śladów Bøllingu na terenie dawnych Prus Wschodnich.

W ścisłym związku z zagadnieniami stratygrafii schyłku ostatniego zlodowacenia na Pojezierzu Mazurskim pozostaje sprawa tzw. interstadiału mazurskiego. Nazwa ta została wprowadzona do literatury przez E. Harborta (1910) i H. Hess von Wichdorffa (1916) — (cyt. za Grossem 1954) na określenie interstadiału, mającego oddzielać stadium poznańskie (frankfurckie) od pomorskiego. Zdaniem Grossa (1937a, 1954), w obrębie tego okresu umieszczane były osady pochodzące z różnych odcinków późnego glacjału. Sam Gross, żywo zajmujący się tym zagadnieniem, nie potrafił znaleźć dla niego odpowiedniego wyrazu paleobotanicznego. Podjęte przez Halickiego (1960) badania nad interstadialem mazurskim na klasycznym stanowisku H. v. Wichdorffa w Orłowie Mazurskim nie dały spodziewanych wyników, ponieważ warstwy najbardziej obiecujące z punktu widzenia paleobotaniki zostały tymczasem zniszczone. Brak jest tym samym podstaw paleobotanicznych do przypuszczenia, że w stanowisku tym występują osady jakiegoś okresu cieplejszego od znanych z późnego glacjału, wobec czego nadal nie można uznać istnienia interstadiału mazurskiego za fakt udokumentowany.

Część starsza okresu poprzedzającego Allerød. W okolicy Mikołajek panował przypuszczalnie dość jeszcze świeży krajobraz polodowcowy. W zagłębieniach terenu występowały niewielkie i raczej płytkie zbiorniki wodne, a wzniesienia porastała stosunkowo mało jeszcze zwarta roślinność typu bezdrzewnej tundry. Zbiorowiska roślinne były wtedy zapewne dość zróżnicowane i tworzyły, podobnie jak we współczesnej Arktyce, układ mozaikowy; na brzegach wód i w podmokłych obniżeniach wykształcały się zbiorowiska typu torfowisk niskich i mszarników, zbudowane głównie z turzyc, traw i skrzypów oraz mchów (*Aulacomnium turgidum*, *Drepanocladus Sendtneri* i *Sphagnum* sp.), z krzewami *Betula nana* i *Empetrum* cf. *nigrum*. Miejsca bardziej wyniesione pokrywała tundra krzewinkowa z dużym udziałem wierzb karłowatych, jałowca i *Arctostaphylos*. Obecność kalcofilnego *Dryas octopetala* potwierdza ogólnie znany fakt zasobności w wapń świeżych gleb polodowcowych. Na siedliska będące pod wpływem intensywnej soliflukcyjnej wkraczały pionierskie mchy (*Plagiobryum Zierii*), oraz niektóre z roślin wyższych, np. *Polygonum viviparum*. Tereny najsuchsze i piaszczyste zajmowały zbiorowiska z dużym udziałem gatunków rodzaju *Artemisia*, wydaje się jednak, że były one jeszcze w tym czasie stosunkowo słabo zindywidualizowane i trudno jest mówić o nich jako o zbiorowiskach typu stepowego; takie rośliny jak *Gypsophila fastigiata*, *Bupleurum* sp., czy *Ephedra distachya* pojawiają się dopiero później, w młodszych fazach glacjału. Z suchymi

i piaszczystymi siedliskami wiąże się również obecność gatunków rodzaju *Helianthemum* (w typie *δvatum* i *oelandicum*), a także *Plantago maritima*, *Polygonum aviculare*, *P. persicaria* i prawdopodobnie *Rumex*. Niewielkie w tym czasie ilości pyłku *Hippophaë* mogły pochodzić z niedalekiego transportu, wydaje się bowiem, że w rejonie Wielkich Jezior warunki klimatyczne były jeszcze zbyt surowe dla tego, trzymającego się blisko granicy lasu, krzewu. Natomiast w Polsce środkowej *Hippophaë* osiąga kulminację już w najstarszym dryasie (W a s y l i k o w a 1964).

Pyłek *Pinus*, osiągający wartości do około 30% sumy totalnej, stanowi w całości element obcy miejscowej roślinności, pochodzący z dalekiego transportu oraz z osadów starszych i jako taki powinien być wyłączony z sumy totalnej razem z drzewami ciepłolubnymi. Nie uczyniono tego, aby nie wprowadzać dodatkowych komplikacji w przeliczeniach, ponieważ już od Allerødu sosna występowała tu *in situ*.

Wysoka alkaliczność podłoża zaznacza się też w składzie roślinności wodnej. Wszystkie gatunki pochodzące z tego okresu — *Potamogeton filiformis*, *Myriophyllum spicatum* i *Callitriche autumnalis* — są zdecydowanie wapieniolubne. Według S a m u e l s s o n a (1934) *Myriophyllum spicatum* i *Callitriche autumnalis* stanowią parę gatunków o bardzo podobnym rozmieszczeniu i podobnych tendencjach w zakresie wyboru siedlisk. *Potamogeton filiformis* jest spośród wymienionych gatunków najślabiej przywiązany do wapiennego podłoża.

W materiale z omawianego okresu znaleziono też kilka tetrad *Typha latifolia*, która później pojawia się dopiero w Allerødzie. Obecność tego zdecydowanie termofilnego gatunku, wymagającego średniej temperatury lipca 14—15°C, jest tu trudna do wyjaśnienia. Nie jest wykluczone, że wiąże się z wtórnym złożem.

Postępująca poprawa warunków klimatycznych wywołała u schyłku tego okresu cały szereg zmian w składzie roślinności. Wyraźne podniesienie się krzywej brzozy częściowo można wiązać z bujniejszym rozwojem *Betula nana*, a częściowo z pojawieniem się w tundrze pierwszych grup brzoź drzewiastych. W odcinku profilu odpowiadającym próbom 3—11, znaleziono oprócz szczątków brzozy karłowatej jeden orzeszek należący niewątpliwie do grupy *pubescentes*, najbardziej zbliżony do *B. tortuosa* (por. str. 33; tabl. II, fot. 1). W tym samym mniej więcej czasie pojawiły się w okolicy Mikołajek i inne rośliny sygnalizujące złagodnienie klimatu i zbliżanie się polarnej granicy lasu. W diagramie występują pierwsze ziarna pyłku *Filipendula*, tworząc od razu ciągłą krzywą. Podobną wymowę ma *Hippophaë*, którego krzywa podnosi się do około 1% sumy totalnej, co można już wiązać z pojawieniem się tego krzewu *in situ*. Przybywają też nowe rośliny zielne, świadczące o wzbogaceniu zbiorowisk typu stepowego, jak *Gypsophila fastigiata* i *Armeria*. Z rozszerzaniem się płatów roślinności stepowej wiąże się również podniesienie krzywej *Artemisia*.

Część młodsza okresu poprzedzającego Allerød (starszy dryas s. str.). W młodszej części okresu przed Allerødem w okolicy Mikołajek panował krajobraz parkowy. Rozrzucone grupy drzew tworzyła w tym czasie *Betula pubescens* i prawdopodobnie *B. tortuosa*. Pojawiły się gatunki mchów związane dziś głównie z chłodnymi lasami borealnymi, jak np. *Hylocomium splendens* (charakterystyczny dla klasy *Vaccinio-Piceetea*) czy *Brachythecium salebrosum*.

Wyraźny spadek ilości pyłku sosny w tym okresie wynika zapewne ze zmniejszenia się stopnia zanieczyszczenia osadu oraz obniżenia udziału pyłku z dalekiego transportu (zwiększona produkcja lokalna pyłku). Wierzchołek krzywej *Pinus* przed Allerødem sygnalizować może przybliżenie się granicy lasu.

W skład zarośli w miejscach podmokłych, obok *Betula nana* i *B. humilis* mogły wchodzić i wierzby, reprezentowane w diagramie do 9% sumy totalnej. Zupełnie prawdopodobne jest np. występowanie gatunków torfowiskowych, jak *Salix myrtilloides*, *S. nigricans*, czy *S. lapponum* — sięgających dziś daleko na północ (Hultén 1950). Także i *Salix caprea*, mająca w Skandynawii rozmieszczenie podobne do *B. pubescens*, mogła się już w tym czasie pojawić na Pojezierzu. *Salix* w diagramach pyłkowych jest zwykle słabo reprezentowana, szczególnie zaś gatunki karłowate (por. v. Hammen 1953), 9% jej pyłku w sumie totalnej oznacza, że musiała ona odgrywać znaczną rolę w składzie roślinności.

Równocześnie jednak zbiorowiska krzewinkowe wykształcone w okresie poprzednim utrzymywały się w okolicy Mikołajek aż do Allerødu, o czym świadczą występujące w sposób ciągły szczątki makroskopowe dębika i wierzb karłowatych. Z faktu tego nie można jednak wyciągać dalej idących wniosków co do warunków termicznych. Przewodni dla tych zbiorowisk *Dryas octopetala*, występujący konsekwentnie w profilu I, II i IV, jest gatunkiem niezależnym od temperatury, natomiast czynnikiem ograniczającym rozwój tej rośliny jest zawartość CaCO_3 w glebie i światło (Iversen 1954). Wierzb karłowatych nie udało się niestety oznaczyć do gatunku, ponieważ fragmenty ich listków są zbyt małe (por. tabl. I, fot. 10—12), można było jedynie stwierdzić, że mamy do czynienia z formami krzewinkowymi. Wydaje się, że obecność tych pionierskich zbiorowisk uwarunkowana była tu przede wszystkim czynnikami edaficznymi. Okres czasu, który upłynął od ustąpienia lodowca z tych terenów, był stosunkowo krótki i gleby nie zdążyły jeszcze w całości ulec przekształceniu, jakie wywołuje długotrwałe oddziaływanie pokrywy roślinnej. Dzięki odpowiednim siedliskom, płaty tej roślinności potrafiły się utrzymać, pomimo postępującej poprawy klimatu. W Polsce środkowej szczątki tego typu zbiorowisk nie są znane nawet z najstarszego dryasu (Wasylkowa 1964).

W materiałach z młodszej części okresu poprzedzającego Allerød występuje też kilka gatunków mchów związanych dziś głównie z murawami

stepowymi, jakie wykształcają się na płytkiej glebie zasobnej w CaCO_3 na skałkach wapiennych, np. w Jurze Krakowsko-Częstochowskiej (*Ditrichum flexicaule* i *Tortella tortuosa*) lub tylko wysoko w górach (*Thuidium abietinum* subsp. *histicosum*). Szczególnie interesujące jest znalezienie *Rhytidium rugosum*. Gatunek ten rośnie dziś w Polsce w górach, głównie na wapieniu, i nielicznymi tylko stanowiskami schodzi na wyżyny i niż Polski południowej (S z a f r a n 1961). Najbliższe stanowiska zasięgu północnego znajdują się dopiero w południowej Skandynawii, gdzie *Rhytidium rugosum* rośnie w murawach kserotermicznych na wapiennych glebach morenowych oraz na wapieniu w górach, najchętniej w zbiorowiskach z *Dryas octopetala* (A l b e r t s o n 1946). Takie rozmieszczenie współczesne *Rhytidium rugosum* jest niewątpliwie pozostałością jednego, wspólnego zasięgu z okresu późnego glacjału, rozerwanego następnie w postglacjale. Kopalne stanowisko tego mchu w Mikołajkach byłoby łącznikowe, podobnie jak i późnoglacjalne stanowisko znane z Danii (A l b e r t s o n l. c.).

Znaleziono też i inne gatunki mchów, występujące najchętniej w zbiorowiskach kserotermicznych o charakterze stepowym, niekoniecznie na wapieniu (*Tortula ruralis* czy *Thuidium abietinum*). Dowodzą one rozszerzenia się i wzbogacenia tego typu zbiorowisk, podobnie jak dalszy wzrost ilości pyłku *Artemisia*, pojawienie się *Bupleurum*, *Campanula* i in.

Najbardziej charakterystycznym rysem roślinności okresu bezpośrednio poprzedzającego Ailerød jest rozprzestrzenienie się zarośli *Hippophaë rhamnoides*. Pylek rokitnika kulminuje w tym czasie we wszystkich profilach (w profilu I do 21% sumy totalnej), a równocześnie w materiale występują włoski, będące dowodem obecności tego krzewu na miejscu.

Hippophaë rhamnoides — gatunek pionierski i wybitnie heliofilny, nie znoszący klimatu arktycznego, występuje bardzo często w późnoglacjalnych osadach Europy środkowej, gdzie uważany jest za wskaźnik klimatu subarktycznego i zbliżania się granicy lasu. Jego kulminacja nie wszędzie występuje w tym samym okresie: w diagramach z terenu Danii (I v e r s e n 1954), Holandii (v. H a m m e n 1953), Niemiec (A l e t s e e 1959; S c h ü t r u m p f 1958; M ü l l e r 1953), a także z środkowej Polski (W a s y l i k o w a 1964), najwyższe wartości osiąga *Hippophaë* już przeważnie na progu Bøllingu, natomiast na obszarach Polski bardziej wysuniętych na północ (okolice Poznania — O ł t u s z e w s k i 1957, wg W a s y l i k o w e j 1964; Mikołajki) kulminuje dopiero bezpośrednio przed Allerødem. W starszym dryasie Skandynawii pojawia się jedynie na najbardziej na południe wysuniętym cyplu Skanii (N i l s s o n 1953). W centralnej Norwegii i w południowej Finlandii występuje przed prebo-realnym zalesieniem terenu, i to w niewielkich ilościach (N o r d h a g e n 1921, za H a f s t e n e m 1956; K a n e r v a 1956). Większe maksima osiąga tylko na Ølandii i w rejonie Oslo, co H a f s t e n (l. c.) wiąże

z drogami jego migracji — Dania — Skania — południowa Norwegia. W świetle tych danych rokitnik nabiera wyraźnie cech rośliny wskaźnikowej, która sygnalizuje nadchodzenie pierwszej polodowcowej fazy leśnej.

Innym gatunkiem charakterystycznym dla schyłku okresu przed Allerødem jest *Pleurospermum austriacum*, należące do grupy roślin znoszających ocienienie. Występuje dziś w lasach szpilkowych oraz w zarostach liściastych z osiką, brzozą lub olszą (Horn a f Rantzien 1964). Jest to gatunek kontynentalny, osiągający w Europie środkowej zachodnią granicę występowania. Czynnikiem ograniczającym jego rozmieszczenie są tu przypuszczalnie zbyt wysokie temperatury zimowe (Iversen 1954).

Podany opis sukcesji roślinności okolic Mikołajek w okresie poprzedzającym Allerød pozostaje na ogół w zgodzie z ujęciem Grossa (1943), przyjętym dla terytorium dawnych Prus Wschodnich. Interpretując starszą część tego okresu (fazy Ia i Ib według jego stratygrafii) autor ten oparł się głównie na profilu z Radlauken, w którym późny glacjał reprezentowany jest najpełniej. W Ia przyjmuje Gross istnienie bezleśnej tundry arktycznej z *Betula nana* i *Dryas octopetala*. W zagłębieniach terenu występować miały zatorfienia z gatunkami mchów charakterystycznymi dla wilgotnej tundry lub jeziora z rdestnicami (*Potamogeton* sp.). Stwierdzona w osadzie domieszka drobnego materiału mineralnego o charakterze lessu byłaby dowodem niepełnego jeszcze zwarcia pokrywy roślinnej.

W wyniku postępującej zmiany klimatu wykształciła się tundra subarktyczna (Ib), podobna do istniejącej dziś na Islandii, a na glebach suchszych zbiorowiska o charakterze zimnego stepu.

Analizując zagadnienie nadejścia pierwszych drzew, Gross początkowo (1937a) przyjmuje możliwość występowania pojedynczych brzoź drzewiastych już w fazie Ib, później jednak (1943) odcinek ten interpretuje jako w całości jeszcze bezleśny z panującą *B. nana*, a pojawienie się *B. pubescens* wiąże z początkiem fazy Ic (młodsza część okresu poprzedzającego Allerød, czyli starszy dryas s. str.). Hipoteza ta opiera się jedynie na interpretacji krzywej pyłku, pewniejsze dowody obecności *B. pubescens* w postaci szczątków makroskopowych posiada Gross dopiero dla Allerødu. Wyniki badań w Mikołajkach potwierdziły słuszność pierwotnego przypuszczenia Grossa, że brzozy drzewiaste zjawiły się na terenie Pojezierza już pod koniec starszej części okresu przed Allerødem, najprawdopodobniej jednak była to *B. tortuosa*, a nie *B. pubescens*.

Młodsza część okresu przed Allerødem (Ic, czyli starszy dryas s. str.) występuje w szeregu profili Grossa z opisywanych terenów. Materiały te, podobnie jak i dane z Jeziora Mikołajskiego wskazują, że w tym czasie na obszarze Pojezierza Mazurskiego panował krajobraz parkowy, z roślin-

nością o charakterze subarktycznego stepu na miejscach suchszych, a wilgotnej tundry z zaroślami *Betula nana* i bagienkami z *Menyanthes* w obniżeniach terenu oraz z luźno rozrzuconymi grupami brzoź drzewiastych.

Gross (1943) przyjmuje ponadto, że w ciągu tego okresu pojawiła się na Pojezierzu sosna i osika. *Populus tremula* mogłaby już występować w tym czasie; dziś sięga ona polarnej granicy drzew, choć w warunkach subarktycznych jest przeważnie karłowata i płona (Iversen 1954). Brak jednak dostatecznych dowodów na poparcie tego przypuszczenia. Sosna posiada wprawdzie wymagania klimatyczne podobne, jak *Betula pubescens* (średnia lipca $+12^{\circ}\text{C}$), ale rozprzestrzenia się dużo wolniej i na ogół zjawia się nie wcześniej, jak w czasie fazy lasów brzożowych. Wydaje się więc bardziej prawdopodobne, że i na terenie Pojezierza pojawiła się dopiero w Allerødzie.

Zarośla rokitnika występowały na całym omawianym obszarze. Jego pyłek podaje Gross w profilach z Mazuchówki, Menturren, Gumbinnen, Radlauken (oraz w Szczybałach z początkiem Allerødu). W Gumbinnen znaleziono również włoski *Hippophaë*. Spory *Selaginella* grupują się w profilach z Gumbinnen i Radlauken, podobnie jak w Mikołajkach, głównie w okresie starszego dryasu s. str.

Klimat starszego dryasu określa Gross jako kontynentalny, z dużymi amplitudami dobowymi, przy średniej temperaturze lipca $+9^{\circ}\text{C}$. Sądząc jednak z obecności w Mikołajkach *Betula pubescens* i *Hippophaë rhamnoides* oraz *Ceratophyllum* (stwierdzone w postaci płożnej (tabl. V, fot. 14) — przypuszczalnie *C. demersum*, bo *C. submersum* ma jeszcze wyższe wymagania klimatyczne), temperatura starszego dryasu musiała być wyższa. Opierając się na tych samych roślinach wskaźnikowych (*B. pubescens*, *Hippophaë* i *Ceratophyllum* — kolce), Wasyliowa (1964) przyjmuje dla starszego dryasu w Polsce środkowej średnią lipca na $10-12^{\circ}\text{C}$.

W starszej części okresu przed Allerødem (Ia i Ib Grossa) średnia temperatura lipca na terenie Pojezierza mogła być niższa, przynajmniej w odcinku początkowym. Przy założeniu, że pojedyncze tetrazy *Typha latifolia* znajdują się tu na wtórnym złożu, a pyłek *Hippophaë* pochodzi z transportu ($0,3-0,6\%$), aż do próby 6 w profilu I nie stwierdzono obecności form, które mogłyby wskazywać, że średnia temperatura lipca przekraczała $+10^{\circ}\text{C}$. Pojawienie się wyżej *Filipendula* (przypuszczalnie *F. ulmaria*) zdaje się wskazywać na pewną poprawę warunków klimatycznych — temperatura lipca mogła się podnieść nieco powyżej 10°C (por. Iversen 1954). O tym samym świadczy zjawienie się tu *Gypsophila fastigiata*, gatunku o dość dużych wymaganiach termicznych.

Występowanie szeregu gatunków chionofobnych, jak *Dryas octopetala*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Hippophaë rhamnoides* (por. Iversen l. c.), przy równoczesnej obecności form o charakterze stepowym dowodzi, że w młodszej części okresu poprzedzającego Allerød opady zimowe nie były

zbyt obfite i w ogóle panował klimat raczej suchy, o typie kontynentalnym.

W obrębie całego okresu poprzedzającego Allerød nie stwierdzono wyraźnych śladów cieplejszego wahnienia typu Bølling. Miało tu raczej miejsce stopniowe polepszanie się warunków klimatycznych, wiodące ku interstadiałowi Allerød.

Allerød

Rekonstrukcja roślinności i klimatu tego okresu w Mikołajkach opiera się na stosunkowo dużej ilości materiału. Allerød stwierdzony został w czterech zbadanych profilach oraz w pojedynczych próbach, pochodzących z 12 profili rozmieszczonych wzdłuż całej długości jeziora (por. ryc. 3, tab. III *).

Osady z Allerødu charakteryzuje duże zróżnicowanie: w profilu I, II i IV oraz w próbie z profilu 1/1 jest to sapropel limniczny (według nomenklatury Kubienny — 1953), zwany też hydrotroilem; w profilu III oraz w pozostałych próbach — torfy bagienne mniej lub więcej rozłożone, z drewnami i różną domieszką piasku lub iłu, niekiedy z warstewkami kremowej gytii wapiennej.

W obrębie Allerødu można wydzielić dwie fazy: a) starszą, którą charakteryzuje panowanie zarośli i lasów brzoźowych, oraz b) młodszą, w której dominują lasy brzoźowe i sosnowe.

a) Faza starsza. Dolną granicę tej fazy wyznacza w diagramach wyraźne podniesienie krzywej brzozy, równoczesne zmniejszenie się ilości NAP (głównie *Gramineae* i *Artemisia*), *Salix* i *Hippophaë*. Krzywe *Cyperaceae* i *Equisetum* utrzymują się dość wysoko, podnoszą się wartości *Thalictrum* i pojawia *Filipendula*. Obraz tego okresu w diagramach z profili I i IV jest bardzo podobny, natomiast mniej wyraźny jest on w profilu III, gdzie kulminacja brzozy zaznacza się słabo (torf bagienno — inne warunki sedymentacji).

Większość ziarn pyłku brzozy w próbie z początku fazy brzoźowej odpowiada zarówno wymiarami (por. str. 31), jak i typem morfologicznym brzozie karłowatej, natomiast ziarna pyłku z pełnej fazy brzoźowej (próba 20) w większości mieszczą się w granicach rozmiarów sekcji *albae*.

W materiałach makroskopowych z początku fazy brzoźowej (profil IV, pr. 4) stwierdzono jedynie *B. nana*. We wszystkich innych próbach z Allerødu, na ogół bardzo bogatych w szczątki brzoź, *B. nana* występowała tylko pojedynczo, częściej *B. humilis*, a gatunkiem panującym była *B. pubescens*. Obficie występowały też łuski i orzeszki o typie morfologicznym *B. tortuosa*.

* Tabele III—XI są zamieszczone na III s. okładki pod opaską.

Betula tortuosa przywędrowała na teren Pojezierza Mazurskiego przypuszczalnie już w starszej części okresu poprzedzającego Allerød jako jedna z pierwszych form drzewiastych, być może nawet przed *B. pubescens*. W starszym dryasie s. str., obecność *B. tortuosa* obok *B. pubescens* nie budzi już zastrzeżeń (profil II). W Allerødzie, odgrywała ona niewątpliwie poważną rolę w składzie roślinności Pojezierza.

Zdaniem Iversena (1954), *Betula tortuosa* mogła tworzyć zarośla tundry parkowej w starszym dryasie Danii, natomiast w Allerødzie ustąpiła miejsca *B. pubescens*. Podobnie Faegri (1935, za Iversenem l. c.), w oparciu o badania statystyczne pyłku, przyjmuje dla zachodniej Norwegii panowanie brzozy omszonej w okresie Allerødu. Być może, ostrzejsze i bardziej kontynentalne warunki klimatyczne północno-wschodniej Polski były korzystniejsze dla rozwoju tego drzewa i umożliwiły mu zachowanie znaczenia w składzie szaty roślinnej przez czas dłuższy niż na obszarach o klimacie oceanicznym.

Obecności *Betula verrucosa* na terenie Pojezierza w okresie Allerødu nie dało się stwierdzić bez wątpliwości. Oznaczenie kilku pojedynczych łusek jest niepewne, a i one występują w ilości znikomej w porównaniu z całym materiałem makroskopowym *Betula sectio albae*, uzyskanym dla Allerødu. Pomiary biometryczne orzeszków (por. str. 25) nie wykazały obecności tego gatunku. Jeśli więc nawet *B. verrucosa* występowała w Allerødzie na terenie Pojezierza, to w okolicy Mikołajek nie odgrywała większej roli.

Jak wynika z uzyskanych danych, w pierwszej fazie Allerødu, po krótkim stadium rozwoju zarośli *B. nana*, będącym pierwszą reakcją na poprawę warunków klimatycznych, nastąpiło rozprzestrzenienie się brzoź drzewiastych. Wytworzyły się luźne lasy, w pierwszym rzędzie na siedliskach wilgotnych. W prześwietleniach występowały zarośla brzoź krzewiastych (*B. nana* i *B. humilis*) oraz wierzb. Tu przypuszczalnie rosły niektóre gatunki rodzaju *Thalictrum* i *Filipendula* cf. *ulmaria*.

Sosna rośla w okolicy Mikołajek już w fazie brzozowej Allerødu, ale przypuszczalnie tylko w postaci pojedynczych okazów. Wskazują na to m. in. wyniki analizy próby 1/8, gdzie przy panującej brzozie (55,6% sumy totalnej oraz blisko 300 okazów szczątków makroskopowych) i wartościach pyłku sosny dochodzących zaledwie do 17,4%, znaleziono 5 szpilek i krótkopędów *Pinus silvestris*, co stanowi dowód jej występowania *in situ*. Dopiero później, w optimum Allerødu, sosna wytworzyła tutaj większe skupienia.

Siedliska suche i piaszczyste pozostały w fazie brzozowej na ogół odślonięte. Tutaj mogły utrzymać się zbiorowiska roślinności światłoządnej z *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, z *Helianthemum* i *Gypsophila fastigiata* oraz z krzewami *Juniperus*, *Ephedra distachya*, *Hippophaë*, a także *Arctostaphylos uva-ursi*.

W miejscach podmokłych rozwijały się nadal zbiorowiska torfowi-

skowe, złożone głównie z turzyc i skrzypów, z *Menyanthes trifoliata*, *Parnassia palustris* i *Lythrum*. W jeziorze, obok utrzymującej się nadal grupy ubikwistów skandynawskich: *Myriophyllum spicatum* (f. *squamosum*), *Potamogeton filiformis* i *P. alpinus* (tabl. V, fot. 10), pojawiają się dalsze oprócz *Ceratophyllum* formy ciepłolubne, zaliczane przez Samuela (1934) do grupy gatunków południwoskandynawskich: *Typha latifolia* i *Nuphar* cf. *luteum*. Sapropel limniczny, jaki zaczyna się w tym czasie odkładać w jeziorze, jest według Kubieny (1953) wskaźnikiem klimatu umiarkowanego — do ciepłego.

b) Faza młodsza. Fazę tę charakteryzuje w diagramach pyłkowych wzrost udziału sosny przy równoczesnym spadku ilości brzozy, oraz zjawienie się *Populus* w postaci ciągłej krzywej, złożonej z pojedynczych ziarn (profil IV). *Gramineae* tworzą wyraźną kulminację, podnoszą się też krzywe *Thalictrum*, *Filipendula*, natomiast wartości *Chenopodiaceae* i *Artemisia* utrzymują się bez większych zmian. Ilości innych roślin zielnych na ogół zmniejszają się, a cały szereg form ze zbiorowisk heliofilnych znika zupełnie.

W młodszej fazie Allerødu, oprócz występujących nadal lasów brzozowych, pojawiły się drzewostany sosnowe, zajmując przede wszystkim suche gleby piaszczyste. Bory sosnowe były dość luźne, z silnie rozwiniętym runem kserotermicznym. Świadczą o tym krzywe roślin zielnych związanych z tymi siedliskami (*Artemisia* i *Chenopodiaceae*), nie wykazujące w tym czasie wyraźniejszego spadku. W podszyciu mogła występować *Ephedra distachya*. Równocześnie sośniny mogły wkraczać na miejsca wilgotne, zatorfione.

Populus tremula tworzyła przypuszczalnie domieszkę zarówno w borach sosnowych, jak i w zbiorowiskach zaroślowych brzozowo-wierzbowych, zajmujących siedliska wilgotne, nad brzegami jezior. Obfitość szczątków makroskopowych osiki w większości materiałów pochodzących z tego okresu sugeruje, że jej udział w składzie roślinności był większy niż wskazuje na to krzywa źle zachowującego się pyłku.

W jeziorze do grupy gatunków południwoskandynawskich, świadczących o postępującym ociepleniu klimatu, dołącza się *Nymphaea alba*, obok *Nuphar luteum* i *Typha latifolia*, stwierdzonych tu w postaci nasion. Gatunek ten nie przekracza zasadniczo w Skandynawii północnej granicy dębu oraz środkowoszwedzkich gatunków słodkowodnych (Samuelson l. c.), co jest mniej więcej równoznaczne z przebiegiem izotermii lipca +15°C (według Hulténa 1950).

Występującą w tej fazie kulminację *Gramineae* tworzą ziarna pyłku o jednolitym typie morfologicznym, najbardziej zbliżonym do typu *Phragmites*. Jest więc prawdopodobne, że przy brzegach jezior rozwinęły się zbiorowiska szuwarowe z *Phragmites communis* i *Typha latifolia*.

Przedstawiony rozwój roślinności okolic Mikołajek w okresie Allerødu

jest uzupełnieniem, a zarazem i potwierdzeniem obrazu, jaki na podstawie obfitych materiałów został zrekonstruowany dla tych okolic przez H. Grossa (1937a, 1943).

Opierając się na wynikach badań Grossa, Stasiakowej (1961, 63) oraz wynikach uzyskanych przez autorkę niniejszej pracy, można przyjąć, że w okresie Allerødu cały obszar Pojezierza Mazurskiego wraz z przyległymi od północnego wschodu terenami Związku Radzieckiego pokryty był luźnymi lasami. Wnosząc z udziału pyłku brzozy w diagramach, nieznacznie tylko przekraczającego ilości sosny, można mówić o starszej części Allerødu jako o fazie lasów brzozowo-sosnowych lub brzozowych ze znacznym udziałem sosny. Zdecydowana przewaga pyłku *Betula* występuje tylko w Mikołajkach i Szczybałach k. Giżycka. Krzywe NAP, towarzyszące kulminacji brzozy, są zazwyczaj na tyle niskie, że można mówić o nadejściu na teren Pojezierza północnej granicy lasu (por. Wasylikiowa 1964).

Po krótkotrwałej fazie dominacji brzoź, na całym terenie rozpowszechniły się lasy sosnowe. W części zachodniej Pojezierza udział brzozy w drzewostanach pozostał nadal dość duży (Półwieś 23% AP, Dylewo 31%, Łomy 30%, Mikołajki 23—25%), natomiast w części wschodniej sosna osiągnęła bezwzględną przewagę. Obecność lasów sosnowych potwierdzona została licznymi dowodami w postaci szczątków makroskopowych: nasion, szpilek i krótkopędów (Mikołajki), drewnien (Mikołajki, Szczybały, Grenzfelde), całych gałązek (Gumbinnen) lub nawet nasad pni (Grom, do 30 cm średnicy). Najlepiej jednak przekonującym świadectwem są resztki powalonego i zatopionego lasu sosnowego z domieszką brzozy, odkryte w spągu osadów holocenijskich jeziora Kruklin. Tworzą one pokład, z którego odsłonięto kilkadziesiąt pni. Ich wiek bezwzględny określony został przy pomocy C^{14} na $11\,390 \pm 210$ lat przed 1950 r. (Stasiak 1963).

W lasach sosnowych jako domieszka występowała osika (Abschrüten — liczne drewna, Mikołajki — pyłek i liczne łuski pączkowe), a być może i modrzew (Abschrüten — niepewne ziarna pyłku). W podszyciu świetlistych sośnin i na odsłoniętych suchych miejscach rosły zarośla jałowca (Abschrüten — drewno, Mikołajki — pyłek, nasiona, szpilki, drewno).

Tereny podmokłe zajęte były przez rozległe torfowiska niskie, zbudowane z turzyc, skrzypów i licznych gatunków mchów (osady z tego okresu, to najczęściej torfy turzycowe i turzycowo-mszyste, szczególnie hypnowe), niekiedy z krzewami brzoź i wierzb (np. w Gromie z *Betula pubescens* i *Salix cinerea*). Na takie torfowiska mogła wkraczać sosna, tworząc rodzaj boru bagiennego (por. Medwecka-Kornasiowa 1959, str. 16), stąd częste w osadach z tego okresu poziomy kopalnej gleby leśnej oraz torfów leśnych z drewnami.

Gross (1943), opierając się na panowaniu sosny na całym badanym obszarze, przyjmuje, że średnia temperatura lipca w Allerødzie wynosiła tu 12—15°C. Obecność *Dryopteris thelypteris*, *Nymphaea alba* i *Typha*

latifolia w Mikołajkach oraz występowanie ostatniej z wymienionych roślin w Abschrüten dowodzą, że w optimum Allerødu średnia temperatura lipca na Pojezierzu Mazurskim nie mogła być niższa od 15°C.

Polarna granica lasu w Allerødzie przebiegała prawdopodobnie na północ od obecnych granic Polski (por. Wasylikowa 1964), brak jednak wystarczających podstaw dla dokładniejszego wyznaczenia jej przebiegu. Niedawno opublikowane wyniki badań nad osadami późnoglacialnymi z terenów LSRR nie zapełniają niestety tej luki w naszych wiadomościach, ponieważ poprawność zastosowanego w tych pracach podziału stratygraficznego budzi poważne zastrzeżenia (Gudelis, Kabaillien 1958; Kabaillien 1958, 59). Możemy jedynie stwierdzić, że sosna w mniejszych lub większych skupieniach występowała w Allerødzie jeszcze nad Pregolą (Gumbinnen) i w okolicach Dobrowolska (Grenzfelde).

Młodszy dryas

W profilu I okres ten reprezentowany jest przez warstwę gytii ilastej, a w profilu IV przez podobną gytie podścieloną na przejściu od Allerødu cienkim poziomem piasku z niewielką domieszką materiału organicznego.

Spektrum z warstwy piasku zawiera do 90% (w stosunku do sumy totalnej) pyłku drzew ciepłolubnych występującego tu niewątpliwie na wtórnym złożu (m. in. *Ilex*).

Gytia ilasta dała w obu profilach spektrum podobne, typowe dla okresu młodszego dryasu. Ilości zarówno sosny, jak i brzozy wyraźnie opadają, podnosi się natomiast krzywa roślin zielnych, maksymalnie do około 50% sumy totalnej (por. profile I i IV). Składają się na nią głównie *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Artemisia* (maks. 11,2%) i *Chenopodiaceae* (maks. 6,4%), a więc formy, które przetrwały okres Allerødu na suchych miejscach piaszczystych, nie zajętych przez las. Pojawia się też z powrotem cały szereg roślin heliofilnych, które w Allerødzie lub przynajmniej w młodszej jego części nie zostały stwierdzone. Nie powraca natomiast żadna z roślin tundrowych.

Opisane wyżej zmiany wskazują, że w młodszym dryasie nastąpiło cofnięcie się granicy lasu na południe. Na obszarze Pojezierza zapanował z powrotem krajobraz parkowy, z grupami drzew (*Betula pubescens*, a być może i *Pinus silvestris*), wśród rozległych przestrzeni zajętych przez zbiorowiska roślin zielnych. Były to na ogół zbiorowiska typu stepowego, z panującymi bylicami i komosowatymi, z *Rumex*, *Gypsophila fastigiata*, *Bupleurum*, *Sanguisorba officinalis*, *Helianthemum t. ovatum*, i ze skupieniami zarośli *Juniperus communis* i *Ephedra* oraz pojedynczymi krzewami *Hippophaë*.

Występujące w tym czasie ziarna pyłku *Epilobium* są najbardziej zbliżone do *E. angustifolium* L. (= *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), notowanego niejednokrotnie z osadów młodszego dryasu. Obecność tej

światłoządnej i nitrofilnej rośliny *Casparie* i v. Zeist (1960) wiąże z wytworzeniem się na skutek masowego obumierania drzew dużej ilości odpowiednich dla niej siedlisk.

Na miejscach podmokłych rozwijały się nadal torfowiska niskie, złożone głównie z turzyc i skrzypów, z zaroślami *Betula humilis* i *B. nana*. W składzie roślinności wodnej nie zaszły większe zmiany w stosunku do okresu Allerødu. Nie stwierdzono obecności *Nymphaea*, zmniejszyła się też prawdopodobnie ilość rdestnic, gdyż nie znaleziono szczątków makroskopowych tego rodzaju, pojawiło się natomiast *Polygonum amphibium*. Najbardziej jednak znamienne jest tu utrzymywanie się *Typha latifolia*, potwierdzone zarówno obecnością pyłku (profil I i IV), jak i nasion (profil II). Fakt ten pozostawałby w zgodzie z podkreślanym niejednokrotnie zjawiskiem, że rośliny wodne, które w okresie ocieplania się klimatu reagują szybciej niż rośliny lądowe, w czasie pogarszania się warunków klimatycznych bywają często bardziej konserwatywne niż te ostatnie i reagują na zmiany wolniej (por. Wasylikowa 1964).

Krajobraz podobny do opisanego dla okolic Mikołajek, panował w młodszym dryasie na całym obszarze Pojezierza. Gross (1937a, 1943) przyjmuje w tym okresie silne rozluźnienie pokrywy leśnej i wytworzenie się subarktycznego lasostepu na miejscach suchych, a lasotundry na siedliskach wilgotnych, z tym jednak, że w żadnym stanowisku nie stwierdził on szczątków roślinności ściśle tundrowej, „dryasowej”. Nie jest wykluczone (por. Firbas 1952, str. 208), że w skład krzywej *Salix*, która w większości profili Grossa tworzy w tym okresie bardzo charakterystyczną, wysoką kulminację, wchodzi przynajmniej częściowo nie wyróżniony pyłek *Artemisia*. Warto zaznaczyć, że w nowszych profilach z terenu Pojezierza, w których wydzielano pyłek *Artemisia* (Jezioro Mikołajskie i Kruklin), nie da się zaobserwować w młodszym dryasie żadnego wyraźniejszego podniesienia *Salix*.

Ustąpienie lasów i rozprzestrzenienie się zbiorowisk zielnych w młodszym dryasie wskazuje na znaczne pogorszenie się warunków klimatycznych. O tym samym świadczy występujące w diagramach z Mikołajek w optimum tego okresu załamanie krzywej *Filipendula*. Średnia temperatura lipca spadła przypuszczalnie do $+12^{\circ}\text{C}$ lub nawet jeszcze niżej. Zdaniem Grossa (1943), klimat młodszego dryasu miał być subarktyczny, podobny jak w starszym dryasie, nieco jednak łagodniejszy. Stwierdzone w Mikołajkach najwyższe dla całego późnego glacjału wartości pyłku roślin związanych ze zbiorowiskami stepowymi, przy równoczesnym, prawie zupełnym, braku wskaźników oceanizacji klimatu wskazują raczej na klimat suchy i kontynentalny. Te same zjawiska występują w młodszym dryasie i na terenie Polski środkowej (Oszaśt 1957, Kępczyński 1960, Wasylikowa 1964). Można więc przypuszczać, że warunki klimatyczne Polski niżowej różniły się w tym czasie od panujących w Europie zachodniej, gdzie oceanizacja klimatu w młodszym dryasie

zaznaczyła się na ogół dość wyraźnie (wzrost *Empetrum* i *Ericaceae* oraz *Sphagnum*; spadek lub niewielki tylko, w porównaniu ze starszym dryasem, wzrost *Artemisia*).

Datowanie metodą radiowęglą

Dwie próby osadów późnoglacialnych z Mikołajek zostały datowane przez doc. dra H. Mościckiego w Pracowni Geochronologii Bezwzględnej PAN w Gdańsku.

Pierwsza z nich, pobrana z monolitu 5/0, reprezentuje 30-cm warstwę torfu (p. str. 18), zaliczoną na podstawie wyników analizy paleobotanicznej do Allerødu (tab. IV). Datowanie radiowęgłem potwierdziło przyjętą ocenę, określając wiek próby na $11\ 040 \pm 380$ B. P. (Gd. — W6).

Druga próba pochodziła z monolitu 3 serii 2, pobranego w odległości około 150 m od zachodniego brzegu jeziora, przy głębokości wody 15,6 m, z poziomu torfu występującego w profilu na głębokości 9,7—9,8 m. Torf ten nie był badany paleobotanicznie, ale jego pozycja w profilu wskazuje również na Allerød. Wiek próby określony został na $10\ 700 \pm 460$ B. P. (Gd. — W5).

Zagadnienie genezy Jeziora Mikołajskiego

Według Szostaka (1961), Jezioro Mikołajskie powstało w czasie recesji lądolodu, który wykształcił nieckę Śniardw. „Wody roztopowe, nie znajdując innego ujścia — pisze wspomniany wyżej autor — płynęły wzdłuż południowo-zachodniej krawędzi lodowca Śniardw, kształtując rynnę Jeziora Mikołajskiego... Odpływ rynną jeziora Beldany był nieprawdopodobny, bo przynajmniej północna jej część była wypełniona martwym lodem”. W ten sposób Szostak, podkreślając poligenetyczny charakter rynny Mikołajskiej zakłada, że jej odcinek odpowiadający dzisiejszemu Jezioru Mikołajskiemu nie był w okresie późnego glaciału, w przeciwieństwie do innych części rynny, wypełniony martwym lodem. W świetle badań paleobotanicznych sprawa przedstawia się inaczej. Uzyskane wyniki świadczą wyraźnie, że głęboki zbiornik powstał dopiero z końcem Allerødu, co można wytłumaczyć jedynie przez przyjęcie zalegania w rynnę martwego lodu, przez cały, z wyjątkiem młodszego dryasu, późny glaciał. Najbardziej ważkim argumentem jest tu charakter osadów z Allerødu. Okres ten stwierdzony został paleobotanicznie w 15 profilach, a tylko w 4 z nich reprezentowany jest przez osad wodny. W pozostałych — Allerød zachował się w postaci lądowych osadów bagiennych, i to nawet w profilach pochodzących z bardzo głębokich części jeziora. Podczas recesji lodowca Śniardw martwy lód wypełniający rynnę Jeziora Mikołajskiego przykryty został materiałami morenowymi.

W okresie poprzedzającym Allerød na terenie obecnego jeziora istniało zagłębienie wypełnione wodą lub, co jest bardziej prawdopodobne, kilka płytkich zagłębień, których powstanie nie musiało być jednak wynikiem wytapiania. Do tych zbiorników były nawiewane oraz nanoszone procesami soliflukcji zarówno osady starsze rozwleczone przez lodowiec, jak i szczątki roślinności miejscowej. Wypełnianie jeziorek postępowało dość szybko, tak że z początkiem Allerødu miejsca płytsze zaczęły się zabagniać i zarastać torfem.

W Allerødzie obszar dzisiejszego jeziora przedstawiał się jako rozległy, podmokły teren o mozaikowym układzie roślinności. Wskazują na to różnice tak w charakterze osadu, jak i w udziale form lokalnych, zaznaczające się nawet w sąsiadujących profilach.

W zagłębieniach występowały nadal płytkie jeziora z bogatą roślinnością wodną, o brzegach zabagnionych, zarośniętych szuwarami. Butwiejąca na ich dnie warstwa szczątków roślinnych wytwarzała przy zredukowanym dopływie tlenu osad o charakterze sapropelu limnicznego.

Jeziorka otoczone były torfowiskami niskimi, występowały tu bagienka z panującymi helofytami oraz zarośla brzoźowo-wierzbowe, a także skupieniami *Dryopteris thelypteris*. W młodszej części Allerødu na torfowisko wkroczył prawdopodobnie bór sosnowy z domieszką osiki. Świadczą o tym szczątki makroskopowe obu tych drzew, występujące obficie w torfie.

Ocieplenie klimatu w Allerødzie wywołało intensywne tajanie bloku martwego lodu, znajdującego się w spągu torfowiska, co w efekcie spowodowało zapadnięcie się torfowiska i zalanie go wodą. Zjawisko to dokonało się dopiero pod sam koniec Allerødu. Prawdopodobną przyczyną tego opóźnienia była izolacja lodu od bezpośrednich wpływów klimatu, przez grubą warstwę nadległych osadów morenowych.

Zapadnięcie się i zalanie torfowiska zaznaczone jest w profilu I warstwą silnie zailonej gytii, w profilu IV cienkim poziomem piasku, występującym na przejściu do młodszego dryasu, którego spektrum pyłkowe jest silnie zanieczyszczone formami ciepłolubnymi. Prawdopodobnym źródłem tych zanieczyszczeń były spływy z występujących w brzegach osadów starszych do świeżo utworzonego zbiornika.

W obu profilach okres młodszego dryasu jest silnie skrócony, gdyż próby odpowiadające fazie jego pełnego nasilenia obejmują zaledwie około 10 cm osadu. Podobne skrócenie młodszego dryasu, a także okresu preborealnego, przy analogicznej sytuacji stratygraficznej występuje w profilu z Abschrüten. Gross (1937a, 38a) przyjmuje, że tajanie martwego lodu wywoływało nierównomierne pogłębianie się powstających zbiorników, w wyniku czego brzegi i miejsca płytsze mogły się okresowo wynurzać z wody. W miejscach tych miało miejsce niszczenie poziomu gytii ilastej, stąd jej warstwa jest cienka albo nawet zupełnie w profilach nie występuje. Jest prawdopodobne, że tego rodzaju procesy zachodziły i w zbiorniku mikołajskim. Wytopienie się resztek martwego lodu, a co za tym

idzie, ostateczne wykształcenie niecki jeziornej miało przypuszczalnie miejsce dopiero na początku holocenu. Ostateczne zakończenie procesów wytopiania dokonało się — zdaniem Grossa — nie wcześniej jak z końcem okresu preborealnego lub nawet w okresie borealnym.

Ślady „głębokiego” wytapiania martwych lodów, zasypanych materiałami morenowymi i zarośniętych pokrywą roślinności, występują powszechnie na terenie Pojezierza i przyległych obszarów ZSRR. Są to przeważnie warstwy torfu lub gleby leśnej, nakryte osadami otwartych wód. Taką sytuację stratygraficzną spotykamy np. w jeziorze Kruklin, w Gromie, Kemnie, Sapałówce, Gumbinnen, Abschrüten i w szeregu innych stanowisk.

HOLOCEN

Okres preborealny

Okres preborealny występuje w profilu I, a jego początek został uchwycony także w profilu IV. Dolną granicę wyznacza tu ostre podniesienie krzywych brzozy i sosny oraz spadek NAP. W jeziorze rozpoczyna się odkładanie czystej gytii wapiennej.

W diagramie pierwsza kulminuje brzoza, osiągając około 50% sumy totalnej. Wartości sosny wahają się już wtedy w granicach 30—40%, można więc przypuszczać, że i ona rosła na miejscu. Pod koniec okresu występuje gwałtowny spadek krzywej brzozy, któremu towarzyszy wzrost ilości sosny (do 47%). Równocześnie rozpoczynają się w diagramie ciągle krzywe pyłku olszy, leszczyny, wiązu i jesionu.

W okolicy Mikołajek, na wyżej wzniesionych terenach panowały wówczas lasy sosnowo-brzozowe z domieszką osiki i, być może, pojedynczymi modrzewiami. Na miejscach wilgotniejszych rosły lasy brzozowe z panującą *B. pubescens*, tu też prawdopodobnie przetrwała jeszcze *B. tortuosa* (orzesek w profilu I). W miejscach podmokłych, nad brzegami wód występowały zarośla wierzbowe i brzozy krzewiaste (*B. humilis*, a być może i *B. nana*). Tu też prawdopodobnie rosła *Dryopteris thelypteris* i *Humulus lupulus*.

Lasy nie były zwarte; na ich brzegach i w prześwietleniach występowały zarośla *Juniperus communis*, paprocie z rodziny *Polypodiaceae* oraz *Filipendula* cf. *ulmaria*, gatunek charakterystyczny dla tego okresu na wielu obszarach Europy środkowej. Zachowały się także resztki zbiorowisk typu stepowego z okresu młodszego dryasu, z *Artemisia* i *Chenopodiaceae*. Tutaj albo w świetlistych sośninach mogła utrzymać się *Ephedra distachya*. Najdogodniejsze siedliska dla płatów tych zbiorowisk znajdowały się na stromych, suchych zboczach, częstych w świeżym krajobrazie polodowcowym.

Pod koniec okresu preborealnego zaczęły się rozprzestrzeniać coraz szerzej lasy sosnowe. Pojawienie się w diagramie ciągłych, choć z pojedynczych ziarn pyłku złożonych, krzywych *Ulmus* i *Alnus*, a nieco później *Corylus* i *Fraxinus* związane jest niewątpliwie z niezbyt dalekim transportem. Skład zbiorowisk wodnych nie uległ widocznej zmianie w stosunku do okresu młodszego dryasu, z tym jedynie, że pojawiła się z powrotem *Nymphaea alba* (tym razem stwierdzona w pyłku).

Podobny obraz okresu preborealnego występuje we wszystkich diagramach z terenu Pojezierza, z tą tylko różnicą, że kulminacja brzozy jest niekiedy mało wyraźna, a niejednokrotnie nawet wartości pyłku *Betula* przez cały czas są niższe niż sosny. Zjawisko to jest najprawdopodobniej wywołane warunkami glebowymi; występuje przede wszystkim na terenach piaszczystych (np. w Gromie — Gross 1935c, a także w diagramach Breitenfelda i Mothesa 1940 — z obszarów sandrowych).

Dla dokładniejszego określenia warunków klimatycznych okresu preborealnego brak jest dostatecznych podstaw. Pojawienie się w Mikołajkach *Nymphaea alba*, *Dryopteris thelypteris* i *Humulus lupulus* od samego początku okresu preborealnego wskazuje, że już wówczas temperatura nie mogła być niższa od panującej w optimum Allerødu (średnia lipca $+15^{\circ}\text{C}$), a zapewne była nawet nieco wyższa. Tym samym istniały warunki rozwoju co najmniej dla *Quercus robur*, *Ulmus scabra*, *Corylus* i *Alnus*. Stanowi to potwierdzenie przyjmowanego poglądu, że na początku holocenu stosunkowo szybko nastąpiło znaczne ocieplenie i zapadły warunki termiczne niewiele gorsze od współczesnych, a na pewno dostateczne dla rozprzestrzenienia się niektórych drzew liściastych (por. Śröder 1954, Iversen 1960). Tak więc występująca na początku holocenu faza lasów brzozowych i brzozowo-sosnowych nie byłaby uwarunkowana klimatycznie; byłaby to jedynie faza drzew pionierskich, które dzięki zdolnościom do szybkiego rozprzestrzeniania się zajmują teren przed nadejściem drzew tworzących las odpowiadający klimatowi danego obszaru. Taka sukcesja roślinności jest charakterystyczna dla okresu preborealnego na całym obszarze Europy środkowej. Niektórzy badacze (np. Beug 1957, Müller 1953 dla terenu Niemiec) dzielą go nawet na część starszą, z dominacją brzozy i pierwszymi śladami drzew ciepłolubnych, oraz młodszą, z dominacją sosny i początkiem ciągłej krzywej wiązu i leszczyny.

Okres borealny

Dolną granicę okresu borealnego wyznacza koniec kulminacji brzozy, maksimum sosny, ostre podniesienie się krzywej leszczyny i konsekwentny wzrost krzywej wiązu.

Okres ten charakteryzują: kulminacja leszczyny i olszy przy ciągłych krzywych dębu i lipy oraz krzywa NAP w granicach 6—10%. Pod ko-

niec okresu przypada pierwszy wierzchołek wiązu. Równocześnie z maksimum *Corylus* pojawia się pyłek *Viscum*, a w następnej próbie *Hedera*. Obie te ciepłolubne rośliny, uważane za wskaźniki optimum klimatycznego, występują w diagramach z Europy środkowej na ogół w młodszej części okresu borealnego (Vb według Firbasa; VI według Jessena 1935—38; Jørgensen 1963 nazywa okres VI — wczesno-atlantyckim). Słuszne więc wydaje się zróżnicowanie okresu borealnego w Mikołajkach na dwie fazy:

a) Faza starsza: dominacja *Pinus* i *Corylus*, początek rozprzestrzeniania się *Alnus* i *Ulmus*. Granicę z fazą młodszą wyznacza maksimum *Corylus* (por. Müller 1953) i pierwszy wierzchołek *Alnus*.

b) Faza młodsza: opadające wartości *Corylus*, pierwszy wierzchołek *Ulmus*, początek rozprzestrzeniania się *Tilia* i *Quercus* oraz pojawienie się *Viscum* i *Hedera*.

Fazy te odpowiadają mniej więcej piętróm Va i Vb w schemacie Firbasa, ważniejszą różnicę stanowi jedynie zachowanie olszy.

a) Faza starsza. Z początkiem okresu borealnego zarówno w okolicy Mikołajek, jak i na innych terenach Pojezierza, zwłaszcza zaś na piaszczach mazurskich, panowały bory sosnowe z domieszką brzozy i osiki. Były one przypuszczalnie dość świetliste, w ich runie mogła występować *Calluna vulgaris*. Na siedliskach urodzajniejszych rozprzestrzeniły się zarośla leszczyny.

Borealna kulminacja *Corylus* jest w Mikołajkach stosunkowo niska (25,9% AP) w porównaniu z niektórymi innymi diagramami z Pojezierza Mazurskiego (np. Łęgno około 55% AP, Dylewo około 56% AP, Łomy około 51% AP, Mazuchówka około 43% AP, Skirlack około 58% AP).

Jest to niewątpliwie związane ze stosunkami glebowymi, cytowane stanowiska leżą bowiem na obszarze żyznych gleb brunatnych (por. Uggla 1956), na których leszczyna mogła tworzyć samodzielne zbiorowiska (Müller 1953), obficie kwitnące i owocujące. Z ich cienistością wiąże Jørgensen (1963) występujący w tym czasie spadek krzywych roślin zielnych. Na terenach piaszczystych, opanowanych przez sośniny, kulminacja leszczyny dochodzi zaledwie do kilkunastu, a najwyżej do dwudziestu procent (por. diagramy Breitenfelda, Mothesa — 1940). Na nieco żyzniejszych miejscach leszczyna mogła występować w podszyciu borów sosnowych, wtedy jednak kwitła zapewne słabo.

Rozwój zbiorowisk sosnowych i leszczynowych wiąże się prawdopodobnie z borealnym osuszeniem klimatu. Z początkiem tego okresu nastąpiło też ostateczne wytopienie martwych lodów i zapadnięcie zbiorników, co na terenie Pojezierza wywołało dość znaczne wahnięcia poziomu wód gruntowych, prowadzące w ostatecznym efekcie do jego obniżenia. Następstwem zmiany klimatu i obniżenia poziomu wód było osuszenie i zarośnięcie płytszych części wielu jezior lub nawet całych niezbyt głę-

bokich zbiorników. Na powstałe w ten sposób siedliska wkroczył nowy przybysz — *Alnus glutinosa*, znajdując od razu dogodnie warunki do szybkiego rozprzestrzenienia się.

b) Faza młodszą. Zmiany w szacie roślinnej poszły w tej fazie w kierunku ograniczania siedlisk zarośli leszczynowych przez wkraczające drzewa liściaste — wiąz, a następnie lipę i dąb. W runie sośnin rozprzestrzeniła się orlica (*Pteridium aquilinum*), a w olszyny schroniła się *Dryopteris thelypteris* i *Humulus*.

Krzywa *Fraxinus excelsior* wykazuje w tym czasie w diagramie z Mikołajek pierwsze niewielkie podniesienie. Pyłek jesionu pojawia się w diagramie bardzo wcześnie, z końcem okresu preborealnego, synchronicznie z *Alnus* i od razu w postaci krzywej ciągłej. Jest więc prawdopodobne, że jesion od samego początku towarzyszył olszy w tworzeniu zbiorowisk leśnych na siedliskach podmokłych.

Pojawienie się pyłku *Viscum*, a następnie *Hedera* w połowie okresu borealnego wskazuje, że warunki klimatyczne były wtedy co najmniej takie same, a przypuszczalnie nawet korzystniejsze od panujących tu obecnie. Dowodzi tego zwłaszcza bluszcz, kwitnący dziś w Polsce stosunkowo rzadko, a na Pojezierzu znajdujący się już blisko swej wschodniej granicy zasięgu. *Hedera*, jako gatunek oceaniczny, wskazywać ma na łagodne zimy, a *Viscum* — na bardziej kontynentalne i ciepłe lata. Według Iversena (1960) zmiany zachodzące we wzajemnym stosunku ilościowym obu tych roślin mogą nawet świadczyć o zmianie klimatu w kierunku oceanizmu lub kontynentalizmu. W świetle tych sugestii charakterystyczne są w Mikołajkach większe ilości pyłku *Viscum* w porównaniu z *Hedera*, natomiast w Danii (Jørgensen 1963) elementy te występują w stosunku odwrotnym. Niemniej pojawienie się pyłku *Hedera* w diagramie z Mikołajek zdaje się wskazywać na wilgotniejszy i łagodniejszy klimat drugiej połowy okresu borealnego.

O wczesnym pojawie olszy na Pojezierzu. Wczesne pojawienie się i kulminacja pyłku *Alnus* w diagramach z Pojezierza (np. Mikołajki, Dylewo, Mazuchówka, diagramy z Puszczy Romińskiej — Gross 1935—7, i z Suwalszczyzny — Ołtuszewski 1937) jest rysem charakterystycznym okresu borealnego na tym terenie. W Polsce południowej, a także na obszarach Europy środkowej położonych bardziej na zachód zjawiska te występują dużo później.

Odróżnianie gatunków olszy po pyłku, jakkolwiek uważane przez niektórych autorów za możliwe (np. Erdtman 1953; Donner 1954), na ogół nie jest dotychczas stosowane w pracach palynologicznych. Na terenie Europy środkowej w grę wchodzić może zarówno *Alnus glutinosa* jak i *A. incana* (*A. viridis* tylko lokalnie w terenach górskich). Na niżu środkowoeuropejskim olsza czarna odgrywała jednak zdecydowanie więk-

szą rolę i na ogół historię olszy zapisaną w diagramach pyłkowych z tych terenów interpretuje się jako historię *A. glutinosa* (por. Jørgensen 1954; Firbas 1949).

Na Pojezierzu Mazurskim można by się spodziewać obecności *A. incana* w okresie borealnym, o ile przyjmie się hipotezę o jej rozprzestrzenianiu się w holocenie od północnego wschodu (Firbas 1949). Jednak w profilu z Mikołajek od chwili pojawienia się pyłku olszy występują też szczątki makroskopowe *Alnus glutinosa*. O ile więc *A. incana* w ogóle rosła tu w tym czasie, to nie miała większego znaczenia. Dziś drzewo to rośnie na Pojezierzu tylko na rozproszonych stanowiskach i jego rola w zbiorowiskach leśnych jest znikoma (Faliński msk.).

Racjonalna granica *Alnus* w diagramach pyłkowych służyła często jako kryterium stratygraficzne. Na jej podstawie przeprowadzone były granice pięter w schematach v. Posta (1929) i Jessena (1935), Nilssona (1953 i 1961), Faegriego (1939/40) i Firbasa (1949). W 1954 r. Jørgensen podał w wątpliwość synchroniczność tego poziomu w diagramach. Jego zdaniem, rozprzestrzenienie się *Alnus*, związane głównie z warunkami podłoża, w dużo mniejszym stopniu uzależnione jest od temperatury. Zależność od czynników lokalnych stwarza, zdaniem Jørgensena (1954, 1963), możliwości znacznego opóźnienia lub przyspieszenia rozprzestrzeniania się tego drzewa. Zgodnie z tym założeniem, nie używa on racjonalnej granicy *Alnus* do wyznaczania pięter stratygraficznych. Firbas (1949) podkreśla również, że rozszerzanie się olszy uzależnione było od wykształcenia się odpowiednich dla niej siedlisk, co częstokroć mogło nastąpić dopiero w wyniku długotrwałego wpływu klimatu stosunkowo suchego i ciepłego, z dużymi rocznymi wahaniami wilgotności (okres borealny).

Wydaje się, że świeże tereny polodowcowe dysponowały wcześniej niż inne obszary siedliskami odpowiednimi dla olszy. Do terenów takich należy Pojezierze Mazurskie. Jeżeli *Alnus* wędrowała, jak przypuszcza Firbas (l. c.), z północnego wschodu, mogła tutaj już nawet na początku okresu borealnego znaleźć dogodne dla siebie warunki rozwoju.

Gdy zestawi się przebiegi krzywych *Alnus*, *Corylus* i *Quercetum mixtum* w okresie przed optimum klimatycznym z diagramów niżu środkowoeuropejskiego, można łatwo zaobserwować — idąc ze wschodu na zachód — konsekwentne opóźnienie racjonalnej granicy i pierwszej kulminacji olszy w stosunku do pozostałych elementów. W Polsce północno-wschodniej olsza pojawia się razem z leszczyną i wiązem już z końcem okresu preborealnego, a kulminuje po raz pierwszy prawie równocześnie z leszczyną, w pierwszej połowie okresu borealnego. Na północnym zachodzie Polski, w czasie maksimum leszczyny, olszy jest już dość dużo, ale kulminuje na ogół dopiero nieco później (Szafranski 1961, Ołtuszewski 1957, Nietsch 1934). Na niżu północnoniemieckim w czasie kulminacji leszczyny pojawiają się zaledwie pierwsze ślady olszy,

a maksimum osiąga ona dopiero później, razem z pierwszą kulminacją *Quercetum mixtum* lub nawet powyżej (Schubert 1933, Schüttrumpf 1953, Pfaffenberg 1947 — według diagramów publikowanych u Firbasa 1949). Opóźnienie to najwyraźniej występuje na terenach poza zasięgiem najmłodszej akumulacji lodowcowej, czyli poza najmłodszą strefą pojezierną (por. Kaiser — 1960).

Okres atlantycki

Dolną granicę okresu atlantyckiego przeprowadzono w miejscu pierwszego wyraźnego podniesienia się krzywych lipy i dębu oraz spadku NAP poniżej 10% sumy totalnej.

W całym okresie atlantyckim, jak zresztą i we wszystkich pozostałych, panuje sosna, przy dość wysokich i na ogół stałych ilościach brzozy i olszy. W obrębie *Quercetum mixtum* dominuje początkowo *Ulmus*, a później *Quercus*, stwarzając podstawę do wyróżnienia dwu faz: starszej (a) i młodszej (b).

Fazy te odpowiadają mniej więcej piętrům V i VII w schematach Firbasa i Grossa, z tą jedynie różnicą, że kulminacja lipy zarówno na Pojezierzu, jak i na innych obszarach Europy środkowej przypada na ogół na młodszą część optimum klimatycznego. Niezgodność ta nie ma większego znaczenia, ponieważ średnie wartości pyłku lipy w Mikołajkach są przez cały okres atlantycki niższe, aniżeli na sąsiadujących terenach i wynoszą dla fazy starszej 3,0%, a dla młodszej 3,5%, z kulminacją wynoszącą tu 5,6%. Różnica może więc nawet leżeć w granicach błędu statystycznego.

Udział ciepłolubnych drzew liściastych (*Quercetum mixtum*) w spektrach z okresu atlantyckiego jest odmienny w różnych częściach Pojezierza i pozostaje w ścisłej zależności od warunków glebowych. Różnice te ilustrują dobrze zestawienia liczbowe umieszczone w pracy Firbasa (1952, str. 207 i 213). Na glebach żyznych udział *Quercetum mixtum* jest duży, zwłaszcza zaś udział lipy, przewyższający niekiedy nawet ilości dębu w młodszej części okresu atlantyckiego (Puszcza Dylewska, maks. do 37% AP). Firbas (l. c.) przypuszcza, że w diagramach tych udział sosny jest i tak jeszcze powiększony przez nalot pyłku z pobliskich obszarów piaszczystych. Jest prawdopodobne, że w okresie optimum na niektórych terenach pokrytych ciężkimi glebami ilastymi sosna w ogóle nie występowała. Na glebach piaszczystych udział *Quercetum mixtum* był niski przez cały okres atlantycki (Grom — maks. 10% AP, diagramy Breitenfelda i Mothesa z okolic Szczytna i Puszczy Piskiej — maks. 10—15% AP).

W starszej fazie okresu atlantyckiego (a) gleby piaszczyste Pojezierza zajęte były nadal przez bory sosnowe oraz mieszane. Na glebach żyzniejszych rozwinęły się wielogatunkowe lasy liściaste.

Na terenach niskich i wilgotnych wykształciły się lasy typu łągów z olszą, wiązami, jesionem i klonem.

W mieszanych lasach liściastych na glebach suchszych i wyżej położonych główną rolę odgrywała lipa. Nie udało się stwierdzić na pewno, czy obok panującej *Tilia cordata* występowała i *T. platyphyllos*, ponieważ rozróżnienie tych dwóch gatunków jest dosyć trudne. Spotymano ziarna pyłku o typie morfologicznym *T. platyphyllos*, ale tylko pojedynczo i nie jest wykluczone, że były to nietypowe ziarna *T. cordata*. Jeżeli gatunek ten w ogóle występował na terenie Pojezierza w optimum klimatycznym, to nie miał większego znaczenia.

Rysem charakterystycznym młodszej fazy okresu subatlantyckiego (b) jest stopniowo wzrastająca przewaga dębu.

Zjawisko to występuje w większości diagramów środkowoeuropejskich. Iversen (1960) wiąże je z zarastaniem jezior i podsychaniem miejsc bagnistych, w wyniku czego powiększała się powierzchnia siedlisk dla *Quercus robur*, który w przeciwieństwie do lipy i wiązu, może występować na glebach zatorfionych. Drugim czynnikiem powodującym zwiększanie się ilości dębu miała być, według Iversena, stopniowa degradacja gleb, zwłaszcza piaszczystych, na skutek długotrwałego procesu wietrzenia i wymywania.

Na Pojezierzu, obfitującym w gleby piaszczyste, prawdopodobnie ten drugi czynnik był główną przyczyną późnoatlantyckiego wzrostu ilości dębu. Kulminację mogły tworzyć oba gatunki występujące dziś na tym terenie — *Quercus robur* i *Q. sessilis*. W Krainie Wielkich Jezior dąb bezszypułkowy jest dziś już poza wschodnią granicą zwartego zasięgu i występuje tylko pojedynczo (Gross 1933b). Zdaniem Firbasa (1949) i Grossa (l. c.), czynnikiem ograniczającym tu jego zasięg są ostre zimy, a szczególnie późne przymrozki. Jednak w korzystniejszym od dzisiejszego klimacie atlantyckim jego granica mogła być przesunięta w kierunku wschodnim*.

Gatunek ten na Pojezierzu występuje najchętniej w żyznych borach sosnowych, rzadziej w sośninach suchych i ubogich, w każdym razie z reguły towarzyszy sośnie (Gross l. c.). Jest więc prawdopodobne, że w okresie atlantyckim, kiedy gleby piaszczyste nie były jeszcze tak silnie zdegradowane jak dziś, mógł on tworzyć znaczną domieszkę w borach sosnowych.

Krzywa świerka w diagramie z Mikołajek jest w okresie atlantyckim prawie ciągła, ale jeszcze zbyt niska, aby przyjąć jego występowanie *in situ*, i to nawet w pojedynczych egzemplarzach. Pyłek ten pochodzi

* Współczesny przebieg tej granicy mógł powstać stosunkowo niedawno. W materiale węgli drzewnych z wczesnośredniowiecznego stanowiska w Jeziorku koło Giżycka (poza dzisiejszą granicą zwartego zasięgu *Q. sessilis*) Zabłocki (1952) stwierdził, że większość węgla dębu, występujących w dość dużych ilościach, należy do dębu bezszypułkowego.

prawdopodobnie z niedalekiego transportu, np. z północno-wschodniej części Pojezierza, gdzie świerk tworzył już wtedy niewielką domieszkę w lasach.

Okres atlantycki w Mikołajkach posiada najniższe w całym profilu wartości roślin zielnych, co wiąże się z prawie zupełnym zwarciem pokrywy leśnej. Utrzymują się jedynie nieco większe ilości paproci, i to głównie *Dryopteris thelypteris*, związanej z olszynami, oraz *Pteridium aquilinum*, występującej w runie sośnin. Od połowy okresu atlantyckiego krzywa *Pteridium aquilinum* wyraźnie spada. Powodem mogło być zwiększenie cienistości sośnin na skutek wzrostu w nich udziału dębu. W najbardziej prześwietlonych płatach tych zbiorowisk mogła, podobnie jak w okresie poprzednim, występować *Calluna vulgaris* i *Lycopodium clavatum*, a w najbardziej kserotermicznych ich wariantach także *Anthericum ramosum*. Niewielkie ostoje roślinności nieleśnej zachowały się tu niewątpliwie przez cały holocen (stromie zbcza, żwirowiska itp.). Były one jednak w okresie atlantyckim tak małe i zgłuszone przez las, że w deszczu pyłkowym nie znalazły pełniejszego wyrazu. Obok niskoprocentowych lecz ciągłych krzywych *Gramineae* i *Cyperaceae*, jedynie *Artemisia* utrzymuje się w postaci przerywanej krzywej, inne heliofity występują tylko jako pojedyncze ziarna pyłku (np. *Rumex*, *Chenopodiaceae*).

Przy końcu okresu atlantyckiego znalezione zostało pierwsze ziarno pyłku *Plantago lanceolata* (pr. 62), rozpoczyna się też w diagramie przerywana krzywa *Urtica*.

Okres subborealny

Wyznaczenie granicy pomiędzy okresem atlantyckim a subborealnym napotyka poważne trudności. W tym bowiem czasie człowiek dokonywał już tak istotnych przemian w składzie szaty roślinnej, że nieraz bardzo trudno jest rozdzielić w diagramie pyłkowym zmiany wywołane czynnikami klimatycznymi od wyników jego działalności. Zmiany spowodowane przez człowieka nie mogą służyć do przeprowadzania granic dzielących okresy, ponieważ na różnych terenach mogą występować nierównocześnie. Dobrym tego przykładem może być szeroko dyskutowane w ostatnich latach zagadnienie spadku krzywej wiązu (Iversen 1941, 49, 60; Faegri 1944; Troels-Smith 1954, 55, 60 i in.), uważanego do niedawna za jeden z głównych wskaźników tej granicy (Firbas 1949; Godwin 1956 i in.). Pomimo że literatura dotycząca tego przedmiotu stale rośnie, problem nadal nie jest jeszcze wyjaśniony (por. Schütrumpf 1963). Ostatnio Turner (1962, 64) wykazała, że i spadek lipy ma związek z działalnością człowieka i nie jest synchroniczny nawet na terenie samej Anglii, a więc w żadnym wypadku nie

może służyć za poziom przewodni na większych obszarach. Używano też jako wskaźnika tej granicy pierwszych ziarn pyłku roślin synantropijnych (F i r b a s 1949). Dziś, przy obliczaniu spektrów na podstawie dużo większej ilości ziarn pyłku, pierwsze ślady człowieka stwierdza się niekiedy już w okresie atlantyckim (M ü l l e r 1953).

Pewniejszą podstawę dla przeprowadzenia granicy klimatycznej między okresem atlantyckim a subborealnym daje pojaw i rozprzestrzenianie się gatunków, które dotychczas ze względów klimatycznych nie występowały wcale lub nie odgrywały większej roli w składzie szaty roślinnej danych obszarów. W diagramie z Mikołajek przyjęto za wskaźniki tej granicy pierwsze lekkie podniesienie krzywej *Picea* i początek ciągłych krzywych *Carpinus* i *Fagus*. Ilości pyłku tych trzech drzew są jeszcze wtedy zbyt niskie, aby mogły oznaczać ich występowanie na danym terenie, ale sygnalizują ich zbliżenie się (Mikołajki są poza obecną wschodnią granicą zwartego zasięgu buka — G r o s s 1934). Zjawiska te w diagramie są synchroniczne z holocenijskim maksimum dębu, które G r o s s przyjmuje w swoich pracach jako kryterium górnej granicy optimum klimatycznego. Równocześnie występuje pierwszy wyraźny spadek krzywej *Ulmus* i pierwsze poptymalne podniesienie krzywej *Corylus*. Od tego też momentu wskaźniki gospodarki ludzkiej towarzyszą już regularnie dalszemu rozwojowi szaty leśnej.

Okres subborealny wyróżnia się w diagramie kulminacją krzywej *Corylus*, przy nadal wysokich wartościach *Pinus*, *Alnus* i *Quercus*, oraz spadkiem krzywych *Ulmus* i *Tilia*, a wzrostem *Picea* i *Carpinus*. Pod koniec okresu krzywa *Corylus* opada, zwiększają się natomiast ilości pyłku *Betula* i roślin zielnych.

Panującymi zbiorowiskami leśnymi zarówno w okolicy Mikołajek, jak i na piaszczystych obszarach południowej części Pojezierza były nadal bory sosnowe i sosnowo-dębowe (B r e i t e n f e l d, M o t h e s 1940), natomiast skład lasu na glebach żyzniejszych zaczął się zmieniać. Przyczyną była ekspansja graba, który zaczął rozszerzać się kosztem wiązu i lipy, formując razem z dębem zbiorowiska wyjściowe dla dzisiejszego *Quercocarpinetum s. l.* Równocześnie lasy liściaste na glebach żyznych były już wtedy na szerszą skalę niszczone przez człowieka. Po trzebieżach, na ich siedliskach wykształcały się zbiorowiska typu zaroślowego, złożone głównie z leszczyny (por. str. 75).

W pierwszej połowie okresu przypada holocenijska kulminacja olszy. Zjawisko to, obserwowane często w diagramach z terenu Europy środkowej, było — zdaniem F i r b a s a (1949) — następstwem oddziaływania długiego okresu ciepłego klimatu. W wyniku zarastania zbiorników wodnych wytwarzały się masowo nowe siedliska dogodne dla olszy (powstały np. wówczas tak charakterystyczne pierścienie olszowe, otaczające jeziora). Jak przypuszcza G r o s s (1939, za F i r b a s e m 1949), na wilgotnych glebach ilasto-gliniastych olsza mogła także wchodzić w skład

mieszanych lasów liściastych, zajmujących późniejsze siedliska *Quercus-Carpinetum* (prawdopodobnie w jego najwilgotniejszych typach, odpowiadających dzisiejszym gronom niskim, tworzącym często płyty przejściowe do zbiorowisk z *Alno-Padion* — por. Medwecka-Kornasiowa 1959).

W części północno-wschodniej Pojezierza wzrósł w tym czasie udział świerka w drzewostanach. Na ogół nie przekraczał on w diagramach 10% AP (Sapałówka, Borki, także diagramy Ołtuszewskiego 1937), jedynie w północnej części Suwalszczyzny było go więcej (Vogt 1938 — stratygrafia diagramów niezupełnie jasna). Również w części Puszczy Rominckiej przyległej do granic Polski (Ister See, Nassawen — Gross 1935b) udział świerka w okresie subborealnym dochodzi do około 30%. W okolicy Mikołajek świerk zbliżający się do swej dzisiejszej granicy zasięgu tworzyć mógł wtedy tylko niewielką domieszkę w lasach.

Zasadniczy, naturalny skład szaty leśnej, który ustalił się na Pojezierzu pod koniec okresu subborealnego, przetrwał tam do dnia dzisiejszego. Wszystkie jego zmiany w okresie subatlantyckim wywołane zostały w pierwszym rzędzie przez człowieka. Zachodzące w tym czasie zmiany klimatu w kierunku ochłodzenia i zwilgotnienia wywołały głównie przesunięcia ilościowe poszczególnych komponentów na korzyść gatunków mniej wymagających. Obecnie przyjmuje się, że w okresie subborealnym panował klimat o charakterze przejściowym (Zeist 1955; Godwin 1956; Iversen 1960 i in.). Zdaniem Iversena (l. c.), subborealny spadek krzywej *Hedera* w diagramach z obszarów o klimacie umiarkowanie oceanicznym (Dania, południowa Anglia) wskazuje na ogólne obniżenie temperatury, a zwłaszcza na ostrzejsze zimy. W diagramach z terytorium Polski *Hedera* występuje w optimum klimatycznym tylko w postaci pojedynczych ziarn i zależności tej nie można prześledzić. Niemniej należy stwierdzić, że w okresie subborealnym, nawet na terenach o stosunkowo ostrym klimacie, jak np. Podhale (Molkówka — Koperowa 1962) czy Pojezierze Mazurskie (Mikołajki), bluszcz jeszcze zakwitał, co świadczy, że zimy były łagodniejsze niż obecnie. Osady z Jeziora Mikołajskiego nie dostarczają żadnych dowodów na poparcie hipotezy o suchości okresu subborealnego, co zresztą stwierdził już wcześniej Gross 1935c, 36) dla innych rejonów Pojezierza. Przeciwnie, wzrost udziału pyłku atlantyckich gatunków drzew — nawet w Mikołajkach, leżących poza obecnymi granicami ich zasięgu (początek ciągłej krzywej *Fagus*, pierwsze pojedyncze ziarna *Abies*) — świadczy raczej o pewnej ogólnej oceanizacji klimatu (por. Nilson 1964). To samo zjawisko jeszcze wyraźniej można zaobserwować w diagramach z Polski południowej (Koperowa 1962; Matakowa 1962; Szczepanek 1961).

Inne stanowisko w sprawie klimatu okresu subborealnego zajął ostatnio Salmi (1963). Badacz ten stwierdził w kilkunastu stanowiskach z terenu Finlandii poziom orzechów, gałęzi i korzeni *Corylus avellana*,

występujący w torfie z okresu subborealnego. Wkroczenie leszczyny na torfowiska oraz sam charakter torfu (silnie zhumifikowany i przesuszony) świadczą, zdaniem autora, że klimat okresu subborealnego był suchszy niż w okresie poprzednim i następnym.

Okres subatlantycki

Przeprowadzenie granicy pomiędzy okresem subborealnym a subatlantyckim nasuwa jeszcze więcej trudności, aniżeli przeprowadzenie górnej granicy optimum klimatycznego. Rysem charakterystycznym okresu subatlantyckiego na Pojezierzu Mazurskim jest ekspansja graba, na północnym wschodzie świerka, a na krańcach zachodnich także i buka. Gatunki te jednak zaczęły się stopniowo rozszerzać już w okresie poprzednim i nie wyznaczają początku okresu subatlantyckiego. Gross w swych pracach, a także Firbas (1949, 52) przyjmują jako kryterium granicy pomiędzy tymi okresami w diagramach z Pojezierza moment, gdy udział *Quercetum mixtum* i *Corylus* spada poniżej 10%. Jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę równoczesny intensywny rozwój gospodarki ludzkiej i związane z nim zmiany w składzie lasu, dochodzimy do wniosku, że kryterium to nie posiada wystarczającej wymowy klimatycznej i może mieć jedynie znaczenie konwencjonalne.

Tak pojętą dolną granicę okresu subatlantyckiego przeprowadzono w diagramie z Mikołajek, zgodnie ze wspomnianymi sugestiami Grossa i Firbasa, w poziomie odznaczającym się spadkiem *Quercetum mixtum* do około 10%, a *Corylus* poniżej 5%, przy równoczesnym wzroście krzywej brzozy. Trudno jest powiedzieć, w jakim stopniu zjawiska te związane są ze zmianami klimatycznymi. W tym samym bowiem czasie kulminują krzywe roślin synantropijnych, wskazując na zagospodarowanie terenu, którego następstwem musiały być duże zmiany naturalnej szaty roślinnej. Świadczy o tym jednoczesny spadek krzywych *Picea* i *Carpinus*, a więc drzew protegowanych w tym okresie przez klimat. Zmniejszenie się ilości pyłku leszczyny można tłumaczyć do pewnego stopnia subatlantyckim zwilgotnieniem klimatu. Występujący mniej więcej w tym samym czasie wzrost krzywej *Salix* mógł być spowodowany zarówno czynnikami klimatycznymi (podniesienie poziomu wody), jak i gospodarką człowieka, ponieważ *Salix* należy do grupy roślin pionierskich, tworzących pierwsze stadium zaroślowe w sukcesji na terenach sztucznie odlesionych (por. Iversen 1949). To samo odnosi się do brzozy i topoli. Pewien wskaźnik klimatyczny może tu stanowić krzywa *Sphagnum*. Spory *Sphagnum* w diagramie z Mikołajek w starszych okresach spotykane tylko pojedynczo, tworzą od poziomu, który przyjęto za granicę okresów subborealnego i subatlantyckiego, niską wprowadzie ale ciągłą krzywą. W osadzie jeziornym zmiana ta może wskazywać na wzrost aktywności torfowisk w danym terenie.

Okres subatlantycki charakteryzuje w diagramie panowanie sosny i brzozy przy dość wysokich wartościach olszy oraz dębu i graba. Pozostałe składniki *Quercetum mixtum* a także *Corylus* nie odgrywają większej roli, podobnie jak i *Fagus*. Ilości roślin zielnych, wyższe jak w poprzednich okresach holocenu, wahają się w granicach kilkunastu do dwudziestu kilku procent sumy totalnej.

Naturalny układ zbiorowisk roślinnych Pojezierza nie ulegał już w okresie subatlantyckim zasadniczym zmianom. Jedynie w części północno-wschodniej miała miejsce wyraźna ekspansja świerka. Gross (1935b) przypuszcza, że świerk tworzył wtedy czyste drzewostany, natomiast Firbas (1949) wiąże wysokie procenty pyłku tego drzewa w diagramach raczej z jego obecnością na torfowiskach śródleśnych. Zbiorowiska tego typu opisał ostatnio Polakowski (1962) jako *Piceo-Sphagnetum Girgensohnii*. Poza tymi zbiorowiskami świerk, zdaniem Firbasa (l. c.), występował jedynie jako domieszka w innych lasach. W części zachodniej terenu wzrósł nieco udział buka w drzewostanach (Kurowskie Mchy — 4% AP). Umocniła się też pozycja graba, jako jednego z głównych składników mieszanych lasów liściastych na glebach żyzniejszych (*Quercus-Carpinetum s. l.*).

Innych zmian, będących wynikiem ochłodzenia i zwilgotnienia klimatu i idącej za tym stopniowej degradacji gleb, niepodobna odróżnić od zmian wywoływanych gospodarką człowieka. Tak jedne, jak i drugie wyraziły się w dalszym ograniczaniu terenów zajmowanych przez mieszane lasy liściaste, w rozprzestrzenianiu się zbiorowisk leśnych złożonych z gatunków mało wymagających, a silnie ekspansywnych, po części też i zbiorowisk nieleśnych.

Wyraźne dowody rozszerzania się tego typu zbiorowisk, związanych z działalnością ludzką, a równocześnie potęgowanych przez zmiany klimatu występują w diagramie z Mikołajek mniej więcej w środkowej części okresu subatlantyckiego. Pojawienie się ciągłej krzywej jałowca wskazuje, że krzew ten zaczął wówczas odgrywać istotną rolę w krajobrazie.

Dzisiaj *Juniperus communis* związany jest na Pojezierzu głównie z dwoma typami zbiorowisk roślinnych. Występuje on obficie w luźnych sośninach na piaskach, stanowiących stadium przejściowe pomiędzy pionierskimi zbiorowiskami z rzędu *Corynephoralia* a borami sosnowymi („Heidewald” Steffena 1931). Zarastanie tego typu charakterystyczne jest na licznych, piaszczystych pastwiskach pozostawionych samym sobie (Kornaś 1959). W obu stadiach sukcesji, zarówno w zbiorowiskach z *Corynephorus*, jak i w zaroślach sosnowo-jałowcowych, często występuje w dużych ilościach *Jasione montana*. Kulminacja pyłku tej rośliny w diagramie, dokładnie synchroniczna z podniesieniem krzywej *Juniperus*, jest więc znamienna.

Jałowiec jest poza tym jednym z dominujących krzewów w podobnie

prześciowych zbiorowiskach, powstających na skutek zarastania wtórnych muraw kserotermicznych. Murawy te, wytworzone przez człowieka na siedliskach ciepłolubnych zarośli i lasów z rzędu *Quercetalia pubescentis*, utrzymują się tak długo, dopóki człowiek wypala, kosi i wypasa teren.

Wtórne rozszerzanie się roślinności muraw kserotermicznych, która w małych płatach przetrwała najprawdopodobniej od późnego glacjału, zachodziło w całej młodszej części okresu subatlantyckiego. Dowodzi tego pojawienie się w diagramie ziarn pyłku takich roślin, jak *Sanguisorba minor* czy *Anthericum* cf. *ramosum* (gatunki charakterystyczne dziś dla klasy *Festuco-Brometea*). Ze zbiorowisk tego typu lub z łąk pochodzić może pyłek *Centaurea* t. *scabiosa*, *Geranium* sp., *Campanula* sp. i *Gentiana* sp.

Wyraźne zwiększenie się ilości pyłku *Calluna vulgaris* w górnej części okresu subatlantyckiego pozostaje przypuszczalnie w związku z wtórnym rozwojem zbiorowisk z rzędu *Nardetalia* na łąkach o glebach wyjałowionych nadmierną eksploatacją, w warunkach klimatu wilgotnego. Równocześnie z subatlantyckim wzrostem krzywej *Calluna* występują w Mikołajkach spory *Lycopodium clavatum*, gatunku charakterystycznego dla klasy łąk jałowych i wrzosowisk (*Calluno-Ulicetea*).

W młodszej części okresu subatlantyckiego pojawiają się w diagramie pojedyncze ziarna pyłku *Taxus baccata* (tabl. III, fot. 12, 13), tworząc na przestrzeni kilku prób ciągłą krzywą. Przypuszczalnie nie wszystkie ziarna zostały wynotowane, z powodu trudności w oznaczaniu (por. B e r t s c h 1961). Można więc przypuścić, że cis rósł w tym czasie w najbliższej okolicy jeziora. Na Pojezierzu znane są liczne współczesne stanowiska cisa, niektóre z nich oddalone od Mikołajek nie więcej, jak 20 do 30 km (G r o s s 1933a). Występuje on tutaj przeważnie w podszyciu lasów dębowo-grabowych lub w świerczynach zajmujących zazwyczaj wtórnie siedliska mieszanych lasów liściastych. Może rosnąć również na miejscach zatorfionych i na niezbyt suchych piaskach.

Pyłek cisa do niedawna nie był wyróżniany w diagramach, toteż o historii tego atlantyckiego gatunku wiemy stosunkowo mało. W Europie środkowej zjawiał się on prawdopodobnie z końcem okresu atlantyckiego, być może jeszcze przed nadejściem buka (F i r b a s 1949). V. Z e i s t (1959) w Holandii notuje go od schyłku okresu atlantyckiego. Najstarsze holocenijskie stanowisko posiada cis na terenie Irlandii, gdzie stwierdzony został w okresie borealnym (J e s s e n 1949). Jego późne pojawienie się w holocenie wiąże G o d w i n (1956) z dużymi wymaganiami wilgotnościowymi i nietolerancją na surowe zimy. Ten ostatni czynnik powoduje, że północno-wschodnia granica zasięgu cisa pokrywa się dziś mniej więcej z izotermą stycznia $-4,5^{\circ}\text{C}$, przebiegającą przez północno-wschodnią część Pojezierza Mazurskiego, na linii Olecko—Gołdap.

Górny odcinek diagramu (powyżej trzeciej fazy zasiedlenia terenu), obejmujący próby z półpłynnego osadu, nie był brany pod uwagę przy

interpretacji. Odcinek ten, jakkolwiek dość mięszy, reprezentuje przypuszczalnie stosunkowo krótki okres czasu, a poza tym materiał jest tu niewątpliwie wymieszany (zwierzęta wodne, działalność człowieka). Na zjawisko mieszania się materiału w obrębie górnej, luźnej warstwy osadu jeziornego z okresu kilkudziesięciu lat, zwraca m. in. uwagę M. Fries (1962). Jego zdaniem, jest to przyczyną zacierania się bardziej gwałtownych, szybkich zmian zachodzących w składzie szaty roślinnej w diagramach pyłkowych z takich osadów.

WPLYW OSADNICTWA NA SZATĘ ROŚLINNĄ

Zarys rozwoju kultur na badanym obszarze

Na terenach pojeziernych północno-wschodniej Polski i przyległej części ZSRR człowiek pojawił się w okresie ostatniego glacjału (Gross 1938a). Ślady kultur paleolitycznych i mezolitycznych, w postaci narzędzi z kamienia, rogów i kości rozsiane są po całym obszarze. Ludność trudniąca się łowiectwem grupowała się głównie na terenach pagórkowatych, natomiast Dolinę Wielkich Jezior zamieszkiwały przede wszystkim ludy rybackie (Jakimowicz 1953). W wielu przypadkach udało się wydobyć zabytki kulturowe wprost z osadów organicznych, które zostały datowane za pomocą analizy pyłkowej. Za najstarsze z nich uznano narzędzia kościane, stwierdzone w osadach starszego dryasu w Abschrüten (Gross 1937a, 38a). Zabytki kultury lyngbijskiej znane są z osadów Allerødu (Szczybały Giżyckie, Gumbinnen, Grenzfelde — Gross l. c.) oraz z początkowych okresów holocenu (Półwieś k. Zalewa — Gross 1937c — pogranicze okresów preborealnego i borealnego, Łęgno k. Lidzbarku, Pilkallen — Gross 1939a,b — początek okresu borealnego). Z tego samego mniej więcej okresu pochodzą zabytki kultury kundajskiej-maglemoskiej z Sapałówki (Gross 1939b), Menturren (Gross 1937a) i Zedmar (Gross 1938c).

Osadnictwo neolityczne na terenach Pojezierza rozpoczęło się przypuszczalnie z pewnym opóźnieniem w stosunku do innych obszarów Europy środkowej i trwało tutaj nieco dłużej (według Jakimowicza l. c. nawet do około 1000 lat n. e.). Skupiało się ono głównie na terenach sandrowych południowej części Pojezierza i w nieckach jeziornych. Wyniesione tereny Garbu Lubawskiego, Pojezierza Mrągowskiego i Wschodniomazurskiego były przypuszczalnie niezamieszkałe. Liczne zabytki neolityczne znalezione w osadach organicznych zostały datowane za pomocą analizy pyłkowej. Na tej podstawie Gross przyjmuje, że kultura ceramiki grzebykowej zjawiała się w starszej części okresu atlantyckiego, ale główny jej rozwój przypada na młodszą część tego okresu, aż po początek okresu subborealnego (nie publikowane diagramy Grossa

z okolic Olsztyna i Giżycka — za F i r b a s e m 1949). W Zedmar, w poziomie z późnego okresu ceramiki grzebykowej G r o s s (1938c) znalazł pierwsze ziarno pyłku *Cerealia*. W diagramach z Mazuchówki k. Giżycka (G r o s s 1935c, 37a) w poziomie z zabytkami ceramiki sznurowej występują zjawiska uważane dziś na ogół za wynik gospodarki człowieka (spadek krzywych *Ulmus* i *Tilia* z równoczesnym wzrostem udziału *Pinus*). Tu G r o s s prowadzi granicę pomiędzy okresem atlantyckim i subborealnym.

Pierwsze wyroby z brązu pojawiły się na Pojezierzu około 500 lat później niż na innych ziemiach Polski, a i te są bardzo nieliczne. Natomiast z IV okresu brązu znane są rozległe cmentarzyska i osady, świadczące o intensywnym zasiedleniu terenu (J a k i m o w i c z l. c.). Wiążą się one z prasłowiańską kulturą łużycką. Ludność tej grupy, zajmująca się zarówno hodowlą jak i uprawą roli, zasiedliła centralne wzniesienie Pojezierza, sięgając na północ aż po Pregolę, na wschodzie nie objęła jednak doliny Wielkich Jezior. Przymuszczalnie przebiegała tedy granica plemienna. Na wschód od niej zamieszkiwały plemiona słabo dotychczas poznane, wywodzące się prawdopodobnie z pierwotnej ludności prapruskiej. Plemiona te wznosiły na brzegach jezior osady bagienne na palach, których szczątki, zatopione na skutek subatlantyckiego podniesienia poziomu wody, zachowały się niejednokrotnie do dziś. W osadzie takiej, założonej nad jeziorem Orzysz (około 30 km na wschód od Mikołajek), znaleziono resztki zbóż i kości zwierząt domowych (J a k i m o w i c z l. c.). Zabytki z okresu wczesnego brązu, pochodzące z Borek p. Olecko, zostały datowane palynologicznie i zaliczone do starszej części okresu subborealnego (powyżej maksimum *Quercus* oraz spadku *Ulmus* i *Tilia*. — G r o s s 1935c, 36). Zabytki z pogranicza brązu i żelaza w profilu z Gromu umieszcza G r o s s (l. c.) na granicy okresów subborealnego i subatlantyckiego (diagram mało czytelny na skutek dominacji sosny dochodzącej do około 80% AP). G r o s s wiąże masowe zasiedlanie terenu przez ludność, trudniącą się głównie rolnictwem, oraz pierwsze większe karczunki z okresem późnego brązu.

W okresie żelaza na terenie Pojezierza zaszły duże zmiany etniczne. Kultura prapruska rozszerzyła się i zyskała przewagę na całym obszarze, przekształcając i niejako asymilując kulturę ludności prasłowiańskiej. Wytworzyła się w ten sposób kultura pomorska. W późnym halsztacie i latenie miało miejsce poważne załamanie gospodarcze, pozostające w związku z subatlantyckimi zmianami klimatycznymi. Szczególnie silnie zaznaczyło się ono na terenach pojeziernych. Wiele osad nad brzegami jezior zostało zatopionych, a tereny rolnicze uległy zabagnieniu. Ludność przenosiła się masowo na miejsca bardziej wyniesione i suchsze. Zaczęły się głody i pomory, a także wojny. Do ponownej stabilizacji gospodarczej doszło dopiero mniej więcej w pierwszych wiekach naszej ery (K o z ł o w s k a 1959).

W okresie rzymskim zarysowuje się na Pojezierzu coraz wyraźniejszy podział na dwie grupy. Grupa zachodniomazurska pozostawała pod wpływem osiadłych nad dolną Wisłą i sięgających po Pasłękę plemion skandynawskich Gotów i Gepidów. W części wschodniej terenu utrzymała się pierwotna, zacofana ludność grupy wschodniomazurskiej. Są to związki podziału Praprusów na 2 główne plemiona — Galindów na zachodzie i Sudawów na wschodzie — które utrzymały się do wczesnego średniowiecza (Jakimowicz l. c.).

W okresie wędrówek ludów, który na innych ziemiach zaznaczył się ponownym załamaniem gospodarczym, na terenie Pojezierza nie wystąpiły objawy większych przesunięć etnicznych.

W okresie wczesnohistorycznym w związku z powstaniem chrześcijańskiego państwa polskiego rozpoczął się okres wojen polsko-pruskich. W ich wyniku plemię Galindów, zamieszkujące dolinę Wielkich Jezior, uległo z początkiem XIII w. całkowitemu wyniszczeniu, a zajmowane przez nich tereny pokryły się puszcza (Łowmiański 1953). Reszta kraju Prusów, pokryta w dużej części lasami i bagnami, zamieszkała była przez ludność na dość wysokim szczeblu kultury gospodarczej, trudniącą się głównie rolnictwem ornym (Łowmiański l. c.).

W XIII w. rozpoczął się trwający półtora wieku podbój Prusów przez Zakon Krzyżacki. Z początku Krzyżacy kolonizowali tylko centralne części Pojezierza, ale już w XIV w. na obszarach puszczy granicznych zaczęły powstawać pierwsze zamki obronne, m. in. w Rynie, Szestnie k. Mrągorowa i Pisu. Regularne zasiedlanie doliny Wielkich Jezior, datujące się od w. XVI (por. str. 8) wyraziło się m. in. w zakładaniu miast. Na mapie Henneberga z XVI w. zaznaczona jest już osada w Mikołajkach, a teren na wschód od rynny Mikołajskiej jest odlesiony (Łowmiański l. c.).

Ślady gospodarki ludzkiej w diagramie z Jeziora Mikołajskiego

Pierwsze oznaki zasiedlania terenu

Niewątpliwe ślady obecności człowieka stwierdzono w diagramie na początku okresu subborealnego (ryc. 17). Są to pojedyncze ziarna *Plantago lanceolata*, *Polygonum aviculare*, *Urtica*, a zaraz powyżej także *Plantago media*. Towarzyszy im początek ciągłej krzywej i pierwszy lekki wzrost *Chenopodiaceae*. Od tego momentu wskaźniki gospodarki ludzkiej występują już stale, zwiększając stopniowo swój udział zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. W tym samym czasie zaczyna się pierwszy wyraźny spadek *Ulmus*, któremu towarzyszy podobny spadek *Fraxinus* i lekki wzrost *Corylus* — ilości innych drzew oraz roślin zielnych pozostają niezmienione.

Podobny zespół zjawisk stwierdzony został dla tego okresu w szeregu diagramów z Danii (Troels-Smith 1954, 1960). Poprzedza on właściwą fazę „zajęcia terenu” („Land Occupation” w sensie Iversena 1941), którą charakteryzuje, przy definitywnym spadku *Ulmus* i innych składników *Quercetum mixtum*, podniesienie się krzywej brzozy oraz roślin zielnych, a zwłaszcza traw i *Plantago lanceolata*. Obraz ten Troels-Smith (l. c.) wiąże z okresem hodowli bydła w zamkniętych zagrodach. Nie zmieniająca się krzywa NAP, szczególnie traw i znikome ilości *Plantago lanceolata* świadczą, jego zdaniem, o tym, że w owym czasie nie prowadzono jeszcze karczunków w celu uzyskania pastwisk. Bydło w zamknięciu karmione było liśćmi drzew, głównie wiązu i jesionu.

W Mikołajkach wskaźniki synantropijne występujące równocześnie z pierwszym spadkiem wiązu (*Polygonum aviculare*, *Urtica*, *Chenopodiaceae*), to głównie towarzysze osiedli ludzkich; wskaźników gospodarki pasterskiej (z wyjątkiem jednego ziarna *Plantago lanceolata*) z początku brak.

Te pierwsze ślady człowieka osiadłego można wiązać z jakąś dość prymitywną kulturą neolityczną. Ich pozycja w diagramie przypada na granicę pomiędzy okresem atlantyckim a subborealnym (por. poziomy neolityczne w Mazuchówce i Zedmar). W Zedmar, synchronicznie z zażytkami późnoneolitycznymi, występują na granicy optimum klimatycznego pierwsze ziarna *Cerealia*; w Mikołajkach zjawiają się one kilka prób wyżej, na początku ciągłych krzywych *Plantago lanceolata* i *Rumex*.

W nadległym odcinku diagramu (pr. 67 i 68) krzywe *Ulmus* i *Fraxinus* lekko się podnoszą. Od próby 68 krzywa wiązu zaczyna znów opadać, tym razem już definitywnie. Równocześnie zaznacza się mały wierzchołek *Pteridium* oraz innych *Polypodiaceae* i zaczyna wzrastać krzywa NAP — zwiększa się przede wszystkim ilość *Gramineae*, *Plantago lanceolata* i *Artemisia*, w mniejszym stopniu *Rumex*. Rozpoczyna się okres „zajmowania terenu” — trzebieży, w celu uzyskania terenów pod wypas lub pod uprawę. Równocześnie *Corylus* osiąga swe subborealne maksimum.

Kulminacja leszczyny w okresie subborealnym jest zjawiskiem częstym w środkowoeuropejskich diagramach pyłkowych. Jej przyczyny tłumaczono dawniej czynnikami natury klimatycznej, a zwłaszcza suchością okresu subborealnego (Gradmann 1933). Ostatnio wiąże się na ogół kulminację leszczyny w tym okresie z działalnością człowieka (Iversen 1941, 49; Mitchell 1956; Kubitzki 1961 i in.). Przyczyny tego zjawiska były przypuszczalnie dość złożone. Leszczyna jest krzewem tworzącym łatwo odrośla, a metody stosowane w tym czasie przy karczowaniu lasu były jeszcze bardzo prymitywne. Człowiek, przygotowując teren pod pastwiska, ograniczał się niejednokrotnie tylko do prześwietlania lasu. Leszczyna mogła więc szybko odnawiać się z odrostów, wytwarzając zarosła na siedliskach mieszanego lasu liściastego, w którego podszyciu

przedtem występowała. Poza tym leszczyna odsłonięta kwitła i owocowała obficie niż pod okapem drzew, toteż przy powtórnych karczunkach mogła być nawet oszczędzana przez człowieka, użytkującego jej owoce.

Jak stwierdził eksperymentalnie Iversen (za Smithem i Wilisem 1961/2), sam wypas proteguje także odnawianie się leszczyny, ponieważ jej odrosty są omijane przez pasące się bydło. Dlatego też kulminacja leszczyny, w połączeniu z występowaniem określonych roślin wskaźnikowych (jak np. *Plantago lanceolata*) może dowodzić stosowania gospodarki pasterskiej.

Maksimum leszczyny w diagramie z Mikołajek, równoczesne ze wzrostem udziału *Gramineae* i *Plantago lanceolata*, a także pojawienie się ziarn pyłku *Trifolium t. pratense*, *Succisa*, a być może i zwiększenie się ilości *Compositae Liguliflorae* wskazują na pasterskie użytkowanie terenów. Znamienna jest tu zwłaszcza obecność pyłku *Succisa pratensis*. Roślina ta jest dziś normalnym składnikiem pastwisk, występuje też często i obficie w luźnym lesie wypasanym przez bydło. W diagramach z Norwegii *Succisa* pojawia się często po pierwszym małym wierzchłoku NAP i Faegri (1954) uważa ją za wskaźnik pierwotnej gospodarki pasterskiej. W Mikołajkach w tym samym czasie zjawiają się pojedyncze ziarna pyłku w typie *Triticum*, świadczące o równoczesnej, choć prowadzonej przypuszczalnie na małą skalę, uprawie roli. Z tymi prymitywnymi uprawami wiąże się, być może, podniesienie w diagramie krzywej *Artemisia*. Mogła ona też występować jako chwast wokół osiedli ludzkich.

Subborealnej kulminacji leszczyny towarzyszy niewielkie podniesienie krzywej jesionu. To światłożadne i szybko odnawiające się drzewo bywa protegowane działalnością gospodarczą człowieka, ponieważ potrafi w stosunkowo krótkim czasie opanowywać miejsca odsłonięte przez wyrąb, ale tylko na dobrych glebach. Iversen (1960) traktuje go nawet jako gatunek pośredni pomiędzy gatunkami pionierskimi a klimaksowymi. W Anglii i Irlandii subborealne podniesienie krzywej *Fraxinus* związane jest, zgodnie z tymi założeniami, z prześwietlaniem lasów przez człowieka (Godwin 1956; Mitchell 1956). W podobny sposób można interpretować to zjawisko w Mikołajkach.

Przy analizie sukcesji na terenach sztucznie odlesionych uderza fakt, że podczas pierwszych odlesień, kiedy karczunki obejmowały jeszcze niewielkie przestrzenie, a gleby nie były wyeksploatowane, rolę gatunków pionierskich spełniały często drzewa lub krzewy pierwotnego lasu klimaksowego takie, jak leszczyna czy jesion. Później, w czasie intensywniejszych trzebieży i eksploatacji gleby, nie mogły one już spełniać tej roli i dawały się zastąpić przez „prawdziwe” gatunki pionierskie, jak brzoza, osika i wierzby. Pewną rolę mógł odgrywać także sposób odlesiania; jak zaobserwował Iversen (1956), po wypaleniu lasu z reguły pojawia się sukcesywne stadium brzozy, natomiast po wycięciu może od-

nawiać się las o pierwotnym składzie, z pominięciem tego stadium. Ten drugi przypadek dotyczy głównie gleb żyznych; na glebach ubogich stadium brzozy występowało chyba zawsze, bez względu na sposób karczunku.

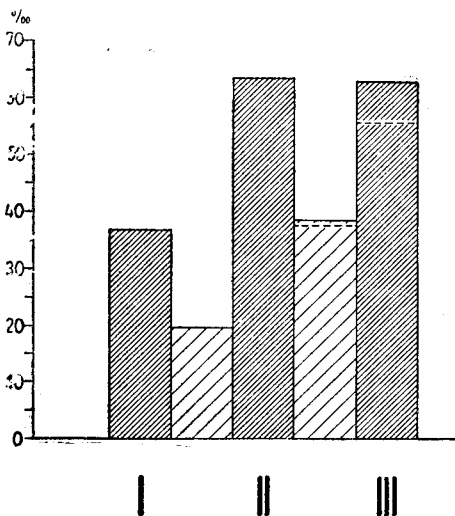
Dalsze etapy zagospodarowania okolic Jeziora Mikołajskiego

Obraz zmian związanych z wczesnymi stadiami osadnictwa w diagramie z Mikołajek sugeruje, że „zajmowanie terenu” przebiegało tu jak gdyby w dwóch etapach. Pod koniec okresu subborealnego (próba 77), powyżej opisanych już zjawisk, występuje drugie, tym razem dużo silniejsze podniesienie krzywych głównych wskaźników synantropijnych (*Artemisia*, *Rumex* i *Plantago lanceolata*, a także *Gramineae*) oraz innych roślin zielnych, jak np. *Equisetum*, *Umbelliferae*, *Filipendula*. Równocześnie zaczyna się wznosić krzywa brzozy. Zmianom tym towarzyszy ostry wierzchołek krzywej *Polypodiaceae* i *Pteridium aquilinum*, spadek ilości *Carpinus* i *Picea* oraz pojawienie się w osadzie drobnych węgielków (największy z nich zidentyfikowano jako *Alnus* sp.). Przypuszczalnie w procesie zagospodarowywania doliny Wielkich Jezior, składającym się z serii kolejnych karczunków na coraz to nowych terenach, osadnicy zbliżyli się w bezpośrednie sąsiedztwo jeziora i rozpoczęli tutaj odlesianie przy użyciu ognia. Ostry spadek krzywej *Corylus* i *Fraxinus* wskazuje, że karczowano także tereny zarośnięte już po wcześniejszych trzebieżach.

Po okresie kulminacji wskaźników gospodarki ludzkiej (trwającym do pr. 84) zaznacza się wyraźny ich spadek (ryc. 18). Kulminacja brzozy utrzymuje się jeszcze przez pewien czas, równocześnie wzrasta udział *Populus*, a z roślin zielnych *Urtica* i *Melampyrum*. Następnie ilości brzozy zaczynają nieco spadać, natomiast podnosi się krzywa graba i świerka.

Był to przypuszczalnie okres załamania gospodarczego, w czasie którego człowiek opuścił okolice jeziora.

W środkowej części okresu subatlantyckiego występuje w diagramie nowa kulminacja wskaźników synantropijnych — oznaczająca przypuszczalnie powrót osadnictwa i ponowne zagospodarowanie porzuconych terenów. Tym razem brak jest jakichkolwiek danych, które mogłyby wskazywać na odlesienie terenu za pomocą metod żarowych. Obserwujemy jedynie szybki wzrost krzywych roślin synantropijnych (*Artemisia*, *Rumex*, *Secale cereale* i *Gramineae*), któremu towarzyszy spadek graba, świerka, a także sosny, przy równoczesnym podniesieniu się udziału brzozy i wierzby. I tym razem, po okresie kulminacji wskaźników gospodarki (próby 92—97), następują w diagramie analogiczne jak poprzednio zmiany, świadczące o ponownym osłabieniu działalności gospodarczej. Zmiany te wskazują, że na terenach opuszczonych zasadniczy proces sukcesyjny



Ryc. 13. Mikołajki, profil I. Średnie wartości sumy pyłku głównych wskaźników synantropijnych (*Artemisia*, *Plantago lanceolata*, *Rumex*, *Secale* i typ *Triticum*) dla trzech faz zasiedlenia terenu (I, II, III) oraz dla okresów pomiędzy tymi fazami. Linia przerywaną zaznaczono ich wysokość w wypadku rozszerzenia fazy III

Fig. 18. Mikołajki, profile I. Sum of the pollen frequency of the principal synanthropic indicators (*Artemisia*, *Plantago lanceolata*, *Rumex*, *Secale* and *Triticum* type) for three settlement phases (I, II, III) and for the periods between these phases. The broken line shows their height in the case of an extension of phase III.

przebiegał podobnie, jak po pierwszej fazie zasiedlania, poprzez stadium pionierskich roślin zielnych (*Urtica*, *Melampyrum*), a następnie pionierskich drzew (*Betula*, *Populus*), aż do regeneracji pierwotnych zbiorowisk leśnych (wzrost udziału *Carpinus*, *Picea*, a także *Quercus*). Równocześnie jednak przez cały czas utrzymują się stosunkowo wysokie wartości wskaźników synantropijnych. Niektóre z nich, jak np. *Centaurea cyanus*, pojawiają się tu po raz pierwszy. Najwyraźniejszą depresję tworzy *Rumex*, natomiast krzywa *Secale* jest przez cały czas dość wysoka i wyrównana. Taki układ zjawisk sugeruje, że jedynie najbliższe okolice jeziora, albo nawet tylko ich część została opuszczona przez człowieka, a na sąsiednich obszarach osadnictwo utrzymywało się przez cały czas.

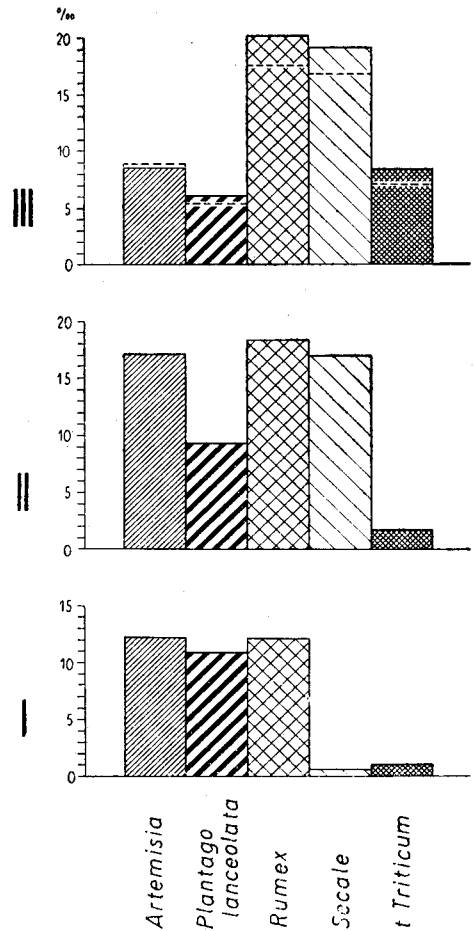
W młodszej części okresu subatlantyckiego występuje trzecia z kolei kulminacja wskaźników synantropijnych (głównie *Rumex* i *Cerealia*), której towarzyszy depresja *Carpinus*, *Quercus* i *Alnus*, przy równoczesnym wzroście udziału *Picea*.

Nadległego jej, najmłodszego odcinka profilu nie brano już pod uwagę przy interpretacji (por. str. 71).

Wyróżnione okresy zasiedlania okolic Jeziora Mikołajskiego, (ryc. 18), występujące w dość znacznych odstępach czasu w okresie około 3000 lat, związane były niewątpliwie z różnymi etapami rozwoju kultury, a, co za tym idzie, z różnymi typami gospodarki. Można się było spodziewać, że różnice te w jakiś sposób odbiją się w diagramie. W celu prześledzenia ewentualnych odrębności, zachodzących pomiędzy kolejnymi fazami, zestawiono dla nich średnie głównych wskaźników synantropijnych — *Artemisia*, *Plantago lanceolata*, *Rumex*, *Secale* i t. *Triticum* (ryc. 19). Wzięto również pod uwagę pojawy innych roślin wskaźnikowych, których udział w spektrach jest zbyt mały, aby je można było uwzględnić w ilościowym zestawieniu.

Faza pierwsza. Odznacza się ona prawie równymi wartościami *Artemisia*, *Rumex* i *Plantago lanceolata* i pojedynczymi tylko ziarnami pyłku typu *Triticum* i *Secale*. Znaczne ilości *Plantago lanceolata*, głównego wskaźnika kultury pasterskiej, świadczą, że ten typ gospodarki odgrywał ważną, jeżeli nawet nie dominującą, rolę. Gatunek ten, jako dość wymagający pod względem siedliskowym, wskazuje też, że pastwiska zakładane były w większości na terenach o żyznych glebach, co potwierdza spadek krzywych wszystkich bardziej wymagających drzew leśnych (por. str. 69). Równie duży udział *Rumex*, chwastu opanowującego w pierwszym rzędzie ubogie i kwaśne grunty, wskazywałby, że gospodarka rozszerzyła się i na tereny o glebach piaszczystych, które tu zresztą przeważają. O tym, że obok gospodarki pasterskiej uprawiano również zboża, świadczą z jednej strony pojedyncze ziarna pyłku *Cerealia*, z drugiej dość wysokie wartości *Artemisia*, uciążliwego chwastu prymitywnych upraw polnych (I v e r s e n 1941). Nie jest pewne, czy kilka ziarn *Secale* znalezionych w tym okresie należy wiązać z uprawą tego gatunku (por. str. 33). Utrzymuje się więc w tej fazie podobny typ gospodarki jak w środkowej części okresu subborealnego, z tym że zakres działalności człowieka prawdopodobnie rozszerzył się i na tereny o uboższych glebach (*Rumex* poprzednio nie odgrywał większej roli w diagramie).

Jako dalsze dowody gospodarki pasterskiej pojawiają się pojedyncze ziarna pyłku roślin łąkowych, jak *Centaurea t. scabiosa*, *Trifolium t. pratense*, zwiększają się nieco ilości *Ranunculus* i *Umbelliferae*. Występują



Ryc. 19. Średnie wartości pyłku głównych wskaźników synantropijnych w trzech fazach zasiedlenia terenu. Linia przerywana zaznaczono ich wysokość w przypadku rozszerzenia fazy III

Fig. 19. Pollen frequency of the principal synanthropic indicators in three settlement phases. The broken line shows their height in case of an extension of phase III.

też chwasty towarzyszące wiernie osadom ludzkim (*Plantago maior*, *Cenopodiaceae*), a także rdesty z grupy *Polygonum convolvulus-dumetorum* i *P. aviculare*. Podniesienie się w diagramie krzywej *Filipendula* i pojawienie pyłku *Melampyrum* sp. należy przypuszczalnie wiązać z rozszerzeniem się tych roślin na zrębach leśnych.

Faza druga. Wzajemne stosunki ilościowe głównych wskaźników synantropijnych uległy dość dużej zmianie: zmniejsza się ilość *Plantago lanceolata*, natomiast zwiększają się wyraźnie udziały *Rumex*, *Artemisia* i zbóż, a zwłaszcza *Secale cereale*. Zmiany te dowodzą rozprzestrzenienia upraw rolnych; pasterstwo zeszło na drugi plan. Wzrost wartości *Rumex* świadczy o dalszym zagospodarowaniu terenów piaszczystych. Zjawisko zmiany stosunku ilościowego *Rumex* i *Plantago lanceolata* w okresie subatlantyckim zaobserwowano także w diagramach duńskich. Iversen (1941) łączy ten fakt ze zwilgotnieniem klimatu, którego skutkiem było przyspieszenie procesu wylugowywania gleb, zwłaszcza piaszczystych i zmniejszenie ilości siedlisk odpowiednich dla *Plantago lanceolata*. Na wymytych i zakwaszonych glebach piaszczystych mógł się rozprzestrzeniać bez przeszkód acidofilny *Rumex*.

Faza trzecia. Dalsze pogłębienie dysproporcji pomiędzy ilością *Rumex* i *Plantago lanceolata* jest wynikiem postępującego procesu bielicowania gleb. Większa ilość zbóż, i to różnych typów, dowodzi rozszerzania się upraw rolnych. Wyraźny spadek *Artemisia* wiąże się, być może, z doskonaleniem metod uprawy roli.

Po raz pierwszy pojawia się w tej fazie pyłek *Fagopyrum*, co jednakże nie jest wystarczającą podstawą do twierdzenia, że dopiero teraz roślina ta została na Pojezierzu wprowadzona do uprawy. Historia rodzaju *Fagopyrum* w Polsce jest jeszcze ciągle mało znana (por. M a m a k o w a 1962). Znalezienie pyłku *Fagopyrum* w środkowej części okresu subatlantyckiego w Ćmieltych Ługu w Polsce południowej (M a m a k o w a l. c.) należy uznać za jedno z najstarszych dotychczas znanych stanowisk. Stanowisko z Żuchowa w Ziemi Dobrzyńskiej (O s z a s t 1957), datowane przez autorkę na starszą część okresu subborealnego, jest przypuszczalnie dużo młodsze (por. str. 82).

Pozostało jeszcze do rozważenia zagadnienie synchronizacji wyróżnionych faz ożywienia gospodarczego z odpowiednimi okresami rozwoju kultur na badanym obszarze.

Pierwszą fazę intensywnego zasiedlania terenu należy przypuszczalnie wiązać z okresem późnego brązu. Wskazuje na to zarówno jej usytuowanie w młodszej części okresu subborealnego, jak i zrekonstruowany na podstawach palynologicznych ogólny typ gospodarki. Okolice Mikołajek leżały w tym czasie w strefie granicznej dwu grup kulturowych (por. str. 73) i nie wiadomo, niestety, której z nich ten obszar podlegał. W każdym ra-

nie można stwierdzić, że trzebież żarowa, której ślady pojawiają się w tym czasie w profilu, została rozpowszechniona na ziemiach polskich przez ludność łużycką, trudniącą się zarówno pasterstwem, jak i uprawą roli (Ż a k i 1949; G a r d a w s k i, G ą s s o w s k i, R a j e w s k i 1957).

Jednocześnie wiadomo, że ludność grupy wschodniomazurskiej zajmowała się także hodowlą bydła, owiec i koni, a równocześnie uprawiała różne zboża, ale przypuszczalnie nie wprowadziła jeszcze do upraw żyta (znaleziska w osadzie Orzysz, por. str. 73). Identycznie usytuowana czasowo warstwa kulturowa z końca epoki brązu w Zedmar (G r o s s 1938c) wiąże się w diagramie (Zedmar G), podobnie jak w Mikołajkach, z ostatecznym spadkiem wszystkich elementów *Quercetum mixtum*, *Corylus*, depresją krzywej *Picea*, a podniesieniem udziału *Betula* i NAP oraz początkiem ciągłej krzywej *Cerealia*. Poziom kulturowy przykryty jest warstwą piaszczystego mułu z węgielkami, co przypuszczalnie łączy się z podniesieniem poziomu wody i zatopieniem osady (G r o s s l. c.). Jest bardzo prawdopodobne, że i w Mikołajkach pierwsze załamanie gospodarcze wiąże się w dużej mierze z czynnikami klimatycznymi (por. str. 95).

Trudniej wysunąć jakieś konkretne przypuszczenia co do przynależności kulturowej fazy drugiej. Jej położenie, mniej więcej w środkowej części okresu subatlantyckiego, oraz wysoka krzywa *Secale* sugeruje, że była to kultura co najmniej halsztacka, a prawdopodobnie nawet młodsza. Wysoka krzywa *Artemisia* może wskazywać na stosunkowo prymitywne metody uprawy. Brak jest jednak podstaw do wiązania tej fazy z jakąś określoną grupą kulturową.

Zaznaczający się wyżej w diagramie okres osłabienia aktywności człowieka wskazuje raczej na jakieś lokalne przesunięcia osadnictw, a nie na generalne załamanie gospodarcze (wysoka krzywa *Cerealia*), co pozostaje w zgodzie z danymi archeologicznymi o ciągłości rozwoju kulturowego tych terenów aż do czasów wczesnohistorycznych.

Ostatnią fazę zasiedlania należy chyba wiązać z okresem kolonizacji krzyżackiej. Podobnie interpretuje G r o s s (1935c, 36) ostatnie załamanie krzywej graba w swoich profilach. Przy takim ujęciu należy jednak zaznaczyć, że poprzedzający kolonizację krzyżacką okres wyludnienia doliny Wielkich Jezior nie wyróżnił się w diagramie z Mikołajek dostatecznie jasno.

Historia graba w północnej Polsce i jej związek z osadnictwem

Drzewem leśnym bezpośrednio związanym z gospodarką człowieka był *Carpinus betulus*. Temat ten, omówiony w oddzielnym artykule (R a l s k a - J a s i e w i c z o w a 1964), tutaj przedstawiony będzie tylko szkicowo.

Jak wskazują dotychczasowe wyniki badań palynologicznych wykonanych na Pojezierzu, grab zaczął się tutaj rozprzestrzeniać w pierwszej połowie okresu subborealnego. Jeżeli jednak uzna się, jak to czyni Firbas (1949), początek ciągłej krzywej za dowód pojawienia się pierwszych placówek graba, to trzeba przyjąć, że zjawiał się on w Polsce północnej co najmniej w pierwszej połowie okresu atlantyckiego. W niektórych diagramach krzywa graba tworzy już w optimum klimatycznym pierwszy mały wierzchołek (Puszcza Dylewska, Gross 1935a; Stażki, Szafranski 1961; Puszcza Białowieska, Dąbrowski 1959).

W profilu z Żuchowa na Pojezierzu Dobrzyńskim *Carpinus* tworzy pierwszy, a zarazem najwyższy wierzchołek (do 34% AP), w odcinku diagramu zaliczanym przez autorkę do starszej części okresu atlantyckiego (Oszaśt 1957). Interpretacja ta nie wydaje się jednak słuszna. Maksimum graba przypada po kulminacji mieszanego lasu liściastego i drugim maksimum *Corylus*, po pojawieniu się pierwszych ziarn *Plantago lanceolata*, a tuż przed pierwszą wyraźną kulminacją roślin synantropijnych (ryc. 20). Jest to więc już okres subborealny. W diagramie z jeziora Mielno k. Lipna, oddalonego od Żuchowa około 5 km, w okresie atlantyckim występują także tylko pojedyncze ziarna *Carpinus*, a jego ciągła krzywa i pierwszy wierzchołek pojawia się dopiero w okresie subborealnym (Kępczyński 1960).

Zachowanie się graba w holocenie jest, zdaniem Firbasa (l. c.), przykładem dalekich wędrówek drzew na długo przed okresem ich właściwego rozprzestrzenienia się. W optimum klimatycznym grab przypuszczalnie tworzył już nieznaczną domieszkę w mieszanych lasach liściastych. Przyczyny ograniczające jego rozszerzenie się w tym czasie nie są jeszcze dokładnie poznane.

Mniej więcej od początku okresu subborealnego grab na terenie Polski północnej zaczął się rozprzestrzeniać na szerszą skalę. Na tym obszarze wykształcił się w okresie subatlantyckim jeden z jego najbogatszych ośrodków w Europie środkowej. Najobficiej występował grab na obszarze dolnej Wisły (Bielawskie Błoto k. Pucka — maks. 31,5% AP, Ołtuszewski, Borówkó 1954; Stażki k. Kartuz — 35,5% AP, Szafranski 1961; Żuchowo — 34,5% AP, Oszaśt 1957; jezioro Mielno k. Lipna — 17,0% AP, Kępczyński 1960; Łąck k. Płocka — 18,0% AP, Lublinerówna 1934) i w Wielkopolsce (Osowa Góra k. Poznania — maks. 15% AP, Ołtuszewski 1957) oraz w zachodniej części Pojezierza Mazurskiego, gdzie osiąga najwyższe wartości ze znanych mi z Europy środkowej (Puszcza Dylewska — 46% AP, Gross (1935a)). Wszystkie wartości podano w procentach obliczonych na podstawie sumy AP, z wyłączeniem *Corylus*.

W Mikołajkach leżących w obszarze peryferycznym tego ośrodka i, co ważniejsze, poza strefą gleb morenowych, z którymi związany jest grab, udział pyłku tego drzewa dochodzi najwyżej do 10,3%.

W optimum klimatycznym występuje on tu za ledwie w postaci pojedynczych ziarn. Od początku okresu subborealnego rozpoczyna się ciągła krzywa i wznosi się powoli, ale konsekwentnie przez cały okres. Pod sam jego koniec osiąga ona w próbie 77 wartości 7,2% sumy totalnej. W próbie tej występują ślady pożaru i oznaki zajęcia okolic jeziora przez człowieka. Od tego momentu począwszy krzywa graba zaczyna opadać; jej depresja jest synchroniczna z kulminacją wskaźników synantropijnych i wzrostem brzozy. W następstwie osłabienia działalności gospodarczej człowieka najpierw podnoszą się krzywe roślin zielnych, wkraczających na świeżo opuszczone tereny, następnie rośnie udział drzew pionierskich, tworzących kolejne ogniwo sukcesji, a wreszcie podnosi się z powrotem krzywa *Carpinus*. Po drugiej fazie zasiedleńczej, w czasie której krzywa graba wykazuje depresję identyczną jak poprzednio, powtarza się znów to samo charakterystyczne następstwo zjawisk. W trzecim okresie nasilenia gospodarki krzywa graba opada po raz trzeci (ryc. 17).

Powtarzający się regularnie cykl zmian w diagramie dowodzi w sposób nie budzący wątpliwości, że ich inspiratorem był człowiek.

Podobne depresje krzywej graba dają się zaobserwować w całym szeregu diagramów zarówno z Pojezierza Mazurskiego, jak i z innych obszarów Polski północnej, leżących w obrębie pomorskiego centrum graba. Na Pojezierzu Mazurskim można je prześledzić w diagramach Grossa (1935a, 1936) i innych autorów (Gams, Ruoff 1929). Diagramy te nie posiadają niestety krzywych roślin zielnych — brak więc bezpośrednich dowodów mogących potwierdzać związek pomiędzy oscylacjami ilości graba a gospodarką człowieka. Pośrednio świadczy o tym zachowanie się krzywej brzozy, która kulminuje regularnie w depresjach graba. Gross (1935) uważa występowanie trzech wierzchołków tego drzewa za zjawisko powszechne i charakterystyczne na tym terenie. Dwa pierwsze załamania krzywej wiąże on z przyczynami natury klimatycznej (ostre zimy), a tylko trzecie tłumaczy prowadzonymi na szerszą skalę trzebieżami lasu.

Analogiczne zmiany występują wyraźnie w diagramie ze Stążek na Pojezierzu Kartuskim (Szafrański 1961) oraz w diagramach z Pojezierza Dobrzyńskiego (Żuchowo, Oszaś 1957; jezioro Mielno k. Skępego, Kępczyński 1960). W diagramach tych, podobnie jak w Mikołajkach, synchronicznie z depresją graba występuje wzrost brzozy i kulminacja wskaźników synantropijnych, co razem świadczy o antropogenicznym pochodzeniu zmian w przebiegu krzywych tego drzewa.

Powyższe dane wskazują, że mamy do czynienia ze zjawiskiem ogólniejszej natury, a nie lokalnym. Można przypuszczać, że w okresach pierwotnych trzebieży ofiarą padały w pierwszym rzędzie lasy rosnące na najżyźniejszych glebach, nadających się najlepiej pod uprawę i zakładanie pastwisk, czyli mieszane lasy liściaste (zbiorowiska typu *Quercus-Carpinetum* s. l. — por. Kornas 1959). Należy zaznaczyć, że w żadnym z diagramów krzywa dębu nie tworzy regularnych depresji synchronicz-

nie z grabem. Jedynie w Stążkach (S z a f r a ń s k i l. c.) udział dębu zmniejsza się wyraźnie w całym okresie pomiędzy pierwszą a trzecią kulminacją graba. To samo zjawisko, jakkolwiek słabiej, zaznacza się w Żuchowie, a także w Łomach na Pojezierzu Mazurskim. W Mikołajkach dąb tworzy mały wierzchołek synchronicznie z trzecią kulminacją graba, a w czasie ostatniej fazy zasiedlania wykazuje lekką depresję. Jego zachowanie w diagramach wskazywałoby, że nie był on niszczonej w tym stopniu, co grab. Na fakt ostawiania się dębów podczas prehistorycznych karczunków zwracano już niejednokrotnie uwagę (I v e r s e n 1949; M ü l l e r 1953 i in.). Ze względu na prymitywne metody trzebieży człowiek musiał mieć duże trudności z usuwaniem dębów, toteż wielkie spośród nich pozostawiał przypuszczalnie na miejscu, niszcząc tylko mniejsze drzewa i krzewy w ich sąsiedztwie (por. I v e r s e n l. c.). Nie należy też zapominać, że dąb jest jednym z ważnych składników innego, bardzo rozpozszechnionego w Polsce północnej zbiorowiska leśnego — boru mieszanego. Nalot pyłku z tych zbiorowisk mógł w pewnym stopniu zacierać zmiany w spektrach, wywołane kurczunkiem lasów dębowo-grabowych.

W diagramie z Mikołajek synchronicznie z depresjami graba występują wyraźne obniżenia wartości świerka. Podobne wahnięcia krzywych tego drzewa zaznaczają się i w diagramach G r o s s a, zwłaszcza z północno-wschodniej części terenu (np. Puszcza Romincka, G r o s s 1935b), gdzie udział świerka jest wysoki. Pierwsze z tych wahnien zaznacza się na początku, drugie w części środkowej okresu subatlantyckiego, a więc w tym samym mniej więcej czasie, co w Mikołajkach. Niestety w diagramach tych nie można prześledzić zależności pomiędzy depresjami świerka i graba, ponieważ oba te drzewa zachodzą na siebie zasięgami tylko na wąskim obszarze i w żadnym z diagramów nie występują razem w większych ilościach. Podobnie jak w przypadku graba, załamaniom krzywej świerka towarzyszą z reguły kulminacje brzozy. G r o s s (l. c.), przyjmując, że świerk tworzył wtedy czyste drzewostany także na glebach nie zatorfionych, wiąże depresje jego krzywej z wahnieniami poziomu wody gruntowej (np. na przejściu pomiędzy okresem subborealnym i subatlantyckim), a także z epidemiami szkodników. Dokładniejsze badania pozwolą niewątpliwie wyjaśnić, czy wykazane przez G r o s s a minima świerka wiążą się z działalnością człowieka, czy też z innymi, naturalnymi czynnikami.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

1. Uzyskane wyniki badań nad osadami dennymi Jeziora Mikołajskiego pozwoliły na rekonstrukcję historii roślinności Krainy Wielkich Jezior Mazurskich w późnym glacie i w holocenie.

2. W późnym glacie wyróżniono 3 okresy: okres poprzedzający Allerød, Allerød i młodszy dryas.

a) Okres poprzedzający Allerød został podzielony na część starszą, z roślinnością typu bezdrzewnej tundry i zbiorowiskami krzewinkowymi, oraz młodszą, którą charakteryzuje występowanie pierwszych brzoź drzewiastych (*Betula pubescens* i *B. tortuosa*) i zarośli *Hippophaë*. Nie stwierdzono śladów wahnięcia klimatycznego, odpowiadającego interstadiałowi Bølling.

b) W Allerødzie tereny Pojezierza opanowały początkowo luźne lasy brzożowe, następnie lasy brzożowo-sosnowe i sosnowe z domieszką osiki. Polarna granica lasu przebiegała w tym czasie na północ od obecnych granic Polski.

c) W młodszym dryasie dominował na Pojezierzu krajobraz parkowy z grupami drzew (brzozy i, być może, sosny) i rozległymi przestrzeniami zajętych przez roślinność typu stepowego. Rozwój tych zbiorowisk, przy braku jakichkolwiek wskaźników oceanizacji, świadczy o klimacie stosunkowo suchym, o charakterze kontynentalnym. Łącznie z danymi pochodzącymi z innych stanowisk w północnej i środkowej Polsce wskazuje to na istnienie w młodszym dryasie istotnych różnic klimatycznych pomiędzy tymi terenami a Europą zachodnią.

d) Wysunięta została hipoteza dotycząca genezy Jeziora Mikołajskiego. Zbiornik ten powstał najprawdopodobniej z końcem Allerødu, na skutek wytopienia się wypełniającego rynnę martwego lodu i zapadnięcia się przykrywających go osadów. Na taką genezę jeziora wskazuje przede wszystkim lądowy charakter większości osadów Allerødu (torfy).

3. W holocenie wyróżniono 5 okresów: preborealny, borealny, atlantycki, subborealny i subatlantycki.

a) W okresie preborealnym panowanie lasów brzożowych i sosnowych nie było uwarunkowane klimatycznie, lecz spowodowane wolnym tempem migracji drzew mających większe wymagania pod względem klimatycznym i edaficznym. Szereg roślin wskaźnikowych świadczy, że panowały wówczas temperatury odpowiednie co najmniej dla *Corylus*, *Alnus*, *Quercus robur* i *Ulmus scabra*.

b) Cechą charakterystyczną okresu borealnego na Pojezierzu było przypadające dużo wcześniej niż w Europie zachodniej rozprzestrzenienie się *Alnus glutinosa*. Wiąże się to prawdopodobnie z kierunkiem wędrówki tego gatunku z północnego wschodu oraz z wczesnym wytworzeniem się odpowiednich siedlisk na świeżych terenach polodowcowych.

c) W okresie subborealnym na siedliskach piaszczystych ustabilizowały się już zbiorowiska leśne zbliżone do dzisiejszych — bory sosnowe i mieszane. Na glebach żyznych, zajętych przez wielogatunkowe lasy liściaste, prowadzone były trzebieże, po których rozwijały się przejściowo zarośla leszczynowe, następnie zaś z powrotem lasy liściaste, ale o zmienionym składzie — z panującym dębem i grabem.

d) W okresie subatlantyckim naturalny układ szaty leśnej nie uległ już zasadniczym zmianom, zaszły jedynie ilościowe przesunięcia poszcze-

gólnych komponentów na korzyść gatunków mało wymagających a silnie ekspansywnych (świerk).

4. Wyniki badań dostarczyły szeregu informacji o wpływie osadnictwa prehistorycznego na szatę roślinną w okolicy Mikołajek.

a) Pierwsze ślady gospodarki człowieka pojawiły się z początkiem okresu subborealnego. Występuje w tym czasie zespół zjawisk, jaki łączony bywa z okresem prymitywnej gospodarki neolitycznej, opartej na hodowli bydła w zamkniętych zagrodach (Troels-Smith 1954, 60).

b) Od połowy okresu subborealnego występują ślady gospodarki pasterskiej oraz pierwszych upraw zbóż.

c) Pod koniec tego okresu rozpoczęła się seria zasiedleń okolic Mikołajek. Wyróżniono trzy fazy ożywienia gospodarczego, przedzielone okresami osłabienia działalności człowieka. Przeprowadzono porównanie tych faz między sobą, wyciągając wnioski co do typów stosowanej gospodarki i możliwości synchronizacji z okresami kulturowymi.

d) Wykazano istnienie bezpośredniego związku pomiędzy holoceńską historią graba a osadnictwem prehistorycznym.

Institut Botaniki Polskiej Akademii Nauk w Krakowie
Zakład Paleobotaniki

LITERATURA

- Albertson N., 1946. Österplana Hed ett Alvarområde pa Kinnekulle. (Österplana Hed, ein Alvargebiet auf dem Kinnekulle). Acta Phytogeogr. Suec. 20 : 1—267.
- Aletsee L., 1959. Zur Geschichte der Moore und Wälder des nördlichen Holsteins. Nova Acta Leopold. 21 (139) : 1—51.
- Andersen S. T., 1961. Vegetation and its Environment in Danemark in the Early Weichselian Glacial (Last Glacial). Danm. Geol. Unders. II, 75 : 1—175.
- Bertsch K., 1932. Pflanzenreste der Pfahlbauten von Sipplingen und Langerain im Bodensee. Bad. Fundber. 2 (9) : 305—320.
- Bertsch A., 1961. Untersuchungen an rezenten und fossilen Pollen von Juniperus. Flora 150 (4) : 503—513.
- Beug H. J., 1957. Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge. Flora 145 : 167—211.
- Beug H. J., 1961. Leitfaden der Pollenbestimmung. 63 S. G. Fischer Verl. Stuttgart.
- Białobrzaska M., Truchanowiczówna J., 1960. Zmienność kształtu owoców i łusek europejskich brzoź (Betula L.) oraz oznaczenie ich w stanie kopalnym (The variability of shape of fruits and scales of the European birches (Betula L.) and their determination in fossil materials). Mon. Bot. 9 (2) : 1—93.
- Bittner K., Bogacki M., 1961. The Pisa terraces; age of the recent valley cutting. VIth INQUA Congress Publications, Guide-Book of Excursion D: 43—44.
- Breitenfeld E., Mothes K., 1940. Bestandesgeschichtliche Untersuchungen an Masurischen Wäldern. Schrift. Phys.-ökon. Ges. Königsb. 71(2) : 239—299.
- Bremówna M., Sobolewska M., 1934. Podyluwialna historia lasów Puszczy Augustowskiej na podstawie analizy pyłkowej torfowisk (Die nacheiszeitliche Waldentwicklung des Urwaldes von Augustów auf Grund der Pollenanalyse). Las Polski 1—3 : 3—21.
- Brørson-Christensen B., 1946. Measurement as a Means of Identifying Fossil Pollen. Danm. Geol. Unders. IV, 3 (2) : 1—22.
- Bulöw K. v. 1928. Pollenanalytischer Beitrag zur Kenntnis des Kieshofer Moores bei Greifswald. Jaekelheft. d. Pomm. Naturf. Ges. 9 (II).
- Casparie W. A., Zeist W., 1960. A Late-glacial lake deposit near Waskemeer (Prov. of Friesland). Acta Bot. Neerl. 9 : 191—196.
- Czubiński Z., 1950. Zagadnienia geobotaniczne Pomorza. (Geobotanical Problems in Pomerania). Bad. Fizj. n. Pol. Zach. 2 : 439—658.
- Dąbrowski M. J., 1959. Późnoglacialna i holocenska historia lasów Puszczy Białowieskiej. Cz. I. Białowieski Park Narodowy (Late-glacial and Holocene history of Białowieża Prime forest. P. I. Białowieża National Park). Acta Soc. Bot. Pol. 28 (2) : 197—248.

- Donner J., 1954. Measurements of pollen of *Alnus glutinosa* and *A. incana*. Compt. Rend. Soc. Geol. Finl. 27 : 49—55.
- Erdtman G., 1953. On the difference between the pollen grains in *Alnus glutinosa* and those in *Alnus incana*. Svensk Bot. Tidskr. 47 (3) : 449—451.
- Erdtman G., Berglund B., Praglowski J., 1961. An introduction to a Scandinavian Pollen Flora. 92+LXXIV pp. Almqvist a. Wiksell, Stockholm.
- Faegri K., 1939/40. Quartärgeologische Untersuchungen in westlichen Norwegen II. Berg. Mus. Arb. 7 : 1—201.
- Faegri K., 1944. On the introduction of agriculture in Western Norway. Geol. Fören. Förh. 66 : 449—462.
- Faegri K., 1954. On age and origin of the beech forest (*Fagus sylvatica* L.) at Lygrefjorden, near Bergen (Norway). Danm. Geol. Unders. II, 80 : 230—249.
- Faegri K., Iversen J., Waterbolk H. T., 1964. Textbook of Pollen Analysis. 237 pp. Scand. Univ. Books, Munsgaard.
- Faliński J. B., msk. Zbiorowiska łęgowe Krainy Wielkich Jezior Mazurskich.
- Firbas F., 1949, 1952. Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. I — 480 S., II — 256 S. G. Fischer Verl. Jena.
- Florin M. B., 1957. Pollen-analytical evidence of prehistoric agriculture at Mogen-torp neolithic Settlement Sweden. Publ. Inst. Quat. Geol. Univ. Upps. 6 : 1—25.
- Fries M., 1962. Pollen profiles of late pleistocene and recent sediments from Weber Lake, Minnesota. Ecology 43 (2) : 295—308.
- Gaerte W., 1929. Urgeschichte Ostpreussens. 406 S. Gräfe u. Unser Verl. Königsberg.
- Gams H., Ruoff S., 1929. Geschichte, Aufbau und Pflanzendecke des Zehlaubru-ches. Schr. Phys. ökon. Ges. Königsb. 66 : 1—193.
- Gardawski A., Gassowski J., Rajewski Z., 1957. Archeologia i pradzieje Polski. 228 ss. PZWS. Warszawa.
- Godwin H., 1956. The history of British Flora. 383 pp. Univ. Press Cambridge.
- Gradmann R., 1933. Die steppenheidetheorie. Geogr. Zeitschr. 39 : 265—278.
- Gronbach G., 1961. Pollenanalytische Untersuchungen zur Geschichte des Federseees und zur vorgeschichtlichen Besiedlung des Federseeeriedes. W: Der Federsee. Red. W. Zimmermann : 316—355. Schwäb. Albverein. E. V. Verl. Stuttgart.
- Gross H., 1933a. Die Eibe in Ostpreussen. Beih. zum Bot. Zentralbl. 50 : 522—576.
- Gross H., 1933b. Die Traubeneiche (*Quercus sessiliflora* Salisb.) in Ostpreussen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 65 : 144—152.
- Gross H., 1934a. Die Rotbuche in Ostpreussen. Zeitschr. f. Forst- und Jagdw. 66 : 622—651.
- Gross H., 1934b. Die Fichte (*Picea excelsa* Lk.) in Ostpreussen. Zeitschr. f. Forst- und Jagdw. 66 : 421—436.
- Gross H., 1935a. Der Döhlauer Wald in Ostpreussen. Beih. zum Bot. Zentralbl. 53 : 405—431.
- Gross H., 1935b. Zur Entwicklungsgeschichte des Fichtenanteils der Rominten Heide. Forst. Wochenschr. Silva 23 (1) : 1—7, (2) : 9—14.
- Gross H., 1935c, 1936. Die Steppenheidetheorie und die vorgeschichtliche Besiedlung Ostpreussens. Altpreuss. 2 : 90—93, 3 : 152—168, 4 : 195—216.
- Gross H., 1937a. Nachweis der Allerödschwankung im süd- und ostbaltischen Gebiet. Beih. zum Bot. Centralbl. 57 : 167—218.
- Gross H., 1937b. Pollenanalytische Altersbestimmung einer ostpreussischen Lyngbyhacke und das absolute Alter der Lyngbykultur. Mannus 29 (1) : 109—113.
- Gross H., 1937c. Der erste sichere Fund eines paläolithischen Geräts in Ostpreussen. Mannus 29 (1) : 113—118.

- Gross H., 1938a. Auf den ältesten Spuren des Menschen in Altpreußen. Prussia 32 (1) : 84—139.
- Gross H., 1938b. Ein früh-mittelsteinzeitlicher „Kommandostab“ aus Elchgeweih. Nachricht. f. Deutsche Vorz. 14 (5) : 124—126.
- Gross H., 1938c. Ergebnisse der moorgeologischen Untersuchung der vorgeschichtlichen Dörfer im Zedmar-Bruch. Nachricht. f. Deutsche Vorz. 14 (5) : 126—134.
- Gross H., 1939a. Die subfossilen Renntierfunde Ostpreußens. Schr. Phys.-ökon. Ges. 71 (1) : 79—126.
- Gross H., 1939b. Pollenanalytische Untersuchung zweier bemerkenswerter Mittelsteinzeitfunde aus Ostpreußen. Nachricht. f. Deutsche Vorz. 15 (11—12) 286—291.
- Gross H., 1943. Der ostpreussische Lebensraum in der ausklingenden Eiszeit. Der Forschungskr. 2 : 28—63.
- Gross H., 1954. Das Allerød — Interstadial als Leithorizont der letzten Vereisung in Europa und Amerika. Eisz. u. Geg. 4/5 : 189—209.
- Gudelis V., Kabailiene M. 1958. Alerodinis ir priesalerodinis laikotarpiai Lietuvoje Nopacicio pelkes palinologiniu tyrimu sviesoje (The Allerød and Pre-Allerød periods in Lithuania in the light of palynological investigations of the Nopaitis peat-bog deposits (SW. Lithuania). Moks. Pran. 6 : 105—122.
- Hafsten U., 1956. Pollenanalytic investigations on the late Quaternary development in the inner Oslofjord area. Univ. Berg. Arb. 8 : 1—161.
- Hafsten U., 1960. Pleistocene development of vegetation and climate in Tristan da Cunha and Gough Island. Arb. Univ. Berg. 20 : 1—48.
- Halicki B., 1960. Zagadnienie interstadialu mazurskiego (The problem of Mazurian Interstadial Period). Inst. Geol. Muz. Ziemi — Zbiór Prac i Kom. Tr. Geol. : 107—123. Wyd. Geol. Warszawa.
- Hammen T. van der, 1953. Late-glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. Leid. Geol. Mededel. 17 (1952) : 71—183.
- Hedberg O., 1946. Pollen morphology in the genus *Polygonum* L. s. lat. and its taxonomical significance. Svensk Bot. Tidssk. 40 (4) : 371—404.
- Helbaek H., 1954. Prehistoric Food Plants and Weeds in Denmark. Geol. Surv. Denm. 2 (80) : 250—261.
- Hohendorf E., 1956. Klimat Pojezierza Mazurskiego a potrzeby rolnictwa. Zesz. Nauk. WSR. w Olszt. 1 : 55—88.
- Horn af Rantzien H., 1946. Om *Pleurospermum austriacum* (L.) Hoffm. emend. Turcz., des taxonomi, utbredning och ekologi (On the taxonomy, distribution and ecology of *Pleurospermum austriacum* (L.) Hoffm. emend. (Turcz.). Svensk Bot. Tidskr. 40 (1) : 179—213.
- Hultén E., 1950. Atlas of the distribution of vascular plants in NW Europe. 512 pp. Gen. Lit. Anst. Förl. Stockholm.
- Iversen J., 1936. Sekundäres Pollen als Fehlerquelle. Danm. Geol. Unders. IV. 2 (15) : 1—24.
- Iversen J., 1941. Land Occupation in Denmark's Stone Age. Danm. Geol. Unders. II. 2 (66) : 1—68.
- Iversen J., 1949. The influence of prehistoric man on vegetation. Danm. Geol. Unders. IV. 3 (6) : 1—25.
- Iversen J., 1954. The Late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. Danm. Geol. Unders. II. 80 : 87—119.
- Iversen J., 1956. Forest clearance in the stone Age. Scient. Amer. 194 (3) : 36—41.
- Iversen J., 1958. The bearing of glacial and interglacial epochs on the formation and the extinction of plant taxa. Upps. Univ. Arsskr. 6 : 210—215.
- Iversen J., 1960. Problems of the early Postglacial forest development in Denmark. Denm. Geol. Unders. IV. 4 (3) : 1—32.

- Jakimowicz R., 1953. Pradzieje człowieka. W: Warmia i Mazury. Red. S. Zajchowska, M. Kielczewska-Zaleska: 77—82. Inst. Zach. Poznań.
- Jentys-Szaferowa J., 1959. A graphical method of comparing the shapes of plants. *Rev. Pol. Acad. Scien.* 4 : 9—38.
- Jessen K., 1935. Archaeological Dating in the History of North Jutland's Vegetation. *Acta Arch.* 5 (3) : 185—214.
- Jessen K., 1949. Studies in late Quaternary deposits and flora history of Ireland. *Proc. Roy. Ir. Acad.* 52 B (6) : 85—290.
- Jørgensen S., 1954. A pollenanalytical dating of Maglemose finds from the Bog Aamosen, Zealand, Danm. *Geol. Unders.* II. 80 : 159—187.
- Jørgensen S., 1963. Early Postglacial in Aamosen. Danm. *Geol. Unders.* II. 87 : 1—79.
- Kabailiene M., 1959. Augalijos raida velyvajame ledynmetyje ir poledynmetyje Lietuvos ir pietines Latvijos pajurio zonoje. (Spät- und Postglazialzeitflora im Ostseegebiet Litauens und südlichen Lettlands). *Geogr. Metr.* 2 : 477—506.
- Kabailiene M., 1958. Kai kurie nauji duomenys apie Gabiauriškio alerodinius darinius (Some new data about the Allerød deposits of Gabiauriškis in SW Lithuania). *Moks. Pran.* 8 : 5—14.
- Kaczorowska Z., 1950. Klimat Prus Polskich. *Gosp. Wiejsk. n. Ziem. Zach.* 1.
- Kaiser K., 1960. Klimazeugen des periglazialen Dauerfrostbodens in Mittel- und Westeuropa. *Eisz. u. Geg.* 11 : 121—141.
- Kanerwa R., 1956. Pollenanalytische Studien über die spätquartäre Wald- und Klimageschichte von Hyrynsalmi in NO-Finnland. *Ann. Acad. Scient. Fenn.* A III. 46 : 1—108.
- Kępczyński K., 1960. Zespoły roślinne Jezior Skępskich i otaczających je łąk. (Plant groups of the Lake District of Skępe and the surrounding peat-bogs). *Stud. Soc. Scient. Tor. Suppl.* VI : 1—244.
- Knoblauch G., 1931. Pollenanalytische Untersuchung meeresnaher Moore in Ostpreussen. *Uns. Ostl.* 1 (4) : 219—264.
- Kondracki J., 1952. Uwagi o ewolucji morfologicznej Pojezierza Mazurskiego (Remarks about morphological evolution of the Mazurian Lake District). *Inst. Geol. Biul.* 65 : 513—597.
- Kondracki J., 1957. Pojezierze Mazurskie jako region naturalny. *Geogr. w Szkole* 5 : 1—16.
- Königsson L.-K., 1962. Dröstorps Mose. A study of the morphology and stratigraphy of an Alvar Fen on Øland and the vegetational history of the Alvar. *Geol. Fören. Forh.* 84 (2) : 87—118.
- Koperowa W., 1962. Późnoglacialna i holocenska historia roślinności Kotliny Nowotarskiej. (The history of the Late-Glacial and Holocene Vegetation in Nowy Targ Basin). *Acta Palaeobot.* 2 (3) : 1—157.
- Koperowa W., Środoń A., 1965. Pleniglacial Deposits of the Last Glaciation at Zator (West from Kraków). *Acta Palaeobot.* 6(1) : 1—31.
- Kornaś J., 1959. Wpływ człowieka i jego gospodarki na szatę roślinną Polski — Flora synantropijna. W: Szata roślinna Polski. Red. W. Szafer, t. I : 89—125. Warszawa.
- Kozłowska A., 1959. Rola roślin uprawnych w historycznym rozwoju kultury materialnej Polski. W: Szata roślinna Polski. Red. W. Szafer, t. I : 547—586. Warszawa.
- Krog H., 1954. Pollen analytical investigation of a C¹⁴ dated Allerød — section from Ruds-Vedby. Danm. *Geol. Unders.* II. 80 : 120—139.
- Kubiëna W. L., 1953. Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. 392 S. Ferd. Enke Verl. Stuttgart.

- Kubitzki K., 1961. Zur Synchronisierung der nordwesteuropäischen Pollendiagramme (mit Beiträgen zur Waldgeschichte Nordwestdeutschland). *Flora* 150 (1) : 43—72.
- Kulczyński S., 1939, 1940. Torfowiska Polesia. (Die Moore des Polesie-Gebietes). T. I+II — 777 ss. Kraków.
- Lencewicz S., 1955. Geografia fizyczna Polski. Wyd. II. 412 ss. PWN. Warszawa.
- Lublinerówna K., 1934. Analizy pyłkowe torfowisk pasa bezświerkowego. Inst. Bad. Las. Państw. A. 5 : 1—40.
- Łańcucka-Środoniowa M., 1957. Mioceńska flora z Rypina na Pojezierzu Dobrzyńskim. *Inst. Geol. 15. Z. Bad. Flor. Trzeciorzęd.* 2 : 5—76.
- Łowmiański H., 1953. Prusowie i państwo Krzyżackie. W: *Warmia i Mazury*. Red. S. Zajchowska, M. Kiełczewska-Zaleska : 93—120. Inst. Zach. Poznań.
- Mamakowa K., 1962. Roślinność Kotliny Sandomierskiej w późnym glacie i holocenie. (The Vegetation of the Basin of Sandomierz in the Late-Glacial and Holocene). *Acta Palaeobot.* 3 (2) : 1—57.
- Marek S., 1954. Cechy morfologiczne i anatomiczne owoców rodzajów *Polygonum* L. i *Rumex* L. oraz klucze do ich oznaczenia. (Morphological and anatomical features of the fruits of genera *Polygonum* L., *Rumex* L. and keys for their determination). *Mon. Bot.* 2 : 77—161.
- Maurizio A., 1926. Pożywienie roślinne i rolnictwo w rozwoju dziejowym. 409 ss. Nakł. Kasy im. Mian. Warszawa.
- Medwecka-Kornasiowa A., 1959. Zespoły leśne i zaroślowe. W: *Szata roślinna Polski*. Red. W. Szafer, t. I : 368—427.
- Mikkelsen V. M., 1954. Studies on the subatlantic history of Bornholm's vegetation. *Danm. Geol. Unders.* II. 80 : 210—229.
- Mikkelsen V. M., 1963. Beech as a natural forest tree in Bornholm. *Bot. Tidsskr.* 58 (4) : 253—280.
- Mitchell G. P., 1956. Post-boreal Pollendiagrams from Irish Raised-bogs. *Proc. Roy. Ir. Acad.* 57B (14) : 185—251.
- Müller H., 1953. Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. *Nova Acta Leopold.* 11 (110) : 1—67.
- Müller I., 1947. Der pollenanalytische Nachweis der menschlichen Besiedlung im Federsee- und Bodenseegebiet. *Planta* 35 (1/2) : 70—87.
- Niedziałkowski W., 1950. Lasy i gospodarstwo leśne Prus Polskich. *Gosp. Wiej. na Ziemiach Zach. i Póh.* 1 : 1—28.
- Nietsch H., 1934. Waldgeschichtliche Untersuchungen im westlichen Ostpommern und in der angrenzenden Neumark. *Dohrniana* 13 : 1—137.
- Nilsson T., 1935. Die pollenanalytische Zonengliederung der spät- und postglazialen Bildungen Schonens. *Geol. Fören. Stock. Forhandl.* 57 (3) : 385—562.
- Nilsson T., 1961. Ein neues Standardpollendiagramm aus Bjärsjöholmssjön in Schonen. *Lunds Univ. Arsskr. N. F. A. 2.* 56 (18) : 1—34.
- Nilsson T., 1964. Entwicklungsgeschichtliche Studien im Ageröds Mosse, Schonen. *Lunds. Univ. Arsskr. N. F. A. 2.* 59 (8) : 1—34.
- Ołtuszewski W., 1937. Historia lasów Pojezierza Suwalsko-Augustowskiego (Geschichte der Wälder der Seenplatte von Suwałki-Augustów im Lichte der Pollenanalyse). *Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Prace Kom. Mat.-Przyr. Seria B* 8 (4) : 1—66.
- Ołtuszewski W., 1957. Pierwotna szata leśna Wielkopolskiego Parku Narodowego w Osowej Górze pod Poznaniem w świetle analizy pyłkowej. (The development of the original vegetation of the Great Poland National Park.). *Pol. Tow. Przyj. Nauk. Prace Monogr. nad Przyr. WPN pod Poznaniem* 3 (1) : 1—92.
- Ołtuszewski W., Borówko Z., 1954. Analiza pyłkowa torfowiska „Bielaw-

- skie Błoto". W: „Bielawskie Błoto” — ginące torfowisko atlantyckie Pomorza. Red. Z. Czubiński. Ochr. Przyr. 22 : 140—152.
- Oszast J., 1957. Historia klimatu i flory Ziemi Dobrzyńskiej w późnym glacie i w holocenie. (History of the climate and flora of the Dobrzyń region (Northern Poland) in the late Glaciation and Holocene). Inst. Geol. Biul. 118 : 179—232.
- Pawłowski B., 1959. Rodzina: *Callitrichaceae*, Rzęślowate. Flora Polska. Red. W. Szafer i B. Pawłowski, T. VIII : 269—278. PWN, Warszawa.
- Polakowski B., 1961. Stosunki florystyczno-fitosocjologiczne Puszczy Boreckiej ze szczególnym uwzględnieniem lasów leśnictwa Lipowo i Walisko (Die floristisch-pflanzensoziologischen Verhältnisse der Puszca Borecka...). Stud. Soc. Scient. Tor. 5 : 1—146.
- Polakowski B., 1962. Bory świerkowe na torfowiskach (zespół *Piceo-Sphagnetum Girgensohnii* ass. nova) w północno-wschodniej Polsce. — Fichtenwälder auf Torfböden (*Piceo-Sphagnetum Girgensohnii* ass. nova) in Nordostpolen. Fragm. Flor. et Geob. 8 (2) : 139—156.
- Polakowski B., 1963. Stosunki geobotaniczne Pomorza Wschodniego. (Die geobotanischen Verhältnisse im östlichen Pomorze). Zesz. Nauk. WSR w Olszt. 15 (1) : 1—167.
- Post v. L., 1929. Die postarktische Geschichte der europäischen Wälder nach den vorliegenden Pollendiagrammen. Medd. Stock. Högsk. Geol. Inst. 16 : 1—27.
- Pennington W., 1947. Studies of the Post-glacial history of British Vegetation. VII. Lake sediments. Pollen diagram from the bottom deposits of the north basin of Windermere. Phil. Trans. Roy. Soc. of Lond. 233B 596 : 137—175.
- Petrenz H., 1932. Pollenanalytische Untersuchungen im Westgebiet des ostpreussischen Landrückens. Uns. Ostl. 2 (4).
- Petschallies H., 1931. Vergleiche pollenanalytischer Ergebnisse mit anthropologisch datierbaren Horizonten nach Funden in Ostpreussen. Uns. Ostl. 1 (5) : 265—298.
- Potratz K., 1932. Pollenanalytik südmasurischer Moore. Uns. Ostl. 2.
- Ralska-Jasiewicz M., 1964. Correlation between the Holocene history of the *Carpinus betulus* and prehistoric settlement in North Poland. Acta Soc. Bot. Pol. 33 (2) : 461—468.
- Salmi M., 1963. On the late-Quaternary distribution in Finland of the Filbert (*Corylus avellana* L.). Bull. Com. Geol. Finl. 207 : 1—67.
- Samuelsson G., 1934. Die Verbreitung der höheren Wasserpflanzen in Nord-Europa. Acta Phytogeogr. Suec. 6 : 1—211.
- Schmitz H., 1955. Die pollenanalytische Gliederung des Postglazials im nord-westdeutschen Flachland. Eisz. u. Geg. 6 : 52—59.
- Schütrumpf R., 1963. Zur Frage des Ulmenabfalls. Ber. Geobot. Inst. ETH Stift Rüb. 34 : 72—73.
- Silbersdorf W., 1931. Pollenanalytische und successionbiologische Untersuchungen über das Wierschutziner Moor. Uns. Ostl. 1 (7) : 396—445.
- Smith A. G., Willis E. H., 1961/2. Radiocarbon dating of the Fallahogy Landnam phase. Ust. Journ. of Arch. 24/25 : 16—24.
- Stasiak J., 1961. Pieczonki — profile of lacustrine sediments; Allerød, Younger Dryas and Holocene. VIth INQUA Congress Publications, Guide Book of Excursion D : 54—56.
- Stasiak J., 1964. Historia Jeziora Kruklin w świetle osadów strefy litoralnej. (History of Kruklin lake as revealed by the deposits of its littoral zone). Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN 42 : 1—94.
- Stasiak J., 1965. Badania nad starożytnym krajobrazem Pojezierza Suwalskiego

- w rejonie Szwajcarii. (Research on the ancient landscape of the Suwałki Lake District in the region of Szwajcaria). *Prace Białost. Tow. Nauk.* 7 : 1—42.
- Steckhan H. U. 1961. Pollenanalytisch-vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur frühen Siedlungsgeschichte im Vogelberg, Knull und Solling. *Flora* 150 (4) : 514—551.
- Steffen H., 1931. Vegetationskunde von Ostpreussen. 406 S. G. Fischer Verl. Jena.
- Steffen H., 1937. Das Pontische Florenelement in Ostpreussen. *Jahresb. d. Preuss. Bot. Ver.* 1930 — 36 : 1—16.
- Steinberg K., 1944. Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Unterreichsfeldes. *Herc.* 3 (7—8) : 529—587.
- Synowiec A., 1961. Morfologia Jeziora Mikołajskiego. *Dokum. Geogr. Inst. Geogr. PAN.* 2 : 54—69.
- Szafran B., 1957, 61. *Mchy (Musci)*. t. I : 448 ss., t. II : 405 ss. Warszawa.
- Szafrański F., 1961. Polodowcowa historia lasów obszaru na północ od Wysozczyzny Staniszewskiej (Pojezierze Kartuzkie). (Post-glacial history of forests situated north of Staniszewo Upland — Lake territory of Kartuzy). *Bad. Fizj. n. Polską. Zach.* 8 : 91—136.
- Szczepanek K., 1961. Późnoglacialna i holocenska historia roślinności Gór Świętokrzyskich. (The history of the Late Glacial and Holocene Vegetation of the Holy Cross Mountains). *Acta Palaeobot.* 2 (2) : 1—45.
- Szostak M., 1961. Charakterystyka morfologiczna i hydrograficzna południowej części Rynny Mikołajskiej. *Dokum. Geogr. Inst. Geogr. PAN* 2 : 9—51.
- Środoń A., 1954. Flory plejstocenske z Tarczyniechów nad Wieprzem. (Pleistocene floras from Tarczyniechy on the river Wieprz). *Inst. Geol. Biul.* 69 : 5—78.
- Środoń A., 1959. Zarys historycznego rozwoju szaty roślinnej w późnym glacie i holocenie. W: *Szata roślinna Polski*. Red. W. Szafer, t. I : 513—543.
- Środoń A., 1962. O niektórych zagadnieniach dotyczących paleobotaniki i stratygrafii czwartorzędu w Polsce. (On some problems of Quaternary palaeobotany and stratigraphy in Poland). *Kwart. Geol.* 6 : 679—694.
- Troels-Smith J., 1954. Ertebøllekultur — Bondekultur. (Ertebølle Culture — Farmer Culture). *Aarb. f. Oldkyn. og Hist.* 1953 : 1—62.
- Troels-Smith J., 1955. Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen schweizerischen Pfahlbauproblemen. *Das Pfahlbauprobl. Mon. zur Ur- und Frühgesch. d. Schweiz.* 11 : 11—64.
- Troels-Smith J., 1960. Ivy, Mistletoe and Elm, Climate Indicators — Fodder Plants. *Danm. Geol. Unders.* IV. 4 (4) : 1—32.
- Turner J., 1962. The *Tilia* decline: an Anthropogenic Interpretation. *New Phyt.* 61 (3) : 328—341.
- Turner J., 1964. The anthropogenic factor in vegetational history I. Tregaron and Whixhall Mosses. *New Phyt.* 63 (1) : 73—90.
- Tynni R., 1959. Über das Vorkommen von *Ephedra distachya* L. während des Spät- and Postglazials in Finnland. *Arch. Soc. „Vanamo”* 13 (2) : 123—132.
- Uggla H., 1956. Ogólna charakterystyka gleb Pojezierza Mazurskiego. *Zesz. Nauk. WSR w Olszt.* 1 : 15—54.
- Urbschat J., 1931. Zur Kenntnis der Waldsiedelung in der Rominter Heide. *Uns. Ostl.* 1 (1) : 3—70.
- Vasari Y., 1962. A study of the vegetational history of the Kuusamo district (North East Finland) during the late Quaternary period. *Ann. Bot. Soc. „Vanamo”* 33 (1) : 1—140.
- Vogt E., 1938. Analiza pyłkowa trzech torfowisk w zachodniej Suwalszczyźnie (Pollenanalytische Untersuchungen von drei Torfmooren in West Suwałki Gebiet). *Spraw. Tow. Nauk. Warsz.* 31 : 44—59.

- Wallrabe d., 1932. Studien über die meeresnahen Moore Schwentlung und Gross-Raum. *Uns. Ost.* 2 (3).
- Wasylikowa K., 1964. Roślinność i klimat późnego glaciału w środkowej Polsce na podstawie badań w Witowie koło Łęczycy (Vegetation and climate of the Late-glacial in Central Poland based on investigations made at Witów near Łęczycza). *Biul. Perygl.* 13 : 261—417.
- Welten M., 1957. Über das glaziale und spätglaziale Vorkommen von *Ephedra* am nordwestlichen Alpenrand. *Ber. d. Schweiz. Bot. Ges.* 67 : 33—54.
- Więckowski K., 1959. Pierwsze próby z sondą rdzeniową do pobierania monolitów osadów dennych jezior. (A first attempt at obtaining monoliths of lake bottom sediments by means of a core-sound). *Przeł. Geogr.* 31 : 361—365.
- Więckowski K., 1961. Improved Vertical Core Sampler for Collecting the Bottom Sediments Monoliths. *Bull. Acad. Pol. Scienc.* 9 (2) : 129—133.
- Więckowski K., 1963. Preliminary Results of Examinations of Bottom Deposits in the Large Mazurian Lakes. *Bull. Acad. Pol. Scienc.* 11 (2) : 107—114.
- Willutzki H., 1962. Zur Waldgeschichte und Vermoorung sowie über Rekurrenzflächen im Oberharz. *Nova Acta Leopold.* 25 (160) : 1—52.
- Zabłocki J., 1952. Szczątki roślinne ze stanowiska wczesnośredniowiecznego w Jeziorku pow. Giżycko, wydobyte w 1950 r. *Mater. Wczesnośr.* 2 (1950) : 211—225.
- Zeist W. van, 1955. Pollen analytical investigations in the northern Netherlands with special reference to archaeology. *Acta Bot. Neerl.* 4 (1) : 1—81.
- Zeist W. van, 1958/9. Palynologische Untersuchung eines Torfprofils bei Sittard. *Palaeohist.* 6—7 : 19—24.
- Zeist W. van, 1959. Studies on the postboreal vegetational history of south-eastern Drenthe (Netherlands). *Acta Bot. Neerl.* 8 : 156—184.
- Żaki A., 1949. Uwagi o osadnictwie wczesnołużyckim na górnym Powiślu. *Slavia Antiqua* 2.

SUMMARY

BOTTOM SEDIMENTS OF THE MIKOŁAJKI LAKE (MASURIAN LAKE DISTRICT) IN THE LIGHT OF PALAEOBOTANIC INVESTIGATIONS

INTRODUCTION

The area of the Masurian Lake District, rich in organogenic deposits lending themselves to investigations with the method of pollen analysis, has been for a long time an object of interest to scientists dealing with the youngest stages of the history of vegetation. Intensive investigations were started in this region and in its adjacent areas already around the year 1930 (Bülow 1928; Gams, Ruoff 1929; Silbersdorf 1931; Urbschat 1931; Knoblauch 1931; Potratz 1932; Petrenz 1932; Wallrabe 1932). H. Gross's works published in the years 1935—1943 contributed most to the progress of investigations on the Late-glacial and Holocene history of the vegetation of these areas (Fig. 1). In 1940 there appeared a study by Breitenfeld and Mothes concerning the history of the forests of the southern part of the Lake District.

Several works also appeared dealing with the adjacent territory of the Suwałki Lakes (Bremówna, Sobolewska 1934; Ołtuszewski 1937; Vogt 1938). All publications mentioned were based chiefly on the knowledge of the pollen of the more important kinds of forest trees. It was only H. Gross who took into account families of herbaceous plants. The results of these investigation can therefore be utilized only to reproduce in broad outline the principal stages of development of the forest cover, but cannot serve as a basis for more detailed reconstruction of the vegetation of these areas, especially in the Late Glacial and Younger Holocene.

In the last few years Stasiak published the results of investigations on the history of the Lake Kruklin near Giżycko (1961, 63) and Szwałcaria near Suwałki (1964).

In 1960 the present author started palaeobotanic investigations on bottom sidements of the Mikołajki Lake. She could undertake them thanks to Dr. K. Więckowski from the Institute of Geography of the Polish Academy of Sciences in Warsaw who constructed the core sampler for taking monoliths of bottom sediments.

The work was carried out at the Department of Palaeobotany of the Institute of Botany of the Polish Academy of Sciences, under the direction of Professor A. Środoń, to whom the author wishes to express her very sincere gratitude for his valuable advice and support. Her grateful acknowledgements are also due to Professor B. Szafran for the identification of mosses, to Mrs. B. Pawlikowa for the identification of wood remains, and to Dr. J. Truchanowiczówna and Dr. M. Białobrzaska for their assistance in the identification of fruits and fruit scales of birches. She is particularly obliged to Dr. K. Więckowski for his carrying out the whole of the field work. Her thanks are also due to Mr. J. Mamak for the drawings he made and to Mr. S. Łuczko for taking some of the photographs.

GEOGRAPHY OF THE INVESTIGATED AREA

Local geology. The Mikołajki Lake lies in the southern part of the Great Lakes Region being one of the central subregions of the Masurian Lakes (northern Poland). This area forms a transverse depression in the ridge of moraines of the Lake District (Masurian valley) and is distinguished by the greatest number of lakes in Poland. The development of the Masurian valley is related to the existence of a preglacial tectonic depression of Oligocene-Cretaceous age. Miocene deposits filling up this depression were partly destroyed by the action of ice sheets which, during the Pleistocene, overran this territory several times. At the present time the Quaternary cover is in places more than 100 m. thick (Szostak 1961).

The soils. The vast majority of soils was formed from deposits of glacial origin. They are chiefly composed of podsoles formed from sands, with the exception of the north-western part where are prevailing brown soils and podsoles developed from boulder-clay (Uggla 1956).

The climate of the Masurian climatic region to which the Great Lakes District belongs (according to Gumiński's division 1948, after Lenczewicz 1955) is the result of the encounter of maritime and continental influences. This region is the coldest area of the Polish Lowland. It is characterized by hard winters and late, cool springs. In relation to the central part of the country the vegetation season is shortened here by 2 to 3 weeks. Simultaneously, the heavier local humidity of the atmosphere brings about an increase in the number of

cloudy days, of fogs and rainfall (550—650 mm. per year). The Great Lakes Region lies within an annual isotherm of $+6.5^{\circ}\text{C}$; through its area runs the isotherm of January of -4° and that of July of $+17^{\circ}\text{C}$.

The vegetation. The specific character of the climate is the cause of many plant species, including several forest trees, having in this region their limits of distribution. *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*, and *Quercus sessilis* reach here their north-eastern limits, while immediately beyond the country's frontier the distribution of *Taxus baccata* and *Alnus incana* comes to an end. *Carpinus betulus* is found here in the north-eastern border zone of its distribution, *Picea excelsa* near the southern border of its northern reach.

The dominant forest communities on sandy soils are various types of pine and acidiphilous oak-pine forests with an increasing share of spruce towards the north-east. On morainic soils deciduous forests of the *Querco-Carpinetum s. l.* type prevail with in the west an increasing admixture of beech. The abundance of lakes and waterlogged habitats brings about the development of a great number of swamp as well as aquatic plant communities. On dry slopes and hills there occur patches of xerothermic plants.

Influence of man on the plant cover. Forest clearings on a vast scale were started in this region in the thirteenth century by colonists of the Teutonic Order, while a regular colonization developed here in the sixteenth and seventeenth centuries. At the present time ca. 64 per cent of the area is in agricultural use (of which about $\frac{1}{4}$ is occupied by meadows and pastures), 23 per cent being covered by forests. The greatest stretches of the latter have been preserved in the south-eastern part of the Lake District. The largest forest complex is the Pisz Primeforest (Puszczka Piska) bordering on the western shore of the Mikołajki Lake.

Under the influence of man there also occurred a change in the composition of forests — the predominance of pine increased, as well as the share of spruce to the detriment of deciduous species.

Description of the lake. The Mikołajki Lake forms part of a glacial channel composed of four connected lakes: Ryn, Tałty, Mikołajki, and Beldany. The channel, 38 km. long, has an almost meridional course; it is joined by a small embranchment with the Śniardwy Lake, which is the greatest water basin in Poland. The formation of the channel is related to the glacier which shaped the basin of the Śniardwy Lake.

Szostak's (1961) investigations showed that the area of this lake was still covered with ice at the Pomeranian stage. According to Kondracki (1957) the whole lowland lying south-east of the present borders of the Śniardwy Lake once formed part of it. During the period of the maximum rise of the water table its level was ca. 5—8 m. higher than at the present time. The part of the described channel lying between

the junction with the Śniardwy in the south-east and the maximum contraction in the north is called Mikołajki Lake (Fig. 2). The northern part of the lake has a typically channel-like character, whereas the southern part is more extended; the junction with the Śniardwy was presumably much wider in the past.

On the whole, the aquatic and swamp vegetation of the lake is poor. On narrow stretches near the shore there occur small fragments of the *Scirpo-Phragmitetum* association with prevailing *Phragmites communis*, while somewhat further from the shore there are impoverished stands of *Myriophyllo-Nupharetum*. It is only in the south-eastern part of the lake that the vegetation becomes a little more abundant.

The whole eastern border of the lake is deforested being occupied by buildings of the town Mikołajki or forming pastures and cultivated lands descending to the very shore. The western border is almost entirely covered with forests. Low over the water there occur impoverished fragments of alderwoods and higher on the slope stands of *Quercu-Carpinetum* superseded in places by planted spruce woods. In the higher parts pine and acidiphilous oak-pine forests extend belonging to the Pisz Primeforest.

METHODS

Material. All materials for palaeobotanic analyses were taken from the bottom of the lake with the aid of a core sampler designed by K. Więckowski (1961). By this means monoliths of bottom sediments were obtained, including the totality of Late-glacial and Holocene sediments down to the morainic substratum. Samples for pollen analysis were taken from monoliths ca. 50 mm. in diameter, mostly at intervals of 5 cm., or smaller in sections lithologically more differentiated. The whole remaining material taken at the same intervals was used for macroscopic analyses. It is only in profile I that samples for macroscopic examinations were taken at intervals of 45 cm.

Laboratory technique. Samples for pollen analysis were prepared by three different methods according to the kind of sediment: Mineral sediments containing CaCO_3 (clay, sand): boiling with concentrated HCl, acetone-bromoform flotation with the Knox method, acetolysis.

Organic sediments containing CaCO_3 (gyttja): treatment with concentrated HCl, acetolysis.

Organic sediments without CaCO_3 (peat): chlorination and acetolysis.

Pollen diagrams. The percentages of the sporomorphs were calculated on the basis of the total sum, including trees and shrubs (AP) and herbaceous plants (NAP). From this sum were excluded aquatic plants, *Sphagnum* spores, and sporomorphs of exotic plants, occurring only

in the Late-glacial sediment. Also the pollen of *Juniperus* was left out of this sum, since in profile I it was counted only in the upper Holocene stages, being discarded in the older part of the profile. In the Late-glacial sections the pollen of thermophilous trees were excluded from the total sum as well, assuming that it occurs here either on a secondary bed or comes from a long-distance transport. Consequently, the basis of calculations in the Late Glacial is different from that in the Holocene.

The results of pollen analysis are shown in the form of tables of absolute quantities of the ascertained sporomorphs and of pollen diagrams. Only single samples from the Allerød are shown in the percentage tables of sporomorphs and in absolute quantities of macroscopic plant remains.

Part A and B in the diagrams contains a graph of the ratio of AP to NAP, as well as curves of trees and shrubs, part C presents curves of all herbaceous plants with the exception of aquatic and marsh plants being inserted in part D. On the right side of the diagram are curves of the remaining forms excluded from the total sum (*Sphagnum* and *Sporae indeterminatae*). In the Late-glacial sections of the diagrams the curves of forms left out from the total sum on account of their proceeding entirely from the contamination of the sediment are marked by diagonal stripes, whereas curves of forms coming presumably only partly from a secondary bed, not being therefore excluded from the sum, are marked by horizontal stripes.

Part E of the diagram contains a quantitative graph of macroscopic plant remains ascertained in a determined volume of the sediment.

DESCRIPTION OF GEOLOGICAL PROFILES

Profile I

It comes from coring No. 5 of series No. 5 (Fig. 3 and 4). The width of the lake amounts here to 720 m. The profile was taken at a distance of 150 m. from the eastern border at a depth of water of ca. 20 m., on the passage between the steep slope of the basin and its maximum depression (27.8 m.) lying at a distance of about 250 m. from the shore. The corings, set up at this deepest place (No. 3 and 4), did not drill through the totality of organic sediments.

Description of the profile

- 0.00—4.25 m. calcareous gyttja with a small admixture of clay, strongly watery in the top part, more and more compact towards the bottom. At a depth of 2.10 m. admixture of very fine charcoals;
- 4.25—4.60 clayey gyttja, poor in calcium;
- 4.60—4.95 limnic sapropel (hydrotroilite), rich in sulphur compounds;

- 4.95—6.55 clay with considerable CaCO_3 content — in the upper part admixture of plant detritus, towards the bottom increasing share of sand;
 6.55—6.90 washed sand;
 6.90—7.30 m. sand with gravel.

Profile II

It was taken near profile I in order to increase the number of macroscopic remains. With the exception of slight differences in thickness the arrangement of layers is similar to that in profile I (Fig. 14).

Profile III and IV

Corings were made in the central part of the maximum depression (27.8 m.) at a distance of some twenty metres to the south of the axis of series No. 5 (Fig. 3). In spite of the small distance the profiles differ both in the thickness and development of the particular layers.

Description of profile III

- 0.00—6.50 m. calcareous gyttja with a small admixture of clay — semi-fluid in the upper part, more compact towards the bottom;
 6.50—6.55 damage of the profile;
 6.55—6.66 calcareous gyttja interbedded with very thin levels of peat;
 6.66—6.74 fen-peat strongly decomposed, with wood remains and twigs, underlain with a thin layer of gyttja;
 6.74—6.85 calcareous clay with plant detritus;
 6.85—9.00 sand — fine-grained at the top with a considerable admixture of clay. coarser towards the bottom, where it becomes mixed with gravel. At a depth of 8.65—8.75 m. a layer of compact clay.

Description of profile IV

- 0.00—4.75 m. calcareous gyttja with a small admixture of clay — semi-fluid in the upper part, more compact towards the bottom;
 4.75—4.85 clayey gyttja, poor in calcium, with shells of molluscs;
 4.85—4.95 sand with an inconsiderable admixture of organic substances;
 4.95—5.00 limnic sapropel (hydrotroilite);
 5.00—5.30 clay with interbeddings of gyttja, strongly sandy in places;
 5.30—6.05 sand — very fine at the top, growing coarser towards the bottom;
 6.05—6.30 gravels.

The single samples, taken from 12 profiles distributed over the whole length of the lake (Fig. 3), come almost all from a layer of fen-peat with wood remains 5 to 30 cm. thick, occurring in the profiles at various depths (from 2.15 to 5.20 m.; the results of analyses are shown in Table II). Clay or sand usually underlies the peat which is covered with a strongly

sandy or clayey gyttja. It is only sample 1/1 which comes from a layer of limnic sapropel (cf. profiles I, II, and IV), and sample 1/8 from a sandy detritus gyttja. In sample 1/2 limnic sapropel is present above the layer of peat, in sample 1/8 — sand with detritus.

REMARKS ON SOME MORE INTERESTING PLANTS

M u s c i

In Late-glacial sediments the occurrence of 22 moss species was ascertained, these being identified by Prof. B. Szafran. They can be divided into several ecological groups:

1. Species of moist rock crevices and snow-patches, in the high mountains and in the North: *Aulacomnium turgidum* Schwägr., *Hygrohypnum* cf. *montanum* Wils., *Plagiobryum Zierii* Lindb.

2. Species of dry calcareous rocks and open sandy habitats: *Ceratodon purpureus* (L.) Brid., *Ditrichum flexicaule* Hampe, *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Lindb., *Thuidium abietinum* Br. eur., *Th. abietinum* subsp. *histricosum* (Mitt.) Kindb., *Tortella tortuosa* (L.) Limpr., *Tortula ruralis* Ehrh.

3. Forest species occurring chiefly in boreal coniferous forests: *Brachythecium* cf. *salebrosum* (Web. et Mohr.) Br. eur., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Br. eur., *Pohlia nutans* Lindb.; or more readily in deciduous forests: *Eurhynchium pulchellum* (Hedw.) Dix., *Amblystegium serpens* (L.) Br. eur.

4. Species of wet habitats, fens and alderwoods: *Amblystegium varium* (Hedw.) Lindb., *Aulacomnium palustre* Schwägr. var. *imbricatum* Br. eur., *Camptothecium nitens* Schimp. var. *insigne* Milde., *Campylium helodes* (Spr.) Broth., *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Mnk., *D. fluitans* (Hedw.) Warnst., *D. Sendtneri* (Schimp.) Warnst.

Species of group 1 were ascertained only in the older part of the period preceding the Allerød, species of group 2 being found in the greatest amount in its younger part and in the Younger Dryas. Species of group 3 and 4 prevail in the Allerød (Table I).

P t e r i d o p h y t a

Polypodiaceae

Dryopteris thelypteris (L.) A. Gray (Plate VI, 14—15).

(*Aspidium thelypteris* Sw., *Thelypteris palustris* Schott, *Lastrea thelypteris* (L. Bory). To this species were assigned only spores with preserved exosporium. They occur beginning from the Allerød where this species

belongs to the group of the most thermophilous plants (cf. the present distribution — Hultén 1950; Godwin 1956). In large numbers spores of *Dryopteris thelypteris* occur from the beginning of the Holocene, before the appearance of the alder. During the Boreal period this fern probably penetrated into the alderwoods maintaining itself there throughout the whole Holocene.

Gymnospermae

Ephedraceae

Pollen grains of this genus were assigned to two types: *Ephedra distachya* and *E. t. fragilis*.

E. distachya L. (Plate III, 9)

Single pollen grains in the Allerød and in the Younger Dryas, as well as in the Pre-boreal and Boreal periods; two grains were also found in the Sub-atlantic period. In central and northern Europe the pollen of *E. distachya* was frequently ascertained at the first stages of the Holocene (Müller 1953; Iversen 1954; Hafsten 1956; Tynni 1959; Königsson 1962; Jørgensen 1963). *E. distachya* probably occurred in the early Holocene in the Masurian Lake Region, where relict associations of xerothermic vegetation undoubtedly survived the whole Holocene. On the other hand, the presence of its pollen in the younger part of the Sub-atlantic period can only be related to a long-distance transport.

Ephedra t. fragilis (Plate III, 8)

In the older part of the pre-Allerød period as well as in the Younger Dryas the presence of single pollen grains resembling most closely *E. fragilis* var. *campylopoda* was ascertained.

Angiospermae

Betulaceae

Betula

Biometric pollen measurements. Biometric examinations were carried out in 10 samples coming from the Late Glacial and beginning of the Holocene (profile I). The material was prepared with two different methods: in samples from the period older than the Allerød bromoform flotation was applied before acetolysis; in the other samples — chlorination. The results obtained were regarded only as approximate on account

of the possibility of an influence of secondary factors (related to climate, sedimentation, the method applied) on the size of the grains.

It was found that the dimensions of the measured grains do not essentially differ from the average known for the pollen of birch prepared with the acetolysis method.

In samples older than the Allerød (No. 5, 9, 14, and 17) the dimensions of most pollen grains amount to 21—24.5 μ , which lies within the limits of the size of *B. nana* and partly of *B. humilis*. It is only in sample 11 that the range of size is considerably shifted (25—33 μ) corresponding to *B. pubescens* and *B. tortuosa*, while grains of dimensions of *B. nana* are lacking. In the sample from the beginning of the Allerød (19) the range of size extends towards small grains (up to 17 μ), whereas already in the next sample 20 it lies within the limits of 25.5—32 μ , which corresponds to *B. pubescens* and *B. tortuosa*. Similar dimensions were ascertained in the Younger Dryas (32) where, however, there is a greater share of grains of the size of *B. nana*. In the sample from the Pre-boreal period (35) most values lie within the limits of 25—30 μ (*B. pubescens* and *B. verrucosa?*).

Results of determinations of macroscopic remains of birches. The determination of birch nutlets and fruit scales was carried out with the Jentys-Szaferowa (1959) shape- and size-line method, on which Białobrzaska's and Truchanowiczówna's (1960) study on the variability of the shape of fruits and fruit scales of European birch species is grounded. In the material from all periods five birch species were distinguished.

Sectio nanae:

Betula nana L. (Plate IV, 20—24, Fig. 5) — occurs in the whole Late Glacial, most abundantly at the period preceding the Allerød.

Betula humilis Schränk. (Plate IV, 16—19, Fig. 6) — appeared just before the Allerød, frequent in the Allerød, occurring singly to the end of the Boreal period.

Sectio albae:

Betula pubescens Ehrh. (Plate IV, 9—14) — beginning from the younger part of the period preceding the Allerød it was a dominant species in all later periods. By means of the frequency polygons of the characters method it was found that nutlets of *sectio albae* lacking wings, abundant in the material from the Allerød, belong, after excepting *B. tortuosa*, entirely to *B. pubescens* (Fig. 7, 8).

Betula tortuosa Ledeb. (Plate IV, 1—8, Fig. 10, 11) — It greatly differs from *B. pubescens* by the morphology of fruit scales and nutlets. In the older part of the period preceding the Allerød one nutlet was found

belonging most likely to *B. tortuosa* (Fig. 9), whereas in the younger part of this period and in the Allerød they were rather frequent. This species presumably lasted up to the Pre-boreal period.

Betula verrucosa Ehrh. (Plate IV, 15) — its presence in the Allerød is not certain. Only single fruit scales were found of a shape intermediate between *B. verrucosa* and *B. pubescens* (Fig. 12). Macroscopic remains of this species occur with certainty not earlier than from the Boreal period.

Cistaceae

Helianthemum sp.

Two morphological types were distinguished: *H. t. ovatum* (= *H. t. nummularium* — Wasylikowa 1964), to which out of the species occurring in Poland also belong *H. nummularium* and *H. grandiflorum*, and *H. t. oelandicum* (narrower and more elongated pollen grains, smaller columellae and more distinct *vallae*). *H. canum* was also assigned to the latter type.

Gramineae

Cerealia

All grass pollen grains of dimensions greater than 40 μ were assigned here, *Secale cereale* and type *Triticum* being distinguished among them.

Type *Triticum* (Plate IX, 12) — round pollen grains, exceeding 45 μ , round or ovate pore 5 to 7 μ in diameter, broad annulus, limited by a rather regular line, the elements of structure in phase contrast almost the same and distributed rather regularly. Part of the pollen grains included to the type *Triticum* may belong to the genus *Avena*.

Other *Cerealia* — all the remaining grass pollen grains of dimensions greater than 40 μ have pores 4 to 5 μ in diameter and a rather distinct annulus. They belong perhaps to the genera *Avena* and *Hordeum*; it may be that single non-typical grains of *Secale*, *Hordeum*, and of some species of wild grasses (*Glyceria*, *Bromus*, *Agropyron*, and *Elymus*) have been included here (Beug 1961).

cf. *Phragmites communis* Trin.

The culmination of Gramineae at the optimum of the Allerød is due to pollen grains of uniform morphological type, of dimensions amounting to 23—25 μ , of rather thick exine and sculpture uniformly closely verrucate, with no punctae visible in phase contrast. They probably belong to *Phragmites* (cf. Faegri, Iversen, Waterbolk 1964). Similar pollen grains occur in the whole Holocene, although in small numbers. They were not differentiated from the general group of *Gramineae*.

Liliaceae

Anthericum sp. (Plate VIII, 1—2)

According to Beug (1961) both *Anthericum* species can be distinguished on the grounds of their size (*Anthericum liliago* 77.1 μ , *A. ramosum* 56.3 μ on the average). Four pollen grains found at Mikołajki (1 at the Atlantic, 3 at the Sub-atlantic period) are of intermediate size 58.3—72.5 μ). On account of the present distribution of both species (cf. Czubiński 1950) the occurrence of *A. ramosum* seems to be more likely here.

Halorrhagidaceae

Myriophyllum sp. (Plate VII, 6—7)

Apart from the pollen of *M. verticillatum* and *M. spicatum* occurring in the Late Glacial some fragments of scale leaves of *M. spicatum* f. *squamosum* Laestad. were ascertained in the Allerød. This form, occurring most frequently in the northern bordering zone of distribution of this species (Jessen 1949), was also found in the Late Glacial of central Poland — in the Oldest Dryas from Witów (Wasylkowa 1964).

Ranunculaceae

Ranunculus cf. *hyperboreus* Rottb. (Plate III, 15—16)

In the younger part of the pre-Allerød period half of an achene was found. It was 1.0 \times 1.3 μ in size, with no pronounced margin, its surface being covered uniformly with small, rounded cells. Owing to these features, as well as to the shape and thickness of testa and sculpture of its internal surface it resembles *R. hyperboreus*. However, it differs from the latter by a somewhat greater protuberance on the ventral side and a slight backwards shifting of the basis of beak, but it seems that these differences are within the limits of the species variability.

CONTAMINATIONS

In all Late-glacial sediments smaller or greater quantities of pollen grains of thermophilous or even exotic sporomorphs were ascertained. Their occurrence at the coldest periods and close relation to mineral sediments indicate that they come from a secondary bed. When eliminating such contaminations the knowledge of the source of their origin may be of great help.

At the bottom of profile III at a depth of more than 8.5 m. a layer of compact clay embedded in morainic sands was encountered. It seems

most likely that it is a morainic ice-transported older sediment. In this case it could be a material contaminating Late-glacial layer. The pollen analysis showed that this clay is actually of pre-Quaternary age. In order to compare more exactly the quantitative and qualitative composition of its spectrum with the composition of contaminations of Late-glacial sediments Iversen's method (Iversen 1936; Krog 1954) was applied. From the spectra of three bottom samples of profile I all forms which undoubtedly are a contamination were isolated, their sum being accepted as basis for percentage calculations. Subsequently, the averages from these three samples were calculated for the particular forms and compared with the corresponding values in the samples from the bottom of profile III (sample III₀ — Table II). In spite of sometimes considerable quantitative differences, the general composition of both spectra was approximate (the most essential difference consisting in higher values of *Ilex*-pollen in profile I). The similarities seemed to be sufficient to presume that the Late-glacial sediments were contaminated with the material described above.

This comparison also provides some indications enabling us to explain the origin of the pollen of *Pinus t. silvestris* and *Betula*. The values of *Pinus* in the lowest sample of profile I are similar to those in spectrum III₀, gradually increasing in the higher samples, which suggests that some other source of pine pollen was brought into play, this being perhaps a long-distance transport. The values of *Betula* in profile I are from the outset much higher than in sample III₀. Presumably birches (dwarf birches) occurred all the time *in situ*.

DEVELOPMENT OF VEGETATION AND CHANGES OF CLIMATE

Late Glacial

Pre-Allerød period.

Stratigraphic remarks. This period is wholly represented in profile I while in the other profiles only its end fragments are encountered. It occurs everywhere in the mineral sediment. Two parts can be distinguished within this period: an older part and a younger one not being sharply delimited but connected by a transition zone.

The older part is characterized by higher values of *Helianthemum t. ovatum* (1.5 per cent of the total sum on the average) and *Equisetum* (2.5 per cent on the average), an almost continuous curve of *Saxifraga*, and a regular occurrence of single grains of *Polygonum t. viviparum*, *Plantago t. alpina*, and *Lycopodium t. alpinum*.

In the younger part there occur greater amounts of birch and willow

pollen with at the same time a decrease in the values of *Helianthemum t. ovatum* (to less than 0.6 per cent), of *Equisetum* (to about 1.5 per cent) and also of *Chenopodiaceae*, *Umbelliferae*, *Compositae*. *Gypsophila t. fastigiata* and *Selaginella* appear here, and somewhat higher *Pleurospermum. Hippophaë* culminates at that time.

In the transition zone there occur oscillations of the ratio AP:NAP. The culmination of AP is chiefly produced by the birch, although the curve of pine also slightly rises. A continuous curve of *Filipendula* begins at the same time. These phenomena are generally related to the Bølling oscillation. Here, however, two peaks of the birch are marked, being parted by a culmination of herbaceous plants; there also occurs a decrease in frequency and increase in contaminations in the sediment. Thus, there are no sufficient grounds for differentiating this period as a distinctly warmer oscillation of climate. It seems more justifiable to consider that during the whole pre-Allerød period there occurs a gradual amelioration of the climate, leading to this interstadial.

Gross (1943) interprets in a similar way a period older than the Allerød in a profile from Radlauken. In spite of numerous attempts this author did not succeed in finding traces of the Bølling in the Masurian Lakes Region nor in the adjacent areas (Gross 1954).

Older part. The post-glacial landscape in the vicinity of Mikołajki at that time was still little changed. The higher grounds were covered by a vegetation of the type of treeless tundra (dwarf willows, *Dryas octopetala*, *Arctostaphylos uva-ursi*), moist places being occupied by communities of the type of fens and moss-bogs (*Aulacomnium turgidum*, *Drepanocladus Sendtneri*, *Sphagnum* sp.) with shrubs of *Betula nana* and *Empetrum nigrum*. Pioneer plants (*Polygonum viviparum*, *Plagiobryum Zierii*) penetrated into places remaining under the influence of still occurring processes of solifluction. On dry and sandy grounds poor patches of plants developed represented by the species *Artemisia*, *Rumex*, *Polygonum*, *Helianthemum*, and *Plantago*. There occurred in the depressions shallow water basins with a calciphilous vegetation (*Potamogeton filiformis*, *Myriophyllum spicatum*, *Callitriche autumnalis*).

Towards the end of this period the first tree-birches (probably *B. tortuosa* (cf. p. 103) and *Filipendula* appeared, while *Hippophaë* was already growing *in situ*. These phenomena are related to the climate becoming milder. The simultaneous development of steppe vegetation is reflected by the rise of the curve of *Artemisia* and appearance of *Gypsophila t. fastigiata* and *Armeria*.

Younger part. The landscape at that time had a park-like character with groups of tree-birches (*B. pubescens* and *B. tortuosa*), thickets of dwarf-birches (*B. nana* and *B. humilis*) and willows (9 per cent of pollen in sum total). The expansion of communities on dry habitats was marked among others by the appearance of a number of moss species,

related at the present time to calcareous rocky sites or sands (*Ditrichum flexicaule*, *Tortella tortuosa*, *Thuidium abietinum*, *T. abietinum* subsp. *histicosum*, *Rhytidium rugosum*, *Tortula ruralis*). The Late-glacial stand of *Rhytidium rugosum* at Mikołajki has a connective character between its present area of distribution in southern Poland and the northern one in Scandinavia.

Simultaneously, there persist at Mikołajki up to the border with the Allerød communities of the so-called *Dryas*-tundra. This seems to be related to the presence of relatively raw and still unleached post-glacial soils, and not to climatic factors. In central Poland, lying beyond the reach of the last glaciation, communities of this type did not occur even in the Oldest Dryas (Witów — Wasylkowa 1964).

A characteristic mark of the decline of this period is the expansion of thickets of *Hippophaë rhamnoides*. In the light of data compiled for central and north Europe this shrub assumes traits of an indicator, signaling the formation of first forest communities. In the central part of the European Lowland this occurred on the verge of the Bølling, in the northern part — on the verge of the Allerød, while in central Scandinavia during the Pre-boreal period.

The mean temperature of July in the pre-Allerød period — judging by the presence of such plants as *Betula pubescens*, *Hippophaë rhamnoides*, and *Ceratophyllum* cf. *demersum* — was not lower than 10—12°C (cf. Wasylkowa 1964). In the older part of this period it probably did not exceed 10°C. The occurrence of a number of chionophobous species (*Dryas octopetala*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Hippophaë rhamnoides*) at the same time as forms of steppe character points to a rather dry climate of continental type.

The Allerød period.

The Allerød was ascertained in four examined profiles and in single samples of 12 further monoliths. It is represented by sediments of fen-peat or limnic sapropel (hydrotroilite) type.

Two phases of the development of vegetation can be distinguished within this period:

a. The older phase. The grounds of the Great Lakes Region were covered by open-stand forests and thickets composed of *Betula pubescens*, *B. nana*, *B. humilis*, and willows, with patches of *Thalictrum* and *Filipendula*. Judging by the share of macroscopic remains *B. tortuosa* played a rather important role in the Allerød, whereas the presence of *B. verrucosa* at that time could not be established with absolute certainty (cf. p. 104).

The pine appeared already in the form of single specimens (Table III), but on the whole dry and sandy habitats probably remained uncovered.

They were partly overgrown with communities of heliophilous vegetation, such as *Artemisia*, *Helianthemum*, *Gypsophila t. fastigiata* and shrubs of *Ephedra distachya*, *Juniperus*, and *Hippophaë*.

b. The younger phase. Apart from birch woods which continued to occur, pine forests expanded at that time. They probably occupied areas of dry sandy soils, forming open-stand woods with a strongly-developed herb layer, and penetrated perhaps too into moist and peaty habitats. Aspen formed an abundant admixture in the then existing forests and thickets.

Near the borders of the water basin reedswamp communities developed with *Phragmites communis* and *Typha latifolia* (pollen grains and seeds), while further from the border there occurred aquatic communities with *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, and species of the genus *Potamogeton*.

The presence of *Nymphaea alba*, and *Typha latifolia*, as well as of *Dryopteris thelypteris* indicates that at least at the optimum of the Allerød the mean temperature of July was not lower than +15°C.

Birch and pine forests at the Allerød period covered probably the whole of north-eastern Poland. This can be concluded from the results of investigations carried out at Mikołajki, by H. Gross's materials from this area, and by the results obtained by Stasiak (1961, 1963). This author described the remains of a fallen and submerged pine forest with birch, forming a whole layer of trunks at the bottom of Holocene sediments of the Lake Kruklin near Giżycko. Their absolute age was determined with the radiocarbon method as 11 390 ± 210 before 1950. The polar forest limit in the Allerød ran presumably north of the present northern border of Poland.

The sample of Allerød peat from monolith 5/0 as well as another sample coming from a similarly situated layer of peat in monolith 3/2 were dated with the radiocarbon method (Laboratory of Absolute Geochronology of the Polish Academy of Sciences in Gdańsk). Their age was determined as 11 040 ± 380 B. P. (Gd.-W6) — monolith 5/0 and 10 700 ± 460 B. P. (Gd.-W5) — monolith 3/2.

The Younger Dryas period

This period is represented in profile I by a layer of clayey gyttja, and in profile IV by a similar gyttja underlain at the transition from the Allerød by a thin layer of sand being greatly contaminated with pollen of thermophilous trees (up to 9 per cent of the sum total). In both profiles this period is markedly reduced.

The forest limit in the Younger Dryas withdrew towards the south, while large areas became overgrown again with herbaceous communities of steppe character more marked than before the Allerød, with a consi-

derable share of *Artemisia* (Late-glacial maximum), *Chenopodiaceae* and *Rumex*, and occurrence of *Gypsophila t. fastigiata*, *Bupleurum*, and *Sanguisorba officinalis*. A park-like landscape formed anew with groups of birches, and possibly too with single pines, with thickets composed of *Juniperus*, *Ephedra distachya*, and *Hippophaë*. None of the tundra plants appears at that time.

The recession of forests indicates that the mean temperature of July fell at least to $+12^{\circ}\text{C}$.

In spite of the lowered temperature *Typha latifolia* continued to be present in the basin (pollen grains, seeds). This confirms the frequently reported fact that aquatic plants react more slowly than terrestrial ones to a worsening in the climatic conditions, inversely than when the climate becomes milder (cf. Wasylkowa 1964).

The development of steppe communities (indicators of oceanization lacking altogether) testifies to a relatively dry, continental climate. This, together with the data obtained from other stands in north and central Poland (Oszaśt 1957; Kępczyński 1960; Wasylkowa 1964) points to the existence in the Younger Dryas of significant climatic differences between these areas and western Europe.

The origin of the Mikołajki Lake

The Mikołajki Lake is genetically related to the glacier which formed the basin of the Śniardwy Lake. During the pre-Allerød period the Mikołajki channel was presumably filled up with dead ice covered by morainic material, with shallow tarns occurring in the depressions. These tarns being filled up owing to processes of solifluction and eolian transport, as well as the whole slightly sinking area of the channel, became swampy at the Allerød period and covered with peat. In the younger Allerød phase thickets and even trees could have appeared on the peat bog. As a result of the climate growing warmer at that period the block of dead ice preserved at the bottom of the peat began to melt quickly, which brought about towards the end of this period the sinking of the peat bog and its submersion. The final development of the deep basin occurred probably in the early part of the Holocene.

The Holocene

The Pre-boreal period

The limit with the Late Glacial is marked by a sharp rise in the curves of birch and pine and the fall of NAP. A sedimentation of pure calcareous gyttja began in the lake, lasting throughout the Holocene.

Pine and birch forests developed at that time in the region of Miko-

łajki, mixed with aspen and possibly with larch too (single pollen grains). In moist places birch forests occurred with prevailing *B. pubescens*, as well as thickets of shrubby birches (*B. humilis* and presumably *B. nana*) and willows, with *Filipendula*, *Dryopteris thelypteris* and *Humulus*. The forests were not dense; in open places there occurred remains of steppe communities with patches of *Juniperus communis*.

The presence of *Nymphaea alba*, *Humulus* and *Dryopteris thelypteris* denotes a mean temperature of July of at least $+15^{\circ}\text{C}$, thus a temperature being already appropriate for *Alnus*, *Corylus*, *Quercus robur*, and *Ulmus scabra*. The Pre-boreal vegetation should therefore be regarded as a climatically unconditioned, transitional stage of predominance of pioneer trees which, owing to the climate growing rapidly warmer, overgrew the land before the appearance of thermophilous species (cf. Ś r o d ó Ń 1954; I v e r s e n 1960).

Towards the end of this period *Ulmus* presumably appeared in the Lake District.

The Boreal period

The lower limit is marked by the end of birch culmination, a maximum of pine, a rapid development of hazel and a slower one of elm.

a. The older phase. On sandy habitats open-stand pine forests prevailed, mixed with birch, aspen and hazel. *Calluna vulgaris* appeared in open places. On fertile soils hazel formed presumably independent thickets. In the region of Mikołajki with prevailing sandy soils its share was relatively small.

The wide distribution of pine and hazel communities was related to the Boreal drying of the climate. There probably also occurred at that time a lowering of the water level, which in turn brought about in the region of the Lake District a drying up and overgrowth of shallower parts of many lakes or even of whole smaller water basins. Into the thus formed habitats *Alnus glutinosa* penetrated, finding favourable conditions for a rapid expansion. The ash probably from the very beginning was forming with the alder forest communities on wet habitats.

b. The younger phase. Thermophilous deciduous trees began at this phase to occupy habitats of hazel thickets; first came elm followed by lime and oak.

The appearance of *Viscum* and *Hedera* pollen shows that the climatic conditions were at the very least the same, and presumably even more favourable than at the present time. This is evidenced particularly by the ivy, which relatively seldom flowers nowadays in Poland, while in the Masurian Lake District it occurs already near the eastern limit of its present distribution.

The early appearance and culmination of alder pollen is a characteri-

stic trait of the Boreal period in the whole north-eastern Poland (cf. Gross 1935—7; Ołtuszewski 1937). It was most likely *Alnus glutinosa*, as can be judged from macroscopic remains ascertained in sediments from Mikołajki (Table IV).

When comparing pollen diagrams from areas of the middle European Lowland one can observe, going from the east to the west, a consequent directional retardation of the rational limit and first culmination of the alder. This phenomenon can be related to the general direction of the migration of alder from the north-east (Firbas 1949), but may also be dependent on an earlier development of habitats suitable for this tree on relatively fresh post-glacial grounds.

The Atlantic period

The lower limit was marked out at the place of the first distinct rise of the curves of lime and oak and fall of NAP below 10 per cent of the sum total.

a. The older phase. On sandy soils, prevailing in the region of Mikołajki, pine and acidiphilous oak-pine forests continued to be predominant. On fertile grounds deciduous forests developed, composed of numerous species, with elm, ash, and alder on lower lying and moist habitats of carr type, and a large share of lime in drier places. The presence of *Tilia platyphyllos* could not be established with certainty.

b. The younger phase. The characteristic feature of this phase is the increasing share of oak, probably in both deciduous and acidiphilous oak-pine forests. According to Iversen (1960) it is connected with drying up of lakes and marshy places and the subsequent growth on these areas as well as with the advancing leaching of the soil. In the Masurian Lake District the latter factor played presumably a more important role. The culmination of pollen could be brought about here both by *Quercus robur* and *Q. sessilis*.

At the Atlantic period there occur the lowest amounts of herbaceous plants in the whole Holocene. Still, patches of herbaceous vegetation must have existed the whole time (*Artemisia*, *Rumex*, *Chenopodiaceae* and others). Some species, as for instance *Calluna vulgaris*, *Lycopodium clavatum*, or *Anthericum ramosum*, could persist in open-stand pine-woods.

Towards the end of this period the first grain of *Plantago lanceolata* was found and it is also here that the broken curve of *Urtica* begins.

The Sub-boreal period

Criteria for the border with the Atlantic period are difficult to establish, since changes in the plant cover brought about by man are already very important at that time and it is often difficult to distinguish

them from phenomena caused by climatic factors (e. g. fall of *Ulmus* or of *Tilia*). A more accurate basis could be the appearance and expansion of species which on account of climatic conditions played an insignificant role in the composition of the vegetation. For this reason, the first slight rise of the curve of *Picea* and the approximately synchronic beginning of continuous curves of *Fagus* and *Carpinus* were accepted at Mikołajki as criteria of this limit. It is at about the same time that in the Holocene diagrams there appears the maximum of oak, considered by Gross (1935—7) to be an indicator of the upper limit of the climatic optimum in this area, as well as the first marked fall of *Ulmus* and rise of *Corylus*.

The composition of forest communities on sandy habitats at the Sub-boreal period was already more or less stabilized, being very similar to the present one (pine and acidiphilous oak-pine forests). On the other hand, on more fertile soils important changes were taking place. It was here first of all that man started on a larger scale clearings for cultivation and grazing. The habitats of deciduous forests after these clearings were temporarily taken over by hazel thickets. Some deciduous trees (lime, elm) did not recover their former significance, since simultaneously on their grounds hornbeam began to expand. Communities of a new type developed, giving rise to the present *Quercus-Carpinetum* s. l., while linden and elm played a secondary role.

There also occurs at that period the maximum for the Holocene development of alderwoods. The spruce was presumably already present in the region of Mikołajki forming, however, only a small admixture in the forests; in the north-eastern part of the Lake District its share at that time was rather important (Gross 1936; Ołtuszewski 1937; Vogt 1938).

The results of investigations carried out in this region provide no evidence which would support the hypothesis recently put forward again on the dryness of the climate at the Sub-boreal period (Salmi 1963), they rather attest to a transitional climate with some tendency to oceanization and still relatively mild winters (*Hedera* pollen).

The Sub-atlantic period

The characteristic feature of the Sub-atlantic period in the Masurian Lake District was the expansion of spruce in the north-eastern part, of hornbeam in the western part and of beech on the western borders. These species, however, had begun to expand already in the previous period and provide no grounds for marking out its limit with the Sub-atlantic period. Gross, in his works, as well as Firbas (1949, 52) accepts this limit in the diagrams from the Masurian Lake District at the place where the share of *Quercetum mixtum* and *Corylus* falls below 10 per cent. Similarly at Mikołajki, it was marked out at the moment when QM

falls to about 10 per cent and *Corylus* below 5 per cent with a simultaneous increase in the amount of birch. The thus acknowledged limit can be only of conventional significance, since there occurs at the same time evidence of a strongly developed cultivation in this area, so that even species of trees being protected at that time by the climate (spruce, hornbeam) show periodical depressions.

The natural arrangement of forest communities at the Sub-atlantic period was no longer undergoing any essential changes. As a consequence of the climate becoming cooler and more humid, as well as of man's activities there occurred only quantitative changes in the composition of vegetation to the advantage of species less demanding, accordingly greatly expansive. A further limitation of areas occupied by mixed deciduous forests took place, while pine forests and herbaceous communities increased.

In the middle part of the Sub-atlantic period there appears on the diagram a continuous curve of juniper, which in the area of the Lake District is characteristic at the present time of transitional communities developing on grounds which have been deforested and then abandoned by man. This shrub overgrows, for instance, sandy pastures (*Corynephorretalia*), into which pinewoods penetrate later. *Jasione montana*, appearing in the diagram synchronically with *Juniperus*, is a species developing profusely at both these stages. *Juniperus* is also one of the dominant shrubs in thickets overgrowing secondary xerothermic grasslands formed owing to man's activities in habitats of communities of the order *Quercetalia pubescentis* and persisting there as long as man mows and grazes the land.

The increase in the amount of *Calluna* pollen and *Lycopodium clavatum* spores is related to the secondary expansion of sterile meadows (*Nardetalia*).

INFLUENCE OF PREHISTORIC MAN ON VEGETATION

First signs of settlements

Indubitable traces of man's presence appear in the diagram from Mi-kołajki at the beginning of the Sub-boreal period. These are chiefly pollen grains of weeds accompanying man's settlements (*Polygonum aviculare*, *Urtica*, continuous curve of *Chenopodiaceae*; *Plantago lanceolata* — 1 grain); they occur synchronically with the first fall of the curve of *Ulmus* and *Fraxinus*, all other elements changing only quite insignificantly. A similar assemblage of phenomena, preceding the phase of „Land Occupation” proper, known from a number of stands in central Europe, is

being associated with the period of primitive Neolithic husbandry based on the raising of cattle in enclosures (Troels-Smith 1954, 1960).

Somewhat higher on the diagram there appears simultaneously with the definite fall of the elm an increase in the amount of the pollen of *Gramineae*, of *Plantago lanceolata*, and of *Artemisia*, as well as of *Rumex*, *Compositae*, and *Umbelliferae*. There also appear the first pollen grains of cereals (*Triticum* type). The Sub-boreal maximum of hazel occurs at that time. It is probably the consequence of primitive felling and selective clearings of the forest carried out in order to enlarge the area of pastures. As has been experimentally ascertained by Iversen (after Smith and Willis 1961/2), the process of grazing itself is in some degree propitious to the development of hazel since cattle avoid its stump shootings. For this reason, the culmination of hazel at Mikołajki in connection with the increase in the amount of *Gramineae* and *Plantago lanceolata*, as well as with the presence of *Succisa* pollen (Faegri 1954), and of *Trifolium t. pratense* too, may indicate the application of pastoral farming.

Further stages of colonization in the vicinity of Mikołajki.

Towards the end of the Sub-boreal period colonization in the vicinity of the Mikołajki Lake was started on a larger scale and lasted there throughout the Sub-atlantic period. Three phases of intense economic activities can be distinguished, being separated by periods of their weakening (fig. 17, 18). In order to detect the differences between the successive phases the mean values of occurrence of the principal synanthropic plants were compared (fig. 19).

The first phase (decline of the Sub-boreal period). Its beginning is marked by signs of burning (sharp peak of the curve of *Polypodiaceae* and *Pteridium*; charcoals in the sediment), with simultaneous fall of the curves of *Carpinus*, *Picea*, *Corylus*, and *Fraxinus*. This indicates that the settlements came close to the immediate neighbourhood of the lake. The *Corylus* fall may testify to renewed clearings of land being overgrown after earlier ones had been carried out. Simultaneously, there occurs a culmination of synanthropic indicators. The high values of *Plantago lanceolata*, almost equal to those of *Rumex* and *Artemisia*, as well as the presence of *Trifolium t. pratense*, *Centaurea t. scabiosa*, and of other meadow plants, show that pastoral farming played at that time an important, if not the most important, role. The high share of *Rumex* is presumably the consequence of the expansion of settlements on sandy grounds as well. The simultaneously occurring single grains of *Triticum* type point to the beginnings of agriculture. *Secale* occurs in

amounts too small to prove that this corn was cultivated in the area under consideration.

After the period of culmination there occurs a marked decrease in the number of synanthropic indicators. With this phenomenon is indubitably associated the maximum of *Betula* and *Populus* representing pioneer trees penetrating into areas of land abandoned by settlers and the accompanying herbaceous plants — *Urtica* and *Melampyrum*. The subsequently appearing rise of the curve of hornbeam and spruce is the result of the regeneration of forest communities.

The second phase (middle part of the Sub-atlantic period). There are no data which would indicate the application of clearance-fire methods. The curves of synanthropic indicators rise rapidly, this being accompanied by a fall of hornbeam, spruce, and pine with simultaneous increase in the amount of birch and willow. The mutual quantitative relations of the principal synanthropic indicators undergo a change. The amount of *Plantago lanceolata* decreases while the values of *Rumex* increase. This is probably related to the acceleration of the leaching of soils (specially of sandy soils) caused by the Sub-atlantic changes of climate (Iversen 1941). The increase in the amount of *Artemisia* and cereals, especially of *Secale*, testifies to the development of agriculture.

This time again after a period of culmination of farming indicators there occur changes attesting to a certain weakening of man's activities in this respect. These changes show that on abandoned areas the essential succession-cycle took place in the same way as previously throughout a stage of pioneer herbaceous plants (*Urtica*, *Melampyrum*) and trees (*Betula*, *Populus*) up to the regeneration of primary forest communities (increase in the share of *Carpinus*, *Picea*, and *Quercus*). However, the persisting rather high values of some synanthropic indicators (*Secale*), and even the appearance for the first time of certain forms (*Centaurea cyanus*) show that in the neighbouring areas settlements existed all the time.

The third phase (younger part of the Sub-atlantic period). There occurs at that time a third culmination of synanthropic indicators (chiefly of *Rumex* and cereals), accompanied by a depression of *Carpinus*, *Quercus*, and *Alnus*, with simultaneous increase in the share of *Picea*. The further increase in the amount of *Rumex* with at the same time a decrease in the share of *Plantago lanceolata* is a consequence of the advancing process of podsolization. The higher values of the pollen of cereals of various types give evidence of the development of agriculture. It was also here that the pollen of *Fagopyrum* was recorded for the first time. The *Artemisia*-fall may be related to the improvement in methods of cultivation.

The synchronization of the distinguished phases of animation of economic activities with the corresponding culture periods encounters great difficulties. The first phase is presumably related to the Late Bronze Age. This would be evidenced both by the acknowledged age of this phase and the general type of farming. The later period of economic break-down could be due in great measure to climatic factors. As to the second phase it may only be presumed that it is related to the Hallstatt or even to a younger culture (middle part of the Sub-atlantic period, high curve of *Secale*). The period of the weakening of man's activities as marked above points rather to some local shifting of settlements than to a general economic break-down. The last phase could be synchronic with the period of colonization by Teutonic knights. Gross (1935c, 1936) interprets in this way the last break of the hornbeam curve in his profiles.

The history of the hornbeam in northern Poland and its relation to colonization

The first stands of hornbeam appeared in northern Poland presumably in the first half of the Atlantic period. In some diagrams its pollen forms already at the optimum a first small peak. In the diagram from Żuchowo in the Dobrzyń Lake District (O s z a s t 1957) *Carpinus* reaches the Holocene maximum in the section of the diagram assigned by the author to the older part of the Atlantic period. Fig. 20 presents a new stratigraphic division according to which the mentioned maximum occurs at the Sub-boreal period. The hornbeam at that time expanded gradually in the central part of northern Poland. During the Sub-atlantic period one of the richest centres of this tree in central Europe developed here. At the time of intense colonization, i. e. from the decline of the Sub-boreal period, one can observe in a number of diagrams a direct connexion between the behaviour of the hornbeam and the occurrence of indicators of man's economic activities. This phenomenon appeared particularly distinctly at Mikołajki in spite of their lying in the peripheral zone of the hornbeam's centre. The author discussed this problem more extensively in a separate article (R a l s k a - J a s i e w i c z 1964). Each phase of colonization is marked in the diagram by a depression of the hornbeam. During the period of weakening of economic activities it expands again owing presumably to its ecological properties (it is heliophilous, readily forming stump shootings etc.).

Similar dependences can be observed in diagrams from the Kartuzy (S z a f r a ń s k i 1961) and Dobrzyń Lake Districts (O s z a s t 1957; K ę p c z y ń s k i 1960), as well as in G r o s s 's (1935—7) diagrams (see R a l -

ska - J a s i e w i c z l. c.). Thus, we are concerned here with a phenomenon of a more general nature, connected presumably with the occupation by the hornbeam of soils most valuable from the economic point of view.

Synchronously with depressions of the hornbeam there occur at Mi-kołajki decreases in the values of spruce. Distinct breaks of the curve of this tree also appear in G r o s s's diagrams from the NE part of this Lake District where the share of spruce is very large. Unfortunately, it is difficult to determine the mutual behaviour of these two species since in none of the diagrams do they occur together in larger amounts.

The question whether the depressions of spruce are also related to man's economic activities or, as G r o s s believes, to natural factors, can be elucidated only by further investigations.



Tablica I

1. Jezioro Mikołajskie. Widok z obserwatorium PIHM w kierunku jeziora Śniardwy.
2. Jezioro Mikołajskie. Widok z obserwatorium PIHM w kierunku miejscowości Mikołajki.

Plate I

1. Mikołajki Lake. View from the meteorological observatory toward the Śniardwy lake.
2. Mikołajki Lake. View from the meteorological observatory toward the town Mikołajki.

Phot. A. Jasiewicz
Fot. A. Jasiewicz



1



2

Tablica II

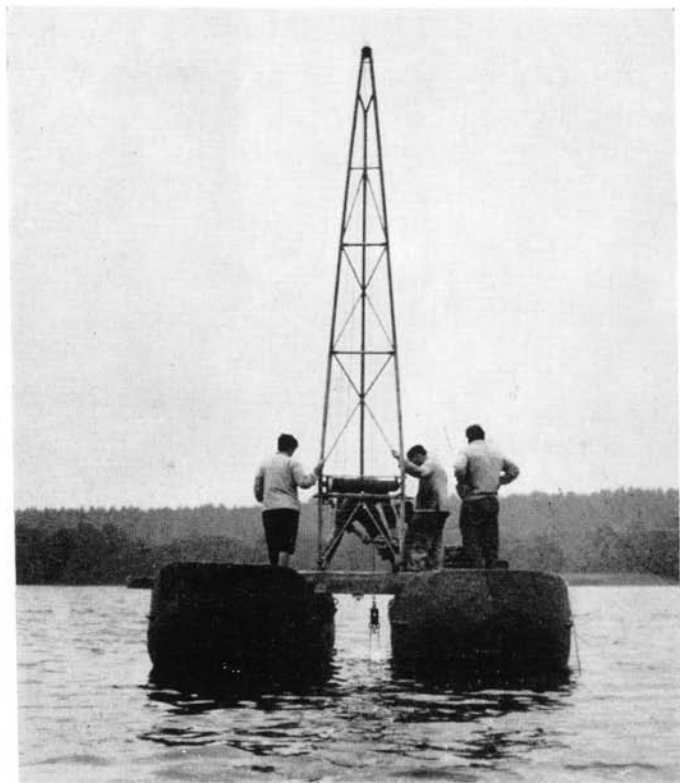
1. Wiercenie podwodne w Jeziorze Mikołajskim.
2. Wyjmowanie z sondy rur plastikowych z osadami dennymi.

Plate II

1. Equipment used for underwater coring in the Mikołajki Lake.
2. Extrusion of the plastic tubes with sediment from the sampler.



Fot. A. Jasiewicz
Fhot. A. Jasiewicz



1



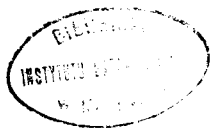
2

Tablica III

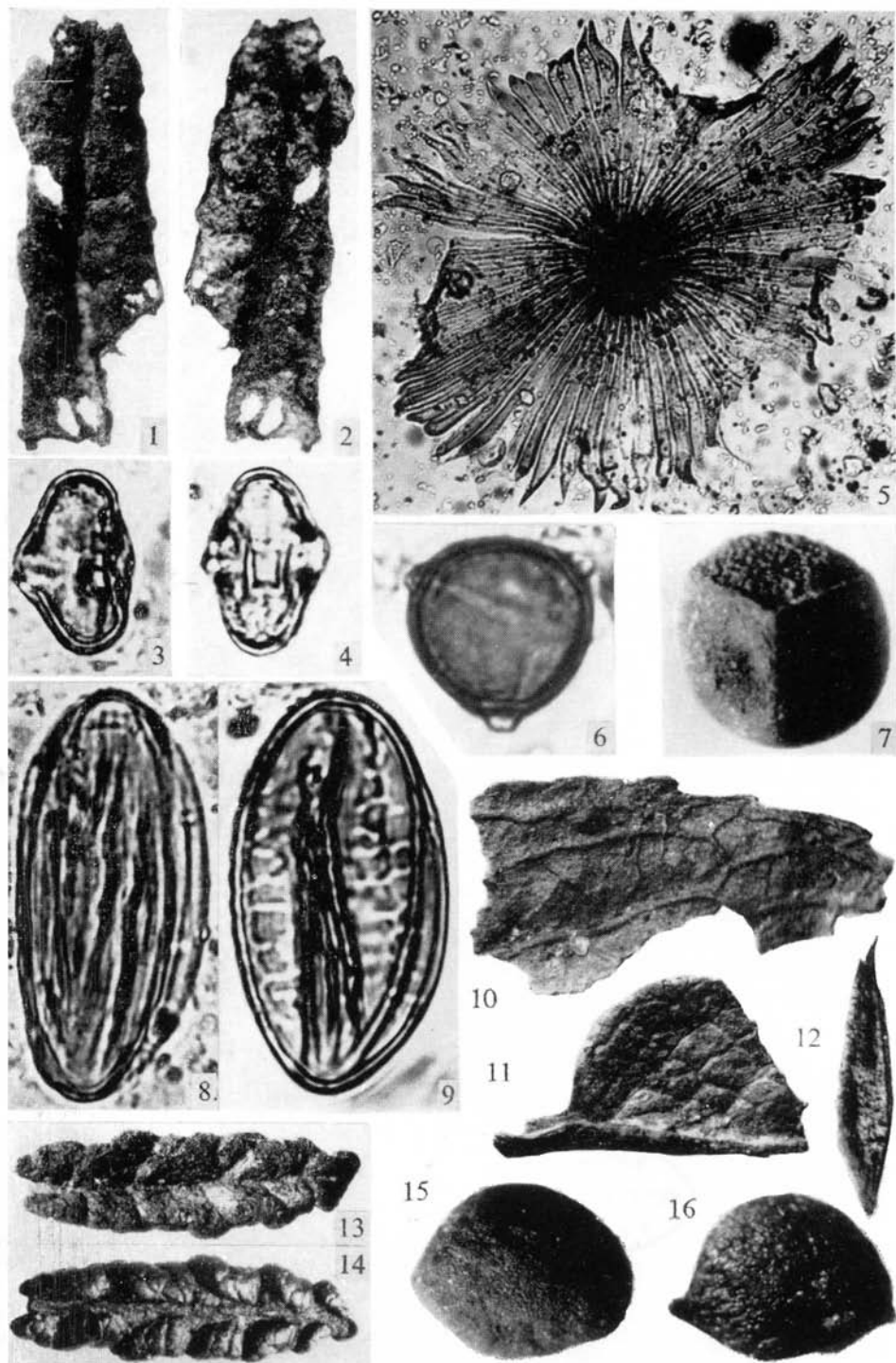
- 1—2. *Polygonum viviparum* — liść, profil I, próba 2 makr. (I/2 makr.); $\times 10$.
- 3—4. *Pleurospermum austriacum* — ziarno pyłku, I/28; $\times 1000$.
5. *Hippophaë rhamnoides* — włossek, I/18; $\times 250$.
6. *Hippophaë rhamnoides* — ziarno pyłku, I/18; $\times 1000$.
7. *Selaginella selaginoides* — makrospora, III/1; $\times 60$.
8. *Ephedra t. fragilis* — ziarno pyłku, V/12; $\times 1000$.
9. *Ephedra distachya* — ziarno pyłku, I/42; $\times 1000$.
- 10—12. *Salix* spp. *indeterm.* — fragmenty liści i torebka nasienna, I/3 makr.; $\times 10$.
- 13—14. *Dryas octopetala* — liść, V/2; $\times 10$.
15. *Ranunculus* cf. *hyperboreus* — owocek, I/3 makr.; $\times 25$.
16. *Ranunculus hyperboreus* — owocek współczesny; $\times 25$.

Plate III

- 1—2. *Polygonum viviparum* — fragment of leaf, profile I, sample 2 macr. (I/2 macr.); $\times 10$.
- 3—4. *Pleurospermum austriacum* — pollen grain, I/28; $\times 1000$.
5. *Hippophaë rhamnoides* — leaf-hair, I/18; $\times 250$.
6. *Hippophaë rhamnoides* — pollen grain I/18; $\times 1000$.
7. *Selaginella selaginoides* — megaspore, III/1; $\times 60$.
8. *Ephedra t. fragilis* — pollen grain, V/12; $\times 1000$.
9. *Ephedra distachya* — pollen grain, I/42; $\times 1000$.
- 10—12. *Salix* spp. *indeterm.* — fragments of leaves and capsule, I/3 macr.; $\times 10$.
- 13—14. *Dryas octopetala* — leaf, V/2; $\times 10$.
15. *Ranunculus* cf. *hyperboreus* — achene, I/3 macr.; $\times 25$.
16. *Ranunculus hyperboreus* — achene of extant specimen; $\times 25$.



1, 2, 7, 10 — 16 phot. S. Łuczko; 3—6 and 8—9 phot. author
1, 2, 7, 10 — 16 fot. S. Łuczko; 3—6 i 8—9 fot. autorka

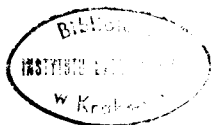


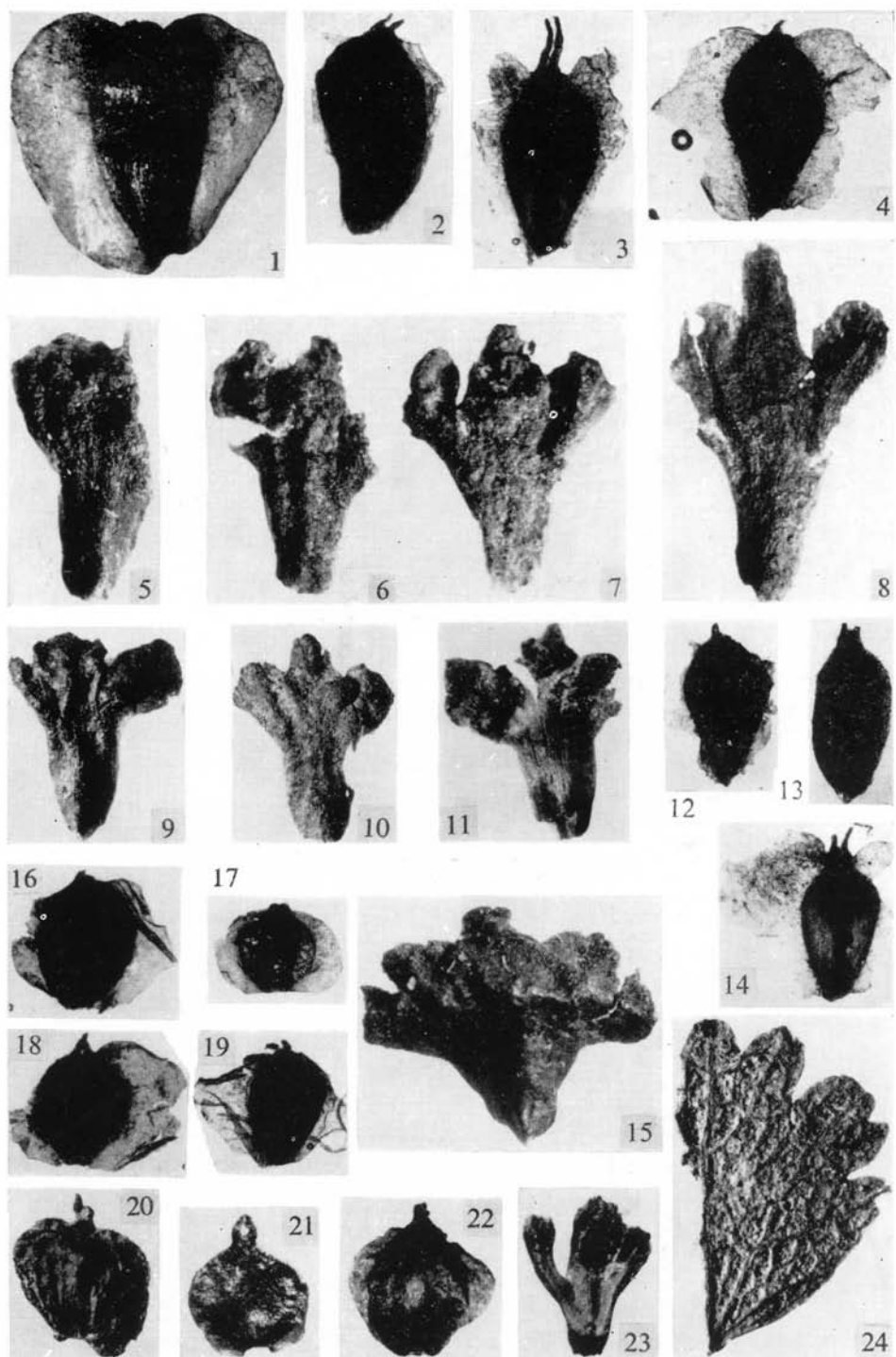
Tablica IV

- 1— 4. *Betula tortuosa* — orzeszki, I/2 makr.; próba 1/8; $\times 10$.
5— 8. *Betula tortuosa* — łuski owocowe; pr. 1/7 i 1/2; $\times 10$.
9—11. *Betula pubescens* — łuski owocowe; pr. 1/8; $\times 10$.
12—14. *Betula pubescens* — orzeszki, pr. 1/8; $\times 10$.
15. *Betula verrucosa* — łuska owocowa, pr. 1/8; $\times 10$.
16—19. *Betula humilis* — orzeszki, pr. 1/2, 1/7 i IV/5; $\times 10$.
20—22. *Betula nana* — orzeszki, I/1 makr., II/4; $\times 10$.
23. *Betula nana* — łuska owocowa, II/4; $\times 10$.
24. *Betula nana* — liść, IV/2; $\times 10$.

Plate IV

- 1— 4. *Betula tortuosa* — nutlets; I/2 macr., sample from monolith 1/8 (s. 1/8); $\times 10$.
5— 8. *Betula tortuosa* — fruit scales, s. 1/7 and 1/2; $\times 10$.
9—11. *Betula pubescens* — fruit scales, s. 1/8, $\times 10$.
12—14. *Betula pubescens* — nutlets, s. 1/8; $\times 10$.
15. *Betula verrucosa?* — fruit scale, s. 1/8; $\times 10$.
16—19. *Betula humilis* — nutlets, s. 1/2, 1/7 and IV/5; $\times 10$.
20—22. *Betula nana* — nutlets, I/1 macr., II/4; $\times 10$.
23. *Betula nana* — fruit scale, II/4; $\times 10$.
24. *Betula nana* — leaf, IV/2; $\times 10$.





Tablica V

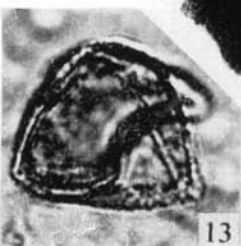
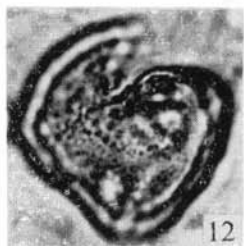
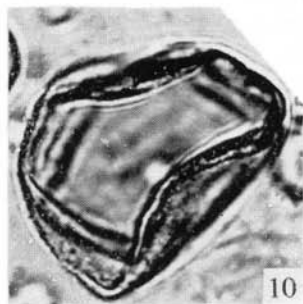
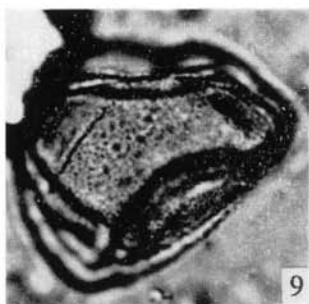
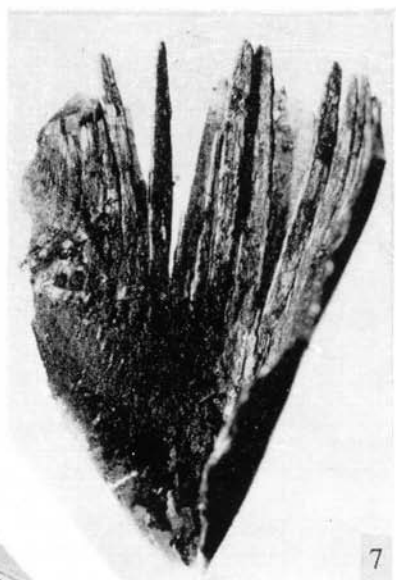
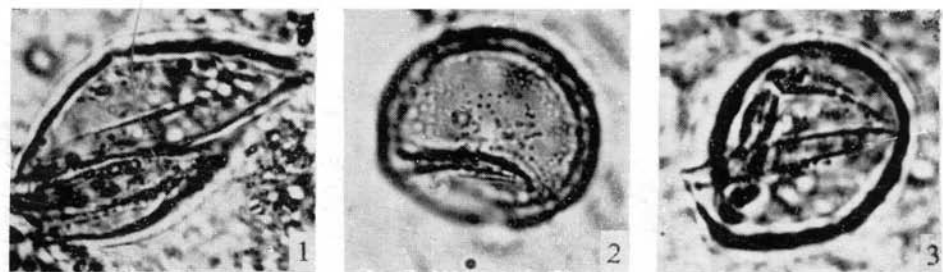
- 1— 3. *Juniperus* sp. — ziarna pyłku, IV/8, I/102; $\times 1000$.
4— 5. *Juniperus* sp. — nasienie, pr. 1/8; $\times 10$.
6. *Juniperus communis* — szpilka, pr. 1/7; $\times 10$.
7— 8. *Populus tremula* — łuski pączkowe, I/5 makr., pr. 5/10; $\times 10$.
9—11. *Populus* sp. — ziarna pyłku, I/25, I/86; $\times 1000$.
12—13. *Taxus baccata* — ziarna pyłku, I/98; $\times 1000$.

Plate V

- 1— 3. *Juniperus* sp. — pollen grains, IV/8, I/102; $\times 1000$.
4— 5. *Juniperus* sp. — seed. s. 1/8; $\times 10$.
6. *Juniperus communis* — needle, s. 1/7; $\times 10$.
7— 8. *Populus tremula* — bud-scales, I/5 macr., s. 5/0; $\times 10$.
9—11. *Populus* sp. — pollen grains, I/25, I/86; $\times 1000$.
12—13. *Taxus baccata* — pollen grains, I/98; $\times 1000$.



1—3, 9—13 phot. author; 4—8 phot. S. Łuczko
1—3, 9—13 fot. autorka; 4—8 fot. S. Łuczko



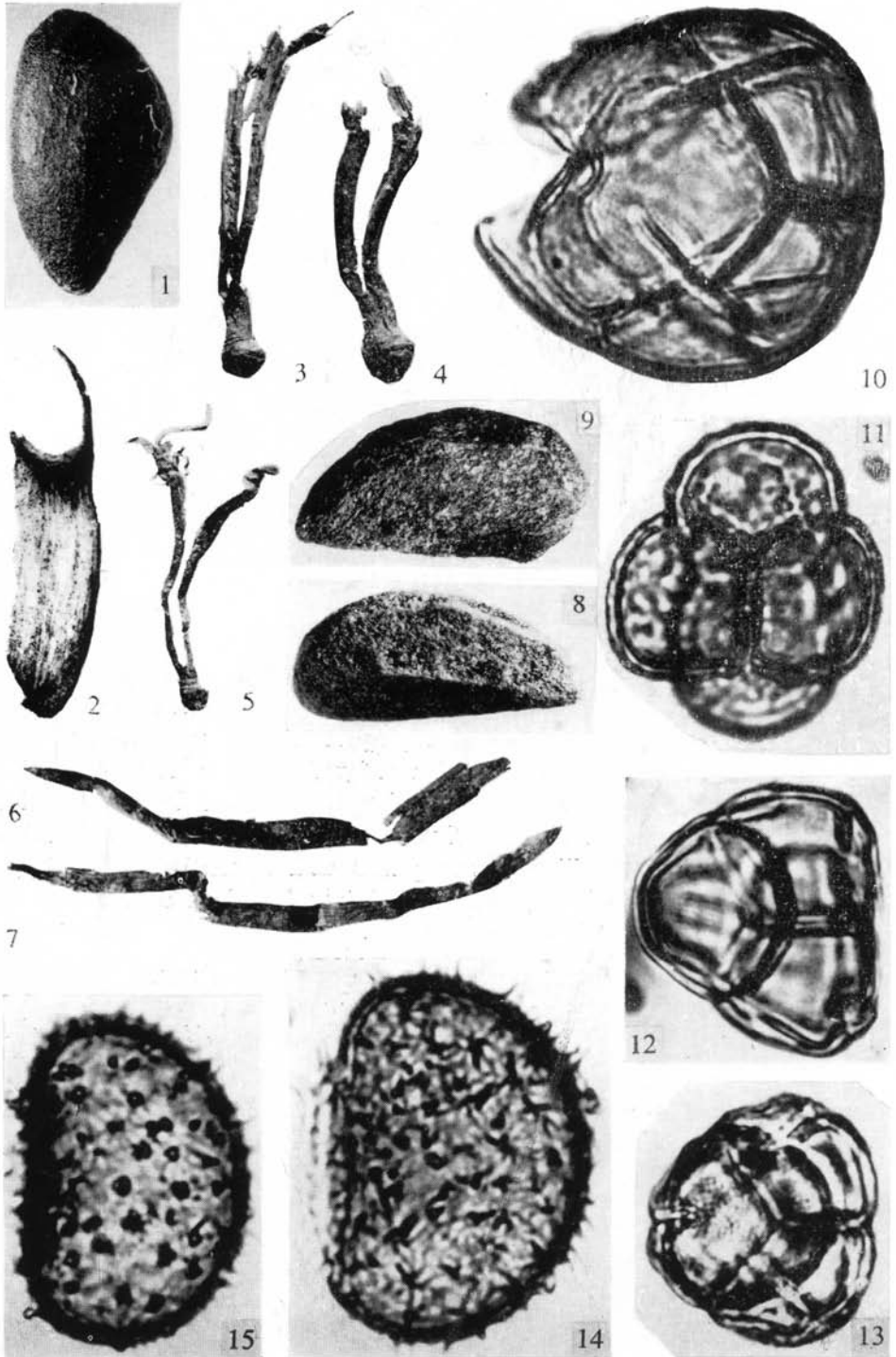
Tablica VI

1. *Pinus silvestris* — nasienie, pr. 1/7; $\times 10$.
2. *Pinus silvestris* — skrzydełko nasienne, pr. 1/7; $\times 10$.
- 3— 7. *Pinus silvestris* — szpilki, pr. 3/3, 5/0; $\times 4$.
- 8— 9. *Arctostaphylos uva-ursi* — pestki, IV/2, pr. 1/8; $\times 10$.
10. Typ *Arctostaphylos* — ziarno pyłku, I/105; $\times 1000$.
11. *Calluna vulgaris* — ziarno pyłku, I/82; $\times 1000$.
12. *Ledum palustre* — ziarno pyłku, I/82; $\times 1000$.
13. *Empetrum* cf. *nigrum* — ziarno pyłku, I/11; $\times 1000$.
- 14—15. *Dryopteris thelypteris* — spory, I/43; $\times 1000$.

Plate VI

1. *Pinus silvestris* — seed, s. 1/7; $\times 10$.
2. *Pinus silvestris* — wing, s. 1/7; $\times 10$.
- 3— 7. *Pinus silvestris* — dwarf shoots and needles, s. 3/3, 5/0; $\times 4$.
- 8— 9. *Arctostaphylos uva-ursi* — stones, IV/2, s. 1/8; $\times 10$.
10. *Arctostaphylos* type — pollen grain, I/105; $\times 1000$.
11. *Calluna vulgaris* — pollen grain. I/82; $\times 1000$.
12. *Ledum palustre* — pollen grain. I/82; $\times 1000$.
13. *Empetrum* cf. *nigrum* — pollen grain, I/11; $\times 1000$.
- 14—15. *Dryopteris thelypteris* — spores, I/43; $\times 1000$.





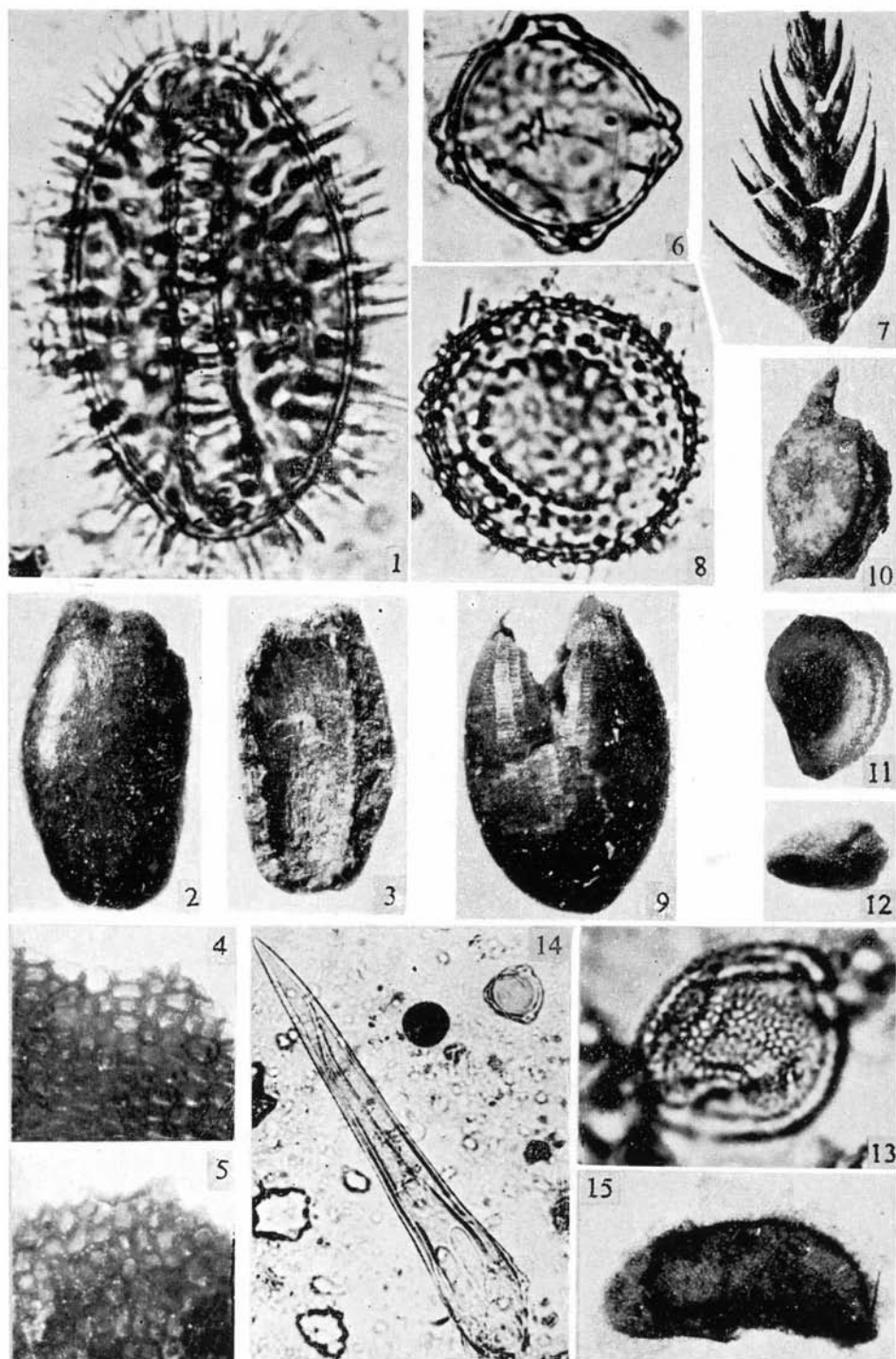
Tablica VII

1. *Nuphar* sp. — ziarno pyłku, I/23; $\times 1000$.
- 2—3. *Nuphar luteum* — nasienie, pr. 5/0; $\times 10$.
4. *Nuphar luteum* — fragment testy, pr. 5/0; $\times 50$.
5. *Nuphar luteum* — fragment testy okazu współczesnego; $\times 50$.
6. *Myriophyllum spicatum* — ziarno pyłku, I/16; $\times 1000$.
7. *Myriophyllum spicatum* f. *squamosum* — liść, IV/6; $\times 10$.
8. *Nymphaea alba* — ziarno pyłku, I/81; $\times 10$.
9. *Nymphaea alba* — nasienie, pr. 5/0; $\times 10$.
10. *Potamogeton alpinus* — owocek, pr. 1/2; $\times 10$.
- 11—12. *Potamogeton filiformis* — owocek, I/3 makr.; $\times 10$.
13. *Potamogeton* sp. — ziarno pyłku, I/64; $\times 10$.
14. *Ceratophyllum* cf. *demersum* — kolcowaty włoszek, IV/12; $\times 250$.
15. *Callitriche autumnalis* — owocek II/2; $\times 30$.

Plate VII

1. *Nuphar* sp. — pollen grain, I/29; $\times 1000$.
- 2—3. *Nuphar luteum* — seed, s. 5/0; $\times 10$.
4. *Nuphar luteum* — fragment of testa, s. 5/0; $\times 50$.
5. *Nuphar luteum* — extant specimen, fragment of testa; $\times 50$.
6. *Myriophyllum spicatum* — pollen grain, I/16; $\times 1000$.
7. *Myriophyllum spicatum* f. *squamosum* — leaf, IV/6; $\times 10$.
8. *Nymphaea alba* — pollen grain, I/81; $\times 1000$.
9. *Nymphaea alba* — seed, s. 5/0; $\times 10$.
10. *Potamogeton alpinus* — fruit, s. 1/2; $\times 10$.
- 11—12. *Potamogeton filiformis* — fruit, I/3 macr.; $\times 10$.
13. *Potamogeton* sp. — pollen grain, I/64; $\times 10$.
14. *Ceratophyllum* cf. *demersum* — hair, IV/12; $\times 250$.
15. *Callitriche autumnalis* — fruit, II/2; $\times 30$.

1, 6, 8, 13 phot. author; 2—5, 7, 9—12, 14—15 phot. S. Łuczko
1, 6, 8, 13 fot. autorka; 2—5, 7, 9—12, 14—15 fot. S. Łuczko

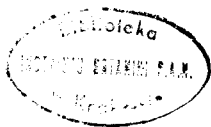


Tablica VIII

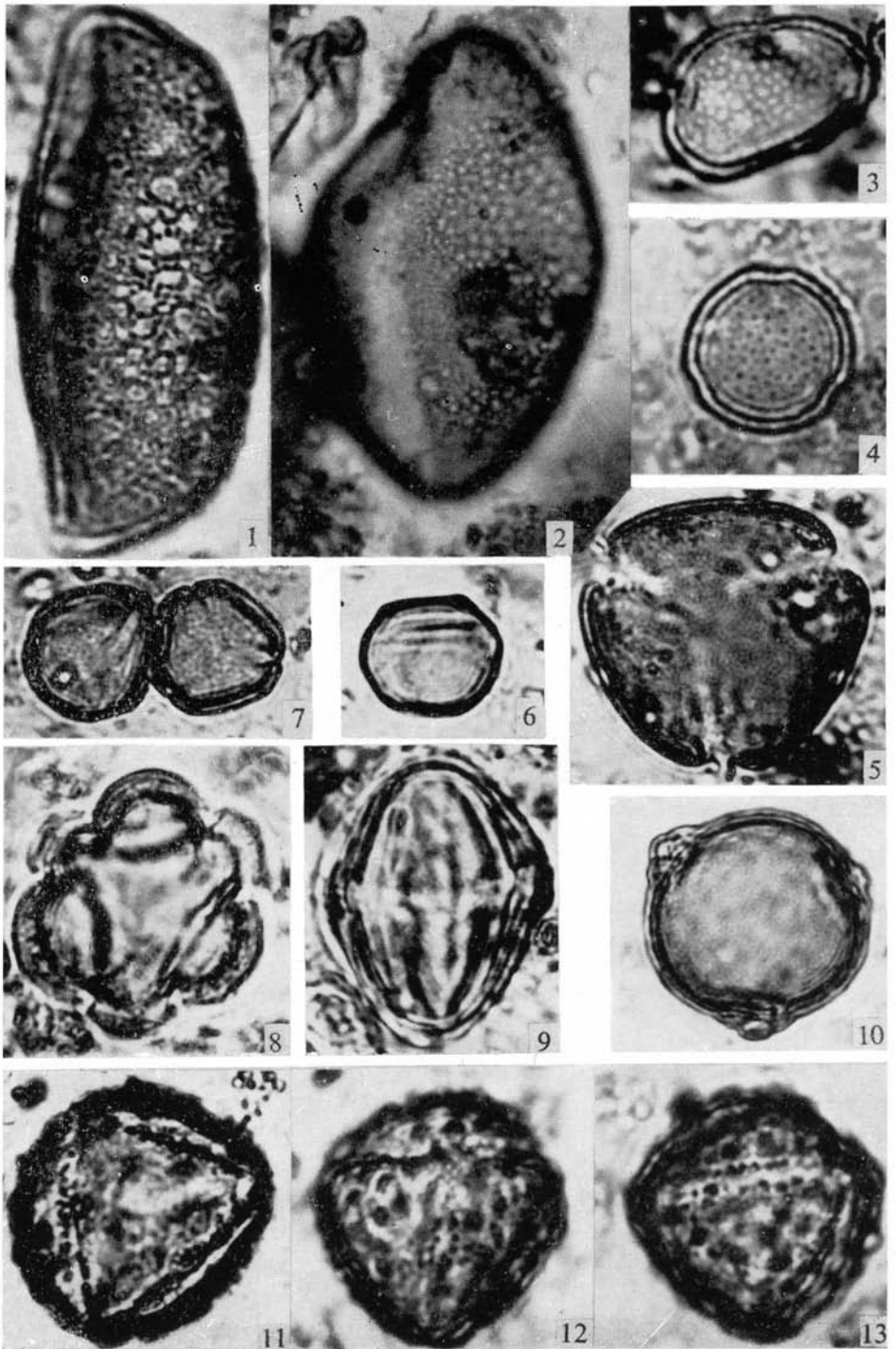
- 1— 2. *Anthericum* sp. — ziarna pyłku, I/46, I/105; $\times 1000$.
3. *Impatiens* cf. *noli-tangere* — ziarno pyłku, I/102; $\times 1000$.
4. *Jasione montana* — ziarno pyłku, I/99; $\times 1000$.
5. Typ *Rhinanthus* — ziarno pyłku, I/94; $\times 1000$.
C— 7. *Melampyrum* sp. — ziarna pyłku, I/98, I/99; $\times 1000$.
8— 9. *Sanguisorba officinalis* — ziarno pyłku, I/28; $\times 1000$.
10. *Sanguisorba minor* — ziarno pyłku, I/104; $\times 1000$.
11—13. *Corydalis* sp. — ziarno pyłku, I/71; $\times 1000$.

Plate VIII

- 1— 2. *Anthericum* sp. — pollen grains, I/46, I/105; $\times 1000$.
3. *Impatiens* cf. *noli-tangere* — pollen grain, I/102; $\times 1000$.
4. *Jasione montana* — pollen grain, I/99; $\times 1000$.
5. *Rhinanthus* type — pollen grain, I/94; $\times 1000$.
6— 7. *Melampyrum* sp. — pollen grains, I/98, I/99; $\times 1000$.
8— 9. *Sanguisorba officinalis* — pollen grain, I/28; $\times 1000$.
10. *Sanguisorba minor* — pollen grain, I/104; $\times 1000$.
11—13. *Corydalis* sp. — pollen grain, I/71; $\times 1000$.



Fot. autorka
Phot. author



Tablica IX

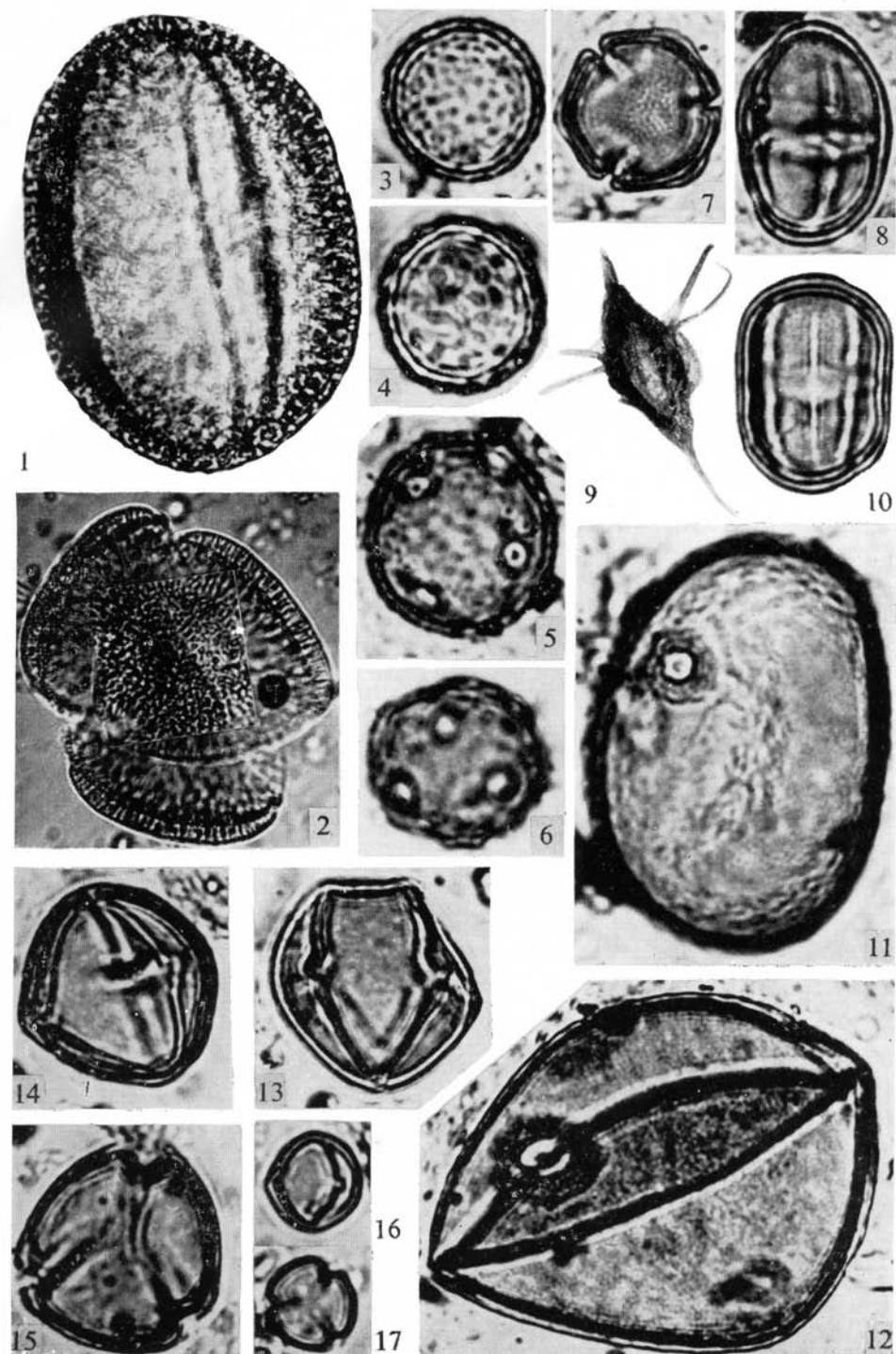
1. *Fagopyrum* sp. — ziarno pyłku, I/112; ×1000.
2. *Convolvulus arvensis* — ziarno pyłku, I/105; ×500.
3. *Plantago maior* — ziarno pyłku, I/79; ×1000.
4. *Plantago media* — ziarno pyłku, I/66; ×1000.
5. *Plantago lanceolata* — ziarno pyłku, I/97; ×1000.
6. *Plantago alpina* — ziarno pyłku, I/3; ×1000.
- 7— 8. *Polygonum t. convolvulus-dumetorum* — ziarno pyłku, I/94; ×1000.
9. *Rumex maritimus* — okwiat, I/10 makr.; ×10.
10. *Polygonum aviculare* — ziarno pyłku, I/64; ×1000.
11. *Secale cereale* — ziarno pyłku, I/112; ×1000.
12. Typ *Triticum* — ziarno pyłku, I/93; ×1000.
- 13—15. *Solanum nigrum* — ziarna pyłku, I/99, I/104; ×1000.
- 16—17. *Solanum dulcamara* — ziarna pyłku, I/83; ×1000.

Plate IX

1. *Fagopyrum* sp. — pollen grain, I/112; ×1000.
2. *Convolvulus arvensis* — pollen grain, I/105; ×500.
3. *Plantago maior* — pollen grain, I/79; ×1000.
4. *Plantago media* — pollen grain, I/66; ×1000.
5. *Plantago lanceolata* — pollen grain, I/97; ×1000.
6. *Plantago alpina* — pollen grain, I/3; ×1000.
- 7— 8. *Polygonum convolvulus-dumetorum* type — pollen grain, I/94; ×1000.
9. *Rumex maritimus* — perianth, I/10 macr.; ×10.
10. *Polygonum aviculare* — pollen grain, I/64; ×1000.
11. *Secale cereale* — pollen grain, I/112; ×1000.
12. *Triticum* type — pollen grain, I/93; ×1000.
- 13—15. *Solanum nigrum* — pollen grains, I/99, I/104; ×1000.
- 16—17. *Solanum dulcamara* — pollen grains, I/83; ×1000.



Fot. autorka, 9 — fot. S. Łuczko
Phot. author, 9 — phot. S. Łuczko



Mikołajki, profil I. Szczątki makroskopowe roślin
Mikołajki, profile I. Macroscopic plant remains.

Tabela IV
Table

Nr próbki - Nos. of samples		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Głębokość w m - Depth in m.		5.85 -6.30	5.40 -5.85	4.95 -5.40	4.50 -4.95	4.05 -4.50	3.60 -4.05	3.15 -3.60	2.70 -3.15	2.25 -2.70	1.80 -2.25	1.35 -1.80	0.90 -1.35	0.45 -0.90	0.00 -0.45
Objętość próbki w cm ³ Volume of samples in cm ³		850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
Gatunek - Species	Rodzaj szczątki Kind of remain														
<i>Alnus glutinosa</i>	o, sz	-	-	-	-	-	2	3	-	2	1	-	-	-	1
<i>Aulacomnium palustre</i>	l	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- <i>turgidum</i>	l	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula humilis</i>	o	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
- <i>nana</i>	o, l, l	4	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- <i>pubescens</i>	o, l	-	-	-	3	13	38	10	31	19	42	2	2	6	-
- <i>tortuosa</i>	o, l	-	1	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- <i>verrucosa</i>	o, l	-	-	-	-	-	5	2	3	-	3	4	-	3	1
- <i>t. alba</i> indeterm	o	-	-	2	2	4	5	7	2	3	4	-	-	-	-
<i>Brachythecium</i> cf. <i>salebrosum</i>	l	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryum</i> sp.	l	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callitriche autumnalis</i>	o	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- sp.	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Carex rostrata</i>	o	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- sp.	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Characeae	oos	-	∞	∞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Drepanocladus Sendtneri</i>	l	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dryas octopetala</i>	l	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	wł	-	-	12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hylocomium splendens</i>	l	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hygrohypnum</i> cf. <i>montanum</i>	l	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juniperus communis</i>	szp	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Menyanthes trifoliata</i>	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Pinus silvestris</i>	skrz, szp	-	-	-	-	3	2	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Plagiobryum Zierii</i>	l	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum viviparum</i>	l	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Populus tremula</i>	lp	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potamogeton filiformis</i>	o	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus</i> cf. <i>hyperboreus</i>	o	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rumex maritimus</i>	okw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>Salix</i> sp. div.	tn, l	1	17	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tortella tortuosa</i>	l	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Skroty: o - owoce, l - łuski owocowe, lp - łuski pączkowe, n - nasiona, skrz - skrzydełka nasienne, tn - torebki nasienne, sz - szyszki, okw - okwiat,
oos - oospory, l - liście, pędy, szp - szpilki, wł - włoski, + - pojedynczo, ∞ - bardzo licznie

Abbreviations: o - fruits, l - fruit scales, lp - bud scales, n - seeds, skrz - wings, tn - capsules, sz - cones, okw - perianths, oos - oospores,
l - leaves, shoots, szp - needles, wł - hairs, + - single specimens, ∞ - very common.

Mikołajki, profil I. Bezzględne ilości oznaczonych sporomorf. Cz.II. Rośliny zielne
Mikołajki, profile I. Absolute numbers of sporomorphs. P.II. Herbs.

Main data table with columns for plant species and their corresponding sporomorph counts across various samples.

Sporomorfy sporadyczne - Sporomorphs found sporadically:

Summary table listing sporomorphs found sporadically, organized by plant species and their respective counts.

Mikołajki, profil II. Szczątki makroskopowe roślin
Mikołajki, profile II. Macroscopic plant remains.

Nr próbki - Nos. of samples		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Głębokość w m - Depth in m.		5.05 -5.10	5.00 -5.05	4.95 -5.00	4.90 -4.95	4.85 -4.90	4.80 -4.85	4.75 -4.80	4.70 -4.75	4.65 -4.70	4.60 -4.65	4.55 -4.60	4.50 -4.55	4.45 -4.50	4.40 -4.45	4.35 -4.40	4.30 -4.35	4.25 -4.30	4.20 -4.25	4.15 -4.20
Objętość próbki w cm ³ Volume of samples in cm ³		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Gatunek - Species	Rodzaj szczątki Kind of remain																			
<i>Amblystegium varium</i>	l	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula humilis</i>	o, l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	-	-	-	1	-	1	-
- <i>nana</i>	o, l, l	-	1	1	8	2	3	4	3	1	5	2	-	-	-	-	1	-	3	-
- <i>pubescens</i>	o, l	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	1	4	3	1	4	6
- <i>tortuosa</i>	o, l	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
- <i>t. alba</i> indeterm.	o, l	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-
<i>Callitriche autumnalis</i>	o	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campyllum helodes</i>	l	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Drepanocladus</i> sp.	l	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dryas octopetala</i>	l	1	1	1	1	2	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	wł	∞	∞	∞	∞	-	-	-	-	-	∞	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hylacomium splendens</i>	l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juniperus communis</i>	szp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pohlia</i> cf. <i>nutans</i>	l	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum viviparum</i>	l	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Populus tremula</i>	lp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus</i> sp.	o	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhytidium rugosum</i>	l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salix</i> sp.	l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Selaginella selaginoides</i>	m	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum</i> sp.	l	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thuidium</i> cf. <i>abietinum</i>	l	6	5	7	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- <i>abietinum</i> subsp. <i>histicosum</i>	l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- sp.	l	-	-	-	4	∞	4	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tortula</i> cf. <i>ruralis</i>	l	-	-	1	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tortula</i> sp.	l	-	-	-	2	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Typha latifolia</i>	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	1	-

Skróty: o - owoce, l - łuski owocowe, lp - łuski pączkowe, n - nasiona, m - makrospory, l - liście, pędy, szp - szpilki, wł - włoski, ∞ - bardzo licznie
Abbreviations: o - fruits, l - fruit scales, lp - bud scales, n - seeds, m - megaspores, l - leaves, shoots, szp - needles, wł - hairs, ∞ - very common.

Tabela VIII
Table VIIIMikołajki, profil III. Szczątki makroskopowe roślin.
Mikołajki, profile III. Macroscopic plant remains.

Nr próbki - Nos. of samples		1	2	4	6	7
Głębokość w m - Depth in m.		6,745 -6,77	6,72 -6,745	6,68 -6,72	6,61 -6,62	6,60 6,61
Objętość próbki w cm ³ Volume of samples in cm ³		45	45	72	18	18
Gatunek - Species	Rodzaj szczątki Kind of remain					
Betula nana	l	1	-	-	-	-
- pubescens	l, o	-	-	-	3	2
Camptothecium nitens var. insigne	l	-	-	-	2	-
Carex sp.	o	-	3	1	2	1
Characeae	oos	∞	∞	1	-	-
Fontinalis sp.	l	2	-	-	-	-
Selaginella selaginoides	m	1	-	-	-	-

Skróty: o - owoce, l - łuski owocowe, m - makrospory, oos - oospory, l - liście,
pędy, ∞ - bardzo licznieAbbreviations: o - fruits, l - fruit scales, m - megaspores, oos - oospores,
l - leaves, shoots, ∞ - very common.Tabela IX
Table IXMikołajki, profil III. Bezwzględne ilości oznaczonych sporomorf
Mikołajki, profile III. Absolute numbers of sporomorphs.

Nr próbek Nos. of samples	Głębokość w m Depth in m.	Drzewa i krzewy - Trees and shrubs								Rośliny zielne - Herbs														
		Alnus	Betula	Hippophae	Juniperus	Picea	Pinus	Salix	Ulmus	Artemisia	Chenopodia- ceae	Compositae Tubiflorae	Cyperaceae	Equisetum	Filipendula	Gramineae	Polypodia- ceae	Potamogeton	Kanunculus	Rumex	Thalictrum	Typha latifolia	Umbelliferae	Urtica
9	6.50	2	232	-	-	1	231	16	26	8	4	3	9	7	11	32	4	2	2	1	3	2	2	-
8	6.59	-	23	-	3	1	23	12	-	7	1	1	7	1	1	15	-	2	-	2	1	-	-	-
7	6.61	-	159	-	7	1	273	26	-	9	4	-	36	22	3	50	1	1	1	1	1	4	1	1
5	6.63	-	133	-	5	-	307	24	-	24	5	-	58	33	2	98	-	-	1	1	1	1	1	-
4	6.66	2	162	2	6	2	257	15	1	6	6	-	71	56	-	85	4	3	2	1	6	-	2	1
3	6.71	2	191	2	7	-	265	28	1	9	2	-	88	49	3	140	1	1	2	-	2	1	-	1
2	6.73	1	62	16	2	-	130	8	-	14	5	5	27	6	-	43	3	1	-	-	1	-	-	1

Sporomorfy sporadyczne - Sporomorphs found sporadically:

Corylus	2 /1/; 9 /37/	Botrychium	2 /2/; 3 /1/	Nuphar	2 /2/
Quercus	4 /2/; 9 /1/	Calluna	4 /1/; 9 /2/	Nymphaea alba	9 /1/
Pinus t. haploxyylon	2 /1/; 3 /2/	Caryophyllaceae	4 /1/; 7 /1/	Menyanthes	9 /2/
Populus	5 /1/; 9 /22/	Cirsium t.	5 /1/	Myriophyllum spicatum	2 /1/
		Compositae Lig.	4 /1/; 9 /3/	- verticillatum	2 /1/
		Cruciferae	2 /1/	Papilionaceae	2 /2/
		Dryopteris thelypteris	9 /18/	Plantago t. alpina	2 /3/
		Empetrum	2 /1/	- maritima	2 /3/
		Gypsophila t. fastigiata	9 /1/	Rosaceae	3 /2/
		Helianthemum t. ovatum	2 /2/	Rubiaceae	5 /1/; 8 /1/
		Humulus	9 /4/	Selaginella selaginoides	5 /1/
		Labiatae	9 /2/	Sparganium /Typha ang.	4 /3/; 9 /7/
		Lycopodium clavatum	9 /1/	Varia	4 /2/

Liczby przed nawiasami oznaczają numery próbek; w nawiasach - ilość sporomorf w próbce
Numerals before the brackets indicate nos. of sample; in the brackets - number of sporomorphs in the sample.

Mikołajki, profil IV. Szczątki makroskopowe roślin
Mikołajki, profile IV. Macroscopic plant remains.

Nr próbki - Nos. of samples		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Głębokość w m - Depth in m.		5.32 -5.37	5.27 -5.32	5.22 -5.27	5.17 -5.22	5.12 -5.17	5.07 -5.12	5.02 -5.07	4.97 -5.02	4.92 -4.97	4.88 -4.92	4.84 -4.88	4.80 -4.84
Objętość próbki w cm ³ Volume of samples in cm ³		90	90	90	90	90	90	90	90	90	72	72	72
Gatunek - Species	Rodzaj szczątki Kind of remain												
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	o	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula humilis</i>	o	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
- <i>nana</i>	o, l	2	10	2	1	-	1	2	1	-	1	1	-
	l	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- <i>pubescens</i>	o, l	-	-	-	-	1	4	5	-	-	-	2	-
- <i>tortuosa</i>	l	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
- <i>f. alba</i> indeterm.	o	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
cf. <i>Campyllum helodes</i>	l	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex rostrata</i>	o	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Characeae	oos	-	∞	∞	∞	-	∞	-	-	-	-	∞	∞
<i>Ditrichum flexicaule</i>	l	-	1	3	6	2	-	1	-	2	-	-	-
<i>Drepanocladus fluitans</i>	l	-	-	-	-	-	2	∞	3	-	-	-	-
<i>Dryas octopetala</i>	l	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i> <i>f. squamosum</i>	l	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
<i>Populus tremula</i>	lp	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Potamogeton alpinus</i>	o	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
- <i>filiformis</i>	o	1	1	11	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Selaginella selaginoides</i>	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Thuidium abietinum</i>	l	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
- sp.	l	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-

Skróty: o - owoce, l - łuski owocowe, lp - łuski pączkowe, m - makrospory, oos - oospory, l - liście, pędy, ∞ - bardzo licznie
Abbreviations: o - fruits, l - fruit scales, lp - bud scales, m - megaspores, oos - oospores, l - leaves, shoots, ∞ - very common

Mikołajki, profil IV. Bezwzględne ilości oznaczonych sporomorf
Mikołajki, profile IV. Absolute numbers of sporomorphs.

Tabela XI
Table XI

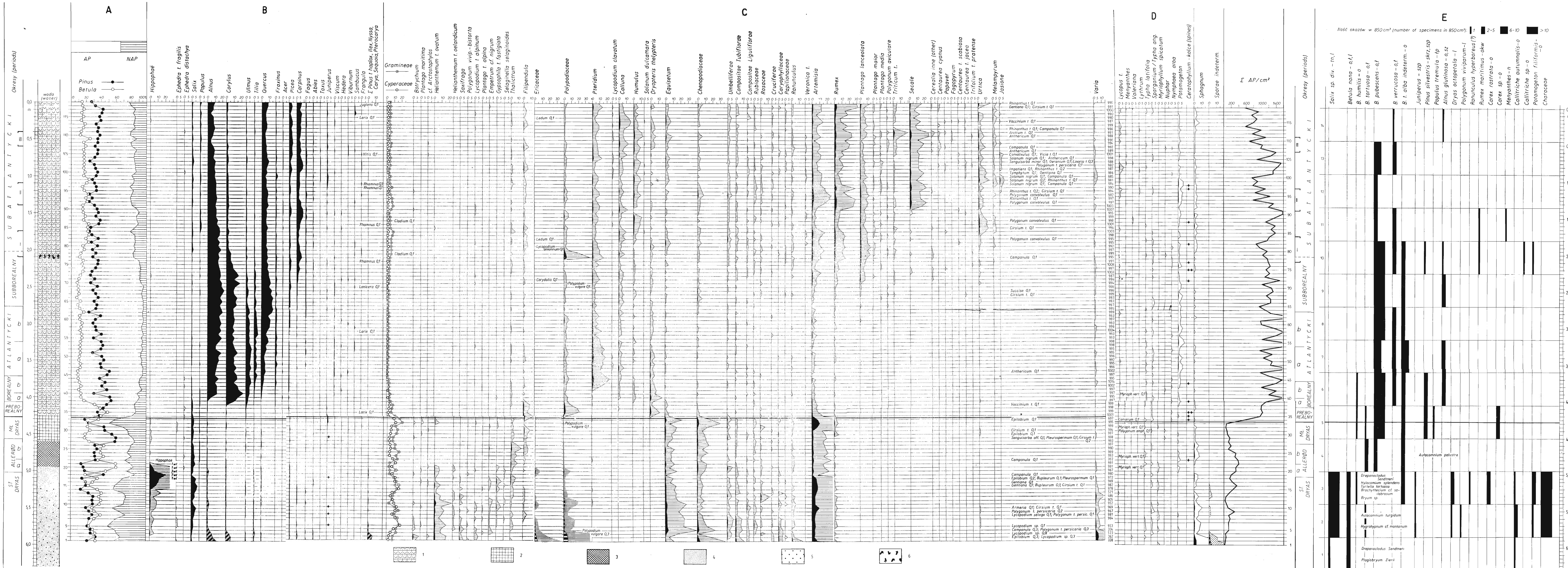
Nr próbek nos. of samples	Głębokość w m Depth in m.	Drzewa i krzewy - Trees and shrubs													Rośliny zielne - Herbs																																	
		Alnus	Betula	Carpinus	Corylus	Hippophaë	Juniperus	Picea	Pinus t. ha- ploxylon	Pinus sil- vestris	Quercus	Salix	Tilia	Ulmus	cf. arctostä- phycos	Artemisia	Botrychium	Caryophylla- ceae	Chenopodia- ceae	Cirsium t.	Compositae Liguliflorae	Compositae Tubiflorae	Cyperaceae	Dryopteris theLypteris	Empetrum cf. nigrum	Equisetum	Filipendula	Gramineae	Gypsophila t. fastigiata	Helianthemum t.ovatum	Helianthemum t.celandicum	Myriophyllum spicatum	Papilionaceae	Polyposdiaceae	Potamogeton	Pteridium	Ranunculus	Rosaceae	Rubiaceae	Rumex	Thalictrum	Sparganium/ Typha angust. folia latii-	Umbelliferae	Varia				
15	4.68	-	500	-	6	-	10	2	-	268	2	22	-	5	-	8	-	3	-	-	-	-	10	-	5	14	54	-	-	-	-	-	1	7	3	-	-	3	-	1	1	3	3	1	2	-		
14	4.73	-	352	-	-	-	1	-	-	533	-	10	-	-	-	15	-	2	-	-	1	1	22	3	-	3	8	24	-	-	-	-	-	18	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	1	-
13	4.78	1	88	-	-	-	9	6	3	247	-	10	-	-	-	65	6	-	37	-	1	2	51	-	1	7	40	1	8	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	1	6	-	-	-	-	-		
12	4.83	2	153	-	1	2	26	1	3	279	1	13	1	-	1	77	2	-	45	-	2	4	52	-	1	10	2	92	-	2	-	3	-	1	-	-	3	-	1	3	2	-	-	4	-	-		
11	4.88	12	175	3	9	8	1	2	-	178	7	7	3	4	1	17	-	1	4	-	1	1	17	-	-	3	1	26	-	2	-	-	9	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
10	4.90	11	90	1	9	11	-	3	1	192	3	4	3	2	-	9	-	1	1	-	-	2	8	-	-	3	30	-	2	-	-	5	-	1	1	1	1	1	1	1	1	6	-	-	-	-		
8	5.00	-	189	-	-	-	-	-	-	217	-	-	-	-	-	18	-	8	-	-	-	20	1	-	5	2	71	-	-	-	-	-	6	-	1	1	1	1	1	1	6	-	-	-	-	-		
6	5.10	3	252	-	-	23	5	-	-	121	-	7	-	-	-	19	2	-	6	1	-	15	-	-	4	-	27	-	2	1	2	-	1	1	1	1	1	1	1	2	3	-	-	-	-			
4	5.20	1	230	1	1	21	-	-	2	89	1	4	-	-	-	34	-	2	6	-	-	3	14	-	-	2	20	1	6	3	-	-	2	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
3	5.25	3	177	-	1	41	-	3	5	129	1	10	1	-	1	26	1	1	4	-	3	2	29	-	3	1	-	28	1	9	6	-	2	4	-	-	3	1	-	-	-	-	1	1	1			
2	5.30	5	213	1	4	55	-	1	2	129	2	17	1	2	-	44	1	2	-	1	1	6	26	-	2	7	-	48	3	4	-	1	6	-	-	2	2	-	-	1	5	-	-	2	2			
1	5.35	2	22	-	2	1	-	-	-	52	-	1	2	1	-	5	-	-	-	1	-	1	10	-	-	-	10	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Sporomorfy sporadyczne - Sporomorphs found sporadically:

Carya	1 /1/	Campanula	12 /1/; 13 /1/	Parnassia	3 /1/; 4 /1/
Ephedra distachya	12 /1/; 13 /1/	Cruciferae	3 /1/	Pteropteris dryopteris	12 /1/
- t. fragilis	12 /3/	Dianthus	13 /1/	Plantago t. alpina	1 /2/
Ilex	2 /1/; 11 /1/	Epilobium	3 /1/; 11 /1/	- maritima	2 /2/; 12 /1/
Larix	15 /1/	Humulus	15 /9/	Polygonum t. persicaria	2 /1/; 10 /1/
Populus	15 /12/	Melampyrum	15 /2/	Selaginella selaginoides	4 /1/; 12 /3/
Pterocarya	2 /1/	Labiatae	15 /2/	Sporae indeterminatae	6 /1/
Bupleurum	10 /2/	Myriophyllum verticillatum	13 /1/	Urtica	8 /1/; 15 /5/

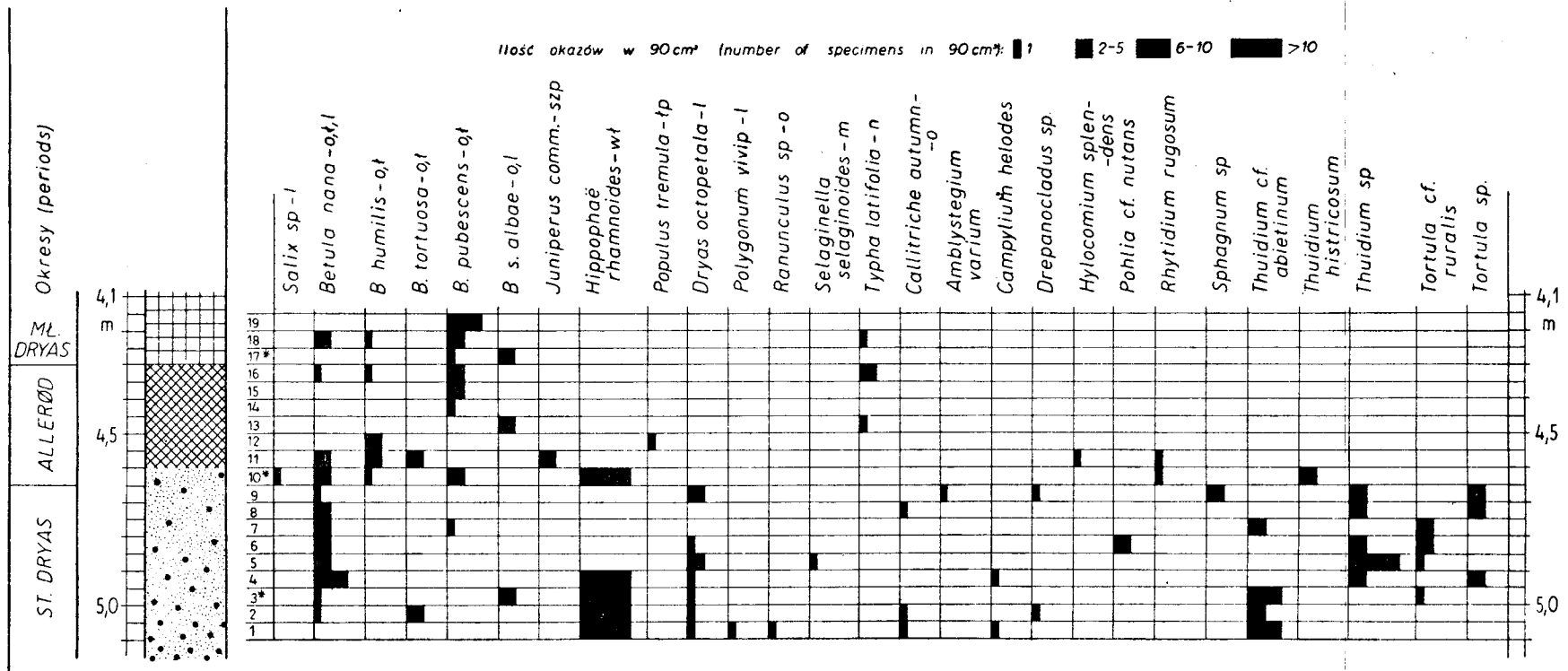
Liczby przed nawiasami oznaczają numery próbek; w nawiasach - ilość sporomorf w próbce

Numerals before the brackets indicate nos. of samples; in the brackets - number of sporomorphs in the sample.



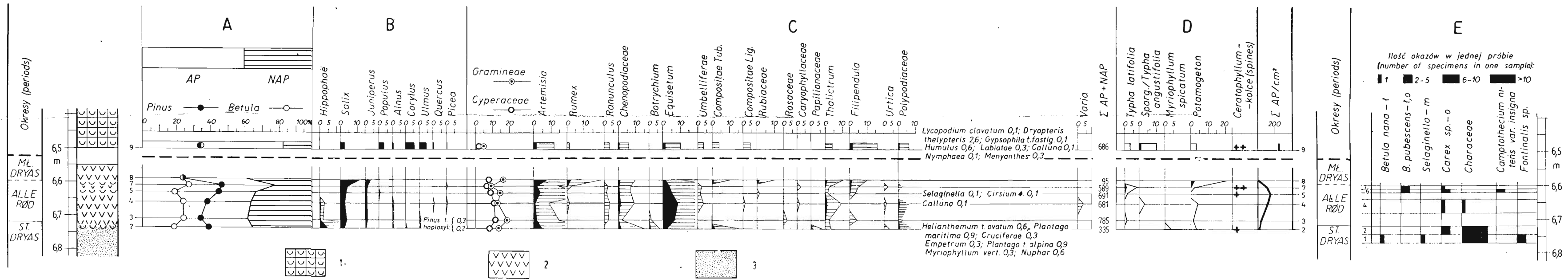
Ryc. 13. Mikolajki, profil I. Diagram pyłkowy i wykres udziału szczątków makroskopowych. Cyfry I, II, III w schemacie stratygraficznym oznaczają fazy zasiedlenia terenu. Oznaczenia osadów: 1 — gytja wapienna, 2 — gytja ilasta, 3 — sapropel limniczny, 4 — piasek, 5 — piasek, 6 — węgle drzewne. Skróty oznaczają szczątków makroskopowych: n — nasiona, o — owoce, l — luski nasienne, tn — torebki nasienne, skrz — skrzydełka nasion, sz — szyszki, okw — okwiat, l — liście, szp — szpilki, lp — luski pęczkowe, wl — włoski. Wartości roślin zielonych na ryc. 13-16 zostały podane w procentach (sylwetki czarne) oraz w promilach (sylwetki zakreślowane lub białe w przypadku form wyliczonych z sumy totalnej). Wartości Gramineae i Cyperaceae podano tylko w procentach. Pozostałe objaśnienia na str. 12.

Fig. 13. Mikolajki, profile I. Pollen diagram and graphs for macroscopic plant remains. I, II, III in stratigraphic scheme indicate settlement phase. Sediments signatures: 1 — calcareous gyttja, 2 — clayey gyttja, 3 — limnic sapropel, 4 — clay, 5 — sand, 6 — charcoals. Abbreviations for macroscopic plant remains: n — seeds, o — fruits, l — fruit scales, tn — capsules, skrz — wings, sz — cones, okw — perianths, l — leaves, szp — needles, lp — bud scales, wl — hairs. The values of herbaceous plants on the figures 13-16 are given in per cent (black silhouettes and in per mille (hatched silhouettes or white in the case of forms excepted from the sum total). Values of Gramineae and Cyperaceae are given only in per cent. For the remaining explanations see p. 12.



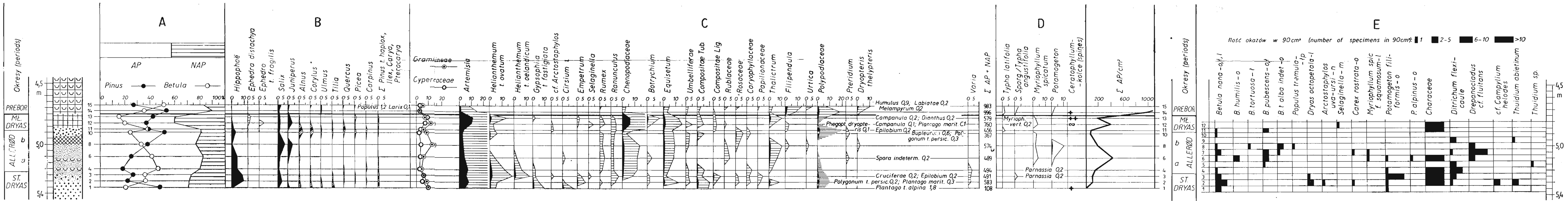
Ryc. 14. Mikołajki, profil II. Wykres udziału szczątków makroskopowych
 Oznaczenia osadów patrz ryc. 13
 Skróty oznaczeń szczątków makroskopowych: n — nasiona, o — owoce, ł — łuski
 nasienne, m — makrospory, l — liście, szp — szpilki, lp — łuski pączkowe, wł —
 włoski

Fig. 14. Mikołajki, profile II. Graphs for macroscopic plant remains.
 For sediments signatures see fig. 13
 Abbreviations for macroscopic plant remains: n — seeds, o — fruits, ł — fruit
 scales, m — megaspores, l — leaves, szp — needles, lp — bud scales, wł — hairs.



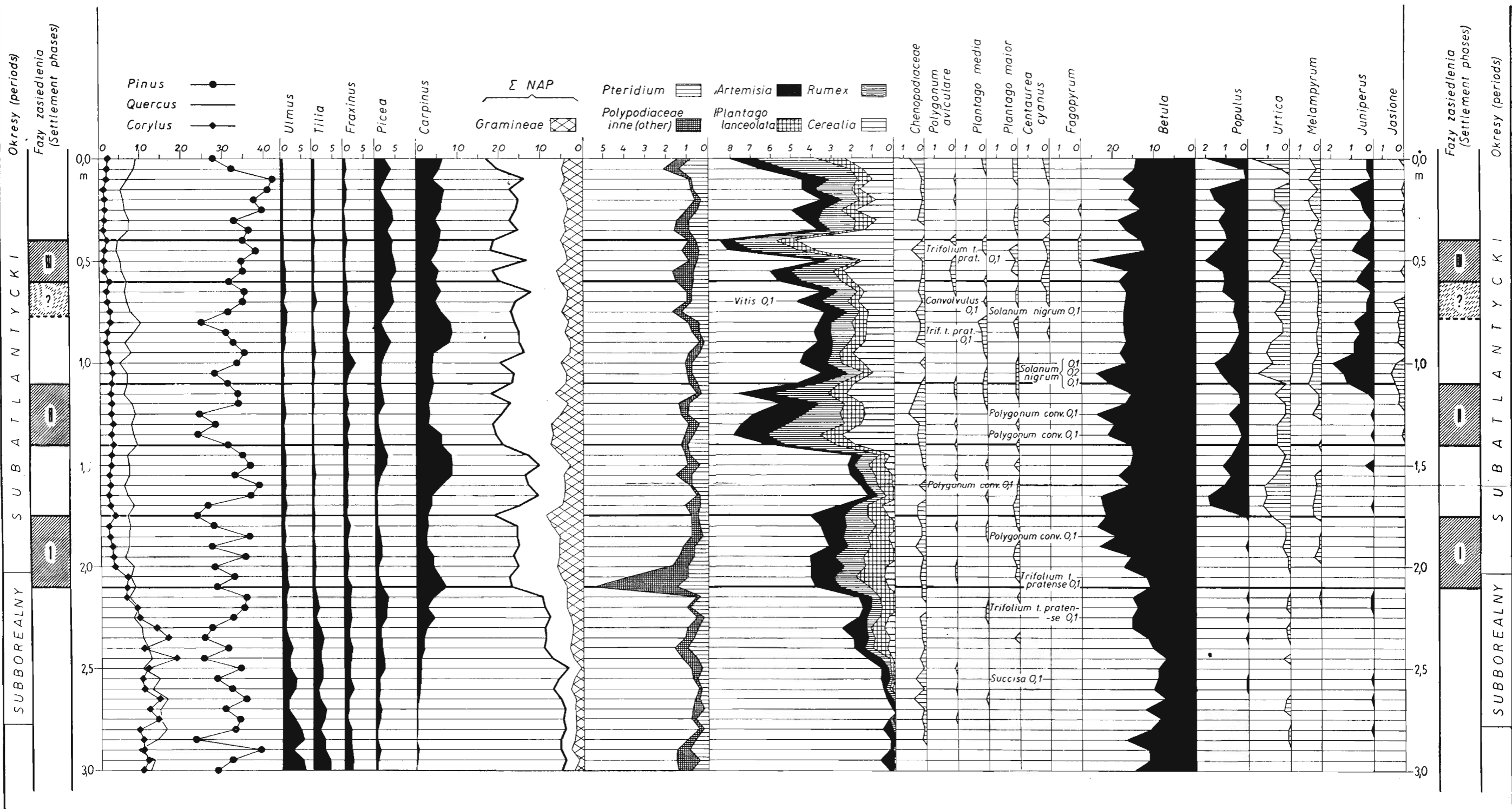
Ryc. 15. Mikołajki, profil III. Diagram pyłkowy i wykres udziału szczątków makroskopowych.
 Oznaczenia osadów: 1 gytia wapienna, 2 — torf z drewnami, 3 — il
 Skróty oznaczeń szczątków makroskopowych: o — owoce, ł — łuski nasienne, m — makrospory

Fig. 15. Mikołajki, profile III. Pollen diagram and graphs for macroscopic plant remains.
 Sediments signatures: 1 — calcareous gyttja, 2 — fen-peat with wood, 3 — clay.
 Abbreviations for macroscopic plant remains: o — fruits, ł — fruit scales, m — megaspores.



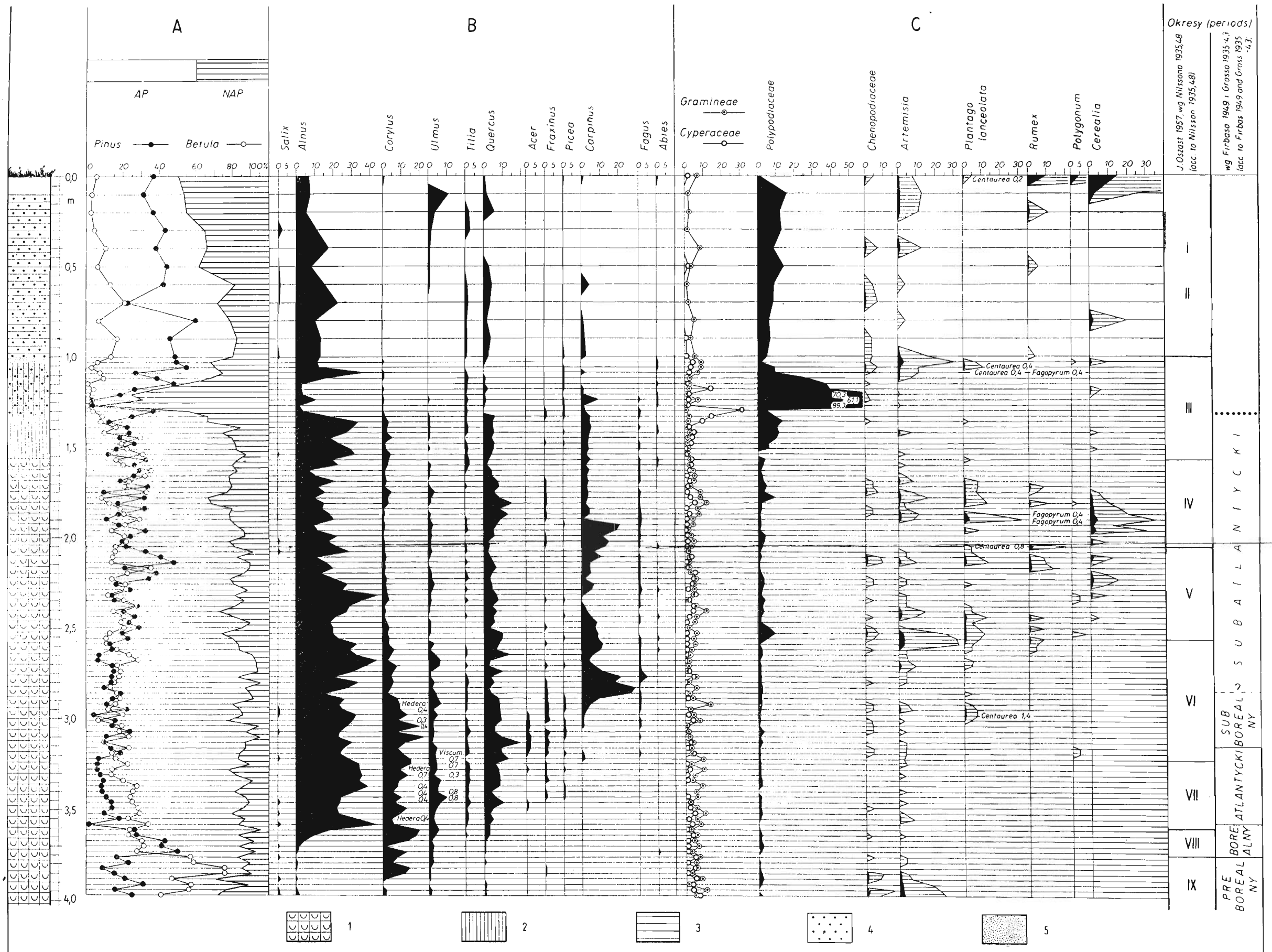
Ryc. 16. Mikołajki, profil IV. Diagram pyłkowy i wykres udziału szczątków makroskopowych.
 Oznaczenia osadów patrz ryc. 13
 Skróty oznaczeń szczątków makroskopowych: n — nasiona, o — owoce, ł — łuski nasienne, m — makrospory, l — liście, lp — łuski pączkowe

Fig. 16. Mikołajki, profile IV. Pollen diagram and graphs for macroscopic plant remains.
 For sediments signatures see fig. 13.
 Abbreviations for macroscopic plant remains: n — seeds, o — fruits, ł — fruit scales, m — megaspores, l — leaves, lp — bud scales.



Ryc. 17. Mikołajki, profil I. Uproszczony diagram pyłkowy najmłodszej części profilu, obrazujący wpływ gospodarki człowieka na szatę roślinną okolic Mikołajek. I, II, III — fazy zasiedlenia terenu. Kreskowaniem przerywanym zaznaczono możliwość rozszerzenia fazy III

Fig. 17. Mikołajki, profile I. Simplified pollen diagram of the youngest part of the profile, illustrating the influence of man's activities on the plant cover of the vicinity of Mikołajki. I, II, III — settlement phases. The possibility of an extension of phase III is marked by broken hatching.



Ryc. 20. Żuchowo; profil II — diagram pyłkowy (według Oszast 1957, zmienione). Wartości procentowe obliczono na podstawie sumy totalnej pyłki drzew i krzewów (AP) oraz roślin zielnych (NAP). Dla wskaźnikowych roślin synantropijnych wyrysowano również krzywe wyrażające wartości promille (sylwetki zakreskowane). Oznaczenia osadów: 1 — gytta wapienna, 2 — torf turzycowy, 3 — gleba gliniasta, 4 — piasek, 5 — il

Fig. 20. Żuchowo, profile II — pollen diagram (after Oszast 1957, modified). The basis of calculation for the pollen curves is the total of trees and shrubs (AP) and of herbaceous plants (NAP). For synanthropic indicators per mille curves are given too (hatched silhouettes). Sediments signatures: 1 — calcareous gyttja, 2 — *Carex*-peat, 3 — clayey soil, 4 — sand, 5 — clay.