

KAZIMIERA MAMAKOWA

ROŚLINNOŚĆ KOTLINY SANDOMIERSKIEJ
W PÓŻNYM GLACJALE I HOLOCENIE

The Vegetation of the Basin of Sandomierz
in the Late-Glacial and Holocene

WSTĘP

Kotlina Sandomierska jest terenem słabo poznanym, i to zarówno pod względem geobotanicznym, jak i paleobotanicznym. Dotychczasowe wyniki badań palynologicznych nad częstymi tu torfowiskami są już dziś w dużej mierze przestarzałe i nie dostarczają podstawy do wyrobienia sobie poglądu na historię roślinności, i to nie tylko całej Kotliny, ale nawet jej poszczególnych części.

W okolicy Krakowa badane były tylko dwa torfowiska, znajdujące się w Swoszowicach i w Puszczy Niepołomickiej.

Pierwsze z nich, opracowane przez M. A m o u r a u x - K o z ł o w s k ą (praca nie opublikowana), objęło zaledwie niepełny okres subatlantycki.

Badania nad torfowiskiem „Błoto” w Puszczy Niepołomickiej zostały zapoczątkowane przez M. R a c i b o r s k i e g o, który już w 1885 roku oznaczył glony budujące tak zwany pelit odkryty w spągu torfowiska. Późniejsze poszukiwania tego osadu, nadającego się niewątpliwie do opracowania metodą analizy pyłkowej, nie dały rezultatu. Pierwszą próbę palynologicznego opracowania torfowiska „Błoto” podjął w latach międzywojennych J. T r e l a. Wyniki tych badań obejmują niepełny okres subborealny i okres subatlantycki, nie zostały jednak opublikowane. W roku 1948 przystąpiono ponownie do zbadania tego niemal już w zupełności wyeksploatowanego torfowiska. Uzyskany diagram pyłkowy nie spełnił jednak pokładanych w nim nadziei (A. J a n k u n i A. S z p o n d e r — rękopis). W profilu tego niskiego torfowiska udział sosny wynosi średnio 95%, uniemożliwiając odczytanie przemian roślinności Puszczy. Z tego powodu także i ta praca nie doczekała się opublikowania.

Rezultatem prac badawczych prowadzonych we wschodniej części Kotliny było opracowanie dwu młodoholocénskich torfowisk, wypełniających lejki krasowe w miejscowościach Grodzisko i Wola Zarczycka nad

Sanem (J. Trela 1934). W tej części Kotliny położona jest również Hamernia nad Lubaczówką. Pokład torfu oraz gytii, leżący pod około 3 m warstwą piasków w brzegu tej rzeki, został po raz pierwszy pod względem paleobotanicznym opracowany przez W. Szafera i J. Trele (1931). Utwory te uznano wówczas za pochodzące z okresu najstarszego interglacjału. Podstawą takiej interpretacji były przede wszystkim kryteria geologiczne (W. Szafer 1931 i 1953).

Ponieważ profil z Hamerni ma duże znaczenie dla stratygrafii czwartorzędu, Państwowy Instytut Geologiczny wykonał serię wierceń w dolinie Lubaczówki. Wyniki tych wierceń, opublikowane przez E. Rühlego (1952), wykazały brak moreny, jak również fluwioglacjału glacjału krakowskiego (Mindel) i dowiodły, że interpretacja wieku torfu z Hamerni była w 1931 roku błędna. Zarówno E. Rühle, jak i A. Środoń (1952) uznali te osady za późnoglacialne i holoceneskie — równowiekowe z osadami z Roztok.

Ostatnie lata stworzyły dodatkowe możliwości dla określania wieku osadów organicznych przez zastosowanie metody C-14. Analiza wykonana w Hanowerze we wrześniu 1961 roku przez dra J. Homiliusa określiła wiek torfu z Hamerni jako starszy od 30 000 lat. Data ta otwiera ponownie sprawę wieku osadów z Hamerni. Wyklucza ona z dyskusji holocen oraz późny glacjał ostatniego zlodowacenia, lecz nie ustalając dolnej granicy wieku torfu pozostawia tę kwestię do rozstrzygnięcia.

Pracę swą nad historią roślinności Kotliny Sandomierskiej rozpoczęłam w 1953 roku od profilu torfowiska „Na Oszu” koło Podbukowiny. Materiał pochodził z wiercenia wykonanego w 1937 roku przez dra B. Jaronia. Wiercenie uzupełniające profil z Podbukowiny serią późnoglacialną zostało wykonane w 1957 roku. Uzyskane wyniki okazały się na tyle interesujące, że spowodowały rozszerzenie badań na wschodnią część Kotliny Sandomierskiej. Objęły one torfowiska z miejscowości Rzemień, Świlcza, Imielty Ług i Obary.

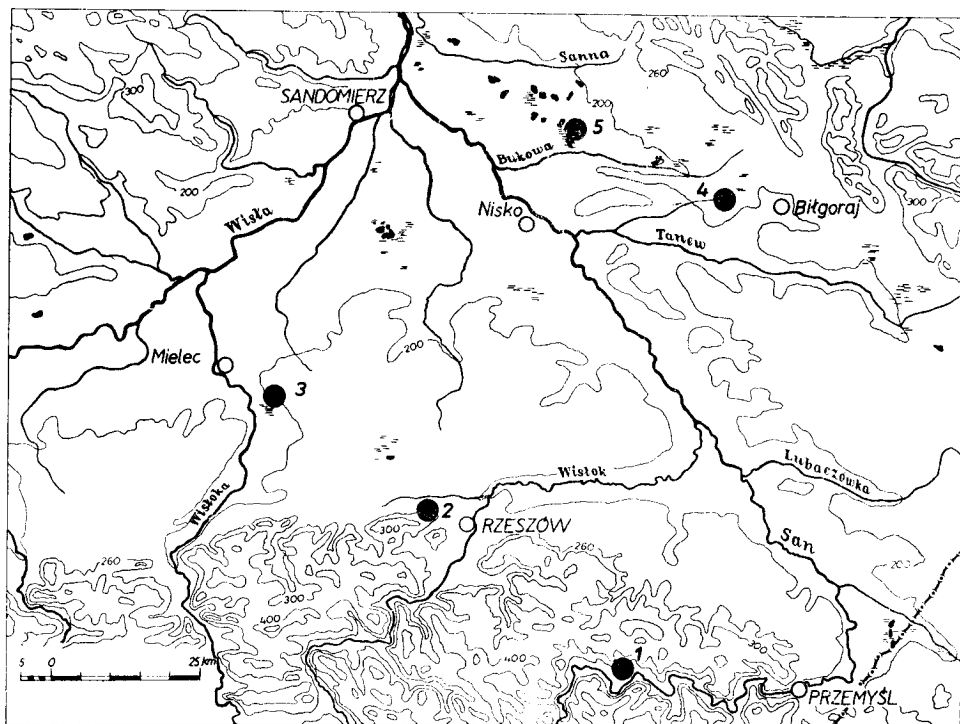
Pracę wykonałam w Instytucie Botaniki PAN pod kierunkiem prof. dra W. Szafera i prof. dra A. Środonia. Za temat, nadanie kierunku pracy i cenne wskazówki w trakcie jej wykonywania serdecznie Im dziękuję. Dziękuję również prof. drowi B. Szafrowi za oznaczenie mchów, dr M. Reymannowi za oznaczenie drewn i węgielków oraz drowi K. Szczepankowi za pomoc w zebraniu materiału.

1. CHARAKTERYSTYKA FIZJOGRAFICZNA KOTLINY SANDOMIERSKIEJ

a. Granice, geologia i morfologia

Kotlina Sandomierska jest przedłużeniem leżącej na przedpolu Sudetów Kotliny Śląskiej, z którą styka się na dziale wodnym Odry i Wisły. Pozostałe jej granice wyznaczają: od północnego zachodu i północy Wy-

żyna Śląska i lessowa krawędź Wyżyny Małopolskiej; od północnego wschodu Wyżyna Lubelska i ostro zarysowująca się krawędź Roztocza; od południa lessowy pas Pogórza Karpackiego, a od południowego wschodu dział wodny Sanu i Dniestru. Teren Kotliny Sandomierskiej wzniesiony jest średnio od 150 do 200 m n.p.m., z tym że kulminacje przewyższają 250 m n.p.m. (ryc. 1).



Ryc. 1. Mapa opisanych w pracy stanowisk. 1 — Podbukowina, 2 — Świlcza, 3 — Rzemień, 4 — Obary, 5 — Imielty Ług

Fig. 1. Map showing the localities described in the paper. 1 — Podbukowina, 2 — Świlcza, 3 — Rzemień, 4 — Obary, 5 — Imielty Ług

Kotlinę o kształcie wyciągniętego równoleżnikowo trójkąta przecinają w kierunku poprzecznym liczne dopływy Wisły (Soła, Skawa, Raba, Dunajec, Wisłoka i San). Ich rozległe terasy nadają charakterystyczne piętno morfologii tego terenu.

Najniższy poziom w Kotlinie zajmują młodoholocenyjskie terasy łąkowe. Następną jest terasa rędzina o wysokości 3—7 m, z licznymi tu starorzeczami. Na temat wieku tej terasy są różne wypowiedzi. M. Klimaszewski (1948) uważa terasę rędziną za utwór z okresu zlodowacenia bałtyckiego, natomiast A. Śródón (1952) i L. Starkel (1957) przypisują jej wiek holocenyjski.

Ponad płaskimi dnami dolin wznoszą się na działach wodnych rozległe płaskowyże o urozmaiconej rzeźbie, z dość znacznymi kulminacjami wysokości (50—80 m powyżej den dolinnych). Wiek utworów, z których zbudowane są owe płaskowyże, sięga zdaniem S. Lencewicza (1955) okresu postoju lądolodu na tych terenach. Przeważają tu gliny morenowe, piaski i żwiry fluwioglacjalne.

Pozostałości pokrywy lessowej, która na obszarze Kotliny została zniszczona w holocenie, znajdują się jeszcze na płaskowyżu tarnogrodzkim (S. Lencewicz l. c.).

Starszym podłożem są w Kotlinie Sandomierskiej tortońskie iły krakowieckie. Pod powierzchnię czwartorzędową sięgają one najwyżej w obrębie działów wodnych, obniżają się natomiast w kierunku osi Rynny Podkarpackiej i osi doliny Wisłoki (L. Starkel 1957).

b. Klimat

Klimat Kotliny Sandomierskiej należy według E. Romera (1911, 1946, 1949) do typu klimatów podgórskich nizin i kotlin. Zmienia się on w znacznym stopniu w kierunku z zachodu na wschód. W tymże kierunku obserwuje się znaczny spadek temperatury stycznia, wzrost amplitudy między najzimniejszym i najcieplejszym miesiącem, wzrost ilości dni mroźnych, przymrozkowych i gorących oraz dłuższy okres trwania zim (A. Schmuck 1959). Wpływy oceaniczne w Kotlinie zanikają więc w kierunku wschodnim w miarę coraz to silniej zaznaczającego się kontyentalizmu.

Najcieplejszym obszarem, zbliżonym do wrocławskiego, są okolice Tarnowa o średniej temperaturze stycznia $-1,8^{\circ}\text{C}$, a lipca $19,1^{\circ}\text{C}$; najdalej na wschód wysuniętym terenem o dość jeszcze znacznych wpływach oceanicznych jest Rzeszów; najzimniejszymi są okolice Jarosławia (I $-3,6^{\circ}$, VII $18,2^{\circ}$), Raciborza (I $-2,1^{\circ}$, VII $18,0^{\circ}$) i Rozwadowa (I $-3,7^{\circ}$, VII $18,3^{\circ}$). Temperatury zostały podane według K. Ermicha (1951).

Średnia suma opadów w obrębie ośrodka tarnowskiego waha się od 700 do 750 mm, we wschodniej części Kotliny (sandomiersko-rzeszowskiej) jest niższa — dochodzi tylko do 700 mm (R. Gumiński 1948).

Największą częstotliwość w obrębie Kotliny wykazują wiatry zachodnie; najmniejszą — północne i północno-wschodnie (A. Schmuck l. c.).

c. Gleby

W Kotlinie Sandomierskiej na wschód od Wisłoki przeważają gleby piaszczyste i gleby bielcowe. B. Dobrzański i A. Malicki (1950) wyróżniają tu: 1) piaski i szczyrki, 2) gleby bielcowe, 3) gleby aluwialne,

występujące w dolinach rzecznych (mady, gleby mułowo-błotne i trudne do wydzielenia gleby torfowe), 4) torfowiska, które w większych kompleksach występują tylko w trójkącie zawartym pomiędzy Mielcem, Kolbuszową i Rzeszowem, 5) pas lessów podkarpackich rozciągający się na południe od badanego terenu.

W obrębie Pogórza Przemyskiego przeważają gleby pylasto-ilaste oraz pasy gleb gliniasto-kamienistych.

d. Roślinność

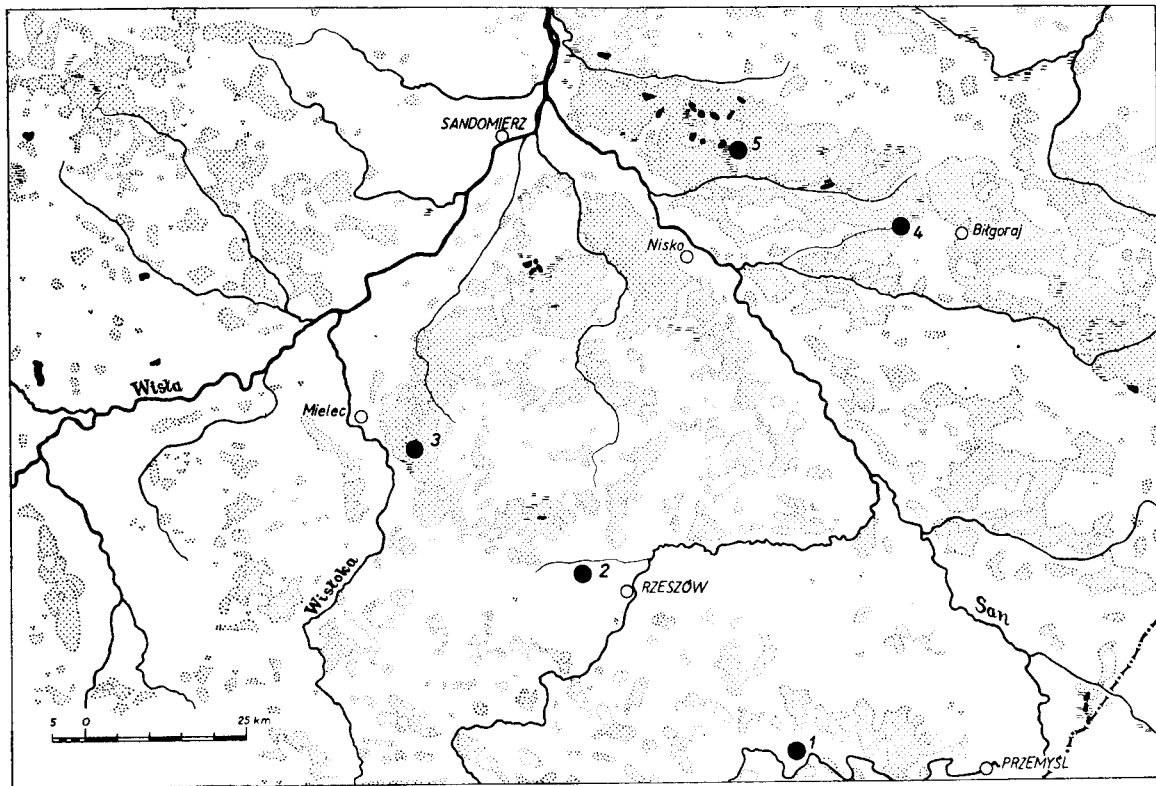
Wschodnia część Kotliny jeszcze obecnie wykazuje bardzo silne zalesienie i wyraźnie pod tym względem odcina się od otaczających ją urodzajnych terenów lessowych, na których lasy zostały już przeważnie wyniszczone. Obrazuje to wyraźnie mapa lasów według F. Uhorczaka (1957) (ryc. 2).

Pod względem geobotanicznym opracowana jest tylko południowo-wschodnia część Puszczy Sandomierskiej (M. Nowiński 1928, 1929); Płaskowyż Tarnogrodzki i Równinę Puszczzańską objął swymi badaniami ekologicznymi D. Fijałkowski (1959).

Rozmieszczenie naturalnych zbiorowisk leśnych jest w Kotlinie Sandomierskiej ściśle związane z terasową budową (W. Szafer 1959). Z terasą najniższą, pozostającą nadal, mimo daleko posuniętej regulacji rzek, pod wpływem zalewów, związane są bogate tu niegdyś lasy łęgowe. Na wyższej terasie — rędzinnej — występują głównie bory sosnowe lub sosnowo-dębowe. Na płatach glin morenowych i piasków gliniastych, wchodzących w skład terasy starodyluwialnej, dotrwały jeszcze resztki lasów bukowo-jodłowych oraz dębowo-grabowych. Obok czystych lasów tego typu spotykane są również różne przejściowe zbiorowiska z dużą domieszką sosny.

Wzrastający ku wschodowi kontynentalizm nie pozostaje bez wpływu na roślinność, w tym bowiem kierunku obserwuje się zanikanie gatunków związanych z klimatem oceanicznym, takich na przykład jak jodła i cis (W. Szafer 1959). Obecnie na terenie Kotliny występują pojedyncze stanowiska cisa, które są niewątpliwie reliktem z wilgotnego okresu subatlantyckiego. Cisy w Puszczy Sandomierskiej musiały być częstsze, świadczą o tym między innymi nazwy miejscowości, na przykład Cisowiec w powiecie tarnobrzeskim, oraz wykopywane pod Tarnobrzegiem ich pnie (W. Szafer 1914, rękopis).

Element górski we florze Kotliny, a zwłaszcza jej środkowej części, jest ubogo reprezentowany (W. Szafer 1930 a). Do osobliwości tego obszaru należy jedyne w Polsce naturalne stanowisko *Azalea pontica* w Woli Zarczyckiej k/Leżajska.



Ryc. 2. Powierzchnie leśne wschodniej części Kotliny Sandomierskiej oraz krain sąsiednich (według F. Uhorczaka 1957). Numeracja stanowisk zgodna z ryc. 1

Fig. 2. Forest areas of the eastern part of the Sandomierz Basin and the neighbouring regions according to F. Uhorczak, 1957). Numeration of localities conformable to Fig. 1

2. STRATYGRAFIA ZBADANYCH TORFOWISK

Spośród pięciu opracowanych torfowisk cztery są położone na terenie Kotliny, a jedno („Na Oszu” koło Podbukowiny) już poza jej obrębem, na Pogórzu Przemyskim (ryc. 1).

P o d b u k o w i n a (ryc. 1 nr 1)

Torfowisko wysokie, położone około 230 m npm., na terasie Sanu o wysokości 5—6 m. Obecnie jest intensywnie eksploatowane i meliorowane, co spowodowało poważne zmiany w składzie roślinności. Z torfowiska tego pobrano do badań dwa profile.

Układ warstw w profilu Podbukowina I:

- 0,00—6,50 m torf sfagnowy dość słabo rozłożony,
- 6,50—7,30 m torf przejściowy,
- 7,30—7,60 m ił ze śladami materiału organicznego.

Układ warstw w profilu Podbukowina II (bez warstw stropowych):

- 5,00—5,40 m torf turzycowo-mszysty ze śladami kredy jeziornej,
- 5,40—6,40 m kreda jeziorna jasnopopielata z warstwami torfu na głębokości 5,60 m i 5,75 m oraz drobnymi węgielkami na głębokości 6,35 m,
- 6,40—6,55 m torf turzycowo-mszysty ze śladami kredy jeziornej,
- 6,55—7,00 m kreda jeziorna jasnobrunatna z domieszką torfu,
- 7,00—7,20 m kreda jeziorna nieco zailona,
- 7,20—7,35 m torf turzycowo-mszysty z domieszką kredy jeziornej,
- 7,35—7,50 m kreda jeziorna z domieszką torfu,
- 7,50—7,65 m ił ze śladami kredy jeziornej,
- 7,65—8,15 m ił jasnopopielaty,
- 8,15—8,40 m ił nieco zapiaszczony,
- 8,40—8,60 m ił piaszczysty z drobnym żwirem.

Ś w i l c z a (ryc. 1 nr 2)

Torfowisko, położone około 220 m npm. w odległości 8 km na północny zachód od Rzeszowa, należy do pasa torfowisk niskich, wyścielających dolinę Prawisły. Najbliższe otoczenie torfowiska tworzą od północy lasy sosnowe z domieszką dębu i olszy, zaś od południa pola uprawne. Na obszarze tego w dużej mierze wyeksploatowanego torfowiska występują wydmy piaszczyste. Wiercenie zostało wykonane w odległości kilku metrów od dołów poeksploatacyjnych.

Układ warstw torfowiska przedstawia się następująco:

- 0,00—0,35 m torf turzycowy barwy rdzawej, z domieszką iłu,
- 0,35—0,65 m torf turzycowy,
- 0,65—1,35 m torf turzycowy z iłem oraz z kredą jeziorną na głębokości 0,70—0,80 m,

- 1,35—2,40 m torf turzycowy,
 2,40—2,85 m kreda jeziorna z dużą domieszką szczątków roślin,
 2,85—3,30 m torf turzycowy,
 3,30—3,50 m torf turzycowy z niewielką ilością łu,
 3,50—4,45 m torf turzycowy z dużą zawartością łu,
 4,45—5,00 m łu silnie piaszczysty.

R z e m i e ń (ryc. 1 nr 3)

Torfowisko przejściowe, położone około 9 km na południowy wschód od Mielca, na wysokości 210 m n.p.m., otoczone lasami sosnowymi z domieszką brzozy i buka oraz olszynami. Obecnie jest osuszone rowami melioracyjnymi i bardzo silnie eksploatowane. Na torfowisku nie ma prawie zupełnie roślinności, ponieważ wierzchowina została zniszczona w czasie pobierania torfu. Materiał do badań był pobrany częściowo ze ściany w dole po wybranym torfie (do 1,50 m), częściowo zaś przy pomocy świdra (1,50—3,55 m).

Układ warstw w profilu torfowiska:

- 0,00—0,55 m torf sfagnowy słabo rozłożony, z korą i drewnem brzozy na głębokości 0,40—0,50 m,
 0,55—0,70 m torf turzycowy ciemny, dobrze rozłożony, z drewnkami,
 0,70—1,03 m torf turzycowy ciemny, dobrze rozłożony,
 1,03—1,06 m ruda bagienna,
 1,06—1,10 m mułek jasnopopielaty,
 1,10—2,95 m torf turzycowo-mszysty, warstwowany, dość dobrze rozłożony, z jasnopopielatymi plamami,
 2,95—3,40 m torf ze wzrastającą w kierunku spągu zawartością piasku i łu,
 3,40—3,55 m łu silnie piaszczysty z domieszką materiału organicznego,

O b a r y (ryc. 1 nr 4)

Torfowisko to jest położone na wysokości 211 m n.p.m., około 7 km na zachód od Biłgoraja. Jest to małe (ca 1 km²), śródleśne torfowisko wysokie, otoczone głównie lasami sosnowymi ze sporadycznie występującym świerkiem. Na torfowisku rośnie kilkanaście okazów sosny. Z torfowców w przeważającej ilości występuje *Sphagnum apiculatum*, a z roślin zielnych na uwagę zasługują: *Drosera rotundifolia* i *D. intermedia*, *Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*, *Oxycoccus quadripetalus* i *Equisetum palustre*.

Układ warstw w torfowisku jest następujący:

- 0,00—0,20 m torf sfagnowy niemal zupełnie nierozłożony, zielonawy (z próby 0 i 1 prof. dr B. S z a f r a n oznaczył *Sphagnum apiculatum*),

- 0,20—0,60 m torf sfagnowy jasnobrunatny, bardzo słabo rozłożony,
 0,60—1,00 m torf sfagnowy ciemnobrunatny, dobrze rozłożony (w próbkach 13, 14, 15, 18, 19 i 20 duże ilości drobnych węgielków),
 1,00—1,30 m torf sfagnowy jasnobrunatny, słabo rozłożony,
 1,30—1,60 m torf przejściowy słabo rozłożony,
 1,60—1,80 m torf turzycowo-mszysty, niemal czarny,
 1,80—1,95 m torf turzycowo-mszysty, ciemnobrunatny, ze śladami piasku,
 1,95—2,30 m ił ze śladami piasku, o zabarwieniu brunatnym (w próbkach 40 i 41 domieszka materiału organicznego),
 2,30—2,45 m piasek o zabarwieniu brunatnym.

Imielty Ług (ryc. 1 nr 5)

Ostatnie ze zbadanych torfowisk, o powierzchni około 3 km², jest położone 17 km na północny wschód od Niska, na wysokości 180 m n.p.m. Od północnego zachodu przylega do stawu Imielty Ług. Jest to torfowisko wysokie. W najbliższym jego otoczeniu występują lasy sosnowe (na Kopczańskiej Górze las sosnowy sadzony), olszyny, nadto w niewielkich ilościach świerk i dąb. W podszyciu *Frangula alnus*, *Salix aurita*, *Salix rosmarinifolia*, *Alnus glutinosa*. W lesie, około 2 km na północny zachód od torfowiska, rośnie kilkanaście okazów *Abies alba*, *Carpinus betulus* oraz sadzona koło drogi *Tilia cordata*. Torfowisko porasta luźny las sosnowy z rozrzuconymi tu i ówdzie małymi okazami *Betula verrucosa*. W składzie roślinności zielonej kępy *Sphagnum magellanicum*, *Rhynchospora alba*, *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Drosera rotundifolia* i inne. Na podmokłym brzegu torfowiska rośnie między innymi *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, *Juncus effusus* i *Comarum palustre*.

W profilu torfowiska można wyróżnić następujące warstwy:

- 0,00—3,35 m torf sfagnowy z dwoma wkładkami torfu wełniankowego i węgielkami w sześciu poziomach,
 3,35—3,95 m torf przejściowy,
 3,95—4,30 m torf turzycowo-mszysty z domieszką piasku,
 4,30—4,55 m piasek gruboziarnisty z domieszką szczątków roślin,
 4,55—4,60 m piasek gruboziarnisty.

3. UWAGI METODYCZNE

Materiał do analizy pyłkowej został zebrany przy użyciu świdra Hillera, tylko w Rzemieniu częściowo z odkrywki. Odstępy pomiędzy próbkami wynoszą w profilu z Podbukowiny I — 10 cm, we wszystkich pozostałych profilach — 5 cm.

Torf i kredę jeziorną przygotowywano metodą acetolizy (G. Erdtmann 1943), z tym że do materiału słabo rozłożonego stosowano dodat-

kowo H_2O_2 przed acetolizą. Osady piaszczyste i ilaste były traktowane przed acetolizą metodą flotacyjną M. Knox (1942) przy zastosowaniu mieszanki o ciężarze w granicach 1,7—2,3.

Ilość liczonych ziarn pyłku w próbach była różna. Na ogół liczono co najmniej 200 ziarn pyłku drzew i wszystkie towarzyszące im sporomorfy roślin zielnych. Jeśli materiał wyróżniał się dobrą frekwencją lub z innych względów zasługiwał na większe zainteresowanie, ilość ta była powiększana — w kilku wypadkach nawet do 1000 AP.

Diagramy skonstruowano metodą K. Faegriego — J. Iversena (1950) z następującą modyfikacją: w sumie AP+NAP nie uwzględniono oprócz *Sphagnum* również roślin wodnych i *Polypodiaceae*. Nieodzowne to było zwłaszcza w przypadku *Polypodiaceae*, których wielkie ilości spor w profilach ze Świlczy, Rzemienia i Podbukowiny utrudniały interpretację zmian, zachodzących w poszczególnych fazach rozwoju roślinności, oraz zmieniały wymowę stosunku AP : NAP.

Podane w każdym diagramie ilości liczonych ziarn pyłku w poszczególnych poziomach odnoszą się do tak pojętej sumy, która jest podstawą (100%) obliczenia wartości procentowych wszystkich wyróżnionych form. Ilości procentowe mniejsze od 0,5% są ze względów technicznych przedstawione w diagramach jako 0,5%.

Analizie makroskopowej był poddany materiał tylko z Podbukowiny II. Wykorzystano tu pozostałą resztę materiału wydobytego świedrem, po uprzednim pobraniu próbek do analizy pyłkowej.

4. OPIS SZCZĄTKÓW MAKROSKOPOWYCH ROŚLIN

Z materiału z Podbukowiny II oznaczono:

Larix sp. — nieliczne szpilki zostały znalezione na głębokości od 6,0—8,0 m, przy czym ilość ich wyraźnie zmniejszała się ku górze. Ponadto z warstw 7,0—7,5 i 8,1—8,6 m wydobyto po jednym ułamku drewna (zachowany rdzeń).

Pinus silvestris L. — 1 kawałek drewna na głębokości 7,5—8,0 m.

Betula — 4 orzeszki z głębokości 6,5—7,5 m, oznaczone metodą biometryczną (M. Białoobrzaska i J. Truchanowicz 1960), wykazują cechy *Betula verrucosa* Ehrh. Z poziomów 7,0—8,0 m pochodzą 3 kawałki drewnien.

Alnus sp. — drewno w próbce 28.

Salix sp. — w poziomach 6,5—7,0 i 7,5—8,0 po dwa drewna.

Ranunculus flammula L. — w poziomie 6,5—7,0 m jeden owocek.

Ranunculus sceleratus L. — poziom 7,0—7,5 m jeden owocek.

Rubus sp. — poziom 8,1—8,6 m jeden owocek.

Menyanthes trifoliata L. — w spągowych poziomach pojedyncze nasiona, na głębokości 5,0—6,0 m większe ilości.

Sambucus nigra L. — poziom 6,0—6,5 m jedna cała oraz jedna połówka pestki.

Potamogeton pectinatus var. *zosteraceus* (Fr.) Casp. = *Potamogeton zosteraceus* Fries — jedna pestka na głębokości 7,5—8,0 m.

Potamogeton filiformis Pers. — w poziomie 7,0—7,5 m jedna pestka, a w poziomie 7,5—8,0 trzy pestki.

Schoenoplectus lacustris (L.) Palla — poziom 7,5—8,0 m liczne orzeszki, poziom 8,1—8,6 m — jeden orzeszek.

Cladium mariscus (L.) Pohl. — na głębokości 5,0—6,0 m 67 dobrze zachowanych owoców oraz jeden na głębokości 8,1—8,6 m.

Carex sp. — tylko 4 orzeszki w poziomach od 6,0—8,6 m.

Coenococcum geophilum Fries — pojedyncze skleroty.

Ponadto z próbek przeznaczonych do analizy pyłkowej udało się wydobyc i oznaczyć: 1) dwa węgielki *Pinus silvestris* L. o wymiarach 0,5 × 0,4 cm z próbki 32 w Imielnym Ługu; 2) ułamek drewna *Betula* sp. z dobrze zachowaną korą z próbki 39 w Imielnym Ługu; 3) pojedyncze nasiona *Menyanthes trifoliata* L. z Rzemienia, Obar i Podbukowiny I.

Prof. dr B. Sz a f r a n oznaczył z materiału z Podbukowiny II następujące mchy:

Bryum sp. — 1 okaz z poziomu 7,5—8,0 m.

Mnium sp. — 1 okaz z poziomu 7,5—8,0 m.

Climacium dendroides Web. et Mohr. — poziom 6,5—7,0 m jeden okaz. Gatunek torfowiskowy.

Thuidium lanatum Hagen — poziom 6,0—6,5 m jeden okaz. Mech torfowiskowy.

Drepanocladus revolvens Muhm. — poziom 7,0—7,5 m jeden okaz; poziom 7,5—8,0 m liczne okazy. Występuje obecnie na torfowiskach i na wilgotnej tundrze.

Drepanocladus cf. *revolvens* Muhm. — poziom 6,5—7,0 m jeden okaz, poziom 8,1—8,6 m sześć okazów.

Drepanocladus sp. — poziom 7,5—8,5 m 5 okazów.

Calliergon giganteum Kindb. — w poziomach od 6,5—8,6 m. W poziomach 6,5—8,0 m duże ilości, niżej tylko pojedyncze okazy. Gatunek występujący obecnie na tundrze wilgotnej i torfowiskach.

Camptothecium nitens Schimp. — poziom 6,0—6,5 m jeden okaz; poziom 7,5—8,0 m 2 okazy. Gatunek rosnący na wilgotnej tundrze.

5. SUKCESYJNY ROZWÓJ ROŚLINNOŚCI NA PODSTAWIE WYNIKÓW ANALIZY PYŁKOWEJ

Badania przeprowadzone metodą analizy pyłkowej wykazały, że tylko trzy spośród zbadanych torfowisk (Obar, Świlcza i Podbukowina) obejmują część okresu późnoglacialnego, przy czym, mimo znacznej miąższości

profilu z Podbukowiny, nawet i w tym przypadku nie udało się sięgnąć głębiej jak tylko do Allerödu. Torfowiska z Imieltego Ługu i Rzemienia są znacznie młodsze, najniższe ich warstwy powstały w okresie preborealnym.

Podział diagramów na okresy oparto w części późnoglacialnej na schemacie stosowanym przez K. Jessena (1935), J. Iversena (1942) i F. Firbasa (1949), a w części holocenijskiej zastosowano terminologię Blytta i Sernandera. W tym ostatnim podziale wprowadzono modyfikację, polegającą na wydzieleniu w okresie subatlantyckim fazy „b”, odpowiadającej X według F. Firbasa względnie IX b w diagramach duńskich. Obok nazw przyjętych dla poszczególnych okresów podane są w nawiasach odpowiadające im okresy według podziału K. Jessena — J. Iversena i F. Firbasa.

a. PÓŹNY GLACJAŁ

Alleröd (II)

Podbukowina II — próby od 73—51, Obary — od 49—44, Świlcza — od 100—91. Osad mineralny, frekwencja niska — w granicach do 50 ziarn/cm².

W profilach z Podbukowiny i Świlczy dominującą rolę odgrywa sosna. Obok wykazującej bezwzględną przewagę *Pinus t. silvestris* notowano również w ciągu całego okresu pojedyncze ziarna *Pinus t. haploxylon*, należącej zapewne do *P. cembra*. Procentowy udział tej ostatniej nie oddaje wiernie ilości jej występowania, ponieważ oznaczano tylko te ziarna, w których dało się bez trudu prześledzić typowy kształt oraz sposób przyczepu worków powietrznych (G. Erdtman 1943). Na obecność *Pinus silvestris in situ* wskazują oznaczone w Podbukowinie drewna tego gatunku, nie wykazujące śladów otoczenia.

Ilości pyłku *Betula* w tych profilach dowodzą jej drugorzędnej roli. Przeprowadzane kilkakrotnie pomiary wskazywały na przewagę pyłku *Betula* z sekcji „*Albae*” o wymiarach 27,2—34,0 μ , sporadycznie nawet powyżej 34,0 μ . Maksymalne wymiary są wprawdzie większe niż podawane przez J. Jentys-Szaferową (1928), G. Erdtmana (l. c.) czy I. Terasmäe (1951) dla *Betula pubescens*, należącej do grupy o największych ziarnach pyłku, trzeba się jednak liczyć z tym, że stosowana metoda flotacyjna M. Knox być może nie pozostaje bez wpływu na wielkość ziarn pyłku.

Nieco inaczej układa się stosunek sosny do brzozy w profilu z Obary, gdzie zdecydowanie większą rolę w tym okresie odgrywała brzoza, również o dużych wymiarach pyłku. Wśród pyłku sosny w próbie 45 zanotowano tylko dwa ziarna typu „*haploxylon*”.

Pyłek *Larix* stwierdzono w jednej próbie profilu z Podbukowiny oraz w jednej ze Świlczy, jednak obecność szpilek i drewnien w Podbukowinie

jest dowodem jego występowania *in situ*. Jest to dalsze stanowisko do listy kopalnych stanowisk modrzewia, znanych z Podkarpacia (A. Ś r o d o ń 1959).

Obecność zarówno drewnien (Podbukowina), jak i stosunkowo dość wysokie wartości pyłku *Salix* wskazują na występowanie zarośli wierzbowych na badanym obszarze. Zdaniem M. W e l t e n a (1950) 5% pyłku *Salix* dowodzi występowania dobrze rozwiniętych zarośli. Ilość pyłku tego rodzaju na ogół nie przekracza w omawianych diagramach 7%, wyjątkowo tylko w Podbukowinie występuje jeden odizolowany wierzchołek, osiągający 18,9%. W tym przypadku mamy jednak do czynienia przypuszczalnie z kotką, która dostała się do osadu, ponieważ w polu widzenia występowały skupienia pyłku po kilka, a nawet kilkanaście ziarn (zawsze liczone jako jedno ziarno).

Stosunek pyłku roślin zielnych do drzew waha się w tym okresie średnio w granicach 1 : 1—4 : 1 na korzyść drzew. Wskaźnik ten uległby dalszemu przesunięciu na korzyść drzew, gdyby wśród *Cyperaceae* wyróżniano (i wydzielono z sumy totalnej) pyłek *Schoenoplectus lacustris*, który — przynajmniej w Podbukowinie — był prawdopodobnie obficie reprezentowany. Wsuwam to przypuszczenie na podstawie obecności licznych orzeszków *Schoenoplectus lacustris* w poziomie, w którym krzywa *Cyperaceae* gwałtownie wzrasta.

Mimo różnych zdań na temat wymowy stosunku AP : NAP (L. A a r i o 1943, M. W e l t e n 1950) wydaje się, że w Allerödzie widne lasy panowały na całym terenie objętym zbadanymi profilami. Wyniki analizy pyłkowej, poparte szczątkami makroskopowymi drzew, dowodzą, że były to lasy sosnowo-brzozowo-modrzewiowe, być może z domieszką olszy na miejscach zabagnionych. W północno-wschodniej części Kotliny w lasach tych miała prawdopodobnie przewagę *Betula*. Ciągłe, jakkolwiek o niskich wartościach, krzywe *Corylus*, *Ulmus*, *Quercus* i *Picea* wskazywałyby, że drzewa te, nie wchodząc jeszcze w skład tychże lasów, podeszły już bardzo blisko ze swoich ostoi późnoglacialnych. Nie można jednak całkowicie wykluczyć, biorąc pod uwagę charakter osadu, w którym zawarty jest Alleröd, że pyłek drzew ciepłolubnych znajduje się tutaj na drugorzędym złożu.

Sądząc z charakteru panującego lasu oraz występowania termofilnych roślin wodnych można wnosić, że klimat Allerödu posiadał cechy klimatu chłodno-umiarkowanego. Obecność we wszystkich profilach *Typha latifolia* oraz *Schoenoplectus lacustris* w Podbukowinie pozwala za J. I v e r s e n e m (1954) określić średnią temperaturę lipca jako nie niższą aniżeli 14°C. Owoc *Cladium mariscus* znaleziony w Podbukowinie jest, być może, wskaźnikiem jeszcze łagodniejszego klimatu na Pogórzu Karpackim.

Duża różnorodność roślin zielnych oraz fakt, że tylko raz jeden (Podbukowina, próba 72) ilość ich pyłku spada poniżej 15%, to znaczy poniżej tej wartości, dla której M. W e l t e n (l. c.) przyjmuje już występowanie

lasów zwartych — jest dowodem, że las allerödski był lasem o średnim zwarciu, z mniejszymi lub większymi płatami miejsc otwartych. Znalazły tam dogodnie dla siebie warunki takie rośliny, jak *Artemisia*, *Helianthemum*, *Gentiana*, *Selaginella selaginoides* oraz gatunki z rodzin: *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Umbelliferae* i innych, występujące w tym okresie w niezbyt wysokich procentach. Na szczególną uwagę zasługuje obecność pyłku *Hippophaë rhamnoides* (Podbukowina, Świlcza, Obar) oraz dość obfite występowanie w profilu z Podbukowiny i sporadycznie z Świlczy i Obar *Ephedra distachya* — rośliny stosunkowo obojętnej pod względem temperatury, lecz światłoządnej, a przede wszystkim wymagającej klimatycznej i edaficznej suszy (H. G a m s 1952, M. W e l t e n 1955).

W spągowych próbach tego okresu oznaczono w Obarach i Świlczy pojedyncze ziarna pyłku *Armeria*, należące do typu „A” *Armeria vulgaris* s. l. (W. S z a f e r 1945). Silne uszkodzenie ziarn nie pozwoliło w obydwu przypadkach na dokonanie dokładnych pomiarów. Biorąc pod uwagę rozmieszczenie geograficzne poszczególnych gatunków, można przyjąć z dużym prawdopodobieństwem, że ziarna te należały do *Armeria elongata*. Południowo-wschodnia granica jej współczesnego zasięgu przebiega w niedalekim sąsiedztwie Kotliny Sandomierskiej. W obrębie badanego obszaru, w okolicach Lubaczowa, znajduje się reliktowa wyspa tego gatunku (W. S z a f e r 1946).

Z roślin zarodnikowych bardzo obficie, zwłaszcza w Podbukowinie i Świlczy, występują *Polypodiaceae*.

Obok pyłku roślin reprezentujących florę autochtoniczną, osad ze Świlczy i Podbukowiny zawiera również, chociaż w stosunkowo niezbyt dużych ilościach, pyłek roślin egzotycznych, występujący tu niewątpliwie na wtórnym złożu. Ilościowe zestawienie oznaczonych form przedstawia tabela 1. W związku z występowaniem trzeciorzędowych ziarn pyłku pozostaje prawdopodobnie obecność *Hystrix* w profilu z Podbukowiny, organizmu, który jest wskaźnikiem wód słonych (M. F r i e s 1951). Z terenu Polski nie był on dotychczas podawany z późnoglacialnych osadów ostatniego zlodowacenia. Podaje go natomiast M. S o b o l e w s k a (1956) z Syrnika n/Wieprzem i A. Ś r o d o Ń z Gościęcina k/Koźła (1957) ze spągu osadów interglacjalnego mazowieckiego oraz J. D y a k o w s k a (1956) z utworów zastoiszkowych z Wylezina.

Występowanie zarówno *Hystrix*, jak i pyłku roślin trzeciorzędowych wiąże się niewątpliwie z tym, że Alleröd jest tu zawarty w osadach ilastopiaszczystych. Wykonana przez dra L. S t a r k l a¹ analiza tych osadów wykazuje, obok pewnej ilości ziarn piasku oraz pyłów słabo otoczonych czy nawet kanciastych, przewagę materiału dobrze otoczonego. Ze względu na brak żłobień charakterystycznych dla transportu powietrznego może wchodzić w grę transport wodny, a co za tym idzie, naniesienie

¹ Za wykonanie tej analizy serdecznie dziękuję.

Tabela 1 — Table 1

LISTA OZNACZONYCH SPOROMORF ROŚLIN EGZOTYCZNYCH ORAZ „HYSTRIX” W POSZCZEGÓLNYCH PRÓBKACH
PROFILI ZE ŚWILCZY I Z PODBUKOWINY II.

PODANE SĄ ILOŚCI BEZWZGLĘDNE OZNACZONYCH SPOROMORF

List of the identified sporomorphs of the exotic plants and of „*Hystrix*” in the samples of the profiles from Świlcza and Podbukowina II. (Quantities in absolute numbers)

Torfowisko Peat-bog	Świlcza											Podbukowina																	
	Nr próbki No of sample	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	73	71	70	69	68	67	66	65	64	63	61	59	56	55	52	
<i>Araliaceae</i>			1																										
<i>Buxus</i>											1																		
<i>Carya</i>	1					1																							
cf. <i>Castanopsis</i>								1																					
<i>Celtis</i>							2	1																					
<i>Chamaecyparis</i>						1																							
<i>Cunninghamia</i>					1																								
<i>Engelhardtia</i>			1							1		1											1						
<i>Ilex</i>	1		1		1					1																			
<i>Liquidambar</i>	1			1																									
<i>Nyssa</i>			1	3					1	1												1							
cf. <i>Ostrya</i>						1																							
<i>Pseudolarix</i>							1																						
<i>Platycarya</i>											1																		
<i>Podocarpus</i>																			1										
<i>Pterocarya</i>			2							1											1								
<i>Sequoia</i>	1	1		3	1	2						1																	
<i>Taxodiaceae</i>											1																		
<i>Tsuga</i>			2	2																1									
<i>Spory</i>	7	4	5	4	2	3	4	2	2					1				1	1	1		1		4	2	1	3	1	
<i>Varia</i>		4	2	4	2	2	3	1	3		2	3																	
„ <i>Hystrix</i> ”			1																					2				1	1

przez wody w okresie Allerödu materiału pochodzącego z rozmytych osadów trzeciorzędowych, rozciągających się na południu badanego terenu (M. Książkiewicz i J. Samsonowicz 1953). Charakterystyczne jest przy tym, że w próbach spągowych występuje dość wyraźna przewaga ziarn większych, o średnicy w granicach 0,02—0,5 mm, sporadycznie do 2 mm, wskazująca na szybki transport wodny, i tym właśnie poziomom odpowiada największa ilość elementu egzotycznego. Wzrastający ku stropowi osadu procent ziarn o mniejszych wymiarach (0,01—0,05 mm) świadczy o słabszym prądzie wody i wiąże się z coraz rzadszym pojawem egzotów.

Streszczając — należy podkreślić, że stosunkowo nieduży udział elementu egzotycznego na drugorzędym złożu nie był w stanie zaburzyć typowego dla późnego glacjału spektrum pyłkowego.

Młodszy Dryas (III)

Podbukowina II — próby od 50—38, Obarcy — od 43—37, Świlcza — od 90—68. W dolnych próbach osad nadal jeszcze mineralny, o zabarwieniu dość ciemnym na skutek wzrastającej ilości materiału organicznego. W górnych poziomach w Obarach i Świlczy występuje już torf, nieco jeszcze zanieczyszczony łem, w Podbukowinie zaś naprzemianległe warstewki torfu i kredy jeziornej z dość dużą ilością dobrze zachowanych ślimaków². Frekwencja w osadach mineralnych, mimo stosowania metody zagęszczającej sporomorfy, była stosunkowo niska, podniosła się dopiero w strefie przejściowej do okresu preborealnego.

W profilach z Podbukowiny i Świlczy Młodszy Dryas nie odcina się od Allerödu ostrym wzniesieniem krzywej NAP. Natomiast w wysuniętych dalej na północ Obarach granica ta jest znacznie wyraźniejsza. Podstawą przy wyznaczaniu granicy między tymi okresami był we wszystkich trzech profilach nie tyle stosunek AP : NAP, co stopniowe zmniejszanie się, aż do całkowitego niemal zaniku, pyłku drzew ciepłolubnych.

Dość wysoki udział AP oraz obecność szczątków makroskopowych drzew (orzyszki *Betula* z sekcji „Albae”, szpilki i drewna *Larix*) są dowodem występowania lasu *in situ*. Był to las sosnowo-brzozowy z niewielką domieszką modrzewia.

Z roślin zielnych notowano szczególnie duże ilości turzyc i traw, z wyjątkiem Świlczy, gdzie krzywa traw zupełnie zanika. Ilości innych zielnych zyskują również na znaczeniu. Konsekwentnie zachowuje się zwłaszcza *Artemisia*, której udział we wszystkich trzech profilach wyraźnie wzrasta, w Obarach na przykład do 8,6% pyłku. Są to ilości dość znaczne, ponieważ w Młodszym Dryasie nie wykazuje już ona takich wartości jak we wcześniejszych okresach późnego glacjału. I tak na przykład w Młod-

² Materiał został odesłany do oznaczenia do prof. J. Urbańskiego.

szym Dryasie dla Kotliny Nowotarskiej W. Koperowa (1958) podaje około 5⁰/₀; J. Iversen (1954) w profilach duńskich notuje 7—14⁰/₀; G. Lang (1952) dla podalpejskich stanowisk oraz H. Müller (1953) z środkowych Niemiec podają około 10⁰/₀.

W badanych profilach, a zwłaszcza w Podbukowinie, obserwowano dużą rozpiętość wielkości, a także pewne różnice morfologiczne pomiędzy poszczególnymi ziarnami pyłku rodzaju *Artemisia*, nie udało się jednak wyróżnić gatunków. Mimo monograficznego opracowania rodzaju *Artemisia* przez M. Ch. Monoszon (1950) trudności wyróżniania gatunków w materiale kopalnym są nadal bardzo duże.

Te dość obfite ilości *Artemisia* i *Gramineae* w omawianych profilach z Kotliny Sandomierskiej, przy równoczesnym wroście *Chenopodiaceae*, *Rubiaceae* i *Cruciferae*, a w Obarach również i *Equisetum*, wskazują, że w Młodszy Dryasie pokrywa leśna była znacznie luźniejsza niż w okresie poprzednim i że istniały w tym okresie niewątpliwie duże śródleśne polany. Znajduje to potwierdzenie we wzbogaceniu listy roślin wskaźnikowych, w której, obok *Hippophaë*, *Ephedra* cf. *distachya*, *E.* cf. *fragilis*, *Helianthemum*, *Plantago* t. *maior-media* i innych, pojawia się nowy ważny wskaźnik klimatu kontynentalnego — *Pleurospermum austriacum*. *Pleurospermum austriacum* jest bowiem rośliną pochodzenia azjatyckiego, której zasięg rozciąga się od izotermy stycznia —35°C i nie przekracza izotermy —2°C.

J. Iversen (1954), opierając się na eksperymentach G. Hegiego (1926) i J. Horna i Rantzena (1946), uważa, że roślina ta wymaga niskich temperatur do swego kiełkowania i tym uwarunkowana jest jej zachodnia granica występowania. Kopalne stanowiska *Pleurospermum* znane są z wielu środkowo- i północnoeuropejskich stanowisk późnego glacjału. Z terenu Polski podany dotychczas z późnoglacialnych i wczesnoglacialnych osadów Kotliny Nowotarskiej (W. Koperowa 1958, K. Birkenmajer i A. Srodoń 1960).

b. HOLOCEN

Pragnę zaznaczyć, że holocенskie diagramy pyłkowe nie przedstawiają jednolitego obrazu. Obok cech wspólnych, dających się prześledzić we wszystkich profilach, występują również dość znaczne różnice. Niektóre spośród nich można wytłumaczyć znacznym od siebie oddaleniem zbadanych torfowisk i, co za tym idzie, różnymi wpływami sąsiadujących z Kotliną krain, inne zaś mogą znaleźć wyjaśnienie w lokalnych warunkach edaficznych.

Nie bez znaczenia jest również i to, że materiał badany nie był jednolity. W Świlczy w całym profilu, a w Rzemieniu aż do okresu subatlantyckiego występuje torf niski, okresowo z domieszką materiału nieorganicznego, w pozostałych torfowiskach przeważa torf sfagnowy. W związku

z niskim charakterem torfu pozostaje znacznie gorszy stan zachowania pyłku, czym z kolei należy tłumaczyć brak konsekwencji w przebiegu poszczególnych krzywych, zwłaszcza w diagramie z Rzemienia. Diagram ten należy interpretować bardzo ostrożnie, ponieważ procent skorodowanych i porozrywanych ziarn pyłku był tu wyjątkowo duży. W takich przypadkach zmiany, jakie obserwujemy w diagramie, bardzo często mogą być tylko wynikiem ubytku pyłku bardziej wrażliwego na korozję.

Okres preborealny (IV według Jessena i Firbasa)

Podbukowina I — próby od 76—69, Podbukowina II — od 37—29, Świlcza — od 67—61, Obarcy — od 36—31, Imielty Ług — od 92—84, Rzemień — od 71—58. Osad jest jeszcze mniej lub więcej zanieczyszczony materiałem nieorganicznym, zwłaszcza w próbach spągowych. Frekwencja na ogół dobra, sporadycznie tylko spadająca poniżej 50 ziarn/cm².

Na specjalne omówienie zasługuje porównanie i zsynchronizowanie tego okresu w obydwu diagramach z Podbukowiny. Profil obejmujący późny glacjał był opracowywany z założeniem, że analiza będzie kontynuowana tylko do wystąpienia charakterystycznego w profilu I (holocenicznym) dwuwierzchołkowego maksimum brzozy, przekraczającego 70% pyłku. W profilu tym jednak przebieg krzywej brzozy był zupełnie odmienny i pomimo pojawienia się już ciągłej krzywej wiązu nie napotkano nigdzie wartości wyższych niż 12,8%¹. Stało się to przyczyną opracowania dalszej części profilu i przerwania go dopiero w punkcie, który dawał bezsporne podstawy do zsynchronizowania obu diagramów. Porównując obydwie profile posłużono się przede wszystkim krzywymi sosny i leszczyny, a z roślin zielnych krzywymi traw i paproci. Na tej podstawie przyjęto, że okresowi preborealnemu w diagramie zawierającym późny glacjał odpowiada odcinek zawarty pomiędzy próbami 37—29.

We wszystkich pozostałych profilach z Kotliny Sandomierskiej udział brzozy rośnie w poziomach należących do okresu preborealnego. W Świlczy, Obarach, Imielty Ługu oraz w Podbukowinie I obserwujemy ponadto charakterystyczne dla progu holocenu skrzyżowanie się krzywych brzozy i sosny. Zjawisko to podają jako cechę powszechnie spotykaną w tym okresie zarówno K. Jessen (1935) i T. Nilsson (1935 i 1948 a, b) dla Danii i północnych Niemiec, F. Firbas (1949) dla środkowych Niemiec, R. Kanerva (1956) dla Finlandii, U. Hafsten (1956) dla Norwegii, jak też obserwowane jest ono w diagramach pyłkowych całego niemal Związku Radzieckiego (M. I. Neustadt 1957).

¹ Niezgodność ta była tak zaskakująca, że skłoniło mnie to do kilkakrotnego powtórzenia analizy w poziomach, w których należałoby się spodziewać wyższych procentów brzozy.

Obok sosny i brzozy we wszystkich profilach zaczyna się w tym czasie pojawiać pyłek wiązu, olszy, leszczyny, świerka, jak również i innych rodzajów drzew, które nie odgrywają jeszcze większej roli. Jedyne wiąz pojawia się dość konsekwentnie i albo występuje już w ciągu całego okresu w postaci ciągłej krzywej (Imielty Ług, Obary), albo też dopiero pod koniec tego okresu zaczyna się jego empiryczna granica (Podbukowina, Świlcza).

Taki obraz spektrów pyłkowych dowodzi, że panującymi, zwłaszcza w starszej części okresu preborealnego, były lasy brzozowe, w młodszej zaś brzozowo-sosnowe o wzrastającym pod koniec okresu udziale sosny. Na bardziej dogodnych pod względem edaficznym siedliskach pojawiły się jako domieszka składniki ciepłolubnego lasu mieszanego.

Mimo zwiększającej się roli lasów stosunek roślin zielnych do drzew wskazuje, że lasy te pomimo dogodnych warunków klimatycznych nie osiągnęły jeszcze pełnego zwarcia. Przemawiają za tym duże ilości *Cyperaceae* i *Gramineae*, które mogą być również uważane za element autochtoniczny zakładających się w tym czasie torfowisk. Nadal dość licznie reprezentowana jest *Artemisia* i gatunki z rodzin *Chenopodiaceae*, *Cruciferae*, *Rubiaceae*; wciąż jeszcze występują w Podbukowinie II pojedyncze ziarna *Pleurospermum*, *Hippophaë* i *Helianthemum*, a nawet *Polemonium coeruleum*, oznaczone dopiero w tym okresie. Obecność tych roślin w Podbukowinie świadczy o tym, że w części badanego obszaru wysuniętej najdalej na południowy wschód duże płaty roślinności heliofilnej miały dłużej aniżeli gdzie indziej dogodne warunki rozwoju.

Zaobserwowane na terenie Kotliny zjawiska zgodne są z poglądem J. I v e r s e n a (1954), który uważa, że las w okresie preborealnym nie nadał w rozwoju za szybkim ocieplaniem się klimatu, przez co dawał nadal szanse dla dłuższego utrzymania się roślinności miejsc otwartych. Zdaniem tego autora lepszym wykładnikiem zmieniających się warunków termicznych są w tym czasie raczej rośliny wodne, wśród których pojawiają się gatunki termofilne nie spotykane wcześniej.

Okres borealny

(V i VI według Jessena, V według Firbasa)

Podbukowina I — próby od 68—55, Podbukowina II — od 28—4, Świlcza — od 60—52, Obary — od 30—25, Imielty Ług — od 83—68, Rzemień — od 57—40. Osad we wszystkich profilach organiczny, bez zanieczyszczeń mineralnych. Frekwencja na ogół wzrasta, przeciętna 200—500 ziarn/cm².

O ile wydzielenie okresu preborealnego opiera się niemal w całej Europie na tych samych przesłankach, o tyle okres borealny, a zwłaszcza kryteria przeprowadzenia jego granicy z okresem atlantyckim są bardziej zróżnicowane. Cechą wspólną, którą można prześledzić w diagramach

z terenu północno-zachodniej Polski, Niemiec, Danii, Irlandii oraz Anglii, jest kulminowanie w tym okresie sosny i leszczyny, w niektórych zaś profilach duńskich i irlandzkich również — pod koniec okresu — wiązu.

Wielu autorów przeprowadza za von Postem granicę między okresem borealnym a atlantyckim w poziomie, w którym *Pinus* zmniejsza swoje wartości, a zaczyna się empiryczna granica *Alnus* względnie pierwsza jej kulminacja. A. Andersen (1954) wprowadza w swoich profilach pewną innowację, przeprowadzając tę granicę w poziomie, gdzie stosunek *Pinus* do *Quercetum mixtum* = 1.

W profilach z omawianego terenu najbardziej jednolite jest zachowanie się sosny, która wykazuje nadal jeszcze wysokie wartości z tendencją do kulminacji w różnych odcinkach tego okresu. W strefie przejściowej do okresu atlantyckiego zaznacza się wprawdzie spadek jej wartości, ale jest on stały tylko w Podbukowinie, gdzie sosna w dalszej części holocenu nie odgrywa prawie żadnej roli.

Szczególne charakterystyczny dla tego okresu jest przebieg krzywej wiązu, który we wszystkich diagramach znacznie wcześniej niż leszczyna osiąga swoje pierwsze połodowcowe maksimum. Najobficiej występował on w lasach Pogórza Przemyskiego (ponad 20% sumy totalnej w diagramie z Podbukowiny). W pozostałych diagramach jego wartości są niższe.

Dalszym nowym składnikiem lasu, występującym odmiennie w poszczególnych diagramach, była leszczyna. Najliczniej jest ona reprezentowana w Podbukowinie, gdzie występuje od początku okresu borealnego, ale dopiero pod koniec tego okresu daje pierwszą, liczącą ponad 20% kulminację. Duże wartości osiąga również leszczyna w Imieltych Ługu i Rzemieniu. W Obarach dopiero pod koniec okresu zaczyna się jej empiryczna granica, natomiast w Świlczy znaleziono tylko pojedyncze ziarna. Pożostałe drzewa o większych wymaganiach klimatycznych (olsza, dąb, lipa) nieco obficiej występują tylko w Podbukowinie.

Brzoza zachowuje się zdecydowanie odmiennie w diagramach południowych (Świlcza, Podbukowina), gdzie ilości jej są niskie, w porównaniu z pozostałymi profilami, w których odgrywa nadal dużą rolę.

Udział NAP jest wciąż jeszcze stosunkowo wysoki, co spowodowane jest głównie masowym pojawem traw¹. Dość obfite są również *Cyperaceae*, prawdopodobnie reprezentujące w Podbukowinie II *Cladium mariscus*. Dowodzą tego liczne owoce tej rośliny znalezione w próbach przypadających na górną część okresu borealnego.

Zupełny brak wskaźników bezleśności dowodzi, że panujące we wczesnym okresie borealnym lasy osiągnęły już większe zwarcie. Na południu były to lasy sosnowe i wiązowe, przy czym na Pogórzu Przemyskim wiąz znalazł w tym czasie optymalne warunki rozwoju, wypierając sosnę ze

¹ Dr J. Iversen w czasie dyskusji nad omawianymi diagramami wyraził przypuszczenie, że kulminacja ta jest wywołana przez *Phragmites communis*.

wszystkich dogodniejszych stanowisk. W północno-wschodniej i zachodniej części Kotliny brzoza nadal miała duże znaczenie w panujących tu lasach sosnowo-brzozowych. Traci je jednak pod koniec okresu, ustępując sośnie, której towarzyszy wiąz z niewielką (w porównaniu do lasów części południowej) domieszką drzew ciepłolubnych. W podszyciu lasów rozwijała się leszczyna, której udział wzrasta na pograniczu z okresem atlantyckim.

Świerk na całym badanym obszarze nie odgrywał jeszcze żadnej roli w budowie formującego się lasu. Jego sporadycznie pojawiający się pyłek pochodzi zapewne z Karpat, gdzie był on już w tym czasie, obok sosny i wiązu, drzewem panującym.

Zmiany w charakterze szaty roślinnej, jakie miały miejsce w okresie borealnym, jak dynamiczny wzrost wiązu, pojawienie się innych elementów dębowego lasu mieszanego i obfitsze występowanie leszczyny, dowodzą dalszej poprawy klimatu. F. E. Z e u n e r (1950) uważa nawet, że klimat okresu borealnego był cieplejszy od współczesnego.

Zdaniem U. H a f s t e n a (1956) dobrym wskaźnikiem klimatu młodszej części okresu borealnego jest obecność kłoci — *Cladium mariscus*. Jej występowanie i późnoborealna kulminacja pozwalają określić średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca na co najmniej 14—16°C, a najzimniejszego na około —2 do —3°C.

Masowe pojawienie się owoców *Cladium mariscus* w osadzie z Podbukowiny daje podstawy do wysnucia analogicznych wniosków o ówczesnym klimacie tej części Polski, a tym samym pozwala przypuszczać, że zimy miały tu przebieg o wiele łagodniejszy niż obecnie (por. średnie temperatury na stronie 6). Fakt, że Podbukowina leży na obszarze o klimacie najbardziej kontynentalnym z całego badanego terenu, uzasadnia rozszerzenie powyższych wniosków na całą wschodnią część Kotliny Sandomierskiej.

O k r e s a t l a n t y c k i

(VII według Jessena, VI i VII według Firbasa)

Podbukowina I — próby od 54—22, Podbukowina II — od próby 3, Świlcza — od 51—33, Obary — hiatus w osadzie, Imielty Ług — od 67—48, Rzemień — od 39—23. W Podbukowinie i Imielty Ługu w okresie tym buduje torfowisko torf sfagnowy, w Rzemieniu torf o charakterze przejściowym, a w Świlczy torf niski. Frekwencja dobra, średnio 100—500 ziarn/cm².

Wydzielenie okresu atlantyckiego nie nasuwa poważniejszych trudności, z wyjątkiem diagramu z Obar. Torfowisko to, położone blisko Imieltego Ługu, powinno w zasadzie dać podobne wyniki analizy, zwłaszcza że obydwa torfowiska należą do typu torfowisk wysokich.

W diagramach tych zachodzi istotnie duże podobieństwo w okresach preborealnym i borealnym, o czym już wcześniej była mowa. Punktem, w którym wykazują one znowu wiele cech wspólnych, jest moment pojawienia się w większych ilościach graba, buka, a nieco później jodły. Równocześnie także notowany jest w obu profilach pierwszy pojaw pyłku roślin synantropijnych. Jedynie odcinek, który w Imielnym Ługu (próbki 67—48) jest reprezentowany obok sosny i brzozy przez dość znaczne ilości wiązu, jesionu, dębu oraz duże ilości olszy i leszczyny, nie znajduje swego odpowiednika w Obarach.

Pozwala to stwierdzić, że w diagramie tym brak jest odcinka odpowiadającego okresowi atlantyckiemu. Miększa warstwa torfu z dużą ilością drobnych węgielków i pyłu węglowego sugeruje, że torf odpowiadający okresowi atlantyckiemu uległ tu, najprawdopodobniej na początku okresu subborealnego, wypaleniu.

Wspólną cechą wszystkich diagramów są wysokie wartości leszczyny, która dopiero teraz osiąga racjonalną granicę swego występowania. W Podbukowinie leszczyna dominuje w starszej części okresu atlantyckiego osiągając 70,2% sumy totalnej. Tylko w Rzemieniu jej krzywa jest niskoprocentowa, z wyjątkiem oderwanego wierzchołka (11⁰/o), będącego jej bezwzględny maksimum. Przewodnie znaczenie wśród drzew mieszanego lasu liściastego utrzymuje nadal wiąz, podczas gdy udział innych składników tego lasu jest odmienny w poszczególnych diagramach.

Z wyjątkiem Podbukowiny, sosna, i teraz jest jeszcze obficie reprezentowana. Z uwagi na jej obfitsze pylenie w stosunku do drzew *Quercetum-mixtum* (H. R e m p e 1937), jak i większą zdolność pyłku sosny do przetrwania w osadach torfowisk niskich, zastosowano do diagramu ze Świlczy poprawkę według K. F a e g r i e g o i J. I v e r s e n a (1950). Diagram na tej zasadzie skonstruowany został zamieszczony w podręczniku J. D y a k o w s k i e j (1959). Okazało się jednak, że nawet wprowadzenie tak daleko idącej redukcji nie zmieniło zasadniczej i dominującej roli sosny.

W okresie atlantyckim lasy mieszane i liściaste osiągnęły holocenijskie maksimum swego rozwoju na całym badanym obszarze. Na rozległych piaskach dyluwialnych i na podmokłych glebach torfiastych sosna zachowała jednak przewagę w budowie lasów przez całe optimum klimatyczne. Zbiorowiska leśne o bardziej urozmaiconym składzie gatunkowym znalazły dogodne siedliska na piaskach o większej zawartości humusu oraz na żyznych glinach polodowcowych, które zajmują duże obszary terasy starodyluwialnej. Dobrze to ilustruje diagram z Imieltego Ługu, pochodzący z sąsiedztwa Kotliny z Wyżyną Lubelską i Roztoczem.

Na glebach piaszczystych mniej lub więcej czyste drzewostany tworzyła *Pinus silvestris*. Piaski bogatsze w humus i wilgotniejsze opanowały, zwłaszcza w drugiej połowie okresu atlantyckiego, lasy sosnowo-dębowe z domieszką lipy, z leszczyną, kruszyną i innymi krzewami

w podszyciu. Na brzegach Sanu, Tanwi i całego szeregu ich drobnych dopływów, na terenach bagiennych terasy nadzalewowej występowały bogate zbiorowiska lasów łągowych z wiązem, olszą i jesionem. Resztki tego typu lasów opisuje M. Nowiński (1928, 1929) z południowo-wschodniej części Kotliny.

Podobne, chociaż może uboższe, typy lasów występowały także na terenach położonych bardziej na zachód (okolice Rzeszowa i Mielca). W stronach tych jednak sosna odgrywała dominującą rolę.

Zdecydowanie inny charakter miały lasy okresu atlantyckiego na Pogórzu Przemyskim. Początkowo panowały tam jeszcze lasy sosnowe i wiązowe, w których sosna była składnikiem ustępującym, zaś w ich podszyciu coraz większą rolę odgrywała leszczyna. Wysokie wartości pyłku tego krzewu w Podbukowinie pozwalają nawet wysunąć przypuszczenie (H. Jonassen 1950, M. I. Neustadt 1953), że w optymalnym okresie swego rozwoju tworzyła leszczyna na zboczach o wystawie południowej samodzielnie zarośla. Płaty zarośli tego typu, należące do zespołu *Coryleto-Peucedanetum* (A. Kozłowska 1925), jako relikty przetrwały do czasów obecnych na terenie południowej Polski.

W młodszej części okresu atlantyckiego rola sosny w lasach Pogorza była już niewielka. Równocześnie nastąpił maksymalny rozwój wielogatunkowych lasów liściastych. O dużym znaczeniu lipy w ich składzie — prawdopodobnie zarówno *Tilia cordata*, jak i *T. platyphyllos* — świadczą jej znaczne ilości w diagramie z Podbukowiny (kilkakrotne kulminacje w granicach 5—8%, w tym i w następnym okresie).

Hesmer 1933 (cytowany za H. Müllerem 1953) uważa, że udział lipy w spektrach pyłkowych jest znacznie mniejszy aniżeli w rzeczywistym składzie lasu. H. Müller (l. c.) w próbach powierzchniowych z terenów, na których lipa występuje stosunkowo obficie (okolice Pogorza Turyńskiego, nad dolną Saalą), uzyskiwał wartości jej pyłku w granicach tylko do 0,2% sumy totalnej. Do podobnych wyników doszedł na podstawie doświadczeń w lesie Draved J. Iversen (1958 a, 1960). Uważa on, że dopiero dwukrotne zwiększenie ilości pyłku przed obliczaniem procentowego udziału oddaje rzeczywisty udział lipy w lasach. Że lipa była istotnie bardzo częsta na Podkarpaciu aż do okresu subatlantyckiego, wskazują również liczne jej szczątki makroskopowe, znalezione w torfach napływowych terasy rędzinnej (A. Śrondóń 1952).

Równie obficie — w tej części okresu — rozwijają się *Alnus* i *Fraxinus*, prawdopodobnie jako składniki lasów łągowych opanowujących podmokłe tereny nad Sanem.

Zwarcie pokrywy leśnej w okresie atlantyckim było bardzo duże, na co wskazuje niewielki udział roślin zielnych we wszystkich profilach. Wyjątkiem są wysokie wartości *Cyperaceae* w Świlczy i w Rzemieniu, co jest jednak zjawiskiem lokalnym, związanym z typem torfowiska. To samo odnosi się do *Polypodiaceae*, których ilości są tak znaczne w pro-

filu ze Świlczy. Ponieważ spory były zachowane bez exosporium, trudno powiedzieć, o jakie gatunki tu chodzi, najprawdopodobniej jednakże mamy tu do czynienia głównie ze sporamii bagiennej paproci *Dryopteris thelypteris*, masowo występującej na torfowiskach i w runie lasów olchowych.

Dalsze wybitne polepszenie się warunków klimatycznych w okresie atlantyckim podkreśla jeszcze pojawienie się pojedynczych ziarn pyłku *Viscum*, a zwłaszcza *Hedera* (Podbukowina). Współcześnie kwitnących stanowisk bluszczu na terenach omawianych dotychczas nie zanotowano. W Polsce jest ich stosunkowo niewiele, występują zaś one głównie w dolnym biegu Wisły oraz w południowo-zachodniej części kraju. Zależność między kwitnieniem bluszczu (*Hedera*) a średnimi temperaturami najcieplejszego ($+13^{\circ}\text{C}$ lub więcej) i — szczególnie — najzimniejszego miesiąca (nie mniej niż -2°C) wykazał J. Iversen (1944) w pracy na ten temat. W konkluzji swych późniejszych obserwacji (1960) wyraził on pogląd, że *Hedera* — z wyjątkiem krajów o klimacie wybitnie oceanicznym, gdzie nie wykazuje większych wahań w swym występowaniu — optymalne warunki rozwoju miała właśnie w okresie atlantyckim.

Pojawiający się w młodszej części okresu atlantyckiego pyłek *Plantago* (Podbukowina, Świlcza, Rzemień), i to zarówno *Plantago* t. *major-media*, jak i *P. lanceolata* (oznaczenia według I. Müller 1947) sygnalizuje zmiany w dotychczasowej naturalnej sukcesji roślinności. Zmiany te wywołał swą działalnością człowiek, wkraczający w tym czasie w przyrodę Kotliny Sandomierskiej (około 3500 lat p. n. e.).

Okres subborealny (VIII według Jessena i Firbasa)

Podbukowina I — próby od 21—13, Świlcza — od 32—13, Obarcy — od 22—12, Imielty Ług — od 47—26, Rzemień — od 22—11. W Podbukowinie, Obarach i Imielty Ługu występuje w tym czasie torf sfagnowy, w dwu ostatnich z warstwami pożarowymi. W Świlczy torf niski ze śladami ilu i kredy jeziornej. W Rzemieniu torf niski z rudą bagienną w spągu. Frekwencja średnio 50—200 ziarn/cm², w Obarach i Rzemieniu nawet do 1000 ziarn/cm².

W ostatnich dwudziestu latach wskutek powszechnego wyróżniania pyłku roślin kulturowych (F. Firbas 1937, J. Iversen 1941) wzrosło zainteresowanie młodszą częścią holocenu — od schyłkowej fazy okresu atlantyckiego począwszy. Granicę między okresem atlantyckim a subborealnym wyznacza się obecnie nie tylko na podstawie zmian w udziale poszczególnych drzew, ale również przy pomocy pojawiających się roślin synantropijnych.

W diagramach z Kotliny Sandomierskiej przejście do okresu subborealnego nie wszędzie zostało oparte na tych samych kryteriach. Wspólną

cechą wszystkich diagramów jest znaczne zmniejszenie się roli sosny. Znaczna się to dość wyraźnie nawet w Świlczy i w Rzemieniu, gdzie sosna, wprawdzie nadal bardzo obfita, przejściowo wykazuje tendencję do spadku. Wszędzie również wzrasta rola dębu i olszy oraz, z wyjątkiem Podbukowiny, brzozy.

Cechą znamioną okresu subborealnego w Kotlinie jest odmienne zachowanie się graba, buka i jodły w poszczególnych profilach. W Imielnym Ługu i Obarach grab osiąga swe maksymalne wartości niemal równocześnie z pojawieniem się w postaci ciągłej krzywej. Buk i jodła zaznaczają również wyraźnie swą obecność, mimo że nie osiągają jeszcze w tym czasie swych kulminacji. Równocześnie w Podbukowinie grab występuje w postaci ciągłej, ale niskoprocentowej krzywej, buk w znikomych ilościach, jodły w ogóle brak. W Świlczy i Rzemieniu drzewa te nie odgrywają jeszcze żadnej roli, natomiast zaznacza się wyraźny wzrost świerka (10—16%).

Lasy w okresie subborealnym miały więc odmienny charakter w różnych rejonach badanego obszaru. Odpowiedzieć na pytanie, które ze zmian należy przypisać zjawiającemu się w tym czasie zwilgotnieniu i ochłodzeniu się klimatu, które naturalnej sukcesji związanej z wędrówkami drzew, a które ingerencji człowieka — jest bardzo trudno.

Na Podkarpaciu wschodnim charakter lasu zmienił się w niewielkim tylko stopniu. W panujących tu nadal zwartych lasach liściastych zaszły tylko pewne przegrupowania w składzie budujących je drzew: nieznacznie zmniejszył się udział wiązu, natomiast wzrosła ilość lipy i dębu. Nowym komponentem tych lasów stał się grab. Znając dużą siłę pylenia tego drzewa można przypuszczać, że domieszka graba w drzewostanach była wówczas jeszcze stosunkowo nieduża. Wpływ rozpoczynającego się już w tym czasie odlesienia spowodowanego przez człowieka wyraża się nieco większą ilością pyłku roślin zielnych i pojawem synantropów.

W północno-wschodniej części Kotliny lasy sosnowe były nadal zbiorowiskiem panującym na najuboższych glebach. Zasadnicze zmiany zaszły w lasach mieszanych i liściastych. W zbiorowiskach sosnowo-dębowych zwiększa się udział dębu, co przypuszczalnie pozostaje w związku z pojawieniem się w tym okresie obok *Quercus robur* również *Q. sessilis* (Z. C z u b i ń s k i 1950). Nowym elementem stały się lasy bukowo-jodłowe, które zajęły żyzne płaty glin morenowych. Na płaskowzgórzach pokrytych glebami gliniastymi i gliniasto-piaszczystymi rozwinęły się drzewostany dębowo-grabowe, których zwarcie wywołało zanikanie udziału leszczyny.

Gwałtowna ekspansja graba wskazuje na szybkie opanowanie przez niego tych terenów. Zdobył on też zapewne przewagę w lasach, w skład których wchodził, a niewątpliwie przyczynił się do wyparcia wiązu — ustępującego bardzo wyraźnie.

Pomimo obecności człowieka, dość silnie zaznaczonej występowaniem synantropów (*Plantago lanceolata*, *P. maior-media*, *Rumex*) i pożarami,

obszar przestrzeni bezleśnych nie był — jak się wydaje — zbyt duży, co znajduje swój wyraz w zdecydowanej nadal przewadze pyłku drzew. Z roślin zielnych większe wahnienia wykazuje tylko krzywa traw w Obarach oraz (na początku okresu) w Imielnym Ługu. Wahnienia te są prawdopodobnie związane z pożarami, których ślady zostały kilkakrotnie stwierdzone w postaci pyłu węglowego i nawet dość dużych kawałków węgla (próba 32 w Imielnym Ługu).

W bezpośrednim sąsiedztwie warstw pożarowych można łatwo zaobserwować wzrost traw, pojawienie się spor *Pteridium* i gwałtowne zwiększenie się ilości brzozy (czasem zaś, jak na przykład w poziomie 1,0 m w Obarach i 2,3 m w Imielnym Ługu, również krzywej *Corylus*). Najjaszkrawiej zjawisko to wystąpiło w poziomie 0,75 m w Obarach.

Tego typu sukcesję popożarową zaobserwował J. Iversen (1941) w diagramach duńskich i wiąże ją wyłącznie z trzebieżą lasów. Wydaje się jednak, że obserwowana w profilach z Kotliny ogólna tendencja wzrostowa ilości pyłku *Betula* wskazuje raczej — nie wyłączając całkowicie działalności człowieka — na wpływ czynników edaficznych, związanych ze zmieniającym się klimatem. Postępujące zwilgotnienie i podniesienie się poziomu wód mogło spowodować ustępowanie z niżej położonych stanowisk panującej tu dotychczas sosny, stwarzając dogodne warunki dla brzozy. Przypuszczenie to potwierdzają diagramy ze Świlczy (kulminacje brzozy w poziomach objętych osadem kredy jeziornej) i z Rzemienia, gdzie pierwszy gwałtowny wzrost krzywej *Betula* występuje w warstwie mułku i rudy bagiennej. W Rzemieniu brzoza niewątpliwie występowała obficie na torfowisku, o czym świadczy warstwa drewna i kory brzozowej w stropowej partii osadu z tego okresu.

Udział olszy, zwiększający się w okresie subborealnym we wszystkich diagramach, jest jeszcze jednym dowodem wzrastającego zwilgotnienia klimatu i zabagnienia terenu.

Obok cech wspólnych, jak zachowanie się sosny, brzozy i olszy, sukcesja roślinności w zachodniej części badanego terenu przebiegała nieco inaczej. W lasach liściastych tylko rola dębu nieco się zwiększa, natomiast poważnej przemianie ulegają lasy sosnowe i mieszane, w skład których wchodzi świerk. Wysokie wartości udziału tego drzewa — szczególnie w Świlczy — pozwalają przypuścić, że odgrywał on na tym terenie w lasach okresu subborealnego o wiele większą rolę niż współcześnie.

Okres subatlantycki (IX według Jessena, IX i X według Firbasa)

Okres ten, nawiązujący stropowymi próbami do czasów współczesnych, został podzielony na dwie fazy „a” i „b”, przy czym faza „a” odpowiada starszej części okresu subatlantyckiego, a fazę „b” wyróżnia intensywna gospodarka człowieka.

F a z a „a”. Podbukowina I — próby od 12—3, Świlcza — od 12—4, Obary — od 11—5, Imielty Ług — od 25—10, Rzemień — od 10—3. Z wyjątkiem Świlczy, gdzie nadal występuje torf nizinny, inne profile posiadają torf sfagnowy. Frekwencja w Świlczy bardzo słaba, w pozostałych profilach bez większych zmian.

Granica pomiędzy okresem subborealnym a subatlantyckim odznacza się stopniowym wzrostem roli sosny, powiększaniem się obszarów bezleśnych, wyrażających się wzrostem NAP, oraz wkroczeniem buka. Proces zwiększania się przestrzeni bezleśnych pogłębia się już teraz systematycznie, w odróżnieniu od przypadkowych raczej zmian tego typu w okresie poprzednim. Wskazuje to na utrwalenie się roślinności zielnej na terenach opuszczonych przez las, przy czym wzrasta głównie udział *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Artemisia* i *Chenopodiaceae*.

W lasach zachodzą przemiany, spowodowane — obok niewątpliwej już ingerencji człowieka — coraz to większym ochłodzeniem klimatu. Nadal ustępuje wiąz, którego rolę w lasach liściastych przejmuje dąb i grab. Na tle obserwowanej na terenie Polski wędrowki graba zaskakujący jest jego optymalny rozwój na Pogórzu Przemyskim dopiero pod koniec tego okresu. Sądząc z przebiegu krzywej w diagramie z Podbukowiny, przybył on tutaj dużo wcześniej, ale ciepłolubny las liściasty, trwale związany z dogodnymi warunkami edaficznymi, nie dopuścił do wcześniejszej jego ekspansji. Daje się również zauważyć dalsze — w Podbukowinie bardzo szybkie i wyraźne — ustępowanie leszczyny, co przypuszczalnie wiąże się z rozwojem cienistych lasów dębowo-grabowych.

Najlepszą ilustracją zachodzących zmian klimatycznych jest gwałtowne, teraz już na całym terenie, rozprzestrzenianie się lasów bukowo-jodłowych. Jedynie może w diagramie ze Świlczy rola buka nie uwypukla się tak wyraźnie, niemniej maksymalne jego wartości — jak również graba i jodły — przypadają na ten właśnie odcinek okresu subatlantyckiego.

Z tego również okresu pochodzą dwa diagramy opracowane przez J. T r e l ę (1934) z okolic Leżajska. Obok wielu cech wspólnych z położonymi bardziej na wschód torfowiskami Imielty Ług i Obary, na uwagę zasługują wyższe wartości jodły w obydwu diagramach, a w diagramie z Grodziska znacznie wyższe wartości buka. Na podstawie tego diagramu można wnosić, że buk był tutaj w okresie subatlantyckim drzewem zdecydowanie panującym, co J. T r e l a (l. c.) tłumaczy położeniem Grodziska na płatach glin morenowych, na których lasy bukowe z jodłą i grabem mogły łatwo uzyskać naturalną przewagę. Również współcześnie wykazuje jodła na tych terenach wielką żywotność i ekspansję (W. S z a f e r 1959).

F a z a „b”. Zależnie od czasu, w którym miało miejsce intensywne osadnictwo, obserwuje się w diagramach większy niż w starszej części

okresu subatlantyckiego wzrost NAP, a zwłaszcza pyłku zbóż, które dopiero teraz osiągają swe maksymalne wartości. Wyjątek stanowi Świlcza, gdzie zanotowano tylko jedno ziarno tego typu. Trudny do wytłumaczenia brak pyłku zbóż w tym diagramie jest prawdopodobnie spowodowany wyjątkowo złym stanem zachowania ziarn pyłku w stropowej części osadu.

Równolegle do zwiększającej się ilości NAP następuje ogólna regresja niemal wszystkich drzew, z wyjątkiem sosny, której ilość gwałtownie wzrasta. Prawdopodobnie mamy tu raczej do czynienia z pozornym wzrostem udziału sosny, spowodowanym przez zmniejszenie się ilości pyłku innych drzew. Zdaniem F. Firbasa (1949) zjawisko to występuje w związku z większą trzebieżą lasów liściastych aniżeli szpilkowych. Nie wyklucza on jednak możliwości naturalnej ekspansji tego drzewa na zdezastowane tereny leśne, a także planowego propagowania sosny przez człowieka.

6. UWAGI O WYSTĘPOWANIU NIEKTÓRYCH DRZEW, KRZEWÓW I ROŚLIN ZIELNYCH

Picea. Rozmieszczenie i zasięgi świerka na terenie Polski, historia jego sukcesji i zmian zasięgowych w holocenie są to zagadnienia, które od wielu już lat szeroko dyskutowano i opracowywano. Specjalną uwagę (tak ze względów ściśle naukowych, jak i ekonomiczno-hodowlanych) poświęcano przy tym obszarom bezświerkowym, tak zwanej dysjunkcji środkowopolskiej i dysjunkcji śródkarpackiej. Zagadnienia te do dziś nie są rozstrzygnięte całkowicie. O ile jednak w obrębie środkowopolskiego obszaru bezświerkowego, który wyróżnili po raz pierwszy J. Rivoli (1921) i W. Szafer (1921, 1935), podejmowano próby wyjaśnienia zachowania się tutaj świerka w holocenie (K. Lublinerówna 1934), to na terenie dysjunkcji śródkarpackiej, wyróżnionej przez S. Wierdaka (1927), brak było dotychczas szczegółowych badań palynologicznych.

Porównując mapę współczesnych zasięgów świerka (S. Wierdak l. c.) z położeniem opracowanych przeze mnie torfowisk, można stwierdzić, że wszystkie te torfowiska leżą w bezpośrednim sąsiedztwie współczesnych zasięgów jednostkowego występowania świerka, ale już poza ich granicami — na obszarach bezświerkowych. Pozwala to, na podstawie analizy zachowania się świerka w diagramach, sprecyzować pewne wnioski, naświetlające zagadnienie kształtowania się zasięgów świerka na tych obszarach w poprzednich okresach holocenu.

We wszystkich profilach świerk pojawia się już od Allerödu, zachodzą jednak dość znaczne różnice pomiędzy przebiegiem jego krzywej w poszczególnych diagramach. W części wschodniej terenu objętego tą pracą świerk nie odgrywał prawie żadnej roli przez cały okres późnego glacjału i holocenu. Wskazują na to jego krzywe o przebiegu zupełnie wyrówna-

nym i bardzo niskich wartościach w diagramach z Imieltego Ługu, Obar i Podbukowiny.

Zupełnie inny charakter ma krzywa świerka w Szwajcyrze. Już w Alle-rödzie jest on tu reprezentowany w ilościach mogących wskazywać na niezbyt odległe jego stanowiska, a od połowy okresu atlantyckiego osiąga wysokie wartości dochodzące w okresie subborealnym do 18,5% sumy drzew (16% sumy totalnej). Również dość wysokie wartości osiąga świerk w Rzemieniu — pod koniec okresu subborealnego i w starszej części okresu subatlantyckiego. Wspólną i charakterystyczną cechą obu tych diagramów jest kulminacja świerka w okresie subborealnym i stopniowe jego zmniejszanie się w okresie subatlantyckim, aż do bardzo niskich wartości w próbach powierzchniowych.

W celu dokładniejszego przeanalizowania tego zjawiska, jak i w ogóle zachowania się świerka na badanym terenie, zestawiono w tabeli 2 maksymalne wartości świerka w poszczególnych okresach holocenu z kilku torfowisk położonych w najbliższym sąsiedztwie. Aby uzyskać wartości porównywalne, procent świerka został we wszystkich przypadkach obliczony w stosunku do sumy drzew. Z zestawionych materiałów wynika, że świerk w torfowiskach obejmujących starsze okresy występuje przeważnie już od spągu, a najwyższe jego wartości przypadają niemal wszędzie na okres subborealny. (W nielicznych przypadkach na atlantycki, względnie na starszą część subatlantyckiego). Położenie zestawionych w tabeli 2 stanowisk w stosunku do współczesnych zasięgów świerka obrazuje mapa (ryc. 3, według S. W i e r d a k a 1927), na którą naniesiono w postaci cyklogramów wartości świerka, dotyczące okresu subborealnego¹.

Procenty świerka w torfowiskach położonych poza współczesnym jego zasięgiem są tak wysokie, że wykluczają możliwość przyjęcia dalekiego transportu, zwłaszcza w okresie o przewadze lasów, jakim był okres subborealny. Dowodzi to, że świerk zarówno z obszaru wschodnio-, jak i zachodniokarpackiego sięgał w tym czasie znacznie dalej na północ. Wskazują na to również szpilki, podawane przez S. K u l c z y ń s k i e g o (1932) z subfosalnej flory Walawy i Wyszatyc.

Ponieważ wartości świerka na ogół wyraźnie zmniejszają się w okresie subatlantyckim, mimo że szanse dalekiego transportu w tym okresie wzrastają wskutek intensywnego odlesiania, można uważać, że świerk w południowej Polsce najszerszej rozprzestrzenił się i miał największy udział w lasach w okresie subborealnym. Pozwala to przyjąć, że współczesne wyspy świerka na tym terenie są pozostałością kurczącego się zasięgu.

¹ Wyjątkowo dla stanowiska nr 8 — Roztoki — naniesiono na mapę procent pyłku *Picea* z okresu atlantyckiego, ponieważ w tym okresie został przerwany rozwój tego zbiornika.

Tabela 2 — Table 2
 MAKSYMALNE WARTOŚCI ŚWIERKA W POSZCZEGÓLNYCH OKRESACH HOLOCENU Z NIEKTÓRYCH TORFOWISK
 POLSKI POŁUDNIOWO-WSCHODNIEJ I ZSRR

NUMERACJA STANOWISK ZGODNA Z NUMERACJĄ NA MAPIE (RYC. 3)

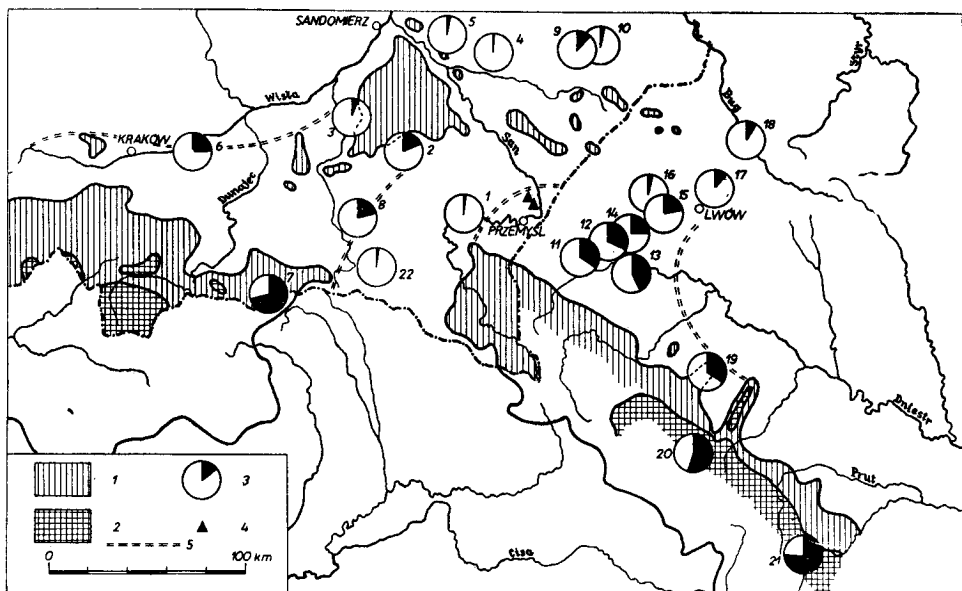
Maximum values for the spruce from some peat-bogs in south-western Poland and the U.S.S.R. in the different periods of the Holocene.

Nos. of localities as in fig. 3

Numer stanowiska No. of locality	Miejscowość Locality	Okres subatlantycki Subatlantic period	Okres subborealny Subboreal period	Okres atlantycki Atlantic period	Okres borealny Boreal period	Okres preborealny Preboreal period	Autor i data opracowania Author and date of study
1.	Podbukowina (I)	2,6	2,0	3,6	3,8	1,5	
2.	Świlcza	10,0	18,5	6,0	3,0	2,0	
3.	Rzemień	7,0	6,0	4,0	2,5	2,0	
4.	Obary	1,0	0,6	—	1,0	0,4	
5.	Imielty Ług	4,0	3,0	2,0	1,0	2,5	
6.	Bloto	24,0	24,0	11,0	7,0	4,0	A. Szponder 1955 *
7.	Mochnaczka	46,0	71,0	44,0	8,0	4,0	B. Jaroń 1936 *
8.	Roztoki	—	—	21,03	6,1	2,0	W. Szafer i B. Jaroń 1935
9.	Zaboreczno	5,0	11,0	7,0	2,0	1,0	S. Macko 1946
10.	Krynice	3,0	3,0	3,0	1,0	1,5	M. B. Scherwendtke 1939 *
11.	Chlewiska	12,5	34,0	23,5	15,0	5,0	M. Kostyniuk 1938
12.	Rudki	8,8	31,6	26,4	13,3	—	M. Kostyniuk 1938
13.	Biliny	22,0	43,0	—	—	—	M. Sobolewska 1936 *
14.	Porzecze — grunt	15,0	25,0	8,0	8,0	3,0	J. Dyakowska 1938 *
15.	Biłohorszcza	14,0	22,0	16,0	12,0	4,0	W. Tymrakiewicz 1928
16.	Janów	2,0	3,0	2,0	1,0	2,0	S. Tołpa 1927
17.	Dubłany	9,0	11,0	10,0	4,0	—	W. Tymrakiewicz 1931 *
18.	Kamionka Strumiłowa	5,0	8,0	10,0	6,0	2,0	M. Sobolewska 1937 *
19.	Strutyń Wyżny	13,0	34,0	49,0	37,0	—	O. Mryc 1934
20.	Mołoda	65,0	55,0	—	—	—	O. Mryc *
21.	Dzembronia	56,0	76,0	66,0	45,0	33,0	A. Środoń 1948
22.	Cergowa	0,6	1,5	2,7	—	—	K. Szczepanek — w opracowaniu

* Materiały archiwalne nie opublikowane
 Materials hitherto unpublished

Należy podkreślić, że obserwacje poczynione w obrębie północnego zasięgu i dysjunkcji środkowopolskiej (W. Szafer 1930, S. Kulczyński 1930, K. Lublinerówna 1934) wykazują zupełnie odmienne zachowanie się świerka: ilość pyłku tego drzewa w warstwach powierzchniowych wyraźnie tu wzrasta w stosunku do okresów wcześniejszych. Jest to według tych badaczy związane z tym, że świerk zdobywa na tych obsza-



Ryc. 3. Maksymalne wartości świerka w okresie subborealnym na tle współczesnego rozmieszczenia tego drzewa według S. Wierdaka (1927). 1 — Zasięg jednostkowy, 2 — zasięg gromadny, 3 — procentowy udział świerka w okresie subborealnym (numeryacja stanowisk zgodna z tabelą 2), 4 — szczątki makroskopowe (S. Kulczyński 1932), 5 — przypuszczalna linia maksymalnego zasięgu świerka w holocenie

Fig. 3. Maximum values of the spruce in the Subboreal period compared with the actual distribution of that tree according to S. Wierdak (1927). 1 — dispersed distribution, 2 — gregarious distribution, 3 — proportional participation of the spruce in the Subboreal period (numeration of localities conformable to table 2), 4 — macroscopic remains (S. Kulczyński, 1932), 5 — presumable line of the maximum reach of the spruce in the Holocene

rach nowe stanowiska dopiero w najmłodszym okresie holocenu i współcześnie.

Wracając do zagadnienia zasięgów świerka w południowo-wschodniej Polsce w okresie subborealnym, należy jeszcze zwrócić uwagę na udział jego w diagramie ze Świlczy oraz z Rożtok k/Jasła (W. Szafer, B. Jaros 1935). Obydwa te stanowiska leżą obecnie na obszarze bezświerkowym, zawartym pomiędzy zasięgiem zachodniokarpackim a dużą wyspą świerka w Puszczy Sandomierskiej (ryc. 3 — nr 2 i 8). Udział świerka w okresie subborealnym wynosi w Świlczy 18,5%, w Rożtokach 21,0%.

Tak wysokie procenty są bezsprzecznym dowodem jego obecności *in situ*, to zaś z kolei oznacza, że istniał bezpośredni związek między wyspą świerka na terenie Puszczy Sandomierskiej a zasięgiem zachodniokarpackim. (Hipotezę taką wysunął już S. W i e r d a k — 1927).

Brak badań palynologicznych w obrębie grupy wysp świerka pomiędzy Sanem a Bugiem, na linii Leżajsk—Sokal utrudnia decyzję, z którym zasięgiem należyć wiązać tę grupę wysp.

Na tle tych rozważań podjęto próbę wykreślenia przypuszczalnej linii maksymalnego zasięgu świerka w holocenie na obszarach południowej Polski (ryc. 3). Przerwa w jej przebiegu na odcinku północno-wschodnim wynika z braku dostatecznych danych do jej przeprowadzenia.

Pozostające ciągle jeszcze do rozstrzygnięcia zagadnienie dysjunkcji śródkarpackiej świerka (S. W i e r d a k 1927) w bardzo dużym stopniu utrudniał dotychczas brak badań palynologicznych, i to zarówno po polskiej, jak i czechosłowackiej stronie Karpat. Z tego terenu dysponują obecnie dwoma profilami: z torfowiska w Podbukowinie (ryc. 3, nr 1) oraz z torfowiska na Cergowej (nr 22), opracowywanego obecnie przez K. S z c z e p a n k a. Torfowisko na Cergowej obejmuje część okresu atlantyckiego, okres subborealny i subatlantycki. Pyłek świerka jest tu w całym profilu reprezentowany w granicach od 0—1%, z wyjątkiem jednej próby, w której osiąga 2,7%. Podobnie jest w Podbukowinie, gdzie przy analogicznej podstawie wyliczania (to jest w stosunku do sumy drzew) wyrównana krzywa świerka raz tylko w ciągu całego holocenu osiąga 3,8% pyłku, a na ogół waha się w granicach 0,5—2,0%. Nawet gdy uwzględnimy przynależność świerka do grupy drzew o małej ilości pyłku i słabym rozsiewaniu, ilości te dowodzą, że w najbliższej okolicy tych stanowisk nie odgrywał on prawie żadnej roli w okresie holocenu.

Porównując przebieg krzywej i maksymalne wartości świerka w Podbukowinie i w Cergowej z wynikami K. L u b l i n e r ó w n y (1934), która w próbach powierzchniowych w centrum północnego pasa bezświerkowego uzyskiwała 1—5% świerka w sumie drzew¹, można stwierdzić, że krzywe zarówno z Podbukowiny, jak i z Cergowej są charakterystyczne dla obszarów bezświerkowych. Pozwala to na wysunięcie przypuszczenia, że na terenie dysjunkcji śródkarpackiej nie nastąpiło w okresie holocenu zetknięcie się zasięgów świerka zachodnio- i wschodniokarpackiego oraz że dysjunkcja ta nie jest wynikiem ani zmian klimatycznych w holocenie, ani też ingerencji człowieka, ale ma znacznie starsze tło historyczne, związane z sukcesyjnym rozwojem roślinności w Karpatach.

Ulmus. Charakterystyczną cechą wczesnholoceńskiej historii lasów tej części Polski jest kulminacja krzywej wiąz, poprzedzająca kulminację leszczyny. Szczególnie wyraźnie zaznacza się to w Podbukowinie, która z racji swego położenia najsilniej nawiązuje pod tym względem do

¹ Z pogranicza podaje już 6—7%, w obrębie zasięgu 9—12—18%.

diagramów wschodniokarpackich (O. M r y c 1934, A. Ś r o d o ń 1948, E. P o p 1932, 1942, E. P o p, I. C i o b a n u 1957). O ile jednak we wszystkich tych diagramach wiąz po krótkotrwałej kulminacji szybko traci na znaczeniu ustępując świerkowi, to w Podbukowinie, położonej na Podkarpaciu, a zarazem w obrębie śródkarpackiej dysjunkcji świerka, utrzymuje się on nadal w dużych ilościach i zanika dopiero w młodszej części okresu subatlantyckiego, wyparty przez graba i buka.

Zjawiskiem powszechnie spotykanym w profilach zachodnio- i północnoeuropejskich jest załamanie się krzywej wiązu u schyłku okresu atlantyckiego i ciągle już od tego momentu spadek jego wartości. Zagadnieniem szeroko dyskutowanym w tej literaturze jest pytanie, czy spadek ten jest wynikiem zmiany warunków klimatycznych, czy też jest uzależniony od ingerencji człowieka neolitycznego.

J. I v e r s e n, który pierwszy poruszył to zagadnienie (1941) i nadal się nim żywo zajmuje (1960), uważa, że w Danii główny wpływ wywarły warunki klimatyczne. Między innymi powołuje się on na fakt, że załamanie to ma miejsce przed pierwszymi oznakami „zajęcia terenu” przez człowieka neolitycznego.

K. F a e g r i (1944) i J. T r o e l s - S m i t h (1954, 1955, 1960), zgadzając się z J. I v e r s e n e m co do czasu powstania tego zjawiska, upatrują jednak jego przyczynę w działalności człowieka. Według interpretacji J. T r o e l s - S m i t h a (l. c.) grupa kulturowa wcześniejsza od fazy „zajęcia terenu”, karmiąc zamknięte w zagrodach bydło liśćmi i gałązkami drzew — głównie wiązu — przyczyniła się do zmniejszenia pylenia i w następstwie do spadku krzywej w diagramach. Powołuje się on (za N o r d h a g e n e m 1954) na fakt, że w Skandynawii wiąz i dziś jeszcze jest używany jako pasza.

Zagadnienie to poruszane jest ostatnio nie tylko w Danii, ale także w Szwecji (M. F r i e s 1951, M. B. F l o r i n 1957), Irlandii (M. M i t c h e l l 1956, A. G. S m i t h 1958) i Anglii (H. G o d w i n 1948).

Na podstawie diagramów z Kotliny Sandomierskiej trudno rozstrzygnąć, który z wymienionych czynników miał większy wpływ na spadek krzywej wiązu na tym terenie. W diagramach z Imieltego Ługu, Obar i Podbukowiny (a także w mniejszym stopniu z Rzemienia) obserwujemy bowiem załamanie się krzywej wiązu albo tuż przed, albo zaraz po pierwszym pojawie wskaźników synantropijnych, jednakże we wszystkich diagramach, z wyjątkiem Imieltego Ługu, wiąz ma nadal jeszcze wysokie wartości, które wyraźnie zanikają dopiero w tych poziomach, w których wzrasta udział graba. Na uwagę zasługuje fakt, że jest to wspólna cecha wszystkich omawianych diagramów z Kotliny.

Carpinus. W Obarach i Imielty Ługu grab pojawił się wcześniej i bardzo szybko osiągnął maksymalne wartości. Wiąże się to prawdopodobnie z wczesnym pojawieniem się tego drzewa na Roztoczu (W. S z a f e r 1959). Zasługuje na uwagę duże podobieństwo pod tym względem między wy-

nikami analizy z Obar i Imieltego Ługu a serią diagramów opracowanych z terenu Lubelszczyzny przez B. E. S c h e r w e n d t k e (praca nie opublikowana) i profilem z Zaboreczna S. M a c k i (1946). Z diagramów tych wynika, że grab z równoczesnym niemal bukiem zjawił się na Lubelszczyźnie jeszcze w pełni optimum klimatycznego.

W Podbukowinie grab występuje w postaci krzywej ciągłej nieco później, a optymalny rozwój osiąga dopiero w młodszej części okresu subatlantyckiego. Współcześnie grab jest obok dębu nadal głównym składnikiem lasów mieszanych na Pogórzu Przemyskim (B. P a w ł o w s k i 1959).

Fagus. Podobnie jak grab, zjawił się buk w postaci krzywej ciągłej najwcześniej w diagramach z Obar i Imieltego Ługu. Wiąże się to również z wczesną migracją tego drzewa z południowego wschodu przez Karpaty Wschodnie i Opole na Roztocze (W. S z a f e r 1959). Obecnie panującym zbiorowiskiem leśnym na Roztoczu jest las bukowy, przy czym buk ma tu swoją północno-wschodnią granicę zasięgu gromadnego (B. B r z y s k i 1959). Dużym udziałem buka w drzewostanach odznacza się także cały Płaskowyż Tarnogrodzki i Równina Puszczańska (D. F i j a ł k o w s k i 1959).

W Podbukowinie buk w postaci krzywej ciągłej występuje dopiero w okresie subatlantyckim, a wartości najwyższe osiąga w czasach niemal współczesnych. Lasy jodłowo-bukowe są dziś na Pogórzu Przemyskim dość często spotykanym typem lasów (B. P a w ł o w s k i 1959).

W okolicach Rzemienia i Świlczy buk pojawia się dopiero w okresie subatlantyckim. Mimo stosunkowo niskich wartości, przebieg krzywej w Rzemieniu wskazuje na większy udział buka w starszej fazie okresu subatlantyckiego niż obecnie. Resztki drzewostanu z bukiem opisuje z tych terenów W. S z a f e r (1914 rękopis) oraz J. F a b i j a n o w s k i (1958).

Ephedra. Oznaczenie pyłku *Ephedra* cf. *distachya* w Podbukowinie (12 ziarn), Świlczy (5 ziarn) i w Obarach (1 ziarno) jest dalszym potwierdzeniem jej szerokiego rozprzestrzenienia w okresie późnoglacialnym. Najbliższe stanowiska *Ephedra distachya* o charakterze reliktowym znajdują się na Podolu w okolicy Zaleszczyk (W. G a j e w s k i 1931).

Obszerną listę późnoglacialnych stanowisk *Ephedra* cf. *distachya* z terenu Europy podaje J. I v e r s e n (1958 b).

W ostatnich latach obok pyłku *Ephedra* cf. *distachya* jest również wyróżniany pyłek *Ephedra*, posiadający większą ilość żeberk (11—12) oraz delikatną, cienką i pozbawioną rozgałęzień bruzdę, który najlepiej odpowiada śródziemnomorskiemu gatunkowi *Ephedra fragilis* var. *campyllopoda*.

Ephedra cf. *fragilis* var. *campyllopoda*, po raz pierwszy znaleziona i opisana przez M. W e l t e n a (1957) z osadów późnoglacialnych i wczesnopostglacialnych w Alpach Szwajcarskich, została również podana przez H. J. B e u g a (1957) z Niemiec oraz przez W. L ü d i e g o (1959) ze Szwajcarii. Zdaniem H. J. B e u g a (l. c.) ze względu na niezwykle dużą

różnorodność pyłku *Ephedra* należałoby raczej mówić ogólnie o typie „*Fragilis*”, nie posuwając się do wyróżniania odmian.

W badanych przeze mnie osadach typ *Ephedra* cf. *fragilis* został oznaczony we wszystkich trzech wspomnianych wyżej stanowiskach, posiadających serię późnoglacialną — w łącznej ilości 7 ziarn.

Fagopyrum. Trudności w odróżnianiu pyłku tego rodzaju nie pozwalają stwierdzić, czy kilka ziarn pochodzących z Imieltego Ługu i Obar należy do *Fagopyrum esculentum* czy do *Fagopyrum tataricum*.

Obydwa te gatunki są pochodzenia azjatyckiego. Dotychczas podawana historia przybycia tego rodzaju do Polski (A. Kozłowska 1959) i do całej Europy (G. Hegi) budzi na tle badań paleobotanicznych pewne wątpliwości.

G. Hegi uważa, że *Fagopyrum esculentum* zostało zawleczone przez plemiona turko-mongolskie nad Morze Czarne, a stamtąd przez Wenecję, Antwerpię dostało się do Niemiec, Francji i Holandii. (Pierwsza wzmianka archiwalna z Niemiec dotycząca *Fagopyrum esculentum* pochodzi z około 1400 roku n. e.). Podobną opinię wypowiada A. Kozłowska (l. c.). Jej zdaniem początek uprawy gryki i tataraki w Polsce sięga połowy XIII wieku i wiąże się z napadami Tatarów.

Tymczasem T. Nilsson (1948 a) stwierdził w profilach z Danii i północno-zachodnich Niemiec ziarna pyłku *Fagopyrum* już na początku okresu subatlantyckiego. Ze starszej części okresu subatlantyckiego pochodzą również ziarna *Fagopyrum* oznaczone w Imielnym Ługu, a J. Oszaśt (1957) znalazła tę roślinę w Żuchowie jeszcze wcześniej, bo już w okresie subborealnym (IV według Nilssona). Należy ponadto odnotować, że owoce *Fagopyrum esculentum*, pochodzące z okresu rzymskiego, znalazł w Trembowli W. Swederski (1926), a W. Giźbert (1956) podała z Tyńca „przypuszczalną tatarkę” w materiale halsztackim. Istotnie późno, bo dopiero na około XII wiek n. e. datuje V. M. Mikkelson (1954) *Fagopyrum* znalezione na Bornholmie, a W. Selle (1958) w Dolnej Saksonii wiąże jego pojawienie się z końcem XIV wieku n. e.

Centaurea. Obok pyłku *Centaurea cyanus*, który został wyróżniony w Podbukowinie, Obarach, Imielnym Ługu, oznaczono w Obarach również typ *Centaurea jacea* (próby 1—3, 4 ziarna), do którego według G. Wagenitza (1955) należy trzynaście gatunków w Europie środkowej. Podany ze Starszego Dryasu przez H. J. Beuga (1957) oraz przez H. Müllera (1953) z okresu subborealnego (VIII według Firbasa).

7. PREHISTORYCZNE I HISTORYCZNE OSADNICTWO NA TERENIE KOTLINY SANDOMIERSKIEJ I JEGO ŚLADY W DIAGRAMACH PYŁKOWYCH

Najstarsze stanowiska archeologiczne na terenie zbadanej części Kotliny pochodzą z okolic Przemyśla, z pogranicza okresu mustierskiego i oryńskiego (A. Kunysz 1960 za Osińskim 1933). Z mezolitu

znane są wyroby krzemienne, najczęściej z wydm piaszczystych (K. M o s k w a 1960).

Człowiek osiadły pojawia się tutaj w neolicie, którego początki według ostatnich ujęć archeologów przypadają na około 4000 lat p. n. e. Ponieważ strefa przejściowa między okresem atlantyckim a subborealnym jest datowana radiowęglem na ± 3000 lat p. n. e. (H. G o d w i n 1957), należy przyjąć, że pierwsze ślady kultur neolitycznych odnoszą się jeszcze do okresu atlantyckiego.

Jako teren osadniczy centralna część Puszczy Sandomierskiej nie przedstawiała zbyt wartościowego obszaru, głównie ze względu na przewagę ubogich gleb piaszczystych. Do bardzo wczesnie zasiedlonych należał natomiast urodzajny pas lessów podkarpackich, gdzie głównie występują stanowiska kultury wstęgowej, najstarszej kultury rolniczej (J. K o s t r z e w s k i 1939, A. Ż a k i 1953). Najliczniejsze z okresu neolitu są jednak w tej części Kotliny stanowiska dotyczące kultury ceramiki sznurowej, spotykane już również i na terenach piaszczystych. Pojedyncze stanowiska prawdopodobnie związane z tą kulturą odkrył J. M a c h n i k (1957) nad rzeką Bukową, w stosunkowo bliskim sąsiedztwie Obar i Imieltego Ługu.

Stanowiska pochodzące z epoki brązu są głównie skupione wzdłuż brzegów Sanu (A. Ż a k i 1950), a także wzdłuż rzek Złota, Tanew i Lubaczówka (J. M a c h n i k, J. P o t o c k i 1958). A. Ż a k i (l. c.) podaje stanowiska tej kultury z niedalekiego sąsiedztwa Świlczy (Trzciana) i Podbukowiny (Bachórzec).

Okresy późniejsze dostarczają znacznie mniej dowodów archeologicznych. Częstsze są dopiero znaleziska z okresu rzymskiego, głównie wzdłuż biegu Sanu (J. M a c h n i k, J. P o t o c k i l. c.) i na Podkarpaciu (A. Ż a k i 1953).

Wielu i ciągle nowych materiałów wykopaliskowych dostarczają również czasy wczesnośredniowieczne. Mimo jednak, że tereny Pogórza, tereny nad Sanem i nad Wisłoką były w tym czasie dość gęsto zasiedlane i zajmowano wówczas nawet coraz gorsze obszary — w centrum Puszczy Sandomierskiej aż do końca XIV wieku brak osadnictwa, na co wskazuje mapa M. D o b r o w o l s k i e j (1931).

Badania paleobotaniczne nie dostarczają dowodów obecności człowieka w okresach starszych. Jakkolwiek więc z terenu Kotliny znane są archeologiczne znaleziska z mezolitu, na podstawie wyników analizy pyłkowej o mezolicie niewiele można powiedzieć. Człowiek mezolityczny bowiem, prowadząc koczowniczy tryb życia, nie wywierał na otaczającą go przyrodę wpływu większego niż żyjące gromadnie zwierzęta. Rośliny takie, jak *Rumex* czy *Plantago*, które w młodszych okresach holocenu uważane są za dobre wskaźniki obecności człowieka i związanych z nim trzebieży lasów, w późnym glacieale mogły wchodzić w skład naturalnych zbiorowisk bezleśnych.

W świetle przytoczonych uwag nie można uznać sporadycznych ziarn pyłku *Rumex*, *Plantago* t. *maior-media*, *Plantago lanceolata* i *Chenopodiaceae*, występujących w późnym glacie Podbukowiny za dowody osadnictwa mezolitycznego na tym terenie.

Również w starszej części holocenu, zwłaszcza po zwarciu się pokrywy leśnej, brak jakichkolwiek dowodów osadnictwa. Warstwy pożarowe w torfowisku Imielty Ług na początku okresu atlantyckiego oraz w Podbukowinie na początku okresu borealnego nie wykluczają wprawdzie możliwości, że pożary te zostały wywołane przez człowieka, lecz brak innych wiążących się z kulturą żarową zjawisk każe przypuszczać, że były to raczej pożary naturalne.

W odróżnieniu od tych pożarów seria poziomów z węgielkami w profilach z Obar i Imieltego Ługu, występujących na granicy okresu atlantyckiego i subborealnego oraz później, wiąże się ściśle z pojawieniem się człowieka neolitycznego na tym terenie. Wskazuje na to równoczesne zjawienie się pyłku takich roślin synantropijnych, jak *Plantago lanceolata* i *Rumex*, które J. I v e r s e n (1941, 1949) wiąże z neolitycznym osadnictwem o typie pastersko-hodowlanym. Powstałe po pożarze łąki były jednak jeszcze szybko zajmowane przez las. Bezpośrednio bowiem ponad warstwami pożarowymi widać, że po załamaniu się krzywych niektórych drzew, jak na przykład dębu (próby 28—31 w Imielty Ługu) czy graba (próba 31 w Imielty Ługu), i po krótkotrwałym wzroście udziału traw i brzozy, wracają wspomniane drzewa szybko do poprzednich wartości. Zdaniem J. I v e r s e n a (1958 a) podobieństwo spektrów pyłkowych, pochodzących z warstw powstałych przed ingerencją człowieka i po jej wystąpieniu, jest dostatecznym dowodem nadal pierwotnego charakteru lasu, co z kolei wiąże się z faktem, że gospodarka ludzka na danym terenie nie była zbyt intensywna. Warto podkreślić, że J. M a c h n i k (1957) przypisuje stanowiskom neolitycznym (kultura ceramiki sznurowej) nad rzeką Bukową, a więc w bliskim sąsiedztwie omawianych torfowisk, „charakter krótkotrwałych obozowisk”.

W pozostałych diagramach (z Podbukowiny, Świlczy i Rzemienia) zjawienie się człowieka jest sygnalizowane nieco wcześniej, bo już pod koniec okresu atlantyckiego. Można by to więc wiązać z wcześniejszą fazą neolitu, być może z kulturą ceramiki wstęgowej, której wiele stanowisk znajduje się na Podkarpaciu. Brak jednak pyłku zbóż nie pozwala na zajęcie zdecydowanego stanowiska w tej sprawie. W okresie subborealnym pyłek roślin synantropijnych jest tu mniej więcej równie częsty jak w poprzednio omówionych diagramach, brak jednak zupełnie śladów gospodarki żarowej.

Należy stwierdzić, że jakkolwiek obecność i ingerencja człowieka w okresie subborealnym wyraźnie zaznacza się we wszystkich profilach, to jednak zmiany przez niego wprowadzone w składzie lasów nie odgrywają jeszcze zasadniczej roli. Znacznie intensywniejsze zmiany dają się

prześledzić dopiero w okresie subatlantyckim, zwłaszcza zaś w młodszej jego fazie.

Wśród pyłku roślin synantropijnych, obok wcześniej już spotykanych *Plantago* i *Rumex*, pojawia się dopiero teraz pyłek zbóż, najobficiej występujący w diagramach z Imieltego Ługu i Obar, w nieco mniejszych ilościach w Podbukowinie, a tylko w śladach w Rzemieniu i Świlczy. Interesujący jest fakt, że tam, gdzie wyróżniano dwa zasadnicze typy — *Triticum* i *Secale* — pyłek typu „*Triticum*” pojawia się znacznie wcześniej od pyłku typu „*Secale*”. Jest to potwierdzeniem znanego z historii uprawy zbóż w Polsce faktu (A. K o z ł o w s k a 1920, 1959). W Imielty Ługu i Obarach obok pyłku zbóż zanotowano również kilka ziarn *Fagopyrum* sp.

Pod koniec okresu subatlantyckiego powiększyła się wyraźnie ilość przestrzeni bezleśnych — łąk i pól uprawnych — wyrażona w diagramach wzrostem NAP, szczególnie zaś *Gramineae* i *Cyperaceae*. W niektórych diagramach teraz dopiero pojawiły się *Centaurea cyanus*, *Polygonum aviculare*, *Papaver* i *Urtica*; we wszystkich — z wyjątkiem Świlczy — zwiększają się ilości *Plantago lanceolata*, *Rumex* i *Cerealia*. Zmiany te są wyrazem wzmoczonych karczunków wczesnośredniowiecznych, dla których nie można jednak ustalić jednolitej daty na całym badanym obszarze. Chodzi tu przypuszczalnie o czasy od IX do XIII wieku.

Mimo że zmiany, które zaszły w charakterze lasów, są już nieodwracalne, to jednak ilości roślin zielnych w diagramach nigdzie nie wskazują na zbyt daleko posunięte odlesienie, co jest zgodne ze współczesną rolą lasów na tych terenach (ryc. 2).

8. STRESZCZENIE WYNIKÓW

Historia rozwoju roślinności na terenie Kotliny Sandomierskiej i Pogórza Przemyskiego w okresie późnego glacjału i holocenu oparta została na wynikach analizy pyłkowej pięciu torfowisk, przy czym do interpre-

→

Ryc. 4. Diagramy syntetyczne wykreślone na podstawie średnich wartości procentowych w poszczególnych okresach: A — północno-wschodnia część badanego terenu (Obary, Imielty Ług), B — część południowo-wschodnia (Podbukowina I i II), C — część zachodnia (Świlcza, Rzemień). Linia ciągłą oznaczono wartości od 0,5 do 0,1%, linia przerywaną wartości od 0,1 do 0,05%. Wartości poniżej 0,05% nie zostały uwzględnione

Fig. 4. Synthetic diagrams drawn on the base of average percentage values in the separate periods: A — the north-eastern part of the investigated area (Obary, Imielty Ług), B — the south-eastern part (Podbukowina I and II, C — the western part (Świlcza, Rzemień). The continuous line denotes the values from 0.5 to 0.1%, the interrupted line those from 0.1 to 0.05%. Values below 0.05% have not been taken into consideration

tacji okresów starszych wykorzystano również rezultaty analizy makroskopowej.

1. W wyniku przeprowadzonej analizy makroskopowej stwierdzono:

a) nowe późnoglacialne stanowisko kopalne modrzewia (*Larix*) w Podbukowinie k/Dubiecka;

b) stanowiska *Cladium mariscus* i *Potamogeton filiformis*, znajdujące się poza zasięgiem współczesnego występowania tych roślin na terenie Polski (Podbukowina k/Dubiecka).

2. Przeprowadzone badania dowiodły, że w zbadanych torfowiskach najstarszą fazą rozwoju roślinności jest interstadiał Alleröd.

3. Uzyskane wyniki pozwoliły na sporządzenie schematu rozwoju roślinności od Allerödu aż po czasy współczesne (tabela 3).

4. Stwierdzono, że w historii rozwoju roślinności, obok wielu cech wspólnych, dających się prześledzić na całym badanym terenie, występują również dość znaczne różnice pomiędzy wschodnią i zachodnią częścią badanej partii Kotliny Sandomierskiej, a zwłaszcza Pogórzem Przemyskim. Najbardziej istotne różnice wiążą się z historią sosny (*Pinus*), świerka (*Picea*), leszczyny (*Corylus*), graba (*Carpinus*) i buka (*Fagus*). W sposób uproszczony przedstawiają to diagramy syntetyczne (ryc. 4) oparte na średnich wartościach obliczonych dla każdego okresu.

5. Została podana historia niektórych drzew, przy czym obszerniej omówiono holocenską historię świerka w obrębie obszarów bezświerkowych pomiędzy zasięgami karpackimi a wyspami świerka położonymi na północ od nich.

6. Spośród wielu wykazanych roślin wskaźnikowych na uwagę zasługują: *Ephedra* cf. *distachya*, *Ephedra* cf. *fragilis*, *Pleurospermum austriacum*, *Polemonium coeruleum*, *Armeria* cf. *elongata*.

7. Ślady osadnictwa i działalności prehistorycznego człowieka zostały wykazane na całym badanym terenie, szczególnie w okresie subatlantycznym. W rozdziale o historii osadnictwa starano się powiązać wyniki badań paleobotanicznych z odkryciami archeologicznymi; stwierdzono, że pierwsze ślady człowieka na tym terenie wiążą się z okresem wczesnego neolitu.

LITERATURA

- Aario L., 1943, Über die Wald- und Klimaentwicklung an der Lapplandischen Eismeerküste in Petsamo. Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fennicae Vanamo. 19(1): 1—158.
- Andersen A., 1954, Two Standard Pollen Diagrams from South Jutland. Denm. Geol. Unders. II. Raekke. 80: 188—209.
- B e u g H. J., 1957, Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge (Fichtelgebirge, Harz und Röhn). Flora oder allgem. bot. Zeitung. 167—211. Jena.

- Białobrzeska M., Truchanowiczówna J., 1960, Zmienność kształtu owoców i łusek europejskich brzoź (*Betula L.*) oraz oznaczanie ich w stanie kopalnym. *Monographiae Botanicae*. 9(2) : 1—93.
- Birkenmajer K. i Środoń A., 1960, Interstadał oryniacki w Karpatach. *Inst. Geol. Biul.* 150 : 9—70.
- Brzyski B., 1959, Rozmieszczenie i ochrona kresowych stanowisk buka i jodły na Roztoczu i w terenach sąsiednich. *Ochr. Przyr.* 26 : 368—393.
- Czubiński Z., 1950, Zagadnienia geobotaniczne Pomorza. *Pozn. Tow. Nauk. Wydz. Mat.-Przyr., Kom. Fizjogr. Bad. Fizj. nad Polską zachodnią*. 2(4) : 444—652. Poznań.
- Dobrowolska M., 1931, Osadnictwo w Puszczy Sandomierskiej między Wisłą i Sanem. *Krak. Odczyty Geogr.* 14. Kraków.
- Dobrzański B. i Malicki A., 1950, Gleby województwa krakowskiego i rzeszowskiego. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sec. B.* 4(6) : 117—134. Lublin.
- Dyakowska J., 1956, Spektra pyłkowe utworów zastoiskowych. *Inst. Geol. Biul.* 100 : 217—224.
- Dyakowska J., 1959, *Podręcznik palynologii*. Str. 325. Warszawa, Wyd. Geol.
- Erdtman G., 1943, *An Introduction to Pollen Analysis*. Str. 239. U. S. A. Waltham.
- Ermich K., 1951, Wskaźniki klimatyczne dla gospodarstwa leśnego w Polsce. *Inst. Bad. Leśn.* 5—24. Warszawa.
- Fabijanowski J., 1958, Osobliwy drzewostan bukowy pod Przełękiem. *Wszechświat* 11 : 323—324.
- Faegri K., 1944, On the introduction of Agriculture in Western Norway. *Geol. Fören. Förh.* 66 : 449—462. Stockholm.
- Faegri K., Iversen J., 1950, *Text-book of Modern Pollen Analysis*. Str. 168. Copenhagen, Ejnar Munksgaard.
- Fijałkowski D., 1959, Wpływ niektórych czynników ekologicznych na rozmieszczenie drzew leśnych w województwie lubelskim. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sec. C.* 11(11) : 315—414. Lublin.
- Firbas F., 1937, Der pollenanalytische Nachweis des Getreidebaus. *Zeit. für Bot.* 31 : 447—478.
- Firbas F., 1949, Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Str. 480. Jena.
- Florin M. B., 1957, Pollen-analytical evidence of prehistoric agriculture at Møgetorp neolithic settlement Sweden. *Kungl. Vitterh. Hist. och Antikv. Akad. Monogr.* 3—25. Stockholm, V. Petterson.
- Fries M., 1951, Pollenanalytiska Vittnes börd om senkvartär vegetations utveckling, särskilt skogshistoria, inordvästra Götaland. *Acta Phytogeogr. Suecica* 29. Uppsala.
- Gajewski W., 1931, Szczątki flory pierwotnej w jarze Dniestru. *Ochr. Przyr.* 11. Kraków.
- Gams H., 1952, Das Meerträubl (*Ephedra*) und seine Ausbreitung in Europa. *Jahrb. d. Vereins zum Schutze d. Alpenpflanzen und Tiere* 34—40.
- Gizbert W., 1956, Szczątki roślinne z wykopalisk w Tyńcu. *Materiały Starożytne*. Warszawa, PWN.
- Godwin H., 1948, *Studies of the Post-glacial History of British Vegetation*. X. Correlation between climate, forest composition, prehistoric agriculture and peat stratigraphy in Sub-boreal and Sub-atlantic peats of the Somerset Levels. *Phil. Transact. Royal Soc. London. Ser. B.* 233 (600) : 275—286.
- Godwin H., F. R. S., Walker D. and Willis E. H., 1957, Radiocarbon dating and post-glacial vegetational history: Scaleby Moss. *Proc. Roy. Soc. B.* 147 : 352—366.

- Gumiński R., 1948, Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. Przegł. Meteor. i Hydr.
- Hafsten U., 1956, Pollen-analytic investigations on the Late Quaternary Development in the inner Oslofiord area. Univ. in Bergen. Arb. Nat. 8 : 1—161. Raekke.
- Hegi G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. III.
- Iversen J., 1941, Land occupation in Denmarks Stone Age. Denm. Geol. Unders. 2(66) : 1—68.
- Iversen J., 1942, En pollenanalytisk Tidsfaestelse af Ferskvandslagene ved Nørre Lyngby. Dansk. Geol. Fören. Meddel. Copenhagen.
- Iversen J., 1944, *Viscum, Hedera* and *Ilex* as climate Indicators. Geol. Fören. Stockh. Forh. 66(3) : 463—483.
- Iversen J., 1949, The Influence of Prehistoric Man on Vegetation. Denm. Geol. Unders. IV Raekke. 3(6) : 5—25.
- Iversen J., 1954, The late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. Denm. Geol. Unders. 2(80) : 87—119.
- Iversen J., 1958 a, Pollenanalytischer Nachweis des Reliktencharakters eines jütischen Linden-Mischwaldes. Veröff. des Geob. Inst. Rübel in Zürich. 33 : 137—144. Bern.
- Iversen J., 1958 b, The bearing of Glacial and Interglacial Epochs on the formation extinction of plant taxa. Uppsala Universitets Årsskrift 6 : 210—215.
- Iversen J., 1960, Problems of the Early Post-Glacial Forest Development in Denmark. Denm. Geol. Unders. IV Raekke. 4(3) : 1—32.
- Jentys-Szaferowa J., 1928, Budowa błon pyłków leszczyny, woskownicy i europejskich gatunków brzoź oraz rozpoznawanie ich w stanie kopalnym. Bull. Ac. Pol. d. Sc. et d. Lettr. Ser. B. 78 : 1—41.
- Jessen K., 1935, Archeological dating in the history of North Jutlands vegetation. Acta Archeol. 5 (3) : 185—214.
- Jonassen H., 1950, Recent Pollen Sedimentation and Jutland Heath Diagrams. Copenhagen.
- Kanerva R., 1956, Pollenanalytische Studien über die spätquartäre Wald- und Klimageschichte von Hyrynsalmi in No-Finnland. Annal. Acad. Scien. Fennic. Ser. A.
- Klimaszewski M., 1948, Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwium. Wrocław. Tow. Nauk. Prace, ser. B. 7 : 1—235.
- Knox M., 1942, The use of bromoform in the separation of non-calcareous microfossils. Science. 95.
- Koperowa W., 1958, Późny glacjał z północnego podnóża Tatr w świetle analizy pyłkowej. Monogr. Botan. 6 : 107—133.
- Kostrzewski J., 1939, Od mezolitu do okresu wędrówek ludów. PAU. Encyklopedia Polska. T. IV. Cz. I. Dz. V. Prehistoria ziem polskich.
- Kostyniuk M., 1938, Analiza pyłkowa dwóch torfowisk w okolicy Rudek i Sambora. Kosmos 43 : 393—412. Lwów.
- Kozłowska A., 1920, O zbożach kopalnych z okresu neolitu w Polsce. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU. 1—20. Kraków.
- Kozłowska A., 1925, Zmienność kostrzewy owczej (*Festuca ovina* L.) w związku z sukcesją zespołów stepowych na Wyżynie Małopolskiej. Spraw. Kom. Fizjogr. PAU 60. Kraków.
- Kozłowska A., 1959, Rola roślin uprawnych w historycznym rozwoju kultury materialnej Polski. Szata Roślinna Polski, T. I. Oprac. zbior. pod red. W. Szafera. 547—586. PWN.
- Książkiewicz M. i Samsonowicz J., 1953, Zarys geologii Polski. Str. 223. PWN.

- Kulczyński S., 1930, Stratygrafia torfowisk Polesia. Prace Biura Melior. Polesia. 2 (2).
- Kulczyński S., 1932, Die altdiluvialen Dryasfloren der Gegend von Przemyśl. Acta Soc. Bot. Pol. 9, Kraków.
- Kunysz A., 1960, Przemyśl wczesnodziejowy. Tow. Przyj. Nauki i Szt. Roczn. Woj. Rzesz. 2 (1) : 9—80. Rzeszów.
- Lang G., 1952, Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. Flora d. Allgem. Bot. Zeitschr. B. 139 : 243—294.
- Lencewicz S., 1955, Geografia fizyczna Polski. Str. 412.
- Lublinerówna K., 1934, Analizy pyłkowe torfowisk pasa bezświerkowego. Inst. Bad. Lasów Państw. Rozpr. ser. A. 5 : 1—40.
- Lüdi W. und Studer P., 1959, Ein Pollendiagramm aus der bronzezeitlichen Station „Sumpf“ am Zugersee (Schweiz). Bericht über das Geob. Forschungsinstitut in Zürich.
- Machnik J., 1957, Archeologiczne badania powierzchniowe w południowej Lubelszczyźnie w 1957 r. Spraw. Archeol. 7 : 63—72.
- Machnik J., Potocki J., 1958, Badania archeologiczne w widłach Sanu i Tanwi w roku 1956. Spraw. Archeol. 5 : 251—257.
- Macko S., 1946, Dwa torfowiska koło Zamościa w świetle analizy pyłkowej. Starunia, 22 : 1—13.
- Mikkelsen V. M., 1954, Studies on the subatlantic history of Bornholms vegetations. Geol. Survey of Denmark. II. Ser. 80.
- Mitchell G. F., 1956, Post-Boreal pollen-diagram from Irish raised-bogs. Proc. Roy. Irish Acad. 57 B. 14 : 185—251. Dublin.
- Monoszon M. Ch., 1950, Opisanije pylcy widow połyniej, proizrastajuszczich na tierritorii SSSR dla celej pylcewego analiza. Tr. Inst. Geogr. Akad. Nauk SSSR, wyp. 46.
- Moskwa K., 1960, O badaniach i ochronie zabytków archeologicznych w Rzeszowie. 6 : 1—30. Wyd. Muz. w Rzeszowie.
- Mryc O., 1934, Das Hochmoor von Strutyń Wyżny bei Dolina. Bull. d. Acad. Pol. d. Sc. et d. Lettr. Classe d. Sc. Math. et Nat. 1 : 29—50.
- Müller H., 1953, Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. Nova Acta Leopold. 16 (110) : 1—67. Leipzig.
- Müller I., 1947, Der Pollenanalytische Nachweis der menschlichen Besiedlung im Federsee- und Bodenseegebiet. Planta 35 : 70—87.
- Neustadt M. I., 1953, Rassielenije leszcziny obyknowiennoj po tierritorii Jewropiejskoj czasti SSSR w posleednikowoje wriemia. Botan. Żurn. 38 (3).
- Neustadt M. I., 1957, Istorija lesow i paleogeografija SSSR w gołocenie. Ak. Nauk. Inst. Geogr., Moskwa. Str. 403.
- Nilsson T., 1935, Die pollenanalytische Zonengliederung der Spät- und Postglazialen Bildungen. Geol. Fören. Förh. 57. Stockholm.
- Nilsson T., 1948 a, On the Application of the Scanian post-glacial Zone System to Danish Pollen Diagrams. 5—53. København.
- Nilsson T., 1948 b, Versuch einer Anknüpfung der postglacialen Entwicklung des nordwestdeutschen und niederländischen Flachlandes an die pollenfloristische Zonengliederung Südkandinaviens. Meddel. Lunds. Geol. Miner. Inst., 112.
- Nowiński M., 1928, 1929, Zespoły roślinne Puszczy Sandomierskiej. Cz. I i II. Kosmos. Ser. A. Lwów.
- Nowiński M., 1929, Stosunki geobotaniczne południowo-wschodniego krańca Puszczy Sandomierskiej. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU. 67 ser. A/B : 375—541.
- Oszast J., 1957, Historia klimatu i flory Ziemi Dobrzyńskiej w późnym glacialu i w holocenie. Inst. Geol. Biul. 118 : 179—232.

- Pawłowski B., 1959, Szata roślinna gór polskich. Szata roślinna Polski. T. II. Oprac. zbior. pod red. W. Szafera. 189—253. PWN.
- Pop E., 1932, Contributii la istoria vegetatiei cvaternare din Transilvania. Ibid. 12 : 3—76.
- Pop E., 1942, Contributii la istoria padurilor din Nordul Transilvaniei. Ibid. 22 : 101—177.
- Pop E., Ciobanu I., 1957, Analize de polen in Turba de la Cotul Carpatilor. Cluj : 453—474.
- Raciborski M., 1885, Pelit niepołomicki. Spraw. Kom. Fizj. P. A. U., 20.
- Rempe H., 1937, Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubes durch die Luftströmungen. Planta. 27 (1). Göttingen.
- Rivoli J., 1921, Badania nad wpływem klimatu na wzrost niektórych drzew europejskich. Prace Nauk. Uniw. Pozn. Sekcja Roln.-Leśna, 1. Poznań.
- Romer E., 1911, Wstęp do fizjografii powiatu mieleckiego. Kosmos. 36 : 585—624. Lwów.
- Romer E., 1946, Rozmyślenia klimatyczne. Czas. Geogr. 17 (3—4).
- Romer E., 1949, Regiony klimatyczne Polski. Pr. Wrocław. Tow. Nauk.
- Rühle E., 1952, Przekrój geologiczny doliny Lubaczówki pod Hamernią. Państw. Inst. Geol. Biul. 66 : 285—307.
- Schmuck A., 1959, Zarys klimatologii Polski.
- Selle W., 1958, Beiträge zur Siedlungs- und Vegetationsgeschichte in Niedersachsen II Kreis Aschendorf (Emsland). Abh. naturwiss. Ver. Bremen. B 35 (2) : 366—373.
- Scherwendtke B. E., 1939, (Rękopis). Historia lasów Lubelszczyzny w świetle analizy pyłkowej.
- Smith A. G., 1958, Pollen analytical investigations of the mire at Fallahogy Td., Co. Derry. Proc. Roy. Irish Acad. 59 B (16) : 329—343.
- Sobolewska M., 1956, Roślinność plejstocenska za Surnik n/Wieprzem. Inst. Geol. Biul. 100 : 143—192.
- Starkel L., 1957, Rozwój morfologiczny Progu Pogórza Karpackiego między Dębicą a Trzcianą. Prace Geogr. 11 : 1—152.
- Swederski W., 1926, Chwasty z wykopalisk archeologicznych na Żmudzi i w Małopolsce. Acta Soc. Bot. Pol. 3 (2).
- Szafer W., 1914, Roślinność ziemi mieleckiej (rękopis).
- Szafer W., 1921, Nieco o rozmieszczeniu geograficznym świerka w Polsce. Sylwan 39 : 76—91. Lwów.
- Szafer W., 1930 a, Element górski we florze niżu polskiego. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU. 69. Ser. III, 29. Dz. B (3).
- Szafer W., 1930 b, O typach leśnych i ich sukcesjach w Puszczy Augustowskiej. Las Polski. 10 (7). Warszawa.
- Szafer W., 1931, The oldest interglacial in Poland. Acad. Pol. d. Sc. et d. Lettr., Bull. Intern., ser. B, Cracovie: 19—50.
- Szafer W., 1935, The significance of isopolen lines for the investigation of the geographical distribution of trees in the postglacial period. Bull. de l'Acad. Pol. d. Sc. et d. Lettr. Ser. B.
- Szafer W., 1945, Kopalnia *Armeria* w plejstocenie europejskim ze szczególnym uwzględnieniem plejstocenu w Polsce. Starunia 8.
- Szafer W., 1946, Rodzaj *Armeria* Willd. w Polsce. Acta Soc. Bot. Pol. 17 : 7—28. Kraków.
- Szafer W., 1953, Stratygrafia plejstocenu w Polsce na podstawie florystycznej. Roczn. Pol. Tow. Geol. 22. Str. 99.
- Szafer W., 1959, Szata roślinna Polski niżowej. Szata roślinna Polski. T. II. Oprac. zbior. pod red. W. Szafera. 13—186. PWN.

- Szafer W., Jaroń B., 1935, Plejstocenijskie jezioro pod Jasłem. *Starunia* 8.
- Szponder A., 1955, (Rękopis). Analiza pyłkowa holocenijskiego torfowiska „Wielkie Błoto” w Puszczy Niepołomickiej.
- Środoń A., 1948, Przyczynek do historii rozwoju lasu w Karpatach Wschodnich. *Starunia* 25 : 1—23.
- Środoń A., 1952, Ostatni glacjał i postglacjał w Karpatach. *Biul. Państw. Tow. Geol.* 67 (3) : 27—75.
- Środoń A., 1957, Flora interglacialna z Gościęcina koło Koźła. *Inst. Geol. Biul.* 118 (8) : 7—60.
- Środoń A., 1959, Zarys historycznego rozwoju szaty roślinnej Polski w późnym glacialu i postglacialu. Szata roślinna Polski. T. I. Oprac. zbior. pod red. W. Szafera. 513—543. PWN.
- Terasmäe I., 1951, On the Pollen Morphology of *Betula nana*. *Svensk. Bot. Tidskr.* 45 : 358—361.
- Tołpa S., 1927, Analiza pyłkowa w Janowie na Roztoczu. *Kosmos*, 53. Lwów.
- Trela J., 1934, Fragment z polodowcowego rozwoju lasów południowo-wschodniej części Puszczy Sandomierskiej w świetle analizy pyłkowej. *Acta Soc. Bot. Pol.* 11 (1) : 1—18.
- Troels-Smith J., 1954, Ertebøllekultur — Bondekultur. Resultater af de sidste 10 Aars undersøgelser i Aamosen, Vestsjælland. *Aarb. for. Nord. Oldkynd.* 1953 : 1—62. København.
- Troels-Smith J., 1955, Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen Schweizerischen Pflanzbauproblemen. Das Pflanzbauproblem. *Monogr. 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. Raekke.* 4 (4) : 1—32.
- Tymrakiewicz W., 1928, Analiza pyłkowa torfowiska Biłohorszczy. *Kosmos* 53 : 656—679. Lwów.
- Uhorzczak F., 1957, Polska przeglądowa mapa użytkowania ziemi. Łąki, pastwiska i lasy. *Inst. Geogr. PAN.*
- Wagenitz G., 1955, Pollenmorphologie und Systematik der Gattung *Centaurea* s. l. *Flora* 142 : 213—279.
- Welten M., 1950, Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpiner Vegetation. *Ber. Geob. Inst. Rübel. Zürich* : 48—57.
- Welten M., 1955, Pollenanalytische Untersuchung von Bodenprofilen: historische Entwicklung des Bodens und säkulare Sukzession der örtlichen Pflanzengesellschaften. *Verhandlungen d. Schweiz. Natur. d. Gesel.*
- Welten M., 1957, Über das glaziale und spätglaziale Vorkommen von *Ephedra* am nordwestlichen Alpenrand. *Ber. d. Schw. Bot. Ges.* 67 : 33—54.
- Wierdak S., 1927, Rozsiedlenie świerka, jodły i buka w Małopolsce. *Sylwan* 45. Lwów.
- Zeuner F. E., 1950, *Dating the Past.* London.
- Żaki A., 1950, Początki rozwoju kultury łużyckiej w dorzeczu górnej Wisły. *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska.* 3 F: Str. 222.
- Żaki A., 1953, Początki osadnictwa w Karpatach Polskich. *Wierchy* 24 : 99—116.

SUMMARY

THE VEGETATION OF THE BASIN OF SANDOMIERZ IN THE LATE GLACIAL AND HOLOCENE

The Basin of Sandomierz is a prolongation of the Silesian Basin, with which it comes into contact on the watershed of the Odra and the Vistula. In the South-East it is limited by the watershed of the rivers San and Dniestr. The area of the Basin is elevated from 150 to 200 meters a. s. l. while its culmination points exceed 250 m. a. s. l. (Fig. 1).

The eastern part of the Sandomierz Basin only (four peat-bogs) and the one on the south side adjacent Highland of Przemyśl (one peat-bog) have been covered by these researches.

The climate of the Basin changes in the direction from west to east because of a decline of oceanic influences. The most to the east protruding area that is still under quite strong influences of the oceanic climate is Rzeszów.

The whole investigated area is up till now well wooded, which is illustrated by a map of forests (Fig. 2 — after F. U h o r c z a k, 1957). The location of natural wood agglomerations is, in the Basin of Sandomierz, strictly connected with an elevation of the terraces (W. S z a f e r, 1959). With the lowest terrace there are associated the formerly abundant there alluvial forests. In the older Holocene terrace there appear mainly pine woods or pine and oak woods. On patches of moraine clays and clayey sands that constitute part of the Pleistocene terrace there still persisted remnants of beech-fir and oak-hornbeam forests. Besides forests of that type, transitory agglomerations with a great share of pine are to be met with. Montane plants are in the flora of the Basin and especially in its middle part scantily represented (W. S z a f e r, 1930 a.).

METHOD

The material for the pollen analysis has been collected mainly by the application of a Hiller's borer and partly derives from outcrops (Rzemięń).

Peat and lake-chalk have been prepared for investigations according to the method of G. E r d t m a n (1943). Sometimes H_2O_2 has been applied previous to acetolysis and sandy as well as loamy sediments have been submitted to the flotation method of M. K n o x (1942).

The amount of counted AP oscillates between 200 and 1000. *Sphagnum*, water plants, and *Polypodiaceae* have not been taken into account

in the sum total of AP + NAP. This sum total is the base (100%) of computing the proportional values of all distinguished forms.

Macroscopic remains derive mostly from Podbukowina II.

DEVELOPMENT OF VEGETATION

Alleröd (II)

In the profiles from Podbukowina and Świlcza the predominant part is being played by the pine-tree (*Pinus t. silvestris*) with single only pollen grains of the stone-pine (*Pinus t. haploxyton*). The presence of *Pinus silvestris* is being confirmed by pieces of wood that have been denoted at Podbukowina.

The amounts of *Betula* pollen in the discussed profiles do not play a greater part but some fruit washed out at Podbukowina prove that at least one of the woody birches, probably *Betula verrucosa*, appeared there.

Differently arranged lies the proportion of the pine to the birch in the profile from Obary, where, at that period, a decidedly major part has been played by the birch, which had pollen of large dimensions.

Pollen of *Larix* has been stated only sporadically but, as it is proved by its macroscopic remains found at Podbukowina, that tree must, nevertheless, have had quite a big significance in the structure of the Alleröd forest.

The presence of wood as well as comparatively quite high values of *Salix* pollen indicate abundantly developed willow brushwoods.

Continuous, although having low values curves of *Corylus*, *Quercus*, and *Picea* point out that those trees, while having not formed part of the woods of the Sandomierz Basin yet, have already approached very near from their Glacial refuges. Taking, however, into consideration the quality of the sediment, in which Alleröd is contained, and the presence of single grains of pollen of exotic plants and „Hystrix”, one cannot entirely exclude that the pollen of thermophilous trees is there rebedded.

The proportion AP : NAP is on the whole in favour of the trees. It would probably be still more favourable if *Schoenoplectus lacustris*, which, at least at Podbukowina, was abundantly represented, would be from among the *Cyperaceae* distinguished and if it were from the sum total separated. This is proved by its numerous fruit in the horizon in which the curve of *Cyperaceae* impetuously increases.

The character of forests and the appearance of thermophilous plants such as *Typha latifolia* and *Schoenoplectus lacustris* permits, after J. I v e r s e n (1954), to determine the average temperature of July as not lower than 14°C. The fruit of *Cladium mariscus* found at Podbukowina proves, perhaps, a still milder climate.

A great variety of herbaceous plants and the fact that only once (Podbukowina, sample No 72) the amount of their pollen drops below 15% i. e. underneath that value for which M. Welten (1950) already supposes the appearance of compact forests — is the proof that, in that area, the Alleröd forest was rather sparse. Convenient conditions have also been found there by such plants as *Selaginella selaginoides*, *Hippophaë rhamnoides*, *Ephedra distachya*, *Artemisia*, and others.

Younger Dryas

In the profiles from Podbukowina and Świlcza that the period does not cut itself off well from the Alleröd one, but in the more to the North protruding area of Obarý this border-line is quite distinct. At Podbukowina the rather considerable share of tree pollen and the presence of their macroscopic remains (fruit of *Betula* of the section „*Albae*”, needles and wood pieces of *Larix*) supply the proof of the existence of forests in that place. It was a forest consisting of pines and birch-trees with a small addition of larch. In comparison, however, with the previous period it was considerably less compact.

Of herbaceous plants there have been noted large quantities of *Cyperaceae* and *Gramineae* with the exception of the diagram of Świlcza, where the curve of *Gramineae* declines. The quantities of other herbaceous plants also gain in significance. Analogously behaves especially *Artemisia*, of which the share in all three profiles distinctly increases. Likewise grows the list of indicatory plants, among which, besides *Ephedra cf. distachya*, *Ephedra cf. fragilis*, *Hippophaë*, *Helianthemum*, *Plantago t. maior-media*, there also appears *Pleurospermum austriacum* (10 grains). From the territory of Poland that plant has, up till now, been cited only from the Late and Early Glacial sediments of the Basin of Nowy Targ (W. Koperowa, 1958; K. Birkenmajer i A. Środoń, 1960).

Preboreal period

The comparison and synchronization of this period in two diagrams from Podbukowina deserves a special discussion. The profile II, comprising the Late-Glacial period, has been examined on the assumption that the analysis would be continued only till the appearance of the characteristic in the profile I, doubly-peaked maximum of the birch, exceeding 70% of pollen. It appeared, however, that the development of the birch curve in the profile II took quite another course and, notwithstanding the appearance of an already continuous curve of the elm, no values of *Betula* higher than 12,8% have anywhere been met with. When paralleling both

profiles, the curves of the pine and the hazel have been used and from the herbaceous plants the curves of grasses and ferns.

In all other profiles from the Basin of Sandomierz the share of the birch-three in the horizons belonging to the Preboreal period rises distinctly. In all the profiles there begins to appear, besides the pine and the birch, the pollen of the elm, alder, hazel, and spruce as well as of other species, which, however, do not play any greater part. Only the elm appears rather consistently.

In spite of an increasing role of the forests, at first consisting of birch, later of birch and pine with an addition of components of a mixed thermophilous forest, the relation of herbaceous plants to the trees indicates, that, notwithstanding the convenient conditions of the climate, those forests have not yet attained their full compactness.

This hypothesis is supported by large amounts of *Cyperaceae* and *Gramineae*, partly also associated with peat-bogs that were forming themselves at that time. Still is represented *Artemisia* and species of the families of *Chenopodiaceae*, *Cruciferae*, and *Rubiaceae*, at Podbukowina II there still appear single grains of *Pleurospermum*, *Hippophaë*, and *Helianthemum*, together with *Polemonium coeruleum*, which has not been stated earlier before. The presence of these plants at Podbukowina gives evidence that in the south-eastern part of the investigated area patches of heliophilous vegetation had, for a longer time than anywhere else, convenient conditions of development.

Boreal period

In the diagrams, the most uniform is the behaviour of the pine, which still shows high values with the tendency to culmination at various stages of this period.

The behaviour of the birch is decidedly different in the southern diagrams (Świlcza, Podbukowina), where its quantities are low in comparison with the remaining profiles.

Especially characteristic is the course of the curve of the elm, which, at that time, attains its first maximum, preceeding the maximum of the hazel. The latter is abundant at Podbukowina, situated within the loessy verge of the Carpathians.

The share of NAP is pretty high because of *Gramineae* appearing in great quantities. Quite abundant are also *Cyperaceae*, which, at Podbukowina II, are probably represented by *Cladium mariscus*. This is proved by numerous fruits of that plant found in samples falling within the upper part of the Boreal period.

Cladium mariscus is according to U. H a f s t e n, (1956), a good indicator of the climate of the Boreal period. Its appearance and late Boreal

culmination permit us to determine the average temperature of the warmest month as having been at least 14° to 16°C and of the coldest one -2° to -3°C. This would prove that the winters of the Boreal period had a much milder course there than nowadays. (Compare the average temperature on p. 6).

Atlantic period

It does not present any greater difficulties to single out the Atlantic period except for the diagram from Obarý, in which this section is lacking. A deep layer of peat with a great quantity of minute charcoals and charcoal-dust suggests that the peat corresponding to the Atlantic period has been burned out there, most probably at the beginning of the Subboreal period.

All diagrams show the common feature of high values of hazel, which now attains the rational limit of its appearance. The high values of pollen of that shrub at Podbukowina permit even to put forward the supposition (H. J o n a s s e n (1950); M. I. N e u s t a d t (1953) that, during the optimal period of its development, the hazel formed independent thickets on slopes facing South.

On widely extended diluvial sands and on damp and peaty soils of that Basin, the pine maintained its preponderance in the structure of the forests, during the whole climatic optimum. In the loessy verge of the Carpathians near Przemyśl, on the other hand, pine and elm forests dominated only at the beginning, the pine being the retreating component. In the younger stage of the Atlantic period, however, the role of the pine was already a small one as far as the forests of that part of the country are concerned.

The compactness of the forest cover was everywhere great as is shown by a small share of herbaceous plants in all profiles. High values of *Cyperaceae* at Świlcza and Rzemień constitute an exception, but that is a local occurrence associated with the type of the peat-bog.

The appearance of the pollen of *Viscum* and *Hedera* at that period, also indicates optimal climatic conditions. Contemporarily blooming stands of the ivy have not been noted in the discussed areas up till now. They are scarce in all Poland and appear chiefly at the lower course of the Vistula and in the south-western part of the country.

The pollen of *Plantago*, which appears in the younger stage of the Atlantic period (Podbukowina, Świlcza, Rzemień), i. e. *Plantago t. maior-media* as well as *Plantago lanceolata* (determination after I. M ü l l e r, 1947), announces changes in the up till then natural succession of the vegetation.

Subboreal period

The transition to the Subboreal period has not everywhere been based on the same criteria. The common feature of all diagrams is the decrease of the part played by the pine, which is markedly outlined even at Świlcza and at Rzemień, where the pine, although still in great abundance, shows a temporary decline. Everywhere also increases the part played by the oak and the alder as well as — with the exception of the area of Podbukowina — the birch.

A characteristic feature of the Subboreal period is the different behaviour of the hornbeam, beech, and fir in the separate profiles. At Imielty Ług and at Obary the hornbeam reaches its peak values almost simultaneously with its appearance in the form of a continuous curve. The beech and the fir accentuate equally distinctly their presence, though then they do not attain their culmination yet. At the same time, at Podbukowina, the hornbeam appears in a continuous form but with a curve of low percentage, the beech in insignificant quantities, and there is no fir whatever. At Świlcza and Rzemień these trees are of no importance yet, but, on the other hand, a distinct increase of the spruce (10—16%) is to be noted.

In spite of the presence of man, marked better and better by the appearance of synanthropic (keeping company with man) plants (*Plantago lanceolata*, *P. maior-media*, *Rumex*) and by traces of fires, the extent of woodless spaces was — as it seems — not too large, which manifests itself in a still decided prevalence of the pollen of trees.

Subatlantic period

Phase „a”: The boundary between the Subboreal and Subatlantic periods is marked off by a gradual rise of the part played by the pine, by an increase of woodless spaces, and by a greater share of the beech-tree. The process of the expansion of woodless spaces advances now already systematically, unlike the rather accidental changes of this type in the previous period. This points to a stabilization of the herbaceous vegetation in the disforested areas, at which mainly the share of *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*, and *Chenopodiaceae* increases.

In the forests there occur changes caused — besides an already unquestionable intervention of man — by an increasing coolness and dampness of the climate. The elm continues to be in retreat and its role in the broad-leaved forests is taken over by the oak and the hornbeam. Considering the migration of the hornbeam that has been observed on the territory of Poland, it is a surprise to note that its optimal development

in the area of the Highland of Przemyśl did occur not earlier than at the end of that period. Concluding from the course of the curve in the diagram from Podbukowina, it arrived there much earlier, but the thermo-philous forest, persistently bound to the convenient edaphic conditions, did not admit its earlier expansion. A further retreat of the hazel — at Podbukowina a very quick and distinct one — is also to be observed, and that probably in connection with the development of oak and hornbeam forests.

The best illustration of the occurring climatic changes is the, already in the whole area impetuous, extension of forests consisting of beech and fir-trees.

Phase „b”: According to the time at which an intensive settlement of man has taken place, a greater than in the older stage of the Subatlantic period increase of NAP is to be noted, especially that of the pollen of corn, which but now reach their maximum values. The diagram of Swilcza, where only one grain of that type has been distinguished, represents an exception. The lack of corn-pollen in that diagram is difficult to be explained and is probably caused by an exceptionally bad state of preservation of the pollen grains in the top part of the sediment.

On a parallel line to the increasing quantity of NAP there follows a general regression of almost all trees with the exception of the pine, which impetuously increases.

COMMENTS ON THE APPEARANCE OF SOME TREES, SHRUBS, AND HERBACEOUS PLANTS

Picea. As it results from a map of the actual extent of the spruce in the southern part of Poland, (S. W i e r d a k, 1927), all localities that have been mentioned are situated in areas deprived of the spruce that extend between the West- and East-Carpathian reach of this tree and the islands of the spruce that are grouped in the North, at either side of the river San. The results of a pollen analysis of the examined peat-bogs permit us to trace the stages of the forming of these extents in the Holocene stages.

For the purpose of a more accurate analysis of its behaviour in the investigated area, the maximum values of the spruce in the individual stages of the Holocene, taken from several peat-bogs situated in the nearest vicinity, have been compared in table 2. (The percentage of the spruce has been computed in proportion to the sum of trees). It results from the combined data that in the peat-bogs comprising older periods the spruce appears already at the bottom and its highest values fall in, almost everywhere, with the Subboreal period. For this period the values

of the spruce have been drawn in the form of cyclograms on a map of the recent extents of this tree (Fig. 3). From that in this way drawn map it results that, in the Subboreal period, the reach of the East-Carpathian as well as the West-Carpathian spruce was shifted much farther to the North than nowadays and that in the area of the Middle-Carpathian disjunction (S. W i e r d a k, 1927) no contact of these two extents took place in the Holocene period.

Ulmus. A characteristic feature of the Early-Holocene history of forests in this part of Poland is the culmination of the elm-tree preceding that of the hazel. In the diagrams worked out by me this is especially distinctly to be seen at Podbukowina, which place, because of its geographical position, refers to the East-Carpathian diagrams, where, however, the elm, after a shortlived culmination, quickly loses its importance giving way to the spruce. At Podbukowina, on the other hand, which lies in the region situated at the foot of the Carpathians in the vicinity of the Middle-Carpathian disjunction of the spruce, the elm-tree keeps its ground further on in great quantities and falls off not earlier than in the younger stage of the Subatlantic period, ousted by the hornbeam and the beech.

Carpinus. In the eastern part of the investigated area it appeared early and very soon attained its maximum values. This is probably in connection with the early appearance of this tree at the Roztocze range (W. S z a f e r, 1959). At Podbukowina the optimal development of the hornbeam coincides with the younger stage of the Subatlantic period.

Fagus. The behaviour of this tree in the investigated area is very much like that of the hornbeam.

Ephedra. *Ephedra* cf. *distachya* has been denoted at Podbukowina, Świlcza, and Obarý (18 grains altogether). Its nearest recent localities, having the character of a relic, are present in the area of Podolia, in the environs of Zaleszczyki (W. G a j e w s k i, 1931).

Ephedra cf. *fragilis* has also been denoted at all the three above mentioned localities — 7 grains in all.

Fagopyrum. The up till now presented history of the arrival of this species in Poland (middle of the XIII. century — A. K o z ł o w s k a, 1959) and in all Europe (G H e g i) evokes certain doubts on the grounds of paleobotanical investigations. V. M. M i k k e l s e n, (1954), records the existence of *Fagopyrum* on Bornholm in an indeed late period and so does W. S e l l e, (1958), with reference to Lower-Saxony. T. N i l s s o n, (1948 a), on the other hand, stated the presence of pollen grains of *Fagopyrum* in profiles from Denmark and from North-Western Germany already at the beginning of the Subatlantic period. From the same times originate the grains of *Fagopyrum* denoted by me at Imielty Ług. J. O s z a s t cites *Fagopyrum* at Żuchowo as early as from the Subboreal period.

Centaurea. Besides *Centaurea cyanus*, which has been distinguished at Podbukowina, Obary, and Imielty Ług, also *Centaurea jacea* — type has been denoted in surface samples from Obary.

TRACES OF HUMAN ACTIVITY IN POLLEN DIAGRAMS

On the strength of the results of pollen analysis, the first traces of man in that area have been stated as falling in with the end of the Atlantic period (Podbukowina, Świlcza, Rzemień). Consequently they could be linked to the earlier stage of the Neolithic period, perhaps to the culture of the Danubian ceramic, of which there are many localities in the region situated at the foot of the North Carpathians.

In the diagrams from Imielty Ług and from Obary the traces of man are to be discerned somewhat later, not earlier than in the border-zone between the Atlantic and Subboreal periods. This is shown by the simultaneous appearance of a series of charcoal layers and such synanthropic plants as *Plantago lanceolata* and *Rumex*. The meadows that had originated after a conflagration have, however, been taken up by forests, which is indicated by the similarity of pollen spectra from layers that originated before the influence of human activity and after its appearance (J. Iversen, 1958). It is worth while to underline that J. Machnik, (1957), attributes „the character of shortlived encampments” to the Neolithic localities on the river Bukowa i. e. in a close vicinity to Imielty Ług and Obary.

Much more intensive changes than in the Subboreal period are to be traced not earlier than in the Subatlantic period, especially so in its younger stage. Besides *Plantago* and *Rumex*, which have been noticed already earlier, there appears but now — and most abundantly in the diagrams from Imielty Ług and Obary — the pollen of corn, of which the type „*Triticum*” turns up earlier than the type „*Secale*”. At Imielty Ług and at Obary also some grains of *Fagopyrum* sp. have been noted.

At the end of the Subatlantic period the quantity of NAP increases, in some diagrams *Centaurea cyanus*, *Polygonum aviculare*, *Papaver*, and *Urtica* made only then their appearance.

Although the changes that have taken place in the composition of forests are already irreversible, yet the quantities of herbaceous plants in the diagrams do not point to a too far advanced deforestation, which complies with the actual part played by forests in that area (Fig. 2).



SPIS TREŚCI — CONTENTS

	Str.
Wstęp	3
1. Charakterystyka fizjograficzna Kotliny Sandomierskiej	4
a. Granice, geologia i morfologia	4
b. Klimat	6
c. Gleby	6
d. Roślinność	7
2. Stratygrafia zbadanych torfowisk	9
3. Uwagi metodyczne	11
4. Opis szczątków makroskopowych roślin	12
5. Sukcesyjny rozwój roślinności na podstawie wyników analizy pyłkowej	13
a. Późny glacjał	14
b. Holocen	19
6. Uwagi o występowaniu niektórych drzew, krzewów i roślin zielnych	30
7. Prehistoryczne i historyczne osadnictwo na terenie Kotliny Sandomierskiej i jego ślady w diagramach pyłkowych	37
8. Streszczenie wyników	40
Literatura	42
Summary	48
Tablice (I—III)	po str. 57
Diagramy pyłkowe zbadanych torfowisk (ryc. 5—10)	(wkładki)

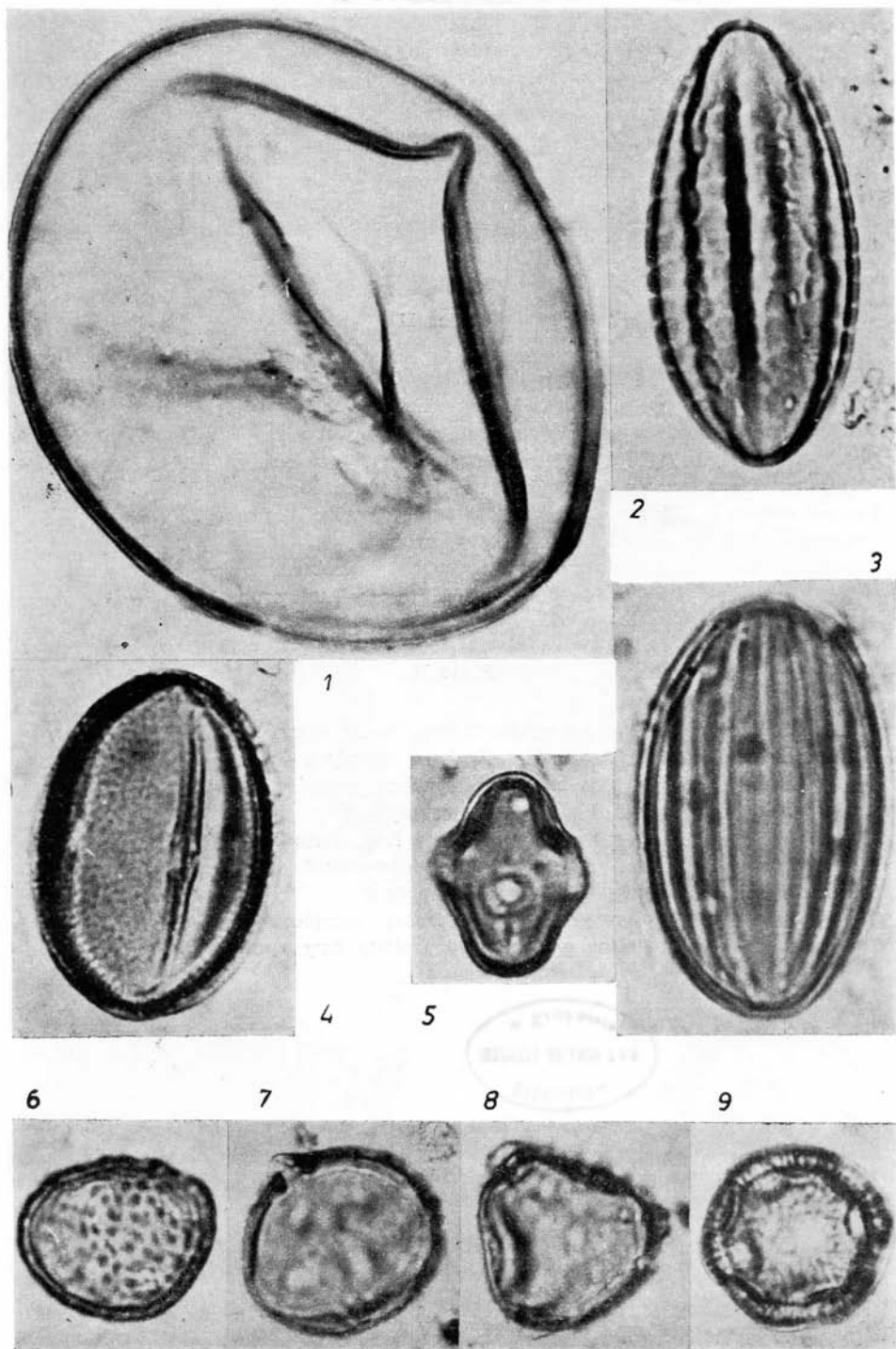
Tablica I

1. *Larix* sp. Ziarno pyłku; $\times 800$. Podbukowina II, próba 40
2. *Ephedra* cf. *distachya* L. Ziarno pyłku; $\times 800$. Podbukowina II, próba 41
3. *Ephedra* cf. *fragilis* Desf. Ziarno pyłku; $\times 800$. Podbukowina II, próba 49
4. *Helianthemum* sp. Ziarno pyłku; $\times 800$. Podbukowina II, próba 44
5. *Pleurospermum austriacum* (L.) Hoffm. Ziarno pyłku; $\times 800$. Podbukowina II, próba 45
6. *Plantago* t. *maior-media*. Ziarno pyłku; $\times 800$. Podbukowina II, próba 46
- 7—8. *Hippophaë rhamnoides* L. Ziarna pyłku; $\times 800$. Obary, próba 41
9. *Gypsophila* sp. Ziarno pyłku; $\times 800$. Podbukowina II, próba 46

Plate I

1. *Larix* sp. Pollen grain; $\times 800$. Podbukowina II, sample 40
2. *Ephedra* cf. *distachya* L. Pollen grain; $\times 800$. Podbukowina II, sample 41
3. *Ephedra* cf. *fragilis* Desf. Pollen grain; $\times 800$. Podbukowina II, sample 49
4. *Helianthemum* sp. Pollen grain; $\times 800$. Podbukowina II, sample 44
5. *Pleurospermum austriacum* (L.) Hoffm. Pollen grain; $\times 800$. Podbukowina II, sample 45
6. *Plantago* t. *maior-media*, Pollen grain; $\times 800$. Podbukowina II, sample 46
- 7—8. *Hippophaë rhamnoides* L. Pollen grains; $\times 800$. Obary, sample 41
9. *Gypsophila* sp. Pollen grain; $\times 800$. Podbukowina II, sample 46





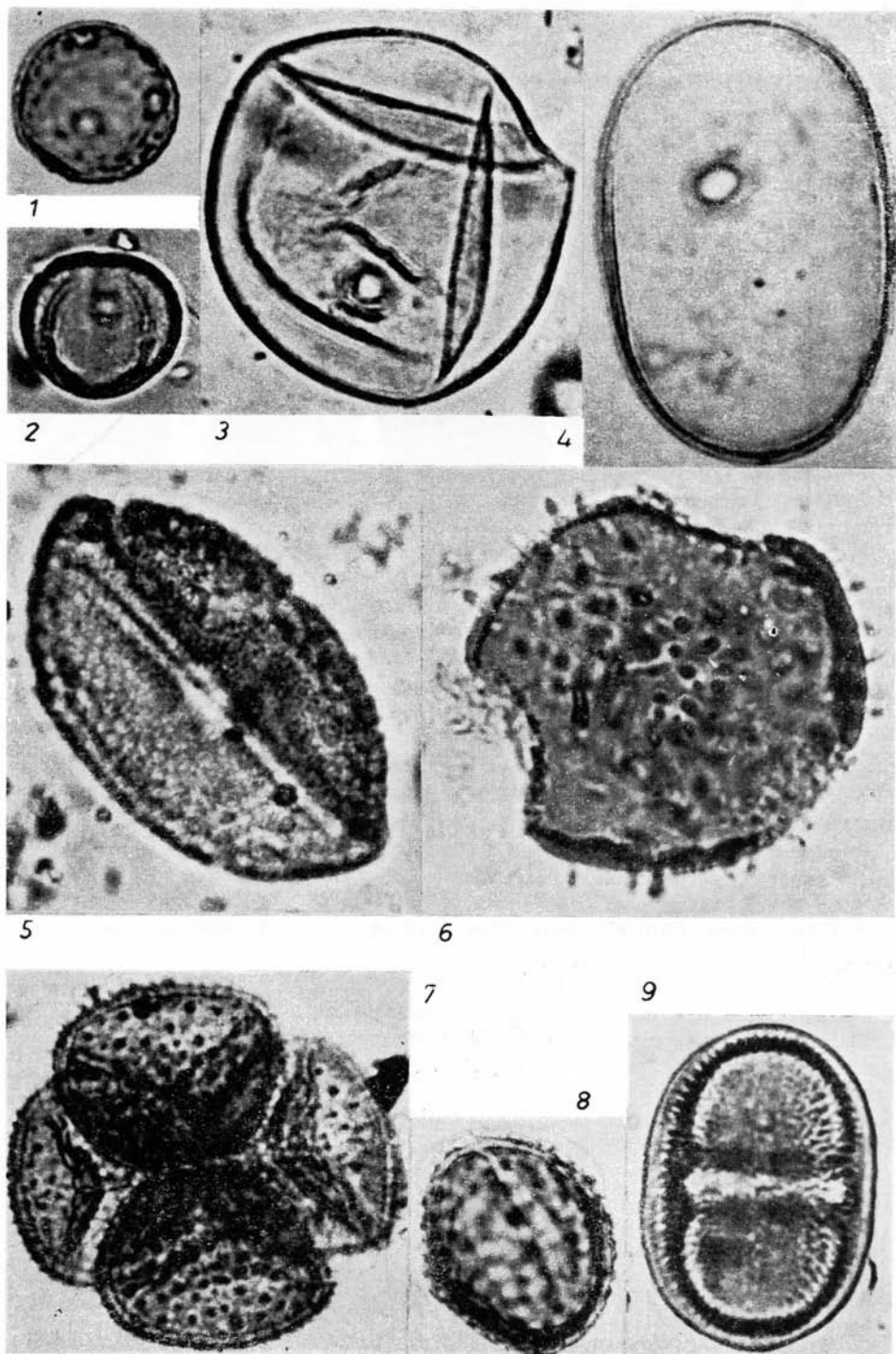
Tablica II

1. *Plantago lanceolata* L. Ziarno pyłku; $\times 800$. Obary, próba 1
2. *Rumex* sp. Ziarno pyłku; $\times 800$. Imielty Ług, próba 2
3. *Triticum*-typ. Ziarno pyłku; $\times 800$. Imielty Ług, próba 35
4. *Secale*-typ. Ziarno pyłku; $\times 800$. Obary, próba 6
5. *Fagopyrum* sp. Ziarno pyłku; $\times 800$. Imielty Ług, próba 14
6. *Viscum album* L. Ziarno pyłku; $\times 800$. Podbukowina I, próba 28
7. *Drosera* sp. Ziarno pyłku; $\times 800$. Obary, próba 7
8. *Centaurea t. jacea*. Ziarno pyłku; $\times 800$. Obary, próba 3
9. *Centaurea cyanus* L. Ziarno pyłku; $\times 800$. Imielty Ług, próba 20

Plate II

1. *Plantago lanceolata* L. Pollen grain; $\times 800$. Obary, sample 1
2. *Rumex* sp. Pollen grain; $\times 800$. Imielty Ług, sample 2
3. *Triticum*-type. Pollen grain; $\times 800$. Imielty Ług, sample 35
4. *Secale*-type. Pollen grain; $\times 800$. Obary, sample 6
5. *Fagopyrum* sp. Pollen grain; $\times 800$. Imielty Ług, sample 14
6. *Viscum album* L. Pollen grain; $\times 800$. Podbukowina I, sample 28
7. *Drosera* sp. Pollen grain; $\times 800$. Obary, sample 7
8. *Centaurea t. jacea*. Pollen grain; $\times 800$. Obary, sample 3
9. *Centaurea cyanus* L. Pollen grain; $\times 800$. Imielty Ług, sample 20





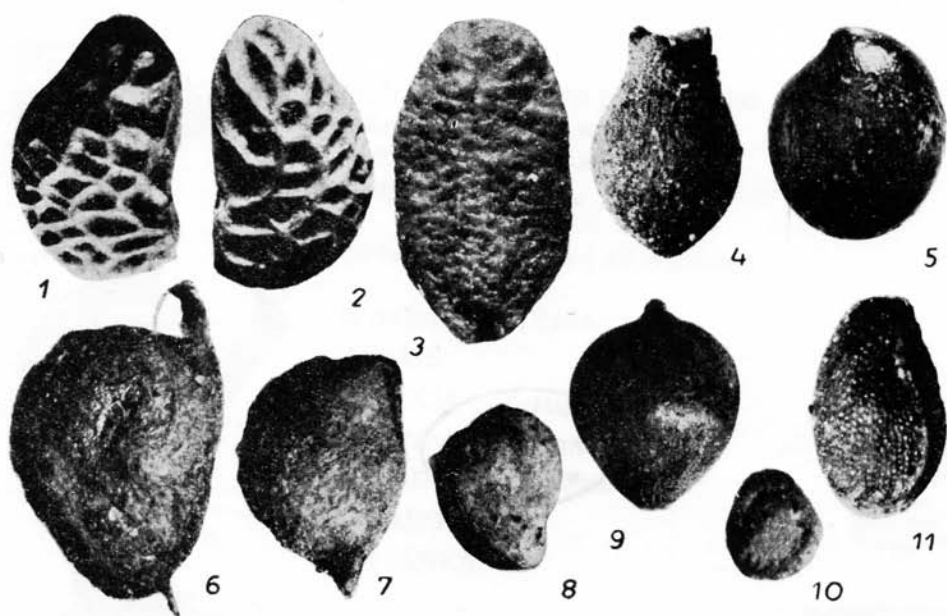
Tablica III

- 1—2. *Rubus* sp. Owoc; ×18. Podbukowina II, 8,1—8,6 m
3. *Sambucus nigra* L. Nasienie; ×12. Podbukowina II, 6,0—6,5 m
4. *Cladium mariscus* (L.) Pohl. Owoc; ×15. Podbukowina II, 7,0—7,5 m
5. *Menyanthes trifoliata* L. Nasienie; ×10. Podbukowina II, 5,0—6,0 m
6. *Potamogeton pectinatus* var. *zosteraceus* (Fr) Casp. Pestka; ×10. Podbukowina II, 7,5—8,0 m
- 7—8. *Potamogeton filiformis* Pers. Dwie pestki; ×13. Podbukowina II, 7,0—7,5 m
9. *Schoenoplectus lacustris* L. Orzeszek; ×15. Podbukowina II, 7,5—8,0 m
10. *Ranunculus sceleratus* L. Owoc; ×15. Podbukowina II, 7,0—7,5 m
11. *Ranunculus flammula* L. Owoc; ×18. Podbukowina II, 6,5—7,0 m

Plate III

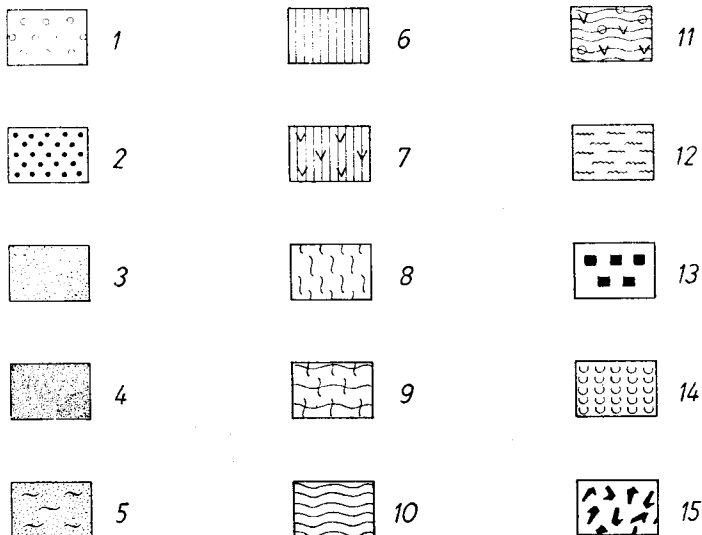
- 1—2. *Rubus* sp. Fruit; ×18. Podbukowina II, 8,1—8,6 m
3. *Sambucus nigra* L. Seed; ×12. Podbukowina II, 6,0—6,5 m
4. *Cladium mariscus* (L.) Pohl. Fruit; ×15. Podbukowina II, 7,0—7,5 m
5. *Menyanthes trifoliata* L. Seed; ×10. Podbukowina II, 5,0—6,0 m
6. *Potamogeton pectinatus* var. *zosteraceus* (Fr) Casp. Fruit stone; ×10. Podbukowina II, 7,5—8,0 m
- 7—8. *Potamogeton filiformis* Pers. Two fruit stones; ×13. Podbukowina II, 7,0—7,5 m
9. *Schoenoplectus lacustris* L. Fruit; ×15. Podbukowina II, 7,5—8,0 m
10. *Ranunculus sceleratus* L. Fruit; ×15. Podbukowina II, 7,0—7,5 m
11. *Ranunculus flammula* L. Fruit; ×18. Podbukowina II, 6,5—7,0 m





Oznaczenia osadów

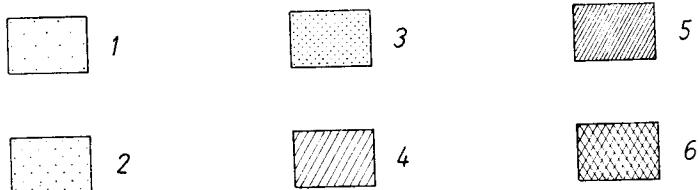
Signature system of sediments



- | | |
|---|--|
| 1. żwir — gravel | 9. torf przejściowy — transitory peat |
| 2. piasek — sand | 10. torf sfagnowy — <i>Sphagnum</i> -peat |
| 3. ił — silt | 11. torf sfagnowy z drewnem brzozy —
<i>Sphagnum</i> -peat with the birchwood |
| 4. mułek — mud | 12. torf wełniankowy — <i>Eriophorum</i> -
peat |
| 5. ił z detritusem roślinnym — silt with
plant detritus | 13. ruda bagienna — bog iron ore |
| 6. torf turzycowy — <i>Carex</i> -peat | 14. kreda jeziorna — lake marl |
| 7. torf turzycowy z drewnkami —
<i>Carex</i> -peat with pieces of wood | 15. warstwy węgielków drzewnych —
layers of charcoals |
| 8. torf turzycowo-mszysty — <i>Carex</i> -
moss-peat | |

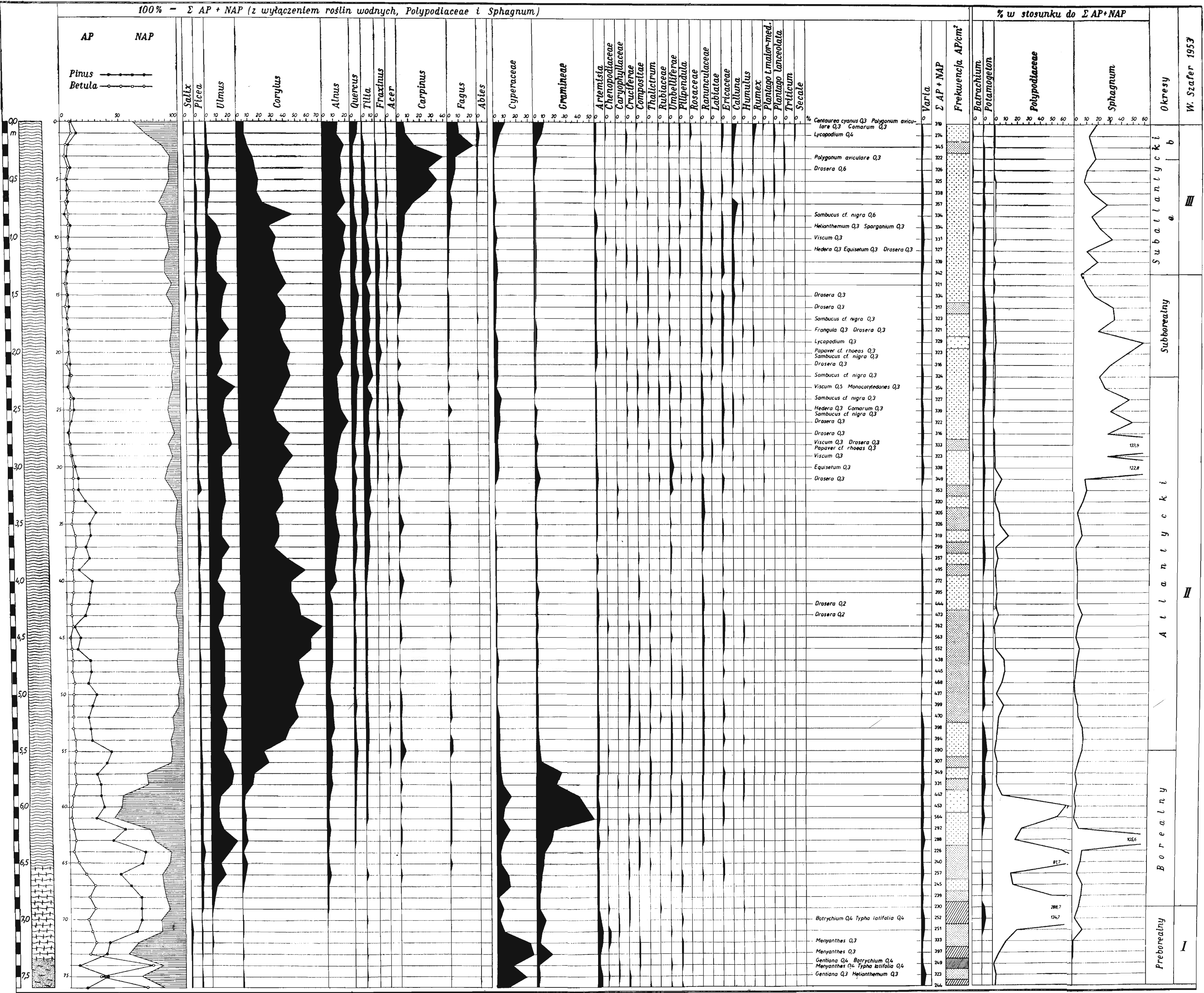
Frekwencja AP

Frequency of AP



- | | | |
|-----------|------------|---------------------------------|
| 1. 0—50 | 3. 101—200 | 5. 501—1000 |
| 2. 51—100 | 4. 201—500 | 6. ponad 1000
more than 1000 |

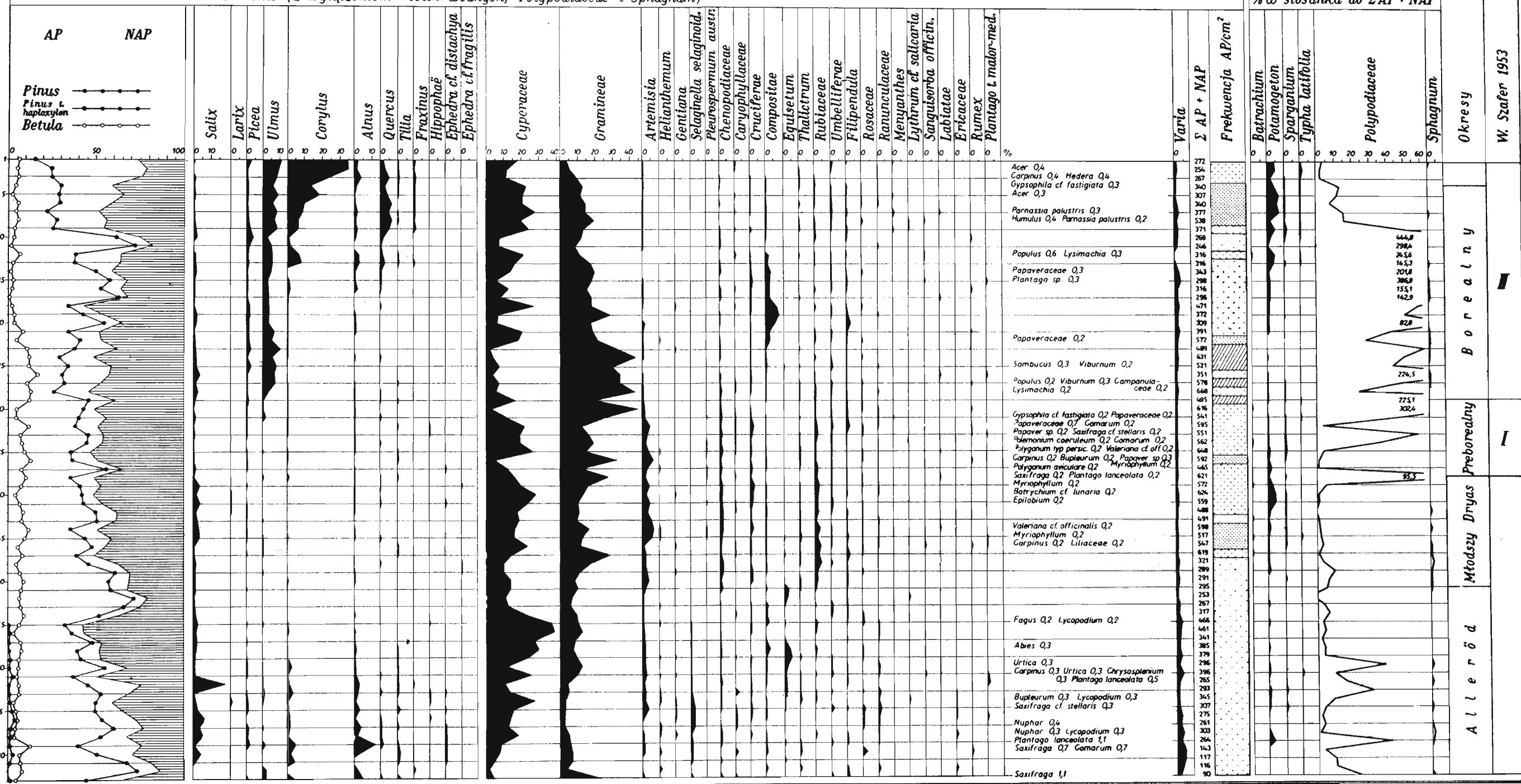
100% - Σ AP + NAP (z wyłączeniem roślin wodnych, Polypodiaceae i Sphagnum)



Ryc. 5. Diagram pyłkowy torfowiska Podbukowina (230 m n.p.m.) — profil I
 Fig. 5. Pollen diagram of the Podbukowina peat-bog (230 m a. s. l.) — profile I

100% - Σ AP + NAP (z wyłączeniem roślin wodnych, Polypodiaceae i Sphagnum)

50
m
55
60
65
70
75
80
85



K. Mamakowa, 1962

Ryc. 6. Diagram pyłkowy torfowiska Podbukowina (230 m n.p.m.) — profil II
Fig. 6. Pollen diagram of the Podbukowina peat-bog (230 m a. s. l.) — profile II

100% - Σ AP + NAP (z wyłączeniem roślin wodnych, Polypodiaceae i Sphagnum)

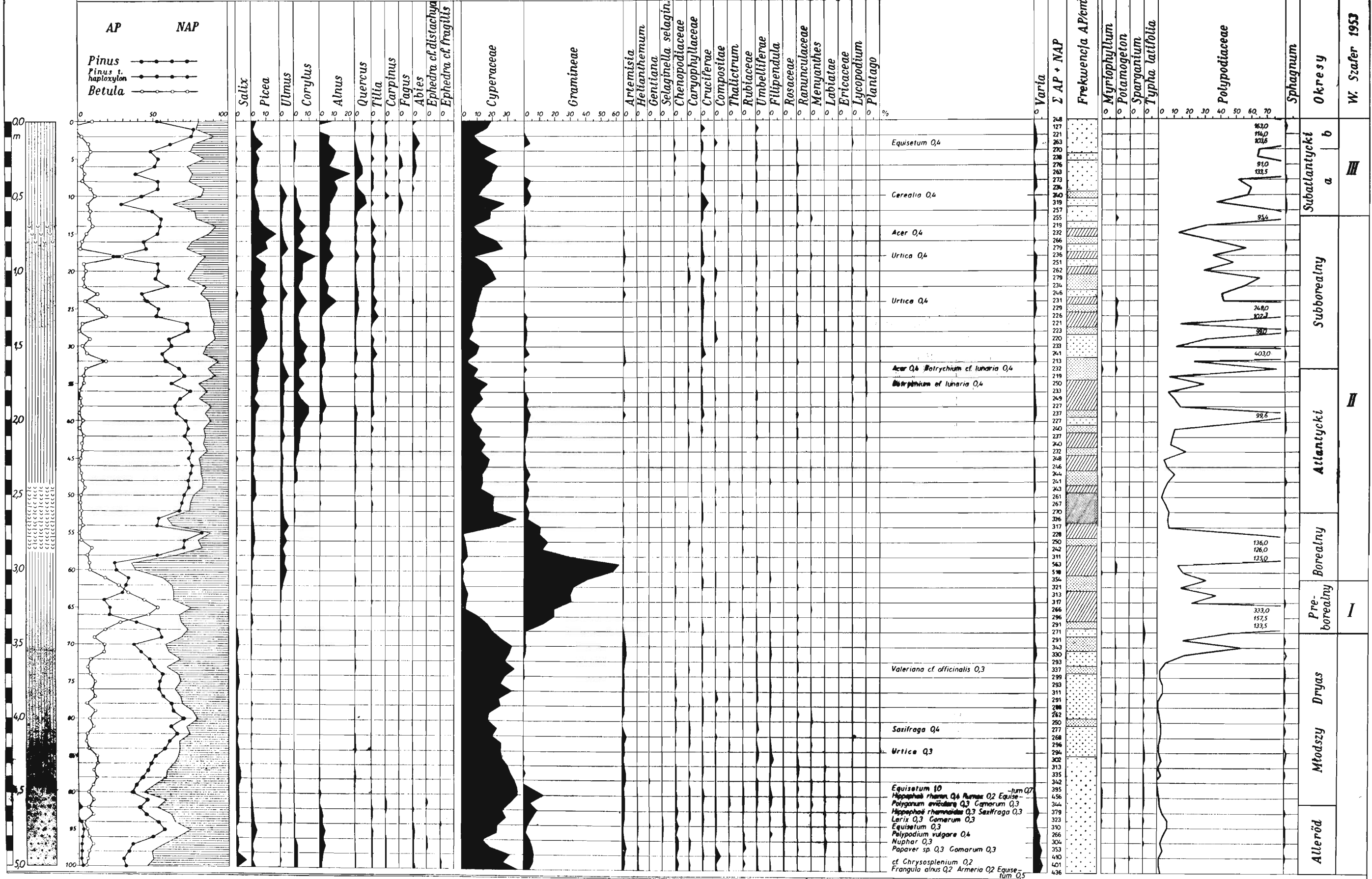
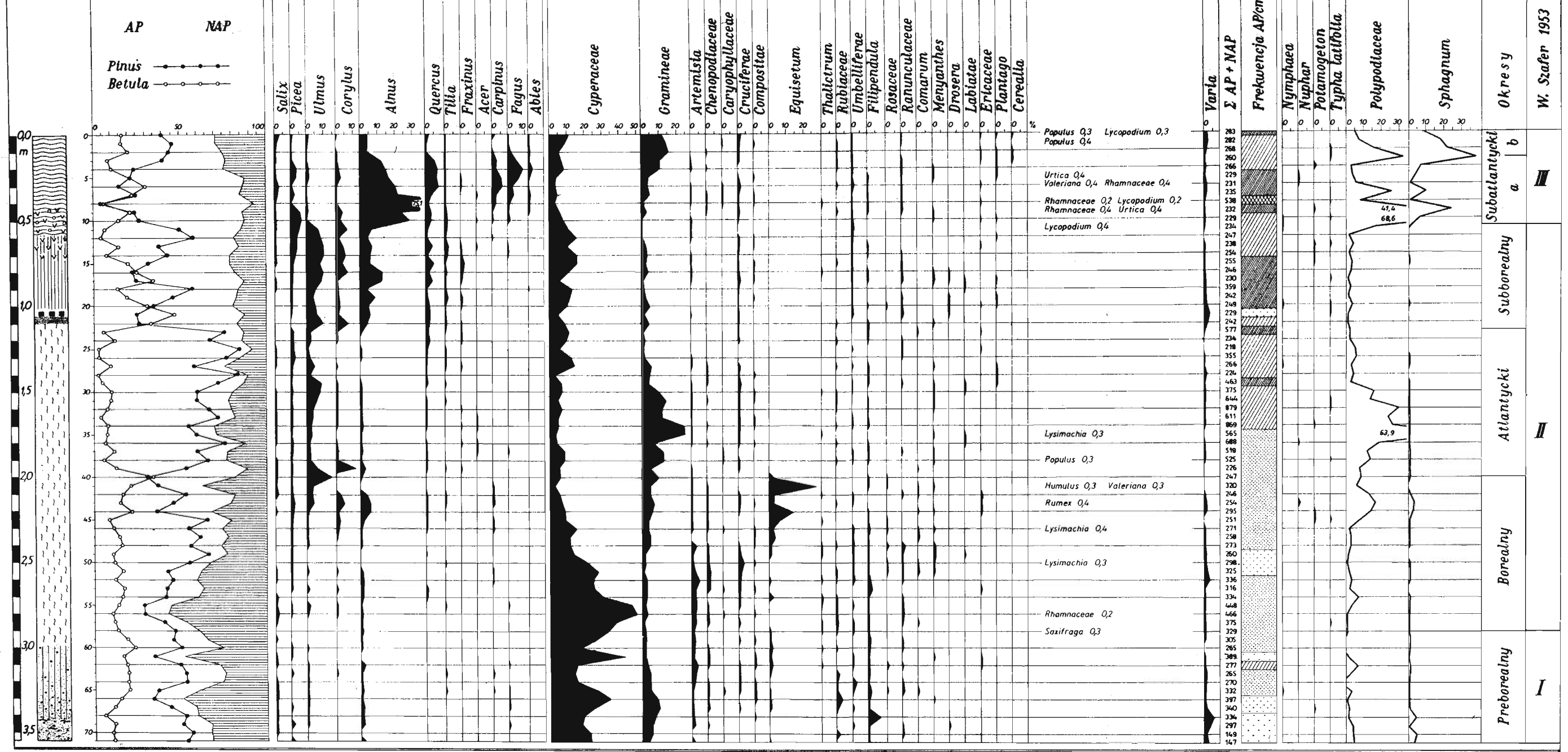


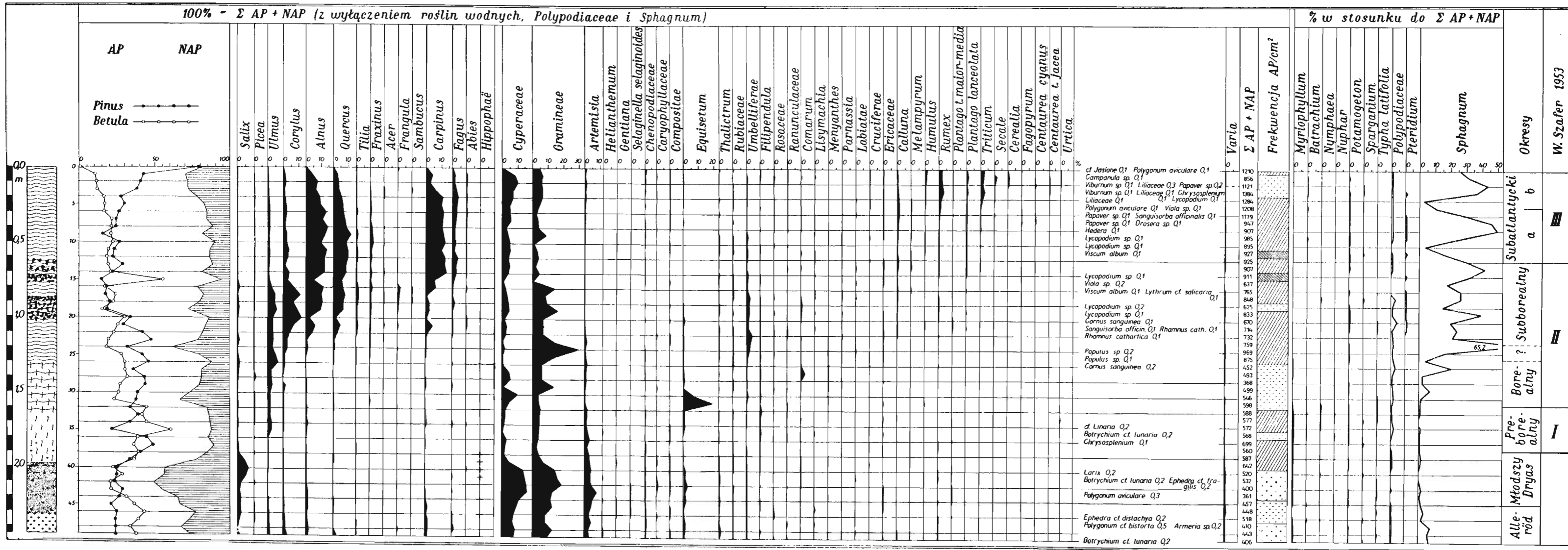
Fig. 7. Pollen diagram of the Swilcza peat-bog (220 m a. s. l.)
Ryc. 7. Diagram pyłkowy torfowiska Świlcza (220 m npm.)

100% - Σ AP + NAP (z wyłączeniem roślin wodnych, Polypodiaceae i Sphagnum)

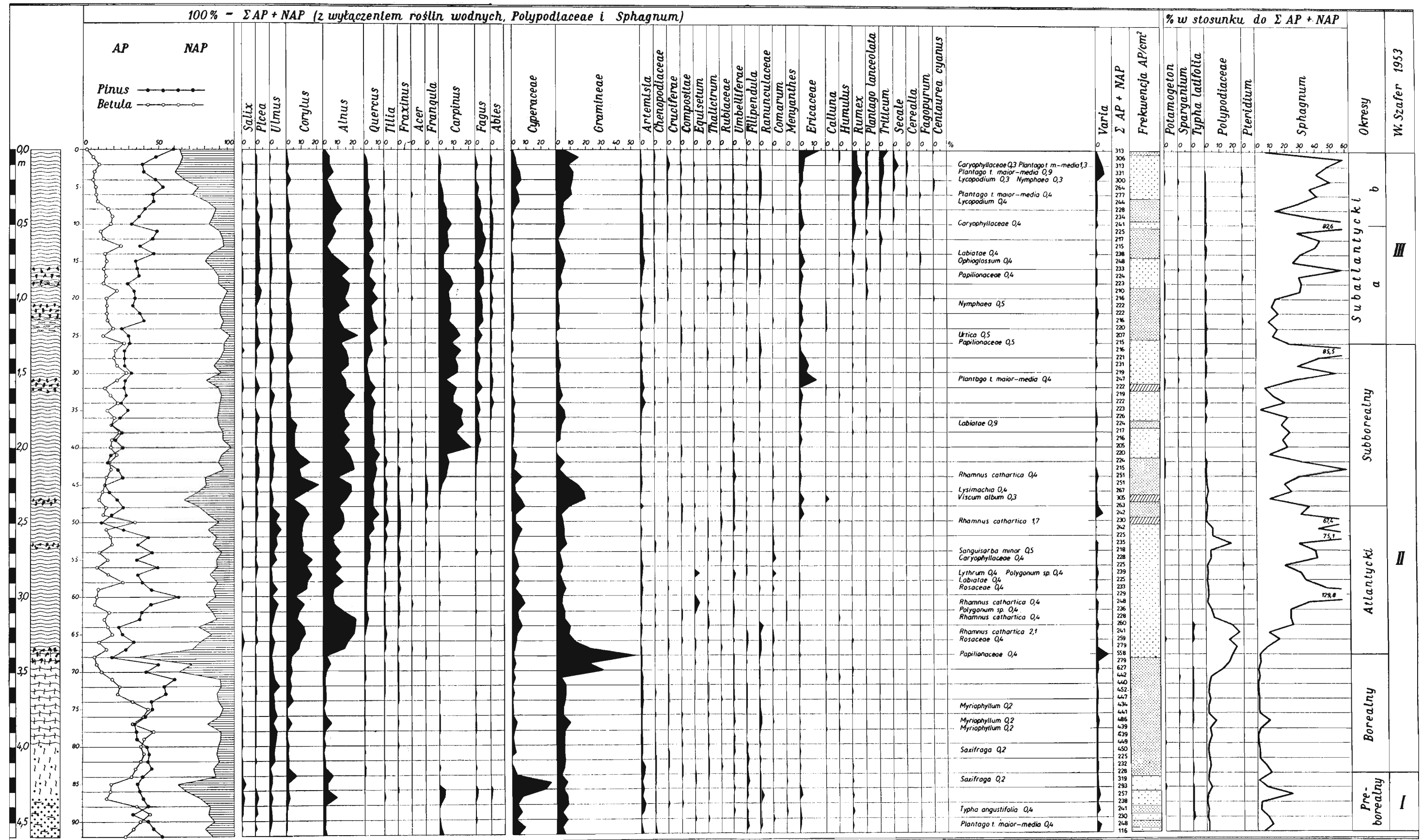


K. Mamakowa, 1962

Ryc. 8. Diagram pyłkowy torfowiska Rzemień (210 m npm.)
 Fig. 8. Pollen diagram of the Rzemień peat-bog (210 m a. s. l.)



Ryc. 9. Diagram pyłkowy torfowiska Obarý (211 m n.p.m.)
Fig. 9. Pollen diagram of the Obarý peat-bog (211 m a. s. l.)



Ryc. 10. Diagram pyłkowy torfowiska Imielty Eug (180 m n.p.m.)
 Fig. 10. Pollen diagram of the Imielty Eug peat-bog (180 m a. s. l.)