

Krystyna Wasylińska

Kraków

ROŚLINNOŚĆ I KLIMAT PÓŹNEGO GLACJAŁU W ŚRODKOWEJ POLSCE NA PODSTAWIE BADAŃ W WITOWIE KOŁO ŁĘCZYCY

Spis treści

Wstęp	262
Roślinność późnego glaciału w Witowie koło Łęczycy	263
Opis terenu	263
Metoda pracy	266
Zbieranie materiału	266
Przygotowanie materiału do analizy pyłkowej i makroskopowej	266
Graficzne przedstawienie wyników	267
Opis profili geologicznych	268
Opis oznaczonych szczątków roślin oraz uwagi o współczesnych zasięgach niektórych gatunków	274
Analiza szczątków rodzaju <i>Betula</i>	289
Szczątki makroskopowe	289
Pyłek brzozy	301
Charakterystyka krzywych	305
Podstawy podziału stratygraficznego diagramów pyłkowych	306
Rola pyłku występującego na wtórnym złożu lub pochodzącego z dalekiego transportu	308
Charakterystyka roślinności późnego glaciału w Witowie	311
Najstarszy dryas — Ia	311
Bølling — Ib	317
Starszy dryas — Ic	318
Allerød — II	322
Młodszy dryas — III	326
Okres preborealny — IV	331
Klimat późnego glaciału, wskaźnikowa rola roślin wodnych	333
Datowanie przy pomocy węgla radioaktywnego	338
Rekonstrukcja roślinności i krajobrazu w Witowie w czasie późnego glaciału	339
Zagadnienie wieku wydm w Polsce	342
Stan badań palynologicznych nad późnym glaciałem w Polsce	345
Uwagi ogólne	345
Próba nowego podziału stratygraficznego kilku diagramów późnoglacialnych z terenu Polski	353
Osowa Góra koło Poznania	353
Żuchowo w Ziemi Dobrzyńskiej	358
Nart w Puszczy Kampinoskiej	359
Łąck koło Gostynina	360
Zagadnienie występowania pyłku drzew ciepłolubnych w polskim Allerødzie	364
Podsumowanie wyników	374
Literatura	376
Summary	383
Fotografie	417

WSTĘP

Zainteresowanie wydumą w Witowie obudziło się pod wpływem znalezienia w 1940 roku zabytków kultury kundajskiej, w trakcie eksploatacji torfowiska przylegającego do wydmy. Systematyczne prace wykopaliskowe rozpoczęły w 1954 roku M. Chmielewska i W. Chmielewski z ramienia Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi. Badania archeologiczne doprowadziły do wykrycia sześciu warstw kulturowych. Najstarsze zabytki tworzą nieznany dotąd w Polsce późnopaleolityczny zespół „witowski”, datowany przy pomocy C^{14} w Groningen na $8855 \pm \pm 160$ lat p.n.e. Do późnego paleolitu należą zabytki przemysłu tarnowskiego i środkowo-świdurskiego. Mezolit reprezentowany jest przez poziom z zabytkami tardenuaskimi, a śladem osadnictwa neolitycznego jest warstwa kulturowa z ceramiką praugrofińską. Z okresu wędrówek ludów pochodzą groby znalezione w stropie wydmy (Chmielewska, Chmielewski 1960). Dotychczas jedynie zespół witowski został szczegółowo opracowany pod względem archeologicznym (Chmielewska 1961ab), pozostałe zaś materiały będą przedmiotem późniejszych studiów.

Badania formy i struktury wydmy w Witowie prowadziła A. Dylikowa (1958), która wyróżniła trzy fazy rozwoju wydmy w okolicach Łodzi: (1) fazę wydymotwórczą właściwą, w czasie której kształtowały się wydmy pod wpływem wiatrów zachodnich i północno-zachodnich, (2) fazę przekształcania wydmy, wytworzonych w okresie poprzednim, przy udziale wiatrów południowo-zachodnich oraz (3) współczesną fazę niszczenia wydmy. Fazy te przedzielone były okresami stabilizacji, kiedy to, dzięki rozwojowi pokrywy roślinnej, następowało utrwalanie wydmy.

W 1956 roku rozpoczęto w Witowie badania paleobotaniczne. Celem ich było określenie wieku osadów organogenicznych sąsiadujących z wydumą, a co za tym idzie datowanie warstw archeologicznych. M. Reymanówna zajmowała się oznaczaniem drewna, K. Szczepanek analizą pyłkową, a K. Wasylińska badaniem szczątków makroskopowych głównie z okresu holocenu. Studia nad subfossylnymi szyszkami sosny prowadził J. Staszewicz (1961).

Najważniejszym wynikiem badań palynologicznych Szczepanka było stwierdzenie, że osady organogeniczne podścielające starszą wydumą w Witowie pochodzą ze schyłku najstarszego dryasu i z okresu Bøllingu (fig. 29). Ponieważ węgle z warstwy z zespołem witowskim oddzielającej od siebie dwie serie piasku wydmy datowane zostały przy pomocy C^{14} na schyłek Allerødu, można było stratygrafię wydmy ustalić z dużym prawdopodobieństwem następująco:

(1) warstwa organogeniczna znajdująca się w spągu starszej wydmy pochodzi z okresu Bøllingu,

- (2) starsza wydma powstała w starszym dryasie,
- (3) warstwa kulturowa z zespołem witowskim pochodzi ze schyłku Allerødu,
- (4) młodsza wydma powstała w młodszy dryasie (Chmielewska, Chmielewski 1960).

Próba ściślejszego powiązania poziomów stratygraficznych stwierdzonych w profilu wydmy z diagramem pyłkowym, który by obejmował cały późny glacjał nie dała pomyślnych rezultatów. Dlatego też w 1959 roku ponownie zostały zebrane przez autorkę w kilku punktach na wydmy materiały do badań palynologicznych i do analizy makroskopowej, których wyniki są treścią tej rozprawy. W dotychczasowym opracowaniu uwzględniono jedynie okres schyłku ostatniego zlodowacenia; historia roślinności w holocenie będzie tematem osobnych badań.

Praca została wykonana w Instytucie Botaniki Polskiej Akademii Nauk pod kierunkiem prof. dr W. Szafera i prof. dr A. Środonia, którym pragnę wyrazić wdzięczność za czuwanie nad przebiegiem pracy. Prof. dr J. Jentys-Szaferowej, mgr M. Białobrzskiej i mgr J. Truchanowiczównie dziękuję za pomoc przy oznaczaniu brzoź, a dr K. Szczepankowi za udostępnienie mi niepublikowanych wyników swoich badań w Witowie. Szczególną wdzięczność winna jestem dr M. Chmielewskiej i dr W. Chmielewskiemu za ofiarną pomoc w pracach terenowych, za pozwolenie wykorzystania ich obserwacji dotyczących struktury wydmy oraz za udostępnienie rysunków profilów geologicznych z Witowa. Pragnę podziękować także dr J. Iversenowi i dr J. Troels-Smith'owi z Kopenhagi za cenne uwagi wyrażone w czasie dyskusji nad diagramami pyłkowymi z Witowa. Dr M. Reymanównie dziękuję za oznaczenie drewn, prof. dr B. Szafranowi za oznaczenie mchów oraz inż. H. Tauberowi z Kopenhagi za datowanie próbek z Witowa przy pomocy C¹⁴. Mgr S. Łuczce dziękuję za wykonanie fotografii szczątków makroskopowych, a panu J. Mamakowi za wykonanie większości rysunków.

ROŚLINNOŚĆ PÓŹNEGO GLACJAŁU W WITOWIE KOŁO ŁĘCZYCY

OPIS TERENU

Wieś Witów, w której sąsiedztwie prowadzone były badania, położona jest w powiecie łęczyckim, w północnej części województwa łódzkiego (52° szer. geogr. półn., 19°31' długości geogr. wschodniej). Jest to płaski teren rozciągający się na północ od Wyżyny Łódzkiej i zaliczany już do pradoliny Warszawsko-Berlińskiej. Dnem pradoliny płynie na zachód

ku Warcie Ner, a na wschód ku Wiśle Bzura. Witów leży w dorzeczu Bzury, w odległości kilku km na południe od dna pradoliny. Dno pradoliny leży przeciętnie około 100 m n.p.m., najwyższy punkt, Góra Św. Małgorzaty koło Łęczycy, wznosi się do wysokości 136 m n.p.m. Cały omawiany obszar położony jest w obrębie zlodowacenia środkowo-polskiego (fig. 1).

Terenem badań była wydma rozciągająca się łukiem około czterokilometrowej długości pomiędzy wioskami Witów i Kwilno (fig. 2). Łuk wydmy otwarty jest w kierunku północno-zachodnim, gdzie na dawnym terenie deflacyjnym znajdują się dzisiaj podmokłe łąki. Od południowego-wschodu wydmy sąsiaduje z zarastającym jeziorem o zatorfionych brzegach, zwanym „Silne Błoto”. Zbiornik ten jest odwadniany w kierunku północno-

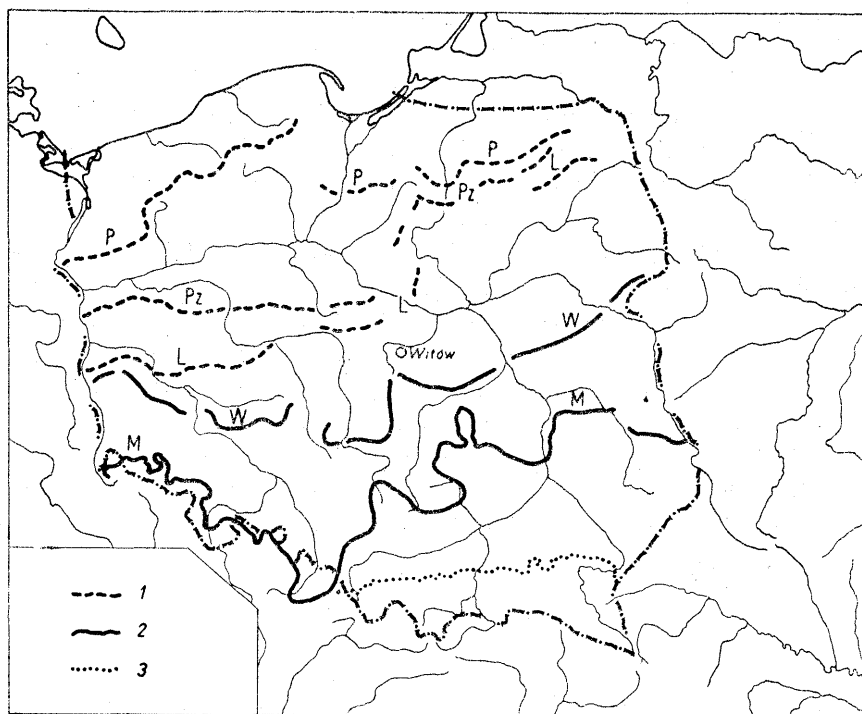


Fig. 1. Zasięgi zlodowaceń w Polsce (według R. Galona i L. Roszkówny 1961)

1. moreny zlodowacenia bałtyckiego (Würm): L — stadium leszczyńskie (brandenburskie); Pz — stadium poznańskie (frankfurckie); P — stadium pomorskie; 2. moreny zlodowacenia środkowopolskiego (Riss): W — stadium Warty; M — maksymalny zasięg zlodowacenia; 3. maksymalny zasięg zlodowacenia krakowskiego (Mindel)

Extents of glaciations in Poland

1. moraines of the Baltic glaciation (Würm): L — Leszno (Brandenburg) stage; Pz — Poznań (Frankfurt) stage; P — Pomeranian stage; 2. moraines of the Middle-Polish glaciation (Riss): W — Warta stage; M — maximum range of the glaciation; 3. maximum range of the Cracow glaciation (Mindel)

-wschodnim przez strugę Malinki, która poprzez rzeczkę Malinę uchodzi do Moszczenicy. Torfowisko położone na obrzeżeniu istniejącego dzisiaj jeziora było, począwszy od schyłku XIX w., terenem eksploatacji torfu, szczególnie intensywnie prowadzonej w czasie drugiej wojny światowej. Torfowisko położone jest na wysokości 115 m n.p.m. natomiast sąsiadujące z nim wydmy wznoszą się do wysokości 120 m n.p.m. Wydma porośnięta jest w znacznej części sadzonym lasem sosnowym (fot. 1, 2).

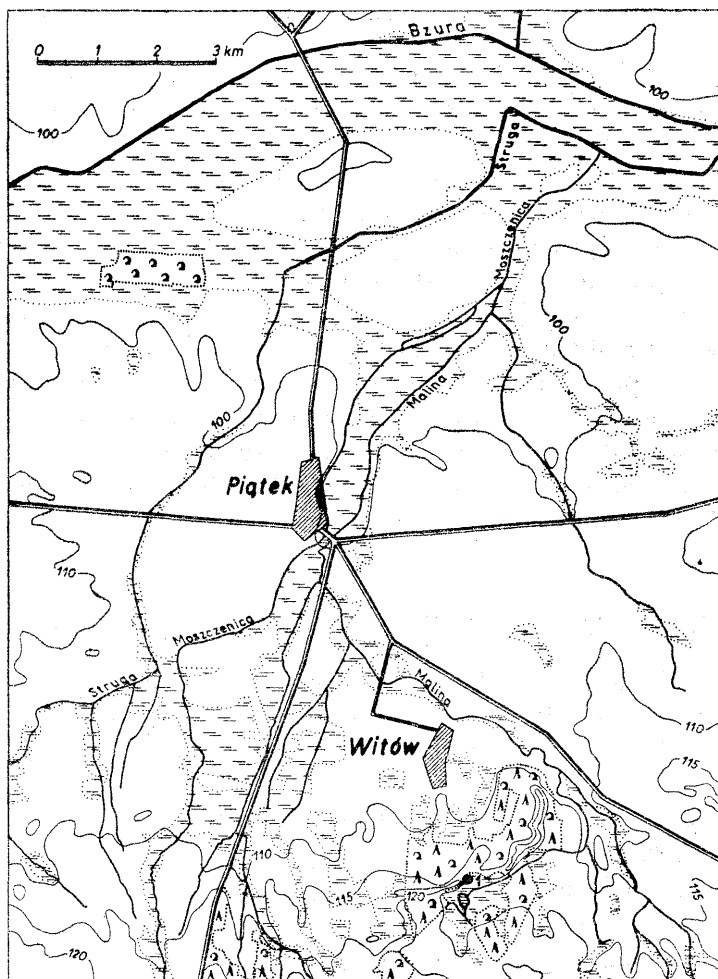


Fig. 2. Położenie wydmy w Witowie

1. odkrywka zachodnia

Position of the dune at Witów

1. western exposure

Najważniejsze dane meteorologiczne dla okolic Witowa przedstawiają się następująco: średnia temperatura lipca wynosi $17,5^{\circ}$ — $18,0^{\circ}$ C, średnia temperatura stycznia 2 — $2,5^{\circ}$ C, średnia temperatura roczna 7 — $7,5^{\circ}$ C, roczna suma opadów wynosi około 500 mm (Kostrowicki 1961).

METODA PRACY

Zbieranie materiału

Pierwotnym założeniem pracy było w pierwszym rzędzie datowanie faz wydymotwórczych i warstw kulturowych. Dlatego też czynnikiem decydującym o wyborze miejsca, z którego miano pobrać materiał do badań paleobotanicznych była konieczność ścisłego powiązania stratygraficznego osadów pochodzenia organogenicznego z poziomami piasku wydymowego. Cel ten został osiągnięty najpełniej w odkrywce zachodniej, z której pochodzą diagramy pyłkowe I i II. Usytuowanie wykopów, które dostarczyły materiałów do analizy pyłkowej, badań makroskopowych i do datowania węglem radioaktywnym przedstawia fig. 3.

Wszystkie próbki zebrane zostały z odkrywek; materiał do analizy pyłkowej pobierano do szklanych fiolek, próbki do badań makroskopowych i na C^{14} zebrano do worków plastikowych. Kierowano się zasadą posiadania materiału z każdej wyróżnionej warstwy, dlatego też pobierano próbki w niejednakowych odstępach wynoszących od 1 do 5 cm.

Przygotowanie materiału do analizy pyłkowej i makroskopowej

Próbki do analizy pyłkowej przygotowano w sposób następujący:

- (1) gotowanie w 10% roztworze KOH przez 5 minut.
- (2) oddzielenie piasku przez kilkakrotne płukanie w wodzie destylowanej,
- (3) zadanie HCl (o ile materiał zawierał $CaCO_3$),
- (4) acetoliza
- (5) ogrzewanie przez 1 min. w 10% KOH,
- (6) zalanie czystą gliceryną,
- (7) barwienie fuksyną zasadową.

Część próbek nie była barwiona, wtedy pomijano ogrzewanie w KOH przed umieszczeniem materiału w glicerynie.

W profilu I (fig. 26) były liczone z każdego poziomu wszystkie sporomorfy przeciętnie do 800 ziarn pyłku drzew, w pozostałych profilach do około 400 ziarn pyłku drzew.

Próbki przeznaczone do badań makroskopowych gotowano krótko w wodzie z dodatkiem sody, poczem szlamowano je na sicie o średnicy oczek równej 0,5 mm. Wydobyte owoce, nasiona i szczątki części wegetatywnych przechowywano w mieszaninie gliceryny z wodą i alkoholem (1 : 1 : 1) z dodatkiem tymolu.

Przy oznaczaniu opierano się przede wszystkim na porównywaniu cech morfologicznych, rzadziej anatomicznych, u okazów kopalnych z materiałem współczesnym. Do oznaczania owoców brzoź zastosowano metodę biometryczną linii kształtu i wielkości. Metodą statystyczną posłużono się również przy wyróżnianiu pyłku różnych gatunków brzoź. Opis postępowania w obu przypadkach podany jest w odpowiednich ustępach.

Graficzne przedstawienie wyników

Wyniki analizy pyłkowej i analizy makroskopowej zostały zestawione w tabelach XXVI—XXXIII, które podają bezwzględne ilości oznaczonych form. Ich graficznym przedstawieniem są wykresy podzielone na cztery części. Części A, B i C tworzą totalny diagram pyłkowy, część D ilustruje wyniki analizy makroskopowej.

We wszystkich diagramach pyłkowych procenty ziarn pyłku i spor obliczone są w stosunku do sumy drzew, krzewów i roślin zielnych (AP + NAP) z wyjątkiem: roślin wodnych, błotnych, *Botrychium*, *Equisetum*, *Juniperus*, *Lycopodium*, *Polypodiaceae*, *Pteridium*, *Sphagnum*, Varia i sporomorf występujących na wtórnym złożu. Procenty form wyłączonych z sumy ogólnej są obliczone w diagramach z Witowa w stosunku do sumy ogólnej łącznie z ilością ziarn danej formy, w pozostałych w stosunku do sumy AP + NAP.

Suma drzew i krzewów (Σ AP) obejmuje: *Pinus*, *Betula*, *Salix*, *Populus* i *Hippophaë*. Do ziarn pyłku występujących w późnym glacialu na wtórnym złożu zaliczono: *Abies*, *Acer*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus*, *Ilex*, *Loranthaceae*, *Picea*, *Pinus* t. *haploxylon*, *Quercus*, *Tilia*, *Tsuga* i *Ulmus*. Nie włączono do sumy ogólnej ziarn pyłku *Juniperus*, ponieważ tylko część ich została zidentyfikowana.

Odcinki A i B diagramów pyłkowych obejmują krzywe roślin włączonych do sumy AP + NAP, natomiast w części C podano krzywe form, które nie wchodzi w skład tej sumy. W części D przedstawiono ilość owoców lub nasion (względnie innych szczątków makroskopowych) w próbkach o określonej objętości.

Wykresy wielkości ziarn pyłku brzoź oraz linie kształtu owoców brzoź zostaną omówione oddzielnie (str. 289).

Przy opisie osadów zastosowano z pewnym uproszczeniem system opracowany przez Troels-Smith'a (1955), który polega na podaniu dla każdego osadu: (1) jego własności fizycznych, (2) stopnia zhumifikowania i (3) wzajemnego stosunku pomiędzy składnikami osadu. Posłużono się także podaną przez tego autora symboliką i sygnaturą osadów. W kolumnie osadu większe zagęszczenie danej sygnatury oznacza większy udział danego składnika w osadzie, natomiast wzrastająca grubość kreski, którą zaznaczono daną sygnaturę, oznacza wzrastający stopień zhumifikowania odpowiedniego składnika osadu. Objasnienia symboli: Th^0 — *Turfa herbacea* — współczesne korzenie roślin zielnych; Th^1 — słabo rozłożone korzenie roślin zielnych; Th^2 — silniej rozłożone korzenie roślin zielnych; Tb^1 — *Turfa bryophytica* — słabo rozłożony torf mszysty; Tb^2 — silniej rozłożony torf mszysty; Dh — *Detritus herbosus* — szczątki roślin zielnych > 2 mm; Dl — *Detritus lignosus* — zdrewniałe szczątki roślinne > 2 mm; Dg — *Detritus granosus* — szczątki roślin i zwierząt o wymiarach 0,1–2 mm; Ld^2 — *Limus humoso-detrituosus* — średnio rozłożone mikroorganizmy i szczątki roślin wyższych $< 0,1$ mm (gytia z domieszką substancji humusowych); Lc — *Limus calcareus* — węglan wapnia w postaci niezeskalonej; Sh — *Substantia humosa* — substancje humusowe; As — *Argilla steatodes* — ziarna mineralne $< 0,002$ mm (il); Ag — *Argilla granosa* — ziarna mineralne 0,06–0,002 mm (muł); Ga — *Grana arenosa* — ziarna mineralne 0,06–0,6 mm (piasek); Gs — *Grana saburralia* — ziarna mineralne 0,6–2 mm (piasek); Gg — *Grana glareosa* — ziarna mineralne 2–20 mm (żwir); *anth.* — *anthrax* — węgle drzewne.

OPIS PROFILÓW GEOLOGICZNYCH

We wszystkich profilach głębokość podana jest w stosunku do punktu stałego oznaczonego „0”. Punkt ten położony jest na wysokości 115 m n.p.m., która odpowiada przeciętnemu stanowi wody w jeziorze. Przy każdym profilu podano jego położenie na planie wydmy (fig. 3).

Odkrywka zachodnia, 263–265 g² — m³, przecina wydmy poprzecznie w kierunku północ — południe na przestrzeni 34 m od brzegu torfowiska w głąb wydmy. Zebrano z niej materiał do analizy pyłkowej i do badań makroskopowych w punktach I i II, w spagu profilu II pobrano ponadto próbki do datowania przy pomocy C¹⁴. W sąsiedztwie odkrywki zachodniej wykonano wiercenie, które sięgnęło do głębokości 1625 cm poniżej 0. Dokładny opis osadów w tych trzech punktach podany jest oddzielnie (profile I, II, IV). Schematyczny profil południowej części odkrywki zachodniej przedstawia fig. 4 (pór. także fot. 3–7).

W odkrywce zachodniej zostały odsłonięte dwa poziomy skośnie warstwowanego piasku, przedzielone w części południowej 20 cm warstwą materiału organogenicznego (gytii i torfu), a w części północnej warstewką białego piasku z węgielkami drzewnymi (fot. 5—7). Dolny poziom piasku, tzw. starsza wydma, o miąższości około 2,5 m, stwierdzony w szybiku II, zanika w kierunku południowym i w szybiku I już nie występuje. Górny

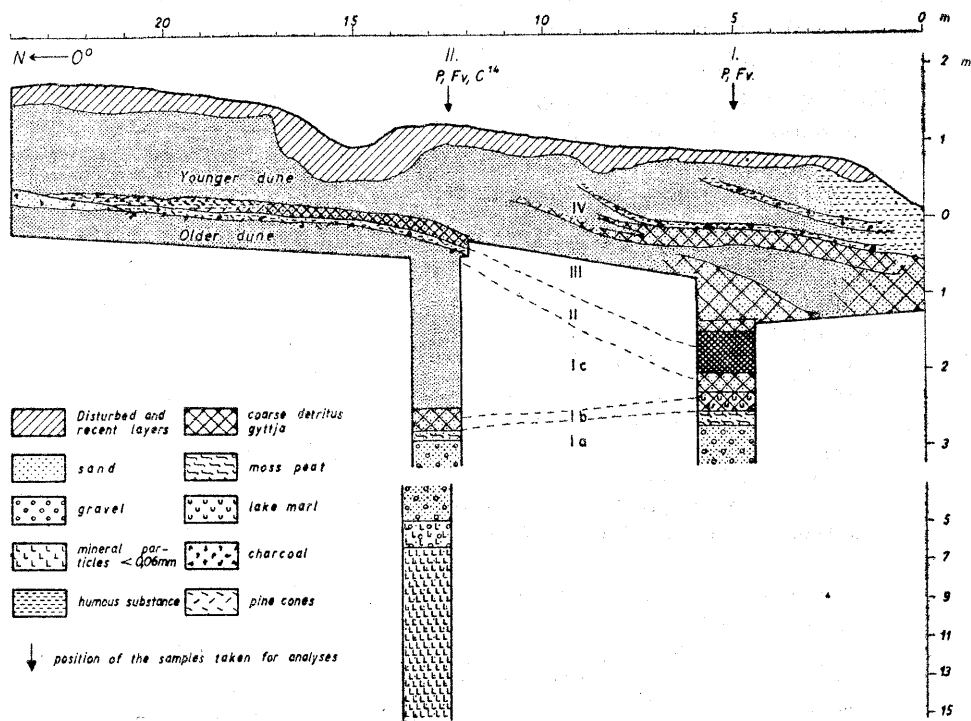


Fig. 4. Witów. Odkrywka zachodnia. Schemat przekroju poprzecznego wydmy (według M. Chmielewskiej 1961, uproszczone)

I, II — szybiki z których wykonano analizę pyłkową (P), analizę szczątków makroskopowych (Fv) i analizę na zawartość węgla radioaktywnego (C^{14}). Liniami przerywanymi połączono osady tego samego wieku w obu szybikach

Witów. Western exposure. Schematic cross-section of the dune (according to M. Chmielewska 1961, simplified)

I, II — pits from which pollen analysis (P), analysis of macroscopic plant remains (Fv), and analysis of radio-carbon content (C^{14}) has been done. The dashed lines join the sediments of the same age in two pits

poziom skośnie warstwowanego piasku wydmowego, tzw. młodsza wydma, został odsłonięty w całym wykopie. W części wykopu położonej na południe od szybika II występują w obrębie tego piasku ukośne smugi zawierające większą domieszkę gytyi (fot. 4). Im bliżej brzegu torfowiska

tym większa jest ilość gytii w piasku wydmy, smugi stają się szersze i w końcu zlewają się ze sobą. Piasek młodszej wydmy ma barwę jasną, żółtawobrunatną, smugi z większą domieszką gytii odznaczają się zabarwieniem ciemniejszym. Młodsza wydma nakryta jest poziomem białoszarego piasku, w którym ukośnie przebiegają warstwy o barwie ciemniejszej, szaroczarnej. Dwie z tych warstw zostały zaznaczone na schematycznym profilu (fig. 4): dolna warstwa mezolityczna i górna neolityczna (fot. 3). W kierunku północnym warstwy te stają się coraz jaśniejsze i stopniowo zanikają.

Piaszczysty torf, który tworzy spąg serii organogenicznej oddzielającej wydmy starszą od wydmy młodszej (fot. 6, 7), przechodzi w północnej części wykopu w poziom białego piasku z węglami drzewnymi (fot. 5). Gytia piaszczysta, która występuje ponad tym torfem, przykrywa także na krótkim odcinku poziom białego piasku, po czym w kierunku północnym zanika.

Profil I, 263 k³

- 93—77 cm powyżej 0 — gleba współczesna i warstwa zaburzona przez wykopy,
- 77—70 cm — białawy piasek z szarymi smugami, ślady węgla drzewnych, współczesne korzenie roślin zielnych, *Ga* 4, *Gs* +, *Th*⁰ +, [*anth.* +],
- 70—61 cm — szarobiały piasek ze zmienną domieszką substancji humusowych, współczesne korzenie roślin zielnych, *Ga* 3, *Sh* 1, *Th*⁰ +, *Gs* (+), [*anth.* +],
- 61—45 cm — szarobiały piasek z bardzo małą domieszką substancji humusowych i ze śladami węgla drzewnych *Ga* 4, *Gs* +, *Th*⁰ +, *Sh* (+), [*anth.* +],
- 45—40 cm — szaroczarny piasek z dużą domieszką węgla drzewnych i substancji humusowych, przerośnięty współczesnymi korzeniami roślin zielnych. Warstwa neolityczna. *Ga* 2,5, *Sh* 1,5, *Th*⁰ +, *Gs* +, [*anth.* 1],
- 40—8 cm — szarawy piasek z ciemnymi szaroczarnymi smugami z większą domieszką substancji humusowych i węgla drzewnych, współczesne korzenie roślin zielnych, *Ga* 3, *Sh* 1, *Th*⁰ +, *Gs* (+), [*anth.* 0,5],
- 8—4 cm — szarobrunatny piasek z odcieniem żółtawozielonkawym z dużą domieszką substancji humusowych, *Ga* 2, *Sh* 2, *Th*¹ +,
- od 4 cm powyżej 0 do 3 cm poniżej 0 — szarawobiały piasek z małą domieszką substancji humusowych, *Ga* 4, *Sh* +,
- 3—13 cm — piasek o zabarwieniu od szarobiałego do brunatnoczarnego ze zmienną domieszką substancji humusowych i małą domieszką węgla drzewnych, *Ga* 4, *Sh* ++, *Th*¹ +, [*anth.* +],
- 13—17 cm — czarnobrunatna substancja humusowa z domieszką piasku i dużą ilością węgla drzewnych; warstwa mezolityczna (zabytki tardenuskie). Jest to najwyższa warstwa zbadana analizą pyłkową w diagramie I, *Sh* 3, *Ga* 1, *Th*¹ +, [*anth.* 1],
- 17—24 cm — piasek z dużą ilością gytii grubodetrytusowej, dość dużo pyłu węglowego, kawałki drewna niezwęglonego, bardzo dużo nasion *Typha* cf. *latifolia*, dużo *Pediastrum*. Barwa ciemnobrunatna z odcieniem czerwonym, *Ga* 2, *Ld*² 2, *Th*¹ +, *Dg* +, *DI* +, *Dh* +, [*anth.* +],
- 24—29 cm — piasek żółtobrunatny z domieszką gytii grubodetrytusowej, utwór bardzo niejednorodny, faliście smugowany; pionowe pędy bylin, rzadko korzenie

- zdrewniałe, dużo *Pediastrum*, nasiona *Typha* cf. *latifolia*, *Ga* 4, *Ld*² +, *Th*¹ + *Gs* (+),
- 29—38 cm — szarobrunatny piasek nieregularnie warstwowany ze zmienną domieszką gytii grubodetrytusowej, bardzo nikłe ślady węgla drzewnych, pionowe pędy bylin, rzadko korzenie drzew, dużo *Pediastrum*, dużo detrytus roślinnego, *Ga* 2, *Ld*² 2, *Th*¹ +, *Dg* +, *Dh* +,
- 38—83 cm — jasny żółtobrunatny piasek drobno i średnioziarnisty, skośnie warstwowany, z domieszką gytii grubodetrytusowej. Pionowe pędy bylin, rzadko korzenie zdrewniałe, dużo *Pediastrum*. Skośnie przebiegają warstewki z większą domieszką gytii. Jest to górna część piasku młodszej wydmy, *Ga* 4, *Ld*² +, *Th*¹ +, *Dg* +, *Dh* +,
- 83—133 cm — szarawożółty, skośnie warstwowany średnio i drobnoziarnisty piasek z domieszką gytii grubodetrytusowej; poziom niejednorodny, na przemian leżą warstewki z większą i mniejszą ilością gytii; pionowe pędy bylin, dużo *Pediastrum*, dość dużo drobnego detrytus roślinnego, kawałki drewna, ślady węgla drzewnych, pojedyncze gałązki mchów. Jest to dolna część piasku młodszej wydmy. *Ga* 4 (3), *Ld*² + (1), *Dg* +, *Dh* +, *Th*¹ +, [*anth.* (+)],
- 133—152 cm — grubodetrytusowa gytia jasnobrunatna o odcieniu czerwonym z dużą domieszką piasku; poziome warstewki piasku o miąższości 2—20 mm; ilość piasku ku dołowi maleje; warstwa przerośnięta pionowymi korzeniami roślin zielnych; dość dużo pyłu węglowego, dużo *Pediastrum*, *Ld*² 2, *Ga* 2, *Th*¹ +, *Dg* +, *Dh* +, *DI* +, *Gs* +, [*anth.* +],
- 152—178 cm — żółtawobrunatna gytia grubodetrytusowa z małą domieszką piasku; przy wysychaniu kurczy się i pęka; przerośnięta licznymi korzeniami roślin zielnych, ku dołowi zmniejsza się ilość piasku; ślady węgla drzewnych, dużo *Pediastrum*, *Ld*² 4, *Th*¹ +, *Ga* +, *Dh* +, *Dg* ++, [*anth.* (+)],
- 178—205 cm — gytia żółtobrunatna z odcieniem zielonkawym z bardzo niewielką domieszką ilu; elastyczna, dzieli się poziomo na drobne blaszki, na powietrzu ciemnieje, przy wysychaniu silnie się kurczy i pęka; mało węgla drzewnych, mało *Pediastrum*, bardzo dużo *Scenedesmus*, dość dużo detrytus roślinnego i większych fragmentów roślin wodnych i lądowych; warstwa przerośnięta drobnymi korzeniami roślin zielnych, *Ld*² 4, *Th*¹ +, *Dh* +, *Dg* +,
- 205—230 cm — żółtawobrunatna, silnie piaszczysta gytia grubodetrytusowa z większymi fragmentami roślin wodnych i lądowych, z białawymi warstewkami piasku, przerośnięta korzeniami roślin zielnych; dużo mchów, dużo *Scenedesmus* w górnej części, w dole więcej *Pediastrum*; ilość piasku wzrasta ku dołowi, w spągu domieszka CaCO_3 . Poziom o charakterze przejściowym, *Ld*² 3 (2), *Ga* 1 (2), *Th*¹ +, *Dh* ++, *Dg* +, *Tb*¹ +, *Lc* (+),
- 230—254 cm — szarobrunatna, silnie piaszczysta gytia wapienna (kreda jeziorna), bardzo dużo drobnego detrytus roślinnego i większych fragmentów roślin wodnych i lądowych, mało mchów, mało *Pediastrum*. W górnej części nieco więcej piasku. Widoczne drobne warstewki z większą ilością CaCO_3 i z większą ilością piasku, *Ld*² 2, *Lc* 1, *Ga* 1, *Dg* +, *Dh* +, *Th*¹ +,
- 254—261 cm — drobnoziarnisty piasek barwy szarobrunatnej z odcieniem zielonkawym z domieszką gytii grubodetrytusowej i większych fragmentów roślin; bardzo dużo *Pediastrum*, dość dużo mchów; poziom przerośnięty korzeniami roślin zielnych; bardzo mała domieszka CaCO_3 , ku dołowi zwiększa się ilość piasku, *Ga* 3, *Ld*² 1, *Th*¹ +, *Dh* ++, *Dg* ++, *Tb*¹ +,
- 261—263 cm — żółtawobrunatny torf mszysty z bardzo dużą ilością piasku, przero-

- śnięty korzeniami roślin zielnych; dużo *Pediastrum*, *Ga* 2, *Tb*¹ 1, *Sh* 1, *Th*¹ +, *Dh* +, *Gs* (+),
- 263—265 cm — białawoszary piasek gruboziarnisty z małą ilością szczątków roślinnych, przerośnięty korzeniami roślin zielnych; mało *Pediastrum*; poziom o przebiegu falistym, *Ga* 4, *Sh* +, *Th*¹ +, *Gs* +,
- 265—273 cm — torf msztytu barwy szarobrunatnej z odcieniem czerwawym, silnie zapiaszczony, z nieregularnymi wkładkami piasku. Bardzo dużo detrytus roślinnego i większych fragmentów roślin wodnych i lądowych, bardzo mało *Pediastrum*; zdrewniałe drobne gałązki drzew lub krzewów liściastych; warstwa przerośnięta drobnymi korzeniami roślin zielnych, *Tb*¹ 2, *Ga* 2, *Sh* +, *Th*¹ +, *Dl* +, *Dh* +, poniżej 273 cm — piasek z pojedynczymi żwirikami i grudkami materiału organogenicznego, *Ga* 4, *Gg* +, *Sh* (+).

Profil II, 263 b³ — c³

- 125—35 cm powyżej 0 — gleba współczesna i poziom zaburzony przez wkopy,
- 35—12 cm — żółtawy piasek skośnie warstwowany. W kierunku południowym przechodzi w skośnie warstwowany piasek z domieszką gytii, który występuje w profilu I na głębokości 38—133 cm poniżej 0. W spągu piasek warstwowany poziomo,
- 12—1,5 cm — silnie piaszczysta gytia z poziomymi warstewkami piasku. Dużo drobnego detrytus roślinnego i większych szczątków roślin wodnych i lądowych. Dość dużo gałązek mchów, dużo *Pediastrum*, ślady węgla drzewnych, *Ld*² 2, *Ga* 2, *Dh* +, *Th*¹ +, *Tb*¹ +, [*anth.* +],
- od 1,5 cm powyżej 0 do 6 cm poniżej 0 — czerwawobrunatna gytia z małą domieszką piasku, dużo detrytus roślinnego i większych szczątków roślin wodnych i lądowych; warstwa przerośnięta drobnymi korzonkami roślin zielnych; trochę mchów, węgla drzewnych, drewn, liczne szyszki *Pinus silvestris*, dość dużo *Pediastrum*, *Ld*² 4, *Ga* +, *Dh* +, *Dl* +, *Th*¹ +, [*anth.* ++],
- 6—11 cm — szarobrunatny torf piaszczysty z dużą domieszką gytii; dużo detrytus roślinnego i większych fragmentów roślin wodnych i lądowych, szpilki i szyszki *Pinus silvestris*, dość dużo węgla drzewnych, mało mchów, mało *Pediastrum*; warstwa przerośnięta drobnymi korzonkami roślin zielnych, *Ld*² 2, *Th*¹ 1, *Ga* 1, *Dh* ++, *Dl* +, [*anth.* ++],
- 11—250 cm — żółtawobrunatny, skośnie warstwowany piasek starszej wydmy z bardzo małą domieszką substancji humusowych i detrytus roślinnego. W stropie węgle drzewne i szyszki *Pinus silvestris*, *Ga* 4, *Sh* (+), *Dh* (+), *Dl* (+), [*anth.* (+)],
- 250—260 cm — bardzo silnie piaszczysta gytia z warstewkami piasku o miąższości od 1 do kilkunastu mm. Barwa jasnobrunatna z odcieniem żółtawoczerwawym. Trochę detrytus roślinnego i większych fragmentów roślin, *Ga* 3, *Ld*² 1, *Dg* (+), *Dh* (+), *Th*¹ (+),
- 260—265 cm — gytia jasnobrunatna o odcieniu żółtoczerwawym, z dość dużą domieszką piasku i z drobnymi warstewkami piasku. Trochę detrytus roślinnego, *Ga* 1,5, *Ld*² 2,5, *Dg* +, *Dh* +,
- 265—276 cm — gytia piaszczysta, wyraźnie warstwowana, barwy jasnobrunatnej z odcieniem czerwawym. Dużo drobnego detrytus roślinnego i większych fragmentów roślin głównie wodnych. Detrytus złożony przede wszystkim z fragmentów liści *Ceratophyllum* sp. Osad przerośnięty drobnymi korzonkami roślin zielnych, *Ld*² 3, *Ga* 1, *Dg* +, *Dh* ++, *Dl* (+), *Gs* (+), *Th*¹ +,
- 276—280,5 cm — żółtawobrunatny piasek z odcieniem zielonkawym z domieszką gytii, trochę drobnego detrytus roślinnego, dość dużo większych fragmentów roślin

głównie wodnych, pojedyncze zdrewniałe gałązki i fragmenty drewna, *Ga* 2, *Ld*² 2, *Th*¹ +, *Dh* ++, *Dl*(+), *Dg* +,

280,5—285 cm — torf mszysty z dużą domieszką piasku, barwy jasnobrunatnej z odcieniem czerwonym. Gałązki mchów (głównie *Campylium polygamum* var. *stagnatum*) układają się w cienie połańdowane warstewki poprzedzielane smugami piasku. Dość dużo drobnego detrytus roślinny, dużo większych fragmentów roślin wodnych i lądowych, pojedyncze zdrewniałe drobne gałązki między innymi *Salix* sp., *Tb*² 3, *Ga* 1, *Th*¹ +, *Dl*(+), *Sh* +, *Dh* ++,

285—287 cm — szarobiały piasek o odcieniu żółtawym ze zmienną domieszką substancji humusowych. Trochę drobnego detrytus roślinny i większych fragmentów roślin, zdrewniałe gałązki; poziom przerośnięty drobnymi korzonkami roślin zielnych, *Ga* 4, *Tb*² +, *Th*² +, *Dh* +, *Dl*(+), *Sh* +,

287—290 cm — torf mszysty barwy jasnobrunatnej z odcieniem czerwonym z domieszką piasku; drobne warstewki mchu przedzielone warstewkami piasku; bardzo dużo drobnego detrytus roślinny i większych fragmentów roślin, pojedyncze zdrewniałe gałązki, *Tb*² 2, *Ga* 1, *Sh* 1, *Dl* +, *Th*² ++, *Dh* +,

poniżej 290 cm — białawoszary piasek z bardzo małą domieszką substancji humusowych i detrytus roślinny; piasek o nieco grubszym ziarnie niż w warstwie nadległej, *Ga* 4, *Sh*(+), *Dh*(+).

Wiercenie VI, 258 c³, zostało wykonane w sąsiedztwie wykopu zachodniego. Opis osadów z wiercenia rozpoczyna się od warstwy piasku podścielającej poziomy torfu mszystego odsłonięte w spągu szybków I i II.

290—565 cm — białawoszary piasek, w górze zawiera grudki materiału organogenicznego i pojedyncze żwirki. Ilość żwiru i jego wielkość rośnie ku dołowi. Na głębokości 565 cm znaleziono kamyk o wymiarach 7 × 4 cm, *Ga* 2, *Gs* 2, *Gg* +,

565—595 cm — sinoniebieski muł z dużą domieszką piasku średnio i gruboziarnistego oraz iłu, (*Ag* > *As*) 3, *Ga* 1, *Gs* +, *Gg* +,

595—615 cm — szarawy piasek bardzo gruboziarnisty z dużą ilością żwirku i żwiru, *Ga* 2, *Gg* 2, *Ga*(+), *Ag*(+),

615—695 cm — niebieskoszary muł z małą domieszką piasku drobno i gruboziarnistego, żwirku oraz iłu, *Ag* 4, *As* +, *Ga* +, *Gs* +, *Gg* +,

695—745 cm — szarobrunatny il z bardzo małą domieszką piasku. Osad w stanie wilgotnym plastyczny, zbity, *As* 3, *Ag* 1, *Ga*(+), *Gs*(+), *Gg*(+),

745—835 cm — szarobrunatny muł z domieszką piasku, żwiru i głazików, osad mało plastyczny, *Ag* 3,5, *Ga* 0,5, *Gs*(+), *Gg*(+),

835—1625 cm — muł ilasty z małą domieszką piasku i żwiru, barwa szarobrunatna z odcieniem zielonkawym. Osad plastyczny, zbity, ciężki, (*Ag* > *As*) 3, *Ga* 1, *Gs*(+), *Gg*(+).

Profil III, 60 r. Poniżej skośnie warstwowanego piasku starszej wydmy odsłonięto:

128—132 cm poniżej 0 — piasek drobno i średnioziarnisty z małą domieszką gytii, *Ga* 4, *Ld*²(+),

132—138 cm — warstwowana gytia piaszczysta, *Ld*² 3, *Ga* 1,

138—140 cm — piasek drobnoziarnisty z bardzo małą domieszką substancji organicznej, *Ga* 4, *Sh*(+),

140—151 cm — torf mszysty z dużą domieszką piasku i z warstewkami piasku, *Tb*¹ 2, *Ga* 2.

Profil IV, 1, f¹

- Od 12 cm powyżej 0 do 12 cm poniżej 0 — szaroczarny silnie rozłożony torf przerośnięty licznymi drobnymi korzonkami roślin zielnych; ślady węgla drzewnych, w górze nieco więcej piasku, *Sh* 3, *Ga* 0,5, *Th*¹ 0,5, [*anth.* (+)]
- 12—21 cm — czarnobrunatny torf z dużą ilością drobnego detrytusu roślinnego i małą domieszką gytii, przerośnięty korzonkami roślin zielnych, *Sh* 2, *Dg* 1, *Dh* 1, *Th*¹ +, *Ga* (+), *Ld*² (+),
- 21—35 cm — szarobrunatna gytia z dużą domieszką piasku, liczne kawałki drewna, zdrewniałe gałązki, pędy i korzonki roślin zielnych, kilka gałązek mchów, dużo *Scenedesmus*, *Ld*² 2, *Ga* 2, *Di* +, *Dh* +, *Th*¹ +, *Gs* (+),
- 35—55 cm — szarobrunatna gytia z domieszką piasku i z warstewkami piasku, kawałki drewna, węgle drzewne, szyszki *Pinus silvestris*, dużo *Scenedesmus*. Przerośnięta korzeniami roślin zielnych, *Ld*² 2, *Ga* 2, *Th*¹ ++, *Di* (+), *Dh* +, [*anth.* +],
- 55—60 cm — brunatno szary piasek z domieszką gytii, przerośnięty licznymi korzonkami roślin zielnych, *Ga* 2, *Th*¹ 1, *Ld*² 2, *Gs* (+),
- 60—70 cm — jasny, brunatnoszary piasek drobno i średnioziarnisty ze żwirkami (do 4 mm średnicy), drobne korzonki roślin zielnych i pędy bylin, gałązki mchów, *Ga* 4, *Gs* (+), *Gg* +, *Th*¹ +, *Tb*¹ (+),
- 70—75 cm — torf mszysty barwy jasnobrunatnej z odcieniem czerwonym, z małą domieszką piasku drobno i bardzo gruboziarnistego, *Tb*¹ 4, *Gs* (+), *Ga* (+),
- 75—85 cm — brunatnoszary torf mszysty z bardzo dużą domieszką piasku drobno i średnioziarnistego, pojedyncze żwirki. Dużo drobnego detrytusu roślinnego i większych fragmentów roślin wodnych i lądowych, korzonki i pędy roślin zielnych, *Ga* 3, *Tb*¹ 1, *Th*¹ +, *Dh* +, *Dg* +, *Gs* (+), *Gg* (+).

Profil V, 106 1^a—p^o (odkrywka wschodnia)

- 50—25 cm powyżej 0 — gleba współczesna i jasnoszary piasek z domieszką substancji humusowych,
- 25—0 cm — szaroczarny piasek drobnoziarnisty, z większą domieszką substancji humusowych i pyłu węglowego w części górnej,
- 0—25 cm poniżej 0 — brunatny piasek drobnoziarnisty z domieszką materiału organogenicznego,
- 25—40 cm — żółtawy piasek drobno i gruboziarnisty, poziomo warstwowany,
- 40—145 cm — silnie zaburzony piasek ze żwirem. Z warstwy dolnej przechodzą do tego poziomu smugi brunatnego piasku z domieszką materiału organogenicznego przebiegające w różnych kierunkach mniej lub więcej pionowo,
- 145—185 cm — brunatny piasek ze żwirem o średnicy do 2 cm, z domieszką materiału organogenicznego, trochę detrytusu roślinnego; miąższość warstwy zmienna, (*Ga*, *Gs*, *Gg*) 3, *Sh* 1, *Dh* +, *Ag* (+),
- 185—190 cm — niebieskawy piasek ze żwirem,
- 190—193 cm — wkładki torfu mszystego, *Tb*¹ 4,
- poniżej 193 cm — drobnoziarnisty piasek z tocząciami ilu.

OPIS OZNACZONYCH SZCZĄTKÓW ROŚLIN ORAZ UWAGI O WSPÓŁCZESNYCH ZASIĘGACH NIEKTÓRYCH GATUNKÓW

Informacje dotyczące rozmieszczenia w Polsce gatunków roślin wyższych podane są na podstawie następujących publikacji: Flora polska, Rośliny polskie (Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1955) i Conspectus Florae

Lodziensis (Mowszowicz 1961). Zestawienie wszystkich roślin stwierdzonych w poszczególnych okresach późnego glaciału z Witowa zawiera tablica XXV.

Algae

Botryococcus sp.: pojedynczo we wszystkich próbach.

Characeae: 129 oospor *Chara* sp. z Ia i 2 z Ib; 76 oospor *Nitella* sp. z Ia.

Pediastrum sp. div.: we wszystkich próbach, najczęściej *P. boryanum* (Turp.) Menegh.

Scenedesmus sp.: we wszystkich okresach.

Musci

Bryum sp.: Ia.

Caliergon stramineum Kindb.: Ia.

Campylium polygamum Bryhn. var. *stagnatum* (Wils.) C. J.: w dużej ilości w Ia-1.

Cratoneurum commutatum (Hedw.) Roth. var. *irrigatum* (Zetterst.) Mnk.: Ia.

Drepanocladus sp.: Ia.

Meesea longiseta Hedw.: Ia.

Scorpidium scorpioides (Hedw.) Limpr. f. *tenuis* Leiner: u schyłku Ia.

Sphagnum sp.: w małej ilości w Ia, Ic, IIa, IIb, III, IV.

Pteridophyta

Equisetaceae

Equisetum sp.: spory występują dość licznie we wszystkich okresach tworząc ciągłą krzywą, która najwyższe wartości osiąga w Ia i III.

Lycopodiaceae

Lycopodium sp.: 2 spory w Ia.

Ophioglossaceae

Botrychium sp.: pojedyncze spory w Ia, Ib, III.

Polypodiaceae

W całym późnym glaciału występują w postaci pojedynczych spor, większego znaczenia nabierają na początku holocenu (do 6,6%).

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn.: 1 spora w IV.

Selaginellaceae

Selaginella selaginoides (L.) Lk. (fot. 11, 12): pojedyncze mikrospory stwierdzone zostały we wszystkich okresach późnego glaciału, ciągłą krzywą tworzą one od schyłku Ia do schyłku IIa. Ponadto dwie makrospory znaleziono w Ia i jedną w IV.

Gymnospermae

Cupressaceae

Juniperus sp. (fot. 8—10): ziarna pyłku notowano we wszystkich okresach późnego glaciału, w największej ilości w III. Prawdopodobnie oznaczona została tylko część ziarn pyłku tego rodzaju. Pyłek jałowca jest często podawany z późnego glaciału, przy czym maksymalne wartości osiąga on zwykle przy przejściu od III do IV. Według van der Hammena (1952) wzniesienie się krzywej jałowca wskazuje na przesuwanie się polarnej granicy

lasu. Minimum zaznaczające się w niektórych diagramach w obrębie młodszego dryasu Iversen (1954) wiąże z minimum termicznym okresu. W Witowie natomiast z minimum klimatycznym młodszego dryasu związane są maksymalne wartości *Juniperus*.

Tsuga sp.: 4 ziarna pyłku w Ia, Ib i IIa; na wtórnym złożu.

Ephedraceae

Ephedra sp.: 20 ziarn pyłku stwierdzono w okresach Ia, Ib, Ic, IIa, III. Z tego 9 ziarn zaliczono do typu *E. fragilis* (Ia, Ib, III), a 4 ziarna do typu *E. distachya* (IIa, III). Ziarna zaliczone do typu *E. fragilis* mają 12 do 14 żeberk i proste bruzdy. Ziarna typu *E. distachya* mają około 6 żeberk i zygzakowate bruzdy.

Pinaceae

Abies sp.: oznaczono łącznie 9 ziarn pyłku z okresów Ia, Ic, II, III; na wtórnym złożu.

Picea sp.: pojedyncze ziarna pyłku znalezione zostały we wszystkich okresach; na wtórnym złożu.

Pinus t. *haploxylo*n: pojedyncze ziarna pyłku znaleziono w Ia, Ib, IIb, III; na wtórnym złożu.

Pinus silvestris L.: pyłek sosny występuje we wszystkich okresach w ilości 2,5% do 64%. Ponadto z okresu od połowy IIa do połowy III oznaczono liczne krótkopędy sosny z nasadami dwu szpilek, szpilki, 12 nasion bez skrzydełek, 3 fragmenty skrzydełek, szyszki i węgle drzewne. Szyszki sosny z Witowa były przedmiotem badań biometrycznych Staszkievicza (1961). Przypuszczalnie pyłek sosny w okresach Ia, Ib, Ic pochodzi głównie z dalekiego transportu (patrz str. 311).

Angiospermae

Aceraceae

Acer sp.: dwa ziarna pyłku w okresach Ic, III; na wtórnym złożu.

Alismataceae

Sagittaria cf. *sagittifolia* L.: z okresu Ib oznaczono 1 ziarno pyłku, z III i IV po jednym uszkodzonym nasieniu

Betulaceae

Alnus sp.: ze wszystkich okresów oznaczono pojedyncze ziarna pyłku, prawdopodobnie na wtórnym złożu. W jednej próbce z młodszego dryasu znaleziono dwa fragmenty gałązek lub korzeni.

Betula (por. str. 289).

Carpinus sp.: trzy ziarna pyłku w okresach Ib, Ic, III; na wtórnym złożu.

Corylus sp.: pojedyncze ziarna pyłku we wszystkich okresach z wyjątkiem Allerødu; na wtórnym złożu.

Boraginaceae

Symphitum typ: 1 ziarno pyłku z III.

Campanulaceae

Pojedyncze ziarno pyłku oznaczono z Ia i III.

Caprifoliaceae

Ilex sp.: 1 ziarno pyłku w Ib; na wtórnym złożu.

Caryophyllaceae

Pyłek tej rodziny występuje w małej ilości we wszystkich wyróżnionych okresach, nie przekracza jednak 1%. Mniej więcej ciągłą krzywą tworzy w młodszym dryasie, najrzadszy jest w sosnowej fazie Allerødu. Reprezentuje prawdopodobnie roślinność heliofilną, wydumową. Z Ia i III pochodzą trzy nasiona dokładniej nieoznaczone.

Gypsophilla cf. *acutifolia* Fisch. (fot. 15): oznaczono 1 nasienie z III. Jako materia porównawczy posłużyły nasiona gatunków występujących na terenie Polski: *Gypsophila altissima* L., *G. fastigiata* L., *G. muralis* L., *G. paniculata* Fisch., *G. repens* L. oraz gatunków podanych we „Florze polskiej” z ziem ościennych: *G. glomerata* Pall., *G. acutifolia* Fisch., *G. collina* Stev., *G. arenaria* W. K. Oznaczone nasienie wielkością zbliża się tylko do *G. repens*, *G. arenaria* i *G. acutifolia* (fot. 18—20). Od *G. repens* różni się wyraźnie kształtem brodawek, które u *G. repens* są wyższe i najczęściej na szczycie lekko rozszerzone. Nasiona *G. arenaria* i *G. acutifolia* są do siebie bardzo podobne. Drobna różnica można zaobserwować w kształcie brodawek: u *G. arenaria* podstawy brodawek są w zarysie okrągławe, u *G. acutifolia* wydłużone. Okaz kopalny kształtem brodawek zbliża się bardziej do *G. acutifolia*. Na podstawie jednego nasienia nie można zadecydować czy jest to *G. arenaria* czy *G. acutifolia*, tym bardziej, że według „Flory polskiej” pozycja systematyczna obu gatunków wymaga krytycznego opracowania. Tym niemniej interesujące jest samo stwierdzenie, że nie jest to żaden z gatunków występujących obecnie w Polsce.

Zasięg *G. acutifolia* obejmuje wschodnią Europę, w Europie środkowej i zachodniej gatunek ten występuje tylko jako zawleczony (Hegi 1912). *G. arenaria* rośnie w południowo-wschodniej Europie. Najbliższe stanowiska współczesne obu gatunków podawane były z Podola (ZSRR).

Gypsophila cf. *fastigiata* L. (fot. 13, 14, 16): oznaczono 17 ziarn pyłku z Ia, Ib, Ic, IIB, III, IV oraz 1 nasienie z III. Ziarna pyłku mają pory otoczone szerokim pierścieniem. Taki typ ziarn występuje u *G. fastigiata* i *G. repens* (Andersen 1961). Nasienie wielkością i kształtem zbliża się najbardziej do *G. fastigiata* pomimo niewielkiej różnicy w zarysie brodawek na bocznej, spłaszczonej stronie.

G. fastigiata występuje w południowo-wschodniej i środkowej Europie, rozproszone stanowiska sięgają poza koło podbiegunowe.

Melandrium sp.: 1 ziarno pyłku z Ia, wieloporowe, palczki tworzą siatkę.

Scleranthus sp. (fot. 28): z Ia i III oznaczono 3 owoce pozorne (kielichy) ze szczytkami działek w postaci pięciu długich wyrostków będących resztką nerwów głównych działek. Owoce *S. perennis* i *S. annuus* różnią się kształtem działek i ich ustawieniem, cech tych na materiale kopalnym nie można było zaobserwować.

Stellaria palustris Ehrh. (fot. 27): 1 nasienie w Ia.

Stellaria sp.: 2 nasiona z IIa i III.

Ceratophyllaceae

Ceratophyllum demersum L. (fot. 21—25): z Bøllingu oznaczono 4 owocki, jeden fragment pędu z trzema okółkami częściowo zachowanych liści oraz bardzo liczne drobne fragmenty liści z charakterystycznymi szczeciniastymi włoskami. Włoski tego typu znaleziono ponadto w próbkach ze stropu najstarszego dryasu i ze spągu starszego dryasu.

Ceratophyllum demersum jest to gatunek prawie kosmopolityczny, który zwartym zasięgiem nie dochodzi do krajów skandynawskich (Hegi 1912). Samuelsson (1934) zalicza go do grupy lapońskiej gatunków południowo-skandynawskich. Występuje on w Skandynawii głównie na południe od izoterm lipca 15°C, zaś najdalej ku północy wysunięte obecne i kopalne stanowiska nie przekraczają izoterm lipca 12°C. Współczesne okazy kwitnące lub owocujące notowane były prawie wyłącznie z terenów położonych na południe od izoterm lipca 16°C, a na północ od izoterm 15°C znane są tylko 3 stanowiska z okazami owocującymi (Julin i Luther 1959). Jest to gatunek termofilny, w północnej części swego zasięgu uważany na ogół za reliktowy z holocenijskiego optimum klimatycznego (Samuelsson 1934, Godwin 1956). W Polsce jest to gatunek pospolity, w województwie łódzkim rzadki.

Chenopodiaceae

Pyłek tej rodziny występuje w niewielkiej ilości (do 1,5%) w ciągu całego późnego glacialu i tworzy ciągłą krzywą, która najwyższe wartości osiąga w młodszym dryasie, a najniższe w Allerødzie.

Polycnemum arvense L. (fot. 26): z Ic pochodzi 1 nasienie o kształcie płasko-soczewkowatym, zbliżonym do *Chenopodium*. Powierzchnia nasienia pokryta jest płasko ściętymi brodawkami o zarysie kolistym. Mniejszymi wymiarami (średnica $1,1 \times 1,2$ mm) różni się od nasion *Polycnemum maius*.

Zasięg ogólny *Polycnemum arvense* według Hegiego (1912) obejmuje środkową i południową Europę, kraje kaukaskie i Syberię. W Polsce gatunek ten występuje rzadko na całym niżu, na miejscach piaszczystych i żwirowiskach, w województwie łódzkim bardzo rzadko. Zaliczany jest u nas do epekofitów, a więc do roślin zawleczonych w czasach historycznych. Znalezienie jego nasienia w późnym glacialu wskazuje, iż jest on składnikiem naszej flory co najmniej od tego okresu. Oznaczenie gatunku na podstawie nasienia nie budzi wątpliwości, a możliwość zanieczyszczenia materiałem współczesnym jest bardzo mała. Jest to bowiem rzadki gatunek, na wydmie w Witowie współcześnie nie znaleziony, a stan zachowania szczątków nie różni się od reszty materiału kopalnego.

Cistaceae

Helinthemum sp.: rodzaj ten reprezentowany jest przez 61 ziarn pyłku znalezionych w okresach Ia, Ib, Ic, IIa, III. Przed okresem Allerödu tworzy mniej więcej ciągłą krzywą, która przerywa się w fazie IIa, w młodszym dryasie znaleziono tylko pojedyncze ziarna. Spośród 23 ziarn, które oznaczono dokładniej, większość ($17 + 4?$) należy do typu *H. nummularium*, 1 ziarno do *H. t. alpestre* i 1 do *H. t. canum*. Do typu *H. nummularium* (fot. 29) zaliczono ziarna stosunkowo szerokie. Z gatunków występujących w Polsce może wchodzić w grę *H. nummularium*, *H. ovatum* i *H. grandiflorum*. Do typu *H. alpestre* należy ziarno stosunkowo wąskie, zbliżone kształtem do *H. oelandicum*, ale różniące się od niego mniej wyraźnymi prążkami i grubszymi pałeczkami. *H. alpestre* występuje w Polsce na skałach wapiennych w Tatrach. Do typu *H. canum* (fot. 30) zaliczono ziarno wąskie, zbliżone kształtem do poprzedniego ale o drobniejszych pałeczkach. Od *H. t. oelandicum* różni się słabiej widocznymi prążkami. *H. canum* nie jest znane z terenu Polski.

Compositae

Pyłek tej rodziny występuje w całym późnym glacialu.

Artemisia sp.: pyłek tworzy ciągłą krzywą we wszystkich okresach i wszystkich diagramach. Niskie wartości procentowe w najniższych próbkach wzrastają w młodszej fazie najstarszego dryasu (Ia-2), będąc prawdopodobnie jednym ze wskaźników podniesienia się temperatury. Pierwsze maksimum krzywa osiąga w Bollingu, w Ic i II opada, ponownie wznosi się w III i w młodszej jego fazie osiąga maksymalne wzniesienie do 14,5%.

Cruciferae

Pojedyncze ziarna pyłku znalezione zostały w Ia, Ib, Ic, IIa, III, w okresie III ponadto 1 nasienie.

Cyperaceae

Pyłek tej rodziny występuje we wszystkich okresach i tworzy ciągłą krzywą, która najwyższe wartości osiąga w Ia, najniższe na początku holocenu. Duża ilość w najstarszym dryasie może być związana z masowym występowaniem *Carex aquatilis*, wzniesienie krzywej w okresie IIa może być spowodowane obecnością *Cladium mariscus*, a w IIb *Schoenoplectus lacustris*. W Allerødzie częste były duże ziarna pyłku *Cyperaceae*.

Carex aquatilis Wahlenb. (fot. 33—36, 45, 46): w kilku próbkach z najstarszego dryasu znaleziono 79 owoców w pęcherzykach i 63 owocki tego samego typu bez zacho-

wanych szczątków pęcherzyków, które prawdopodobnie należą także do tego gatunku. Na pęcherzykach można zaobserwować cechy charakterystyczne dla tego gatunku: 1. pęcherzyki mają tylko dwa nerwy położone na brzegu, 2. komórki purpurowe mają kształt wydłużony i są rozmieszczone mniej więcej równomiernie na całej powierzchni pęcherzyka, 3. komórki skórki mają kształt wydłużony, prostokątny. Owociki te są identyczne z opisanymi przez Firbasa (1928) i Beuga (1957).

Owociki tego typu opisane bądź jako *Carex* cf. *aquatilis* bądź jako *C. aquatilis* lub *rigida* Good. (= *C. bigelowii* Torr.) były podane z szeregu stanowisk flor glacialnych związanych ze zlodowaceniem bałtyckim w Europie: z Danii, Wielkiej Brytanii, Niemiec i Polski (Firbas i Graham 1928; Dyakowska 1939; Klimaszewski i Szafer 1945; Iversen 1954; Godwin 1956; Beug 1957).

W Polsce owociki oznaczone jako *Carex aquatilis* lub *rigida* opisane zostały przez Dyakowską (1939) ze Ściejowic (interstadiał oryniacki = Brørup według Środonia 1960, 1961) i przez Szafera (Klimaszewski, Szafer 1945) z flory dryasowej w Łękach Dolnych (glaciał bałtycki według Środonia 1960). Autorka miała możliwość obejrzenia okazów z Łęk Dolnych (fot. 37, 47). Na podstawie kształtu i rozmieszczenia komórek purpurowych oraz kształtu komórek skórki pęcherzyka można je zaliczyć do *Carex aquatilis* a nie do *C. rigida*. *C. rigida* ma, podobnie jak *C. aquatilis*, pęcherzyki opatrzone najczęściej tylko dwoma nerwami bocznymi, różnica występuje natomiast w kształcie i rozmieszczeniu komórek purpurowych. U *C. rigida* komórki purpurowe są okrągławe, mniej więcej kwadratowe lub sześcioboczne, i skupione głównie na szczycie pęcherzyka (fot. 40, 41, 42). Pozostałe komórki skórki mają podobny kształt jak komórki purpurowe, a nie są tak wydłużone jak u *Carex aquatilis*. Nie można rozstrzygnąć na podstawie zdjęć i opisu podanego przez Dyakowską (1939) czy znalezione przez tę autorkę okazy ze Ściejowic należą do *Carex aquatilis* czy do *C. rigida*. Do *C. aquatilis* należy także kilka owocików znalezionych we florze dryasowej ze zlodowacenia bałtyckiego w Ludwinowie koło Krakowa (fot. 38; materiały niepublikowane).

Carex aquatilis występuje dzisiaj w Wielkiej Brytanii, Skandynawii i północnej części Związku Radzieckiego (Godwin 1956). W obrębie zasięgu jest rośliną pospolitą, która może tworzyć duże skupienia na miejscach podmokłych, na brzegach zbiorników wodnych i w płytkiej wodzie. Gatunek ten, dzisiaj nie występujący w środkowej Europie, był częstym składnikiem flor arktycznych lub arktyczno-subarktycznych na tym terenie w czasie pełnego i późnego glaciału.

Carex sp.: we wszystkich okresach łącznie znaleziono 248 owocików pozbawionych pęcherzyków. Często występowały skórki z korzonków turzyc.

Cladium mariscus (L.) Pohl. (fot. 48, 49): w okresie IIa znaleziono trzy ziarna pyłku tego gatunku, z wyraźnym zwężeniem na jednym biegunie. Jest to gatunek kosmopolityczny o rozerwanym zasięgu, który w Europie występuje w jej zachodniej, południowej i środkowej części. Wschodnia granica zwartego zasięgu europejskiego przebiega przez Polskę (Czubiński 1950). Roślina ta jest uważana u nas za relikkt z holocenińskiego optimum klimatycznego. W Skandynawii występuje tylko w jej południowej części. Samuelsson (1934) zalicza *Cladium* do grupy środkowo-szwedzkiej gatunków południowo-skandynawskich, która nie przekracza ku północy izotermii lipca 16°C.

Analizę wymagań klimatycznych tej interesującej rośliny zajmowali się ostatnio Jallas i Okko (1951) przy okazji opisanie jej nowego w Finlandii i najdalej na północ wysuniętego stanowiska. Doszli oni do wniosku, że północna granica *Cladium* w Europie uwarunkowana jest w części zachodniej zbyt niską temperaturą lata, a w części wschodniej za niską temperaturą zimy. Opisane przez tych autorów stanowisko z Joroinem w południowej Finlandii ma średnią temperaturę lipca 16°C, a średnią temperaturę miesiąca naj-

zimniejszego -9°C . Uważają oni jednak, że mikroklimatyczne warunki muszą być łagodniejsze, wiadomo bowiem z badań V. M. Convey, że stożki wzrostu *Cladium* giną przy temperaturze niższej od -2°C . Autorzy na podstawie teoretycznych rozważań, dochodzą do wniosku, że *Cladium* powinno osiągnąć północną granicę zwartego zasięgu tam, gdzie temperatura najcieplejszego miesiąca wynosi około 16°C , najzimniejszego -4°C , a różnica około 20°C . W rzeczywistości najdalej na północ wysunięte masowe stanowiska mają odpowiednie temperatury: $15,5^{\circ}\text{C}$ i -3°C oraz $16,5^{\circ}\text{C}$ i -6°C .

Reasumując podane informacje można powiedzieć, że wymowa klimatyczna *Cladium* jest taka, iż liczne występowanie tego gatunku dowodzi istnienia klimatu niezbyt zimnego ze średnią temperaturą lipca wynoszącą co najmniej 16°C , przy średniej stycznia około -4°C . Stanowiska oderwane w regionach o ostrzejszych zimach mają wyższe temperatury lata i prawdopodobnie łagodniejsze warunki mikroklimatyczne.

W Polsce *Cladium mariscus* podane zostało z późnego glaciału przez Mamakową (1962), która znalazła 1 owocek w osadach z Allerødu oraz liczne owocki w odcinku borealnym w profilu z Podbukowiny na terenie Kotliny Sandomierskiej.

Schoenoplectus lacustris (L.) Palla.: 16 owoców pochodzi z IIB i 4 z III. W Skandynawii gatunek ten nie przekracza ku północy izotermy lipca 13°C (Samuelsson 1934), w Alpach nie sięga powyżej górnej granicy lasu (Iversen 1954).

Eleagnaceae

Hippophaë rhamnoides L. (fot. 59): pyłek rokitnika oznaczony został ze wszystkich okresów późnego glaciału, u schyłku najstarszego dryasu znaleziono ponadto dwa włoski. Pojedynczo pojawia się pyłek w Ia-1, od początku Ia-2 do schyłku IIA tworzy ciągłą krzywą, w IIB i III-1 występuje sporadycznie, w III-2 brak. *Hippophaë* nie występuje poza północną ani górną granicą lasu i jest wskaźnikiem klimatu subarktycznego (Iversen 1954).

Empetraceae

Empetrum cf. *nigrum* L. (fot. 60, 61): w jednej próbce z najstarszego dryasu znaleziono dwie połowki pestki wielkością zbliżone bardziej do *E. nigrum* niż *E. hermaphroditum*. Obecnie oba gatunki *Empetrum* w Polsce środkowej nie występują (fig. 5). Pyłek tego rodzaju podany został z późnego glaciału z Żuchowa (Oszast 1957)), z Osowej Góry (Ołtuszewski 1957), z Siwego Bagna (Kępczyński 1958), z Elżbiecina (Tobolski 1962) i z Mikołajek (Ralska-Jasiewiczowa, informacja ustna).

Ericaceae

Pojedyncze ziarna pyłku tej rodziny były znajdowane we wszystkich okresach. 10 tetrad z Ia, IIA, IIB i III zaliczono do typu *Calluna vulgaris* oraz 4 tetrady z III do typu *Vaccinium*.

Arctostaphylos uva ursi L.: oznaczono 1 pestkę z Ib, 5 z IIB i 2 z III. W Allerødzie gatunek ten mógł występować w runie lasów sosnowych.

Fagaceae

Fagus sp.: jedno ziarno pyłku w III; pochodzi z zanieczyszczenia lub występuje na wtórnym złożu.

Quercus sp.: pojedyncze ziarna pyłku znaleziono we wszystkich okresach; na wtórnym złożu.

Gentianaceae

Gentiana sp.: 1 ziarno pyłku w Ic.

Gramineae

Pyłek traw występował we wszystkich okresach w ilości od 2,5% do 24%; najwyższe wartości krzywa osiągnęła w młodszym dryasie. Poza tym znaleziono 11 ziarniaków w Ia oraz fragmenty źdźbeł i kłosek w Ia, Ib i III.

Haloragidaceae

Myriophyllum spicatum L.: do tego gatunku zaliczono tylko ziarna pyłku, u których pierścień jest wzniesiony ponad powierzchnię ziarna, ale wzgórki nie są tak wyraźne jak u *M. alternifolium*. Prawdopodobnie część ziarn o mniej wyraźnie zaznaczonym pierścieniu została wliczona do *M. verticillatum*. Pojedyncze ziarna pyłku (do 2,6%) stwierdzone zostały w Ia, IIb, III i IV.

W trzech próbkach z najstarszego dryasu znaleziono ponadto 11 fragmentów luskowatych liści (scale leaves wg. Jessena 1949) jakie występują w dolnej części łodygi u *M. spicatum* f. *squamosum* Laestad. (fot. 51—54). Od przysadek *M. verticillatum*

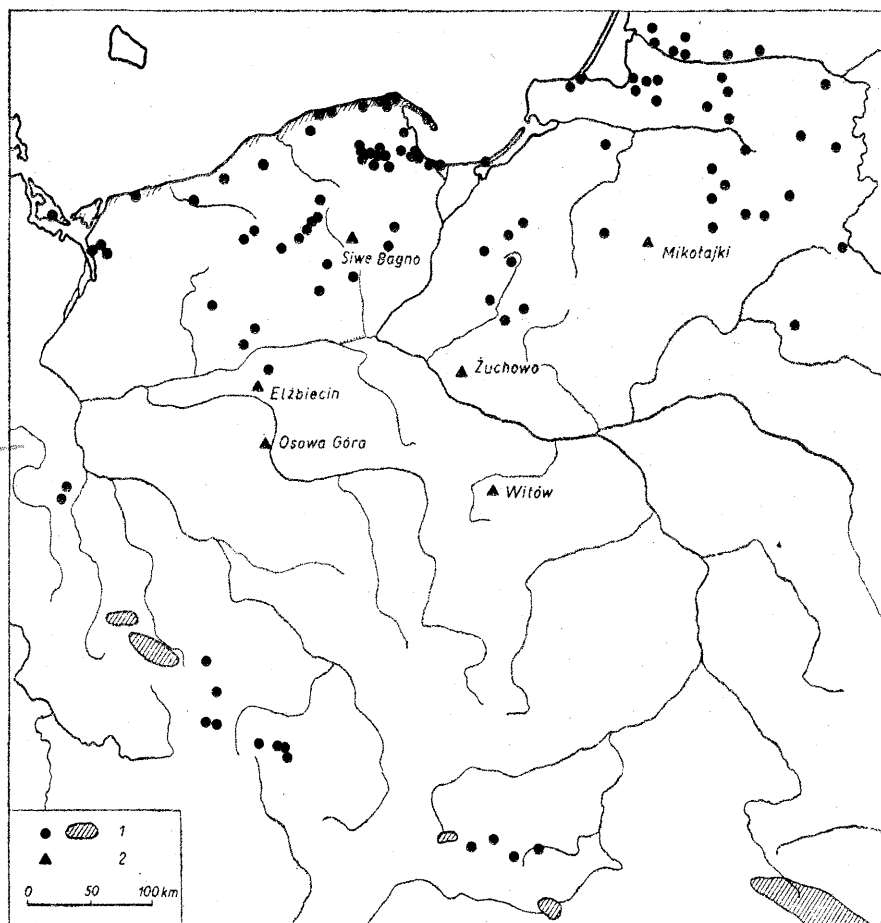


Fig. 5. Współczesne rozmieszczenie *Empetrum nigrum* L. s. l. (1) w Polsce i krajach sąsiednich oraz stanowiska kopalne *Empetrum* sp. z późnego glacialu (2). Rozmieszczenie współczesne według Z. Czubińskiego, niepublikowane.

Present-time distribution of *Empetrum nigrum* L. s. l. (1) in Poland and in neighbouring countries as well as fossil sites of *Empetrum* sp. from the Late-glacial period (2). Present distribution according to Z. Czubiński, unpublished

różnią się one tym, że są bardziej tęgie, a odcinki tych liści są szersze i gęściej osadzone. Forma ta z Polski nie jest podawana, według Jessena (1949) występuje w Skandynawii i Finlandii w bardziej północnych i wyższych położeniach aniżeli *M. spicatum*. Liście tego typu spotykane są także na okazach występujących w wodach półsłonych i na organach zimujących (Andersson 1898).

Myriophyllum verticillatum L.: pyłek stwierdzony został w dużej ilości w Ia, pojedynczo w Ib i III. Zaliczono tu wszystkie ziarna pyłku, u których brak wyraźnych wgłębnień, wskutek czego pierścien nie odgranicza się tak dobrze od powierzchni ziarna jak u *M. spicatum* (Erdtman, Berglund, Prąglowski 1961). Krzywa obejmuje prawdopodobnie część ziarn pyłku *M. spicatum*.

M. verticillatum zaliczone przez Samuelssona (1934) do gatunków południowo-skandynawskich nie sięga ku północy tak daleko jak *M. spicatum*. Wszystkie stanowiska leżą na południe od izotermi lipca 13°C, a większość grupuje się na południe od 15°C (Hultén 1950). Także Hejny (1960) podaje, że w Słowacji obserwował *M. verticillatum* na siedliskach cieplejszych aniżeli *M. spicatum*.

Myriophyllum spicatum lub *M. verticillatum* (fot. 55—58): 37 rozłupek z Ia i III należy do tych gatunków. Większość z nich ma brodawki, część jest gładka.

Hippuridaceae

Hippuris vulgaris L. (fot. 50): 7 ziarn pyłku i 2 owocki znalezione zostały w okresach Ib, Ic, IIa i IIb. Gatunek zaliczony przez Samuelssona do ubikwistów (1934), sięga w Skandynawii w piętro alpejskie i pospolicie występuje w małych zbiornikach wodnych na tundrze (Porsild 1951). Często podawany jest z późnego glaciału. Godwin (1956) uważa, że w Wielkiej Brytanii w i krajach Skandynawskich była to jedna z pierwszych roślin jakie pojawiły się na początku późnego glaciału.

Juncaceae

Juncus sp.: 33 nasiona w Ia oraz 2 nasiona w Ib.

Labiatae

Pojedyncze ziarna pyłku w Ia, Ib, Ic, II i III.

Lentibulariaceae

Utricularia sp. (fot. 62): 3 ziarna pyłku w Ia i Ic.

Liliaceae

2 ziarna pyłku w III.

Loranthaceae

W najniższej próbce z IIa znaleziono 1 ziarno pyłku należące prawdopodobnie do tej rodziny, nie jest to jednak żaden z gatunków występujących obecnie w Polsce. W Wietowie występuje na wtórnym złożu.

Menyanthaceae

Menyanthes trifoliata L.: 14 nasion oznaczono z II i III oraz pyłek z okresów od Ia do IV. Pyłek występuje w niedużej ilości, od schyłku Ib do schyłku IIb tworzy mniej więcej ciągłą krzywą. Ten ubikwist skandynawski w sensie Samuelssona jest rośliną często znajdowaną w osadach z ostatniego zlodowacenia i charakterystyczną dla późnoglacialnych zbiorników wodnych rozwijających się bezpośrednio po ustąpieniu lodowca (Godwin 1956).

Nymphaeaceae

Nuphar cf. *pumilum* (Timm.) DC. (fot. 90): z okresu IIb pochodzi 1 nasienie o wymiarach 4,1 × 2,2 mm. Wielkością i kształtem zbliża się do *Nuphar pumilum*, *N. luteum* ma najczęściej nasiona nieco większe, szersze w stosunku do ich długości i opatrzone wyraźniejszą krawędzią.

Nuphar pumilum jest to kontynentalny gatunek eurazjatycki o północnym rozmieszczeniu w Eurazji (Hultén 1937, 1950), w Europie zaliczany do gatunków borealno-górskich. Ubikwist skandynawski, który wszakże w górach Skandynawii nie przekracza górnej granicy lasów szpilkowych (Samuelsson 1934). W Polsce jest to gatunek rzadki, występujący głównie w północnej części niżu i uważany za relikty glacialny pochodzenia północnego. Z województwa łódzkiego nie był podawany.

Nymphaea sp.: oznaczono 4 ziarna pyłku z Ia, Ic, III i IV.

Oenotheraceae

Epilobium sp.: pojedyncze ziarna pyłku w okresach Ia, Ic, IIa, IIb i III.

Papaveraceae

Papaver sp. (fot. 66, 67): pojedyncze ziarna pyłku w Ia, Ib, Ic, IIa i III.

Papilionaceae

Pojedyncze ziarna pyłku w okresach Ia, Ib, Ic i III; 1 ziarno z Ia zaliczono do typu *Lotus*, a 1 ziarno z III do typu *Trifolium*.

Plantaginaceae

Plantago t. *alpina* (fot. 64, 65): zaliczono tu 5 ziarn pyłku z Ia, Ib i III. Mają one 5 do 8 por, otoczonych wyraźnym pierścieniem. Ziarna pyłku tego typu występują także u *Plantago coronopus*.

Plantago cf. *maior* L. ? : 2 ziarna pyłku z Ia i IIb, mają one pory bez pierścienia oraz drobniejsze i mniej wyraźne niż u *P. media* brodawki.

Plantago maritima L.: pojedyncze ziarna pyłku znalezione zostały w okresach Ia, Ib, IIa i III. Pory dobrze widoczne, brak pierścienia, brodawki niskie, stosunkowo mało wyraźne. Gatunek ten w Polsce występuje na łąkach nadmorskich na Pomorzu oraz w okolicy Ciechocinka; z województwa łódzkiego nie podany.

Plantago media L. (fot. 63): we wszystkich okresach z wyjątkiem IV znalezione zostały pojedyncze ziarna pyłku tego gatunku. Mają one bardzo wyraźne, wysokie brodawki, brak pierścienia.

Plumbaginaceae

Armeria sp.: 2 ziarna pyłku znalezione zostały w Ia.

Polygonaceae

Polygonum aviculare L.: z Ic znalezione zostało 1 ziarno pyłku oraz z okresu przed Allerodem 2 owocki tego gatunku.

Rumex acetosella L.: pyłek tego typu występuje we wszystkich okresach z wyjątkiem IV, tworzy ciągłą krzywą, która przerywa się tylko w IIb. Nigdzie nie przekracza 0,5%. Z okresu przed Allerodem znaleziono 1 owocek tego gatunku.

Rumex t. *hydrolapathum* Huds.: 10 ziarn pyłku z Ia i III.

Rumex sp.: 2 ziarna pyłku z Ic i IIa.

Potamogetonaceae

Potamogeton alpinus Balb. (fig. 6: 1—5): 63 owocki oznaczone zostały z Ia, Ib, III, najwięcej z Ia. Gatunek zaliczony przez Samuelssona do ubikwistów skandynawskich. W Polsce występuje w rozproszonych stanowiskach na niżu, w województwie łódzkim bardzo rzadko. Uważany jest u nas za relikty glacialny pochodzenia północnego (Szafer 1959).

Potamogeton filiformis Pers. (fig. 6: 15—16): z Ia, Ib, II i III oznaczono 23 owocki. Gatunek ubikwistyczny w Skandynawii, zmniejszanie się ilości stanowisk w niektórych częściach Finlandii Samuelsson tłumaczy zanikiem odpowiednich siedlisk. Godwin (1956) natomiast uważa, że występowanie tego gatunku obecnie jedynie w północnej części Wysp Brytyjskich można wiązać z wycofywaniem się go w czasie holocenijskiego.

optimum klimatycznego. W Polsce *P. filiformis* występuje tylko w części północnej i środkowej, natomiast stanowiska kopalne sięgają znacznie dalej na południe (Sobolewska, Śröder 1961). Z województwa łódzkiego nie jest podawany.

Potamogeton gramineus L. ? : 1 owoczek został znaleziony w III.

Potamogeton obtusifolius Mert. et Koch (fig. 6: 17—19): 65 owoców znaleziono w okresach Ia, Ib, IIB, III, najwięcej w III. Gatunek ten zaliczany jest przez Samuelssona do grupy południowo-skandynawskiej. W Polsce występuje w rozproszonych stanowiskach na niżu, w województwie łódzkim bardzo rzadko.

Potamogeton perfoliatus L. ? (fig. 6: 11—14): prawdopodobnie do tego gatunku należy 6 owoców z Ia.

Potamogeton praelongus Wulfen. (fig. 6: 20—21): 36 owoców oznaczono z młodziej fazy Ia, z Ib, IIB i III. W największej ilości występuje w Ib. Samuelsson zalicza go do gatunków ubikwistycznych, nie przekracza on jednakże górnej granicy lasu w Alpach oraz północnej granicy lasu w Skandynawii i Kanadzie (Iversen 1954). Iversen uważa go za wskaźnik klimatu subarktycznego, nie arktycznego. W Polsce występuje w rozproszonych stanowiskach, w województwie łódzkim jest bardzo rzadki.

Potamogeton pusillus L. (fig. 6: 6—10): 22 owoczek znalezione zostały w Ia i III. Ubikwist skandynawski; w Polsce dość pospolity na niżu i niższych położeniach górskich, w województwie łódzkim rzadki.

Potamogeton sp.: pyłek tego rodzaju stwierdzony został we wszystkich okresach

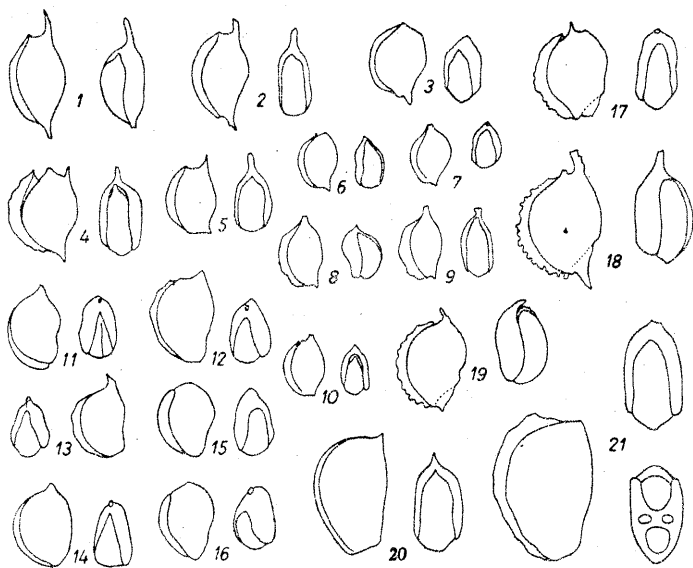


Fig. 6. 1—3. *Potamogeton alpinus* z najstarszego dryasu; 4, 5. *P. alpinus* z Bøllingu; 6—10. *P. pusillus* z młodszego dryasu; 11—14. *P. perfoliatus*? z najstarszego dryasu; 15, 16. *P. filiformis* z najstarszego dryasu; 17—19. *P. obtusifolius* z Bøllingu; 20.

P. praelongus z najstarszego dryasu; 21. *P. praelongus* z Bøllingu. $\times 5$

1—3. *Potamogeton alpinus* from the Oldest Dryas; 4, 5. *P. alpinus* from the Bølling; 6—10. *P. pusillus* from the Younger Dryas; 11—14. *P. perfoliatus*? from the Oldest Dryas; 15, 16. *P. filiformis* from the Oldest Dryas; 17—19. *P. obtusifolius* from the Bølling; 20. *P. praelongus* from the Oldest Dryas; 21. *P. praelongus* from the Bølling. $\times 5$.

późnego glaciału, w największej ilości w Ia (do 43%). 45 owoców z Ia, IIa, IIb i III nie zostało bliżej oznaczonych.

Primulaceae

Hottonia palustris L. ? : pojedyncze ziarna pyłku należące prawdopodobnie do tego gatunku zostały oznaczone z okresów Ia, Ic i III.

Lysimachia sp.: 1 ziarno pyłku w III.

Ranunculaceae

Pojedyncze ziarna pyłku w Ia i III.

Batrachium sp.: 5 owoców tego rodzaju zostało znalezionych w Ia i III, pojedyncze ziarna pyłku w Ia, Ic, IIa, IIb i III.

Caltha palustris t.: 3 ziarna pyłku z Ia, Ib i III.

Ranunculus flammula L. (fot. 31): 2 owocki zostały znalezione w Ia i pół owoca w III.

Ranunculus sp.: pyłek występuje w niewielkiej ilości we wszystkich okresach z wyjątkiem Allerødu.

Thalictrum sp.: pyłek tego rodzaju tworzy prawie ciągłą krzywą we wszystkich okresach, najwyższe wartości (1,53%) osiąga w Allerødzie.

Rosaceae

Pyłek tej rodziny występuje we wszystkich okresach w małych ilościach (do 1%), tworząc prawie ciągłą krzywą z wyjątkiem okresu IIb.

Comarum palustre L.: oznaczono 27 owoców z Ia i pojedyncze ziarna pyłku ze wszystkich wyróżnionych okresów.

Filipendula sp.: pyłek stwierdzony został we wszystkich okresach, od schyłku IIa tworzy ciągłą krzywą, która nieco wyższe wartości osiąga w IIb (1,1%) i w okresie preborealnym (1,86%).

Geum typ.: 1 ziarno z Ia.

Potentilla sp.: pojedyncze ziarna pyłku we wszystkich okresach, w nieco większych ilościach w IIb i III. Z Ia i III oznaczono 6 owoców.

Rubus sp.: w Ia znaleziono 3 ziarna pyłku.

Sanguisorba minor S c o p. ? : 1 ziarno pyłku z III.

Sanguisorba officinalis L.: 2 ziarna pyłku w Ia oraz 5 ziarn w III.

Rubiaceae

Pyłek tej rodziny występuje we wszystkich okresach i tworzy prawie ciągłą krzywą, która jednakże nigdzie nie osiąga wartości 1%.

Salicaceae

Populus sp.: ziarna pyłku należące prawdopodobnie do *Populus tremula* znajdowane były sporadycznie we wszystkich okresach, w nieco większej ilości na początku holocenu (do 1,5%). Osika występowała w okolicy Witowa przypuszczalnie od Bollingu, większego znaczenia nabrała jednak dopiero na początku okresu preborealnego.

Salix cf. *arenaria* L. (fot. 73, 74): prawdopodobnie do tego gatunku należy 1 liść znaleziony w Ia. Ma on zachowany w całości ogonek i nasadę liścia oraz część blaszki z nerwem głównym i fragmentem brzegu blaszki, brakuje natomiast szczytu liścia. Wymiary: długość zachowanego fragmentu liścia wraz z ogonkiem wynosi 8,0 mm, szerokość połowy blaszki 1,7 mm, długość ogonka 0,8 mm, szerokość ogonka u dołu 1,2 mm, u góry 0,7 mm. Blaszka musiała mieć kształt eliptyczno-podługowaty lub wąsko lancetowaty (ponad dwa razy dłuższa niż szeroka). Nasada liścia jest szeroka, zaokrąglona, brzeg liścia odlegle ząbkowany (zachowany jest 1 ząbek). Z jednej strony widać 5 zasadniczych nerwów bocznych. Blaszka i ogonek pokryte są z obu stron dość długimi włoskami.

Pośród gatunków wierzb występujących dzisiaj w Polsce okaz z Witowa podobny jest

najbardziej do *S. arenaria* L. lub *S. rosmarinifolia* L. z tym, że od tego drugiego gatunku różni się szerszą nasadą liścia i nieco dłuższymi włoskami (por. opis morfologiczny liści współczesnych u obu gatunków, Pawłowski 1946).

Porównanie z wynikami badań Kucowej (1954) nad polskimi wierzbami kopalnymi umożliwiło wyeliminowanie z rozważań wszystkich opracowanych przez tę autorkę gatunków z wyjątkiem *S. rosmarinifolia*. Kucowa nie podaje *S. arenaria*, natomiast *S. rosmarinifolia* oznaczyła z flor dryasowych w Staruni i Ludwinowie. Oba te gatunki wierzb są blisko spokrewnione ze sobą oraz z niewystępującym w Polsce gatunkiem *S. repens*. Porównanie z materiałem współczesnym, jak również z opisami podanymi przez Pawłowskiego (1946), skłania do przypuszczenia, że okaz z Witowa należy raczej do *S. arenaria*, wobec jednak dużej zmienności liści u wierzb nie można uważać tego oznaczenia opartego na jednym okazie za pewne. Budowa anatomiczna skórki nie wyklucza możliwości, iż mamy tu do czynienia z *S. arenaria* (fig. 7). Orientacyjne pomiary długości 10 komórek szparkowych dały wyniki: okaz kopalny 9,16—13,96 μ , średnio 11,29 μ ; okaz współczesny 9,58—13,75 μ , średnio 11,23 μ .

S. arenaria jest w Polsce pospolita na wydmach nad Bałtykiem, a rzadka na wydmach śródlądowych. *S. rosmarinifolia* występuje pospolicie na całym niżu na torfowiskach niskich, mokrych łąkach i w zaroślach.

Salix sp. (fig. 8): pyłek wierzyby występuje we wszystkich okresach w ilości od 0,15 do 21,5% i tworzy ciągłą krzywą, która najwyższe wartości osiąga w Ia. W Ia znaleziono ponadto 116 łusek pączkowych, 7 torebek, 3 fragmenty liści i kilka gałązek. 5 pozostałych łusek pochodzi z okresów Ib, IIa i III.

Saxifragaceae

Parnassia palustris L.: pojedyncze ziarna pyłku oznaczone zostały ze wszystkich okresów późnego glaciału.

Ribes t. *alpinum* L. (fot. 68): po 1 ziarnie pyłku znaleziono w Ib i III. Mają one 6 por, każda z nich otoczona jest pasem egzyny bez tectum, skulptura błony niewyraźna. *R. alpinum* występuje u nas w lasach, zaroślach i na skałach, dość pospolicie na niżu i pospolicie w górach, gdzie sięga w piętro kosówki.

Ribes t. *grossularia* L. (fot. 69—71): 1 ziarno pyłku zaliczone do tego typu pochodzi z III. Ma ono 6 por ułożonych w trzech szeregach po dwie, każda para otoczona jest wspólnym owalnym pasem egzyny bez tectum. *R. grossularia* występuje u nas w lasach i zaroślach, na pewno dziko w reglu dolnym w Karpatach i Sudetach oraz w południowo-zachodniej części niżu, poza tym jako gatunek zawleczony lub zdziczały.

Saxifraga sp.: pojedyncze ziarna pyłku w Ia, Ib, Ic, IIb i III.

Scrophulariaceae

Nieliczne ziarna pyłku w Ia, IIa i III.

Linaria vulgaris (L.) M i l l. (fot. 32): z III oznaczono 1 nasienie z częściowo zachowanym skrzydełkiem, a z Ia 1 ziarno pyłku tego typu. Ten pospolity dzisiaj gatunek synantropijny podawany jest z późnego glaciału w Niemczech i Wielkiej Brytanii.

Pedicularis cf. *palustris* L. (fot. 80—84): w dwu próbkach z Ia znaleziono 36 całych i 11 fragmentów nasion. Są one silnie zniszczone, przejrzyste, spłaszczone, na niektórych okazach widać ślad podłużnej bruzdy, która występuje u współczesnych nasion tego rodzaju. Oznaczenie opiera się głównie na szczegółach budowy anatomicznej łupiny nasiennej. Jako materiał porównawczy posłużyły nasiona gatunków występujących w Polsce: *P. palustris* L., *P. sudetica* W i l l d., *P. verticillata* L., *P. Hacquetii* Graf., *P. Hacquetii* var. *carpatica* (= *P. transsylvanica* Schur.), *P. Oederi* Vahl., *P. silvatica* L., *P. sceptrum-Carolinum* L. oraz nasiona *P. Kauffmanni* Pinz. podanego w „Roślinach polskich” jako gatunek, który może znaleźć się u nas i *P. hirsuta* L. ze Spitsbergenu. Autorka nie mała

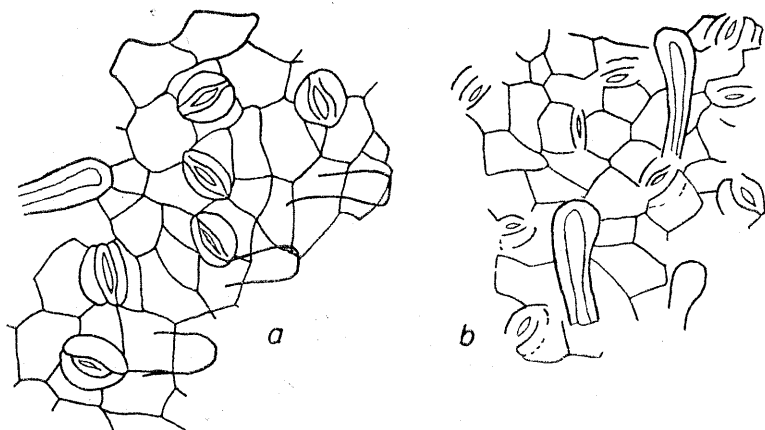


Fig. 7. a — *Salix arenaria*, okaz współczesny, fragment skórki z dolnej strony liścia; b — *Salix cf. arenaria*, Witów, najstarszy dryas, fragment skórki z liścia. Widoczne są komórki szparkowe i nasady włosków. $\times 470$

a — *Salix arenaria*, present-time specimen, fragment of the epidermis from the lower side of the leaf; b — *Salix cf. arenaria*, Witów, Oldest Dryas, fragment of a leaf epidermis. Stomata and hair bases visible. $\times 470$

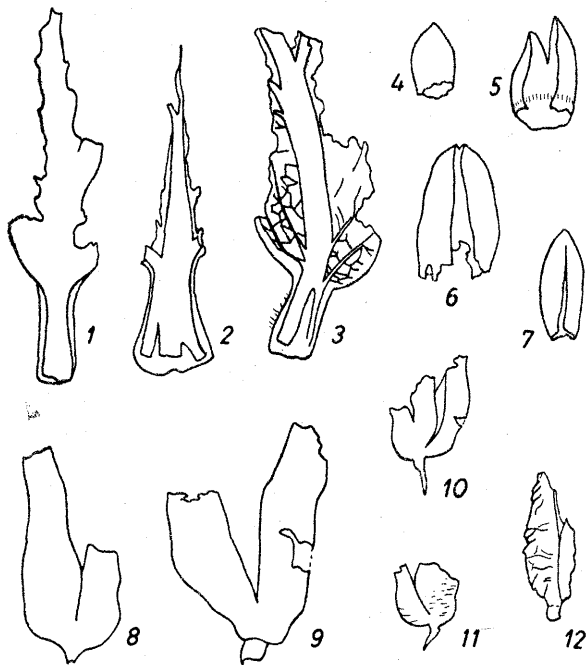


Fig. 8. *Salix* sp., Witów, najstarszy dryas. 1—3 fragmenty liści; 4—7. łuski z pączków; 8—12. torebki. $\times 7$

Salix sp., Witów, Oldest Dryas. 1—3. fragments of leaves; 4—7. bud scales; 8—12. capsules. $\times 7$.

do dyspozycji *P. exaltata* Bess., gatunku wschodniego, notowanego u nas tylko z Puszczy Białowieskiej.

Na podstawie dostępnego materiału wśród wymienionych gatunków można było wyróżnić dwa typy nasion:

(1) skórka na nasieniu wyraźnie odstaje, jest cienka, delikatna i jakby „za duża” (*P. sceptum-Carolinum*, *P. sudetica*, *P. Hacquetii*, *P. Hacquetii* var. *carpatica*, fot. 88);

(2) skórka na nasieniu nie odstaje: (a) można ją zdjąć z nasienia po zagotowaniu jako ciekłą, pojedynczą warstwę (*P. verticillata*, *P. silvatica*, *P. hirsuta*, *P. Oederi*, *P. Kauffmanni*, fot. 87, 89), (b) skórkę można zdjąć po zagotowaniu tylko razem z warstwą podścielającą (*P. palustris*, fot. 85, 86).

Okazy z Witowa należą do grupy 2b. Kształt komórek skórki i wykształcenie warstwy podścielającej są u nich takie same jak u *P. palustris*. Różnią się wprawdzie od tego gatunku cieńszymi błonami komórek skórki, na niektórych jednak okazach z Witowa widoczne są szczątki zgrubień błon (fig. 9, fot. 80), które w materiale kopalnym prawdopo-

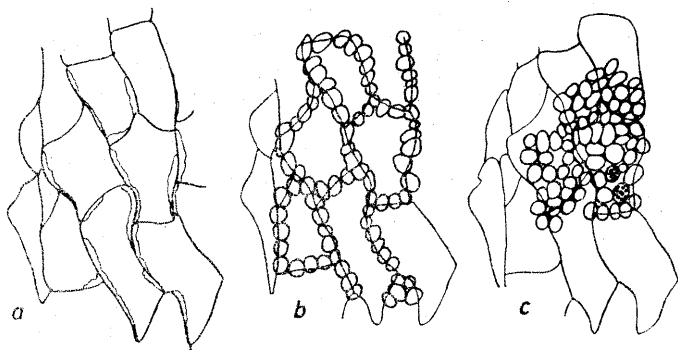


Fig. 9. *Pedicularis* cf. *palustris*, Witów, najstarszy dryas.

a—c — łupina nasienna przy coraz niższym ustawieniu obiektywu; a — widoczne resztki zgrubień błon komórek skórki, $\times 90$

Pedicularis cf. *palustris*, Witów, Oldest Dryas

a—c — testa at various focussing levels; a — remains of cell wall thickenings of the epidermis visible, $\times 90$

dobnie uległy zniszczeniu. Można z całą pewnością twierdzić, że spośród gatunków wymienionych poprzednio okazy z Witowa mogą należeć tylko do *P. palustris*. Roślina ta występuje pospolicie w Polsce na mokrych łąkach i torfowiskach, w województwie łódzkim jest dość rzadka.

Pedicularis sp.: w tej samej próbce z Ia, w której znaleziono nasiona *P. cf. palustris*, stwierdzono także liczne ziarna pyłku tego rodzaju (2,5%). Są one dwubruzdowe, prawie gładkie. Ten typ ziarna pyłku występuje między innymi u *P. palustris*.

Tiliaceae

Tilia sp.: 3 ziarna pyłku w Ia i III; na wtórnym złożu.

Typhaceae

Typha latifolia L. (fot. 75, 76): w Ib znaleziono 1 tetrade, w IV liczne ziarna pyłku (0,27—0,65%) i bardzo dużo nasion zbliżonych do tego gatunku. *Typha latifolia* jest zaliczana przez Samuelssona do gatunków południowo-skandynawskich. Większość stanowisk tego gatunku nie przekracza w Skandynawii izotermii lipca 15°C , trzy najdalej ku północy wysunięte stanowiska w Norwegii nie przekraczają izotermii lipca 13°C .

Hejny (1960) podaje, iż gatunek ten do kiełkowania wymaga co najmniej temperatury 15°C. Nie jest to gatunek wybitnie wapieniolubny i dlatego zdaniem Iversena może być dobrym wskaźnikiem termicznym w późnym glacjale.

Typha angustifolia L. lub *Sparganium* sp.: pojedyncze ziarna pyłku występują we wszystkich okresach, w większej ilości na początku holocenu (0,54%).

Ulmaceae

Ulmus sp.: pojedyncze ziarna pyłku we wszystkich okresach; na wtórnym złożu.

Umbelliferae

Pyłek tej rodziny występuje w małej ilości, ale tworzy prawie ciągłą krzywą we wszystkich okresach. Wyższe wartości osiąga w Ib (do 2,45%) i Ic (do 1,48%).

Urticaceae

Urtica sp.: we wszystkich okresach znaleziono pojedyncze ziarna pyłku, w nieco większej ilości (ponad 0,5%) w Ib i IV.

Valerianaceae

Valeriana sp. (fot. 77—79): 2 ziarna pyłku w III.

Varia: nieoznaczone sporomorfy wystąpiły we wszystkich okresach.

Hystrix: 1 okaz znaleziono w Ia; na wtórnym złożu.

ANALIZA SZCZĄTKÓW RODZAJU *BETULA*

Pyłek brzozy występował we wszystkich okresach w ilości od 1% do 55%, najwyższą średnią wartość osiągnął w fazie brzozowej Allerødu. W próbkach pochodzących ze wszystkich wyróżnionych okresów stwierdzono także szczątki makroskopowe brzoź: orzeszki, łuski owocowe i liście.

Szczątki makroskopowe

Ogółem znaleziono w Witowie 482 orzeszki i 131 łusek należących do pięciu gatunków brzoź oraz ponad 50 liści *Betula nana*. Zestawienie owoców i łusek stwierdzonych w poszczególnych okresach podano w tablicy I.

Przy oznaczaniu orzeszków posłużono się metodą linii kształtu opisaną przez Jentys-Szaferową (1949—51, 1959), a ostatnio zastosowaną przez Białobrzeską i Truchanowiczównę (1960) do badań współczesnych i kopalnych orzeszków i łusek brzoź. Linie kształtu rysowano przede wszystkim dla tych orzeszków, których oznaczenie bez zastosowania tej metody narażało na trudności, a jednocześnie było ważne dla uzupełnienia obrazu przemian roślinności w późnym glacjale. Ogółem wykreślono linie kształtu dla 101 orzeszków, w pracy zamieszczono jednakże tylko niektóre, bardziej interesujące wykresy.

Metoda linii wielkości i kształtu polega na tym, że wartości cech badanej populacji lub wartości cech pojedynczego okazu porównuje się do średnich wartości odpowiednich cech innej populacji przyjętej za jednostkę, a wynik tego porównania przedstawia się graficznie w postaci linii łamanej. Przebieg tej linii obrazuje stosunek kształtu i wielkości

Orzeszki (o) i łuski (ł) brzoź z osadów późnoglacialnych w Witowie

Nutlets (o) and scales (ł) of birch from the Late-glacial sediments at Witów

Tablica I

<i>Betula</i>	Rodzaj szczątków Re- mains	Okresy — Pollen zones									Suma szczątków Total of remains
		Ia	Ib	Ic	IIa	IIa / IIb	IIb	IIb / III	III	IV	
<i>verrucosa</i>	o		1?	1?	1?		2?		4?	1	10
	ł				2				9		11
<i>pubescens</i>	o		3	7	23	1	4		41		80
	ł			1			2		26		29
<i>tortuosa</i> vel <i>carpatica</i>	o			4	6	3	3		32		48
	ł				3		1		45		49
<i>pubescentes</i>	o						1		7		8
	ł								31		31
<i>humilis</i>	o	57	2	2	4	2	4		3		74
	ł	1?									1?
<i>nana</i>	o	112	2				1		3		118
	ł	6									6
sectio <i>nanae</i>	o	131			3		1		3		138
	ł										
nieoznaczone undetermined	o	3			1				3		7
	ł		2		1			1			4
suma total	o	303	8	14	38	6	16		96	1	482
	ł	7	2	1	6		3	1	111		131
sectio <i>albae</i>	o		4	12	30	4	10		84	1	145
	ł			1	5		3		111		120
sectio <i>nanae</i>	o	300	4	2	7	2	6		9		330
	ł	7									7
nieoznaczone undetermined	o	3			1				3		7
	ł		2		1			1			4
suma total	o	303	8	14	38	6	16		96	1	482
	ł	7	2	1	6		3	1	111		131

badanej populacji czy pojedynczego okazu do populacji przyjętej za jednostkę i przedstawionej w postaci linii prostej. Dokładne omówienie tej metody można znaleźć w cytowanych poprzednio pracach Jentys-Szaferowej. W oparciu o tę metodę Białobrzeńska i Truchanowiczówna (1960) opracowały morfologię orzeszków i łusek 6 europejskich gatunków brzoź: *B. verrucosa*, *B. pubescens*, *B. tortuosa*, *B. carpatica*, *B. humilis*, *B. nana*.

W celu wykreślenia linii kształtu kopalnych orzeszków z Witowa postępowano zgodnie ze wskazówkami podanymi w pracy Białobrzeskiej i Truchanowiczówny. Badane orzeszki narysowano najpierw w powiększeniu czterokrotnym przy pomocy powiększalnika fotograficznego, a następnie na rysunkach wykonano pomiary z dokładnością do 0,1 mm. Mierzono, względnie obliczano następujące cechy (fig. 10):

1. długość orzeszka (aa),
2. szerokość orzeszka (bb),
3. stosunek długości orzeszka do jego szerokości ($aa : bb$),
4. kąt wierzchołka orzeszka ($\pm\alpha$),
5. kąt podstawy orzeszka ($\pm\beta$),
6. położenie najszerszej części orzeszka w procentach długości ($\frac{dd \times 100}{aa}$)
7. szerokość całego skrzydełka (cc),
8. stosunek szerokości skrzydełka do szerokości orzeszka ($cf : bb$),
9. kąt górnego brzegu skrzydełka i osi głównej ($\pm\gamma$),

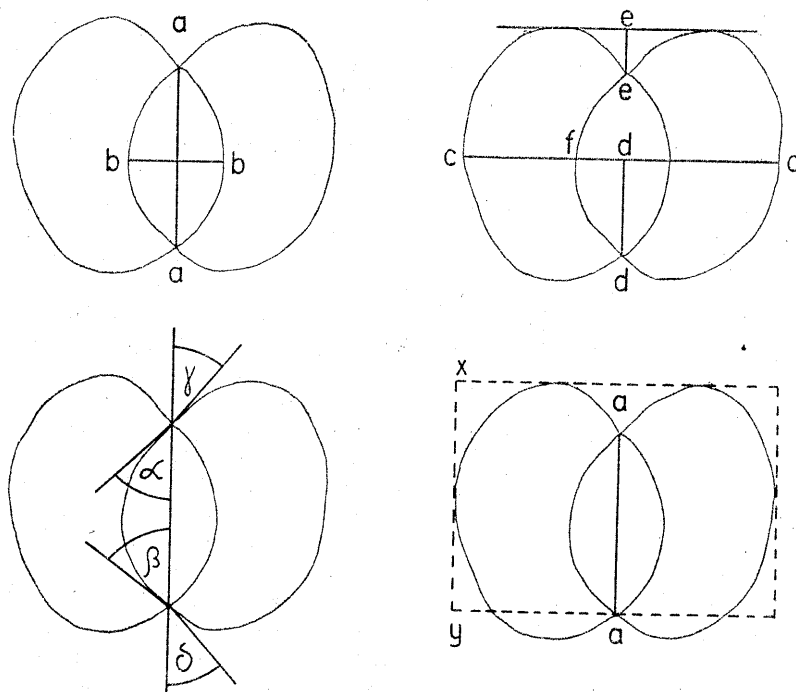


Fig. 10. Sposób mierzenia owoców brzoź (według Białobrzeskiej i Truchanowiczówny 1960)

Objaśnienia w tekście

Means of birch fruits measurements (according to Białobrzeska and Truchanowiczówna 1960)

Explanations in the text

10. kąt dolnego brzegu skrzydełka i osi głównej ($\pm \delta$),
11. położenie górnego brzegu skrzydełka w procentach długości orzeszka $\left(\frac{xy \times 100}{aa} \right)$

Dla orzeszków pozbawionych skrzydełek możliwe było podanie tylko pierwszych sześciu cech. Wyniki pomiarów zestawiono w tablicy II. Orzeszki kopalne porównano do współczesnych dzieląc każdorazowo wartości cech orzeszków kopalnych przez odpowiednie wartości cech orzeszków współczesnych. Wyniki porównań przedstawiono w postaci wykresów. Dane dotyczące orzeszków współczesnych zaczerpnięto z tabel podanych w pracy Białobrzeskiej i Truchanowiczówny. Najczęściej używano do porównań prób ogólnych danego gatunku, w jednym przypadku posłużono się ponadto próbą lokalną co zostało w tekście wyraźnie zaznaczone. Omówienie poszczególnych wykresów podane jest przy opisie gatunków.

Betula verrucosa Ehrh. (fot. 91—94): do tego gatunku zaliczono 9 łusek z młodszego dryasu, 2 łuski z Allerødu lub okresu starszego (oznaczone przez Truchanowiczównę 1960) i 1 owocek z okresu preborealnego. Nie można wykluczyć, że do tego gatunku należy ponadto 9 innych orzeszków z okresów Ib, Ic, IIa, IIb i III. W tablicy I podane są jako *B. verrucosa*?

Łuski *B. verrucosa* mają kłapy boczne stosunkowo długie i odgięte ku dołowi. Orzeszek z okresu IV zachowany w stanie prawie nieuszkodzonym ma charakterystyczne dla tego gatunku szerokie i silnie ponad wierzchołek orzeszka wysunięte skrzydełka. Orzeszki określone jako *B. verrucosa*? są stosunkowo wąskie i odwrotnie jajowate, podczas gdy u *B. pubescens* z reguły występuje kształt wrzecionowaty. Trafne oznaczenie tych orzeszków jest jednak wątpliwe. Mniej zastrzeżeń budzi zaliczenie do tego gatunku jednego orzeszka z okresu Ic (orzeszek nr 1). Z wykresu (fig. 11) widać, że różni się on wprawdzie od *B. verrucosa* niezwykle szerokim kątem podstawy (cecha 5), zbliża się natomiast najbardziej do tego gatunku szerokością skrzydełka (cecha 7) i wysunięciem do przodu skrzydełek (cechy 9 i 11). Dwie łuski oznaczone przez Truchanowiczównę pochodzą z innej odkrywki na tej samej wydmie. Wiek ich określono pierwotnie błędnie jako holoceniński. Na podstawie dodatkowo wykonanych spektrów pyłkowych można powiedzieć, że pochodzą one z brzożowej fazy Allerødu lub z okresu starszego.

Betula verrucosa jest gatunkiem o szerokim euroazjatyckim rozmieszczeniu, który w Skandynawii dochodzi do 67° i 69° szerokości geogr. północnej (Firbas 1949). W Polsce występuje pospolicie na całym niżu i w niższych położeniach górskich.

Betula pubescens Ehrh. (fot. 95—99): do tego gatunku zaliczono 29 łusek i 80 orzeszków z okresów Ib, Ic, II i III. Łuski *B. pubescens* różnią się od *B. verrucosa* krótszymi i bardziej do przodu wysuniętymi kłapami bocznymi, a od *B. tortuosa* i *B. carpatica* mniejszymi rozmiarami i węższą podstawą. Orzeszki oznaczone jako *B. pubescens* są szersze w stosunku do swej długości niż to ma miejsce u *B. verrucosa* i mają kształt najczęściej wrzecionowaty. Osiem spośród oznaczonych orzeszków ma zachowane częściowo lub całkowicie skrzydełka, które są węższe i bardziej rozchylone w części górnej niż u *B. verrucosa*. Od *B. tortuosa* i *B. carpatica* różnią się oznaczone orzeszki przede wszystkim mniejszymi rozmiarami i stosunkowo szerszymi skrzydełkami. Dla trzech orzeszków wykreślono linie kształtu. Jeden orzeszek z Allerødu (fig. 12) ma kształt bardzo charakterystyczny dla *Betula pubescens*, a jego linia kształtu przebiega identycznie jak linia kształtu współczesnych orzeszków tego gatunku. Drugi orzeszek z Allerødu (fig. 13) wielkością zbliża się do *B. tortuosa* (cechy 1 i 2), a różni się od tego gatunku silniej wysuniętymi do przodu skrzydełkami (cechy 9 i 11). Linia kształtu tego orzeszka zbliżona jest najbardziej do *B. pubescens*. Linia kształtu jednego orzeszka z Böllingu (fig. 14) również wskazuje na przynależność do *B. pubescens*.

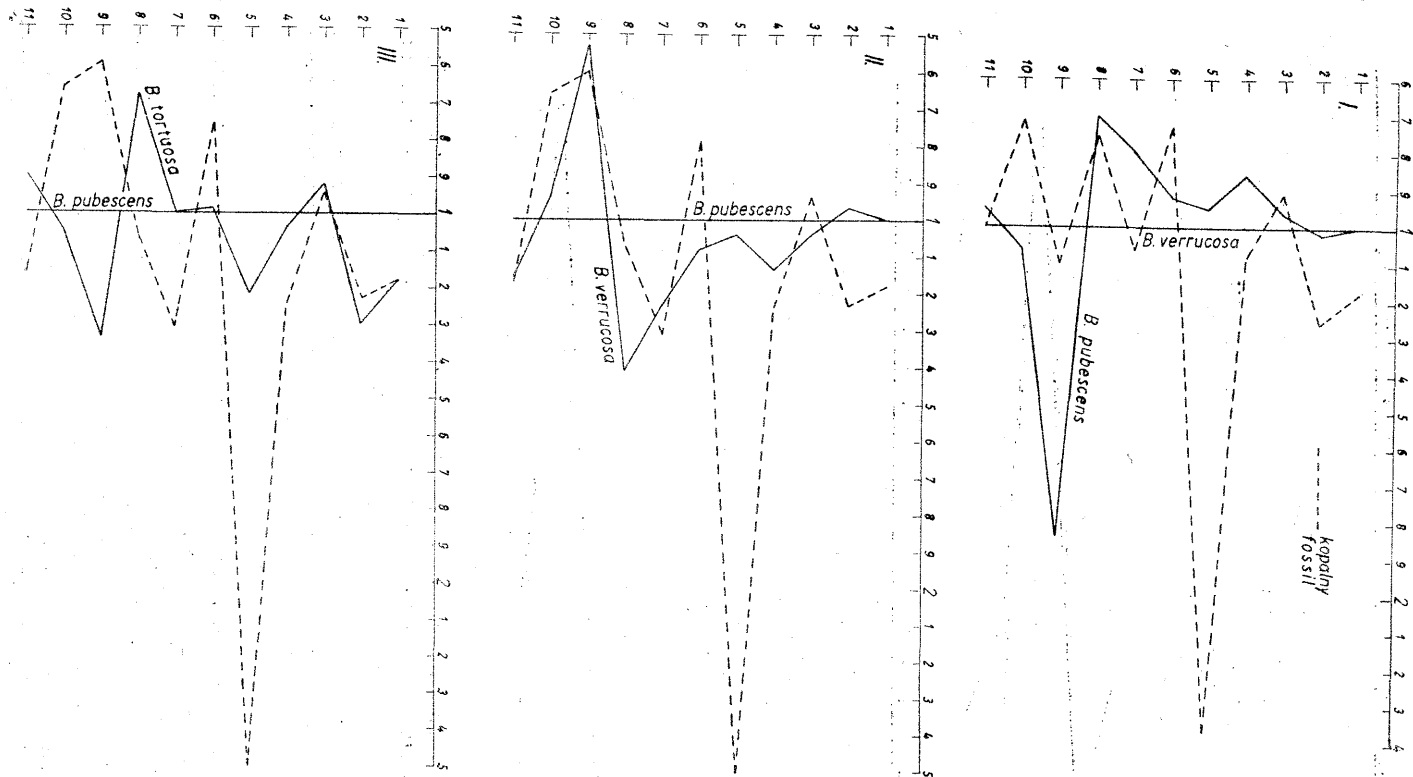


Fig. 11. Linie kształtu orzeszka nr 1 ze starszego dryasu oraz współczesnych orzeszków *Betula pubescens*, *B. verrucosa* i *B. tortuosa* w stosunku do *B. verrucosa* (I) i do *B. pubescens* (II, III). Orzeszek kopalny zbliża się najbardziej do *B. verrucosa* (II).

Shape-lines of nutlet No. 1 from the Older Dryas and of present-time nutlets of *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, and *B. tortuosa* in comparison with *B. verrucosa* (I) and *B. pubescens* (II, III). The fossil nutlet resembles mostly *B. verrucosa* (II).

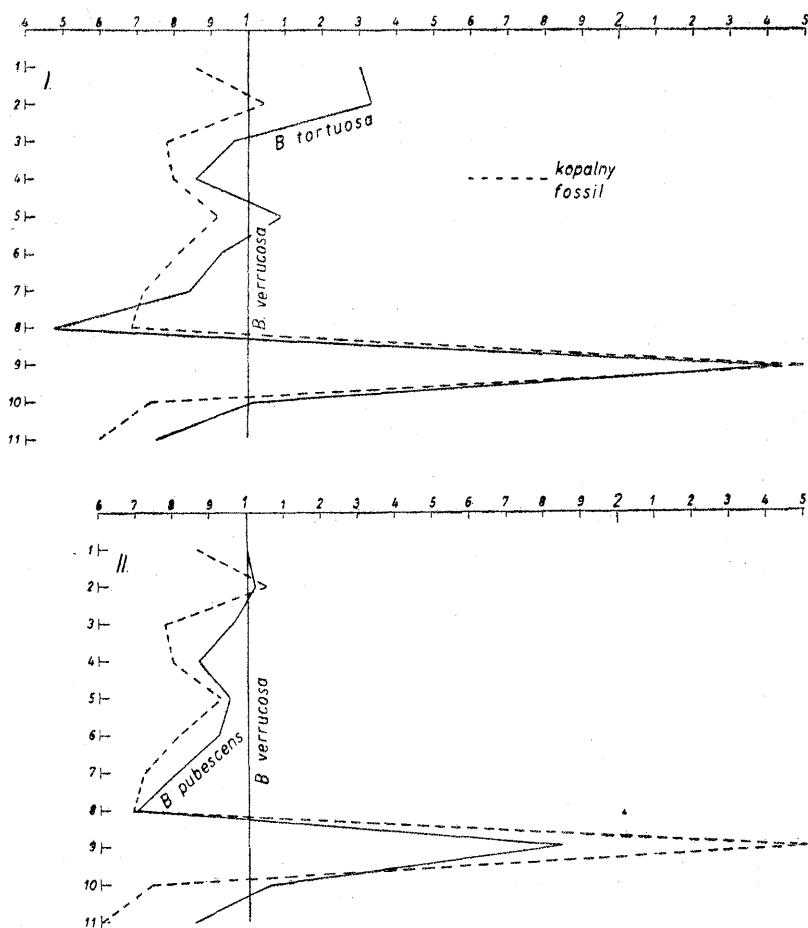


Fig. 12. Linie kształtu orzeszka nr 2 z Allerødu oraz współczesnych orzeszków *Betula tortuosa* i *B. pubescens* w porównaniu do *B. verrucosa*. Orzeszek kopalny zbliża się kształtem najbardziej do *B. pubescens*

Shape-lines of nutlet No. 2 from the Allerød and of present-time nutlets of *Betula tortuosa* and *B. pubescens* in comparison with *B. verrucosa*. The fossil nutlet resembles mostly *B. pubescens*

Betula pubescens jest gatunkiem eurosyberyjskim, który sięga dalej ku północy aniżeli *B. verrucosa*. W Polsce występuje na całym niżu.

Betula tortuosa Ledeb. lub *B. carpatica* W. et Kit. (fot. 100—104): zaliczono tu 48 orzeszków i 49 łuski z okresów Ic, II, III. Orzeszki tych dwu gatunków są na ogół większe niż orzeszki *B. pubescens*, mają skrzydełka węższe, silniej rozchylone i przeważnie nie wystające ponad wierzchołek orzeszka. Łuski *B. tortuosa* i *B. carpatica* są również większe niż łuski *B. pubescens*, mają szerszą podstawę i silniej wzniesione ku górze kłapy boczne. Opisowi temu odpowiadają orzeszki i łuski z Witowa. Różnice natomiast pomiędzy współ-

czesnymi orzeszkami i łuskami *B. tortuosa* i *B. carpatica* są tak nieznaczne, że w materiale kopalnym nie można było rozstrzygnąć, o który z tych dwu gatunków chodzi. Rysunki 15—19 podają wykresy linii kształtu 15 orzeszków z Ic, II i III (fig. 15—19). Linie kształtu są podobne zarówno do *B. tortuosa* jak i *B. carpatica* lub też nieco bardziej zbliżają się do *B. tortuosa*. Jedynie 4 orzeszki z Allerødu zbliżone są bardziej do *B. carpatica*, ponieważ są nieco krótsze w stosunku do swej szerokości aniżeli orzeszki *B. tortuosa*.

Zasięg *B. tortuosa* obejmuje południową Grenlandię, Islandię i północną Europę, gdzie gatunek ten tworzy polarną granicę lasu (Firbas 1949; Hultén 1958). W Polsce

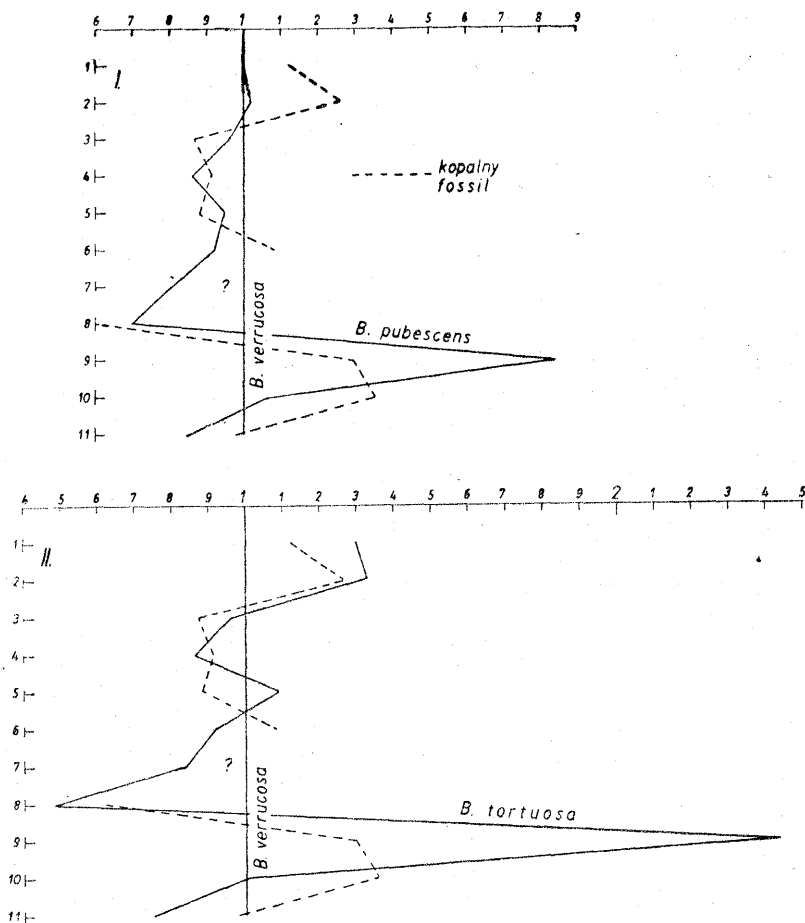


Fig. 13. Linie kształtu orzeszka nr 3 z Allerødu oraz współczesnych orzeszków *Betula pubescens* i *B. tortuosa* w porównaniu do *B. verrucosa*. Linia kształtu orzeszka kopalnego zbliża się najbardziej do *B. pubescens*

Shape-lines of nutlet No. 3 from the Allerød and of present-time nutlets of *Betula pubescens* and *B. tortuosa* in comparison with *B. verrucosa*. The shape-line of the fossil nutlet resembles mostly *B. pubescens*

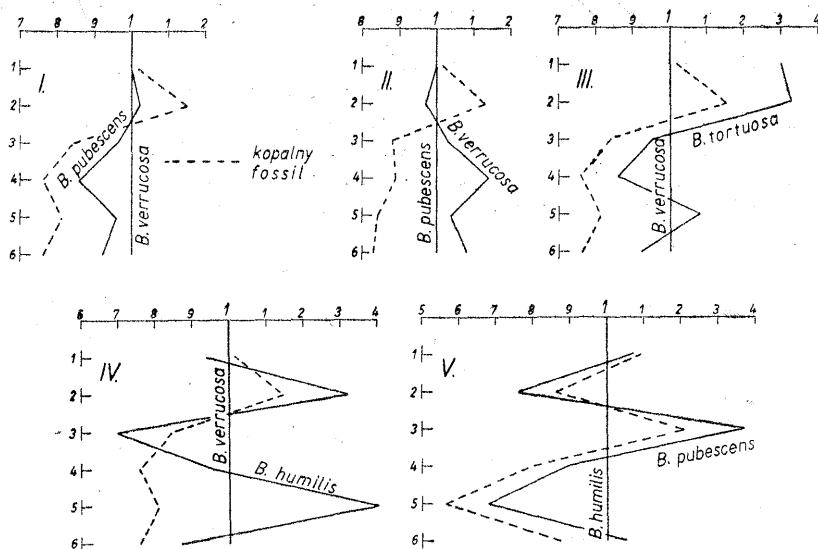


Fig. 14. Linie kształtu orzeszka nr 4 z Bøllingu oraz współczesnych orzeszków *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *B. tortuosa* i *B. humilis* w stosunku do *B. verrucosa* (I, III, IV), *B. pubescens* (II) i *B. humilis* (V). Orzeszek kopalny jest zbliżony najbardziej do *B. pubescens* (I, V)

Shape-lines of nutlet No. 4 from the Bølling and of present-time nutlets of *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *B. tortuosa*, and *B. humilis* in relation to *B. verrucosa* (I, III, IV), *B. pubescens* (II), and *B. humilis* (V). The fossil nutlet resembles mostly *B. pubescens*

brzoza ta nie rośnie. *Betula carpatica* występuje w górach środkowej Europy, w Polsce podana jest z Tatr i Sudetów.

Betula grupa *pubescentes*: dla 8 orzeszków i 31 uszkodzonych łusek z IIb i III nie można było rozstrzygnąć czy należą one do *B. pubescens* czy też do *B. tortuosa* lub *B. carpatica*.

Betula humilis Schrank. (fot. 105—106): do tego gatunku należą 74 orzeszki i prawdopodobnie jedna łuska z okresów Ia, Ib, Ic, II i III. Orzeszki różnią się od sekcji *albae* tym, że są najczęściej krótsze i szersze. U pięciu orzeszków zachowały się częściowo lub całkowicie skrzydełka, które są węższe niż w sekcji *albae* i osadzone poniżej wierzchołka orzeszka. Od *B. nana* oznaczone orzeszki różnią się węższą podstawą i szerszymi skrzydełkami. Figura 20 przedstawia linię kształtu wykreśloną na podstawie średnich wartości cech 50 orzeszków kopalnych z najstarszego dryasu. Do pomiarów wybrano orzeszki wąskie, które na oko mogły należeć do *B. nana* lub *B. humilis*. Linia kształtu tych orzeszków przebiega podobnie jak linia kształtu współczesnych orzeszków *B. humilis* (fig. 20: II, IV, VI), a różni się od linii kształtu *B. nana* wartością kąta podstawy (fig. 20: I, cecha 5). W tablicy III zestawiono wartości kąta podstawy ($\angle \beta$) współczesnych orzeszków *B. humilis* i *B. nana* z pracy Białobrzelskiej i Truchanowiczówny (1960) oraz kopalnych orzeszków z Witowa. Z zestawienia tego wynika, że taki kąt podstawy, jaki występuje u orzeszków kopalnych z Witowa, można spotkać zarówno u współczesnych okazów *B. nana* jak i *B. humilis*, ale średnia wartość zbliża się bardziej do średniej dla *B. humilis*.

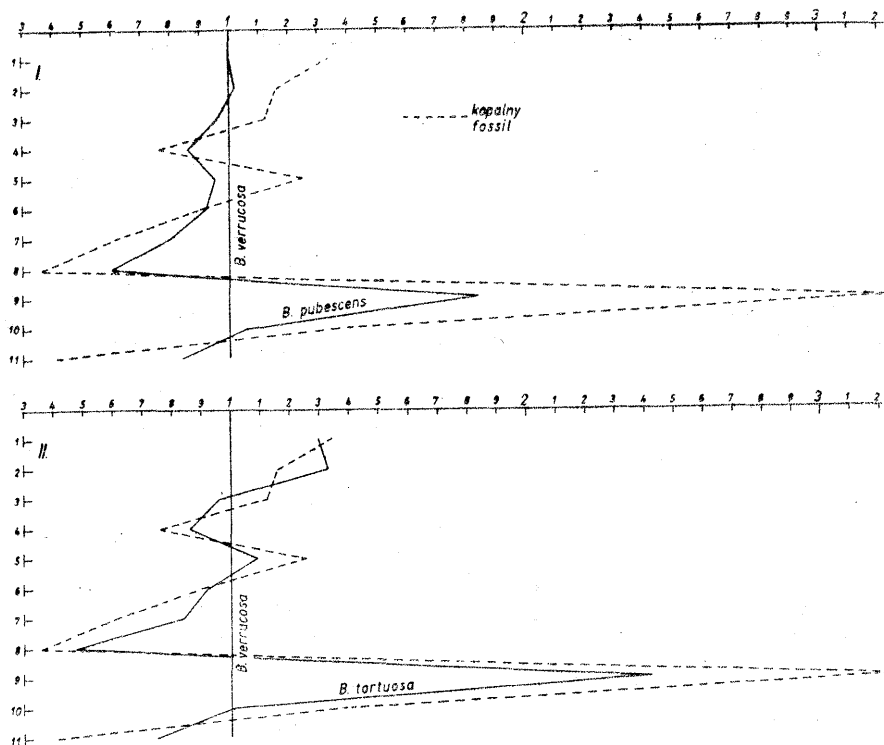


Fig. 15. Linie kształtu orzeszka nr 5 z młodszego dryasu oraz współczesnych orzeszków *Betula pubescens* i *B. tortuosa* w porównaniu do *B. verrucosa*. Orzeszek kopalny zbliża się do *B. tortuosa*

Shape-lines of nutlet No. 5 from the Younger Dryas and present-time nutlets of *Betula pubescens* and *B. tortuosa* in comparison with *B. verrucosa*. The fossil nutlet resembles mostly *B. tortuosa*

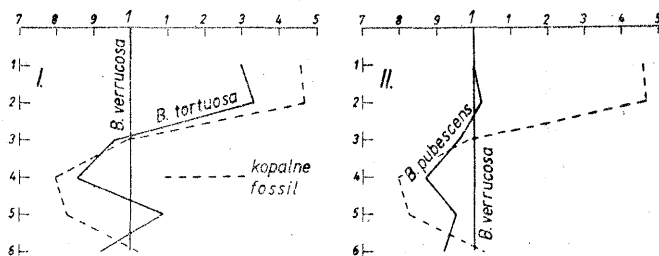


Fig. 16. Linie kształtu 6 orzeszków (nr 6—11) z młodszego dryasu oraz współczesnych orzeszków *Betula tortuosa* i *B. pubescens* w stosunku do *B. verrucosa*. Orzeszki kopalne można zaliczyć do *B. tortuosa*

Shape-lines of 6 nutlets (Nos 6—11) from the Younger Dryas and of present-time nutlets of *Betula tortuosa* and *B. pubescens* in relation to *B. verrucosa*. The fossil nutlets belong to *B. tortuosa*

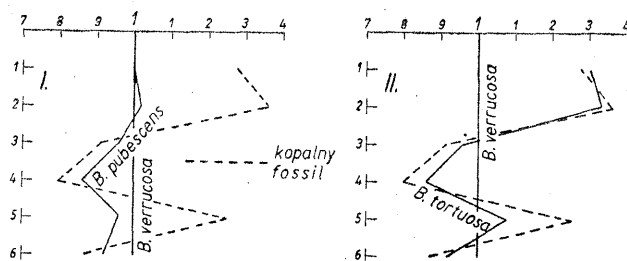


Fig. 17. Linie kształtu 5 orzeszków (nr 12—16) z Allerødu oraz współczesnych orzeszków *Betula pubescens* i *B. tortuosa* w porównaniu do *B. verrucosa*. Orzeszki kopalne zbliżają się bardziej do *B. tortuosa*

Shape-lines of 5 nutlets (Nos 12—16) from the Allerød and of present-time nutlets of *Betula pubescens* and *B. tortuosa* in comparison with *B. verrucosa*. Fossil nutlets resemble more *B. tortuosa*

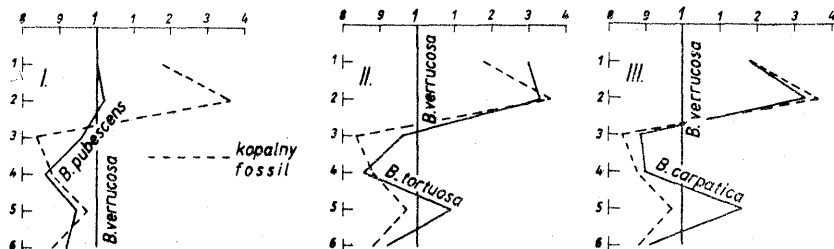


Fig. 18. Linie kształtu orzeszka nr 17 z Allerødu oraz współczesnych orzeszków *Betula pubescens*, *B. tortuosa* i *B. carpatica* w stosunku do *B. verrucosa*. Linia kształtu orzeszka kopalnego jest najbardziej zbliżona do *B. carpatica*

Shape-lines of nutlet No. 17 from the Allerød and of present-time nutlets of *Betula pubescens*, *B. tortuosa* and *B. carpatica* in relation to *B. verrucosa*. The shape-line of the fossil nutlet resembles mostly *B. carpatica*

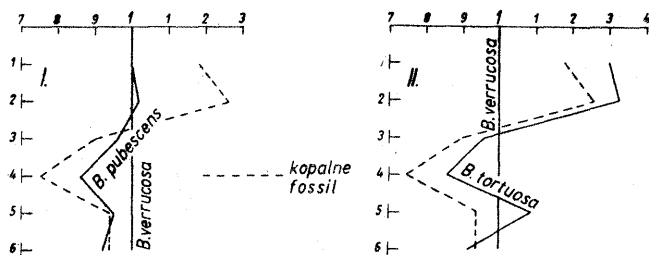


Fig. 19. Linie kształtu orzeszka nr 18 ze starszego dryasu oraz współczesnych orzeszków *Betula pubescens* i *B. tortuosa* w porównaniu do *B. verrucosa*. Orzeszek kopalny zbliżony jest najbardziej do *B. tortuosa*

Shape-lines of nutlet No. 18 from the Older Dryas and present-time nutlets of *Betula pubescens* and *B. tortuosa* in comparison with *B. verrucosa*. The fossil nutlet resembles mostly *B. tortuosa*

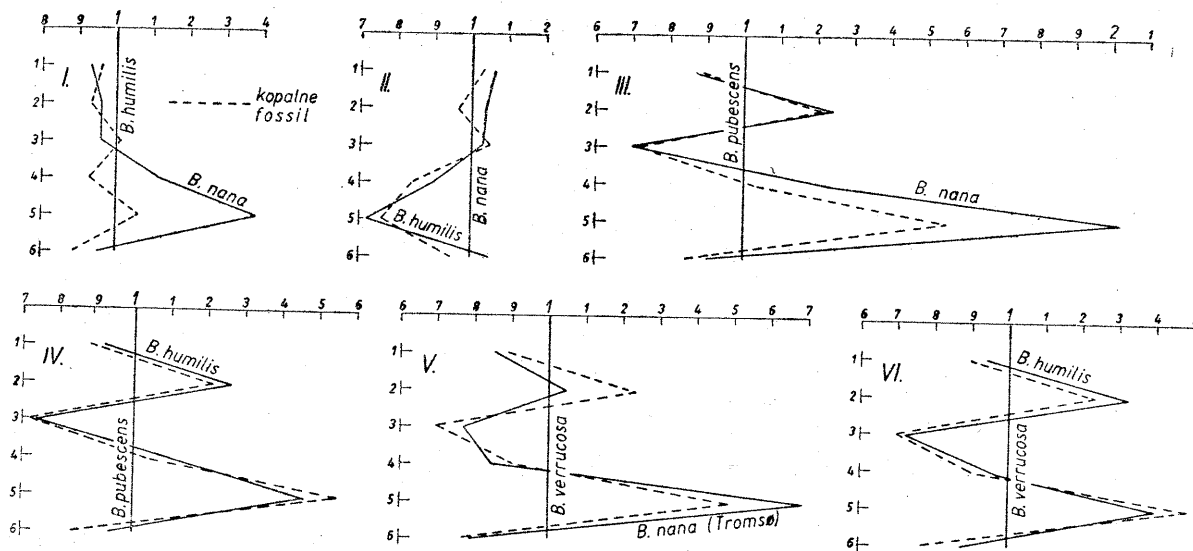


Fig. 20. Linie kształtu 50 orzeszków (nr 25—74) z najstarszego dryasu oraz współczesnych orzeszków *Betula nana* (próba ogólna), *B. humilis* i *B. nana* z Tromsø w stosunku do współczesnych orzeszków *B. humilis* (I), *B. nana* (II), *B. pubescens* (III, IV) i *B. verrucosa* (V, VI). Linia kształtu orzeszków kopalnych zbliża się najbardziej do *B. humilis*

Shape-lines of 50 nutlets (Nos 25—74) from the Oldest Dryas and of present-time nutlets of *Betula nana* (general sample), *B. humilis*, and *B. nana* from Tromsø in comparison with present-time nutlets of *B. humilis* (I), *B. nana* (II), *B. pubescens* (III, IV), and *B. verrucosa* (V, VI). The shape-line of fossil nutlets resembles mostly *B. humilis*

Kąt podstawy współczesnych orzeszków *Betula humilis* i *B. nana* oraz kopalnych orzeszków *B. humilis*

Basal angle of present-time nutlets of *Betula humilis* and *B. nana* and of fossil nutlets of *B. humilis*

Tablica III

Gatunek Species	Ilość Total	Kąt podstawy Basal angle ($\angle\beta$)	
		Min. — Max. Min. — Max.	Średnia Average
<i>humilis</i>	600	22°—108°	52,01°
<i>nana</i>	500	27°—146°	68,06°
<i>humilis</i> , kopalne, fossil	50	35°— 70°	53,10°

W materiale Białobrzesckiej i Truchanowiczówny obejmującym 600 orzeszków *B. humilis* i 500 orzeszków *B. nana* kąt podstawy (53°) jaki występuje u okazów kopalnych i mniejszy miało 73% orzeszków *B. humilis* i 21% orzeszków *B. nana*. Aby przekonać się, czy orzeszki z najstarszego dryasu z Witowa nie mogą przedstawiać jakiejś populacji *B. nana* o wybitnie wąskim kącie podstawy, porównano je z orzeszkami *B. nana* z Tromsø w Norwegii, które odznaczały się najwęższym kątem podstawy spośród wszystkich prób zbadanych przez Białobrzeską. Z wykresu (fig. 20: V, VI) wynika, że linia kształtu orzeszków kopalnych zbliża się bardziej do linii kształtu *B. humilis* aniżeli do linii kształtu *B. nana* z Tromsø. Orzeszki z Tromsø, przy wąskim kącie podstawy były jednocześnie węższe (fig. 20: V). Wydaje się wobec tego, że bardziej prawdopodobna jest przynależność badanych orzeszków do *B. humilis* aniżeli do *B. nana*.

Linie kształtu wykreślono także dla 5 orzeszków pozbawionych skrzydełek z okresów Ic i II. We wszystkich przypadkach linie kształtu orzeszków kopalnych zbliżają się bardziej do *B. humilis* aniżeli do *B. nana* (fig. 21 i 22).

Betula humilis jest gatunkiem borealno-euro-syberyjskim (Pawłowska 1959), któ-

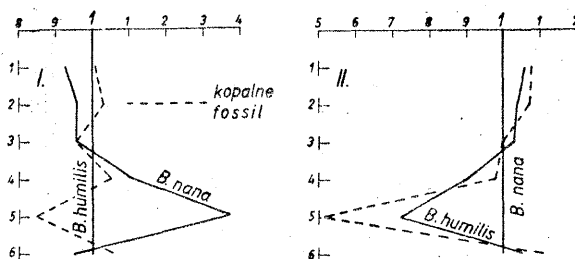


Fig. 21. Linie kształtu 4 orzeszków (nr 20—23) z Allerødu oraz współczesnych orzeszków *Betula nana* i *B. humilis* w stosunku do *B. humilis* (I) i *B. nana* (II). Orzeszki kopalne zbliżają się bardziej do *B. humilis*

Shape-lines of 4 nutlets (Nos 20—23) from the Allerød and of present-time nutlets of *Betula nana* and *B. humilis* in relation to *B. humilis* (I) and *B. nana* (II). The fossil nutlets resemble more *B. humilis*

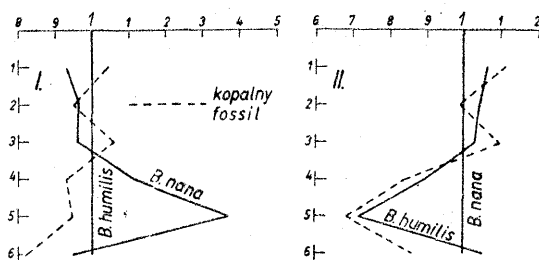


Fig. 22. Linie kształtu orzeszka nr 24 ze starszego dryasu oraz współczesnych orzeszków *Betula nana* i *B. humilis* w stosunku do *B. humilis* (I) i *B. nana* (II). Orzeszek kopalny zbliża się bardziej do *B. humilis*

Shape-lines of nutlet No. 24 from the Older Dryas and present-time nutlets of *Betula nana* and *B. humilis* in comparison with *B. humilis* (I) and *B. nana* (II). The fossil nutlet resembles more *B. humilis*

rego południowo-zachodnia granica w Europie przebiega przez Polskę od północnego zachodu ku południowemu wschodowi (Kępczyński 1956). Oderwane stanowiska występują w większej ilości na pogórzu alpejskim (Firbas 1949). W Arktyce nie rośnie. W Polsce poza zwartym zasięgiem gatunek ten podany był z Puszczy Niepołomickiej, gdzie wyginał i z Pakosławia koło Radomia. W województwie łódzkim nie był notowany. Jest to w Polsce relikwit glacialny, którego szczątki kopalne znane są z licznych flor pochodzących ze zlodowacenia bałtyckiego (Czubiński 1950; Środoń 1952).

Betula nana L. (fot. 107—109): zaliczono tu 118 orzeszków o bardzo szerokiej nasadzie i wąskich, o ile były zachowane, skrzydełkach, 6 łusek oraz 6 całych liści, 48 większych i dużo drobnych ich fragmentów z okresów Ia, Ib, IIb i III.

Betula nana jest gatunkiem arktyczno-borealnym (Pawłowska 1959), którego południowa granica przebiega w Europie przez Szwecję, południową część półwyspu Skandynawskiego i północną część Związku Radzieckiego. W Polsce znane są obecnie trzy stanowiska: jedno na niżu w Liniach koło Chełmna i dwa w Sudetach. Szczątki kopalne podawane były z szeregu flor glacialnych i późnoglacialnych (Środoń 1959).

Betula sect. *nanae*: do *B. nana* lub *B. humilis* należy 138 małych orzeszków o stosunkowo wąskiej nasadzie z okresów Ia, II i III.

Betula sp. 7 orzeszków i 4 uszkodzone łuski z Ia, Ib, IIa, IIb/III i III.

Pyłek brzozy

Pomiary pyłku brzozy wykonane były w dwu seriach przy użyciu dwu różnych podziałek i zastosowaniu nieco odmiennej metody przygotowania materiału. Różnica ta polegała na tym, że próbki serii I nie były gotowane w KOH po acetolizacji i nie były barwione w przeciwieństwie do próbek serii II. W obrębie każdej serii wszystkie próbki przygotowywane były do analizy w jednakowy sposób, bez użycia HCl, z wyjątkiem próbki nr 13, którą poddano działaniu kwasu solnego. Sposób przygotowywania materiału omówiony został na początku pracy (str. 266). Ziarna

Wielkość pyłku brzozy w profilu I
Birch pollen size in profile I

Tablica IV

Nr próbek Nos. of sam- ples	II seria: 1 kreska = 20,83 μ IIInd series: 1 scale-line = 20.83 μ										kreski lines μ
	0,96	1,09	1,22	1,35	1,48	1,61	1,74	1,87	2,00	2,13	
	20	22,7	25,4	28,1	30,8	33,5	36,2	38,9	41,7	44,4	
50		4	16	36	32	9	2		1		
47		3	9	18	38	27	5				
46		2	10	18	41	21	8				
34		5	11	18	25	24	13	4			
18			5	19	41	26	8		1		
13	1		3	21	48	21	6				
8			2	16	31	30	18	2		1	
2		2	23	49	18	7	1				

	I seria: 1 kreska = 2,85 μ Ist series: 1 scale-line = 2,85 μ										kreski lines μ
	7	8	9	10	11	12	13				
	20	22,8	25,6	28,5	31,3	34,2	37,0				
7		1	16	42	26	10	5				
6		6	35	43	13	2	1				
5	1	7	37	43	10	2					
4		8	49	36	4	2					
3		21	43	27	7	4	1				
2		15	54	26	4	1					

pyłku mierzono w ciągu trzech dni po przygotowaniu próbki. Wyniki zestawiono w tablicy IV. W serii I wykonano pomiary w próbkach z najstarszego dryasu stosując okular pomiarowy o najmniejszej odległości pomiędzy kreskami równej 2,85 μ przy powiększeniu 600 razy. W każdej próbce mierzono po 100 ziarn pyłku. Wyniki przedstawione są na wykresie (fig. 23) linią przerywaną. W serii II mierzono ziarna w 8 próbkach z okresów Ia, Ib, Ic, IIa, III i IV przy użyciu okularu mikrometrycznego, w którym najmniejszy odstęp pomiędzy dwoma kreskami wynosi 0,21 μ przy powiększeniu 600-krotnym. Także i w tej serii mierzono po 100 ziarn pyłku w każdej próbce. Wyniki pomiarów II serii przedstawione są na tym samym wykresie (fig. 23) linią ciągłą. W serii II przyjęto podział na klasy co 13 kresek tzn. co 2,7 μ , w ten sposób uzyskano przedział klasowy zbliżony do przedziału w I serii pomiarów, gdzie wynosi on 2,85 μ . Tylko w jednej próbce (nr 2) wykonano pomiary przy użyciu obu podziałek.

W efekcie uzyskano dwie krzywe o podobnym kształcie, których wierzchołki przesunięte są względem siebie o jedną klasę. W serii I najczęściej spotykana wielkość przypada na $25,4\mu$, w serii II na $28,1\mu$. Różnicę tę należy prawdopodobnie wiązać z odmiennym sposobem przygotowania próbek i zastosowaniem w serii I mało dokładnej podziałki. Różnica ta jednakże nie jest na tyle istotna aby uniemożliwiła porównanie wyników obu serii pomiarów. Należy jedynie pamiętać o tym, że wykresy serii II (linia przerywana) są niejako „sztucznie przesunięte” o jedną klasę w lewo w stosunku do wykresów serii I (linia ciągła). Przy porównywaniu z serią II należy więc przesunąć je każdorazowo o jedną klasę w prawo.

Wymiary wszystkich ziarn pyłku z Witowa wahają się od 20 do 46μ tzn. w granicach 26μ . Porównanie z wymiarami współczesnych ziarn pyłku *B. nana*, *B. humilis*, *B. verrucosa*, *B. pubescens* i *B. tortuosa* (tabl. V) pozwala stwierdzić, że największe ziarna pyłku z Witowa są większe od największych podanych przez Enerotha (1951). Można to tłumaczyć stosowaną w Witowie metodą: KOH + acetoliza (por. doświadczenia Brorsona-Christensena nad pyłkiem *Corylus*, 1946). Zakres zmienności wielkości pyłku z Witowa (26μ) jest także nieco większy niż ma to miejsce u Enerotha (22μ), wydaje się więc prawdopodobne, że wykresy wielkości ziarn pyłku z Witowa reprezentują pięć gatunków brzoź stwierdzonych w szczątkach makroskopowych. Dla otrzymania pewniejszych wyników należałoby wykonać więcej pomiarów w każdej próbce.

W wykresach z Witowa zarysowują się trzy wierzchołki krzywych: przy $28,1\mu$, $30,8\mu$ i $33,5\mu$. Przy prawdopodobnej obecności pięciu gatunków możliwych jest wiele kombinacji i trudno byłoby rozstrzygnąć

Wielkość współczesnych ziarn pyłku *Betula nana*, *B. humilis*, *B. verrucosa*, *B. pubescens* i *B. tortuosa* oraz wymiary kopalnych ziarn pyłku brzozy z Witowa

Size of present-time pollen grains of *Betula nana*, *B. humilis*, *B. verrucosa*, *B. pubescens*, and *B. tortuosa* as well as dimensions of fossil birch-pollen grains from Witów

Tablica V

	Min. — Max.	Skala zmienności Scale of variability
Współczesne (Eneroth 1951) Present-time	12,29—34,12 μ	21,83 μ
Kopalne (Witów) Fossil	19,99—45,62 μ	25,63 μ

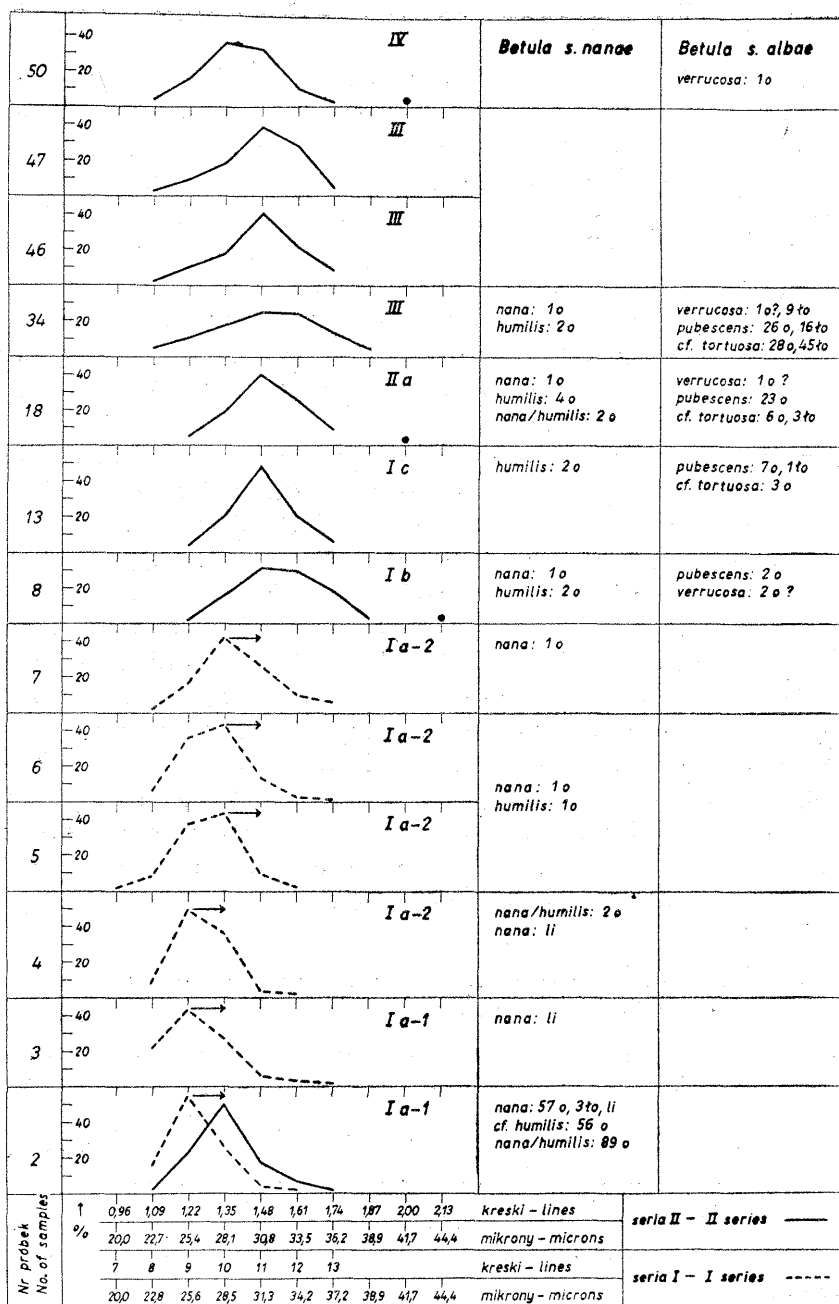


Fig. 23. Wieloboki frekwencji wielkości pyłku brzozy w różnych poziomach profilu I oraz szczątki makroskopowe brzozy znalezione w odpowiednich poziomach tego samego profilu. o — orzeszki; 1o — łuski owocowe; li — liście

Size frequency polygons of birch pollen at different levels of profile I and macroscopic remains of birch found in the respective levels of the same profile. o — nutlets; 1o — fruit scales; li — leaves

Wymiary kopalnych orzeszków *Betula* sp. div. z Witowa
Dimensions of fossil nutlets of *Betula* sp. div. from Witów

Tablica II

<i>Betula</i>		<i>cf. verrucosa</i>	<i>pubescens</i>			<i>tortuosa vel carpatica</i>					<i>humilis</i>			
Okresy — Pollen zones		Ic	II	II	Ib	III	III	II	II	Ic	II	II	Ic	Ia
Cechy — Characteristics	Nr orzeszków Nos. of nutlets	1	2	3	4	5	6—11	12—16	17	18	19	20—23	24	25—74
	Ilość — Total	1	1	1	1	1	6	5	1	1	1	4	1	50
1. Długość orzeszka w mm — Length of the nutlet in mm		2,2	1,6	2,1	1,9	2,5	2,73 (2,7—2,8)	2,2 (1,5—2,6)	2,2	2,4	1,5	1,75 (1,5—1,9)	1,8	1,67 (1,2—2,0)
2. Szerokość orzeszka w mm — Width of the nutlet in mm		1,2	1,0	1,2	1,1	1,1	1,4 (1,0—1,6)	1,18 (0,9—1,3)	1,3	1,3	1,1	1,3 (1,2—1,4)	1,2	1,18 (0,8—1,6)
3. Stosunek długości do szerokości — Proportion of length to width		1,83	1,6	1,75	1,72	2,26	2,0 (1,68—2,8)	1,82 (1,55—2,0)	1,69	1,84	1,36	1,36 (1,15—1,58)	1,5	1,43 (1,0—1,9)
4. Kąt wierzchołka orzeszka — Apical angle of the nutlet		53°	40°	45°	38°	38°	39° (24°—48°)	36,8° (32°—40°)	43°	30°	44°	50,25° (45—58)	44°	44,22° (34—58)
5. Kąt podstawy orzeszka — Basal angle of the nutlet		85°	33°	32°	29°	45°	30° (16°—50°)	33,8° 27°—37°	35°	45°	40°	43° (35—50)	48°	53,1° (35—70°)
6. Położenie najszerszej części w %% długości — Position of the widest part of the nutlet in %% of the length		45,4%	50%	66,66%	47,36%	56%	63,33% (55—71)	58,58% (52,38—52,5)	54,54%	54,1%	40%	57,30% (50—66,6)	44,44%	48,28% (40—62)
7. Szerokość całego skrzydła w mm — Width of the whole fruit in mm		3,80	2,6	2,8		2,2								
8. Stosunek szerokości skrzydła do szerokości orzeszka — Proportion of the width of the wing to the width of the nutlet		1,08	1,0	0,91		0,54								
9. Kąt górnego brzegu skrzydła i osi głównej — Angle of the upper edge of the wing and the main axis		41°	93°	48°		120°								
10. Kąt dolnego brzegu skrzydła i osi głównej — Angle of the lower edge of the wing and the main axis		63°	66°	120°		125								
11. Położenie górnego brzegu skrzydła w %% długości orzeszka — Position of the upper edge of the wing in %% of the length of the nutlet		132%	81,25%	133%		56%								

jakie taksony reprezentują poszczególne wierzchołki. O wyborze takiej lub innej możliwości interpretacji decydowały zarówno znalezione szczątki makroskopowe jak i ogólny charakter roślinności w poszczególnych okresach. Jako stały punkt odniesienia służyć może wykres z próbki najniższej, który przedstawia zmienność wielkości pyłku *Betula nana* z ewentualną domieszką *B. humilis*.

Charakterystyka krzywych

Seria I

Najstarszy dryas, Ia-1, próbka nr 2: silnie piaszczysty torf mszysty; krzywa jednowierzchołkowa reprezentuje jeden lub dwa gatunki o zbliżonych wymiarach. Interpretacja: mieszanina pyłku *B. nana* i *B. humilis* z przewagą *B. nana*.

Próbka nr 3: piasek z domieszką substancji humusowych.

Próbka nr 4: silnie piaszczysty torf mszysty; krzywe jednowierzchołkowe z większym udziałem pyłku większego niż w próbce nr 2. Interpretacja: pyłek *B. nana* w przewadze, prawdopodobnie mała domieszka *B. pubescens* i *B. verrucosa* z dalekiego transportu.

Najstarszy dryas, Ia-2, próbki nr 5 i 6: silnie piaszczysta gytia; wierzchołek krzywej przesunięty o jedną klasę w kierunku ziarn większych w porównaniu z próbkami z poprzedniej fazy okresu Ia. Interpretacja: zaczyna się przewaga pyłku *B. pubescens* i *B. verrucosa* nad pyłkiem *B. nana*, pyłek brzoź drzewiastych z transportu.

Próbka nr 7: piaszczysta gytia wapienna; wierzchołek przesunięty o jedną klasę w stosunku do krzywej z próbki nr 2. Interpretacja: pyłek *B. pubescens* i *B. verrucosa* przeważa nad pyłkiem *B. nana*.

Seria II

Najstarszy dryas, Ia-1, próbka nr 2: jak w serii I.

Bølling, próbka nr 8; silnie piaszczysta gytia wapienna; krzywa dwuwierzchołkowa, przewaga ziarn większych w porównaniu z próbkami nr 2 i 7. Interpretacja: znaczna przewaga pyłku z sekcji *albae* nad pyłkiem *B. nana*; prawdopodobnie *B. pubescens*, *B. verrucosa* i w mniejszej ilości *B. tortuosa*.

Starszy dryas, próbka nr 13: silnie piaszczysta gytia wapienna; krzywa jednowierzchołkowa, zmniejszenie się udziału ziarn największych w porównaniu z próbką nr 8, wierzchołek przesunięty jednak w kierunku ziarn większych w porównaniu z próbką nr 2. Interpretacja: prawdopodobnie dominuje pyłek *B. verrucosa* pochodzący z transportu.

Allerød, faza brzożowa, próbka nr 18: silnie piaszczysta gytia; krzywa

jednowierzchołkowa, podobna do krzywej ze starszego dryasu, różni się nieco większym udziałem ziarn większych. Interpretacja: dominuje *B. verrucosa*, nieco większy niż poprzednio udział *B. pubescens*.

Młodszy dryas, III-1, próbka nr 34: silnie piaszczysta gytia; krzywa bez wyraźnego wierzchołka, w porównaniu z próbką z Allerødu większy udział ziarn większych i mniejszych. Interpretacja: znaczne zmniejszenie udziału pyłku *B. verrucosa* na korzyść *B. pubescens*, *B. tortuosa* i *B. nana*.

Młodszy dryas, schylek fazy III-2, próbki nr 46 i 47: piasek wydumowy z bardzo małą domieszką gytii; krzywe jednowierzchołkowe, zmniejszenie udziału ziarn największych. Interpretacja: przewaga pyłku *B. verrucosa*, obecne *B. nana* i *B. pubescens*.

Okres preborealny, próbka nr 50: piasek z dużą domieszką gytii; krzywa dwuwierzchołkowa, zwiększenie się udziału ziarn najmniejszych. Interpretacja: mieszanina pyłku *B. nana* i *B. verrucosa* w mniej więcej równej ilości.

PODSTAWY PODZIAŁU STRATYGRAFICZNEGO DIAGRAMÓW PYŁKOWYCH

W oparciu o stratyografię późnego glaciału podaną przez Jessena (1935) i Iversena (1942) wyróżniono w diagramach pyłkowych z Witowa pięć okresów: najstarszy dryas (Ia), Bølling (Ib), starszy dryas (Ic), Allerød (II) i młodszy dryas (III). Poprzez wyróżnienie dwu faz w okresie najstarszego dryasu (Ia-1 i Ia-2) nawiązano do podziału van der Hammena (1952, 1957), który różni się od podziału duńskiego przesunięciem dolnej granicy Bøllingu.

Początek Bøllingu według Iversena zaznacza się w diagramach pyłkowych pierwszym wzniesieniem się krzywej brzozy. Zjawisko to wywołane rozprzestrzenieniem się brzozy drzewiastej jest opóźnione w stosunku do warunkującej je zmiany klimatycznej. Innymi słowy warunki klimatyczne, ściślej termiczne, umożliwiające egzystencję brzóz z sekcji *albae* zapanowały w późnym glaciale przed okresem Bøllingu w sensie Iversena. Opóźnione pojawianie się brzóz drzewiastych wywołane było przede wszystkim wędrowką jaką musiały odbyć te gatunki ze swoich ostoi. Nie bez wpływu pozostawały warunki edaficzne na uwalnianych spod lądolodu terenach (van der Hammen 1952; Iversen 1954). Van der Hammen uważa wobec tego, że wskaźników poprawy klimatu na początku późnego glaciału należy szukać wśród roślin, które rosły na badanym obszarze w okresie poprzedzającym zmianę klimatyczną. Utrzymuje on, że na terenie Holandii wzniesienie się krzywej *Artemisia* poniżej pierwszego wierzchołka brzozy jest w obrazie roślinności najwcześniejszą i, jego zdaniem, synchroniczną w różnych diagramach oznaką poprawiających się warunków kli-

matycznych. Okres poniżej wierzchołka *Artemisia* zalicza on do pełnego glaciału, okres zaś od tego wierzchołka do spadku krzywej brzozy obejmuje nazwą interstadiał Bølling s.l.

Przy omawianiu diagramów pyłkowych z Witowa zwrócono szczególną uwagę na roślinne wskaźniki zmiany klimatu pojawiające się poniżej pierwszego wierzchołka brzozy. Starano się wykazać, że ten najstarszy odcinek w diagramach można podzielić na dwie fazy: starszą, z florą chłodniejszą i młodszą, cieplejszą. Nazwy Bøllingu używano jednak zawsze w znaczeniu Iversena, tzn. dla określenia tego okresu w rozwoju roślinności, który rozpoczyna się starszą od Allerødu kulminacją brzozy. Kierowano się przy tym dwoma względami. Po pierwsze podział duński, stosowany dzisiaj powszechnie w badaniach późnoglacialnych, umożliwia porównywanie wyników, po drugie granica oparta o wzniesienie krzywej brzozy była łatwa do wyznaczenia w diagramach pyłkowych z Witowa w oparciu o same diagramy, podczas gdy w wydzieleniu dwu faz w obrębie najstarszego dryasu dużą rolę odegrały znalezione szczątki makroskopowe. Synchronizację okresów wyróżnionych w Witowie z takimiż okresami podanymi przez Iversena i van der Hammena przedstawia tablica VI.

Porównanie podziału stratygraficznego diagramów pyłkowych z Witowa z podziałem późnego glaciału według Iversena (1942) i van der Hammena (1952)

Comparison of the stratigraphical division of the pollen diagrams from Witów with the division of Late-glacial period according to Iversen (1942) and van der Hammen (1952)

Tablica VI

Iversen	v. d. Hammen	Witów
Młodszy dryas Younger Dryas	Młodszy dryas Younger Dryas	III—2 Maksymalne odlesienie Maximum deforestation III—1
Allerød	Allerød	II
Starszy dryas Older Dryas	Starszy dryas Older Dryas	Ic
Bølling	Bølling s. l.	Ib Wzniesienie krzywej <i>Betula</i> Rise of <i>Betula</i> curve
Najstarszy dryas Oldest Dryas		Ia—2 Początek ciągłej krzywej <i>Hippophaë</i> i wzniesienie krzywej <i>Artemisia</i> Beginning of the continuous curve of <i>Hippophaë</i> and rise of <i>Artemisia</i> curve
	Pełny glaciał Pleni-glacial	Ia—1

ROLA PYŁKU WYSTĘPUJĄCEGO NA WTÓRNYM ZŁOŻU
LUB POCHODZĄCEGO Z DALEKIEGO TRANSPORTU

Przed przystąpieniem do interpretacji diagramu dobrze będzie zastanowić się czy i w jakim stopniu jest on „zanieczyszczony” pyłkiem obcym, pochodzącym z dalekiego transportu lub występującym na wtórnym złożu, a więc należącym do gatunków, które nie wchodziły w skład roślinności badanych okresów w okolicy Witowa.

Od czasu gdy Iversen (1936) wykazał, że znajdowane w osadach późnoglacialnych sporomorfy trzeciorzędowe, jak również pyłek drzew ciepłolubnych (*Abies*, *Alnus*, *Corylus*, *Picea*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*), a wraz z nim część pyłku sosny i brzozy pochodzą z namycia ze starszych osadów, wielu badaczy późnego glacialu zwróciło szczególną uwagę na to zagadnienie. Okazało się, że wyższe procenty drzew ciepłolubnych stwierdzone w osadach późnoglacialnych wiążą się zwykle z osadem mineralnym lub zawierającym dużą domieszkę części mineralnych (Gross 1935, 1936, 1943; van der Hammen 1952; Müller 1953; Krog 1954; Kanerva 1956; Kopeć 1958).

W diagramach z Witowa element obcy został stwierdzony w bardzo małych ilościach we wszystkich okresach późnego glacialu. Do elementu obcego zaliczono sporomorfy: *Abies*, *Acer*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus*, *Ilex*, *Loranthaceae*, *Picea*, *Pinus* t. *haploxylon*, *Quercus*, *Tilia*, *Tsuga* i *Ulmus*. Suma drzew ciepłolubnych osiąga maksymalnie wartość 2,84% w okresie najstarszego dryasu, w pozostałych okresach nie przekracza 0,5% w stosunku do sumy AP + NAP.

W tablicy VII zestawiono dla Witowa maksymalne wartości procentowe drzew ciepłolubnych wykazane w poszczególnych okresach późnego glacialu i na początku holocenu. Uwzględniono przy tym wszystkie diagramy z terenu wydmy wykonane przez autorkę oraz diagram III opracowany przez Szczepankę.

Z zestawienia tego wynika, że 1° wszystkie drzewa ciepłolubne występują nieco obficie w najstarszym dryasie, a w okresach późniejszych o ile pojawiają się, to przez cały czas mniej więcej w tej samej ilości; 2° w najstarszym dryasie występuje więcej rodzajów drzew ciepłolubnych (9) aniżeli w fazie sosnowej Allerødu (4), przy mniej więcej takiej samej ogólnej liczbie liczonych ziarn pyłku drzew z obu okresów. Pyłek drzew ciepłolubnych w Witowie nie jest więc związany z okresami o cieplejszym klimacie, przeciwnie, w tych okresach pojawia się w mniejszej ilości. Ilość jego jest tym mniejsza, im mniej materiału mineralnego zawiera osad.

Zachowanie się pyłku drzew ciepłolubnych w diagramach z Witowa upoważnia do wyciągnięcia wniosku, że drzewa te nie występowały w okolicy Witowa w całym późnym glacialu.

Zestawienie ziarn pyłku stwierdzonych na wtórnym złożu w diagramach z Witowa. Podane są maksymalne wartości dla każdego okresu w procentach z Σ AP + NAP

List of pollen grains ascertained as rebedded in the diagrams from Witów. Maximum values are given for each period in per cents of the total AP + NAP

Tablica VII

Okresy Pollen zones	Ia	Ib	Ic	IIa	IIb	III	IV
<i>Alnus</i>	1,42	0,46	0,34	0,15	0,15	0,28	0,39
<i>Picea</i>	0,33	0,13	0,13	0,09	0,09	0,18	0,09
<i>Quercus</i>	0,33	0,15	0,07	0,15	0,1	0,19	—
<i>Ulmus</i>	0,29	0,15	0,11	0,15	0,1	0,08	0,18
<i>Carpinus</i>	0,53	0,09	0,11	—	—	0,06	—
<i>Corylus</i>	1,42	0,2	0,15	—	—	0,18	0,36
<i>Abies</i>	0,3	—	0,07	—	—	0,09	—
<i>Tilia</i>	0,29	—	—	—	—	0,05	—
<i>Fagus</i>	0,35	—	—	—	—	0,08	—
<i>Acer</i>	—	—	0,05	—	—	0,07	—
Ilość rodzajów drzew ciepłolubnych Quantity of thermophilous trees genus	9	6	8	4	4	10	4
Suma pyłku wszystkich drzew Total of pollen from all trees	7130	7821	13768	8206	8494	29762	3130
<i>Pinus t. haploxylo</i>	1,15	0,1	—	—	0,3	0,22	—
<i>Tsuga</i>	0,35	0,12	—	0,09	—	—	—
<i>Loranthaceae</i>	—	—	—	0,13	—	—	—
<i>Ilex</i>	—	0,1	—	—	—	—	—

Pozostaje do rozstrzygnięcia pytanie skąd może pochodzić pyłek drzew ciepłolubnych w Witowie, czy należy tu mówić o wtórnym złożu, czy też o dalekim transporcie. Obecność takich form jak *Tsuga*, egzotyczny typ *Loranthaceae*, *Ilex* i *Hystrix* w okresach Ia, Ib i IIa w zestawieniu z charakterem osadu, który zawsze zawiera mniejszą lub większą domieszkę piasku lub iłu, wskazuje na możliwość zanieczyszczenia materiałem starszym. Pochodzenie tego materiału starszego nie zostało wyjaśnione, wydaje się jednak prawdopodobne, że źródłem jego mogły być utwory piaszczysto-gliniaste pokrywające stoki pradoliny. Dla celów orientacyjnych wykonano analizę pyłkową jednej próbki iłu piaszczystego stwierdzonego w wierceniu VI na wydmie, na głębokości 725 cm (tabl. VIII). Spektrum pyłkowe podzielono za Iversenem (1936) na dwie grupy. Grupa A obejmuje formy, które w późnym glacjale występują tylko na wtórnym złożu,

Spektrum pyłkowe próbki ilu piaszczystego z głębokości 725 cm. Podane są bezwzględne ilości ziarn pyłku

Pollen spectrum of a sandy clay sample from the depth of 725 cm. Absolute quantities of pollen grains are given

Tablica VIII

Grupa A Group A		Grupa B Group B	
<i>Alnus</i>	22	<i>Pinus silvestris</i>	41
<i>Picea</i>	1	<i>Betula</i>	22
<i>Quercus</i>	3	<i>Cyperaceae</i>	28
<i>Ulmus</i>	6	<i>Gramineae</i>	15
<i>Corylus</i>	2	<i>Artemisia</i>	2
<i>t. Castanopsis</i>	3	<i>Ericaceae</i>	4
<i>t. Engelhardtia</i>	2	<i>Juniperus</i>	2
<i>Pterocarya</i>	3	<i>Helianthemum</i>	1
<i>Fuglandaceae</i>	2	<i>Typha/Sparganium</i>	4
<i>Taxodiaceae</i>	5	<i>Filipendula</i>	1
<i>Carya</i>	3	<i>Umbelliferae</i>	1
<i>Oleaceae</i>	1	<i>Plantago media</i>	1
<i>Vitaceae</i>	1	<i>Plantago maritima</i>	1
<i>Myrica</i>	4	<i>Equisetum</i>	1
<i>Pinus t. haploxylon</i>	9	<i>Polypodiaceae</i>	8
<i>Ilex</i>	1		
<i>Hystrix</i>	1		
Suma Total	69	Suma Total	132
	<i>Varia</i>		47
	<i>Pediastrum</i>		17
	Suma A + B		201
	Total of A + B		33,5%
	Grupa A		66,5%
	Group A		
	Grupa B		
	Group B		

grupa B takie, które częściowo reprezentują rośliny rosnące w czasie późnego glacjału na miejscu. Spektrum to swoim składem jakościowym, a w pewnym stopniu także ilościowym (dominowanie *Pinus*, *Alnus* i *Betula*) zbliża się do spektrów z glin i piasków glacialnych podanych przez Iversena (1936) i Kroga (1954). Występują w nim wszystkie (z wyjątkiem *Fagus* i *Carpinus*) elementy ciepłolubne, które pojawiają się na wtórnym złożu w późnym glacialu z Witowa. Stosunek pyłku z grupy A do grupy B wynosi 1 : 2. Zważywszy, że pyłek z grupy A w późnym glacialu z Witowa

występuje w znikomej ilości, można przypuszczać, że także w grupie B pyłek na wtórnym złożu odgrywa bardzo niewielką rolę i nie zniekształca właściwego obrazu roślinności w diagramach.

Inaczej nieco przedstawia się sprawa z pyłkiem pochodzącym z dalekiego transportu. Prawdopodobnie prawie cały pyłek sosny w okresach Ia, Ib i Ic pochodzi z dalekiego transportu. Krzywa pyłku sosny w tych okresach wykazuje duże wahnięcia, przy niskich średnich wartościach, które wynoszą: Ia 14%, Ib 12% i Ic 21%. Udział sosny w Allerødzie wzrasta znacznie i osiąga średnie wartości w IIa 36%, w IIb 57%. Dopiero od fazy brzozywej Allerødu począwszy, pyłek sosny reprezentuje drzewa rosnące w regionie Witowa. Pewną rolę transport pyłku sosny odgrywa zapewne ponownie w młodszym dryasie.

CHARAKTERYSTYKA ROŚLINNOŚCI PÓŹNEGO GLACJAŁU W WITOWIE

Najstarszy dryas — Ia

Najstarszy dryas stwierdzony został na wydmie w pięciu punktach oznaczonych na planie numerami I, II, III, IV i V. We wszystkich profilach osadem jest słabo rozłożony piaszczysty torf mszysty, który ku górze przechodzi w drobnoziarnisty piasek z domieszką gyttii.

Jako cechy charakterystyczne najstarszego dryasu w diagramach pyłkowych z Witowa wymienić należy duży udział pyłku roślin zielnych (41—93%, średnio 72%), niskie procenty brzozy (0,8—20%, średnio 9%) i sosny (2,5—35%, średnio 12%), dość duży udział wierzby (0,2—21%, średnio 6%) oraz maksymalne wartości *Hippophaë* w schyłku tego okresu (do 7%). Pyłek sosny pochodzi prawdopodobnie z dalekiego transportu.

Krajobraz roślinny w ciągu całego najstarszego dryasu miał charakter tundry bezdrzewnej. W rozwoju roślinności tego okresu w Witowie można wyróżnić dwie fazy: starszą Ia-1, obejmującą okres przed rozpoczęciem się ciągłej krzywej *Hippophaë* i młodszą Ia-2 od tego momentu aż do wzniesienia się krzywej brzozy na początku Bollingu. Zarówno szczątki makroskopowe jak i spektra pyłkowe z obu tych faz przedstawiają obrazy roślinności o nieco odmiennym charakterze. Wydaje się prawdopodobne, że różnice te są nie tylko wyrazem zmiany czynników edaficznych siedliska wywołanej podniesieniem się poziomu wody w jeziorze lecz wiążą się także z poprawą warunków klimatycznych w fazie młodszej. Uzasadnienie tego przypuszczenia omówione zostanie obszerniej przy rozpatrywaniu roślinnych wskaźników klimatycznych, narazie zaś podany będzie jedynie opis roślinności wyróżnionych podokresów.

Odmienny charakter florystyczny obu faz obrazują tablice IX, X i XIX,

w których zestawiono oznaczone formy w trzech grupach: rośliny wodne, rośliny miejsc podmokłych i rośliny miejsc suchych, piaszczystych. Najważniejsze różnice można ująć w czterech punktach:

Porównanie poszczególnych okresów pod względem ilości form oznaczonych w trzech grupach ekologicznych

Comparison of separate periods as to the quantity of forms identified in three ecological groups of plants

Tablica IX

Okresy Polen zones	Rośliny Plants	Wodne Aqua- tics	Miejsce pod- mokłych Growing on damp places	Miejsce pia- szczytych Growing on sandy places	Inne rośliny Other plants	Suma Total
IV		5 (15%)	6 (18%)	6 (18%)	16 (48%)	33 (100%)
III-2		4 (9%)	8 (18%)	11 (24%)	22 (49%)	45 (100%)
III-1		14 (17%)	12 (15%)	20 (25%)	34 (42%)	80 (100%)
IIb		11 (21%)	12 (23%)	11 (21%)	19 (36%)	53 (100%)
IIa		6 (12%)	9 (18%)	13 (25%)	23 (45%)	51 (100%)
Ic		9 (16%)	9 (16%)	13 (24%)	24 (44%)	55 (100%)
Ib		13 (22%)	12 (20%)	13 (22%)	22 (37%)	60 (100%)
Ia-2		15 (23%)	10 (15%)	15 (23%)	25 (38%)	65 (100%)
Ia-1		11 (15%)	16 (23%)	13 (18%)	31 (44%)	71 (100%)

1. W fazie starszej dominującą rolę odgrywały rośliny miejsc wilgotnych, w fazie młodszej natomiast zwiększyła się ilość roślin wodnych i roślin miejsc suchych (tabl. IX).

2. We florze roślin wodnych w starszym podokresie przeważały gatunki ubikwistyczne w sensie Samuelssona (1934), w młodszy zaś gatunki południowoskandynawskie (tabl. XIX).

3. Zbiorowiska miejsc suchych — chociaż w obu fazach występowały mniej więcej w takim samym składzie jakościowym — różniły się większym w fazie młodszej udziałem procentowym *Hippophaë* i *Artemisia* (tabl. X).

4. Najbardziej istotną zmianą w składzie roślinności miejsc wilgotnych było zmniejszenie się w fazie młodszej ilości *Betula nana* i *Carex aquatilis* (tabl. X).

Faza starsza Ia-1. W fazie tej teren objęty wierceniami w Witowie przedstawiał rozległe torfowisko niskie z zaroślami wierzb, *Betula nana* i prawdopodobnie *B. humilis*. Wśród roślin zielnych, obok mchów, dominującą rolę odgrywały turzycowate, przede wszystkim *Carex aquatilis*. Prócz nich wymienić można *Comarum palustre*, *Parnassia palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Stellaria palustris*, *Pedicularis* cf. *palustris*, *Empetrum* cf. *nigrum* i *Ranunculus flammula*. Torfowisko znajdowało się na obrze-

Porównanie składu roślinności starszej i młodszej fazy najstarszego dryasu

Comparison of the vegetational composition of the younger and older phases of the
Oldest Dryas period

Tablica X

	Ia-1	Ia-2
Rośliny wodne — Aquatics		
<i>Batrachium</i> sp.	+	
<i>Hottonia palustris</i> ?	+	
<i>Potamogeton pusillus</i>	+	
<i>Utricularia</i> sp.	+	
	→	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	++	+
<i>Typha/Sparganium</i>	+	+
<i>Chara</i> sp.	+	++
<i>Potamogeton alpinus</i>	+	++
— <i>filiformis</i>	+	++
— sp.	+	++
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	++
— <i>spicatum</i> f. <i>squamosum</i>		+
<i>Nitella</i> sp.		+
<i>Nymphaea</i> sp.		+
<i>Potamogeton perfoliatus</i> ?		+
— <i>obtusifolius</i>		→
		+
— <i>praelongus</i>		→
		+
<i>Ceratophyllum demersum</i>		→
		+
<i>Myriophyllum spicatum</i> vel <i>M. verticillatum</i>		+
Rośliny miejsc podmokłych — Plants growing on damp places		
<i>Caltha palustris</i> t.	+	
<i>Empetrum</i> cf. <i>nigrum</i>	+	
<i>Menyanthes trifoliata</i>	+	
<i>Pedicularis</i> cf. <i>palustris</i>	+	
<i>Ranunculus flammula</i>	+	
<i>Sanguisorba officinalis</i>	+	
<i>Stellaria palustris</i>	+	
<i>Betula nana</i>	++	+
— <i>humilis</i>	++	+
<i>Carex aquatilis</i>	++	+
<i>Parnassia palustris</i>	++	+
<i>Comarum palustre</i>	+	+
<i>Filipendula</i> sp.	+	+

cd. Tabl. X

	Ia-1	Ia-2
<i>Urtica</i> sp.	+	++
<i>Juncus</i> sp.	+	++
<i>Selaginella selaginoides</i>	+	++
<i>Plantago maior</i> ?		+
Rośliny miejsc piaszczystych — Plants growing on sandy places		
<i>Juniperus</i> sp.	+	
<i>Plantago media</i>	+	+
— <i>maritima</i>	+	+
<i>Armeria</i> sp.	+	+
<i>Caryophyllaceae</i>	+	+
<i>Chenopodiaceae</i>	+	+
<i>Ephedra</i> sp.	+	+
<i>Gypsophila</i> cf. <i>fastigiata</i>	+	+
<i>Helianthemum</i> t. <i>nummularium</i>	+	+
<i>Artemisia</i> sp.	+	++
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	+	++
<i>Papaver</i> sp.	+	++
<i>Rumex</i> t. <i>acetosella</i>	+	++
<i>Linaria vulgaris</i> t.		+
<i>Salix</i> cf. <i>arenaria</i>		+
<i>Scleranthus</i> sp.		+

? — oznaczenie niepewne; +? — chronologia niepewna; (+) — prawdopodobnie z dalekiego transportu; ++ — w większej ilości; $\rightleftarrows$ — na przejściu do sąsiedniego okresu

? — uncertain determination; +? — uncertain chronology; (+) — probably from long-distance transport; ++ — in greater quantity; $\rightleftarrows$ — at the transition to the neighbouring period

Porównanie średnich wartości *Betula*, *Pinus* i NAP w poszczególnych okresach w Wito-
wie ze współczesnymi spektrami pyłkowymi z różnych stref roślinnych

Comparison of mean values of *Betula*, *Pinus* and NAP in the separate periods at Witów
with the present-time pollen spectra from various vegetational zones

Tablica XI

	<i>Betula</i> %	<i>Pinus</i> %	NAP %
Aario 1943			
Tundra w Petsamo —			
Tundra at Petsamo	10	32	53
Zarośla brzoźowe w Petsamo —			
Birch thickets at Petsamo	44	28	25

cd. Tabl. XI

	<i>Betula</i> %	<i>Pinus</i> %	NAP %
Las brzożowy w Petsamo — Birch forest at Petsamo	49	25	20
Las brzożowy z dużą domieszką sosny w Petsamo — Birch forest with a great admixture of pine at Petsamo	44	27	25
Las brzożowo-sosnowy w Petsamo — Birch-pine forest at Petsamo	32	41	23
Las sosnowy w Petsamo — Pine forest at Petsamo	19	57	21
Van der Hammen 1952 Pietro środkowo-alpejskie w Laponii, Szwecja — Middle-alpine belt, Lapland, Sweden	5	10	85
Luźny subalpejski las brzożowy, 520 m n.p.m., w Laponii, Szwecja — Open sub-alpine birch forest, 520 m a.s.l., Lapland, Sweden	25	15	40
Subarktyczny las brzożowy z domieszką sosny, 400 m n.p.m., w Laponii, Szwecja — Sub-arctic birch forest with admixture of pine, 400 m. a. s.l., Lapland, Sweden	60	20	20
Griczuk (1950) Dyakowska (1959) Tundra nad rzeką Andiegą — Tundra on the Andiega river	26	19	36
Las sosnowy w środkowej Karelii — Pine forest in Middle-Carelia	18	51	16
Witów, przypuszczalny charakter roślinności — Witów, probable character of vegetation			
Ia-1, tundra	9	15	71
Ia-2, tundra	15	13	62
Ib, Luźny las brzożowy — Open birch forest	34	12	48
Ic, Tundra parkowa — Park-tundra	28	21	44
IIa, Las brzożowo-sosnowy — Birch-pine forest	37	36	24
IIb, Las sosnowy — Pine forest	26	57	14
III, Stepo-tundra z sosną i brzożą drzewiastą — Steppe-like tundra with pine and tree-birch	24	42	31
IV, Las sosnowy — Pine forest	26	54	19

zeniu jeziora (lub kilku małych zbiorników wodnych), w którym występowały zbiorowiska z *Chara* sp., *Batrachium* sp., *Potamogeton alpinus*, *P. filiformis*, *P. pusillus*, *Utricularia* sp., *Myriophyllum spicatum* i *M. verticillatum*. Ostatni z wymienionych gatunków osiągnął maksymalne wartości na przejściu do fazy młodszej. Na miejscach suchych i piaszczystych rozwijały się luźne płyty roślinności stepowej z *Artemisia*, *Armeria*, *Ephedra*, *Juniperus* i *Gypsophila* cf. *fastigiata*.

Faza młodsza Ia-2. Na przejściu do młodszej fazy najstarszego dryasu nastąpiło podniesienie się poziomu wody w zbiorniku. Świadczy o tym przykrycie torfu mszystego przez warstwę gytii piaszczystej. Podniesienie się poziomu wody doprowadziło do zatopienia torfowiska, nie objęło natomiast, lub tylko w nieznacznym stopniu, suchszych, piaszczystych terenów. Wskazuje na to zmniejszenie się ilości oznaczonych roślin rosnących na miejscach wilgotnych oraz większy udział roślin wodnych i roślin miejsc suchych (tabl. IX). Podtopienie torfowiska doprowadziło do znacznego ograniczenia siedlisk *Betula nana* i *B. humilis* oraz *Carex aquatilis*. Obie brzozy występowały w tym okresie i w okresach późniejszych tylko sporadycznie, a *Carex aquatilis* nie pojawiła się w ogóle poza najstarszym dryasem. Lista roślin wodnych wzbogaciła się o nowe gatunki, a niektóre ze stwierdzonych poprzednio wystąpiły obecnie w większej ilości. I tak w większej ilości znalezione zostały *Potamogeton alpinus*, *P. filiformis* i *Myriophyllum spicatum*, a jako gatunki nowe pojawiły się *Ceratophyllum demersum* (tylko włoski!), *Nymphaea* sp., *Potamogeton obtusifolius*, *P. praelongus* i *P. perfoliatus*?. Obficie, w porównaniu z okresem poprzednim, reprezentowana była roślinność miejsc suchych; niewiele wprowadzie przybyło form nowych, ale niektóre z występujących już w fazie starszej osiągnęły teraz wyższe wartości. Wymienić tutaj należy przede wszystkim *Hippophaë* i *Artemisia*.

We wszystkich diagramach z Witowa wartości *Artemisia* w spągowych próbkach z najstarszego dryasu są stosunkowo niskie (0,12—1,9%), wzrastają ku schyłkowi Ia-1 lub w obrębie Ia-2 i krzywa osiąga pierwszy raz wyższe wartości w młodszej fazie najstarszego dryasu równocześnie z *Hippophaë* lub nieco wcześniej. *Hippophaë*, w fazie starszej stwierdzone we wszystkich diagramach tylko w postaci pojedynczych ziarn pyłku, w fazie młodszej tworzy ciągłą krzywą, która w tym okresie osiąga maksymalne wzniesienie. Ponadto z tego okresu pochodzą znalezione włoski rokitnika.

W fazie młodszej udział brzozy w diagramach pyłkowych jest bardziej stały niż w okresie poprzednim. Wynosi on obecnie od 13 do 19%, średnio 15%, podczas gdy w fazie starszej waha się od 0,8 do 20%, wynosząc średnio 9%. Pomiar pyłku brzozy wykazują, że w tym okresie stopniowo coraz

większą rolę odgrywały większe ziarna pyłku (fig. 23), by zdecydowanie osiągnąć przewagę nad małymi na początku Bøllingu. Wydaje się prawdopodobne, że o ile w okresie Ia-1 deszcz pyłkowy zawierał wyłącznie lub prawie wyłącznie pyłek brzozy karłowatej (małe wymiary ziarn i zmienny udział w różnych diagramach z Witowa), to w okresie Ia-2 pojawiał się w coraz większej ilości pyłek *Betula pubescens*. Pochodził on z transportu z coraz bliżej położonych terenów opianowywanych przez brzozę drzewiastą. Okres Ia-2 był więc okresem przesuwania się w kierunku Witowa północnej granicy drzew, utworzonej przez *Betula pubescens*. Brzoza ta jednakże opanowała większe tereny w okolicy Witowa dopiero w czasie Bøllingu, co wyraziło się w diagramie wzrostem krzywej brzozy na początku tego okresu.

Specyficzną cechą roślinności młodszej fazy najstarszego dryasu były skupienia rokitnika. Z innych krzewów występowały prawdopodobnie jałowiec, *Salix* cf. *arenaria* i w dalszym ciągu *Betula nana* i *B.* cf. *humilis*. Teren badań w Witowie przedstawiał rozległe jezioro z bogatą florą roślin wodnych, a na suchszych, piaszczystych lub żwirowiskowych brzegach rozwijały się różnorodne zbiorowiska roślin światłolubnych (*Hippophaë*, *Artemisia*, *Helianthemum*, *Plantago maritima*, *P. media* i inne). U schyłku tego okresu rozpoczyna się ciągła krzywa *Selaginella*.

Bølling — Ib

Okres Bøllingu został stwierdzony w czterech punktach I, II, III i V. W tym czasie wytworzyła się warstwa silnie piaszczystej gytii, w profilu I zawierającej domieszkę węgla wapnia.

W diagramach pyłkowych okres ten zaznacza się przede wszystkim wzrostem krzywej brzozy i spadkiem krzywej roślin zielnych, głównie *Cyperaceae*. Ilość brzozy waha się od 23 do 53% osiągając średnią wartość 34%. Obecność orzeszków *Betula pubescens* oraz wyraźna przewaga dużych ziarn pyłku dowodzą panowania pośród brzóz tego gatunku. Obecność *Betula verrucosa* wydaje się prawdopodobna. Ilość roślin zielnych wynosi średnio 48% (27—68%), z czego na *Cyperaceae* przypada 26% (14—47%). Udział sosny waha się od 2,35 do 41% (średnio 12%). Prawdopodobnie pojawia się *Populus tremula*.

Porównując ilości brzozy, sosny i NAP stwierdzone w Witowie w okresie Ib ze spektrami powierzchniowymi z różnych stref roślinnych podanymi przez Aario (1943), Griczuka (1950, cyt. według Dyakowskiej 1959) i van der Hammena (1952), można przyjąć, że w Bøllingu występowały w otoczeniu Witowa luźne lasy brzozowe o charakterze parkowym, bez domieszki sosny (tabl. XI). Zbiorowiska heliofitów z *Hippophaë*, *Artemisia*,

Helianthemum i *Ephedra* w dalszym ciągu odgrywały ważną rolę w krajobrazie dowodząc małego zwarcia lasu.

Lokalna roślinność samego Witowa, jeżeli pominiemy pojawienie się *Betula pubescens*, nie zmieniła zasadniczo swego charakteru w stosunku do okresu poprzedniego. Podobnie jak w młodszej fazie najstarszego dryasu tak i teraz, rośliny wodne i rośliny miejsc suchych występowały w większej ilości niż rośliny miejsc wilgotnych (tabl. IX i XII). Sądząc z tego, jak i z charakteru osadu (gytia), można przyjąć, że poziom wody w jeziorze w tym okresie nie uległ większym zmianom. Pewna przemiana zaszła natomiast w składzie roślin wodnych. Polegała ona na zastąpieniu, dominujących w młodszej fazie najstarszego dryasu, gatunków z grupy ubikwistów skandynawskich Samuelssona (1934) jak *Potamogeton alpinus*, *P. filiformis* i *Myriophyllum spicatum*, przez gatunki południowoskandynawskie: *Potamogeton praelongus*, *P. obtusifolius* i *Ceratophyllum demersum* (tabl. XIX). *Ceratophyllum* występowało w jeziorze obficie, czego dowodem są znalezione w dwu punktach owocki i bardzo liczne szczątki w postaci drobnego detritusu. W okresie Bøllingu swoje najwyższe wartości osiągnęła krzywa *Selaginella*.

Starszy dryas — Ic

Starszy dryas uchwycony został w profilach I i II. W profilu I przebiegał okres występuje gytia piaszczysta. W profilu II spągowa warstwa piaszczystej gytii nakryta jest serią skośnie warstwowanego piasku z bardzo małą domieszką substancji organicznej. Piasek ten osiąga miąższość około 2,5 metrów i jest pozostałością starszej wydmy, która powstała w tym czasie w Witowie.

W diagramach pyłkowych okres starszego dryasu zaznacza się wzrostem krzywej roślin zielnych (22—60%), która nie przekracza jednak maksymalnych wartości stwierdzonych w okresie Bøllingu oraz zmiennym udziałem brzozy (14—55%, średnio 28%) i sosny (11—37%, średnio 21%). Wykres wielkości ziarn pyłku brzozy z tego okresu wskazuje na mniejszy aniżeli w czasie Bøllingu udział ziarn największych i jednocześnie mniejszy niż na początku najstarszego dryasu udział *Betula nana*. Wydaje się prawdopodobne, że krzywa brzozy z tego okresu obejmuje pyłek *Betula verrucosa* pochodzący z dalekiego transportu oraz w mniejszym stopniu pyłek *Betula nana*, *B. pubescens* i *B. tortuosa*. Obecność dwu ostatnich gatunków nie budzi wątpliwości z uwagi na znalezione owocki. Daleki transport jest także zapewne źródłem pyłku sosny.

Lista roślin oznaczonych ze starszego dryasu obejmuje mniej więcej tyle samo form ile zostało znalezionych w okresie Bøllingu. Zmienił się jednak wzajemny stosunek pomiędzy poszczególnymi grupami ekologicz-

Porównanie składu roślinności młodszej fazy najstarszego dryasu i okresu Bøllingu. Legenda jak na tabl. X

Comparison of the vegetational composition of the younger phase of the Oldest Dryas period with the Bølling period. Legend as in table X

Tablica XII

	Ia-2	Ib
Rośliny wodne — Aquatics		
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	
— <i>spicatum</i> f. <i>squamosum</i>	+	
<i>Nitella</i> sp.	+	
<i>Nymphaea</i> sp.	+	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> ?	+	
<i>Chara</i> sp.	++	+
<i>Potamogeton alpinus</i>	++	+
— <i>filiformis</i>	++	+
— sp.	++	+
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	+	+
<i>Myriophyllum spicatum</i> vel <i>M. verticillatum</i>	+	+
<i>Typha</i> / <i>Sparganium</i>	+	+
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	+	++
— <i>praelongus</i>	+	++
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+	++
<i>Hippuris vulgaris</i>		+
<i>Sagittaria</i> cf. <i>sagittifolia</i>		+
<i>Typha latifolia</i>		+
Rośliny miejsc podmokłych — Plants growing on damp places		
<i>Carex aquatilis</i>	+	
<i>Plantago maior</i> ?	+	
<i>Juncus</i> sp.	++	+
<i>Betula humilis</i>	+	+
<i>Betula nana</i>	+	+
<i>Comarum palustre</i>	+	+
<i>Filipendula</i> sp.	+	+
<i>Parnassia palustris</i>	+	+
<i>Selaginella selaginoides</i>	+	++
<i>Urtica</i> sp.	+	++
<i>Betula pubescens</i>		+
<i>Menyanthes trifoliata</i>		+
<i>Caltha palustris</i> t.		+
<i>Betula</i> cf. <i>tortuosa</i>		+ ?

cd. Tabl. XII

	Ia-2	Ib
Rośliny miejsc piaszczystych — Plants growing on sandy places		
<i>Armeria</i> sp.	+	
<i>Linaria vulgaris</i>	+	
<i>Salix</i> cf. <i>arenaria</i>	+	
<i>Scleranthus</i> sp.	+	
<i>Papaver</i> sp.	+	+
<i>Caryophyllaceae</i>	+	+
<i>Chenopodiaceae</i>	+	+
<i>Helianthemum</i> t. <i>nummularium</i>	+	+
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	+	+
<i>Plantago maritima</i>	+	+
— <i>media</i>	+	+
<i>Rumex acetosella</i>	+	+
<i>Gypsophila</i> cf. <i>fastigiata</i>	+	+
<i>Artemisia</i> sp.	+	++
<i>Ephedra</i> sp.	+	++
<i>Betula verrucosa</i>		+?
<i>Juniperus</i> sp.		+

Porównanie składu roślinności okresów Bøllingu i starszego dryasu. Legenda jak na tabl. X
 Comparison of the vegetational composition of the Bølling and the Older Dryas periods.
 Legend as in table X

Tablica XIII

	Ib	Ic
Rośliny wodne — Aquatics		
<i>Chara</i> sp.	← +	
<i>Potamogeton altopinus</i>	← +	
— <i>filiformis</i>	← +	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	+	
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	+	
— <i>praelongus</i>	+	
<i>Sagittaria</i> cf. <i>sagittifolia</i>	+	
<i>Typha latifolia</i>	+	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	++	← +
<i>Potamogeton</i> sp. div.	++	+
<i>Hippuris vulgaris</i>	+	+
<i>Myriophyllum spicatum</i> vel <i>M. verticillatum</i>	+	+

cd. Tabl. XIII

	Ib	Ic
<i>Typha/Sparganium</i>	+	+
<i>Hottonia palustris</i> ?		+
<i>Nymphaea</i> sp.		+
<i>Utricularia</i> sp.		+
<i>Batrachium</i> sp.		+
Rośliny miejsc podmokłych — Plants growing on damp places		
<i>Betula nana</i>	+	
	←	
<i>Juncus</i> sp.	+	
<i>Caltha palustris</i> t.	+	
<i>Comarum palustre</i>	++	+
<i>Menyanthes trifoliata</i>	++	+
<i>Selaginella selaginoides</i>	++	+
		→
<i>Urtica</i> sp.	++	+
<i>Betula humilis</i>	+	+
— <i>pubescens</i>	+	+
<i>Filipendula</i> sp.	+	+
<i>Parnassia palustris</i>	+	+
<i>Betula</i> cf. <i>tortuosa</i>	+ ?	+
Rośliny miejsc piaszczystych — Plants growing on sandy places		
<i>Plantago maritima</i>	+	
<i>Artemisia</i> sp.	++	+
<i>Caryophyllaceae</i>	++	+
<i>Ephedra</i> sp.	++	+
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	++	+
<i>Betula verrucosa</i>	+ ?	(+)
<i>Chenopodiaceae</i>	+	+
<i>Gypsophila</i> cf. <i>fastigiata</i>	+	+
<i>Helianthemum</i> t. <i>nummularium</i>	+	+
<i>Juniperus</i> sp.	+	+
<i>Papaver</i> sp.	+	+
<i>Plantago media</i>	+	+
<i>Rumex acetosella</i>	+	+
<i>Polycnemum arvense</i>		+
<i>Polygonum aviculare</i>		+

nymi; zmniejszył się udział roślin wodnych, a panującą grupą stały się rośliny miejsc piaszczystych (tabl. IX i XIII). Wzrost ten dotyczył jedynie zwiększenia się ilości oznaczonych jednostek systematycznych, spadł natomiast w diagramach udział procentowy roślin z tej grupy, przede wszystkim *Hippophaë* i *Artemisia*. Uboga flora roślin wodnych nie zawierała prawie zupełnie form ciepłolubnych występujących w Bøllingu, znaleziono jedynie jedno ziarno pyłku *Nymphaea* sp. i nieliczne włoski *Ceratophyllum* sp. w najniższych próbkach. Ogólne zmniejszenie ilości roślin wodnych wywołane zostało zapewne obniżeniem się poziomu wody w jeziorze, natomiast zanik gatunków ciepłolubnych pozostawał w związku z bardziej surowymi warunkami klimatycznymi.

Roślinność starszego dryasu miała prawdopodobnie charakter tundry parkowej z małymi kępami *Betula pubescens* i *B. cf. tortuosa*. Na wydmach i polach piaszczystych rozwijały się luźne zbiorowiska z *Hippophaë*, *Artemisia*, *Ephedra*, *Gypsophila cf. fastigiata*, *Juniperus*, *Rumex acetosella* i *Polycnemum arvense*. Na miejscach wilgotnych występowała *B. cf. humilis* i prawdopodobnie *B. nana*; dość licznie reprezentowana była *Selaginella*.

W starszym dryasie nastąpiło obniżenie się poziomu wody w jeziorze i nasunięcie się wydmy na brzeg jeziora.

Allerød — II

Faza brzozowa Allerødu, IIa, stwierdzona została przy pomocy analizy pyłkowej w profilach I i II. W profilu I osad z tego okresu tworzy gytia piaszczysta, w której ilość piasku ku górze maleje. W profilu II jest to piasek z małą domieszką gytii stanowiący strop starszej wydmy.

W diagramach pyłkowych okres ten charakteryzuje się przede wszystkim wzniesieniem się krzywych najpierw brzozy potem sosny oraz zmniejszeniem się udziału roślin zielnych i rokitnika. Ilość brzozy waha się od 15 do 48% osiągając najwyższą w całym późnym glacie z Witowa wartość średnią równą 37%. Wykres wielkości ziarn pyłku pozwala przypuszczać, że panującą wówczas brzożą była *B. verrucosa*.

Ilość sosny w czasie fazy brzozowej wzrasta od 22 do 60%, przy średniej wartości dla całego okresu wynoszącej 36%. U schyłku tego okresu pojawiają się w osadzie szpilki sosny.

Suma roślin zielnych opada średnio do 24% przede wszystkim w wyniku zmniejszenia się udziału *Cyperaceae*. Sądząc natomiast z listy oznaczonych form, skład florystyczny zbiorowisk roślin zielnych nie uległ zasadniczej zmianie w porównaniu z okresem starszego dryasu (tabl. IX i XIV).

W pierwszej fazie Allerødu w regionie Witowa panowały lasy brzozowo-sosnowe, w których udział sosny zwiększył się ku schyłkowi okresu. Brzożą,

Porównanie składu roślinności okresów starszego dryasu i brzozonej fazy Allerødu. Legenda jak na tabl. X

Comparison of the vegetational composition of the Older Dryas period and the birch phase of Allerød time. Legend as in table X

Tablica XIV

	Ic	IIa
Rośliny wodne — Aquatics		
<i>Ceratophyllum demersum</i>	←	
<i>Hottonia palustris</i> ?	+	
<i>Myriophyllum spicatum</i> vel <i>M. verticillatum</i>	+	
<i>Nymphaea</i> sp.	+	
<i>Utricularia</i> sp.	+	
<i>Potamogeton</i> sp. div.	++	+
<i>Batrachium</i> sp.	+	+
<i>Hippuris vulgaris</i>	+	+
<i>Typha</i> / <i>Sparganium</i>	+	+
<i>Cladium mariscus</i>		+
<i>Potamogeton filiformis</i>		+
Rośliny miejsc podmokłych — Plants growing on damp places		
<i>Selaginella selaginoides</i>	++	+
<i>Menyanthes trifoliata</i>	++	+
<i>Betula humilis</i>	+	+
<i>Comarum palustre</i>	+	+
<i>Filipendula</i> sp.	+	+
<i>Parnassia palustris</i>	+	+
<i>Urtica</i> sp.	→	
<i>Betula</i> cf. <i>tortuosa</i>	+	+
— <i>pubescens</i>	+	++
Rośliny miejsc piaszczystych — Plants growing on sandy places		
<i>Gypsophila</i> cf. <i>fastigiata</i>	+	
<i>Polycnemum arvense</i>	+	
<i>Polygonum aviculare</i>	+	
<i>Artemisia</i> sp.	++	+
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	++	+
<i>Caryophyllaceae</i>	+	+
<i>Chenopodiaceae</i>	+	+
<i>Ephedra</i> sp.	+	+
<i>Helianthemum t. nummularium</i>	+	+

cd. Tabl. XIV

	Ic	IIa
<i>Papaver</i> sp.	+	+
<i>Juniperus</i> sp.	+	+
<i>Plantago media</i>	+	+
<i>Rumex</i> t. <i>acetosella</i>	+	+
<i>Pinus silvestris</i>	(+)	++
<i>Betula verrucosa</i>	(+)	++
<i>Plantago maritima</i>		+

która wchodziła w skład tych lasów była prawdopodobnie *Betula verrucosa*, zaś na miejscach wilgotnych, zatorfionych występowały *B. pubescens*, *B. cf. tortuosa* i *B. cf. humilis* oraz przypuszczalnie *B. nana*. Małe zwarcie lasów umożliwiało rozwój heliofitów jak *Artemisia*, *Hippophaë*, *Ephedra* i *Juniperus*. Skupienia roślin światłolubnych odgrywały jednakże w krajobrazie znacznie mniejszą rolę aniżeli w okresach poprzednich.

Poziom wody w jeziorze był stosunkowo niski, mniej więcej taki sam jak w okresie starszego dryasu.

Faza sosnowa Allerødu, stwierdzona została w profilach I, II, IIb i IV. W profilu I występuje w tym okresie gytia z bardzo nieznaczną domieszką ilu. W spągu profilu II znajduje się piasek z domieszką substancji humusowych, a w górze cienka warstwa torfu; zarówno w torfie jak i w piasku występują szyszki sosny, węgle drzewne i kawałki drewna sosnowego. Podobny charakter ma osad w profilu IV.

W diagramach pyłkowych okres ten charakteryzuje się najwyższymi wartościami sosny (52—64%, średnio 57%), zmniejszeniem się udziału brzozy (22—38%, średnio 26%) i obniżeniem się krzywej roślin zielnych (9—19%, średnio 14%). Spadek krzywej NAP jest wynikiem zmniejszenia się udziału procentowego prawie wszystkich roślin zielnych, najwyraźniej zaznacza się jednak w mniejszej ilości heliofitów miejsc piaszczystych. Przerywa się ciągła krzywa *Hippophaë* i *Selaginella*. Jedynie *Filipendula* osiąga teraz najwyższe w całym późnym glacie wartości i od początku tego okresu tworzy ciągłą krzywą.

W fazie sosnowej Allerødu występowały w okolicy Witowa lasy sosnowe (tabl. XI) z *Arctostaphylos uva ursi* w runie, z domieszką *B. verrucosa*. Na zatorfionym brzegu jeziora utrzymywały się *B. nana* i *B. pubescens* oraz prawdopodobnie *B. humilis* i *B. tortuosa*. Większe skupienia tworzyła *Filipendula*. Niewielkie niezalesione tereny piaszczyste pokrywały zbiorowiska z *Juniperus*, *Hippophaë*, *Gypsophila* cf. *fastigiata*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae* i *Caryophyllaceae*. Wśród roślin wodnych, obok gatunków

Porównanie składu roślinności brzozonej i sosnowej fazy Allerødu. Legenda jak na tabl. X

Comparison of the vegetational composition of the birch and the pine phase of Allerød time. Legend as in table X

Tablica XV

	IIa	IIb
Rośliny wodne — Aquatics		
<i>Cladium mariscus</i>	+	
<i>Batrachium</i> sp.	+	+
<i>Hippuris vulgaris</i>	+	+
<i>Potamogeton filiformis</i>	+	+
— sp.	+	+
<i>Typha/Sparganium</i>	+	+
<i>Myriophyllum spicatum</i>		+
— <i>spicatum</i> vel <i>M. verticillatum</i>		+
<i>Nuphar</i> cf. <i>pumilum</i>		+
<i>Potamogeton obtusifolius</i>		+
— <i>praelongus</i>		+
<i>Schoenoplectus lacustris</i>		+
Rośliny miejsc podmokłych — Plants growing on damp places		
<i>Betula pubescens</i>	++	+
<i>Selaginella selaginoides</i>	++	+
<i>Betula</i> cf. <i>tortuosa</i>	+	+
<i>Betula humilis</i>	+	+
<i>Comarum palustre</i>	+	+
<i>Menyanthes trifoliata</i>	+	+
<i>Parnassia palustris</i>	+	+
<i>Urtica</i> sp.	+	+
<i>Filipendula</i> sp.	+	++
<i>Betula nana</i>		+
<i>Caltha palustris</i> t.		+
<i>Plantago maior</i> ?		+
Rośliny miejsc piaszczystych — Plants growing on sandy places		
<i>Ephedra</i> sp.	+	
<i>Helianthemum</i> t. <i>nummularium</i>	+	
<i>Papaver</i> sp.	+	
<i>Plantago maritima</i>	+	
<i>Artemisia</i> sp.	++	+
<i>Betula verrucosa</i>	++	+
<i>Caryophyllaceae</i>	++	+
<i>Rumex acetosella</i>	++	+

cd. Tabl. XV

	IIa	IIb
<i>Chenopodiaceae</i>	+	+
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	+	+
<i>Juniperus</i> sp.	+	+
<i>Plantago media</i>	+	+
<i>Pinus silvestris</i>	+	++
<i>Arctostaphylos uva ursi</i>		+
<i>Gypsophila</i> cf. <i>fastigiata</i>		+

znanych z okresów poprzednich, pojawiły się *Schoenoplectus lacustris* i *Nuphar* cf. *pumilum* (tabl. XV).

Poziom wody w jeziorze był wyższy aniżeli w fazie brzożowej. Dowodzi tego domieszka gytii w osadzie torfiastym odsłoniętym w profilu 2 na głębokości 6—11 cm poniżej 0 oraz zwiększenie się ilości roślin wodnych (tabl. XV).

W okresie Allerødu należałoby się spodziewać obecności modrzewia, którego szczątków wszakże nie stwierdzono w materiale z Witowa. Jego liczne późnoglacialne stanowiska grupują się w Polsce południowej, z Polski środkowej i północnej podawany był dotychczas rzadko.

Młodszy dryas — III

Okres młodszego dryasu stwierdzony został palynologicznie w profilu I, a spągowa jego część ponadto w profilu II. W profilu I występuje gytia z wzrastającą ku górze domieszką piasku. Nakryta jest ona skośnie warstwowanym piaskiem młodszego wydmy. W profilu II ponad 15 cm warstwą gytii występuje ta sama co w profilu I seria skośnie warstwowanego piasku.

Młodszy dryas charakteryzuje niższy aniżeli w optimum Allerødu procentowy udział sosny (29—53%, średnio 42%), a większy udział roślin zielnych (18—56%, średnio 31%). Wartości brzozy utrzymują się mniej więcej na takim samym poziomie jak w okresie IIb (13—32%, średnio 24%). Wzrost ilości roślin zielnych dotyczy przede wszystkim heliofitów rosnących na miejscach piaszczystych (tabl. XVI). W młodszym dryasie najwyższe wartości osiąga *Artemisia* (do 14%), *Juniperus* (do 15%), *Chenopodiaceae* (do 1,5%) i *Gramineae* (do 24%). Szpilki sosny i owocki brzozy z sekcji *albae* wskazują na obecność tych drzew conajmniej w starszej fazie omawianego okresu.

Roślinność młodszego dryasu miała przypuszczalnie charakter tundry parkowej, na której dominującą rolę odgrywały zbiorowiska o charakterze

Porównanie składu roślinności fazy sosnowej Allerødu i starszej fazy młodszego dryasu.

Legenda jak na tabl. X

Comparison of the vegetational composition of the Allerød pine phase and the older phase of the Younger Dryas period. Legend as in table X

Tablica XVI

	IIb	III-1
Rośliny wodne — Aquatics		
<i>Myriophyllum spicatum</i> vel <i>M. verticillatum</i>	+	
<i>Hippuris vulgaris</i>	+	
<i>Nuphar</i> cf. <i>pumilum</i>	+	
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	++	←
<i>Batrachium</i> sp.	+	+
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	+
<i>Potamogeton filiformis</i>	+	+
— sp.	+	+
<i>Typha</i> / <i>Sparganium</i>	+	+
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	+	++
— <i>praelongus</i>	+	++
<i>Hottonia palustris</i> ?		+
<i>Myriophyllum verticillatum</i>		+
<i>Potamogeton alpinus</i>		+
— <i>gramineus</i> ?		+
— <i>pusillus</i>		+
<i>Sagittaria</i> cf. <i>sagittifolia</i>		+
Rośliny miejsc podmokłych — Plants growing on damp places		
<i>Parnassia palustris</i>	+	
<i>Plantago maior</i> ?	+	
<i>Caltha palustris</i> t.	+	
<i>Filipendula</i> sp.	++	+
<i>Betula humilis</i>	+	+
<i>Comarum palustre</i>	+	+
<i>Menyanthes trifoliata</i>	+	+
<i>Selaginella selaginoides</i>	+	+
<i>Urtica</i> sp.	+	+
<i>Betula nana</i>	+	++
<i>Betula pubescens</i>	+	++
— cf. <i>tortuosa</i>	+	++
<i>Lysimachia</i> sp.		+
<i>Ranunculus flammula</i>		+
<i>Sanguisorba officinalis</i>		+
Rośliny miejsc piaszczystych — Plants growing on sandy places		
<i>Pinus silvestris</i>	++	+

	IIb	III-1
<i>Betula verrucosa</i>	++	+
<i>Arctostaphylos uva ursi</i>	+	+
<i>Gypsophila</i> cf. <i>fastigiata</i>	+	+
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	+	+
<i>Juniperus</i> sp.	+	+
<i>Plantago media</i>	+	+
<i>Artemisia</i> sp.	+	++
<i>Caryophyllaceae</i>	+	++
<i>Chenopodiaceae</i>	+	++
<i>Rumex acetosella</i>	+	++
<i>Ephedra</i> sp.		+
<i>Helianthemum</i> t. <i>nummularium</i>		+
— t. <i>alpestre</i>		+
<i>Linaria vulgaris</i>		+
<i>Papaver</i> sp.		+
<i>Plantago maritima</i>		+
<i>Sanguisorba minor</i> ?		+
<i>Scleranthus</i> sp.		+
<i>Gypsophila</i> cf. <i>acutifolia</i>		+

stepowym z panującymi gatunkami *Artemisia*. *Pinus silvestris* i *Betula verrucosa* utrzymywały się prawdopodobnie przez dłuższy czas, trudno rozstrzygnąć jednak czy przetrwały w sąsiedztwie cały okres młodszego dryasu. Na torfowisku występowała *Betula pubescens*, *B.* cf. *tortuosa* oraz pojedynczo *B. nana* i *B.* cf. *humilis*.

W rozwoju roślinności młodszego dryasu w Witowie zarysowują się dwie fazy. Faza starsza III-1 obejmuje okres od schyłku Allerødu do osiągnięcia maksymalnych wartości przez krzywą roślin zielnych. W tej fazie sosna i wszystkie wymienione poprzednio gatunki brzoź utrzymywały się w niedalekim sąsiedztwie jeziora, jak o tym świadczą znalezione szczątki makroskopowe. Pomiar pyłku brzoź wskazuje na zwiększenie się udziału *Betula pubescens* + *tortuosa* i *B. nana*, a zmniejszenie ilości *B. verrucosa* w porównaniu z okresem IIa. Roślinność tego okresu reprezentowana jest w materiale kopalnym przez 80 oznaczonych form, spośród których największą grupę stanowią rośliny miejsc suchych, piaszczystych. Bogato przedstawia się także flora roślin wodnych i błotnych, co wiąże się z podniesieniem się poziomu wody na początku tego okresu. Świadczy o tym przykrycie warstwy torfu w profilu II przez warstwę gytii. Zjawisko to zostało wywołane najprawdopodobniej czynnikami lokalnymi, a nie zmianami klimatu (por. str. 337).

Porównanie składu roślinności starszej i młodszej fazy młodszego dryasu. Legenda jak na tabl. X

Comparison of the vegetational composition of the older and younger phase of the Younger Dryas period. Legend as in table X

Tablica XVII

	III-1	III-2
Rośliny wodne — Aquatics		
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	←	
<i>Batrachium</i> sp.	+	
<i>Hottonia palustris</i> ?	+	
<i>Potamogeton alpinus</i>	+	
— <i>filiformis</i>	+	
— <i>gramineus</i> ?	+	
— <i>obtusifolius</i>	+	
— <i>praelongus</i>	+	
— <i>pusillus</i>	+	
<i>Sagittaria</i> cf. <i>sagittifolia</i>	+	
<i>Typha</i> / <i>Sparganium</i>	+	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	++	+
— <i>spicatum</i>	+	+
<i>Potamogeton</i> sp. div.	+	+
<i>Nymphaea</i> sp.	+	+
Rośliny miejsc podmokłych — Plants growing on damp places		
<i>Lysimachia</i> sp.	+	
<i>Ranunculus flammula</i>	+	
<i>Sanguisorba officinalis</i>	+	
<i>Betula humilis</i>	+	
— cf. <i>tortuosa</i>	+	
— <i>nana</i>	+	+
— <i>pubescens</i>	+	+
<i>Comarum palustre</i>	+	+
<i>Filipendula</i> sp.	+	+
<i>Menyanthes trifoliata</i>	+	+
<i>Selaginella selaginoides</i>	+	+
<i>Urtica</i> sp.	+	+
<i>Parnassia palustris</i>		+
Rośliny miejsc piaszczystych — Plants growing on sandy places		
<i>Helianthemum</i> t. <i>alpestre</i>	+	
<i>Arctostaphylos uva ursi</i>	+	

cd. Tabl. XVII

	III-I	III-2
<i>Ephedra</i> sp.	+	
<i>Gypsophila</i> cf. <i>acutifolia</i>	+	
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	+	
<i>Linaria vulgaris</i>	+	
<i>Papaver</i> sp.	+	
<i>Plantago maritima</i>	+	
<i>Sanguisorba minor</i> ?	+	
<i>Scleranthus</i> sp.	+	
<i>Rumex acetosella</i>	++	+
<i>Betula verrucosa</i>	+	+
<i>Caryophyllaceae</i>	+	+
<i>Chenopodiaceae</i>	+	+
<i>Gypsophila</i> cf. <i>fastigiata</i>	+	+
<i>Helianthemum</i> t. <i>nummularium</i>	+	+
<i>Pinus silvestris</i>	+	+
<i>Plantago media</i>	+	+
<i>Artemisia</i> sp.	+	++
<i>Juniperus</i> sp.	+	++
<i>Helianthemum</i> t. <i>canum</i>		+

Faza młodsza III-2 rozpoczyna się spadkiem krzywych sosny i brzozy, wzrostem *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Gramineae*, wierzby i jałowca. Zjawisko to występuje w dwu próbkach, po czym krzywą powracają mniej więcej do poprzedniego poziomu. Z tego okresu oznaczono znacznie mniej form aniżeli z okresu III-1 (tabl. XVII), szczególnie mało zachowało się szczątków makroskopowych. W bardzo małej ilości wystąpiły rośliny wodne. Dominującą grupę tworzą podobnie jak w okresie poprzednim rośliny miejsc piaszczystych, brakuje jednakże wśród nich wielu form stwierdzonych w pierwszej fazie młodszego dryasu. Między innymi nie występuje już w tym okresie *Hippophaë* i *Ephedra*. Następuje zmiana w składzie pyłku brzozy polegająca na zmniejszeniu się udziału ziarn największych co przynajmniej w części mogło być spowodowane ograniczeniem powierzchni torfowiska, a tym samym zmniejszeniem siedlisk *B. pubescens* i *B. tortuosa*.

Powstaje teraz pytanie czy różnice w składzie roślinności wyróżnionych faz młodszego dryasu są wynikiem tylko i wyłącznie lokalnych zmian siedliska, czy też pozostają w związku z klimatem ogólnym.

Przejście od starszej do młodszej fazy młodszego dryasu połączone jest ze znacznym zmniejszeniem się domieszki gytii w obrębie skośnie warstwowanego piasku wydmowego. Faza młodsza jest więc okresem maksy-

malnego przesunięcia się wydmy w głąb zbiornika wodnego, a co za tym idzie jest okresem maksymalnego lokalnego rozwoju roślinności wydmowej, do której obok *Artemisia*, *Juniperus* i *Chenopodiaceae* można także prawdopodobnie zaliczyć trawy. Tak więc zmiana w obrazie roślinności na początku III-2 jest zapewne po części bezpośrednio wywołana przez zmianę lokalnych warunków siedliskowych. Jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę, że: 1° zmiana osadu przy przejściu od III-1 do III-2 polega jedynie na zmniejszeniu się domieszki gytii w piasku wydmowym, który występuje w profilu już od połowy podokresu III-1 oraz 2° że tworzenie się wydmy i jej ekspansja wskazują na istnienie bardzo luźnej pokrywy roślinnej, to wydaje się dość prawdopodobne, że przejście od starszej do młodszej fazy mogłoby być równoczesne z minimum klimatycznym młodszy dryasu. Być może, że wtedy, na krótki okres, Witów znalazł się poza północną granicą *Pinus silvestris* i *Betula verrucosa*.

Okres preborealny — IV

Początek okresu preborealnego uchwycony został w trzech stropowych próbkach diagramu I. W spągu występuje gytia piaszczysta będąca zakończeniem serii skośnie warstwowanego piasku młodszej wydmy. Najwyższa zaś próbka pochodzi z cienkiej warstwy substancji humusowej zawierającej małą domieszkę piasku i dużą ilość węgla drzewnych.

Przejście do holocenu zaznacza się w diagramie pyłkowym większym udziałem sosny (47—63%, średnio 54%) i topoli (do 1,5%) oraz zmniejszeniem się sumy roślin zielnych (16—26%, średnio 19%), przede wszystkim heliofitów (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Rumex*, *Helianthemum*). Wznoszą się natomiast krzywe *Filipendula*, *Polypodiaceae* i *Typha latifolia* (liczne nasiona). Wartości brzozy utrzymują się mniej więcej na tym samym poziomie co w sosnowej fazie Allerødu i w młodszy drysie (20—28%, średnio 26%). Następuje wzrost frekwencji pyłku drzew.

Holocenska sukcesja roślinności w okolicy Witowa rozpoczęła się rozwojem lasów sosnowych z domieszką *Betula verrucosa*. Na otaczającym jezioro torfowisku występowała *B. nana*. Zwiększył się udział roślin wodnych, przede wszystkim szuwarowych (*Typha latifolia*, *Sagittaria* cf. *sagittifolia*, *Typha angustifolia* lub *Sparganium*, tabl. XVIII). Przy przejściu od młodszy drysu do holocenu nastąpił nieznaczny i krótkotrwały wzrost poziomu wody w jeziorze (por. osad). Pomimo to w miejscu, z którego pochodzi zbadany profil zasięg jeziora z okresu preborealnego był mniejszy w porównaniu z rozmiarami jezior w Bøllingu i Allerødzie.

Porównanie składu roślinności młodszej fazy młodszego dryasu i okresu preborealnego.
Legenda jak na tabl. X

Comparison of the vegetational composition of the younger phase of the Younger Dryas
and the Pre-boreal period. Legend as in table X

Tablica XVIII

	III-2	IV
Rośliny wodne — Aquatics		
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	+	
<i>Potamogeton</i> sp. div.	+	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	+
<i>Nymphaea</i> sp.	+	+
<i>Sagittaria</i> cf. <i>sagittifolia</i>		+
<i>Typha latifolia</i>		+
<i>Typha</i> / <i>Sparganium</i>		+
Rośliny miejsc podmokłych — Plants growing on damp places		
<i>Betula pubescens</i>	+	
<i>Parnassia palustris</i>	+	
<i>Comarum palustre</i>	+	+
<i>Menyanthes trifoliata</i>	+	+
<i>Selaginella selaginoides</i>	+	+
<i>Urtica</i> sp.	+	++
<i>Filipendula</i> sp.	+	++
<i>Betula nana</i>	+	++
Rośliny miejsc piaszczystych — Plants growing on sandy places		
<i>Gypsophila</i> cf. <i>fastigiata</i>	+	
<i>Helianthemum</i> t. <i>canum</i>	+	
— t. <i>nummularium</i>	+	
<i>Juniperus</i> sp.	+	
<i>Plantago media</i>	+	
<i>Rumex acetosella</i>	+	
<i>Artemisia</i> sp.	++	+
<i>Caryophyllaceae</i>	++	+
<i>Chenopodiaceae</i>	++	+
<i>Betula verrucosa</i>	+	+
<i>Pinus silvestris</i>	+	++
<i>Pteridium aquilinum</i>		+

KLIMAT PÓŻNEGO GLACJAŁU,
WSKAŹNIKOWA ROLA ROŚLIN WODNYCH

Badaniom nad historią roślinności w okresach minionych towarzyszą zwykle próby odtworzenia panującego wówczas klimatu, poprzez poznanie poszczególnych jego elementów jak temperatura, światło, wilgotność itp. Zagadnienie to jest niezwykle skomplikowane, jeżeli zważy się, że o rozmieszczeniu roślin obok warunków klimatycznych decydują działające równocześnie czynniki edaficzne i biotyczne. Posługiwanie się roślinami jako wskaźnikami klimatycznymi wymaga więc nie tylko znajomości współczesnego rozmieszczenia tych roślin, lecz także i ich wymagań ekologicznych.

Najpełniejszą rekonstrukcję warunków klimatycznych w późnym glacjałe opartą o analizę materiału roślinnego przedstawił Iversen (1954) dla terenu Danii. Dane dotyczące obszaru Niemiec można znaleźć w syntetycznej pracy Firbasa (1949) o historii lasów w środkowej Europie. Poza tym prawie wszystkie palynologiczne opracowania późnego glacjału zawierają uwagi o klimacie tego okresu. Wnioski dotyczące przede wszystkim temperatury opierają się głównie na przesunięciach górnej względnie północnej granicy lasu oraz na występowaniu roślin o znanych wymaganiach termicznych. Ważną rolę wskaźników klimatycznych odgrywają rośliny wodne.

Na znaczenie roślin wodnych jako wskaźników ogólnego klimatu zwrócił uwagę Szafer (1946) przy omawianiu klimatu jaki panował w pliocenie w okolicy Krościenka. Ten sam autor zajął się obszerniej tym zagadnieniem w ogłoszonej w 1954 r. rozprawie o roślinności plioceńskiej okolic Czersztyna. Również w 1954 roku ukazała się cytowana już praca Iversena, który poświęcił wiele miejsca roli roślin wodnych dla odtworzenia warunków klimatycznych późnego glacjału. Do zagadnienia tego Iversen powrócił jeszcze raz w referacie wygłoszonym na VI Kongresie INQUA w Warszawie w 1961 r. Podstawą rozważań obu autorów jest fakt, że dzisiejsze rozmieszczenie roślin wodnych, które nie wykazują skrajnych wymagań edaficznych, uzależnione jest głównie od temperatury. Co więcej, zbiorowiska roślinne wód stojących są w mniejszym stopniu uzależnione od klimatu lokalnego aniżeli roślinność lądowa, a co za tym idzie są lepszym od niej wskaźnikiem klimatu regionalnego (Szafer 1954). Pewna specyficzność środowiska wodnego sprawia, że rośliny wodne inaczej zachowują się we wczesnym, protokratycznym (w sensie Iversena 1948) stadium sukcesji, gdy po okresie minimum termicznego rozpoczyna się ocieplenie, a inaczej w stadium telokratycznym, to znaczy w okresie obniżania się temperatury po optimum klimatycznym. W stadium protokratycznym rośliny wodne reagują szybciej na poprawę klimatu (na wzrost temperatury)

aniżeli rośliny lądowe, w szczególności drzewa. Mają one bowiem szybsze tempo migracji, gdyż owocują na ogół szybciej i częściej niż drzewa, nie wymagają dojrzałej gleby i mogą być roznoszone na dalekie odległości przez ptaki wodne (Iversen 1954, 1961). Jednocześnie jednak rośliny wodne podlegając w słabszym stopniu wahaniom termicznym aniżeli rośliny lądowe, mogą w pewnych przypadkach utrzymać się w zbiornikach wodnych pomimo pogorszenia się ogólnych warunków klimatycznych w danym regionie. Dlatego też w okresie telokratycznym rośliny wodne wolniej reagują na zmianę klimatu ogólnego aniżeli bardziej na nie narażone rośliny lądowe. Dowodem tego są reliktywne stanowiska niektórych roślin wodnych wysunięte na północ w stosunku do ich zwartego zasięgu (Szafer 1954).

Tak więc dokładna znajomość roślin wodnych jest szczególnie ważna gdy celem badań jest uchwycenie pierwszych oznak podnoszenia się temperatury w okresach protokratycznych. Jednym z takich okresów jest właśnie późny glacjał.

W materiale roślinnym z Witowa w dość dużej ilości znalezione zostały szczątki roślin wodnych. Większość z nich występuje w najstarszym dryasie i Bollingu dostarczając interesujących danych do charakterystyki klimatycznej wczesnych stadiów późnego glacjału.

Spośród 21 form roślin wodnych stwierdzonych w najstarszym dryasie i Bollingu tylko 12 zostało oznaczonych na tyle dokładnie, że można mówić o ich wymaganiach klimatycznych. Są to: *Potamogeton alpinus*, *P. pusillus*, *P. filiformis*, *P. obtusifolius*, *P. praelongus*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Hippuris vulgaris*, *Nymphaea* sp., *Ceratophyllum demersum*, *Typha latifolia* i *Sagittaria* cf. *sagittifolia*. W tablicy XIX podane jest zestawienie tych gatunków w dwu grupach. Grupa A obejmuje gatunki ubikwistyczne w sensie Samuelssona (1934), tzn. gatunki, które występują we wszystkich krajach skandynawskich i nie wykazują w nich północnej granicy. Do grupy B zaliczono gatunki południowskandynawskie, tzn. gatunki, które występują głównie w południowej części Fennoskandii i mają na terenie Fennoskandii północną granicę oraz te gatunki z innych grup Samuelssona, które nie przekraczają lub rzadko przekraczają północną względnie górną granicę lasu. Z zestawienia tego wynika: (1) że w okresie Ia-1 przeważały gatunki ubikwistyczne, a w Ia-2 i Ib południowskandynawskie; (2) że trzy gatunki ubikwistyczne, które pojawiły się w Ia-1, w Ia-2 wystąpiły w większej ilości; (3) że tylko 1 gatunek południowskandynawski pojawił się w Ia-1 i na przejściu od Ia-1 do Ia-2 osiągnął swoje maksimum; (4) że większość gatunków południowskandynawskich pojawiła się w Ia-2, a osiągnęła swoje maksimum w Ib.

Flora roślin wodnych trzech omawianych okresów Ia-1, Ia-2 i Ib wska-

Zestawienie roślin wodnych znalezionych w najstarszym dryasie i Bøllingu w zależności od ich wymagań termicznych

List of aquatic plants found in the Oldest Dryas and Bølling periods according to their thermic requirements

Tablica XIX

	Ia-1	Ia-2	Ib
A. Ubikwisty skandynawskie —			
Scandinavian ubiquists			
<i>Potamogeton pusillus</i>	+		←
— <i>alpinus</i>	+	++	+
— <i>filiformis</i>	+	++	←
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	++	+
<i>Hippuris vulgaris</i>			+
B. Gatunki południowskandynawskie i nie przekraczające północnej lub górnej granicy lasu —			
South-Scandinavian species and those that do not cross the northern or upper tree line			
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	→ ++	+	+
<i>Nymphaea</i> sp.		+	
<i>Potamogeton obtusifolius</i>		→ +	++
— <i>praelongus</i>		→ +	++
<i>Ceratophyllum demersum</i>		→ +	++
<i>Typha latifolia</i>			+
<i>Sagittaria</i> sp.			+
Suma gatunków z grupy A — Total of species from group A	4	3	3
Suma gatunków z grupy B — Total of species from group B	1	5	6
Suma gatunków, które występują tylko w jednym z okresów lub tylko w nim osiągają swoje maksimum * —			
Total of species occurring in one of the periods only or reaching their maximum only in one of them *			
grupa A — group A	1	3	1
grupa B — group B	1	1	5

* Dotyczy tylko porównywanych tutaj okresów, gatunki te mogą także występować w okresach młodszych

* Regards only periods compared here; these species can also occur in younger periods.

zuje na postępujące ocieplenie klimatu, które rozpoczęło się przy przejściu od Ia-1 do Ia-2 i osiągnęło swoje maksimum w okresie Ib. Zjawisko to przebiegało stopniowo, różnice klimatyczne pomiędzy poszczególnymi okresami były jednak na tyle wyraźne, że można powiedzieć iż flora roślin wodnych okresu Ia-2 miała cieplejszy charakter niż w okresie Ia-1, a okresu Ib cieplejszy aniżeli w Ia-2.

Na podstawie obecności *Myriophyllum verticillatum* można przypuszczać, że średnia temperatura lipca już przy przejściu od starszej do młodszej fazy najstarszego dryasu wynosiła około 13° C. *Ceratophyllum demersum*, które w postaci płonnej pojawiło się u schyłku Ia-2 (włoski) ale w formie owocującej stwierdzone zostało dopiero w Ib, wskazuje na to, że prawdopodobnie dopiero w czasie Bøllingu zostało osiągnięte optimum termiczne całego okresu przed Allerødem, ze średnią temperaturą lipca wynoszącą około 15° C. Zarówno *Myriophyllum verticillatum* jak i *Ceratophyllum demersum* wystąpiły w materiale z Witowa w takiej ilości, że ich obecność w omawianych okresach oraz trafność oznaczeń nie budzi zastrzeżeń. Dzisiejszy zaś zasięg tych gatunków w północnej Europie można uważać w ogólnych zarysach za wykładnik ich wymagań termicznych, nie są to bowiem gatunki wybitnie alkalifilne („Flora polska”; Iversen 1954; Godwin 1956).

Rośliny miejsc wilgotnych znalezione w najstarszym dryasie to przeważnie gatunki o charakterze arktyczno-subarktycznym, występujące dzisiaj w Arktyce (z wyjątkiem *Betula humilis* i *Ranunculus flammula*).

Prawdopodobna obecność *Hippophaë* od spągu diagramów również wskazywałaby na subarktyczne warunki klimatyczne panujące już w okresie Ia-1. Wzniesienie się krzywej *Artemisia* w Ia-2 jest także prawdopodobnie wyrazem podniesienia się temperatury przy przejściu od Ia-1 do Ia-2. Zwiększający się w ciągu okresu Ia-2 udział *Betula pubescens* w pyłku brzozy wskazuje na przybliżanie się północnej granicy tego gatunku i czyni bardzo prawdopodobnym przypuszczenie, że temperatura lipca w tym okresie wynosiła już około 12° C.

Panowanie *Betula pubescens* w okresie Ib wskazuje na średnią temperaturę lipca co najmniej 12° C, a bardzo prawdopodobna obecność *B. verrucosa* dowodzi jeszcze wyższej temperatury.

Reasumując to wszystko można powiedzieć, że zarówno rośliny wodne jak i lądowe okresów Ia-1, Ia-2 i Ib wskazują na ocieplenie się klimatu, które dokonywało się w ciągu tych okresów. W okolicy Witowa w Ia-1 i Ia-2 panował klimat subarktyczny, średnia temperatura lipca od początku Ia-2 wynosiła około 13° C. Bølling był okresem klimatu umiarkowanie chłodnego ze średnią temperaturą lipca około 15° C.

Spadek temperatury przy przejściu od Bøllingu do starszego dryasu

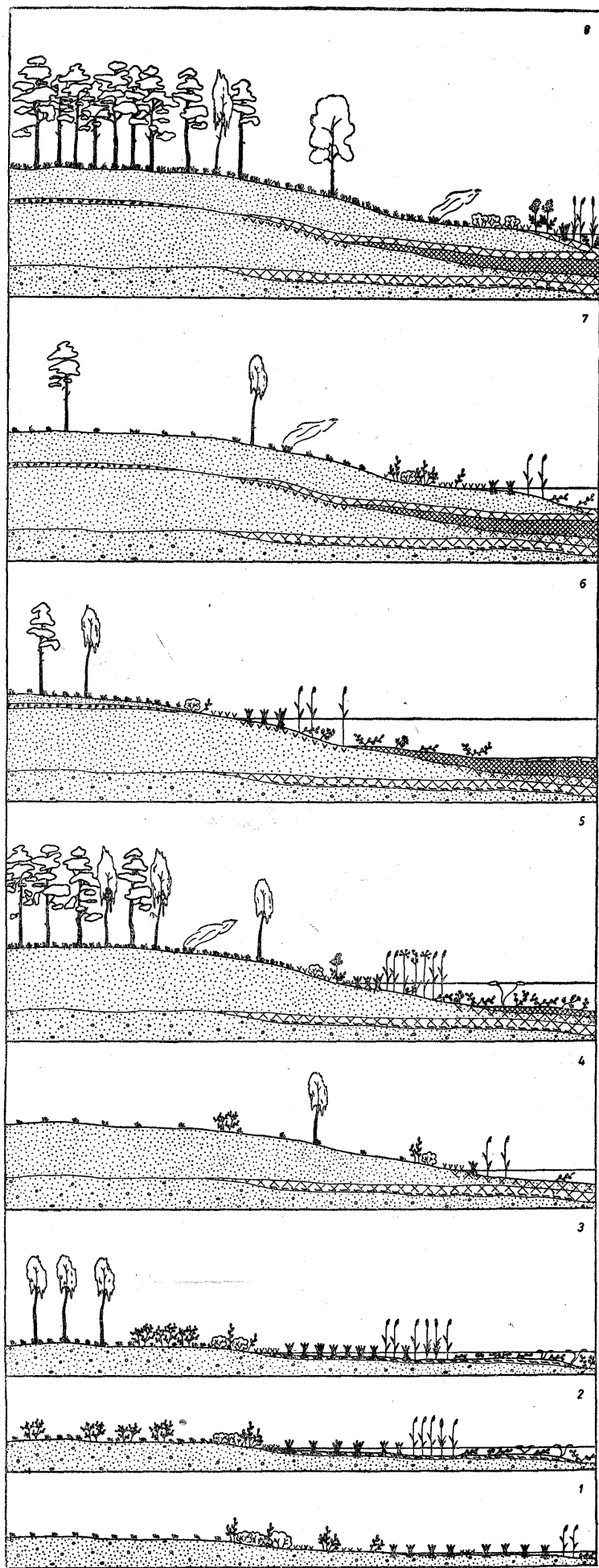


Fig. 24. Rekonstrukcja roślinności i krajobrazu w Witowie w czasie późnego glacjału

1. najstarszy dryas, faza Ia—1; 2. najstarszy dryas, faza Ia—2; 3. Bølling; 4. starszy dryas; 5. Allerød, faza sosnowa; 6. początek młodszego dryasu; 7. schyłek młodszego dryasu; 8. początek okresu preborealnego

Reconstruction of the vegetation and landscape at Witów during Late-glacial period
1. Oldest Dryas, phase Ia—1; 2. Oldest Dryas, phase Ia—2; 3. Bølling; 4. Older Dryas; 5. Allerød pine phase; 6. the beginning of the Younger Dryas; 7. the end of the Younger Dryas; 8. the beginning of the Pre-boreal

znajduje swój wyraz w mniejszym zwarcu zbiorowisk roślinnych, w zaniku prawie wszystkich ciepłolubnych roślin wodnych i być może w spadku *Artemisia*. *Ceratophyllum demersum* znalezione zostało tylko w spągu i to w postaci płonej (włoski). Ponieważ najdalej na północ wysunięte dzisiejsze stanowiska tego gatunku, na których notowano okazy owocujące, objęte są izotermą lipca 12°C , można przypuszczać, że średnia temperatura lipca w starszym dryasie opadła poniżej lub w pobliżu tej temperatury. Z drugiej zaś strony obecność *B. pubescens* i *Hippophaë* dowodzi, iż temperatura ta nie była niższa od 10°C .

Wskazówką tego, że temperatura najcieplejszego miesiąca w okresie Allerødu była wyższa niż można wnioskować z rozwoju lasów sosnowych jest znalezienie w fazie brzozonej trzech ziarn pyłku *Cladium mariscus*. Na tej podstawie można sądzić, że średnia temperatura lipca wynosiła co najmniej 16°C przy średniej temperaturze stycznia nie niższej od -4°C .

Wyrazem pogorszenia się klimatu na początku młodszego dryasu było ustąpienie zwartych lasów sosnowych. Sądząc z tego oraz biorąc pod uwagę jednoczesną obecność *Pinus silvestris*, *Betula verrucosa* i *B. pubescens*, można przypuszczać, że na początku młodszego dryasu średnia temperatura lipca obniżyła się do około 12°C . Nie można wykluczyć, że temperatura ta opadła jeszcze bardziej na początku młodszej fazy okresu III, kiedy to prawdopodobnie *Pinus silvestris* i *Betula verrucosa* wycofały się na południe. Być może jednak, że także mniejsza wilgotność klimatu odegrała rolę czynnika hamującego rozwój lasów. Na bardziej kontynentalny klimat w czasie schyłku Allerødu i w młodszym dryasie w porównaniu z Europą zachodnią wskazują mniejsze ilości *Ericaceae* w diagramach pyłkowych z Polski.

O poprawie warunków klimatycznych na początku holocenu świadczy rozprzestrzenienie się lasów sosnowych. Na podstawie obecności *Typha latifolia* średnią temperaturę lipca w tym czasie można ocenić na około $14-15^{\circ}\text{C}$.

Przyjęte na podstawie materiału roślinnego przybliżone średnie temperatury lipca w różnych okresach późnego glacjału w Witowie są wyższe niż podane przez Iversena dla Danii a Firbasa dla Niemiec. Obniżenie temperatury w czasie starszego dryasu, Allerødu i młodszego dryasu w stosunku do panującej na badanym terenie obecnie wynosi tyle samo co w Danii i Niemczech. Różnica zaznacza się natomiast w Bøllingu. W tym prawdopodobnie okresie temperatura najcieplejszego miesiąca w Witowie różniła się od obecnej zaledwie o około 3°C , podczas gdy ta różnica w Danii wynosiła około 6°C . Pozostaje to zapewne w związku z bardziej kontynentalnym charakterem klimatu środkowej Polski. Zestawienie prawdopodobnych temperatur lipca przyjętych przez różnych autorów dla poszczególnych okresów późnego glacjału podaje tablica XX.

Srednie temperatury lipca w różnych okresach późnego glaciału Danii i Polski
Average temperatures of July in different periods of the Late-glacial in Denmark and Poland

Tablica XX

	Dania Denmark (Iversen 1954)	Kotlina Nowotarska Nowy Targ Basin (Koperowa 1958)	Witów
Początek IV Beginning of IV			14—15°
III	10°	11,5—13,5°	12°
II	13—14°	14,5—15°	>16°
Ic	<10°		10—12°
Ib	>10°		±15°
Ia-2			±13°
Ia-1			>10°
Czasy obecne Present times	16°	16°	18°

DATOWANIE PRZY POMOCY WĘGLA RADIOAKTYWNEGO

Wiek pięciu próbek z Witowa został określony przy pomocy C^{14} . Próbkę węgla drzewnych z zespołu witowskiego datowana była przez de Vriesa w Groningen (Chmielewska, Chmielewski 1960). Węgłe te pochodzą z wykopów położonych w środkowej części wydmy. Zebrane zostały z warstwy, która występuje na pograniczu starszej i młodszej wydmy, może więc pochodzić z Allerødu lub z okresu przejściowego od Allerødu do młodsze dryasu. Wyniki analizy na zawartość C^{14} potwierdziły w pełni obserwacje stratygraficzne oparte na analizie struktury i składu osadów. Wiek tych węgla określono na 8855 ± 160 lat p.n.e. (10.815 ± 160 BP).

Pozostałe 4 próbki były datowane w Kopenhadze przez Taubera (1962). Zebrane zostały one w szybiku II w wykopie zachodnim. Wyniki datowania przedstawiają się następująco:

- K — 706 gytia piaszczysta, głębokość 250—260 cm ^{11 900}
poniżej 0; początek starszego dryasu 9950 ± 180 p.n.e.
- K — 708 gytia, głębokość 265—270 cm poniżej 0; ^{12 100}
Bølling, górna część 10150 ± 140 p.n.e.
- K — 707 gytia, głębokość 270—276 cm poniżej 0; ^{12 260}
Bølling, dolna część 10310 ± 140 p.n.e.
- K — 709 torf mszysty, głębokość 280,5—285 cm po-
niżej 0; schyłek najstarszego dryasu. ^{12 240}
Próbka była zbyt mała do wypełnienia licznika. 10290 ± 230 p.n.e

Wiek Bøllingu i starszego dryasu określony na podstawie C^{14} w Usselo (Holandia, Tauber 1960) i w Witowie (Tauber 1962)

Age of the Bølling and Older Dryas periods defined by means of C^{14} at Usselo (Holland, Tauber, 1960) and at Witów (Tauber 1962)

Tablica XXI

	Usselo	Witów
Ic strop — Ic top part	9820 $\pm$ 140 p.n.e. B.C.	
Ic spąg — Ic bottom part		9950 $\pm$ 180 p.n.e. B.C.
Ib strop — Ib top part	10120 $\pm$ 140 p.n.e. B.C.	10150 $\pm$ 140 p.n.e. B.C.
Ib spąg — Ib bottom part	10250 $\pm$ 140 p.n.e. B.C.	10310 $\pm$ 140 p.n.e. B.C.

Interesująca jest zbieżność tych wyników z datowaniem okresu Bøllingu w Usselo w Holandii (Tauber 1960). Wskazuje ona na równoczesność rozprzestrzenienia się pierwszych drzew w późnym glacjału w okolicach tak odległych ale położonych na tej samej szerokości geograficznej (52° szerokości geograficznej północnej, tabl. XXI).

REKONSTRUKCJA ROŚLINNOŚCI I KRAJOBRAZU W WITOWIE W CZASIE PÓŹNEGO GLACJAŁU

Najstarszy dryas

Faza starsza Ia-1 (fig. 24 : 1). Historia roślinności w Witowie rozpoczęła się w okresie tundry bezdrzewnej, gdy rozległe torfowisko niskie otaczające jezioro porastały zarośla wierzb i brzozy karłowatej oraz bujnie rozwinięte zbiorowiska roślin zielnych. Uboższa była roślinność miejsc suchszych, piaszczystych i żwirowiskowych. Zbiorowiska roślin wodnych składały się przede wszystkim z gatunków, które sięgają dzisiaj w Skandynawii daleko ku północy. Był to okres klimatu subarktycznego. Na podmokłym brzegu jeziora tworzył się torf mszysty.

Faza młodsza Ia-2. Zanim jeszcze pojawiły się w Witowie pierwsze drzewa, w szacie roślinnej okolicy zaszła zmiana wskazująca na poprawę warunków klimatycznych. W jeziorze, obok występujących obficie gatunków znanych z fazy poprzedniej, pojawiły się rośliny wodne o wyższych wymaganiach termicznych. Bujnie rozwijały się zbiorowiska roślinne miejsc piaszczystych, którym charakterystyczne piętno nadawały skupienia

rokitnika. W wyniku podniesienia się poziomu wody w jeziorze torfowisko zostało zalane. Stało się to przyczyną znacznego ograniczenia siedlisk brzozy karłowatej, która w późniejszych okresach nie odgrywała już większej roli. W tym czasie przybliżała się od południa polarna granica drzew. Panował jeszcze klimat subarktyczny, ale cieplejszy aniżeli w fazie starszej, ze średnią temperaturą lipca około 13°C . W jeziorze osadzała się gytia piaszczysta.

Bølling

W okresie Bøllingu (fig. 24 : 3) rozprzestrzeniły się w okolicy Witowa luźne lasy brzozowe o charakterze parkowym z brzozą omszoną i prawdopodobnie brodawkową. Pojawiła się osika. Skupienia rokitnika odgrywały nadal ważną rolę w krajobrazie. Dość wysoki stan wody w jeziorze utrzymywał się na tym samym poziomie co w młodszej fazie najstarszego dryasu. Zmienił się natomiast skład zbiorowisk wodnych o tyle, że gatunki termofilne, które pojawiły się w okresie poprzednim, teraz rozwinęły się najobficiej. Można przypuszczać, że dopiero teraz zostało osiągnięte optimum klimatyczne całego okresu poprzedzającego Allerød. Klimat miał charakter umiarkowanie chłodny, średnia temperatura lipca wynosiła około 15°C . W jeziorze osadzała się gytia piaszczysta.

Starszy dryas

Wyrazem pogorszenia się warunków klimatycznych w starszym dryasie (fig. 24 : 4) było ogólne zubożenie zbiorowisk roślinnych. Znikły lasy brzozowe, choć utrzymywały się pojedyncze drzewa, mniejszą powierzchnię zajmowały zbiorowiska z rokitnikiem i piołunami, ustąpiły ciepłolubne rośliny wodne. Poziom wody w jeziorze obniżył się. Uboga roślinność umożliwiła ożywioną działalność wydmywającą wiatru. Wydma, która tworzyła się w tym czasie nasunęła się na brzeg dawnego jeziora. W jeziorze odkładała się gytia piaszczysta. W okresie tym panował klimat suchy, subarktyczny, zimniejszy aniżeli u schyłku najstarszego dryasu (w Ia-2), ze średnią temperaturą lipca pomiędzy 10° a 12°C .

Allerød

Fala ciepła jaką przyniósł okres Allerødu (fig. 24 : 5) umożliwiła ponowny bujny rozwój roślinności, której najważniejszą cechą było rozprzestrzenienie się lasów. Jako pierwsze (IIa) zjawily się widne lasy brzozowe

i brzozowo-sosnowe z brzozą brodawkowaną. Sosna stopniowo wypierała brzozę. W fazie optymalnej okresu (IIb) największą powierzchnię zajmowały lasy sosnowe, które częściowo wkraczały na wydmę, kładąc kres pierwszej fazie wydymotwórczej. Rozwój lasów sosnowych doprowadził do ograniczenia powierzchni zajmowanej przez zbiorowiska heliofitów piaskowych, między innymi rokitnika. Niski, w okresie brzozowym, poziom wody w jeziorze, podniósł się znacznie w fazie sosnowej. Klimat był umiarkowany, ze średnią temperaturą lipca co najmniej 16°C , wilgotniejszy niż w okresie starszego dryasu, ale o cechach kontynentalnych. W jeziorze odkładała się gytia, na brzegu tworzył się torf leśny.

U schyłku Allerødu lub na początku młodszego dryasu osiedlił się na wydmie po raz pierwszy człowiek. Świadectwem jego pobytu są zachowane ślady budowli mieszkalnych i późnopaleolityczne zabytki określone jako zespół witowski.

Młodszy dryas

Oziębienie w okresie młodszego dryasu (fig. 24 : 6,7) spowodowało zepchnięcie na południe polarnej granicy lasu. Krajobraz miał charakter tundry parkowej z panującymi zbiorowiskami stepowymi, w których ważną rolę odgrywały różne gatunki bylic. Odlesienie stało się jednym z czynników umożliwiających ponownie działalność wydymotwórczą wiatru. W okresie tym kilkakrotnie miały miejsce zmiany poziomu wody w jeziorze, wywołane częściowo odlesieniem, a częściowo przejściowym zatamowaniem odpływu wody przez ruchome piaski. Znaczniejsze podniesienie się poziomu wody nastąpiło na początku młodszego dryasu. Wynikiem tego było nakrycie poziomu torfu leśnego utworzonego w Allerødzie przez warstwę gytii. W ten sposób powstała warstwa organogeniczna, która w profilu oddziela wydmę starszą od młodszej. Po tym przejściowym okresie poziom wody w jeziorze znacznie się obniżył, a wydma przesunęła się w kierunku jeziora nakrywając osady gytii serią skośnie warstwowanego piasku. W okresie maksymalnego nasilenia działalności wydymotwórczej na dużych obszarach panowała stepo-tundra i być może wtedy cofnęła się na południe od Witowa północna granica sosny i brzozy brodawkowanej. Piaszczyste tereny porastały zarośla jałowca, skupienia bylic i traw. Klimat był subarktyczny, ze średnią temperaturą lipca około 12°C , dość suchy, o cechach kontynentalnych. W jeziorze tworzyła się gytia piaszczysta, na brzegu wydma.

U schyłku młodszego dryasu przebywały na wydmie gromady ludzkie reprezentujące późnopaleolityczny przemysł środkowowsiderski.

Okres preborealny

Holocenska sukcesja roslinności rozpoczela się rozprzestrzenieniem się w okolicy Witowa lasów sosnowych, które opanowały siedliska zajmowane poprzednio przez heliofilne skupienia roslin miejsc piaszczystych. Przy przejściu od młodszego dryasu do okresu preborealnego (fig. 24 : 8) nieznacznie podniósł się poziom wody w jeziorze. Poprawa warunków klimatycznych, wzrost temperatury i wilgotności, a co za tym idzie bujny rozwój roslinności spowodowały zahamowanie procesów wydymotwórczych i utrwalenie młodziej wydmy. Klimat na początku holocenu był umiarkowany, ze średnią temperaturą lipca 14° do 15° C.

Z początku okresu preborealnego pochodzą zabytki mezolityczne typu tardenuaskiego.

ZAGADNIENIE WIEKU WYDM W POLSCE

Znaczne obszary zajmowane przez wydmy śródlądowe w Polsce jak i różnorodność wykształconych form sprawiają, że Polska — jak pisze Galon (1958) — „jest klasycznym krajem wydm śródlądowych”.

Badania nad wydmami w Polsce sięgają początkami ostatnich dziesiętników lat ubiegłego wieku. Omówienie polskiej literatury przedmiotu za okres do roku 1950 podaje Głodek w przeglądzie bibliografii czwartorzędowej (1952). Nowsze opracowania można znaleźć w zbiorowym dziele zatytułowanym „Wydmy śródlądowe Polski” (1958), w artykule Galona (1959) opublikowanym w *Przeglądzie Geograficznym* oraz w pracy Kobendziny (1961) poświęconej wydmom Puszczy Kampinoskiej.

Bogata problematyka wydymowa koncentruje się głównie wokół dwu ogólnych zagadnień: (1) kształt i struktura wydm jako wyraz kierunku panujących wiatrów wydymotwórczych oraz (2) ilość okresów wydymotwórczych, a co za tym idzie sprawa wieku wydm.

Określenie wieku wydm opierało się dotychczas w Polsce przede wszystkim na kryteriach geologicznych (związek z terasami), morfologicznych (struktura wydm jako odbicie kierunku wiatrów wydymotwórczych) i archeologicznych. Brakowało natomiast badań palynologicznych, które pozwoliłyby na powiązanie okresów wydymotwórczych z fazami rozwoju roslinności oraz określenia bezwzględnego wieku wydm przy pomocy radiowęgla. Z tego względu badania w Witowie, w wyniku których dwie kopalne wydmy, powiązane ściśle stratygraficznie z osadami organogenicznymi, zostały datowane przy pomocy analizy pyłkowej i węgla radioaktywnego, mogą przyczynić się do wyjaśnienia tego interesującego zagadnienia jakim jest czas powstania wydm,

Poglądy na ilość okresów wydymotwórczych i wiek wydym w Polsce omówił w swych syntetycznych artykułach Galon (1958, 1959). Pomimo dość dużej nieraz rozbieżności zapatrywań różnych autorów Galon uważa za prawdopodobne, że wszystkie zbadane dotąd w Polsce wydmy pochodzą z tego samego okresu, a tworzenie ich rozpoczęło się w późnym glaciale. Formowanie się większości wydym na terenie Polski przebiegało w trzech fazach. Faza najstarsza, która charakteryzowała się najbardziej ożywioną działalnością eoliczną, uważana jest za główny okres tworzenia wydym, przede wszystkim parabolicznych. Rozpoczęła się ona zdaniem Galona bezpośrednio po ustąpieniu lądolodu z Europy Środkowej i trwała aż do okresu borealnego. Utrwalenie tych najstarszych wydym nastąpiło w okresie atlantyckim. Druga, mniej intensywna faza wydymowa, przypadająca na okres subborealny, charakteryzowała się przede wszystkim przekształcaniem form wytworzonych w fazie starszej. Ponowną stabilizację wydym spowodował bardziej wilgotny klimat okresu subatlantyckiego. Mniej więcej od XV stulecia po czasy obecne trwa trzeci okres, który określan jest jako okres niszczenia, spotęgowanego działalnością człowieka. Wydmy w tych trzech okresach tworzyły się, względnie ulegały przekształceniu, pod wpływem wiatrów zachodnich, północno-zachodnich lub południowo-zachodnich.

Wyniki badań w Witowie potwierdzają pogląd o rozpoczęciu się procesów wydymotwórczych na obszarze Polski środkowej u schyłku ostatniego zlodowacenia, różnią się jednakże od przytoczonej opinii tym, że obie starsze fazy wydymotwórcze wiążą z późnym glacialem. Starsza wydyma w Witowie wytworzyła się w starszym dryasie, w okresie, kiedy pogorszenie warunków klimatycznych w stosunku do poprzedzającego interstadiału Bollingu spowodowało znaczne rozluźnienie pokrywy roślinnej. Jednocześnie prawdopodobnie nastąpiło obniżenie się poziomu wody gruntowej. Była to faza wydymotwórcza właściwa wyróżniona przez Dylikową (1958). Stabilizacja tej wydmy nastąpiła w okresie Allerødu, dzięki rozwijającym się lasom sosnowym. W czasie młodszego dryasu utworzona została młodsza wydyma w Witowie. Okres ten odpowiada fazie przekształcania w ujęciu Dylikowej (1958). Ożywienie niszczącej i akumulującej działalności wiatru umożliwione zostało przez odlesienie wywołane zmianą warunków klimatycznych przy przejściu od Allerødu do młodszego dryasu. W początkowym okresie holocenu nastąpiło utrwalenie młodszej wydmy. Trzecią fazę wyróżnioną przez Dylikową — fazę niszczenia — należy odnieść do młodszych okresów holocenu, prawdopodobnie po optimum klimatycznym. Przypuszczenie to wymaga potwierdzenia w dalszych badaniach, którymi osady holocenne w Witowie nie zostały dotychczas objęte.

Stratygrafia wydmy oparta głównie o wyniki analizy pyłkowej znalazła

potwierdzenie w datowaniu przy pomocy C^{14} : starsza wydma zaczęła się tworzyć około 9950 lat p.n.e. a młodsza około 8855 lat p.n.e.

Tworzenie się wydym w okresie starszego i młodszego dryasu zostało stwierdzone już poprzednio w Holandii, a później także w Belgii, północnej Francji i północno-zachodnich Niemczech (van der Hammen 1952, 1957; Maarleveld 1960). W zestawieniu z wynikami z Witowa wydaje się prawdopodobne, że procesy te przebiegały równocześnie na terenie całego Niżu Północno-Europejskiego (Chmielewska, Chmielewski 1960; Maarleveld 1960).

W Polsce, szerzej zakrojone badania palynologiczne zmierzające do datowania wydym, prowadzone były w ostatnich latach w Puszczy Kampinoskiej przez Borówko-Dłużakową (1961a), która najstarszym opracowanym przez siebie osadom organogenicznym przypisywała wiek Allerødu. W oparciu o wyniki tych badań Kobendzina (1961) doszła do wniosku, że na terenie Puszczy Kampinoskiej wydmy tworzyły się w najstarszym dryasie i w starszym dryasie oraz, że procesy wydymotwórcze na tym obszarze ustały przed okresem Allerødu. Pogląd ten opiera się na stwierdzeniu, że wydmy są starsze od torfowisk, ponieważ liczne wiercenia wykonane na terenie Puszczy Kampinoskiej wykazały brak przewarstwień piaszczystych w obrębie torfów.

Wynika z tego, że wydmy w Puszczy Kampinoskiej położone w obrębie pradoliny warszawsko-berlińskiej i wydmy okolic Witowa położone w bezpośrednim sąsiedztwie tej samej pradoliny tworzyły się w różnych okresach późnego glacjału. Wydmy Puszczy Kampinoskiej byłyby starsze od wydym Witowa.

Wyróżnienie faz rozwoju roślinności w późnym glacjału w diagramach z Puszczy Kampinoskiej nasuwa jednak szereg wątpliwości, które zostały omówione w oddzielnym artykule (Wasylińska 1962; por. także odpowiedź Borówko-Dłużakowej i Kobendziny 1962). Diagram pyłkowy z Nartu (fig. 37) sięga swoim spągiem do okresu najstarszego dryasu, a nie Allerødu, jak to przyjmuje Borówko-Dłużakowa. Ocena wieku spągowych poziomów pozostałych diagramów również nie wydaje się trafną. Diagramy te nie mogą wobec tego w obecnej swej postaci przedstawiać wystarczającej podstawy do datowania wydym sąsiadujących ze zbadanymi torfowiskami.

Bez dokładnej znajomości rozmieszczenia wierceń i odkrywek wykonanych w torfach na terenie Puszczy Kampinoskiej trudno także zgodzić się bez zastrzeżeń, że brak przewarstwień piaszczystych w torfach jest wystarczającym dowodem, iż osady te w całości są młodsze od wydym. Sądząc ze stosunków jakie panują w Witowie uchwycenie na przemian położonych poziomów torfu i piasku możliwe jest tylko u czoła wydmy (a nie w niecce

deflacyjnej), w odkrywkach usytuowanych na brzegu wydmy. W wierceniach wykonanych na torfowisku dalej od brzegu okresy wydymotwórcze mogą zaznaczyć się jedynie domieszką piasku w osadzie organogenicznym. Kobendzina (1961, str. 387) wzmiankuje o występowaniu poziomów torfu piaszczystego w niektórych profilach z obszaru Puszczy Kampinoskiej. Czy przynajmniej część z nich nie mogłaby pozostawać w związku z tworzeniem się wydym? W świetle przytoczonych uwag wydaje się, że sprawy wieku wydym w Puszczy Kampinoskiej nie można uważać za wyjaśnioną.

Interesującą interpretację wieku wydym przedstawił ostatnio Tobolski (1962). W osadach torfowiska Elżbiecin, położonego we wschodniej części Międzyrzecza Warciańsko-Noteckiego, autor ten stwierdził występowanie w spągu dwu poziomów gytii przedzielonych warstwą mułku i dy. Dolny poziom gytii pochodzi z Allerødu, górny ze schyłku okresu preborealnego i z okresu borealnego. Taki układ warstw, który jest wyrazem zakłócenia normalnej sukcesji zarastania zbiornika wodnego, autor tłumaczy spiętrzeniem wód przepływowych w następstwie procesów eolicznych jakie przebiegały w jego otoczeniu. Wyciąga on z tego wniosek, że na badanym obszarze miały miejsce dwa cykle wydymotwórcze, starszy w starszym dryasie lub Allerødzie i młodszy, lepiej udokumentowany, w młodszym dryasie i okresie preborealnym. Pilarczyk (1961, cytuję według Tobolskiego 1962) przyjmuje istnienie na terenie Międzyrzecza jeszcze starszej fazy wydymotwórczej w okresie poprzedzającym Bølling.

STAN BADAŃ PALYNOLOGICZNYCH NAD PÓŻNYM GLACJAŁEM W POLSCE UWAGI OGÓLNE

Badania późnego glaciału w Polsce prowadzone były przeważnie na marginesie studiów nad holocenną historią roślinności. Jedyne dotychczas ujęcie syntetyczne wyników tych badań przedstawił Szafer (1952) w pracy zatytułowanej „Schyłek plejstocenu w Polsce”. Ten sam autor uwzględnił prace dotyczące późnego glaciału przy analizowaniu postępu badań flor czwartorzędowych w Polsce (Szafer 1955). Przegląd palynologicznej literatury polskiej, między innymi także z zakresu późnego glaciału, podał Środoń (1958) z okazji omawiania dorobku polskich badań palynologicznych w ciągu trzydziestu lat ich rozwoju. Niektóre flory późnoglacialne, zwłaszcza te, które dawniej były zaliczane do innych okresów plejstocenu, Środoń (1959) zestawiał w „Tabeli stratygraficznej plejstocennskich flor Polski”. Krótki zarys rozwoju roślinności w Polsce w czasie późnego glaciału przedstawiony został przez tegoż autora w „Szacie roślinnej Polski” (1959). Obok tych opracowań o charakterze ogólnym dane dotyczące późnego glaciału w Polsce zawarte są w pracach szczegółowych, podających

wyniki badań palynologicznych osadów późnoglacialnych i holocen~~s~~kich z różnych terenów Polski. W latach przedwojennych ukazały się prace Kulczyńskiego (1930), Paszewskiego (1930), Dąbkowskiej (1932, 1934, 1935), Tołpy (1932, 1933, 1935), Lublinerówny (1934), Szafera i Jaronia (1935), Tymrakiewicz~~a~~ (1935) oraz Ołtuszewskiego (1937). Pod względem zastosowanej metody badań do tego okresu należy opublikowana w 1948 roku praca Ołtuszewskiego z południowo-zachodniej Wielkopolski. W 1948 roku ukazały się ponadto dwie prace oparte na materiałach opracowanych przed wojną z terenu Karpat Wschodnich (Środoń 1948) i z Roztok koło Jasła (Szafer 1948). Dla całości obrazu należy także przypomnieć prace Grossa z obszaru dawnych Prus Wschodnich (m. in. 1937, 1943). W ciągu ostatnich pięciu lat późnoglacialne diagramy pyłkowe opublikowali: Ołtuszewski (1957), Oszast (1957), Kępczyński (1958, 1960), Koperowa (1958, 1962), Dąbrowski (1959), Bitner (1961), Borówko-Dłużakowa (1961 a i b), Przybylski (1961), Stasiak (1961), Szczepanek (1961), Mamakowa (1962) i Tobolski (1962).

W polskich badaniach późnego glacialu metodą analizy pyłkowej można wyróżniać dwa etapy. Badania starsze, prowadzone w latach przedwojennych, nie uwzględniały zupełnie lub prawie zupełnie tak ważnego składnika późnoglacialnej szaty roślinnej jakim były rośliny zielne. Sprawilo to, iż wyniki tych opracowań mają jedynie znaczenie orientacyjne, poprzez sam fakt stwierdzenia występowania osadów późnoglacialnych, niewiele natomiast dostarczyły materiału dla bliższej charakterystyki roślinności tego okresu. Podsumowaniem tego etapu badań jest wzmiankowana poprzednio praca Szafera (1952) o schyłku plejstocenu w Polsce. Autor podaje w niej wykaz i mapę stanowisk późnoglacialnych opracowanych metodą analizy pyłkowej oraz przedstawia charakterystykę roślinności Allerødu i młodszego dryasu na terenie Polski. Uwzględnia przy tym wyniki badań flor makroskopowych z omawianego okresu.

Drugi etap badań charakteryzują prace, które, w mniejszym lub większym stopniu, metodycznie odpowiadają wymaganiom współczesnej palynologii, co wyraża się przede wszystkim w oznaczaniu roślin zielnych. Pierwszą pracą, którą można do tego etapu zaliczyć, jest analiza pyłkowa z osadów późnoglacialnych w Roztokach koło Jasła wykonana w 1939 r. przez Jaronia (Szafer 1948). Po dłuższej przerwie, w 1957 roku, opublikowane zostały diagramy pyłkowe z Żuchowa w Ziemi Dobrzyńskiej (Oszast 1957) i z Wielkopolskiego Parku Narodowego w Osowej Górze koło Poznania (Ołtuszewski 1957). W latach późniejszych ukazało się szereg dalszych prac, w których przedstawione zostały wyniki analizy pyłkowej osadów późnoglacialnych. Ogółem opracowano dotychczas 31 diagramów, obejmu-

jących większe lub mniejsze odcinki późnego glaciału. Najstarszy dryas i Bølling (oraz okresy młodsze) stwierdzono w 5 punktach, starszy dryas w 14 punktach, Allerød w 22 punktach, a młodszy dryas w 31. W tablicy XXII podane jest zestawienie tych stanowisk z zaznaczeniem jakie okresy późnego glaciału obejmują poszczególne diagramy. We wszystkich, z wyjątkiem Roztok i Witowa, występuje także cały holocen. Dla diagramów pyłkowych z Osowej Góry, Nartu, Żuchowa i Łącka został zaproponowany nowy podział stratygraficzny.

Rzadka sieć nowych stanowisk późnoglacialnych (fig. 25), szczególnie mała ilość diagramów obejmujących cały późny glaciał oraz często ciągle jeszcze niedostateczna analiza roślinności zielnej i brak szczątków makroskopowych sprawiają, że próba odtworzenia historii roślinności w późnym glacialu w całej Polsce byłaby na razie przedwczesną. Można natomiast zwrócić uwagę na te rezultaty badań, które wnoszą coś nowego do stanu wiedzy o późnym glacialu przedstawionego przez Szafera (1952) i Śródka (1959).

Zestawienie polskich stanowisk późnego glaciału opracowanych metodą analizy pyłkowej z uwzględnieniem roślin zielnych

List of Polish Late-glacial sites worked up by pollen analysis method and taking into consideration the herbaceous plants

Tablica XXII

Ia	Ib	Ic	II	III	IV	Okresy — Pollen Zones
						1. Na Grelu (Koperowa 1958, 1962)
						2. Mikołajki (Ralska-Jasiewiczowa, w opracowaniu — unpublished)
						3. Nart (Borówko-Dłużakowa 1961a)
						4. Witów
						5. Żuchowo (Oszast 1957)
						6. Jez. Skrzynka (Ołtuszewski 1957)
						7. Jez. Dymaczewskie (Ołtuszewski 1957)
						8. Jez. Budzyńskie (Ołtuszewski 1957)
						9. Krosinko-Górka (Ołtuszewski 1957)
						10. Stęszew I (Ołtuszewski 1957)
						11. Górka (Ołtuszewski 1957)
						12. Roztoki (Szafer 1948)
						13. Łąck (Borówko-Dłużakowa 1961b)
						14. Mielno (Kępczyński 1960)
						14a. Piczonki (Stasiak 1961)

Ia	Ib	Ic	II	III	IV	Okresy Pollen Zones
			—	—	—	14b. Elżbiecin (Tobolski 1962)
			—	—	—	15. Puścizna Rękowiańska (Koperowa 1962)
			—	—	—	16. Podbukowina (Mamakowa 1962)
			—	—	—	17. Obary (Mamakowa 1962)
			—	—	—	18. Świlcza (Mamakowa 1962)
			—	—	—	19. Siwe Bagno (Kępczyński 1958)
			—	—	—	20. Białowieża II (Dąbrowski 1959)
				—	—	21. Białowieża I (Dąbrowski 1959)
				—	—	22. Kawęczyn (Szczepanek 1961)
				—	—	23. Słopiec (Szczepanek 1961)
				—	—	24. Pawłówek (Przybylski 1961)
				—	—	25. Łąki nadnoteckie, 3 (Przybylski 1961) Meadows along the river Noteć, 3
				—	—	26. Łąki nadnoteckie, 4 (Przybylski 1961) Meadows along the river Noteć, 4
				—	—	27. Łąki nadnoteckie, 6 (Przybylski 1961) Meadows along the river Noteć, 6
				—	—	28. Wysoczyzna Chodzieska, 5 (Przybylski 1961) Chodzież Upland, 5
				—	—	29. Sidra (Bitner 1961)

Ważnym krokiem naprzód było wykrycie okresu Bøllingu, który po raz pierwszy opisany został przez Koperową (1958) z Podhala, a później stwierdzony został także w Witowie, Narcie (Borówko-Dłużakowa 1961, zmienione) i w jeziorze Mikołajki (Ralska-Jasiewiczowa, w opracowaniu)¹ oraz prawdopodobnie w Żuchowie (Oszast 1957, zmienione). Stwierdzenie tego interstadiału w Polsce południowej, środkowej i północnej wykazało, że rozwój roślinności na terenie Polski w późnym glacialu w ogólnych zarysach przebiegał takimi samymi fazami jakie rozpoznane zostały w zachodniej części Europy. Pozwoliło to na pełne nawiązanie późnoglacialnych przemian klimatu i roślinności w Polsce do schematu stratygraficznego Jessena (1935) i Iversena (1942) stosowanego najczęściej w Europie w badaniach schyłku plejstocenu.

¹ Mgr M. Ralskiej-Jasiewiczowej dziękuję za uprzejme udostępnienie mi nie opublikowanych jeszcze wyników jej badań z jeziora Mikołajki.

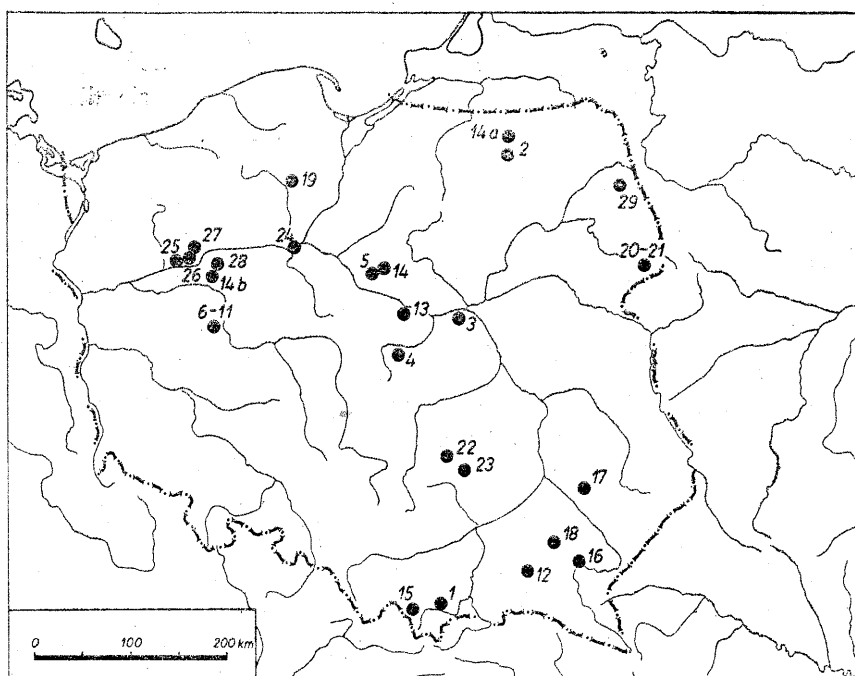


Fig. 25. Stanowiska późnego glaciału w Polsce opracowane przy pomocy analizy pyłkowej z uwzględnieniem roślin zielnych. Wykaz stanowisk zawiera tabl. XXII

Late-glacial sites in Poland worked up by pollen analysis and taking into consideration the herbaceous plants. A specification of the sites shows tabl. XXII

W ostatnich latach uzyskaliśmy pierwsze określenia bezwzględne wieku osadów późnoglacialnych przy pomocy węgla radioaktywnego. Początek młodszego dryasu w diagramie z torfowiska na Grelu datowany został na 8810 ± 200 lat p.n.e. (Koperowa 1958), interstadiał Bølling w diagramie z Witowa na 10310 ± 140 lat p.n.e. (spąg) i 10150 ± 140 lat p.n.e. (strop). Początek starszego dryasu określony został w Witowie na 9950 ± 180 p.n.e., a początek młodszego dryasu na 8855 ± 160 p.n.e. (Chmielewska, Chmielewski 1960). Pogranicze plejstocenu i holocenu w torfowisku Elżbiecin przypada na 7710 ± 420 lat p.n.e. (Tobolski 1962). Ta ostatnia data odbiega znacznie od wyników uzyskanych z obszaru Europy Zachodniej, gdzie datowanie początku holocenu waha się około 8500—8300 lat p. n. e.

Na mapie stanowisk późnoglacialnych podanej przez Szafera (1952) istnieje luka w obrębie Pasa Wielkich Dolin, co skłoniło autora do postawienia hipotezy o roli pradolin, w czasie całego późnego glaciału, jako barier biologicznych hamujących rozprzestrzenianie się roślin. Obecnie znamy kilka stanowisk późnoglacialnych położonych w obrębie pasa pradolin.

Są to Nart, Witów, Osowa Góra, Łąck, Elżbiecin i torfowiska nadnoteckie (fig. 25). Najbardziej na południe wysunięte stanowiska Nart i Witów wykazują rozpoczęcie się sedymentacji już w najstarszym dryasie, diagramy z dalej ku północy położonych miejscowości Łąck i Osowa Góra rozpoczynają się u schyłku starszego dryasu, a torfowiska położone na międzyrzeczu warciańsko-noteckim sięgają spągami do młodszego dryasu i Allerødu. Wydaje się wobec tego prawdopodobne, że w każdym razie pradolina Warszawsko-Berlińska, przynajmniej w jej odcinku pomiędzy Warszawą a Poznaniem, już w Allerødzie, jeżeli nie wcześniej, nie przedstawiała zapory dla migracji drzew.

Z zagadnieniem tym wiąże się sprawa północnej granicy lasu w Allerødzie. Szafer (1952) uważał, że właściwa, polarna granica lasu w Allerødzie przebiegała w środkowej Polsce na południe od Pasa Wielkich Dolin, na Pomorzu zaś panowała roślinność typu tundry parkowej.

Określenie na podstawie spektrów pyłkowych stopnia zwartości lasu, a co za tym idzie rozstrzygnięcie, czy mamy do czynienia z terenem położonym w obrębie strefy leśnej, czy też z obszarem o charakterze parkowym poza granicą lasu, nie jest łatwe i wymaga jednolitego zbadania szeregu stanowisk. Polskie opracowania Allerødu są jeszcze ciągle zbyt fragmentaryczne by na ich podstawie można było mówić dokładniej o przebiegu północnej granicy lasu w Polsce w tym okresie. Pewne wskazówki daje już jednak zestawienie stanowisk Allerødu z Krainy Wielkich Dolin i z obszarów położonych na północ od tego pasa z podaniem średnich dla optimum Allerødu (IIb) wartości NAP, sosny i brzozy (tabl. XXIII). Procentowy udział roślin zielnych w tych diagramach nie wykazuje większych różnic (10—24%), nie daje więc podstaw do przypuszczenia, że tereny, z których te diagramy pochodzą różniły się zasadniczo pomiędzy sobą stopniem zalesienia. Stosunkowo mała ilość roślin zielnych wskazuje ponadto, że tereny te leżały w obrębie strefy leśnej, a nie w strefie tundry parkowej. Aario (1943) podaje w spektrach z lasów sosnowych, brzożowo-sosnowych i brzożowych ilości zielnych wahające się od 20 do 25%. Jeżeli więc północna granica lasów w ogóle występowała w Polsce w Allerødzie, to musiała przebiegać na północ od Borów Tucholskich i jeziora Mikołajki.

Do omawianego zagadnienia Szafer powrócił raz jeszcze w 1962 roku i podał nowe argumenty na poparcie swej tezy. Zdaniem tego autora występowanie dużych ilości pyłku *Hippophaë* w okresie Allerødu na Niżu Środkowopolskim dowodzi, że obszar ten (strefa III według Szafera 1962, fig. 2) przedstawiał w tym okresie strefę walki, w obrębie której przebiegała północna granica lasów. Jednakże z zestawienia maksymalnych wartości *Hippophaë* w diagramach z okresów IIa i IIb podanego przez Szafera wynika raczej, że w ciągu Allerødu występowanie rokitnika w Polsce środ-

kowej zostało znacznie ograniczone. Duże ilości procentowe w fazie IIa odnoszą się tylko do samego jej spągu, a wyraźne zmniejszenie się udziału rokitnika w fazie IIb przemawia na korzyść przypuszczenia o rozprzestrzenieniu się dość zwartych lasów na obszarze środkowej Polski w optimum Allerødu.

Zestawienie podane w tablicy XXIII sugeruje, że Siwe Bagno i Mikołajki (fig. 25:19,2) leżały w czasie optimum Allerødu w strefie lasów brzoźowo-sosnowych, a Witów, Nart i Białowieża (fig. 25: 4, 3, 20) w obszarze lasów sosnowych. Dokładniejsze wydzielenie stref leśnych w Polsce w okresie Allerødu nie jest na razie możliwe przede wszystkim ze względu na brak nowo opracowanych stanowisk położonych pomiędzy Krainą Wielkich Dolin a Podhalem i Kotliną Sandomierską.

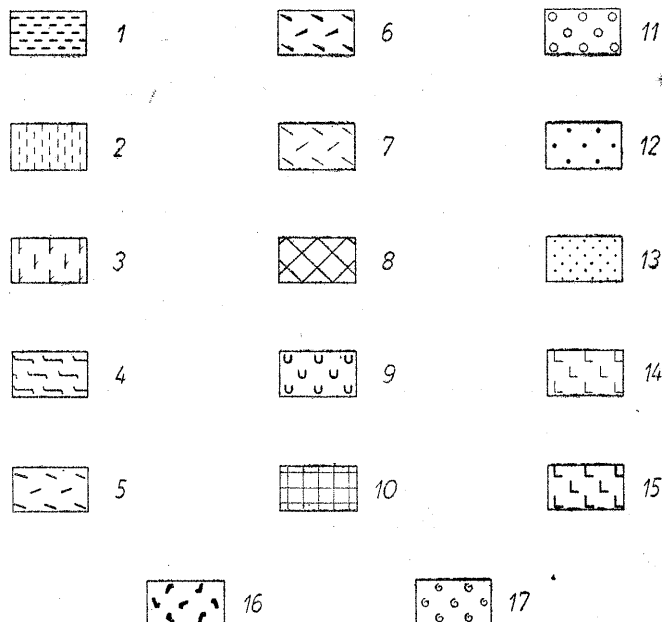
Średnie wartości *Betula*, *Pinus* i NAP dla optimum Allerødu (IIb) w diagramach z obszaru Polski środkowej i północnej oraz kilka współczesnych spektrów pyłkowych

Average values of *Betula*, *Pinus* and NAP, for the Allerød optimum (IIb) in diagrams from the territory of the middle and northern regions of Poland and some present-time pollen spectra

Tablica XXIII

		<i>Betula</i> %	<i>Pinus</i> %	NAP %
Allerød	Siwe Bagno	31	53	17
	Mikołajki	35	40	22
	Żuchowo	42	47	10
	Mielno	25	58	17
	Witów	26	57	14
	Nart	16	61	22
	Białowieża	19	51	24
Współczesne spektra pyłkowe — Present-time pollen spectra	Las brzoźowy (Aario 1943)			
	Birch forest	49	25	20
	Las brzoźowo-sosnowy (Aario 1943)			
	Birch-pine forest	32	41	23
	Las sosnowy (Aario 1943)			
	Pine forest	19	57	21
	Las sosnowy (Griczuk 1950)			
	Pine forest	18	51	16

Jako jedno z osiągnięć ostatnich badań można wreszcie wymienić znaczne wzbogacenie listy roślin znanych z późnego glaciału (por. zwłaszcza prace Szczepanka 1961, Koperowej 1962, Mamakowej 1962). Interesujące było stwierdzenie dużych ilości *Hippophaë* w starszym dryasie w diagramach z Osowej Góry (do 42%) i Mikołajek (do 20%) oraz u schyłku najstarszego dryasu w Witowie (do 7%). Rodzaj ten notowany był dotychczas w Polsce tylko jako pojedyncze ziarna pyłku.



Objaśnienia do diagramów pyłkowych

Do wszystkich diagramów zastosowano podział stratygraficzny Jessena (1935) i Iversena (1942). Głębokość w diagramach z Witowa podana jest w stosunku do „0”, w pozostałych od powierzchni. Części A, B, C tworzą totalny diagram pyłkowy, w którym sylwetki czarne oznaczają procenty, białe promille, a prążkowanie wskazuje na prawdopodobne występowanie na wtórnym złożu. Część D przedstawia wyniki analizy makroskopowej. Na początku tej części podane są numery próbek, w których zbadano szczątki makroskopowe. Skróty: kr — krótkopędy; li — liście; lp — łuski pączków; m — makrospory; n — nasiona; o — owoce; sz — szyszki; wł — włoski. Pozostałe objaśnienia na str. 267.

Oznaczenia składników osadu (Troels-Smith 1955):

1. *Sh* — substancje humusowe; 2. *Th*¹ — słabo rozłożone korzenie roślin zielnych; 3. *Th*¹ (*Phra*) — słabo rozłożony torf trzcinowy; 4. *Tb*¹ — słabo rozłożony torf mszysty; 5. *Dl* — zdrewniałe szczątki roślin > 2 mm; 6. *Dh* — szczątki roślin zielnych > 2 mm; 7. *Dg* — drobne szczątki roślinne i zwierzęce (0,1–2 mm); 8. *Ld*¹ — mikroorganizmy i fragmenty roślin i zwierząt < 0,1 mm z domieszką substancji humusowych (główny składnik gyttii); 9. *Lc* — węgiel wapnia w postaci nie zeskalonej; 10. *Lso* — szkielety krzemionkowe roślin i zwierząt; 11. *Gg* — ziarna mineralne 2–20 mm (żwir); 12. *Gs* — ziarna mineralne 0,6–2 mm (piasek); 13. *Ga* — ziarna mineralne 0,06–0,6 mm (piasek); 14. *Ag* — ziarna mineralne 0,002–0,06 mm (muł); 15. *As* — ziarna mineralne < 0,002 mm (il); 16. *anth.* — węgle drzewne; 17. *test.* — skorupki mięczaków

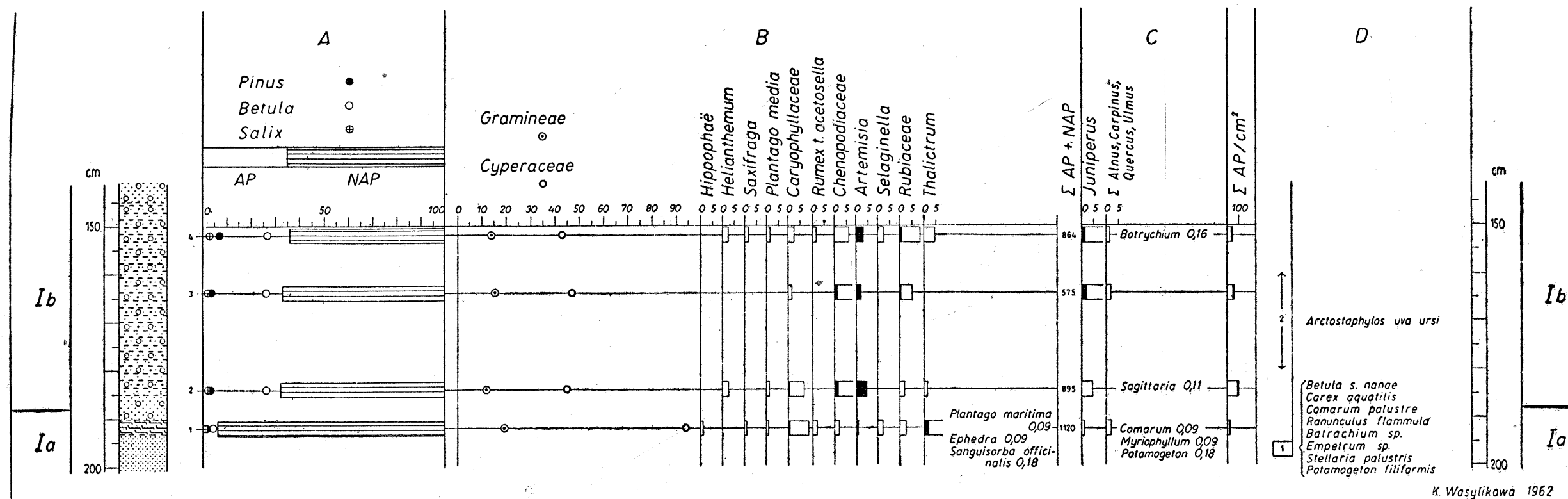


Fig. 30. Witów V. Późny glacial. Diagram pyłkowy
Witów V. Late-glacial, pollen diagram

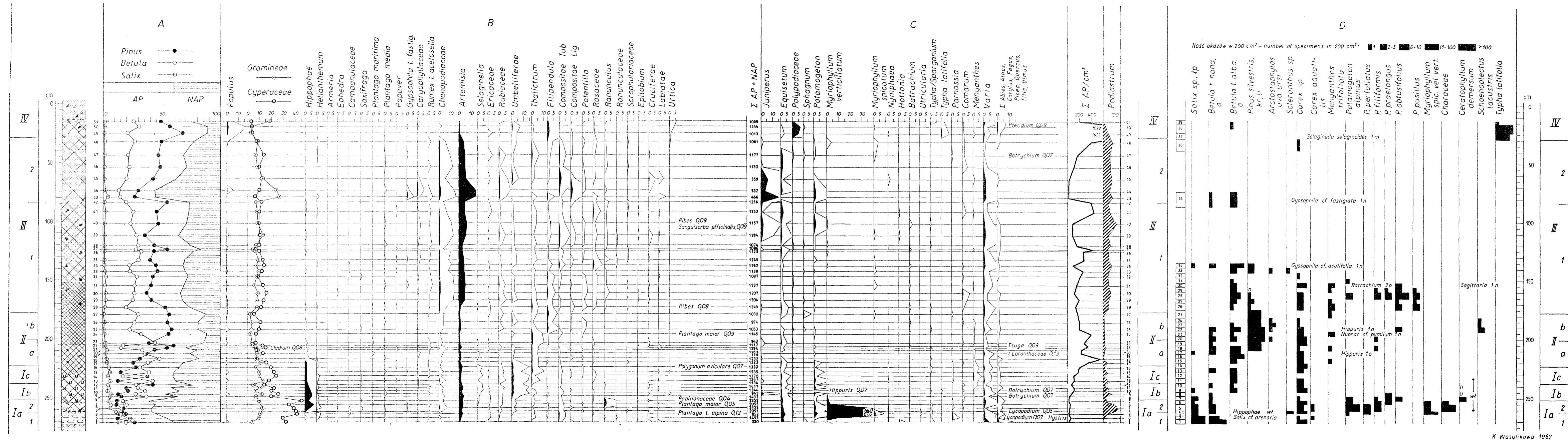
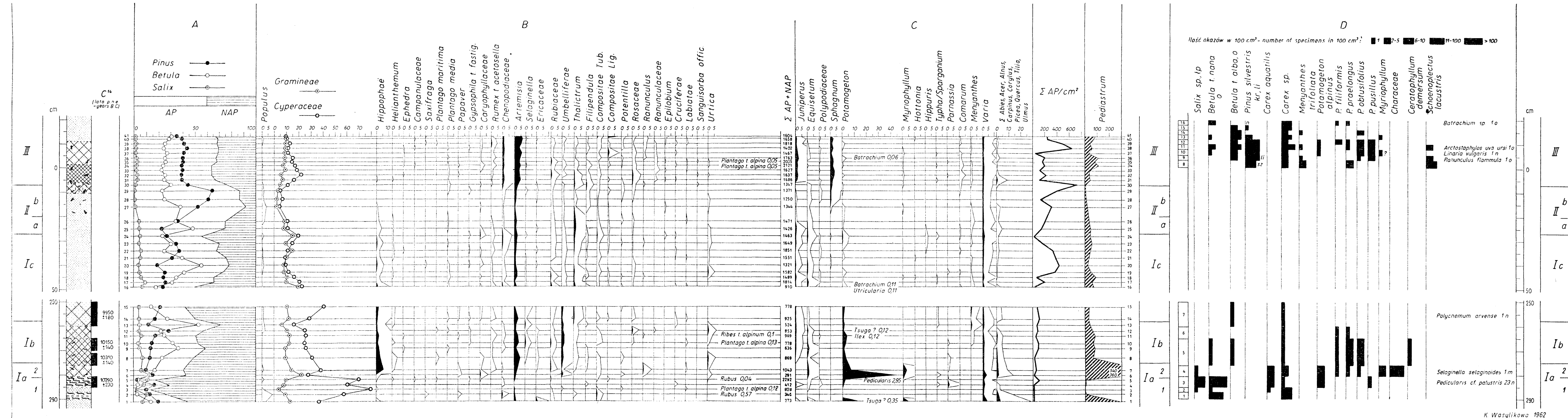


Fig. 26. Witów I. Późny glacjał. Diagram pyłkowy i wykres szczątków makroskopowych
Witów I. Late-glacial. Polen diagram and graphs for macroscopic plant remains



K Wasylkowa 1962

Fig 27. Witów II. Późny glacial. Diagram pyłkowy i wykres szczątków makroskopowych
Witów II. Late-glacial. Pollen diagram and graphs for macroscopic plant remains

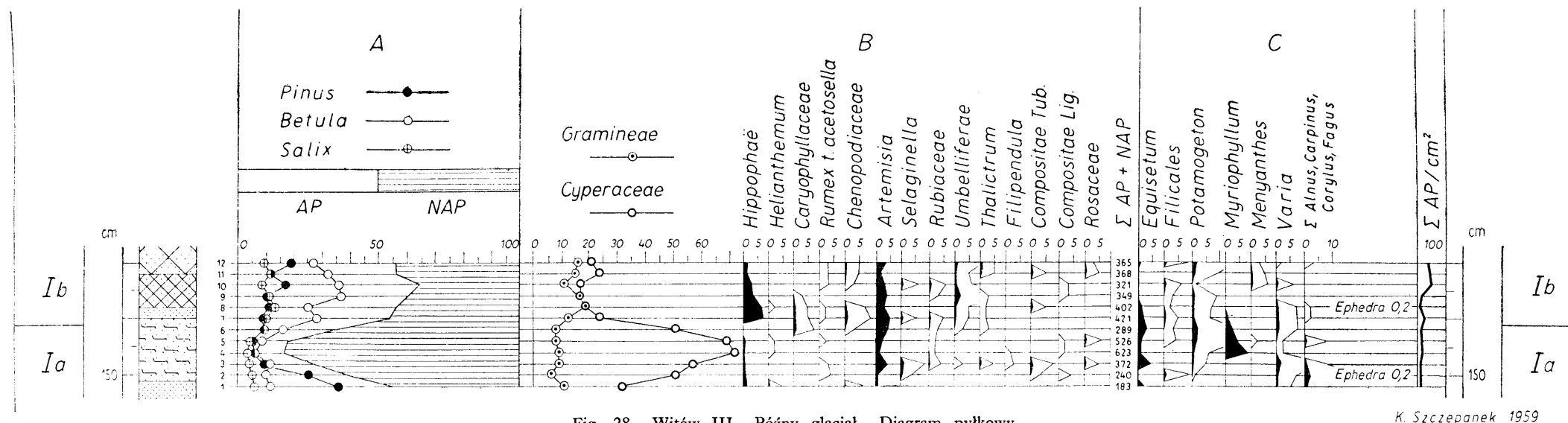


Fig. 28. Witów III. Późny glacjał. Diagram pyłkowy
Witów III. Late-glacial, pollen diagram

K. Szczepanek 1959

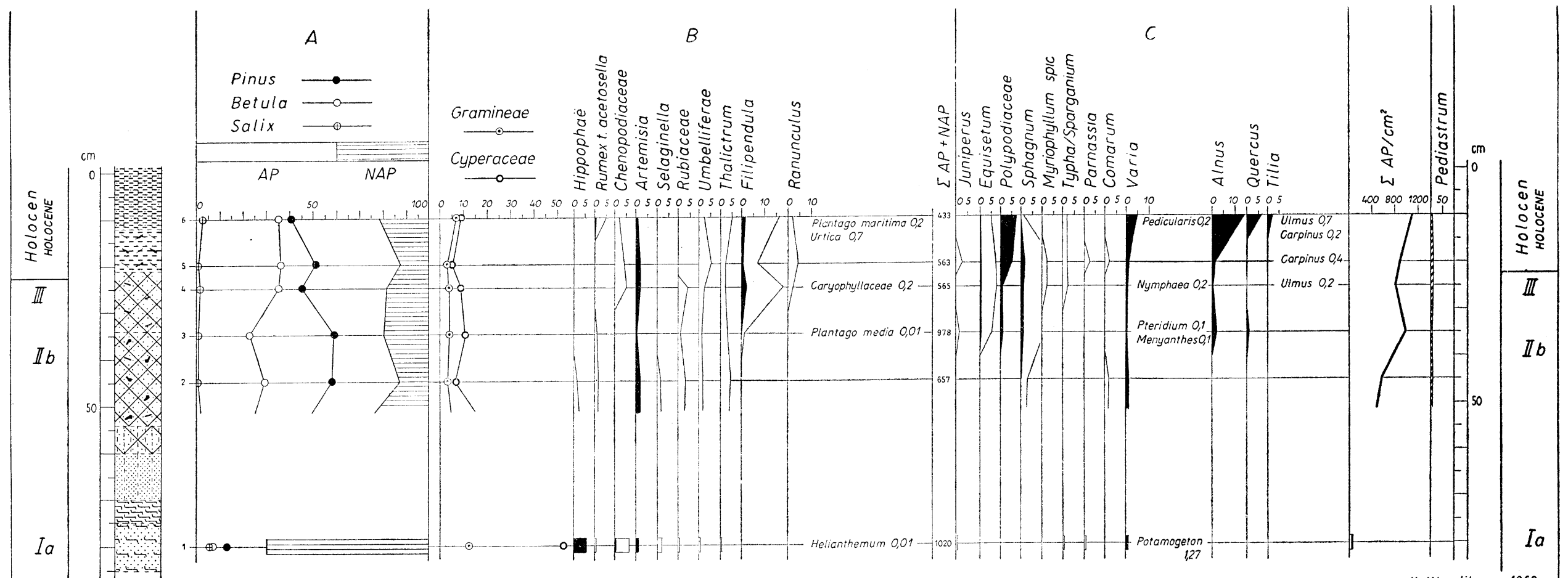


Fig. 29. Witów IV. Późny glacjał. Diagram pyłkowy
Witów IV. Late-glacial, pollen diagram

K. Wasylkowa 1962

Explanations for the diagrams

In all diagrams zonal division according to Jessen (1935) and Iversen (1942) is applied. The depth in the diagrams from Witów is given in relation to „0”, in the others from the surface.

Parts A, B, C form the total pollen diagram in which black silhouettes indicate percentages, the white ones — the percentages multiplied by 10, and the striation indicates the probability of appearing on a secondary bed. Part D shows the results of the macroscopic analysis. The numbers of samples in which macroscopic plant remains have been examined are given at the beginning of that part. Abbreviations: kr — short-shoots; li — leaves; lp — bud scales; m — megaspores; n — seeds; o — fruits; sz — cones; wł — hairs. Other explanations on page 386.

Signatures for sediment components (Troels-Smith 1955):

1. *Sh* — humus substance; 2. *Th*¹ — slightly decayed roots of herbaceous plants; 3. *Th*¹ (*Phra*) — slightly decayed *Phragmites* peat; 4. *Tb*¹ — slightly decayed moss peat; 5. *DI* — ligneous fragments of plants > 2 mm; 6. *Dh* — fragments of herbaceous plants > 2 mm; 7. *Dg* — small parts of plants and animals (0,1—2 mm); 8. *Ld*¹ — micro-organisms and parts of plants and animals < 0,1 mm with admixture of humus substance (main component of gyttja); 9. *Lc* — non-indurated calcium carbonate; 10. *Lso* — siliceous skeletons of plants and animals; 11. *Gg* — mineral grains 2—20 mm (gravel); 12. *Gs* — mineral grains 0,6—2 mm (sand); 13. *Ga* — mineral grains 0,06—0,6 mm (sand); 14. *Ag* — mineral grains 0,002—0,06 mm (silt); 15. *As* — mineral grains < 0,002 mm (clay); 16. *anth.* — charcoals; 17. *test.* — mollusc shells

PRÓBA NOWEGO PODZIAŁU STRATYGRAFICZNEGO
KILKU DIAGRAMÓW PÓŻNOGLACJALNYCH Z TERENU POLSKI

Osowa Góra koło Poznania

Ołtuszewski (1957) wykonał analizę pyłkową z 8 torfowisk położonych na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego w Osowej Górze pod Poznaniem. Późny glaciał, od starszego dryasu począwszy, stwierdził on w 6 diagramach: z torfowiska w rynnie Krosinko-Górka, z torfowiska przy leśniczówce Górka, z torfowiska nad jeziorem Skrzynka, z torfowiska nad jeziorem Budzyńskim, z torfowiska nad jeziorem Dymaczewskim i z torfowiska w lasach Stęszewskich (Stęszew I). Dwa diagramy: z torfowiska Gliniec i z torfowiska koło Stęszewa (Stęszew II) sięgają w spągu tylko do okresu preborealnego.

W pracy Ołtuszewskiego występuje niezgodność pomiędzy opisem roślinności poszczególnych okresów późnego glaciału, który autor rozpoczyna od starszego dryasu, a zaznaczeniem tych faz w diagramach pyłkowych, gdzie najstarsze piętro zostało określone jako Allerød. Przyczyną tego prawdopodobnie był fakt, iż praca ta została opublikowana już po śmierci autora.

Interesujący materiał faktyczny zawarty w pracy Ołtuszewskiego skłonił autorkę do przeliczenia spągowych części pięciu diagramów i przed-

stawienia ich w postaci diagramów totalnych (fig. 31—35)* Można w nich wyróżnić trzy okresy późnego glacialu: starszy dryas, Allerød i młodszy dryas. Granica pomiędzy starszym dryasem a Allerødem zaznacza się wznesieniem się krzywej brzozy rozpoczynającym brzożową fazę Allerødu

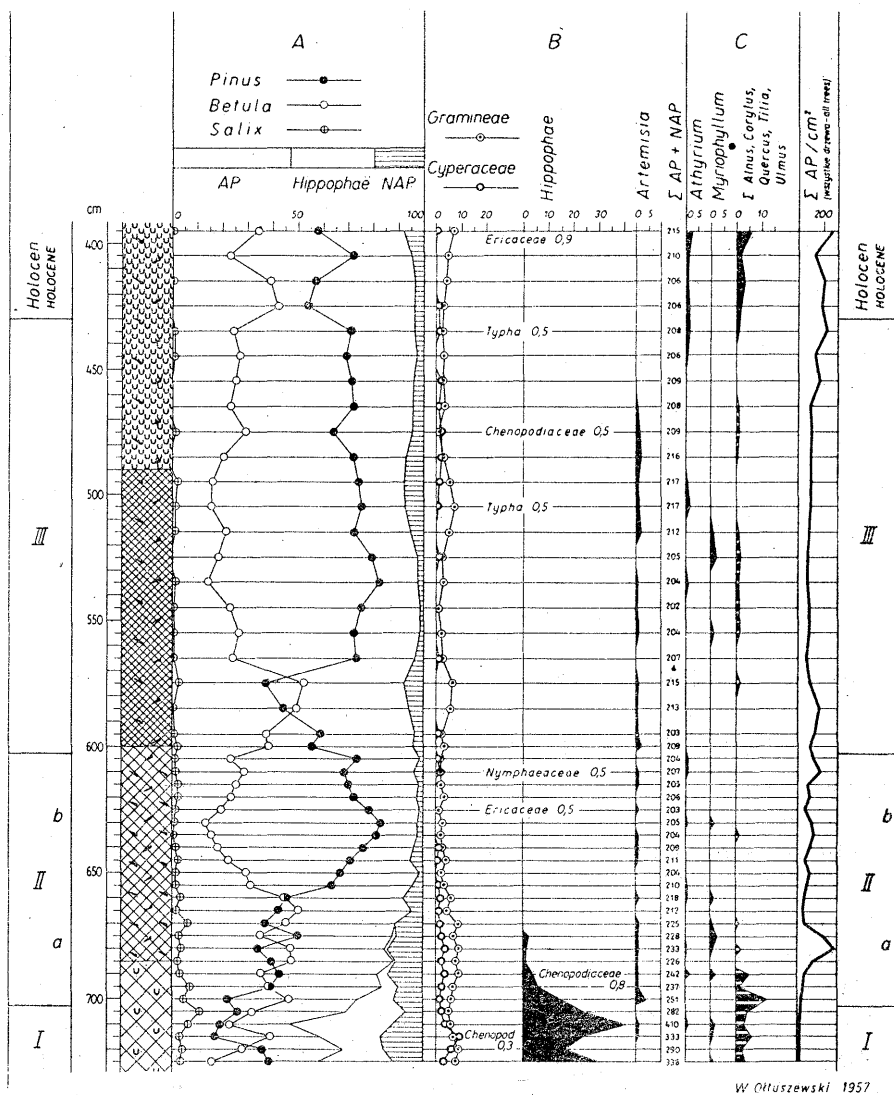


Fig. 31. Torfowisko nad jeziorem Budzyńskim w Osowej Górze koło Poznania. Późnoglacialna część diagramu pyłkowego (według W. Ołtuszewskiego 1957, zmienione)

Peat-bog on the lake Budzyńskie at Osowa Góra near Poznań. Late-glacial part of the pollen diagram (according to W. Ołtuszewski 1957, modified)

oraz wierzchołkiem *Hippophaë* (do 42%), który występuje albo u schyłku starszego dryasu albo na pograniczu tego okresu i Allerødu. W starszym dryasie najwyższe wartości osiąga wierzba. Przy przejściu do Allerødu następuje wzrost frekwencji pyłku i jednocześnie na ogół zmienia się osad: silnie piaszczysta gytia lub il piaszczysty zostaje zastąpiony przez gytie z małą domieszką piasku lub bez niej (jeziro Budzyńskie, Krosinko-Górka, Stęszew I i nieco później jezioro Dymaczewskie). W obrębie Allerødu można wyróżnić fazę brzożową i sosnową. Na granicy pomiędzy Allerødem i młodszym dryasem następuje wzniesienie się krzywej brzozy, czasem nieznaczny wzrost wierzby i spadek sosny. W diagramie z jeziora Budzyńskiego zwiększa się udział *Artemisia*. Rośliny zielne we wszystkich diagramach występują przez cały czas w niewielkich i mniej więcej jednakowych ilościach nie dostarczając przez to wskazówek stratygraficznych. Początek

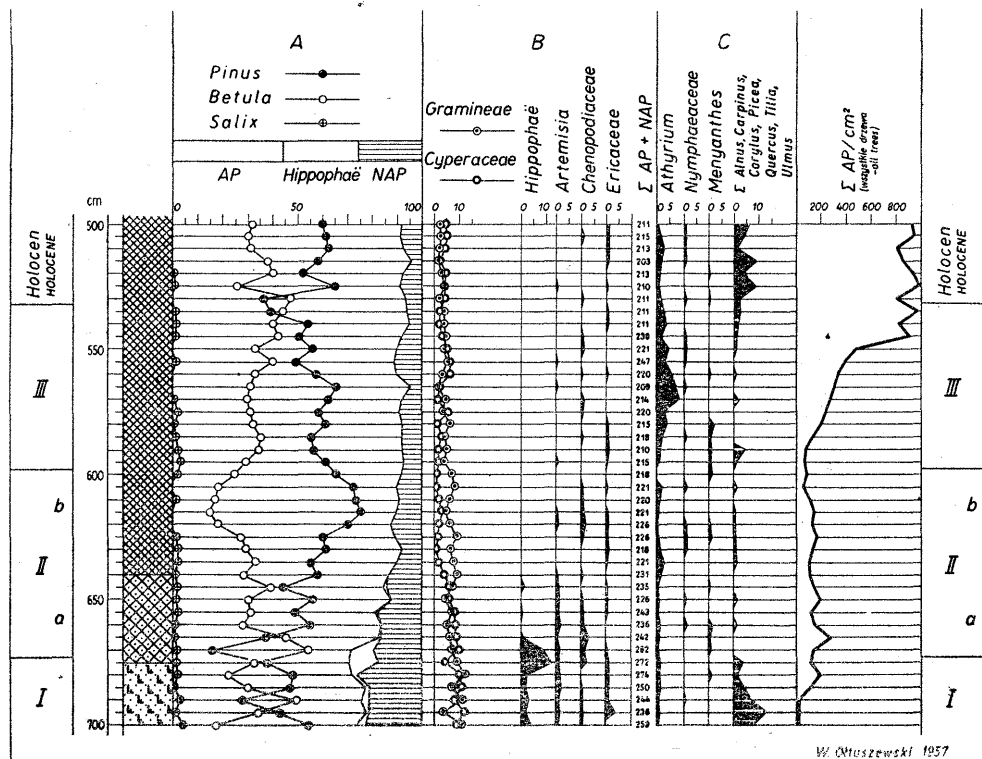


Fig. 32. Torfowisko Krosinko-Górka w Osowej Górze koło Poznania. Późnoglacialna część diagramu pyłkowego (według W. Ołtuszewskiego 1957, zmienione)

Peat-bog Krosinko-Górka at Osowa Góra near Poznań. Late-glacial part of the pollen diagram (according to W. Ołtuszewski 1957, modified)

holocenu przypada prawdopodobnie tam, gdzie u schyłku młodszego dryasu następuje wzniesienie się krzywej brzozy, a następnie sosny i jednocześnie rozpoczynają się ciągłe krzywe drzew ciepłolubnych.

We wszystkich diagramach z Osowej Góry w późnym glacieście występuje pyłek drzew ciepłolubnych: *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Picea*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*. Ołtuszewski wiązał ich obecność z dalekim transportem, bardziej prawdopodobne wydaje się, że znajdują się one tutaj na wtórnym złożu. Ciągła krzywa elementów ciepłolubnych przerywa się lub obniża wraz z przejściem od osadu mineralnego do organogenicznego.

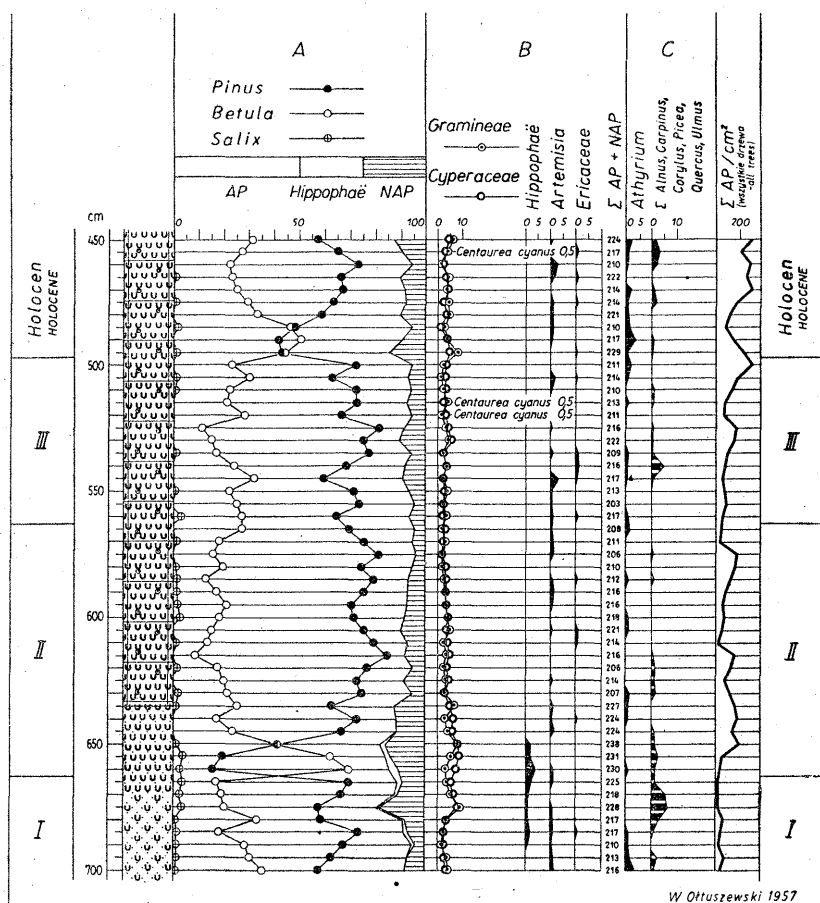
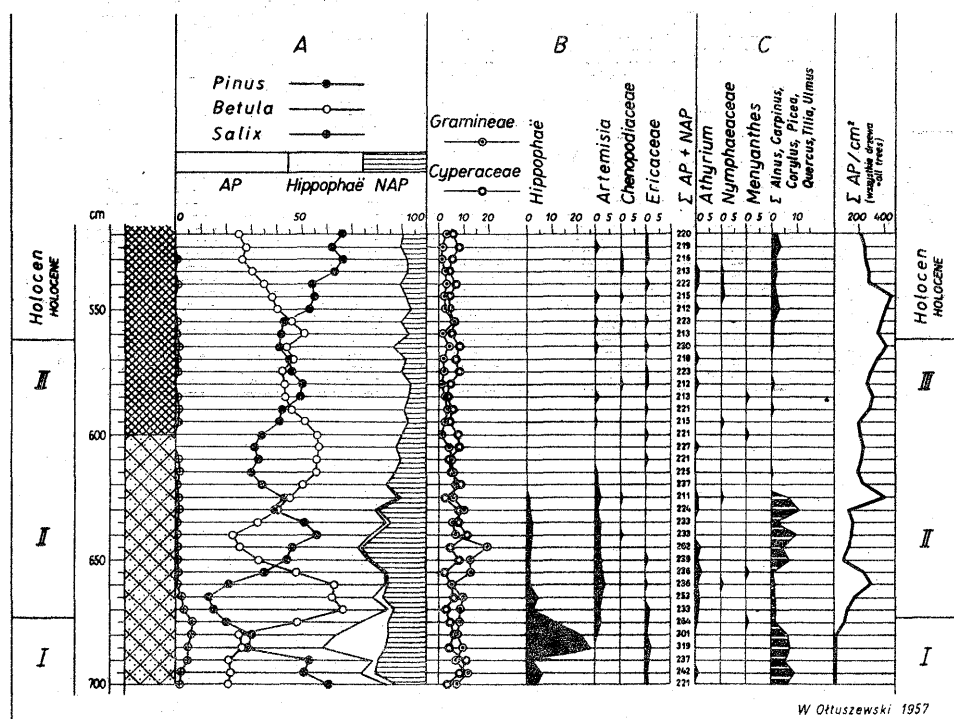


Fig. 33. Torfowisko nad jeziorem Dymaczewskim w Osowej Górze koło Poznania. Późnoglacialna część diagramu pyłkowego (według W. Ołtuszewskiego 1957, zmienione)

Peat-bog on the lake Dymaczewskie at Osowa Góra near Poznań. Late-glacial part of the pollen diagram (according to W. Ołtuszewski 1957, modified)

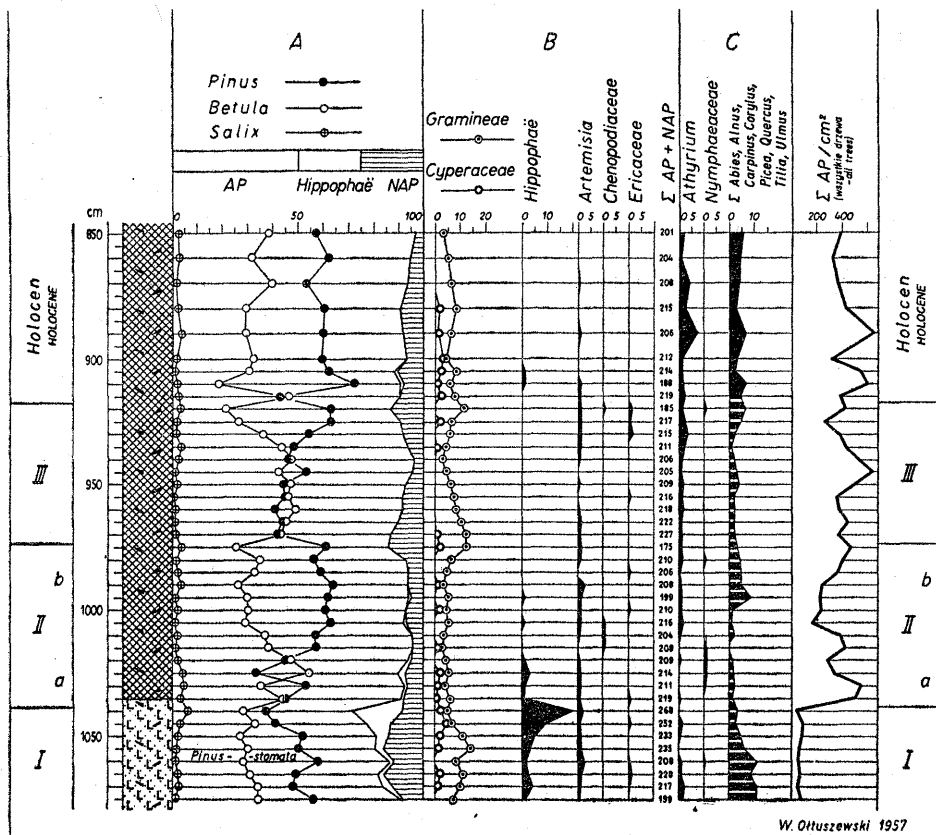
Ołtuszewski (1948) opracował także metodą analizy pyłkowej 14 torfowisk z południowo-zachodniej Wielkopolski. Stwierdził on, że sedymentacja gytii i ilów występujących w spągu torfowisk rozpoczęła się w okresie preborealnym. W diagramach tych Ołtuszewski nie uwzględniał roślin zielnych, pomimo to porównanie ich z diagramami jego z Osowej Góry i z innymi diagramami polskimi pozwala przypuszczać, że osady te są starsze. Diagram z Rudek sięga w spągu prawdopodobnie do starszego dryasu, diagramy z Wonieści, Osiecznej i Zborowca rozpoczynają się w Allerødzie, a diagram z Teodozewa od młodszego dryasu. Schyłku młodszego dryasu sięgają prawdopodobnie także torfowiska Smyczyna, Trzebania, Boszkowo i Lipówka.



W Ołtuszewski 1957

Fig. 34. Torfowisko nad jeziorem Skrzynka w Osowej Górze koło Poznania. Późno-glacialna część diagramu pyłkowego (według W. Ołtuszewskiego 1957, zmienione)

Peat-bog on the lake Skrzynka at Osowa Góra near Poznań. Late-glacial part of the pollen diagram (according to W. Ołtuszewski 1957, modified)



W. Ołtuszewski 1957

Fig. 35. Torfowisko w lasach Stęszewskich (Stęszew I) w Osowej Górze koło Poznania. Późnoglacialna część diagramu pyłkowego (według W. Ołtuszewskiego 1957, zmienione)

Peat-bog in the Stęszew forest (Stęszew I) at Osowa Góra near Poznań. Late-glacial part of the pollen diagram (according to W. Ołtuszewski 1957, modified)

Żuchowo w Ziemi Dobrzyńskiej

W diagramie pyłkowym z Żuchowa (fig. 36) Oszast (1957) wyróżniła w części późnoglacialnej piętro Allerødu i młodszego dryasu. W obrębie Allerødu autorka ta rozróżniła trzy fazy: dolną i górną fazę brzozy przedzielone fazą sosny. Środkowa faza sosny oznacza prawdopodobnie, jak pisze Oszast, zimniejsze wahnięcie klimatyczne w obrębie Allerødu. W fazie tej wznosi się krzywa NAP, pojawia się *Hippophaë*, *Helianthemum*, *Armeria* i *Selaginella*, spada frekwencja pyłku oraz zmienia się charakter osadu — pojawia się wkładka gruboziarnistego piasku i iłu. Przez cały okres uznany przez Oszast za Allerød występują w dość dużej ilości *Alnus*, *Tilia*, *Ulmus*

i *Quercus* oraz pojedynczo *Fagus*, *Picea* i *Corylus*. Osad z okresu Allerødu to w spągu piasek i il piaszczysty, a wyżej gytia ze zmienną domieszką piasku i z wkładką ilu w fazie sosnowej.

Młodszy dryas zaznacza się przede wszystkim wzrostem krzywej roślin zielnych, głównie *Gramineae*, *Artemisia* i *Chenopodiaceae*. Jednocześnie urywa się ciągła krzywa drzew ciepłolubnych, co Oszast uważa za wyraz nawrotu klimatu surowego, który spowodował cofnięcie się ciepłego lasu allerødziego. Z tego okresu pochodzi gytia okrzemkowo-wapienna z dość obfitym detrytusem roślinnym, bez domieszki piasku.

Okres preborealny rozpoczyna się wzniesieniem się krzywej brzozy i obniżeniem krzywej roślin zielnych. W jeziorze tworzy się gytia okrzemkowa.

Wyróżnienie młodszego dryasu w diagramie z Żuchowa, jego dolna i górna granica oraz interpretacja charakteru roślinności tego okresu podana przez Oszast nie budzą wątpliwości. Pewne zastrzeżenia nasuwają się natomiast gdy chodzi o Allerød. Analogicznych wahań w obrębie tego okresu nie obserwuje się w diagramach polskich położonych na południe od Żuchowa (Witów, Nart, Grel), na zachód (Osowa Góra) i na północny wschód (Mikołajki). Wydaje się prawdopodobne, że piętro XI wyróżnione przez Oszast odpowiada okresowi od schyłku najstarszego dryasu do końca Allerødu. Pierwsze maksimum brzozy na głębokości 530 do 580 cm, połączone z obniżeniem się krzywej roślin zielnych, słabym wzrostem frekwencji i pojawieniem się osadu organogenicznego, można zaliczyć do Bollingu. Okres od 525 do 470 cm należy prawdopodobnie do starszego dryasu. Wskazuje na to nieco większy udział roślin zielnych, malejący udział brzozy i zmienny udział sosny, wyższe procenty wierzby oraz zwiększenie domieszki piasku i ilu w środku okresu. Próbkę z głębokości 465 do 425 cm włącznie należą do Allerødu, który rozpoczyna się fazą brzozową, poczem przechodzi w fazę brzozowo-sosnową, w której najniższe wartości wykazuje krzywa roślin zielnych. Pylek drzew ciepłolubnych związany w późnym glacialu z osadem ilasto piaszczystym występuje tu na wtórnym złożu. Ilość materiału wtórnego w diagramie z Żuchowa jest tak duża, że interpretacja odcinka starszego od młodszego dryasu jest bardzo trudna i w szczegółach może okazać się błędną.

Nart w Puszczy Kampinoskiej

Diagram pyłkowy z torfowiska koło Nartu w Puszczy Kampinoskiej opracowany został przez Borówko-Dłużakową (1961 a), której zdaniem sedymentacja zbadanych osadów rozpoczęła się w Allerødzie. Dokładne

przestudiowanie tego profilu wykazało jednak, że obejmuje on w spągu cały późny glacjał, od schyłku najstarszego dryasu poczynawszy (fig. 37). Sukcesja roślinności w diagramie z Nartu jest tak typowa dla późnego glacjału, że zbędnym wydaje się powtarzanie tutaj argumentów, które zostały szerzej omówione w osobnym artykule (Wasylukowa 1962).

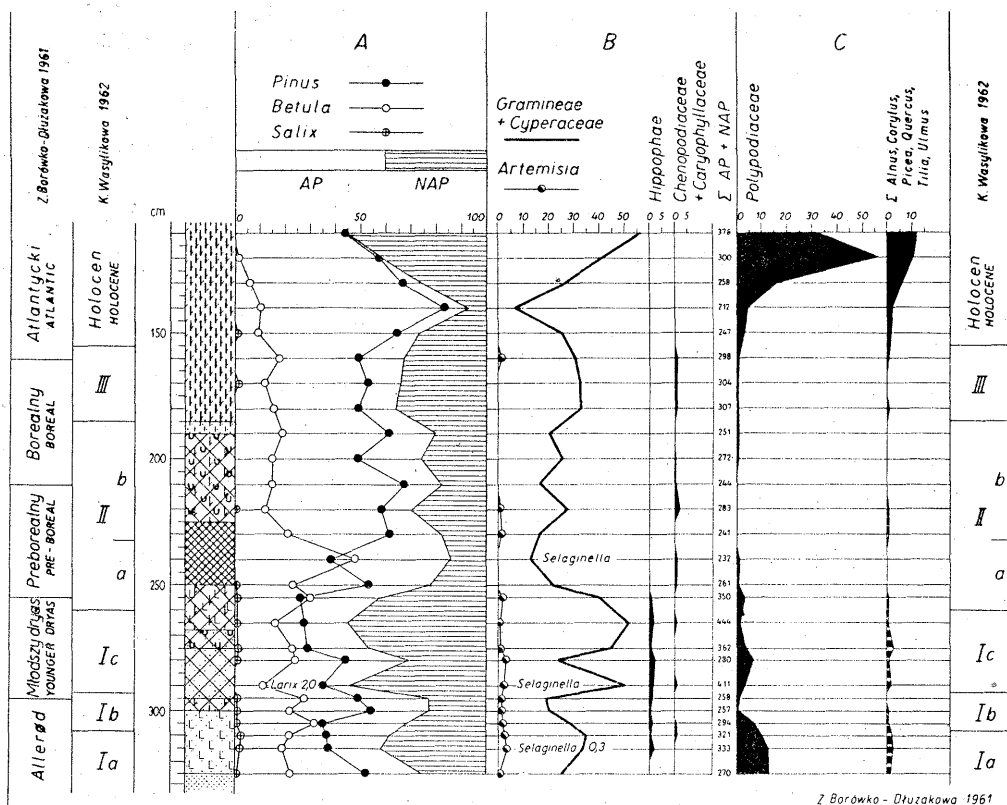


Fig. 37. Torfowisko koło Nartu w Puszczy Kampinoskiej. Późnoglacialna część diagramu pyłkowego (według Z. Borówko-Dłużakowej 1961, zmienione)

Peat-bog near Nart in the Primeval Forest of Kampinos. Late-glacial part of the pollen diagram (according to Z. Borówko-Dłużakowa 1961, modified)

Łąck koło Gostynina

Torfowisko Łąck opracowane palynologicznie przez Borówko-Dłużakową (1961b) położone jest na plejstocénskim tarasie Wisły w okolicy Płocka. W spągu diagramu pyłkowego Borówko-Dłużakowa wyróżniła młodszy dryas i okres preborealny oraz wyraziła przypuszczenie, że naj-

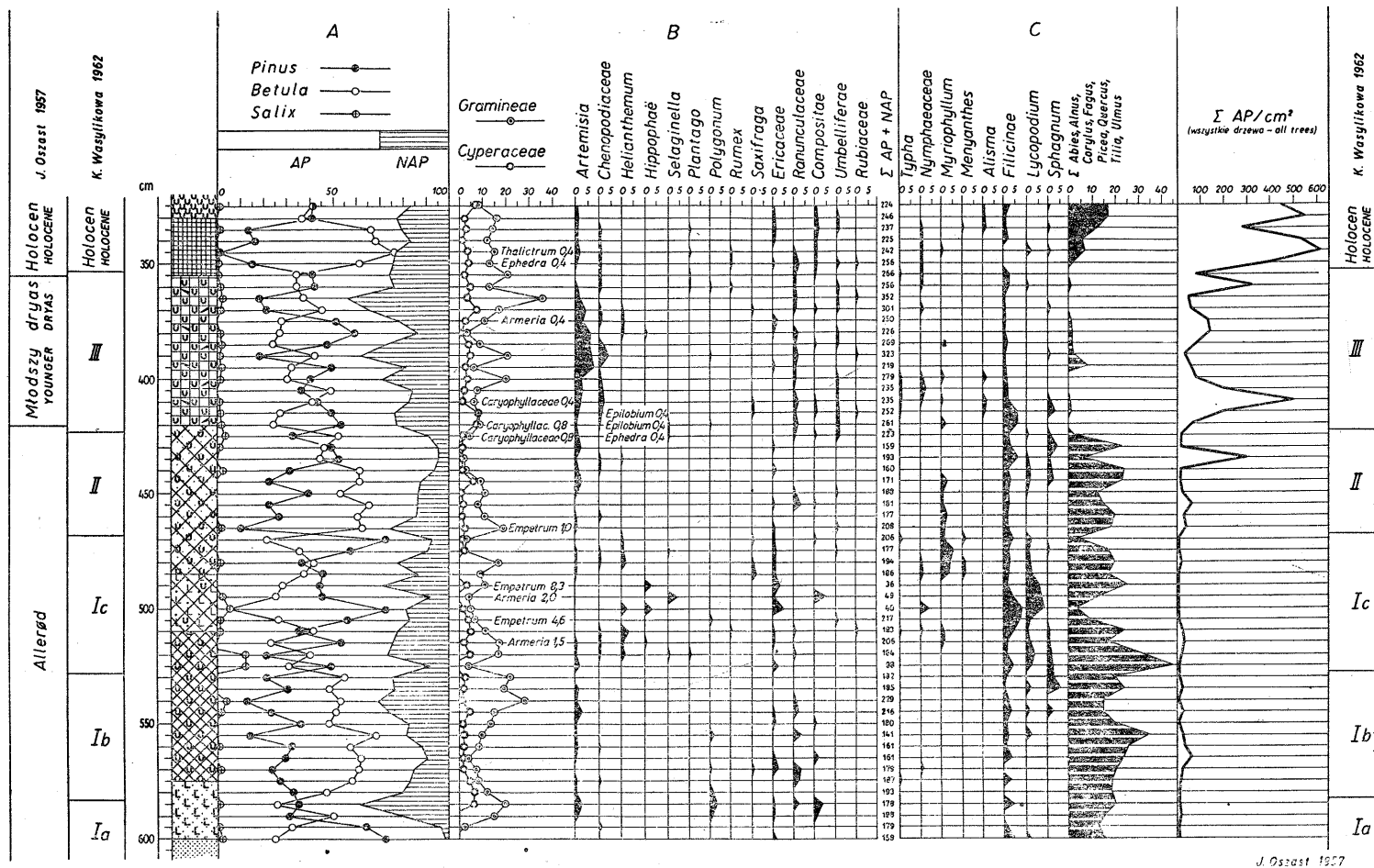


Fig. 36. Żuchowo w Ziemi Dobrzyńskiej. Późnoglacialny diagram pyłkowy (według Oszast 1957, zmienione)
 Żuchowo in the Ziemia Dobrzyńska area. Late-glacial pollen diagram (according to Oszast 1957, modified)

głębszy odcinek diagramu, z dużą ilością drzew ciepłolubnych należy do Allerødu. Pogląd taki nie wydaje się słuszny.

W diagramie z Łącka (fig. 38) dwa piętra rysują się dość wyraźnie: są to starszy i młodszy dryas. Spąg (głębokość 800 do 775 cm) można zaliczyć do starszego dryasu. Wskazuje na to dość duża ilość roślin zielnych, *Hippophaë*, *Artemisia* i ciągła krzywa *Salix*. Drzewa ciepłolubne występują na wtórnym złożu, podobnie jak i obecne w tych spektrach sporomorfy trzeciorzędowe. Osad z tego okresu to piasek i mułek. W Allerødzie zmniejsza się udział roślin zielnych, przerywają się krzywe *Artemisia*, *Salix* i elementów występujących na wtórnym złożu. Następuje zmiana osadu, tworzy się gytia piaszczysta. Obraz roślinności tego piętra w diagramie z Łącka nie jest w pełni przekonujący, trudno byłoby jednakże interpretować ten odcinek inaczej. W młodszym dryasie (głębokość 710 do 685 cm) wzrasta ilość roślin zielnych, między innymi *Artemisia*, i pojawia się wierzba.

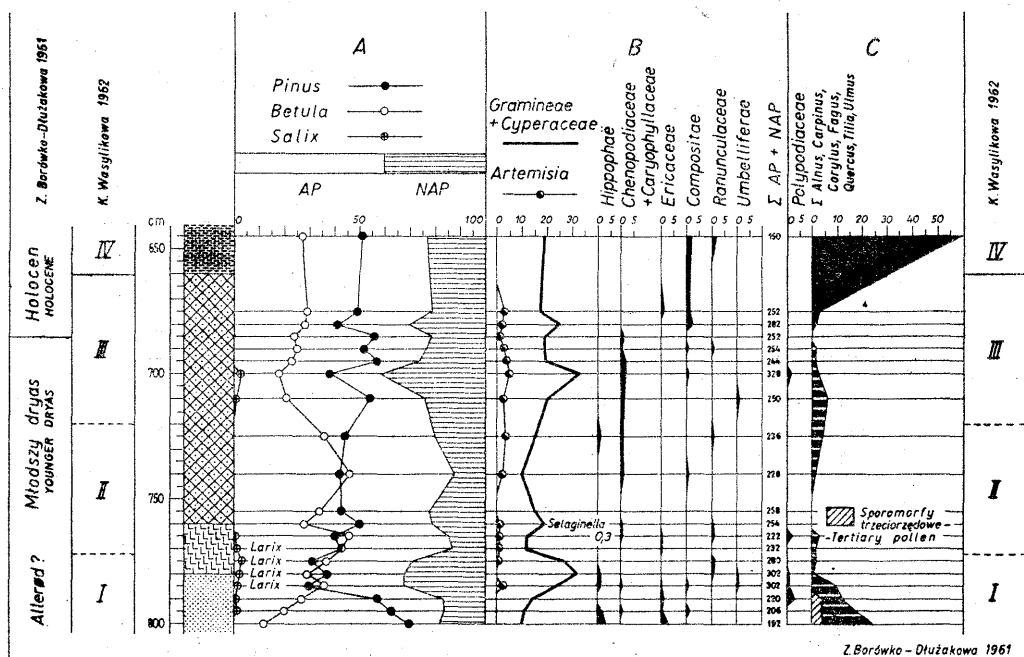
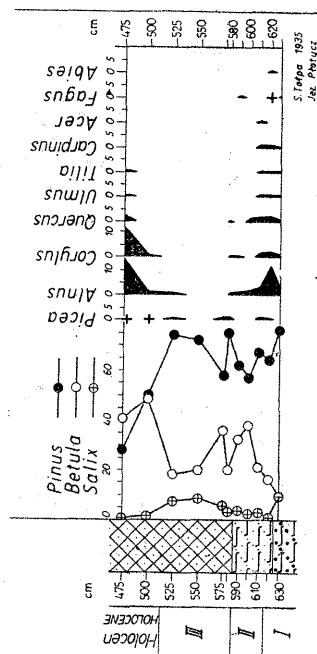
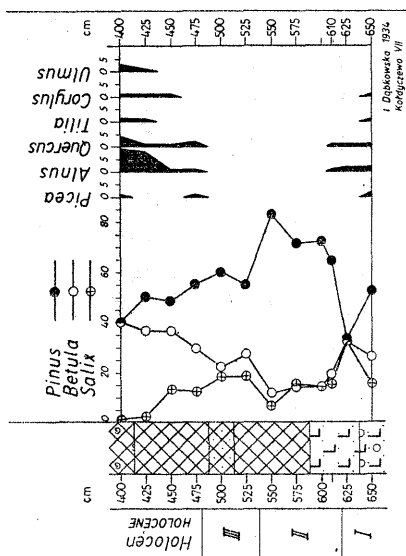
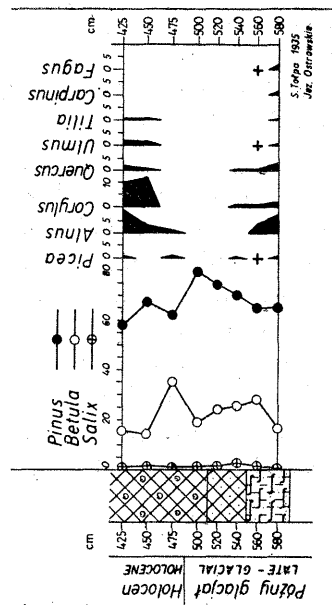
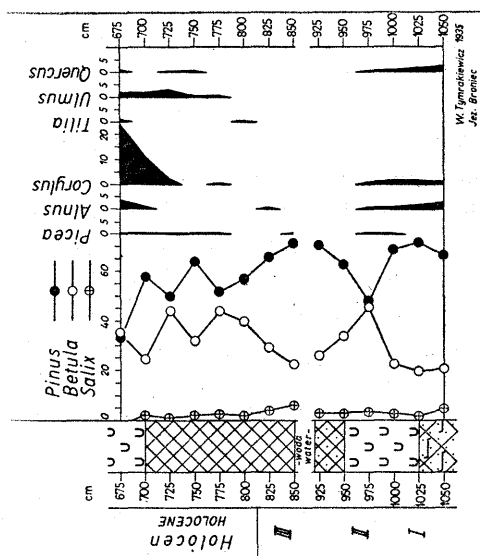


Fig. 38. Torfowisko Łącka koło Gostynina. Późnoglacialna część diagramu pyłkowego (według Z. Borówko-Dłużakowej 1961, zmienione)

Peat-bog Łącka near Gostynin. Late-glacial part of the pollen diagram (according to Z. Borówko-Dłużakowa 1961, modified)



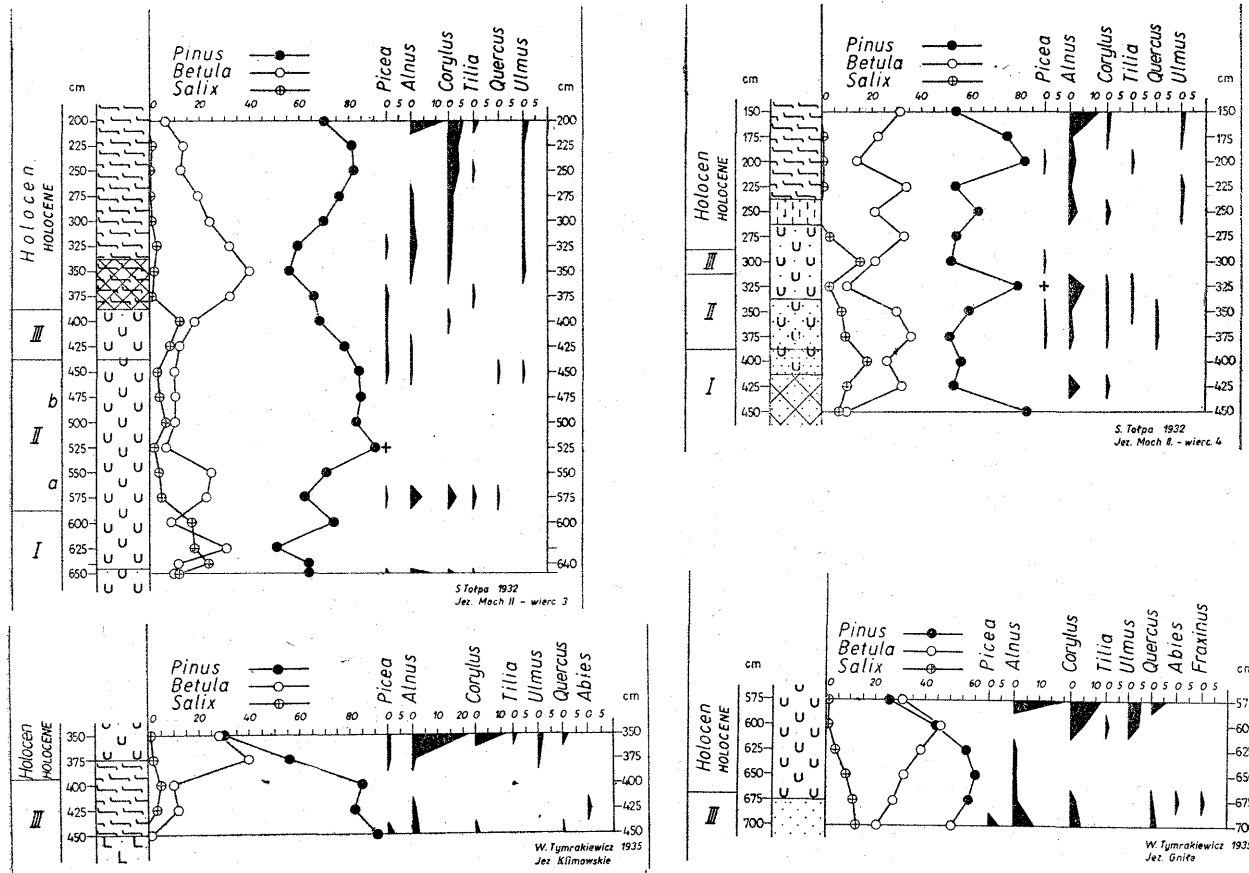


Fig. 39. Diagramy pyłkowe z obszaru Polesia, w których występuje poziom drzew ciepłolubnych w późnym glacieale
Pollen diagrams from the Polesie area showing the horizon of thermophilous trees in Lateglacial period

ZAGADNIENIE WYSTĘPOWANIA PYŁKU DRZEW CIEPŁOLUBNYCH
W POLSKIM ALLERODZIE

Pylek drzew ciepłolubnych tzn. *Abies*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Picea*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* i *Fagus* występuje często w spektrach pyłkowych z późnego glacjału. Opinia różnych autorów polskich co do roli jaką te elementy mogły odgrywać w okresie Allerødu nie jest zgodna. Jedni wiążą obecność pyłku tych drzew z redepozycją z osadów starszych, z dalekim transportem lub z zanieczyszczeniem przy pobieraniu materiału (Szafer 1948, Oltuszewski 1957, Kępczyński 1958), inni zaś przyjmują obecność w omawianym okresie wszystkich lub niektórych z wymienionych rodzajów *in situ* albo też w bezpośrednim sąsiedztwie zbadanych przez siebie terenów (Oszast 1957, Koperowa 1958, 1962, Dąbrowski 1959, Borówko-Dłużakowa 1961). Znane dotychczas opracowania Allerødu z ziem Polski, przemawiają jednak — zdaniem autorki — za tym, że i u nas, podobnie jak w wielu diagramach z Europy środkowej i północnej, pyłek drzew ciepłolubnych w spektrach z tego okresu występuje na wtórnym złożu².

Prawie we wszystkich diagramach pyłkowych z obszaru Polski ilość drzew ciepłolubnych w późnym glacialu zmniejsza się przy przejściu od osadu mineralnego do organogenicznego. Zmiana ta dokonuje się albo na początku Bøllingu (Nart, Witów) albo przy przejściu do Allerødu (Stęszew I, Krosinko-Górka, jezioro Dymaczewskie, jezioro Budzyńskie, Nart, Łąck) albo nawet dopiero na początku młodszego dryasu, o ile jeszcze w Allerødzie istniały warunki do odkładania się osadu mineralnego (Żuchowo, jezioro Skrzynka, Podbukowina, Obary, Świlcza). Powiązanie pomiędzy pojawieniem się drzew ciepłolubnych w późnym glacialu, a występowaniem w profilach osadów mineralnych lub zawierających znaczną domieszkę części mineralnych jest w większości diagramów polskich bardzo wyraźne. Nigdzie dotąd (z wyjątkiem torfowiska na Grelu, por. str. 374) nie stwierdzono większej ilości tych elementów w Allerødzie w czystym osadzie pochodzenia organogenicznego. Drzewa ciepłolubne występują zawsze w warunkach, w których należy się liczyć z dużym prawdopodobieństwem zanieczyszczenia materiałem wtórnym.

Najmocniej została postawiona sprawa udziału drzew ciepłolubnych w roślinności Allerødu na dwu obszarach Polski: we wschodniej części Polski Środkowej (Szafer 1952) i w Kotlinie Nowotarskiej (Koperowa 1958, 1962).

Szafer (1952) w swej propozycji podziału Polski na strefy roślinne

² Zagadnienie występowania pyłku na wtórnym złożu w osadach plejstocenijskich omówił szerzej Środoń (1962).

Zestawienie stanowisk z terenu Polesia, w których występuje „poziom drzew ciepłolubnych” w późnym glacialu

List of sites from the Polesie area in which a "horizon of the thermophilus trees" in the Late-glacial appears

Tablica XXIV

Nr	Stanowisko i autor Site and author	Osad Sediment
1	Jezioro Moch II, wiercenie 4 Lake Moch II, boring 4 (Tołpa 1932)	Gytia piaszczysta Sandy gyttja
2	Jezioro Plotycz Lake Plotycz (Tołpa 1935)	Torf mszysty z piaskiem grubo- i drobnoziarnistym Moss peat with coarse-and fine-grained sand
3	Jezioro Ostrowskie Lake Ostrowskie (Tołpa 1935)	Torf turzycowo mszysty z piaskiem Sedge-moss peat with sand
4	Jezioro Staw Lake Staw (Tołpa 1935)	Piaszczysty torf mszysty Sandy moss peat
5	Jezioro Orzechowskie Lake Orzechowskie Tymrakiewicz 1935	Torf z dużą domieszką piasku i piasek torfiasty Peat with great admixture of sand and peaty sand
6	Jezioro Dimeno Lake Dimeno (Tymrakiewicz 1935)	Gytia z dużą ilością piasku gruboziarnistego i piasek gruboziarnisty Gyttja with great admixture of coarse-grained sand and coarse-grained sand
7	Jezioro Mszano Lake Mszano (Tymrakiewicz 1935)	Torf mszysty, piasek przesycony gytją i gruboziarnisty piasek ilasty Moss-peat, sand with gyttja and coarse-grained clayey sand
8	Jezioro Gnile Lake Gnile (Tymrakiewicz 1935)	Piasek Sand
9	Jezioro Słucz Lake Słucz (Tymrakiewicz 1935)	Gytia z piaskiem gruboziarnistym Gyttja with coarse-grained sand

cd. Tabl. XXIV

Nr	Stanowisko i autor Site and author	Osad Sediment
10	Koldyczewo I (Dąbkowska 1934)	Gytia piaszczysta i ił piaszczysty Sandy gyttja and sandy clay
11	Koldyczewo III (Dąbkowska 1934)	Gytia piaszczysta i piasek gruboziarnisty Sandy gyttja and coarse-grained sand
12	Koldyczewo IV (Dąbkowska 1934)	Gytia ilasta Clayey gyttja
13	Koldyczewo VII (Dąbkowska 1934)	Ił piaszczysty Sandy clay
14	Jezioro Moch II, wiercenie 3 Lake Moch II, boring 3 (Tołpa 1932)	Gytia wapienna i gyttja ze śladami piasku Calcareous gyttja and gyttja with traces of sand
15	Jezioro Broniec Lake Broniec (Tymrakiewicz 1935)	Gytia i piasek gytiowaty w spągu Gyttja and sand with gyttja
16	Jezioro Moch I, wiercenie 1 Lake Moch I, boring 1 (Tołpa 1932)	Gytia wapienna i torf leśny — Calcareous gyttja and forest peat
17	Jezioro Klimowskie Lake Klimowskie (Tymrakiewicz 1935)	Torf mszysty z drewnem, w podłożu piaszczysty ił wapienny — Moss peat with wood pieces, below calcareous clay with sand

w okresie Allerødu, wyróżnił prowincję północno-wschodnią na podstawie występowania drzew ciepłolubnych w spągu wielu diagramów z terenu Polesia. Prowincja ta, tylko częściowo położona w granicach Polski, miałaby obejmować w Związku Radzieckim tereny, na których stwierdzono występowanie poziomu „dolnego świerka”. Zdaniem autorki, uważane za Allerød spągowe odcinki diagramów pyłkowych z Polesia, są różnego wieku, niektóre z nich należą prawdopodobnie do starszego dryasu, na co zwracał już uwagę Gross (1937). W większości tych diagramów elementy ciepłolubne związane są wyłącznie lub prawie wyłącznie z osadem mineralnym. Na 17 diagramów pyłkowych z Polesia, w których można mówić o poziomie drzew ciepłolubnych w spągu, w 15 występuje on w osadzie mineralnym lub zawierającym domieszkę piasku czy iłu (tabl. XXIV). Kilka przykładowych

diagramów przedstawia figura 39 (por. także Tołpa 1935: jezioro Ostrowskie, jezioro Płotycz, jezioro Staw; Kulczyński 1930 i Tołpa 1935: torfowisko pod Iwanisówką; Tymrakiewicz 1935: Broniec, Dimeno, Mszano, Gniłe, Słucz; Dąbkowska 1933: Kołdyczewo).

Problem tzw. „dolnego poziomu świerka” omówił ostatnio dokładniej Frenzel (1960). Jego zdaniem przyjmowanie wieku Allerødu dla tego poziomu, jak to czynią niektórzy badacze radzieccy, budzi szereg zastrzeżeń. Dolny poziom świerka, wykryty w wielu miejscowościach na północno-zachodnich terenach Związku Radzieckiego, charakteryzuje się występowaniem w dużej ilości pyłku świerka (do 40% w stosunku do sumy AP) i mniej obficie pyłku ciepłolubnych drzew liściastych. Według Frenzla elementy ciepłolubne występują w tym poziomie na wtórnym złożu. Na poparcie swej tezy autor ten przytacza szereg argumentów, z których jeden

Lista roślin z późnego glacjału w Witowie

List of plants from the Late-glacial at Witów

Tablica XXV

	Rodzaj szczątki Remains	Ia	Ib	Ic	IIa	IIb	III	IV	I s.l.
<i>Algae</i>									
<i>Botryococcus</i> sp.	kol	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Chara</i> sp.	oos	++	+						
<i>Nitella</i> sp.	oos	+							
<i>Pediastrum</i> sp.	kol	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Scenedesmus</i> sp.	kol	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Musci</i>									
<i>Bryum</i> sp.	li	+							
<i>Caliergon stramineum</i>	li	+							
<i>Campylium polygamum</i>									
<i>v. stagnatum</i>	li	+							
<i>Cratoneurum commutatum</i>	li	+							
<i>Drepanocladus</i> sp.	li	+							
<i>Meesea longiseta</i>	li	+							
<i>Scorpidium scorpioides</i>	li	+							
<i>Sphagnum</i> sp.		+		+	+	+	+	+	
<i>Pteridophyta</i>									
<i>Lycopodiaceae</i>									
<i>Lycopodium</i> sp.	s	+							
<i>Equisetaceae</i>									
<i>Equisetum</i> sp.	s	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ophioglossaceae</i>									
<i>Botrychium</i> sp.	s	1	+				+		
<i>Polypodiaceae</i>	s	+	+	+	+	+	+	++	
<i>Pteridium aquilinum</i>	s							1	

	Rodzaj szczątki Remains	Ia	Ib	Ic	IIa	IIb	III	IV	I s.l.
<i>Selaginellaceae</i>									
<i>Selaginella selaginoides</i>	s, m	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gymnospermae</i>									
<i>Cupressaceae</i>									
<i>Juniperus</i> sp.	s	+	+	+	+	+	++		
(<i>Tsuga</i> sp. ?)	s	1	1		1				
<i>Ephedraceae</i>									
<i>Ephedra</i> t. <i>distachya</i>	s				1		+		
— t. <i>fragilis</i>	s	+	+	1			+		
— sp.	s				1		+		
<i>Pinaceae</i>									
(<i>Abies</i> sp.)	s	+		+	1		1		
(<i>Picea</i> sp.)	s	+	+	+	+	1 →	+	+	
(<i>Pinus</i> t. <i>haploxylon</i>)	s	+	+			+	+		
— <i>silvestris</i>	s, n, sz, so, li, kr,	(+)	(+)	(+)	+	++	+	+	
<i>Angiospermae</i>									
<i>Aceraceae</i>									
(<i>Acer</i> sp.)	s			1			1		
<i>Alismataceae</i>									
<i>Sagittaria</i> cf. <i>sagittifolia</i>	n, s		1				1	1	
<i>Betulaceae</i>									
(<i>Alnus</i> sp.)	s, d	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Betula humilis</i>	o, lo?	++	+	+	+	+	+		
— <i>nana</i>	o, lo, li	++	+			1	+		
— s. <i>nanae</i>	o	++			+	1	+		
— <i>pubescens</i>	o, lo		+	+	++	+	++		
— gr. <i>pubescentes</i>	o, lo					1	+		
— <i>tortuosa</i> vel <i>carpa-</i> <i>tica</i>	o, lo			+	+	+	++		
— <i>verrucosa</i>	o, lo		1?	1?	+	+	+	+	
— sp.	o, s, lo	+	+	+	++	+	+	+	
(<i>Carpinus</i> sp.)	s		1	1			1		
(<i>Corylus</i> sp.)	s	+	+	+			+	+	
<i>Boraginaceae</i>									
<i>Symphytum</i> t.	s						1		
<i>Campanulaceae</i>	s	+					+		
<i>Caprifoliaceae</i>									
(<i>Ilex</i> sp.)	s		1						
<i>Caryophyllaceae</i>									
<i>Gypsophila</i> cf. <i>acutifolia</i>	s, n	+	+	+	+	1	+	1	
— cf. <i>fastigiata</i>	n						1		
	s, n	+	+	+		+	+		

cd. Tabl. XXV

	Rodzaj szczątki Remains	Ia	Ib	Ic	IIa	IIb	III	IV	I s.l.
<i>Melandrium</i> t.	s	1							
<i>Scleranthus</i> sp.	o	+					1		
<i>Stellaria palustris</i>	n	1							
— sp.	n				1		1		
<i>Ceratophyllaceae</i>		→		←					
<i>Ceratophyllum demersum</i>	o, w, li	+	+	+					
<i>Chenopodiaceae</i>	s	+	+	+	+	+	++	+	
<i>Polycnemum arvense</i>	n			1					
<i>Cistaceae</i>									
<i>Helianthemum</i> t. <i>alpestre</i>	s						1		
— t. <i>canum</i>	s						1		
— t. <i>nummularium</i>	s	+	+	+			1		
— sp.	s	+		+	+		+		
<i>Compositae</i>									
<i>Artemisia</i> sp.	s	+	+	+	+	+	++	+	
<i>Compositae Liguliflorae</i>	s	+	+	+	+	+	++	+	
— <i>Tubiflorae</i>	s	+	+	+	+	+	++	+	
<i>Cruciferae</i>	s, n	+	++	+	+		+		
<i>Cyperaceae</i>	s, li	++	+	+	+	+	+	+	
<i>Carex aquatilis</i>	o	+							
— sp.	o, li	++	+	+	+	+	++	+	
<i>Cladium mariscus</i>	s				+				
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	o					+	+		
<i>Eleagnaceae</i>									
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	s, w	++	++	+	+	+	+		
<i>Empetraceae</i>									
<i>Empetrum</i> cf. <i>nigrum</i>	o	1							
<i>Ericaceae</i>	s	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Arctostaphylos uva ursi</i>	o		1			+	+		
<i>Calluna</i> t. ?	s	1			1	1	+		
<i>Vaccinium</i> t. ?	s						+		
<i>Fagaceae</i>									
(<i>Fagus</i> sp.)	s						1		
(<i>Quercus</i> sp.)	s	+	+	+	+	+	+		
<i>Gentianaceae</i>									
<i>Gentiana</i> sp.	s			1					
<i>Gramineae</i>	s, o, li	+	+	+	+	+	++	+	
<i>Halorrhagidaceae</i>									
<i>Myriophyllum spicatum</i>	s	+				1	+	1	
— <i>spicatum</i> f. <i>squamosum</i>	li	+							
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	s	++	+				+		

	Rodzaj szczątki Remains	Ia	Ib	Ic	IIa	IIb	III	IV	I s.l.
— <i>spicatum</i> vel <i>verticillatum</i>	s, o	++	← +	1		1	+		
<i>Hippuridaceae</i>									
<i>Hippuris vulgaris</i>	s, o		1	+	+	1			
<i>Juncaceae</i>									
<i>Juncus</i> sp.	n	++	+						
<i>Labiatae</i>	s	+	+	+	+		+		
<i>Lentibulariaceae</i>									
<i>Utricularia</i> sp.	s	+		1					
<i>Liliaceae</i>	s						+		
(<i>Loranthaceae</i>)	s				1				
<i>Menyanthaceae</i>									
<i>Menyanthes trifoliata</i>	s, n	1	+	+	+	+	+	+	
<i>Nymphaeaceae</i>									
<i>Nuphar</i> cf. <i>pumilum</i>	o					1			
<i>Nymphaea</i> sp.	s	1		1			1	1	
<i>Oenotheraceae</i>									
<i>Epilobium</i> sp.	s	1		1	1	1	+		
<i>Papaveraceae</i>									
<i>Papaver</i> sp.	s	+	+	+	+		+		
<i>Papilionaceae</i>	s	+	+	1					
<i>Lotus</i> t.	s	1							
<i>Trifolium</i> t.	s						1		
<i>Plantaginaceae</i>									
<i>Plantago</i> t. <i>alpina</i>	s	+	1				+		
— <i>maior</i> ?	s	1				1			
— <i>maritima</i>	s	+	+		+		+		
— <i>media</i>	s	+	+	+	+	+	+		
<i>Plumbaginaceae</i>									
<i>Armeria</i> sp.	s	+							
<i>Polygonaceae</i>									
<i>Polygonum aviculare</i>	s, o			1					+
<i>Rumex acetosella</i>	s, o	+	+	+	+	+	+		1
— t. <i>hydrolapathum</i>	s	+					+		
<i>Rumex</i> sp.	s			1	1				
<i>Potamogetonaceae</i>									
<i>Potamogeton alpinus</i>	o	++	← +				+		
— <i>filiformis</i>	o	+	← +		1	1	+		
— <i>gramineus</i> ?	o						1		
— <i>obtusifolius</i>	o	→ 1	+			+	++		

cd. Tabl. XXV

	Rodzaj szczątka Remains	Ia	Ib	Ic	IIa	IIb	III	IV	I s.l.
— <i>perfoliatus</i> ?	o	+							
		→							
— <i>praelongus</i>	o	+	+			+	+		
— <i>pusillus</i>	o	1					+		
— sp.	s, o	++	+	+	+	+	+		
<i>Primulaceae</i>									
<i>Hottonia palustris</i> ?	s	+		+			+		
<i>Lysimachia</i> sp.	s						1		
<i>Ranunculaceae</i>	s	+					+		
<i>Batrachium</i> sp.	s, o	1		1	1	1	+		
<i>Caltha palustris</i> t.	s	1	1			1			
<i>Ranunculus flammula</i>	o	+					1		
— sp.	s	+	+	+			+	+	
<i>Thalictrum</i> sp.	s	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Rosaceae</i>	s	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Comarum palustre</i>	s, o	+	+	+	1	+	+	+	
<i>Filipendula</i> sp.	s	+	+	+	+	+	+	++	
<i>Geum</i> t. ?	s	1							
<i>Potentilla</i> sp.	s, o	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Rubus</i> sp.	s	+							
<i>Sanguisorba minor</i> ?	s						1		
— <i>officinalis</i>	s	+					+		
<i>Rubiaceae</i>	s	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Salicaceae</i>									
<i>Populus</i> sp.	s	(+)	+	+	+	+	+	++	
<i>Salix</i> cf. <i>arenaria</i>	li	1							
sp.	s, lp, t, li, d	++	+	+	+	+	+	+	
<i>Saxifragaceae</i>									
<i>Parnassia palustris</i>	s	+	+	+	1	1	+		
<i>Ribes</i> t. <i>alpinum</i>	s		1				1		
— t. <i>grossularia</i>	s						1		
<i>Saxifraga</i> sp.	s	+	+	+		1	+		
<i>Scrophulariaceae</i>	s	1			+		+		
<i>Linaria vulgaris</i>	s, o	1?					1		
<i>Pedicularis</i> cf. <i>palustris</i>	o	+							
— sp.	s	+							
<i>Tiliaceae</i>									
(<i>Tilia</i> sp.)	s	+					1		
<i>Typhaceae</i>									
<i>Typha latifolia</i>	s, n		1					+	
— <i>Sparganium</i>	s	+	+	+	+	1	+	+	

cd. Tabl. XXV

	Rodzaj szczątka Remains	Ia	Ib	Ic	IIa	IIb	III	IV	I s.l.
<i>Ulmaceae</i>									
(<i>Ulmus</i> sp.)	s	+	1	+	1	+	+	+	
<i>Umbelliferae</i>	s	+	++	++	+	+	+	+	
<i>Urticaceae</i>									
<i>Urtica</i> sp.	s	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Valerianaceae</i>									
<i>Valeriana</i> sp.	s						+		

Objaśnienia: 1 — jeden okaz; + — więcej niż jeden okaz; ++ — wyraźne maksimum; ? — oznaczenie niepewne; () — z dalekiego transportu lub na wtórnym złożu; $\longleftrightarrow$ — przejście do sąsiedniego okresu; d — drewno, gałązki, węgle; e — ehippia; g — gemmulae; k — kokony; kol — kolonie; kr — krótkopędy; li — liście, niezdrewniałe pędy; lo — łuski owocowe; lp — łuski pączków; m — makrospory; n — nasiona; o — owoce; oos — oospory; s — sporomorfy; so — skrzydełka; st — statoblasty; sz — szyszki; t — torebki owocowe; w — włoski

Explanations: 1 — one specimen; + — more than one specimen; ++ — distinct maximum; ? — identification uncertain; () — from long-distance transport or rebounded; $\longleftrightarrow$ — transition to the neighbouring period; d — wood, twigs, charcoals; e — ehippia; g — gemmulae; k — cocoons; kol — colonies; kr — dwarf shoots; li — leaves, herb sprouts; lo — fruit scales; lp — bud scales; m — megaspores; n — seeds; o — fruits; oos — oospores; s — pollen or spores; so — wings; st — statoblasts; sz — cones; t — capsules; w — hairs

wydaje się szczególnie godny powtórzenia: niezgodność jaka występuje pomiędzy florą makroskopową tego poziomu a jego florą mikroskopową. Szczątki makroskopowe należą do roślin północnej strefy lasów szpilkowych, lasotundry i tundry krzewinkowej (między innymi *Dryas octopetala*, *Salix polaris*, *Betula nana*, *Juniperus nana*). Wskazują one na panowanie w okresie tworzenia się osadów zbiorowisk tundrowych; nie można przypuścić aby drzewa ciepłolubne, które stwierdzone zostały tylko na podstawie pyłku, mogły wchodzić w skład tych zbiorowisk. Jedyne znane dotychczas szczątki makroskopowe drzew o wyższych wymaganiach termicznych to jeden fragment drewna świerka (o wymiarach $3 \times 1 \times 0,3$ cm) i 1 szpilka znalezione w okolicy Leningradu. W poziomach dolnego świerka występuje w dużej ilości pyłek roślin zielnych (50% lub więcej w stosunku do sumy AP + NAP), a elementy ciepłolubne wykazują wyraźny związek z osadem mineralnym. Wywody swoje Frenzel kończy konkluzją, że 1° dolny poziom świerka nie jest wieku Allerødu oraz, 2° jego spektrum pyłkowe nie oddaje prawidłowo charakteru roślinności jaka panowała na tych terenach w czasie odkładania się osadów tego poziomu.

Wydaje się wobec tego, że dotychczasowe opracowania nie dają wystarczających podstaw do wyróżniania oddzielnej prowincji roślinnej północno-wschodniej w okresie Allerødu. Wykazanie odrębności rozwojowych te-

Witów V, szczątki makroskopowe roślin

Witów V, macroscopic plant remains

Tablica XXXIII

Okresy — Pollen zones		Ia	Ib
Nr próbek — Nos of samples		1	2
Głębokość w cm poniżej 0 — Depth in cm below 0		140	195—198
Gatunek i rodzaj szczątki — Species and kind of remain			
<i>Arctostaphylos uva ursi</i>	o	$\frac{1}{2}$	
<i>Batrachium</i> sp.	o		1
<i>Carex aquatilis</i>	o		14+63?
— sp.	o		34
<i>Comarum palustre</i>	o		27
<i>Cyperaceae</i>	o		4
<i>Empetrum</i> cf. <i>nigrum</i>	o		1
<i>Potamogeton filiformis</i>	o		3
— sp.	o		5
<i>Potentilla</i> sp.	o		1
<i>Ranunculus flammula</i>	o		2
<i>Stellaria palustris</i>	n		1
Szczątki roślinne nieoznaczone — Undetermined plant remains:			
mchy — mosses	li		+++
zdrewniałe gałązki — twigs			+

Liczby oznaczają ilości okazów; + — pojedynczo; +++ — bardzo licznie; o — owoce; li — liście;
n — nasiona

Numbers indicate the total of specimens; + — rare; +++ — very common; o — fruits; li — leaves;
n — seeds

renów wschodnich wymagałoby dalszych badań, w których szczególną uwagę należałoby poświęcić roślinom zielnym.

W badaniach prowadzonych na terenie Kotliny Nowotarskiej Koperowa (1958, 1962) stwierdziła duże ilości pyłku drzew ciepłolubnych w osadach Allerødu. Autorka ta uważa, że w Kotlinie występowały w tym okresie obok sosny i brzozy także świerk, olsza i prawdopodobnie jodła. Obecność w spektrach pyłkowych innych drzew o wyższych wymaganiach termicznych (*Corylus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Fagus*) tłumaczy natomiast transportem ze stosunkowo niedaleko już położonych obszarów zajętych przez te rośliny. Nie można *a priori* odrzucić możliwości, że na tym na południe wysuniętym terenie mogły już w Allerødzie pojawić się niektóre drzewa o wyższych wymaganiach termicznych. Wydaje się jednak, że ze względu na charakter osadu jaki reprezentuje Allerød w torfowisku Na Grelu (od spągu: torf silnie sprasowany, il ze żwirkami, il z narastającą ku górze ilością materiału organogenicznego), przekonywujące udokumentowanie obecności świerka, olszy i jodły w omawianym okresie oraz wykluczenie możliwości, że pozostałe drzewa ciepłolubne występują tutaj na wtórnym złożu, wymaga dalszych badań. Przerwanie rozwoju torfowiska w czasie Allerødu przez wody Dunajca mogło się stać przyczyną zanieczyszczenia spektrów pyłkowych materiałem wymytym z osadów starszych. Jest to tym bardziej prawdopodobne, iż wszystkie rodzaje drzew ciepłolubnych pojawiające się w Allerødzie występują na wtórnym złożu w spągu diagramu, w okresie najstarszego dryasu i są tam związane z redeponowanymi grudkami torfu (Koperowa 1958, str. 119).

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

1. Badania w Witowie doprowadziły do odtworzenia przemian roślinności i klimatu w okresie późnego glacjału w dolinie rzeki Bzury oraz do ustalenia stratygrafii wydmy na podstawach paleobotanicznych.

2. W diagramach pyłkowych wyróżniono 5 okresów: najstarszy dryas (z fazą starszą Ia-1 i młodszą Ia-2), Bølling, starszy dryas, Allerød i młodszy dryas (z fazą starszą III-1 i młodszą III-2).

Najstarszy dryas był to okres tundry bezdrzewnej z zaroślami wierzb i *Betula nana* w fazie starszej i ze skupieniami *Hippophaë* w młodszej. W Bøllingu w okolicy Witowa rozprzestrzeniły się luźne lasy brzozowe. Rokitnik występował w dużej ilości. Okres starszego dryasu charakteryzował się roślinnością uboższą, o typie tundry, na której utrzymywały się pojedyncze brzozy (*Betula pubescens*). W Allerødzie rozwinęły się najpierw lasy brzozowo-sosnowe z *Betula verrucosa*, później sosnowe. W czasie młodszego

dryasu panowały zbiorowiska stepowe z *Artemisia*, w dużej ilości występował jałowiec. Polarna granica lasu przesunęła się na południe od Witowa, ale przez długi czas utrzymywały się sosna i brzoza (*B. verrucosa*, *B. pubescens*, *B. tortuosa*). Trudno byłoby rozstrzygnąć czy sosna i *Betula verrucosa* przetrwały w bezpośrednim sąsiedztwie przez cały okres młodszego dryasu. Wydaje się prawdopodobne, że gatunki te wycofały się na południe na początku młodszej fazy młodszego dryasu (III-2), który to okres można uważać za równoczesny z minimum klimatycznym młodszego dryasu. Holocenińska sukcesja roślinności rozpoczęła się rozwojem lasów sosnowych.

3. W rozwoju roślinności w późnym glacialu zaznaczyły się dwie fazy panowania zbiorowisk heliofilnych. Fazę wcześniejszą, która obejmuje okres poprzedzający Allerød (Ia-2, Ib, Ic), charakteryzuje obecność zarośli *Hippophaë* obok istniejących zapewne płatów roślinności o charakterze stepowym między innymi z *Artemisia*, *Helianthemum*, *Chenopodiaceae* i *Ephedra*. Do szerszego rozprzestrzenienia się zbiorowisk stepowych w dolinie Bzury doszło jednak prawdopodobnie dopiero w fazie późniejszej, przypadającej na młodszy dryas. W zbiorowiskach tych większą aniżeli poprzednio rolę odgrywały *Artemisia*, *Gramineae*, *Chenopodiaceae* i *Gypsophila*, w mniejszej natomiast ilości wystąpiły *Hippophaë*, *Helianthemum* i *Ephedra*.

4. Analiza roślinności wodnej wczesnych okresów późnego glacialu pozwoliła na wyróżnienie w obrębie najstarszego dryasu dwu faz różniących się warunkami klimatycznymi: fazy starszej (Ia-1), chłodniejszej i fazy młodziej (Ia-2), cieplejszej. Przejście od fazy starszej do młodziej odpowiada prawdopodobnie dolnej granicy Bøllingu *sensu lato* w ujęciu van der Hammena (1952), opartej przez tego autora na wzniesieniu krzywej *Artemisia*.

5. Porównanie wymagań termicznych roślin wodnych występujących w tych dwu fazach ze składem roślinności wodnej okresu Bøllingu, skłoniło autorkę do wyciągnięcia wniosku, że na początku Bøllingu zostało osiągnięte optimum klimatyczne całego okresu przed Allerødem.

6. W osadach późnoglacialnych Witowa znaleziono szereg gatunków interesujących ze stanowiska geograficzno-roślinnego. Są to:

- a) gatunki, które dzisiaj nie występują w Polsce *Ephedra* sp., *Gypsophila* cf. *acutifolia*, *Carex aquatilis*, *Myriophyllum spicatum* f. *squamosum*, *Betula tortuosa*
- b) gatunki, które dzisiaj nie występują w województwie łódzkim *Selaginella selaginoides*, *Helianthemum* t. *canum*, *H. t. alpestre*, *Hippophaë rhamnoides*, *Empetrum* cf. *nigrum*, *Nuphar* cf. *pumilum*, *Plantago maritima*, *Potamogeton filiformis*, *Salix* cf. *arenaria*, *Betula nana*, *B. humilis*
- c) gatunki bardzo rzadkie w województwie łódzkim *Polycnemum arvense*, *Cladium mariscus*, *Potamogeton alpinus*, *P. obtusifolius*, *P. praelongus*

d) gatunki należące dzisiaj do roślin synantropijnych *Linaria vulgaris*, *Rumex acetosella*, *Polygonum aviculare*, *Polycnemum arvense*.

7. Po raz pierwszy w Polsce określony został wiek osadów z okresu Bøllingu na podstawie węgla radioaktywnego.

8. Okres tworzenia się wydym w Witowie określony został na starszy i młodszy dryas.

9. Na zakończenie przedstawiony został aktualny stan badań późnego glacjału w Polsce.

Instytut Botaniki PAN
Kraków, Lubicz 46

Literatura

- Aario, L. 1943 — Über die Wald- und Klimaentwicklung an der Lappländischen Eis-meerküste in Petsamo. *Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn.*, Vanamo, 19; s. 1—158.
- Andersen, S. T. 1961 — Vegetation and its environment in Denmark in the Early Weichselian Glacial (Last Glacial). *Danmarks Geol. Undersøgelse*, II Raekke, 75; s. 1—175.
- Andersson, G. 1898 — Studier öfver Finlands Torfmossar och Fossila Kvartärflora. *Bull. Comm. Geol. Finlande*, 8; s. 1—210.
- Beug, H. J. 1957 — Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge. *Flora*, 145; s. 167—211.
- Białobrzeska, M., J. Truchanowiczówna 1960 — Zmienność kształtu owoców i łusek europejskich brzoź (*Betula* L.) oraz oznaczanie ich w stanie kopalnym (summary: The variability of shape of fruits and scales of the European birches, *Betula* L., and their determination in fossil materials). *Monogr. Bot.*, vol. 9; s. 1—95.
- Bitner, K. 1961 — Sidra. Land-forms of the last stage of the Middle Polish glaciation; denudation of Holocene peat and lacustrine deposits, w: *Guide-book of Excursion D „North-East Poland”, VIth INQUA Congress*; s. 61—62.
- Borówko-Dłużakowa, Z. 1961a — Historia flory Puszczy Kampinoskiej w późnym glacjału i holocenie (summary: The history of the flora of the Kampinos Forest during the Late Glacial and Holocene periods). *Przegl. Geogr.*, t. 33; s. 365—399.
- Borówko-Dłużakowa, Z. 1961b — Badania palynologiczne torfowisk na lewym brzegu Wisły między Gąbinem, Gostyninem i Włocławkiem (summary: Palynological study of peat bogs on the left bank of the Vistula between Gąbin, Gostynin and Włocławek, North and Central Poland). *Biul. Inst. Geol.*, 169; s. 107—130.
- Borówko-Dłużakowa, Z., J. Kobendzina 1962 — W związku z artykułem K. Wasylińskiej. *Przegl. Geogr.*, t. 34; s. 601—603.
- Brorson Christensen, B. 1946 — Measurement as a means of identifying fossil pollen. *Danmarks Geol. Undersøgelse*, IV Raekke, 3; s. 1—22.
- Chmielewska, M. 1961a — Obozowisko ze schyłku Allerødu w Witowie w pow. łączymkim (summary: An encampment from the close of the Allerød oscillation at Witów, district of Łęczycza). *Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego w Łodzi*, ser. archeol., 6; s. 9—71.
- Chmielewska, M. 1961b — Huttes d'habitation épipaléolithiques de Witów, distr. de Łęczycza. *Acta Archaeol. Univ. Lodz.*, 10; s. 1—109.

- Chmielewska, M., W. Chmielewski 1960 — Stratigraphie et chronologie de la dune de Witów, distr. de Łęczyca. *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 8; s. 133—141.
- Chmielewska, M., K. Wasylińska 1961 — Witów, w: *Guide-book of Excursion C, The Łódź region, INQUA, VIth Congress*; s. 75—84.
- Czubiński, Z. 1950 — Zagadnienia geobotaniczne Pomorza (summary: Geobotanical problems in Pomerania). *Badania Fizjogr. nad Polską Zachodnią*, t. 2; s. 439—658.
- Dąbkowska, I. 1932 — Zatorfienia dolinne Łani (résumé: Les tourbières de la vallée de la Łania). *Acta Soc. Bot. Pol.*, vol. 9; s. 157—205.
- Dąbkowska, I. 1933/34 — Torfowiska jeziorne i dolinne źródeł Szczary (résumé: Tourbières lacustres et fluviales des sources de la Szczara). *Sprawozdania z Posiedz. Tow. Nauk. Warszawskiego*, Wydz. IV, t. 26; s. 1—29.
- Dąbkowska, I. 1935 — O torfowiskach Ziemi Dobrzyńskiej (summary: On the peat bogs of the environs of Dobrzyń on the Vistula). *Sprawozdania Kom. Fizjogr. PAU*, 68; s. 1—34.
- Dąbrowski, M. J. 1959 — Późnoglacialna i holocenska historia lasów Puszczy Białowieskiej, cz. I. Białowiecki Park Narodowy (summary: Late glacial and Holocene history of Białowieża Primeforest, part I. Białowieża National Park). *Acta Soc. Bot. Pol.*, vol. 28; s. 197—248.
- Dyakowska, J. 1939 — Interglacjał w Ściejowicach pod Krakowem (summary: Interglacial in Ściejowice near Cracow). *Starunia*, 17; s. 1—15.
- Dyakowska, J. 1959 — Podręcznik palynologii (Text-book of palynology). Warszawa; 325 s.
- Dylikowa, A. 1958 — Próba wyróżnienia faz rozwoju wydym w okolicach Łodzi (résumé: Phases du développement des dunes aux environs de Łódź). *Acta Geogr. Univ. Lodz.*, 8; s. 233—268.
- Eneroth, O. 1951 — Undersökning rörande möjligheterna att i fossilt material urskilja de olika *Betula*-alternas pollen. *Geol. Fören. Stockholm Förhandl.*, 73; s. 343—400.
- Erdtman, G., B. Berglund, J. Pragłowski 1961 — An introduction to a Scandinavian pollen flora. *Grana Palynologica*, 2; 111 s.
- Fægri, K., J. Iversen 1950 — Text-book of modern pollen analysis. Copenhagen; 168 s.
- Firbas, F., R. Grahmann 1928 — Über jungdiluviale und alluviale Torflager in der Grube Marga bei Senftenberg (Niederlausitz). *Abhandl. Mathem.-Phys. Kl. d. Sächs. Akad. Wiss.*, Bd. 40; s. 1—63.
- Firbas, F. 1949—1952 — Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Jena.
- Flora polska, rośliny naczyniowe Polski i ziem ościennych. 1919—1960; t. 1—9.
- Frenzel, B. 1960 — Die Vegetations- und Landschaftszonen Nordeuropas während der letzten Eiszeit und während der postglazialen Wärmezeit. II Teil: Rekonstruktionsversuch der letzteiszeitlichen und wärmezeitlichen Vegetation Nord-Europas. *Akad. Wiss. Liter., Abhandl. Mathem.-Nat. Kl.*, Bd. 6; s. 289—453.
- Galon, R. 1958 — Z problematyki wydym śródlądowych w Polsce (résumé: Sur les dunes continentales en Pologne). w: *Wydmy śródlądowe Polski*, cz. I, Warszawa; s. 13—31.
- Galon, R. 1959 — New investigations of inland dunes in Poland. *Przegl. Geogr.*, t. 31, Suppl.; s. 63—110.

- Galon, R., L. Roszkówna, 1961 — Extents of the Scandinavian glaciations and of their recession stages on the territory of Poland in the light of an analysis of the marginal forms of inland ice. *Przegl. Geogr.*, t. 33; s. 347—364.
- Głodek, J. 1952 — Badania czwartorzędu Polski w latach 1900—1950 (summary: History of investigations in Polish Quaternary during 1900—1950). *Biul. Inst. Geol.*, 66; s. 589—673.
- Godwin, H. 1956 — The history of the British flora. Cambridge; 384 s.
- Gross, H. 1935 — Der Döhlauer Wald in Ostpreussen. *Beih. z. Bot. Centralbl.*, 53, Abt. B; s. 405—431.
- Gross, H. 1936 — Die Steppenheidetheorie und die vorgeschichtliche Besiedlung Ostpreussens. *Altpreussen*, Bd. 4; s. 193—216.
- Gross, H. 1937 — Nachweis der Allerödschwankung im süd- und ostbaltischen Gebiet. *Beih. z. Bot. Centralbl.*, 57, Abt. B; s. 167—218.
- Gross, H. 1938 — Auf den ältesten Spuren des Menschen in Altpreussen. *Prussia*, 32; s. 84—139.
- Gross, H. 1943 — Der ostpreussische Lebensraum in der ausklingenden Eiszeit. *Der Forschungskreis*, 2; s. 28—63.
- Hammen, T. van der 1952 — Late-glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. *Leidse Geol. Mededel.*, 17; s. 71—183.
- Hammen, T. van der 1957 — The stratigraphy of the Late-glacial. *Geol. en Mijnbouw*, N.S., 19; s. 250—254.
- Hegi, G. 1912 — Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München, Bd. III; 607 s.
- Hejny, S. 1960 — Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den Slovakischen Tiefebene. Bratislava; 487 s.
- Hultén, E. 1950 — Atlas of the distribution of Vascular plants in Northwest Europe. Stockholm.
- Hultén, E. 1958 — The Amphi-Atlantic plants. *Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handl. Fjärde Ser.*, 7; s. 1—340.
- Iversen, J. 1936 — Sekundäres pollen als Fehlerquelle. *Danmarks Geol. Undersøgelse*, IV Raekke, 2; s. 1—24.
- Iversen, J. 1942 — En pollenanalytisk tidsfaestelse af ferskvandslagene ved Nørre Lyngby. *Medd. Dansk Geol. Forening.*, 10; s. 130—151.
- Iversen, J. 1944 — *Helianthemum* som fossil glacialplante i Danmark. *Geol. Fören. Stockholm Förhandl.*, 66; s. 774—776.
- Iversen, J. 1954 — The Late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. *Danmarks Geol. Undersøgelse*, II Raekke, 80; s. 87—119.
- Iversen, J. 1958 — The bearing of glacial and interglacial epochs on the formation and extinction of plant taxa. Uppsala Univ. Arsskrift, 6; s. 210—215.
- Iversen, J. 1961 — Plant indicators of climate, soil and other factors of the Quaternary. *Report of VIth INQUA Congress*, vol. 2 (w druku).
- Iversen, J., J. Troels-Smith 1950 — Pollenmorphologiske definitioner og typer. *Danmarks Geol. Undersøgelse*, IV Raekke, 3; s. 1—52.
- Jalas, J., V. Okko 1951 — Botanical and geological analysis of the *Cladium mariscus* Station in Joroinen. *Arch. Soc. Zool. Bot. Fenn.*, Vanamo, 5; s. 82—101.
- Jentys-Szaferowa, J. 1929 — Budowa błon pyłku leszczyny, woskownicy i europej-

- skich brzoź oraz rozpoznawanie ich w stanie kopalnym (La structure des membranes du pollen de *Corylus*, de *Myrica* et des espèces européennes de *Betula* et leur détermination à l'état fossil). *Rozpr. PAU*, B, 68, 5; s. 1—41.
- Jentys-Szaferowa, J. 1949—1951 — Analysis of the collective species *Betula alba* L. on the basis of leaf measurements, Parts I—III. *Bull. Acad. Polonaise Sci., Lettr., S. B., Sci. Nat.*
- Jentys-Szaferowa, J. 1959 — A graphical method of comparing the shapes of plants. *Rev. Polish Acad. Sci.*, vol. 4; s. 9—38.
- Jessen, K. 1935 — Archaeological dating in the history of North Jutland's vegetation. *Acta Archaeol.*, 5; s. 185—214.
- Jessen, K. 1949 — Studies in Late Quaternary deposits and flora-history of Ireland. *Proc. Royal Irish Acad.*, 52, B; s. 85—290.
- Jessen, K. 1955 — Key to subfossil Potamogeton. *Bot. Tidskrift*, 52; s. 1—7.
- Julin, E., H. Luther 1959 — Om blomning och fruktsättning hos *Ceratophyllum demersum* i Fennoskandien. *Bot. Notiser*, 112; s. 321—338.
- Kanerwa, R. 1956 — Pollenanalytische Studien über die spätquartäre Wald- und Klimageschichte von Hyrynsalmi in NO-Finnland. *Ann. Acad. Sci. Fenn.*, A, III, geol.-geogr., 46; s. 1—108.
- Kępczyński, K. 1956 — Nowe stanowiska *Betula humilis* Schrk. koło miejscowości Skepe w powiecie lipnowskim (summary: A new site of *Betula humilis* Schrk. near Skepe, Lipno district). *Zeszyty Naukowe Univ. M. Kopernika, Biologia*, 1, Toruń; s. 149—161.
- Kępczyński, K. 1958 — Roślinność i historia torfowiska Siwe Bagno w Borach Tucholskich (Zfs.: Flora und Geschichte des Moores Siwe Bagno in der Tucheler Heide). *Zeszyty Naukowe Univ. M. Kopernika*, 2, Biologia, Toruń; s. 87—116.
- Kępczyński, K. 1960 — Zespoły roślinne jezior Skępskich i otaczających je łąk (summary: Plant groups of the Lake District of Skępe and the surrounding peat-bogs). *Studia Soc. Sci. Torunensis*, 6, Suppl.
- Klimaszewski, M., W. Szafer 1945 — Plejstocen w Łekach Dolnych koło Tarnowa (summary: The Pleistocene in Łęki Dolne near Tarnów). *Starunia*, 19; s. 1—34.
- Kobendzina, J. 1961 — Próba datowania wydmy Puszczy Kampinoskiej (summary: Attempt to date dunes in the Kampinos Primeval Forest). *Przegl. Geogr.*, t. 33; s. 383—399.
- Koperowa, W. 1958 — Późny glacjał z północnego podnóża Tatr w świetle analizy pyłkowej (summary: A Late-glacial pollen diagram at the north foot of the Tatra Mountains). *Monogr. Bot.*, 7; s. 107—133.
- Koperowa, W. 1962 — Późnoglacialna i holocenińska historia roślinności Kotliny Nowotarskiej (summary: The history of the Late-glacial and Holocene vegetation in Nowy Targ Basin). *Acta Palaeobot.*, 2; s. 1—57.
- Kostrowicki, J. 1961 — Środowisko geograficzne Polski (Geographical environment of Poland). Warszawa; 609 s.
- Krog, H. 1954 — Pollen analytical investigation of a C¹⁴-dated Allerød section from Ruds Vedby. *Danmarks Geol. Undersøgelse*, II Raekke, 80; s. 120—139.
- Kucowa, I. 1954 — Krytyczny przegląd gatunków wierzb (*Salix* L.) z osadów glacialnych Polski (summary: Critical revision of willow species, *Salix* L., from glacial deposits in Poland). *Acta Soc. Bot. Pol.*, 23; s. 807—836.

- Kulczyński, S. 1930 — Stratygrafia torfowisk Polesia (Zfs.: Stratigraphie der Moore von Polesie). *Prace Biura Melioracji Polesia*, 1; s. 1—84.
- Lublinerówna, K. 1934 — Analizy pyłkowe torfowisk pasa bezświerkowego (résumé: Analyses polliniques des tourbières de la zone située en dehors de l'aire naturelle d'épicea). *Rozpr. i Sprawozd. Inst. Badania Lasów Państw.*, A, 5 i 6; s. 1—38.
- Maarleveld, G. C. 1960 — Wind directions and cover sands in the Netherlands. *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 8; s. 49—58.
- Mamakowa, K. 1962 — Roślinność Kotliny Sandomierskiej w późnym glacie i holocenie (summary: The vegetation of the Basin of Sandomierz in the Late-Glacial and Holocene). *Acta Palaeobot.*, 3; s. 1—57.
- Mądalski, J. 1949 — Cechy morfologiczne pestek europejskich gatunków *Potamogeton* (Tourn.) L. i klucz do oznaczania ich szczątków dyluwialnych (Morphological features of European species *Potamogeton*, Tourn. L. and key to the determination of their diluvial remains). *Prace Wrocł. Tow. Nauk.*, B, 24; s. 1—24.
- Mowszowicz, J. 1960 — Conspectus florae lodziensis. Łódź; 375 s.
- Müller, H. 1953 — Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. *Nova Acta Leopold.*, N.F., 16; s. 1—67.
- Ołtuszewski, W. 1937 — Historia lasów Pojezierza Suwalsko-Augustowskiego w świetle analizy pyłkowej (Zfs.: Geschichte der Wälder der Seen-plate von Suwałki-Augustów im Lichte der Pollenanalyse). *Prace Komisji Mat.-Przyr. Poznańskiego Tow. Przyj. Nauk*, ser. B, 4; s. 1—66.
- Ołtuszewski, W. 1948 — Połodowcowa historia lasów południowo-zachodniej Wielkopolski w świetle analizy pyłkowej (summary: The postglacial history of forests in South-Western Great Poland in the light of pollen analysis). *Prace Komisji Mat.-Przyr. Poznańskiego Tow. Przyj. Nauk*, ser. B, 10; s. 315—363.
- Ołtuszewski, W. 1957 — Pierwotna szata leśna Wielkopolskiego Parku Narodowego w Osowej Górze pod Poznaniem w świetle analizy pyłkowej (summary: The development of the original vegetation of the Great Poland National Park). *Poznańskie Tow. Przyj. Nauk, Prace Monogr. nad przyr. Wielkop. Parku Nar. pod Poznaniem*, 3; s. 1—93.
- Oszast, J. 1957 — Historia klimatu i flory Ziemi Dobrzyńskiej w późnym glacie i holocenie (summary: History of the climate and flora of the Dobrzyń Region, Northern Poland, in the Late Glaciation and Holocene). *Biul. Inst. Geol.*, 118; s. 179—232.
- Paszewski, A. 1930 — Pollenanalytische Untersuchung des Torfmoores in Lututów bei Wieluń. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 7; s. 329—335.
- Pawłowska, S. 1959 — Charakterystyka statystyczna i elementy flory polskiej (Statistical characteristic and elements of Polish flora), w: Szata roślinna Polski. Warszawa; s. 127—225.
- Pawłowski, B. 1946 — O niektórych naszych wierzbach (De salicibus nonnullis in Polonia crescentibus). *Materiały do fizjogr. kraju*, 1; s. 1—37.
- Porsild, A. E. 1951 — Plant life in the Arctic. *Canadian Geogr. Jour.*; s. 1—27.
- Przybylski, T. 1961 — Późny glacjał w pradolinie Toruńsko-Eberswaldzkiej (Late Glacial in the Toruń-Eberswalde ice-marginal stream way). *Badania Fizjogr. nad Polską Zach.*, t. 8; s. 57—87.
- Samuelsson, G. 1934 — Die Verbreitung der höheren Wasserpflanzen in Nordeuropa (Fennoskandien und Dänemark). *Acta Phytogeogr. Suedica*, 6; s. 1—211.

- Sobolewska, M., A. Środoń 1961 — Late-pleistocene deposits at Białka Tatrzańska (West Carpathians). *Folia Quaternaria*, 7; s. 16.
- Stasiak, J. 1961 — Pieczonki. Profile of lacustrine sediments; Allerød, Younger Dryas and Holocene, w: *Guide-book of Excursion D „North-East Poland”, VIth INQUA Congress*; s. 54—56.
- Staszkievicz, J. 1961 — Zmienność współczesnych i kopalnych szyszek sosny zwyczajnej, *Pinus silvestris* L. (summary: Variation in recent and fossil cones of *Pinus silvestris* L.). *Fragm. Flor. Geobot.*, 7; s. 97—160.
- Szafer, W. 1946 — Flora plioceniska z Krościenka nad Dunajcem, I cz. ogólna (The Pliocene flora of Krościenko in Poland, I General Part). *Rozprawy Wydz. Mat.-Przyr. PAU*, 72, dz. B, ser. III, 32; 162 s.
- Szafer, W. 1948 — Późny glacial w Roztokach pod Jasłem (summary: Late-glacial in Roztoki near Jasło, West Carpathian Mountains). *Starunia*, 26; s. 1—29.
- Szafer, W. 1952 — Schyłek plejstocenu w Polsce (summary: Decline of the Pleistocene in Poland). *Biul. Inst. Geol.*, 65; s. 33—73.
- Szafer, W. 1954 — Pliocenińska flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do plejstocenu (Pliocene flora from the vicinity of Czorsztyn, West Carpathians, and its relationship to the Pleistocene). *Prace Inst. Geol.*, t. 11; 238 s.
- Szafer, W. 1955 — Rzut oka na postęp badań flor czwartorzędowych w Polsce (summary: Progress in the investigation of Quaternary floras in Poland). *Biul. Inst. Geol.*, 70; s. 52—62.
- Szafer, W. 1959 — Szata roślinna Polski niżowej (Vegetational cover in the lowland area of Poland), w: *Szata roślinna Polski*, t. II, Warszawa; s. 13—186.
- Szafer, W. 1962 — Zur Kenntnis der polaren Waldgrenze im Allerød. *Veröff. d. Geobot. Inst. Zürich*, H. 37; s. 244—249.
- Szafer, W., B. Jaroń 1935 — Plejstocenijskie jezioro pod Jasłem (summary: Pleistocene lake near Jasło in Poland). *Starunia*, 8; s. 1—20.
- Szafer, W., S. Kulczyński, B. Pawłowski 1953 — Rośliny polskie (Plants of Poland). Warszawa; 1020 s.
- Szczepanek, K. 1961 — Późnoglacialna i holocenińska historia roślinności Gór Świętokrzyskich (summary: The history of the Late-glacial and Holocene vegetation of the Holy Cross Mountains). *Acta Palaeobot.*, 2; s. 1—45.
- Środoń, A. 1948 — Przyczynek do historii rozwoju lasu w Karpatach Wschodnich (summary: Contribution to the forest history in the Eastern Carpathians). *Starunia*, 25; s. 1—23.
- Środoń, A. 1952 — Ostatni glacial i postglacial w Karpatach (summary: Last glacial and postglacial in the Carpathians). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 67; s. 25—75.
- Środoń, A. 1958 — Trzydzieści lat polskiej palynologii (Thirty years of Polish palynology). *Nauka Polska*, 6; s. 67—79.
- Środoń, A. 1959 — Zarys historycznego rozwoju szaty roślinnej Polski w późnym glacialu i holocenie (Outline of historical development of vegetational cover of Poland in the Late-glacial and Holocene), w: *Szata roślinna Polski*, t. I, Warszawa; s. 511—543.
- Środoń, A. 1960 — Tabela stratygraficzna plejstocenijskich flor Polski (summary: Stratigraphic table on the Pleistocene floras of Poland). *Roczn. Polskiego Tow. Geol.*, t. 29; s. 299—316.

- Środoń, A. 1961 — Palaeobotanical studies on the Quaternary in Poland. *Prace Inst. Geol.*, t. 34; s. 667—674.
- Środoń, A. 1962 — O niektórych zagadnieniach dotyczących paleobotaniki i stratygrafii czwartorzędu w Polsce (summary: On some problems of Quaternary palaeobotany and stratigraphy in Poland). *Kwartalnik Geol.*, t. 6; s. 679—694.
- Tauber, H. 1960 — Copenhagen radiocarbon dates IV. *Amer. Jour. Sci.*, vol. 258, Radiocarbon Suppl., 2; s. 12—25.
- Tauber, H. 1962 — Copenhagen radiocarbon dates V. *Radiocarbon*, 4; s. 27—34.
- Tobolski, K. 1962 — Próba określenia wieku wydym Międzyrzecza Warciańsko-Noteckiego metodą palynologiczną (summary: An investigation to determine the age of the dunes in the area between the rivers Warta and Noteć applying the palynological method). *Badania Fizjogr. nad Polską Zach.*, t. 10; s. 233—273.
- Tołpa, S. 1932a — Torfowisko wyżynne „Mak” koło Antonówki na Polesiu (Zfs.: Das Hochmoor „Mak” bei Antonówka in Polesie). *Acta Soc. Bot. Pol.*, 9, Suppl.; s. 217—235.
- Tołpa, S. 1932b — Krasowe torfowiska koło Różany na Polesiu (Zfs.: Karst-Moore bei Różana in Polesie). *Acta Soc. Bot. Pol.*, 9, Suppl.; s. 289—315.
- Tołpa, S. 1933 — Torfowiska okolicy Sarn (Zfs.: Torfmoore der Umgebung von Sarny). *Prace Biura Melioracji Polesia*, 2; s. 1—24.
- Tołpa, S. 1935 — Zatorfienia jeziorne na południowej krawędzi Polesia (Zfs.: Die Vertorfung der Seen im Süden von Polesien). *Acta Soc. Bot. Pol.*, 12; s. 1—37.
- Troels-Smith, J. 1955 — Karakterisering af løse jordarter. *Danmarks Geol. Undersøgelse*, IV Raekke, 3; s. 1—73.
- Tymrakiewicz, W. 1935 — Stratygrafia torfowisk krasowych połudn. Polesia i półn. Wołynia (Zfs.: Stratigraphie der Karst-Moore aus Süd-Polesie und Nord-Wolhynien). *Kosmos*, ser. A, 60; s. 173—251.
- Wasylikowa, K. 1962 — W sprawie wieku torfowisk i wydym Puszczy Kampinoskiej (On the age of peat-bogs and dunes in the Kampinoska Puszcza, Kampinoska Primeval Forest, Central Poland). *Przegl. Geogr.*, t. 34; s. 595—600.
- Wydmy śródlądowe Polski (Inland dunes of Poland). Warszawa, 1958; 203 s.

Krystyna Wasylińska

Cracow

VEGETATION AND CLIMATE OF THE LATE-GLACIAL IN CENTRAL POLAND BASED ON INVESTIGATIONS MADE AT WITÓW NEAR ŁĘCZYCA

Summary

INTRODUCTION

The inland dune at Witów has been an area of archaeological, geomorphological and botanical investigations.

Archaeological research work conducted by M. Chmielewska and W. Chmielewski of the Archaeological and Ethnographical Museum in Łódź have resulted in the detection of six culture layers. The oldest remains form the, until then, in Poland unknown Late-paleolithic „Witovian assemblage”, which by means of C^{14} , has, at Groningen, been determined as dating at 8855 ± 160 years B.C. Some remains of the Tarnovian and Middle-Swiderian industries also belong to the Late-paleolithic period. The Mesolithic is represented by a horizon with Tardenoisian remains while a culture layer with comb-marked pottery constitutes a ‘trace’ of a Neolithic settlement. From the Migration period derive the tombs found in the top layer of the dune (Chmielewska & Chmielewski 1960; Chmielewska 1961).

The form and structure of the Witów dune were investigated by A. Dylikowa (1958), who distinguished three phases of dune development in the Łódź region, which are: (1) the proper, dune creating phase, during which the dunes were formed under the influence of westerly and north-westerly winds, (2) the phase of transformation of dunes formed in the previous period, in which south-western winds played a part, and (3) the present phase of the destruction of the dunes. These stages have been separated by periods of stabilization, when, due to the development of a vegetation cover, a consolidation of the dunes took place.

In 1956 paleobotanical researches were begun at Witów. Their aim was to determine the age of organogenic sediments bordering upon the dune and, consequently, to date archaeological strata. M. Reymanówna took up the identification of wood and charcoal, K. Szczepanek occupied

himself with pollen analysis and I undertook the investigation of macroscopic remains, chiefly deriving from the Holocene period. Studies on subfossil pine-cones were carried out by J. Staszkievicz (1961).

The most important result of Szczepanek's palynological research-work was the assertion that the organogenic sediments underlying the older dune at Witów derive from the decline of the Oldest Dryas and from the Bølling period (fig. 29). As charcoal from the stratum with the „Witovian assemblage” dividing two series of dune sand was dated by means of C^{14} to the decline of the Allerød period, the stratigraphy of the dune could, in all probability, be determined as follows: (1) the organogenetic layer at the bottom of the older dune derives from the Bølling period; (2) the older dune originated in Older Dryas time; (3) the culture stratum with the „Witovian assemblage” derives from the decline of the Allerød period; (4) the younger dune was formed in the Younger Dryas period (Chmielewska & Chmielewski 1960).

The attempt at a more accurate connection between the stratigraphic levels ascertained in the profile of the dune and the pollen diagram that would comprise the whole Late-glacial period has yielded no good results. For that reason I once more collected material for palynological investigations and for a macroscopic analysis at several points on the dune in 1959 and the results of it are contained in this paper.

The work has been accomplished at the Institute of Botany of the Polish Academy of Sciences under the direction of Prof. Dr. W. Szafer and Prof. Dr. A. Środoń to whom I wish to express my gratitude for their watching over the progress of this paper. I cannot deny myself the pleasure of thanking Prof. Dr. J. Jentys-Szaferowa, Mgr M. Białobrzaska and Mgr J. Truchanowiczówna for their help at the identification of birch trees and Dr. K. Szczepanek for rendering accessible the unpublished results of his investigations at Witów. I am especially indebted to Dr. M. Chmielewska and Dr W. Chmielewski for their generous help during field work, for permission to profit by their observations concerning the dune structure, and for enabling me to make use of drawings of the geological profiles from Witów. Grateful acknowledgements are also due to Dr. J. Iversen and Dr. J. Troels-Smith for their valuable remarks expressed during a discussion on the pollen diagrams from Witów. I should like to express my thanks to Dr. M. Reymanówna, who determined wood remains, to Prof. Dr. B. Szafran, who identified mosses, and to Ing. H. Tauber who dated samples from Witów by means of C^{14} . I owe much to Mgr S. Łuczko, who made the photographs of the macroscopic remains and to Mr. J. Mamak for the drawing of all diagrams.

THE VEGETATION OF THE LATE-GLACIAL PERIOD AT WITÓW NEAR
ŁĘCZYCA

DESCRIPTION OF THE INVESTIGATED AREA

The village Witów, Łęczyca district, Łódź region (40° N lat., $19^{\circ}31'$ E long.) is situated in the southern part of the Polish Lowland Region, in a flat area extending northwards from the Łódź Upland, in the Warsaw-Berlin pradolina. Along the bottom of this valley the river Bzura flows eastwards to the Vistula. Witów is situated in the basin of the Bzura river, within a few kilometers' distance from the bottom of the valley. The whole area in question lies within the limits of the Middle-Polish (Riss) glaciation (fig. 1).

The research work covered a dune extending in the shape of an arc 4 km long between the hamlets Witów and Kwilno (fig. 2). The arc of the dune opens to the NW where, on a former deflationary ground, there are damp meadows at present. From SE the dune borders on an overgrowing lake with peaty shores. This reservoir is drained by the rivulet Malinka in NE direction. The bog surrounding the lake was exploited for peat, particularly intensively during the World War II. The bog is situated at an altitude of 115 m above sea level, while the neighbouring dunes rise to 120 m above sea level. The dune is to a great extent covered with a planted pine wood (pl. 1).

The most important meteorological data for the Witów area are as follows: average temperature of July equals $17,5-18,0^{\circ}$ C, that of January is of $2,0-2,5^{\circ}$ C, average annual temperature amounts to $7,0-7,5^{\circ}$ C, the annual total precipitation is about 500 mm (Kostrowicki 1961).

METHOD OF WORK

All samples for pollen analysis, for macroscopic investigations, as well as for radiocarbon dating have been collected from exposures (fig. 3).

The samples for pollen analysis have been prepared in the following way: (1) boiling in a 10% solution of KOH for 5 minutes; (2) separating of sand by means of repeated washing in distilled water; (3) treating with HCl (if the material contained CaCO_3); (4) acetolysis; (5) heating for 1 min. in a 10% solution of KOH; (6) inundation with pure glycerine; (7) staining with basic fuchsin.

A part of the samples was not stained and then heating in KOH was omitted before placing the material into glycerine.

For the identification of birch nuts the biometrical method of the shape-

and size-lines was applied. A statistical method was also used for the distinction of pollen of different birch species.

When describing the sediments, the system worked out by Troels-Smith (1955), has been used (with some simplification) as well as the symbolism and signature of sediments introduced by this author.

The result of the pollen and macroscopic analyses have been listed in tables XXVI—XXXIII, which show the absolute quantities of the identified forms. The graphic presentation of the results is given in diagrams divided into four parts. The parts A, B and C form the total pollen diagram, part D illustrates the results of the macroscopic analysis.

In all diagrams the basis of calculation for pollen curves is the sum of AP and NAP. The sum of AP comprises: *Pinus*, *Betula*, *Salix*, *Populus* and *Hippophaë*. In the sum of NAP all herbs are included with the exception of: aquatics, marsh plants, *Botrychium*, *Equisetum*, *Juniperus*, *Lycopodium*, *Polypodiaceae*, *Pteridium*, *Sphagnum*, *Varia* as well as pollen and spores appearing in a secondary bed (*Abies*, *Acer*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus*, *Ilex*, *Loranthaceae*, *Picea*, *Pinus* t. *haploxyton*, *Quercus*, *Tilia*, *Tsuga*, *Ulmus*).

Parts A and B of the diagrams show the curves of plants included in the total of AP and NAP, part C shows those which are not included. Part D represents the numbers of macroscopic plant remains found in the samples of a constant volume.

DESCRIPTION OF THE GEOLOGICAL PROFILES

In all profiles the depth is given in relation to a constant point marked „O”. This point is situated at an altitude of 115 m above sea level, which corresponds to the average water level in the lake. With each profile its position in the plan of the dune, is given (fig. 3).

The western exposure, 263—265 g²—m³

This exposure intersects the dune transversally in the S—N direction on an extent of 34 m from the border of the bog. Out of this excavation the material for pollen analysis and for macroscopic investigations has been taken from stands I and II; besides, samples have also been collected from the bottom of profile II, to be dated by means of C¹⁴. In the vicinity of the western exposure a boring was accomplished reaching a depth of 1625 cm below „O”. A detailed description of the sediments in these three points is given separately (profiles I, II, III). A schematic profile of the southern part of the western exposure is shown in fig. 4 (compare also pl. 3—7).

In this excavation there have been exposed two horizons of diagonally stratified sands divided in their southern part by a thin (20 cm) layer of gyttja and peat, and in their northern end by a thin layer of white sand with charcoal (pl. 5, 6). The lower horizon of sand (the older dune) about 2,5 m thick ascertained in pit II disappears towards the south and is not found in pit I. The upper horizon of the diagonally stratified dune sand, the so called younger dune, has been excavated in the whole exposure. In the part of the excavation situated southwards of pit II and within the limits of this sand layer oblique streaks containing a greater admixture of gyttja appear (pl. 4). The amount of gyttja in the dune sand increases toward the border of the bog. The sand of the younger dune is of a light yellow-brown colour, a greater addition of gyttja is distinguished by a darker colouring. The younger dune is overlain by white-grey sand in which, grey-black, oblique layers of a darker hue appear. Two of these layers have been marked in the schematic profile (fig. 4): the lower, Mesolithic layer and the upper, Neolithic one. Towards the north these layers gradually disappear.

The sandy peat, which forms the bottom of the organogenetic series dividing the older dune from the younger one (pl. 6, 7), passes — in the northern part of the excavation — into the level of white sand containing charcoal (pl. 5).

Profile I, 263 k³

- 93—77 cm above „0” — contemporary soil and a layer disturbed by diggings,
 77—70 cm — whitish sand with grey streaks; *Ga* 4, *Gs* +, *Th*⁰ +, [*anth.* +],
 70—61 cm — grey-white sand with humus; *Ga* 3, *Sh* 1, *Th*⁰ +, *Gs*(+), [*anth.* +],
 61—45 cm — whitish sand; *Ga* 4, *Gs* +, *Th*⁰ +, *Sh*(+), [*anth.* +],
 45—40 cm — grey-black sand with a large addition of charcoal, Neolithic layer; *Ga* 2,5
Sh 1,5 *Th*⁰ +, *Gs* +, [*anth.* 1],
 40—8 cm — greyish sand; *Ga* 3, *Sh* 1, *Th*⁰ +, *Gs*(+), [*anth.* 0,5],
 8—4 cm — grey-brown sand of a yellowish-greenish shade; *Ga* 2, *Sh* 2, *Th*¹ +,
 from 4 cm above „0” to 3 cm below „0” — greyish-white sand; *Ga* 4, *Sh* +,
 3—13 cm below „0” — sand from grey-white to brown-black in colour; *Ga* 4, *Sh* ++,
*Th*¹ +, [*anth.* +],
 13—17 cm — black-brown humus with an admixture of sand and a large quantity of charcoal, Mesolithic layer (Tardenoisean relics). This is the topmost layer examined by means of pollen analysis in profile I (fig. 26); *Sh* 3, *Ga* 1, *Th*¹ +, [*anth.* 1],
 17—24 cm — dark-brown sand with an abundant admixture of coarse detritus gyttja, many seeds of *Typha* cf. *latifolia*; *Ga* 2, *Ld*² 2, *Th*¹ +, *Dg* +, *Dl* +, *Dht*, [*anth.* +],
 24—29 cm — yellow-brown sand with an admixture of coarse detritus gyttja, the sediment not homogenous, vertical sprouts of herbs, single lignified roots, seeds of *Typha* cf. *latifolia*; *Ga* 4, *Ld*² +, *Th*¹ +, *Gs*(+),
 29—38 cm — grey-brown sand irregularly stratified with a variable admixture of coarse detritus gyttja, traces of charcoal; vertical sprouts of herbs, single lignified roots; *Ga* 2, *Ld*² 2, *Th*¹ +, *Dg* +, *Dh* +,

- 38—83 cm — light-coloured, yellow-brown sand obliquely stratified, with an admixture of coarse detritus gyttja; vertical sprouts of herbs, rarely lignified roots; thin layers with a greater admixture of gyttja run obliquely; this is the upper part of the younger dune sand; *Ga* 4, *Ld*² +, *Th*¹ +, *Dg* +, *Dh* +,
- 83—133 cm — greyish-yellow, obliquely stratified sand with an admixture of coarse detritus gyttja, vertical sprouts of herbs; this is the lower part of the younger dune sand; *Ga* 4 (3), *Ld*² + (1), *Dg* +, *Dh* +, *Th*¹ +, [*anth.* (+)],
- 133—152 cm — coarse detritus gyttja, light-brown of a reddish shade with an admixture of sand; horizontal sand layers, 2—20 mm thick, the quantity of sand diminishes downwards; charcoal-dust in a rather large amount; *Ld*² 2, *Ga* 2, *Th*¹ +, *Dg* +, *Dh* +, *Di* +, *Gs* +, [*anth.* +],
- 152—178 cm — yellowish-brown, coarse detritus gyttja with a small addition of sand; *Ld*² 4, *Th*¹ +, *Ga* +, *Dh* +, *Dg* +, [*anth.* (+)],
- 178—205 cm — yellow-brown gyttja with a greenish shade and a very small addition of clay; divided horizontally into thin laminae; traces of charcoal, a great deal of *Scenedesmus*; *Ld*² 4, *Th*¹ +, *Dh* +, *Dg* +,
- 205—230 cm — yellowish-brown sandy, coarse detritus gyttja with laminae of whitish sand, a great deal of mosses, to the top — much *Scenedesmus*, below — more *Pediastrum*; the quantity of sand increases downwards, at the bottom an addition of *CaCO*₃; *Ld*² 3 (2), *Ga* 1 (2), *Th*¹ +, *Dh* ++, *Dg* +, *Tb*¹ +, *Lc* (+),
- 230—254 cm — grey-brown, sandy calcareous gyttja, visible small layers with larger quantities of *CaCO*₃ and sand; *Ld*² 2, *Lc* 1, *Ga* 1, *Dg* +, *Dh* +, *Th*¹ +,
- 254—261 cm — fine-grained sand with an admixture of coarse detritus gyttja, grey-brown in hue with a greenish shade, pretty large quantities of mosses; *Ga* 3, *Ld*² 1, *Th*¹ +, *Dh* ++, *Dg* ++, *Tb*¹ +,
- 261—263 cm — yellow-brown moss-peat with a very large amount of sand; *Ga* 2, *Tb*¹ 1, *Sh* 1, *Th*¹ +, *Dh* +, *Gs* (+),
- 263—265 cm — whitish-grey coarse sand with a small quantity of vegetal remains; *Ga* 4, *Sh* +, *Th*¹ +, *Gs* +,
- 265—273 cm — strongly sandy moss-peat, grey-brown with a reddish shade, with irregular inserts of sand; *Tb*¹ 2, *Ga* 2, *Sh* +, *Th*¹ +, *Di* +, *Dh* +,
- below 273 cm — sand with single gravels and small clods of an organogenetic material; *Ga* 4, *Gg* +, *Sh* (+).

Profile II, 263 b³—c³,

- 125—35 cm above „0” — contemporaneous soil and zone disturbed by diggings,
- 35—12 cm — yellowish sand, diagonally stratified, towards the south with an admixture of gyttja (appearing in profile I),
- 12—1,5 cm — strongly sandy gyttja with horizontal small layers of sand; *Ld*² 2, *Ga* 2, *Dh* +, *Th*¹ +, *Tb*¹ + [*anth.* +],
- from 1,5 cm above „0” to 6 cm below „0” — reddish-brown gyttja with a small addition of sand, numerous pine-cones; *Ld*² 4, *Ga* +, *Dh* +, *Di* +, *Th*¹ +, [*anth.* ++],
- 6—11 cm — grey-brown, sandy peat with a large addition of gyttja, pine-needles and cones; *Ld*² 2, *Th*¹ 1, *Ga* 1, *Dh* ++, *Di* +, [*anth.* ++],
- 11—250 cm — yellowish-brown, obliquely stratified sand of the older dune, in the top occur charcoals and pine-cones; *Ga* 4, *Sh* (+), *Dh* (+), *Di* (+), [*anth.* (+)],
- 250—260 cm — yellowish-brown, strongly sandy gyttja with thin layers of sand; *Ga* 3, *Ld*² 1, *Dg* (+), *Dh* (+), *Th*¹ (+),
- 260—265 cm — sandy, light-brown gyttja of a yellow-reddish shade, with small layers of sand; *Ga* 1,5, *Ld*² 2,5, *Dg* +, *Dh* +,

- 265—276 cm — sandy gyttja, distinctly stratified of light-brown hue with a reddish shade; detritus composed mostly of fragments of *Ceratophyllum* sp. leaves; *Ld*² 3, *Ga* 1, *Dg* +, *Dh* ++, *DI*(+), *Gs*(+), *Th*¹ +,
- 276—280,5 cm — sand with an admixture of gyttja, yellow-brown in colour with a greenish shade; *Ga* 2, *Ld*² 2, *Th*¹ +, *Dh* ++, *DI*(+), *Dg* +,
- 280,5—285 cm — moss-peat (chiefly *Campyllum polygamum* v. *stagnatum*) with a large addition of sand, of light-brown colour with a reddish shade; *Tb*² 3, *Ga* 1, *Th*¹ +, *DI*(+), *Sh* +, *Dh* ++,
- 285—287 cm — sand with a variable addition of humus substances, grey-white in colour with a yellowish shade; *Ga* 4, *Tb*² +, *Th*² +, *Dh* +, *DI*(+), *Sh* +,
- 287—290 cm — moss-peat with an addition of sand, light-brown with a reddish shade; *Tb*² 2, *Ga* 1, *Sh* 1, *DI* +, *Th*² ++, *Dh* +,
- below 290 cm — whitish-grey sand; *Ga* 4, *Sh*(+), *Dh*(+).

Boring VI, 258 c³

The description of the sediments begins with a layer of sand underlying the horizons of moss-peat occurring at the bottom of pits I and II.

- 290—565 cm below „0” — whitish-grey sand with a small quantity of gravel; *Ga* 2, *Gs* 2, *Gg* +,
- 565—595 cm — livid-blue silt with an addition of sand and clay; (*Ag* > *As*) 3, *Ga* 1, *Gs* +, *Gg* +,
- 595—615 cm — greyish sand, coarse grained with a large quantity of gravel; *Gs* 2, *Gg* 2, *Ga*(+), *Ag*(+),
- 615—695 cm — blue-grey silt with a small addition of fine- and coarse-grained sand, gravel, and clay; *Ag* 4, *As* +, *Ga* +, *Gs* +, *Gg* +,
- 695—745 cm — grey-brown clay with a very small addition of sand; *As* 3, *Ag* 1, *Ga*(+), *Gs*(+), *Gg*(+),
- 745—835 cm — grey-brown silt with an addition of sand and gravel; *Ag* 3,5, *Ga* 0,5, *Gs*(+), *Gg*(+),
- 835—1625 cm — clayey silt with a small addition of sand and gravel, grey-brown in colour with a greenish shade; (*Ag* > *As*) 3, *Ga* 1, *Gs*(+), *Gg*(+),

Profile III, 60 r

Below the diagonally stratified sand of the older dune the following deposits have been excavated:

- 128—132 cm below „0” — fine- and coarse-grained sand with a small addition of gyttja; *Ga* 4, *Ld*²(+),
- 132—138 cm — stratified, sandy gyttja; *Ld*² 3, *Ga* 1,
- 138—140 cm — fine-grained sand; *Ga* 4, *Sh*(+),
- 140—151 cm — sandy moss-peat alternating with sand layers; *Tb*¹ 2, *Ga* 2.

Profile IV, 1 f¹

- from 12 cm above „0” to 12 cm below „0” — grey-black strongly decayed peat, traces of charcoals; *Sh* 3, *Ga* 0,5, *Th*¹ 0,5, [*anth.*(+)],
- 12—21 cm below „0” — black-brown peat with abundance of vegetal detritus and a small addition of gyttja; *Sh* 2, *Dg* 1, *Dh* 1, *Th*¹ +, *Ga*(+), *Ld*²(+),
- 21—35 cm — grey-brown gyttja with a large addition of sand; *Ld*² 2, *Ga* 2, *DI* +, *Dh* +, *Th*¹ +, *Gs*(+),
- 35—55 cm — sandy grey-brown gyttja alternating with sand layers; pine-cones; *Ld*² 2, *Ga* 2, *Th*¹ ++, *Dh* +, *DI*(+), [*anth.* +],

- 55—60 cm — brown-grey sand with an addition of gyttja; *Ga* 2, *Th*¹ 1, *Ld*² 1, *Gs*(+),
 60—70 cm — light, brown-grey, fine- and medium-grained sand with gravel; *Ga* 4,
Gs(+), *Gg* +, *Th*¹ +, *Tb*¹(+),
 70—75 cm — moss-peat, light-brown with a reddish shade, and a small addition of fine-
 and very coarse-grained sand; *Tb*¹ 4, *Gs*(+), *Ga*(+),
 75—85 cm — brown-grey, moss-peat with a considerable addition of sand; *Ga* 3, *Tb*¹ 1,
*Th*¹ +, *Dh* +, *Dg* +, *Gs*(+), *Gg*(+).

Profile V, 106 1⁸—p⁹ (eastern exposure)

- 50—25 cm above „0” — contemporaneous soil and light-grey sand with humus sub-
 stances,
 25—0 cm — grey-black, fine sand with a larger addition of humus substances and char-
 coal dust in its upper part,
 0—25 cm below „0” — brown, fine sand with an addition of organogenic material,
 25—40 cm — yellowish sand, fine- and coarse grained, horizontally stratified,
 40—145 cm — strongly disturbed sand with gravel. From the bottom part pass streaks
 of brown sand with a larger addition of organogenetic material,
 145—185 cm — brown sand with gravel; (*Ga*, *Gs*, *Gg*) 3, *Sh* 1, *Dh* +, *Ag*(+),
 185—190 cm — bluish sand with gravel,
 190—193 cm — moss-peat; *Tb*¹ 4,
 below 193 cm — fine-grained sand with small lumps of clay.

DESCRIPTION OF THE MORE INTERESTING PLANT REMAINS AND REMARKS ON THE
 CONTEMPORANEOUS RANGE OF SOME SPECIES

The distribution of the species of higher plants in Poland is given on the strenght of the following publications: „Flora polska”, „Rośliny polskie” (Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1953), and the „Conspectus florum Lodziensis” (Mowszowicz 1961).

Gymnospermae

Cupressaceae

Juniperus sp. (pl. 8—10). Pollen in Ia, Ib, Ic, IIa, IIb, III, greatest quantity in III. Only a part of pollen grains of this genus has probably been identified. Juniper pollen is often cited from the Late-glacial period; it usually reaches its maximum values when passing from III to IV. According to van der Hammen (1952), the rise of the curve of juniper indicates a shifting of the polar boundary of the forest. The minimum appearing in some of the diagrams within the limits of the Younger Dryas period, Iversen (1954) relates to the thermic minimum of the period. At Witów, on the other hand, the maximum values for *Juniperus* are connected with the climatic minimum of the Younger Dryas.

Pinaceae

Pinus silvestris L. Pollen in all periods in quantities of 2,5 to 64%; from the middle of IIa to the middle of III, numerous short shoots of pine with bases of two needles, needles, 12 seeds without wings, 3 fragments of wings, cones and charcoal. The pollen of pine in periods Ia, Ib, and Ic, derives probably from long-distance transport.

*Angiospermae**Caryophyllaceae*

Gypsophila cf. *acutifolia* Fisch. (pl. 15). One seed in III. As a comparative material seeds of the species appearing in Poland have been used, i. e.: *G. altissima* L., *G. fastigiata* L., *G. muralis* L., *G. paniculata* Fisch., and *G. repens* L., as well as seeds of the species from adjacent territories, enumerated in „Flora polska”, i. e.: *G. glomerata* Pall., *G. acutifolia* Fisch., *G. collina* Stev., and *G. arenaria* W. K. The identified seed resembles in size only *G. repens*, *G. arenaria*, and *G. acutifolia* (pl. 18—20), and by the shape of its warts mostly approximates *G. acutifolia*. On the base of a single specimen it is difficult to exclude *G. arenaria*.

The range of *G. acutifolia* comprises East Europe; in Central and Western Europe this species appears only adventitiously (Hegi 1912). *G. arenaria* grows in SE Europe. The nearest present-time localities of both species have been quoted from Podolia (U.S.S.R.).

Gypsophila cf. *fastigiata* L. (pl. 13, 14, 16) pollen grains from, Ia, Ib, Ic, IIb, III, and IV, besides 1 seed from III.

Ceratophyllaceae

Ceratophyllum demersum L. (pl. 21—25). From Ib 4 fruits have been identified, one fragment of a stem with three whorls of partly preserved leaves, and numerous small fragments of leaves with setaceous hairs. Hairs of this type have also been found in samples from the top of Ia and from the bottom of Ic.

Ceratophyllum demersum is an almost cosmopolitan species which does not reach the Scandinavian countries in a continuous extent (Hegi 1912). Samuelsson (1934) includes it in the South Scandinavian species. The majority of present-time localities in Scandinavia are grouped southwards of the isotherm of July 15°C, while those situated furthest to the north, as well as fossil sites, do not transgress the isotherm of July 12°C. The majority of present-time stands with blooming or fruiting specimens are concentrated southwards of the July isotherm 16°C and in the northern direction from the isotherm 15°C only three localities are known to possess fruit-yielding specimens (Julin and Luther 1959). This is a thermophilous species and its extreme northern stations are generally considered to be relics from the Holocene climatic optimum (Samuelsson 1934; Godwin 1956). In Poland it is a common species although rare in the province of Łódź.

Chenopodiaceae

Polycnemum arvense L. (pl. 26). One seed in Ic; flatly lentil-shaped, surface covered with bluntly clipped warts circular in outline. This seed differs from *Polycnemum maius* by smaller dimensions (diameter 1,1 × 1,2 mm).

The general range of *Polycnemum arvense* comprises Central and Southern Europe, the Caucasian countries and Siberia (Hegi 1912). In Poland this species appears rarely in the whole lowland on sandy and gravelly places but very seldom in the province of Łódź. It is considered as belonging to the epökophyta, that is, to plants brought over in the historical period. The fact that its seed has been found in the Late-glacial time shows that it is an element of our flora at least since that period.

Cistaceae

Helianthemum sp. 61 pollen grains in Ia, Ib, Ic, IIa, and III. In the 23 grains that have been more accurately determined the majority (17 + 4?) belong to the type *H. nummularium* (pl. 29), 1 grain to *H. t. alpestre*, and 1 to *H. t. canum*. *H. t. alpestre*: the grain is narrow and differs from *H. oelandicum* by less distinct vallae and thicker columellae. In Poland *H. alpestre* appears on calcareous rocks in the Tatra Mountains. *H. t. canum*

(pl. 30): the grain is narrow, vallae less distinct than in *H. oelandicum*, columellae finer than in *H. alpestre*. *H. canum* is unknown on Polish territory.

Cyperaceae

Carex aquatilis Wahlenb. (pl. 33—36, 45, 46). In Ia 79 nutlets with utricles and 63 nutlets without, which probably belong to the same species. Characteristics of this species: 1. the utricle shows only two nerves situated on the margin 2. the purple cells are elongated and distributed, more or less regularly, over the whole surface of the utricle; 3. the cells of the epidermis are elongated and rectangular.

These nutlets are identical with those described by Firbas (1928) and Beug (1957).

Nutlets of this type, described either as *Carex* cf. *aquatilis* or as *C. aquatilis* or *C. rigida* Good. (= *C. bigelowii* Torr.), have been quoted from a number of localities of glacial flora connected with the Baltic glaciation in Europe (Firbas and Grahman 1928; Iversen 1954; Godwin 1956; Beug 1957). In Poland nutlets identified as *Carex aquatilis* or *rigida* have been described by Dyakowska (1939) from Ściejowice (Aurignacian interstadial = Brørup, acc. to Środoń 1960, 1961) and by Szafer (Klimaszewski, Szafer 1945) from the Dryas flora at Łęki Dolne (Baltic-glacial, acc. to Środoń 1960). I had the possibility of inspecting the specimens from Łęki Dolne (pl. 37, 47). On the basis of the shape and distribution of purple cells as well as of the shape of the epidermis cells of the utricle they can be referred to *C. aquatilis* and not to *C. rigida*. In *C. rigida*, the purple cells are more or less square or hexagonal and chiefly assembled at the top of the utricle (pl. 40, 41, 42). The remaining cells of the epidermis have a shape similar to the purple cells and are not so elongated as in *C. aquatilis*. The photographs and description given by Dyakowska (1939), do not supply sufficient evidence for deciding whether the specimens found by her at Ściejowice belong to *C. aquatilis* or to *C. rigida*. To *C. aquatilis* also belong some nutlets found in the Dryas flora from the Baltic glaciation at Ludwinów near Cracow (pl. 38: unpublished materials).

Nowadays *Carex aquatilis* appears in Great Britain, Scandinavia and in the northern part of the U.S.S.R. (Godwin 1956). In the limits of its range it is a common plant, able to form large communities in damp places, on margins of water reservoirs, and in shallow water. This species, which does not appear at present in Central Europe, was a frequent component of the arctic or subarctic flora on this territory during the last glaciation.

Cladium mariscus (L.) Pohl. (pl. 48, 49). In the period IIa three pollen grains of this species with a distinct narrowing at the one pole have been found.

It is a cosmopolitan species of a discontinuous distribution. It occurs in Western, Southern and Central Europe reaching in Poland the eastern limit of its compact European range (Czubiński 1950). This plant is considered here as a relic from the Holocene climatic optimum. Samuelsson (1934), regards *Cladium* as belonging to South-Scandinavian species that do not transgress towards the north the July isotherm 16°C.

Lately, Jalas and Okko (1951), describing its new and northernmost locality in Finland analysed the climatic requirements of this interesting plant. On the strength of information given by these authors the climatic requirements of *Cladium* can be considered as a proof that where it appears in large quantities the climate is not too cold and has a mean temperature of at least 16°C in July and about -4°C in January. Detached localities in regions with more severe winters have higher summer temperatures and probably milder microclimatic conditions.

In Poland *Cladium mariscus* has been quoted from the Late-glacial period by Makowa (1962), who found one fruit in Allerød sediments and numerous fruits in the Boreal period from Podbukowina in the area of the Sandomierz Basin.

Schoenoplectus lacustris (L.) Palla.: 16 fruits from I Ib and 4 from III. In Scandinavia this species does not pass northwards over the July isotherm 13°C (Samuelsson 1934), in the Alps it does not reach above the upper limit of the forest (Iversen 1954).

Empetraceae

Empetrum cf. *nigrum* L. (pl. 60, 61). Two halves of a fruit-stone in Ia. At present *E. nigrum* and *E. hermaphroditum* do not appear in Central Poland (fig. 5). A pollen of this species has been quoted from the Late-glacial period at Żuchowo (Oszast 1957), Osowa Góra (Ołtuszewski 1957), Siwe Bagno (Kępczyński 1958), Elżbiecin (Tobolski 1962), and at Mikołajki (Ralska-Jasiewiczowa, verbal information).

Halorrhagidaceae

Myriophyllum spicatum L. Single pollen grains in Ia, I Ib, III, and IV. Part of the grains with a less distinctly marked annulus has probably been included into *M. verticillatum*. In Ia moreover 11 fragments of scale leaves have been found such as appear on the lower part of the stalk of *M. spicatum* f. *squamosum* Laestad (pl. 51—54). This form is not known from Poland; according to Jessen (1949) it occurs in Scandinavia and Finland in more northern and higher position than *M. spicatum*.

Myriophyllum verticillatum L. Pollen in great quantities in Ia, singly in Ib and III. All pollen grains that lack distinct aspides have been included here. The curve probably comprises a part of pollen grains of *M. spicatum*.

Myriophyllum verticillatum, included by Samuelsson (1934) into the South-Scandinavian species, does not reach as far northwards as *M. spicatum*. All localities are situated southwards of the July isotherm 13°C and their majority is grouped southwards of 15°C (Hultén 1950). Hejny (1960) states that in Slovakia he has observed *M. verticillatum* at warmer habitats than *M. spicatum*.

Myriophyllum spicatum or *M. verticillatum* (pl. 55—58). 37 nuts from Ia and III. The majority have warts, some are smooth.

Nymphaeaceae

Nuphar cf. *pumilum* (Timm.) DC. (pl. 90). 1 seed in I Ib, dimensions 4,1 × 2,2 mm. *N. luteum* seeds are frequently somewhat bigger, broader in comparison to their length, and provided with a more distinct edge.

Nuphar pumilum is a continental Eurasiatic species of a northern distribution in Eurasia (Hultén 1950); in Europe it is ranked among the boreal-montane species. It is a Scandinavian ubiquitous plant that, however, does not cross the upper boundary of coniferous forests in the Scandinavian mountains (Samuelsson 1934). In Poland it is a rare species, appearing chiefly in the northern part of the lowland and is considered as a glacial relic of northern origin. It is not cited from the province of Łódź.

Plantaginaceae

Plantago t. *alpina* (pl. 64, 65). 5 pollen grains from Ia, Ib, and III. 5—6 pores with a distinct annulus.

Plantago cf. *maior* L.? 2 pollen grains from Ia and I Ib, pores with no annulus, verrucae finer and less distinct than at *P. media*.

Plantago maritima L. Single pollen grains in Ia, Ib, IIa, and III. Pores with no annulus, verrucae indistinct. This species appears in Poland on seaside meadows in Pomerania and in the environs of Ciechocinek. It is not quoted from the province of Łódź.

Plantago media L. (pl. 63). Single pollen grains in Ia, Ib, Ic, IIa, I Ib, and III; pores without an annulus, distinct verrucae.

Potamogetonaceae

Potamogeton alpinus Balb. (fig. 6: 1—5). 63 fruits in Ia, Ib, and III. Scandinavian ubiquitous plant (Samuelsson 1934); appears in Poland in scattered localities in the lowland; in the province of Łódź very rare. Regarded of, in Poland, as a glacial relic of northern origin (Szafer 1959).

Potamogeton filiformis Pers. (fig. 6: 15—16). 23 fruits from Ia, Ib, II, and III. Scandinavian ubiquitous plant (Samuelsson 1934); appears in northern and middle Poland but fossil localities show a considerably farther reach southwards.

Potamogeton obtusifolius Mert. et Koch. (fig. 6: 17—19). 65 fruits in Ia, Ib, IIb, and III. A species from the South-Scandinavian group (Samuelsson 1934). In Poland it appears in scattered localities in the lowland; in the province of Łódź very rare.

Potamogeton praelongus Wulfen (fig. 6: 20—21). 36 fruits from Ia-2, Ib, IIb, and III. Scandinavian ubiquitous plant (Samuelsson 1934) that, however, does not cross over the upper limit of the forest in the Alps and the northern one in Scandinavia and Canada (Iversen 1954). Appears all over Poland in scattered localities; in the province of Łódź very rare.

Potamogeton pusillus L. (fig. 6: 6—10). 22 fruits in Ia and IIb. Scandinavian ubiquitous plant (Samuelsson 1934), in Poland rather common in the lowland and in lower mountainous positions; in the province of Łódź rare.

Salicaceae

Salix cf. *arenaria* L. (pl. 73, 74). To this species probably belongs 1 leaf found in Ia. It has its stalk wholly preserved as well as the base of the leaf and a part of a lamina with the main nerve and a fragment of a leaf margin. Its dimensions are as follows: the length of the preserved fragment of the leaf with stalk amounts to 8,0 mm, the breadth of half of the lamina is of 1,7 mm, the length of the stalk is of 0,8 mm, the breadth of the stalk is of 1,2 mm at the bottom and 0,7 mm at the top. The lamina was probably of an elliptically-oblong or a narrow lanceolate shape (more than twice longer than broad). The base of the leaf is broad and rounded, the margin widely dentate. On one side 5 cardinal lateral nerves remained. The lamina and the stalk are on both sides covered with pretty long hairs.

From among the species of willows appearing at present in Poland the specimen from Witów resembles mostly *Salix arenaria* L. or *S. rosmarinifolia* L. but it differs from the latter by a wider base of the leaf and somewhat longer hairs (Pawłowski 1946). A comparison with the results of researches on Polish fossil willows made by Kucowa (1954) rendered it possible to eliminate all species studied by this authoress with the exception of *S. rosmarinifolia*. Kucowa identified *S. rosmarinifolia* from the Dryas flora at Starunia and Ludwinów. *S. arenaria* was not found by her. The anatomical structure of the epidermis does not exclude the possibility that the leaf from Witów belongs to *S. arenaria* (fig. 7). Superficial measurements of the length of 10 stomata gave the following results: present-time specimen 9,58—13,75 μ , 11,23 μ , on the average, fossil specimen 9,16—13,96 μ , 11,29 μ , on the average.

Salix arenaria is common in Poland on Baltic dunes but rare on midland dunes. *S. rosmarinifolia* appears commonly in the lowland on bogs, damp meadows and among brushwood.

Saxifragaceae

Ribes t. *alpinum* L. (pl. 68). 2 pollen grains in Ib and III; periporate, 6 pores surrounded by a strip of exine without tectum, psilate. *R. alpinum* appears in Poland in forests, brushwood and on rocks, in the lowland and in mountains reaching the subalpine region.

Ribes t. grossularia L. (pl. 69—71): 1 pollen grain from III. It has 6 pores arranged in pairs in three strips, each pair being surrounded by a common oval strip of exine with no tectum. *R. grossularia* appears in Poland in forests and bushes; it grows certainly wild in the Regio montana inferior (Regio Fageti) of Carpathian Mts., in the Sudetes and in the south-western part of the lowland, besides as an adventive or a run-wild species.

Scrophulariaceae

Pedicularis cf. *palustris* L. (pl. 80—84). 36 whole seeds and 11 fragments in Ia. They are strongly decayed, transparent, and flattened; some specimens have an elongated furrow. The determination of the species is based chiefly on details of the anatomical structure of the testa. As comparative material seeds of the following species appearing in Poland have been used: *P. palustris* L., *P. sudetica* Willd., *P. verticillata* L., *P. Hacquetii* Graf., *P. Hacquetii* var. *carpatica* (= *P. transilvanica* Schur.), *P. Oederi* Vahl., *P. silvatica* L., and *P. sceptrum-Carolinum* L. as well as seeds of *P. Kauffmanni* Pinz., cited in the „Rośliny polskie” as a species probably found in Poland, and *P. hirsuta* L. from Spitsbergen. I had at my disposal no *P. exaltata* Bess., an eastern species, noted in this country only in the Primeval Forest of Białowieża.

Two types of seeds could be distinguished among the above mentioned species:

1. the epidermis of the testa is loosely detached, it is thin and delicate and seems to be „too large” (*P. sceptrum-Carolinum*, *P. sudetica*, *P. Hacquetii*, *P. Hacquetii* var. *carpatica*, pl. 88),
2. the epidermis does not hang loosely: (a) it can, after a previous boiling, be taken off the seed as a thin, single layer (*P. verticillata*, *P. silvatica*, *P. hirsuta*, *P. Oederi*, *P. Kauffmanni*, pl. 87, 89), (b) after boiling the epidermis can be taken off only together with the underlying layer (*P. palustris*, pl. 85, 86).

The specimens from Witów belong to 2b. The shape of the cells of their epidermis and the development of the underlying layer are the same as in *P. palustris*. They differ from the present-time seeds of this species by much thinner cell walls. On some of the specimens from Witów, however, remains of thickenings of the cell walls can be seen (fig. 9, pl. 80), and it seems probable that in fossil material these thickenings have been destroyed.

Pedicularis sp. In the same sample from Ia in which seeds of *P. cf. palustris* had been found, numerous pollen grains of this genus (2.5%) have also been ascertained; dicolpate, psilate. This type of pollen grains is seen, among others, in *P. palustris*.

Typhaceae

Typha latifolia L. (pl. 75, 76). 1 tetrad in Ib, numerous pollen grains and a great many seeds similar to this species in IV. This is a South-Scandinavian species (Samuelsson 1934); the majority of its localities do not transgress the July isotherm 14°C in Scandinavia; three most northern localities in Norway do not transgress the July isotherm 13°C. This species requires for germinating a temperature of at least 15°C (Hejny 1960).

ANALYSIS OF REMAINS OF THE GENUS *BETULA*

Pollen of the birch has been found in all periods in quantities from 1 to 55%, reaching its highest average value in the birch phase of the Allerød. In samples from all periods macroscopic remains of birch: nutlets, fruit scales and leaves, have also been stated.

Macroscopic remains

482 nutlets and 131 scales belonging to 5 species of birch have been found at Witów and also more than 50 leaves of *Betula nana*. A list of nutlets and scales found in separate periods has been given in table I.

To identify the nutlets the shape-and-size-line method has been used. This method, described by Jentys-Szaferowa (1949 — 1951, 1959), was applied by Białobrzaska and Truchanowiczówna (1960) for the purpose of research-work on present-time and fossil nutlets and scales of the birch. Shape-lines were drawn in the first place for nutlets difficult to identify without the application of this method. On the whole shape-lines were drawn for 101 nutlets but only some more interesting graphs have been included in this paper.

To plot the shape-line the examined nutlets were drawn at first in a fourfold enlargement with the aid of a photographic magnifier and then measurements were executed on the drawings with a precision of 0.1 mm. The following characteristics have been measured or calculated (fig. 10):

1. length of the nutlet (aa),
2. width of the nutlet (bb),
3. proportion of its length to its width (aa : bb),
4. apical angle of the nutlet ($\angle \alpha$),
5. basal angle of the nutlet ($\angle \beta$),
6. position of the widest part of the nutlet rated in length per cent $\left(\frac{dd \times 100}{aa} \right)$,
7. width of the whole fruit (cc),
8. relation of the width of the wing to the width of the nutlet (cf : bb),
9. angle of the upper edge of the wing and the main axis ($\angle \gamma$),
10. angle of the lower edge of the wing and the main axis ($\angle \delta$),
11. position of the upper edge of the wing in length per cent of the nutlet $\left(\frac{xy \times 100}{aa} \right)$.

The results of measurements are presented in table II. The fossil nutlets were compared with the present ones by dividing in each case the values of features of fossil nutlets by the corresponding values of features of present-time nutlets. The results of these comparisons have been presented on diagrams. Data pertaining to present-time nutlets derive from tables in the paper of Białobrzaska and Truchanowiczówna (1960). For comparison general samples of the given species have been mostly used, but when identifying *Betula humilis* a local sample has been applied besides.

Betula verrucosa Ehrh. (pl. 91—94). 9 scales from III, 2 scales from IIa or an older period (determined by Truchanowiczówna 1960) and 1 nutlet from IV. I cannot exclude that 9 other nutlets from the periods Ib, Ic, and III may belong to this species. In table I they are quoted as *B. verrucosa*?. Figure 11 shows the shape-line of one of these nutlets from Ic. Although it differs from *B. verrucosa* by an unusually broad basal angle (feature 5), it resembles this species mostly by the width of its fruit (feature 7) and the forward protrusion of its wings (features 9 and 11). Two scales identified by Truchanowiczówna come from another exposure on the same dune. Their age has formerly

been mistakenly determined as Holocene. On the basis of pollen spectra they can be said to derive from the birch-phase of the Allerød or from an even older period.

Betula pubescens Ehrh. (pl. 95—99). 29 scales and 80 nutlets from Ib, Ic, II, and III. For 3 nutlets — 2 from the Allerød and 1 from the Bølling period — shape-lines have been drawn. One Allerød nutlet (fig. 12) has a shape very characteristic for *B. pubescens* and its shape-line runs almost identically to the shape-line of contemporaneous fruits of this species. The other Allerød nutlet (fig. 13) approaches in size *B. tortuosa* (features 1 and 2) and differs from this species by more forward protruding wings (features 9 and 11). The shape-line of this nutlet resembles most *B. pubescens*. The shape-line of the Bølling nutlet (fig. 14) also indicates that it belongs to *B. pubescens*.

Betula tortuosa Ledeb. or *B. carpatica* W. et Kit. (pl. 100—104). 48 nutlets and 49 scales from Ic, II, and III. The nutlets are generally larger than those of *B. pubescens*, they have narrower wings, usually not protruding beyond the apex of the nutlet. The scales are also larger than the scales of *B. pubescens*; they have a broader base and lateral lobes curving more upwards. The difference between contemporary scales and nutlets of *B. tortuosa* and *B. carpatica* is so insignificant that it was impossible to decide to which of these species they belong. Figs. 15—19 show diagrams of shape-lines of 15 nutlets. The lines resemble *B. tortuosa* as well as *B. carpatica* or perhaps slightly more *B. tortuosa*. Only 4 nutlets from the Allerød are more like *B. carpatica*, being a little shorter in relation to their width than the nutlets of *B. tortuosa*.

The range of *Betula tortuosa* comprises South Greenland, Iceland and Northern Europe, where this species forms the polar limit of the forest (Firbas 1949; Hultén 1958). This species of birch does not grow in Poland. *B. carpatica* appears in the mountains of Central Europe (Jentys-Szaferowa 1950); in Poland it is quoted from the Tatra Mts. and the Sudetes.

Betula humilis Schrank. (pl. 105, 106). 74 nutlets and probably 1 scale from Ia, Ib, Ic, II, and III. Figure 20 shows a shape-line drawn on the basis of average feature values of 50 fossil nutlets from Ia. For measurements narrow nutlets were selected that at first sight might belong to *B. nana* or *B. humilis*. The shape-line of these 'nutlets is similar to the shape-line of present-time nutlets of *B. humilis* (fig. 20, II, IV, VI) and differs from the shape-line of *B. nana* by the value of the angle of its base (feature 5, fig. 20, I). In table III the values of the basal angle ($\angle\beta$) of contemporary *B. humilis* and *B. nana* nutlets as well as of fossil nutlets from Witów have been listed. As results from this comparison such an angle of the base as that appearing in Witovian fossil nutlets can be seen in contemporaneous specimens of both *B. nana* and *B. humilis* but the mean value approaches that of *B. humilis*. In the material of Białobrzaska and Truchanowiczówna comprising 600 nutlets of *B. humilis* and 500 nutlets of *B. nana* such a basal angle (53°) as that of fossil specimens, and also a smaller one, could be found in 73% of *B. humilis* nutlets and 21% of *B. nana* nutlets. To ascertain whether nutlets from the Oldest Dryas period from Witów could represent some population of *B. nana* with an outstandingly narrow basal angle, they were compared with nutlets of *B. nana* from Tromsø (Norway), which distinguished themselves from all samples examined by Białobrzaska by the narrowest angle of the base. The diagram (fig. 20, V, VI) shows that the shape-line of the fossil nutlets more resembles the shape-line of *B. humilis* than the shape-line of *B. nana* from Tromsø. The Tromsø nutlets are a little narrower (fig. 20, V). It seems, therefore, that the nutlets in question probably belong to *B. humilis* rather than to *B. nana*.

Shape-lines for 5 nutlets without the wings from the periods Ic and II have also been

drawn. In all cases the shape-lines of fossil nutlets resemble *B. humilis* rather than *B. nana* (figs. 21, 22).

Betula humilis is a Boreal-Euro-Siberian species (Pawłowska 1959); its south-eastern boundary in Europe crosses Poland from the north-west to the south-east (Kępczyński 1956). Isolated localities appear in greater quantities on the Alpine highlands (Firbas 1949). It does not grow in the Arctic. In Poland, besides its compact range, this species has been quoted from the Primeval Forest of Niepołomice, where it is extinct, and from Pakosław near Radom. In the province of Łódź it has not been noted. It is, in Poland, a glacial relic, the fossil remains of which are known from a number of floras deriving from the Baltic glaciation (Czubiński 1950; Środoń 1952).

Betula nana L. (pl. 107—109). 118 nutlets from Ia, Ib, Iib, and III. 6 scales from Ia, 6 whole leaves from Ia, and 48 larger ones as well as a number of small fragments from Ia and III.

Betula nana is an Arctic-Boreal species, whose south boundary in Europe runs through Scotland, the southern part of the Scandinavian peninsula, and the northern part of the U.S.S.R. There are three localities known in Poland at present: one in the lowland at Linie near Chelmno and two in the Sudetes. Fossil remains have been cited from a number of Glacial and Late-glacial floras (Środoń 1959).

Birch pollen

Measurements of birch pollen have been carried out in two series by using two different scales and applying a somewhat different method of preparing the material. The difference consisted in that the samples of series I have not been boiled in KOH after acetolysis nor stained in contrast to the samples of series II. Within each series all samples have been prepared in an identical way, without use of HCl, except sample No 13, which has been exposed to the action of hydrochloric acid. The manner of preparing the material has already been described on page 385. The pollen grains were measured during the first three days after the sample had been prepared. Results are given in table IV. In series I measurements have been taken in six samples from Ia by means of a micrometer, the smallest distance between the scale-lines equalling $2,85 \mu$ at a $600 \times$ magnification. In each sample 100 pollen grains were measured. The results are presented in the diagram (fig. 23) by a dashed line. In series II, the grains have been measured in 8 samples from periods Ia, Ib, Ic, IIa, III, and IV with a precise micrometrical ocular whose smallest distance between two scale-lines amounts to $0,21 \mu$ at $600 \times$ magnification. In this series, too, 100 pollen grains were measured in each sample. The results of measurements of series II are given in the same diagram (fig. 23) by continuous line. In series II a division into classes every 13 scale-lines was adopted i.e. every $2,7 \mu$ and thus a class interval was obtained similar to that in the I-st series of measurements, where it amounted to $2,85 \mu$. In one sample only (No 2) measurements were carried out by means of both

scales. This resulted in two curves of a similar shape, the peaks of which are shifted in relation to each other by one class. In series I the most frequent size is of $25,4 \mu$ and of $28,1 \mu$ in series II. This difference can probably be ascribed to the different manner of preparing samples and to the use of a not very accurate scale in series I. The difference is, however, not so essential as to render impossible a comparison of the results of both series of measurements. It must only be remembered that the diagrams of series I are somehow „artificially shifted” one class to the left in comparison with the diagrams of series II.

The dimensions of all pollen grains from Witów oscillate from 20 to 46μ i.e. in the limites of 26μ . A comparison with dimensions of contemporaneous pollen grains of *Betula nana*, *B. humilis*, *B. verrucosa*, *B. pubescens*, and *B. tortuosa* (tabl. V) permits to state that the largest pollen grains from Witów are larger than the largest ones quoted by Eneroth (1951). This can be explained by the method applied at Witów: KOH + acetolysis (compare with the experiments of Brorson-Christensen 1946, on *Corylus* pollen). The size variability of the Witovian pollen (26μ) is also slightly bigger than that of Eneroth (22μ), it seems probable therefore that the size curves of Witów pollen grains represent five species of birch-trees as ascertained in the macroscopic remains.

In the Witovian diagrams three curve peaks appear: at $28,1 \mu$, $30,8 \mu$, and $33,5 \mu$. The presence of five species being probable, the possibility of many combinations exists and it would be difficult to determine which taxa the separate peaks represent. The choice of one interpretation or another was decided by the macroscopic remains that had been found as well as by the general character of the vegetation in different periods. The chart for the lowest sample, showing the size variability of the *Betula nana* pollen with a possible addition of *B. humilis* can be used as a constant point of reference.

Description of the curves (fig. 23, p. 305):

Series I

Oldest Dryas, Ia-1, sample No 2. Strongly sandy moss-peat; one-peaked curve represents one or two species of similar dimensions. Interpretation: a mixture of *B. nana* and *B. humilis* pollen with a preponderance of *B. nana*. Sample No 3. Sand with addition of humus substances and sample No 4, strongly sandy moss-peat; one-peaked curves with a greater amount of pollen of larger size than in sample No 2. Interpretation: pollen of *B. nana* predominating, probably a small addition of *B. pubescens* and *B. verrucosa* from long-distance transport.

Oldest Dryas, Ia-2, samples No 5 and 6. Strongly sandy gyttja; the peak of the curve shifted by one class in comparison with samples from the previous phase of period Ia. Interpretation: the preponderance of the pollen of *B. pubescens* and *B. verrucosa* over the pollen of *B. nana* begins, pollen of tree-birch from long-distance transport. Sample No 7. Sandy, calcareous gyttja; the peak shifted by one class in comparison with the curve from sample No 2. Interpretation: pollen of *B. pubescens* and *B. verrucosa* predominates over the pollen of *B. nana*.

Series II

Oldest Dryas, Ia-1, sample No 2, as in series I.

Bølling, sample No 8. Strongly sandy, calcareous gyttja; two-peaked curve, predominance of larger grains in comparison with samples No 2 and 7. Interpretation: great predominance of pollen from the section *albae* over the pollen of *B. nana*; probably *B. pubescens*, *B. verrucosa*, and in minor quantities, *B. tortuosa*.

Older Dryas, sample No 13. Strongly sandy, calcareous gyttja; one-peaked curve, diminution of the share of the largest grains in comparison with sample No 8, the peak shifted, however, in the direction of the larger grains compared with sample No 2. Interpretation: probably predominates pollen of *B. verrucosa* deriving from distant transport.

Allerød, birch-phase, sample No 18. Strongly sandy gyttja; one-peaked curve, similar to the curve from the Older Dryas: differs by a somewhat greater amount of larger grains. Interpretation: *B. verrucosa* predominating, a little more than previously of *B. pubescens*.

Younger Dryas, III-1, sample No 34. Strongly sandy gyttja; curve with no distinct peak; in comparison with the sample from the Allerød a greater amount of larger and smaller grains. Interpretation: a considerable decrease of *B. verrucosa* pollen in favour of *B. pubescens*, *B. tortuosa*, and *B. nana*.

Younger Dryas, decline of phase III-2, samples Nos 46 and 47. Dune sand with a very small addition of gyttja; one-peaked curves, diminution of the largest grains. Interpretation: preponderance of *B. verrucosa* pollen, *B. nana* and *B. pubescens* present.

Preboreal period, sample No 50. Sand with a great addition of gyttja; two-peaked curve, increase of the amount of the smallest grains. Interpretation: a mixture of *B. nana* and *B. verrucosa* pollen in approximately equal quantities.

BASES OF THE STRATIGRAPHIC DIVISION OF POLLEN DIAGRAMS

According to the division of the Late-glacial period given by Jessen (1935) and Iversen (1942), five pollen zones have been distinguished in

the diagrams from Witów: Oldest Dryas (Ia), Bølling (Ib), Older Dryas (Ic), Allerød (II), and Younger Dryas (III). Special attention has been given to the climatic change appearing before the first rise of the birch curve. An attempt has been made to prove that the oldest period in the diagrams can be divided into two phases: the older one, Ia-1, with a cooler flora and the younger one, Ia-2, which is warmer. In this manner the division of van der Hammen (1952, 1957) has been referred to which differs from the Danish zonation by a shift of the lower limit of the Bølling period (tabl. VI). The designation „Bølling” has, however, always been used in the meaning given by Iversen, i.e. for the definition of the period in the development of vegetation beginning with the culmination of the birch older than the Allerød.

ROLE OF REBEDDED POLLEN
AND OF POLLEN DERIVED FROM LONG-DISTANCE TRANSPORT

Small quantities of pollen grains of *Abies*, *Acer*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus*, *Ilex*, *Loranthaceae*, *Picea*, *Pinus* t. *haploxylon*, *Quercus*, *Tilia*, *Tsuga*, and *Ulmus* stated in the Late-glacial from Witów appear there in a secondary bed. The total of thermophilous trees reaches its highest value of 2,84% in the Oldest Dryas period and in the remaining periods it does not exceed 0,5% in relation to the total AP + NAP. The maximum percentage values of thermophilous trees ascertained in periods Ia to IV have been listed in table VII, at which all diagrams from the dune area elaborated by myself as well as diagram III worked out by Szczepańek have been taken into account. It appears from this list that: 1. all thermophilous trees are slightly more abundant in the Oldest Dryas period but in subsequent periods, if they occur, their number is smaller and more or less constant, 2. in the Oldest Dryas period more genera of thermophilous trees appear (9) than in the pine phase of the Allerød period (4) with approximately the same number of counted tree pollen grains from both periods. The pollen of Witovian thermophilous trees is, therefore, not related to periods of a warmer climate, on the contrary, it appears then in lesser quantities. Its quantity decreases together with the reduction of the admixture of mineral material in the sediment. The behaviour of pollen of thermophilous trees in the diagrams from Witów allows to draw the conclusion that these trees did not appear in the Witów area during the whole Late-glacial period. The presence of such forms as *Tsuga*, the exotic type *Loranthaceae*, *Ilex* and *Hystrix* in periods Ia, Ib and IIa in comparison with the character of the sediment always containing lesser or greater addition of sand or clay, indicates the possibility of pollu-

tion by some older material. The origin of this material has not been explained, but the sandy and clayey deposits that cover the slopes of the Warsaw-Berlin pradolina have probably been its source. For orientative purposes a pollen analysis was carried out of one sample of sandy clay that had been ascertained in boring VI on the dune at the depth of 725 cm (tabl. VIII, groups A and B according to Iversen 1936). This spectrum comprises all thermophilous elements that appear in the secondary bed in the Late-glacial from Witów, with the exception of *Fagus* and *Carpinus*. The proportion of pollen from group A to that from group B equals 1 : 2. Considering that the pollen from group A appears in the Late-glacial from Witów only in an insignificant quantity, it can be presumed that in group B, the rebedded pollen also plays only a small part and does not deform the true picture of the vegetation shown in the diagrams.

The case of pollen deriving from long-distance transport is somewhat different. Probably almost all pollen of pine in periods Ia, Ib and Ic originates from long-distance transport. The curve for pine pollen in these periods shows great oscillations at low mean values: Ia — 14%, Ib — 12%, and Ic — 21%. The share of pine in the Allerød increases distinctly and attains mean values in IIa — 36%, in IIb — 57%. Not earlier than at the beginning of the birch phase of the Allerød period does pine pollen represent trees growing in the Witovian region. The transport of pine pollen probably played again a certain role in the Younger Dryas period.

DESCRIPTION OF THE LATE-GLACIAL VEGETATION

Oldest Dryas time, Ia

The Oldest Dryas has been ascertained in the dune at five points marked on the plan by numbers I, II, III, IV, V. In all profiles the sediment is a slightly humified, sandy moss-peat, which passes towards the top into a fine-grained sand with an addition of gyttja.

As characteristic features of the Oldest Dryas period in the pollen diagrams from Witów a great share of pollen of herbaceous plants (41—93%, 72% on the average), a low percentage of birch (0,8—20%, 9% on the average) and pine (2,5—35%, 12% on the average), a rather large amount of willow (0,2-21%, 6% on the average), as well as maximum values of *Hippophaë* at the decline of that period (up to 7%) should be mentioned. The pollen of pine derives probably from long-distance transport.

The vegetational landscape during the whole Oldest Dryas period had the character of a treeless tundra. In the development of the vegetation

of that period two phases can be distinguished; the older one, Ia-1, comprising the period before the continuous curve of *Hippophaë*, and the younger one, Ia-2, from this moment until the rise of the birch curve at the opening of the Bølling period. The macroscopic remains as well as the pollen spectra from both these periods show pictures of vegetation of a somewhat different character. It seems probable that these differences express not only the changes of edaphic factors of the habitat caused by the rise of the water level in the lake but they are also linked with an improvement of climatic conditions in the younger phase (compare p. 410—411). The floristic differences between both these phases are illustrated in tables IX, X and XIX.

In the older phase the dominating part was played by plants growing on damp places, while in the younger phase the amount of aquatic plants and plants growing on dry places increased (tabl. IX). Among the aquatic flora in the older subperiod the dominating part was played by ubiquitous species in the sense of Samuelsson (1934), in the younger one, however, by South-Scandinavian species (tabl. XIX). Communities of dry places — although in both phases they appeared in a more or less identical qualitative composition — differed by a larger proportional share of *Hippophaë* and *Artemisia* in the younger phase (tabl. X). The most essential change in the composition of the vegetation growing on damp places was the decrease of the quantities of *Betula nana* and *Carex aquatilis* in the younger phase (tabl. X).

The older phase, Ia-1. In this phase the area comprised by the borings at Witów represented a far-stretching bog overgrown by the thickets of willow, *Betula nana*, and, probably, *B. humilis*. Among herbaceous plants sedges, above all *Carex aquatilis*, played a predominant part. Besides them *Comarum palustre*, *Parnassia palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Stellaria palustris*, *Pedicularis* cf. *palustris*, *Empetrum* cf. *nigrum*, and *Ranunculus flammula* can be mentioned. The bog was situated on the margin of the lake (or of some small water reservoirs) in which communities of *Chara* sp., *Batrachium* sp., *Potamogeton alpinus*, *P. filiformis*, *P. pusillus*, *Utricularia* sp., *Myriophyllum spicatum* and *M. verticillatum* appeared. The last of the enumerated species reached its maximum values during transition into the younger phase. On dry and sandy spots open stretches of steppe vegetation with *Artemisia*, *Armeria*, *Ephedra*, *Juniperus*, and *Gypsophila* cf. *fastigiata* developed.

The younger phase, Ia-2. During the transition into the younger phase of the Oldest Dryas period a rise of the water level in the reservoir took place. This can be proved by the fact that the moss-peat was covered with a sheet of sandy gyttja. The rise of the water level brought about

an inundation of the bog but it did not, or only to an insignificant degree, cover the drier, sandy area. This is indicated by a decrease in the quantity of identified plants growing on damp places as well as by a greater number of aquatics and plants growing on dry places (tabl. IX). The inundation of the bog caused a considerable restriction of the habitats of *Betula nana* and *B. humilis* as well as of *Carex aquatilis*. The list of water-plants increased by new species and some of the previously ascertained ones appeared now in a greater quantity. Thus *Potamogeton alpinus*, *P. filiformis*, and *Myriophyllum spicatum* were found in greater numbers and new species like *Ceratophyllum demersum* (hairs only!), *Nymphaea* sp., *Potamogeton obtusifolius*, *P. praelongus*, and *P. perfoliatus*? appeared. In comparison with the preceding period the vegetation growing on dry places was represented more abundantly. Many new forms did not appear but some of those already present in the older phase now reached their higher values. *Hippophaë* and *Artemisia* ought to be mentioned here in the first place.

In all the diagrams from Witów, values of *Artemisia* in the basal samples of the Oldest Drays period are relatively low (0,12—1,9%), they increase towards the decline of Ia-1 or in the limits of Ia-2 and the curve reaches higher values, for the first time, in the younger phase of the Oldest Dryas period, simultaneously with those of *Hippophaë* or a little earlier. *Hippophaë* has been found in the older phase in all the diagrams as single pollen grains only, in the younger phase it forms a continuous curve, which in that period, reaches its maximum rise. From that period, moreover, hairs of the buckthorn originate.

In the younger phase the share of birch in the pollen diagrams is more constant than in the preceding period. It now amounts to 13—19%, 15% on the average, while in the older phase it oscillates from 0,8—20%, attaining 9% on the average. Measurements of birch pollen show that in that period larger pollen grains played an increasing part (fig. 23), attaining a decided preponderance over the small ones at the beginning of the Bølling time. It seems probable that while in period Ia-1 the pollen rain contained exclusively or almost exclusively pollen of the dwarf-birch growing on the bog, pollen of *Betula pubescens* appeared in an ever greater quantity in period Ia-2. It derived from transport from the gradually approaching areas dominated by the tree-birch. Period Ia-2 was consequently a period during which the northern boundary of trees formed by *B. pubescens* shifted in the direction of Witów. This birch did, however, not invade larger territories around Witów until the beginning of Bølling time; this is expressed in the diagram by an increase of the birch curve at the opening of that period.

Bølling time, Ib

The Bølling period has been stated at four points: I, II, III, IV. At that time a layer of strongly sandy gyttja was formed, containing an admixture of chalk in profile I.

In the pollen diagrams this period is accentuated by a rise of the birch curve (23—52%, 34% on the average) and a decrease of the curve of herbaceous plants (27—68%, 48% on the average), mainly *Cyperaceae*. The presence of *Betula pubescens* nutlets and a distinct preponderance of large pollen grains of *Betula* prove the domination of that species among birch-trees. The presence of *B. verrucosa* seems probable. The share of pine oscillates from 2,35% to 41%, the average equalling 12%. Most probably *Populus tremula* appeared.

When comparing the quantities of birch, pine, and NAP recorded at Witów in the period Ib with the contemporaneous surface spectra from various vegetational zones (tabl. XI), it can be assumed that in the environment of Witów during the Bølling time open park-like birch forests appeared without an admixture of pine. Communities of heliophytes with *Hippophaë*, *Artemisia*, *Helianthemum*, and *Ephedra* continued to play an important part in the landscape.

The local vegetation of Witów itself, if we overlook the appearance of *Betula pubescens*, did not in substance change its character when compared with the preceding period. As in the younger phase of the Oldest Dryas aquatics and plants growing on dry places appeared in larger quantities than plants growing on damp places (tabl. IX and XII). Judging from this, as well as from the character of the sediment (gyttja), the water level in the lake was not subjected to greater changes in that period. A certain transformation took, however, place in the composition of the aquatics. The in Ia-2 predominant species from the Scandinavian ubiquitous group were replaced by South-Scandinavian species (tabl. XIX).

Older Dryas time, Ic

The Older Dryas period has been ascertained in the profiles I, II. In profile I sandy gyttja appears during the whole period. In profile II the lowest layer of sandy gyttja is overlaid by a series of obliquely stratified sand of the older dune.

In the pollen diagrams the Older Dryas period distinguishes itself by a rise of the curve of herbaceous plants (22—60%) as well as by variable share of birch (14—55%, 28% on the average) and pine (11—37%, 21% on the average). The birch curve from that period probably comprises

pollen of *Betula verrucosa* deriving from long-distance transport and, in a lesser degree pollen, of *B. nana*, *B. pubescens*, and *B. tortuosa*. The presence of the last two species is supported by the finding of fruits. Long-distance transport may also be the source of pine pollen.

The list of plants identified from the Older Dryas time includes approximately as many forms as had been found in the Bølling period. The mutual relation between the separate ecological groups changed, however; the number of aquatic plants decreased and plants growing on sandy places became the dominating group (tabl. IX and XIII). This rise concerned only the increase of the quantity of identified taxa; the percentual participation in the diagrams of plants of this group, especially of *Hippophaë* and *Artemisia* decreased. The scanty flora of aquatic plants hardly contained any thermophilous forms that had appeared in the Bølling period.

The Older Dryas vegetation was probably of a park-tundra character with small groups of *Betula pubescens* and *B. cf. tortuosa*. On the dunes and sandy fields open stretches of communities with *Hippophaë*, *Artemisia*, *Ephedra*, *Gypsophila*, cf. *fastigiata*, *Juniperus*, *Rumex acetosella* and *Polygonum arvense* developed. In damp places *B. nana* and *B. cf. humilis* appeared. *Selaginella* was abundantly represented. In the Older Dryas period a lowering of the water level in the lake took place and the dune shifted to the margin of the lake.

Allerød time, II

The birch phase of the Allerød, IIa, has been established by means of pollen analysis in profiles I and II. In profile I the sediment from this period consists of sandy gyttja in which the amount of sand diminishes towards the top. In profile II it is sand with a small admixture of gyttja forming the top of the older dune.

In pollen diagrams this period is characterized by a rise of the curves, at first of birch (15—48%, 37% on the average), then of pine (26—60%, 36% on the average) as well as by a decrease of the share of herbaceous plants (24% on the average) and of buckthorn. At the decline of this period pine-needles appear in the sediment.

In the first Allerød phase (IIa) in the region of Witów birch-pine forests dominated in which the amount of pine increased towards its decline. The birch that constituted a part of these forests was probably *Betula verrucosa* (compare the diagram of pollen grains size), but on damp, and peaty places there occurred *B. pubescens*, *B. cf. tortuosa*, *B. cf. humilis* and probably *B. nana*. Concluding from the list of identified forms, the floristic composition of herbaceous plant communities did not undergo

any essential changes in comparison with the Older Dryas period (tabl. IX and XIV). The small density of the forests made possible a growth of heliophytes (*Artemisia*, *Hippophaë*, *Ephedra*, *Juniperus*), which played, however, a smaller part in the landscape than in previous periods.

The water level in the lake was relatively low, more or less the same as in the Older Dryas period.

The pine phase of the Allerød time, IIb, has been ascertained in profiles I, II and IV. In profile I gyttja is present in this period. In profile II there appears sand with an admixture of humus substances covered by a thin layer of peat; in the peat and sand pine-cones, charcoal, and pieces of pine wood occur. The sediment in profile IV is of a similar character.

In the pollen diagrams this period is characterized by maximum values of pine (52—64%, 57% on the average), a decrease of the share of birch (22—38%, 26% on the average), and a diminution of the curve for herbaceous plants (9—19%, 14% on the average). The fall of the NAP curve is the result of a decrease in the percentual ratio of almost all herbaceous plants, it becomes, however, mostly apparent in the lesser quantity of heliophytes growing on sandy sites. The continuous curve for *Hippophaë* and *Selaginella* is interrupted. Only *Filipendula* now reaches its highest values in the whole Late-glacial time and forms a continuous curve from the beginning of this period.

In the phase IIb there developed in the region of Witów pine forests (tabl. XI) with *Arctostaphylos uva ursi* in the herb-layer, and possibly with addition of *Betula verrucosa*. On the peaty shore of the lake *B. nana*, *B. pubescens*, and probably *B. humilis* and *B. tortuosa* remained. Small, unforested, sandy areas were covered by communities of *Juniperus*, *Hippophaë*, *Gypsophila* cf. *fastigiata*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, and *Caryophyllaceae*. Among the aquatics, besides species known from the preceding periods, *Schoenoplectus lacustris* and *Nuphar* cf. *pumilum* appeared (tabl. XV).

The water level in the lake was higher than in the birch phase; this is proved by an admixture of gyttja in the peaty sediment unveiled in profile II at the depth of 6—11 cm below „O” and by a rise in the quantity of aquatics (tabl. XV).

Younger Dryas time, III

The Younger Dryas has been ascertained palynologically in profile I and its lowermost part in profile II. In profile I there occurs gyttja with an admixture of sand increasing towards the top, covered by the slantingly stratified sand of the younger dune. In profile II, above a thin layer of

gyttja, a series of slantingly stratified sand is to be found, the same as in profile I.

The Younger Dryas period is characterized by a lower than in the optimum of the Allerød proportional share of pine (29—53%, 42% on the average) and a greater participation of herbaceous plants (18—56%, 31% on the average). The values of birch remain more or less on the same level as in period IIb (13—32%, 24% on the average). The increase of the amount of herbaceous plants applies above all to heliophytes growing on sandy places (tabl. XVI). In the Younger Dryas the highest values are attained by *Artemisia* (up to 14%), *Juniperus* (up to 15%), *Chenopodiaceae* (up to 1.5%), and *Gramineae* (up to 24%). Pine-needles and birch-fruits from the *sectio albae* indicate the presence of those trees, at least in the older phase of that period.

The vegetation of the Younger Dryas period was probably of a park-tundra character, where steppe-like communities with dominating *Artemisia* species played a prevailing role.

In the development of plant communities of the Younger Dryas time two phases can be indicated. The older phase, III-1, comprises the time from the decline of the Allerød period till the attainment of maximum values by the curve of herbaceous plants. In this phase the pine, *Betula verrucosa*, *B. pubescens*, *B. cf. tortuosa*, *B. nana*, and *B. cf. humilis* survived in the near vicinity of the lake, as proved by the macroscopic remains. Measurements of birch pollen indicate an increase of the share of *B. pubescens* + *tortuosa* and *B. nana* and a diminution of *B. verrucosa* in comparison with period IIa. The vegetation of this period is represented in the fossil material by 80 identified forms, among which the largest group is that of plants growing on dry, sandy places. The flora of aquatic and swamp plants is also abundant, a fact connected with a rise of the water level at the beginning of that period. This is demonstrated by the covering of the peat layer in profile II with a layer of gyttja.

The younger phase, III-2, opens with a decline of the pine and birch curves and a rise of *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Gramineae*, willow, and juniper. Fewer forms have decidedly been recorded from this period than from period III-1 (tabl. XVII), especially have few macroscopic remains been preserved. Aquatics occurred in very small quantities. The predominant group as in the preceding period, is formed of plants from sandy places but many forms, that had been stated in the first phase of the Younger Dryas time are now missing. *Hippophaë* and *Ephedra* among others, do not appear in that period. In the composition of birch pollen a change takes place consisting in a diminution of the share of the largest grains. This may, partly at least, have been due to a restriction of the bog area.

The question arises whether the differences in the composition of the vegetation of the two Younger Dryas phases are only the result of the local changes of the habitats or are they connected with the general climate.

The transition from the older phase of the Younger Dryas period to the younger one is connected with a substantial decrease of gyttja admixture in the slantingly stratified dune sand. The younger phase thus constitutes the period of the maximum transgression of the dune on the shore of the lake, and consequently it is a period of the maximum local development of the dune vegetation, into which, besides *Artemisia*, *Juniperus*, and *Chenopodiaceae*, grasses can also be included. Thus the change in the picture of the vegetation at the onset of III-2 could have been partly produced by change in the local conditions of the habitat. If we however consider (1) that the change of the sediment in the transition from III-1 to III-2 only consist in a decrease of gyttja admixture in the dune sand appearing in the profile since the middle of subperiod III-1 and, (2) that the formation of the dune and its expansion indicate the presence of an open vegetational covering — it seems very probable that the transition from the older phase to the younger one could have been contemporaneous with the climatic minimum of the Younger Dryas period. Then Witów could possibly have found itself for a short time beyond the northern limit of *Pinus silvestris* and *Betula verrucosa*.

Pre-Boreal time, IV

The beginning of the Pre-Boreal period has been stated in three uppermost samples of diagram I. Lowermost sandy gyttja appears terminating the series of slantingly stratified sand of the younger dune. At the top there is a level of humus substance with an admixture of sand and charcoal.

The transition to the Holocene period is distinguished in the pollen diagram by a large share of pine (47—63%, 54% on the average) and poplar (up to 1,5%), and a fall of the total of herbaceous plants (16—26%, 19% on the average), first of all of the heliophytes. On the other hand, the curves for *Filipendula*, *Polypodiaceae*, and *Typha latifolia* (numerous seeds) rise. The birch values remain more or less on the same level as in the pine phase of the Allerød and Younger Dryas periods (20—28%, 26% on the average). There follows a substantial rise of tree-pollen frequency.

The Holocene succession of vegetation in the environments of Witów opened with the development of pine forests with an addition of *Betula verrucosa*. On the bog that surrounded the lake *B. nana* occurred. The

share of aquatics, especially of swamp plants, increased (tabl. XVIII). At the Younger Dryas/Holocene transition an insignificant and short-lived rise of the water level in the lake took place (compare the sediment).

CLIMATE OF THE LATE-GLACIAL PERIOD IN THE ENVIRONS OF WITÓW. THE ROLE OF WATER-PLANTS AS CLIMATE INDICATORS

The remains of aquatic plants found at Witów in quite large quantities, especially in the horizons from the Oldest Dryas and Bølling periods, have provided interesting data for the climatic characteristic of the early stages of the Late-glacial.

From among 21 forms of aquatics found in those periods, only 12 have been identified accurately enough for their climatic requirements to be mentioned. These are: *Potamogeton alpinus*, *P. pusillus*, *P. filiformis*, *P. obtusifolius*, *P. praelongus*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Hippuris vulgaris*, *Nymphaea* sp., *Ceratophyllum demersum*, *Typha latifolia*, and *Sagittaria* cf. *sagittifolia*. Table XIX presents a list of these species in two groups. Group A comprises the ubiquitous species in the sense of Samuelsson (1934), group B the South-Scandinavian species and those from other Samuelsson's groups that do not cross, or rarely transgress the northern, respectively the upper, boundary of forest. It results from this list that: 1. in period Ia-1 the ubiquitous species predominated, while in Ia-2 and Ib the South-Scandinavian ones; 2. the tree ubiquitous species appearing in Ia-1 occurred in Ia-2 in larger quantities; 3. only one South-Scandinavian species was found in Ia-1 and reached its maximum at the transition from Ia-1 to Ia-2; 4. the majority of South-Scandinavian species appeared in Ia-2, attaining their maxima in Ib.

The flora of aquatic plants of the three periods under discussion Ia-1, Ia-2, and Ib points to a gradual warming up of the climate, which began at the transition from Ia-1 to Ia-2 and reached its maximum in Ib. This phenomenon took a gradual course but the climatic differences between the individual periods were sufficiently distinct to justify the statement that the flora of the aquatics of period Ia-2 was of a warmer character than in period Ia-1 and that of period Ib was warmer than in Ia-2. It is worth while to pay attention to the rise of the *Artemisia* curve at the transition from period Ia-1 to Ia-2. This phenomenon confirms van der Hammen's (1952) supposition that the species of this genus were amongst the first of the terrestrial plants reacting to the increase of temperature at the beginning of the Late-glacial period by a wider spread.

The probable presence of *Hippophaë* at the bottom of the diagrams

indicates the domination of subarctic and not arctic conditions already in the period Ia-1, with an average July temperature not lower than 10° C. The increasing share of *Betula pubescens* in birch pollen during period Ia-2 points to an approach of the northern boundary of this species and makes very likely the supposition that the temperature of July in that period amounted to about 12° C. On the other hand, the presence of *Myriophyllum verticillatum*, might indicate that the average temperature of July was about 13° C already at the transition from the older phase of the Oldest Dryas period to the younger one. The domination of *Betula pubescens* in period Ib indicates the average temperature of July as being at least 12° C and the very probable presence of *B. verrucosa* indicates a still higher temperature. *Ceratophyllum demersum*, which appeared in a sterile form at the decline of Ia-2 (hairs only) but in a fertile form became ascertained only in Ib, indicates that in the Bølling period the average temperature of July amounted to about 15° C.

In sum it can be said that both the aquatics and the terrestrial plants of periods Ia-1, Ia-2 and Ib point to a warming-up of the climate that took place during these periods. In the neighbourhood of Witów a subarctic climate prevailed in Ia-1 and Ia-2; from the beginning of Ia-2 the average temperature of July was about 13° C. The Bølling was a period of a moderately cool climate with an average temperature in July of about 15° C.

The fall of temperature at the transition from the Bølling to the Older Dryas periods finds its expression in a lesser density of vegetational communities, in a decline of almost all thermophilous water-plants, and possibly in a reduction of *Artemisia*. *Ceratophyllum demersum* has been found in the lowest part only and in sterile form (hairs). As the northernmost sites with the fertile specimens of this species fall within the July isotherm of 12° C, it can be assumed that the mean July temperature in the Older Dryas fell below, or remained near this temperature. On the other hand, the presence of *Betula pubescens* and *Hippophaë* proves that this temperature was not lower than 10° C.

The discovery of 3 pollen grains of *Cladium mariscus* in the pine phase of the Allerød indicates that the temperature of the warmest month at that time was higher than can be inferred from the development of pine forests. This may lead to the supposition that the average temperature of July amounted to at least 16° C, the average temperature of January being not lower than -4° C.

The recession of dense pine forests at the onset of the Younger Dryas period marked a deterioration of the climate. On this basis and considering the simultaneous presence of *Pinus silvestris*, *Betula verrucosa*,

and *B. pubescens*, one may suppose that at the beginning of the Younger Dryas period the average temperature of July fell to about 12° C. It is possible that this temperature fell still lower at the beginning of the younger phase of period III, when *Pinus silvestris* and *Betula verrucosa* retreated probably to the south. It is, however, possible that a lesser humidity of the climate was also a factor restraining the development of forests. Smaller quantities of *Ericaceae* in pollen diagrams from Poland indicate a more continental climate in the times of Allerød decline and the Younger Dryas period in comparison with western Europe.

The renewed extension of pine forests at the beginning of the Holocene is a proof of better climatic conditions. On the basis of the presence of *Typha latifolia*, the average July temperature at that time can be evaluated at about 14–15° C.

Table XX gives a list of probable mean July temperatures accepted by some authors for separate periods of the Late-glacial.

RADIO-CARBON DATING

The age of five samples from Witów has been determined with the aid of C¹⁴. The charcoal sample from the Witovian assemblage has been dated by de Vries at Groningen as being 8855±160 B.C. (Chmielewska, Chmielewski 1960). These charcoals derive from excavations situated in the middle part of the dune. They have been collected from a layer on the older/younger dune boundary, and can derive from the Allerød or the transitional Allerød/Younger Dryas period. The remaining four samples have been dated in Copenhagen by Tauber (1962). They were collected from pit II in the western exposure. The results of the dating are as follows:

K — 706	— sandy gyttja, depth 250—260 cm below „0” opening of the Older Dryas	9950±180 B.C.
K — 708	— gyttja, depth 265—270 cm below „0” Bølling, upper part	10150±140 B.C.
K — 707	— gyttja, depth 270—275 cm below „0,, Bølling, lower part	10310±140 B.C.
K — 709	— moss-peat, depth 280,5—285,0 cm below „0” decline of the Oldest Dryas. The sample was too small to fill up the counter ...	10290±230 B.C.

The concurrence of these results with the dating of the Bølling period at Usselo in Holland is interesting (tabl. XXI).

RECONSTRUCTION OF VEGETATION AND LANDSCAPE AT WITÓW
IN THE LATE-GLACIAL PERIOD

The vegetation of the Oldest Dryas period was like a tree-less tundra in character. In the older phase, Ia-1 (fig. 24: 1), the extensive bog surrounding the lake was overgrown by willow and dwarf-birch thickets. The vegetation of drier, sandy, and gravelly places was much less abundant. In the younger phase Ia-2 (fig. 24: 2), as a result of the rise of the water level in the lake the bog was flooded and this caused a restriction of *Betula nana* habitats. On sandy and gravelly sites thickets of buckthorn developed.

In the Bølling period (fig. 24: 3) open birch forests with *Betula pubescens* and probably *B. verrucosa* and of a park-like character extended. Buckthorn communities played further on an important role in the landscape. A rather high water level in the lake remained as in period Ia-2.

In the Older Dryas time (fig. 24: 4) vegetational communities became impoverished and birch forests disappeared, although single trees probably survived. The water level in the lake decreased and the dune was formed on its shore.

During the Allerød (fig. 24: 5) birch-pine forests developed first and pine forest later. In the pine phase a rise of the water level in the lake took place. At the decline of the Allerød period or at the outset of the Younger Dryas time man settled on the dune for the first time (Witovian assemblage).

A lowering of temperature in the Younger Dryas time drove the polar forest limit to the south. The landscape was of a park-tundra character with steppe communities dominating. At the beginning of this period a short-lived rise of the water level in the lake took place (fig. 24: 6), which later decreased considerably. On the shore a dune was formed again (fig. 24: 7). Towards the end of the Younger Dryas human communities representing the Late-paleolithic Middle Swiderian industry lived on the dune.

The Pre-boreal period (fig. 24: 8) began with an extension of pine forests. From the beginning of this period the Mesolithic relics of the Tardenoisian type derive.

THE PROBLEM OF THE AGE OF DUNES IN POLAND

The researches at Witów resulting, for the first time in Poland, in the dating of two fossil dunes by means of pollen analysis and radio-carbon, may contribute to an explanation of the interesting problem of the dune forming periods.

Opinions on the number of periods during which dunes were formed,

and the age of dunes in Poland have lately been discussed by Galon (1958, 1959). The forming of the majority of dunes on Polish territory has — according to this author — taken place in three phases. The oldest phase, considered as the main dune forming period began directly after the retreat of the inland ice from Central Europe and lasted until the Boreal period. A consolidation of these oldest dunes ensued during the Atlantic period. The second dune phase, in the Sub-boreal time, was chiefly characterized by a transformation of the forms produced in the older phase. A renewed stabilization of the dunes was due to the wetter climate of the Sub-atlantic period. The third period lasting from about the XVth century until the present-time is defined as a period of destruction, increased by the activity of man.

The results of Witovian researches confirm the supposition that the processes of the formation of dunes started in Central Poland at the decline of the last glaciation, but they differ from the opinions cited above in that they link both the older phases of the forming of dunes with the Late-glacial time, i.e. with the Older and Younger Dryas periods. The forming of dunes in those periods has previously been stated in Holland and later in Belgium, in Northern France, and in North-west Germany (van der Hammen 1952, 1957; Maarleveld 1960).

Palynological researches aiming at the dating of dunes were also carried out in the area of the Primeval Forest of Kampinos by Borówko-Dłużakowa (1961a). On the basis of results obtained Kobendzina (1960) came to the conclusion that dunes formed in that area during the Oldest and Older Dryas periods, because the oldest organic sediments examined derive — according to Borówko-Dłużakowa — from the Allerød. The dunes, on the other hand, ought to be older than the peat-bogs, for no sandy interstrata have been ascertained within the limits of the peat (Kobendzina (1961). Distinction of the phases in the vegetational development in the diagrams from the Primeval Forest at Kampinos presents, however, a series of doubtful points, which I have discussed in a separate paper (Wasylikowa 1962). It appeared that the pollen diagram from Nart (fig 37) in its lowest part reaches the Oldest Dryas and not the Allerød period. The age estimate of the lower levels in the remaining diagrams does also not seem to be valid and, consequently, the question of the age of dunes in the Primeval Forest of Kampinos has not been definitely elucidated.

Quite recently a new attempt at dating of dunes has been given by Tobolski (1962). The author examined by pollen analysis the sediments from the peat-bog Elżbiecin situated in the dune area between the rivers Warta and Noteć (Northern Poland). The presence of two separate layers

of gyttja at the bottom of the peat-bog (one from the Allerød, the other from the Younger Dryas and Pre-boreal periods) he considers as a proof of the water level increase caused by the processes of the eolic accumulation. Thus the stratigraphy of this bog gives the evidence of two dune forming periods: 1. in the Older Dryas or at the beginning of the Allerød, and 2. in the Younger Dryas and Pre-boreal period.

THE STATE OF PALYNOLOGICAL RESEARCHES UPON THE LATE-GLACIAL PERIOD IN POLAND

In this chapter a short survey of the Polish palynological literature concerning the Late-glacial period has been presented. A list of Late-glacial sites in which herbaceous plants have been taken into account is given in table XXII. For some pollen diagrams a new stratigraphical division has been proposed (fig. 31—38). More attention has been given to two problems: (1) to the course of the northern forest limit on Polish territories in the Allerød and (2) to the appearance of pollen of thermophilous trees in Polish diagrams from the Allerød period.

(1) The list of Allerød sites from the Polish Lowland and from areas situated northwards of that zone (tabl. XXIII) suggests that the polar boundary of the forest in the Allerød, if it appeared in Poland at that time at all, ran northwards from the Tuchola Woods (Pomerania) and the Mikolajki lake (Mazurian Lake-district, fig. 23, tabl. XXII). Szafer, in 1952, was of a different opinion basing his view on material then accessible and located the northern forest boundary in Poland at that period to the south of the Polish Lowland. To support his thesis, this author (Szafer 1962) recently presented some new arguments based on an analysis of *Hippophaë rhamnoides* appearances in the Late-glacial period in Poland.

(2) In the majority of Polish diagrams the presence of thermophilous trees in the Late-glacial period is connected with a mineral sediment or a sediment containing considerable admixture of mineral parts. The appearance of pollen of these trees on a secondary bed in Allerød sediments does not, as a rule, provide any doubts. Only in the pollen diagram from the peat-bog Na Grelu (Koperowa 1958, 1962) can, the presence in the Allerød of some trees with higher thermic requirements (spruce, alder and probably fir) be debated.

SUMMARY

(1) The researches at Witów have led to a reconstruction of the vegetational and climatic changes during the Late-glacial period in the valley of the river Bzura as well as to the establishing of the dune stratigraphy on paleobotanical bases.

(2) In the pollen diagrams 5 Late-glacial periods have been distinguished: the Oldest Dryas (with the older Ia-1, and the younger phase Ia-2), the Bølling time, the Older Dryas, the Allerød time, and the Younger Dryas (with the older, III-1, and the younger phase III-2). The Oldest Dryas was the period of a treeless tundra with willow and *Betula nana* thickets in its older phase and with aggregations of *Hippophaë* in the younger one. During the Bølling period open birch forests extended in the vicinity of Witów. The Older Dryas time was characterized by a vegetation of the tundra type in which the tree-birch still remained. In the Allerød birch-pine forests with *Betula verrucosa* developed at first, and later pine forests. During the Younger Dryas period steppe communities with *Artemisia* and *Gramineae* prevailed; *Juniperus* occurred in great quantities. It seems probable that *Pinus silvestris* and *Betula verrucosa* retreated to the south at the opening of the younger phase of the Younger Dryas period (III-2), which can be considered as contemporaneous with the climatic minimum of the younger Dryas period. The Holocene vegetational succession began with a development of pine forests.

(3) The development of the vegetation in the Late-glacial period was distinguished by 2 phases of domination of heliophilous communities. The earlier phase, comprising the period preceding the Allerød (Ia-2, Ib, Ic), is characterized by the presence of *Hippophaë* thickets besides the undoubtedly existing stretches of steppe vegetation with *Artemisia*, *Helianthemum*, *Chenopodiaceae* and *Ephedra*. A wider extension of steppe communities in the investigated area, probably, did not occur before the later phase coinciding with the Younger Dryas period.

(4) An analysis of the aquatic vegetation of the earlier Late-glacial periods supplied data for distinguishing of two phases within the limits of the Oldest Dryas period, differing as to their climatic conditions. The transition from the older, Ia-1, to the younger phase, Ia-2, probably corresponds to the lower limit of the Bølling period s.l. after the opinion of van der Hammen (1952).

(5) A comparison of the thermic requirements of aquatic plants occurring in these two phases with the composition of the aquatic vegetation appearing in the Bølling period induced me to conclude that the thermic optimum of the whole period before the Allerød had been attained at the beginning of the Bølling time.

(6) In the Late-glacial sediments of Witów a number of species interesting from the phytogeographical point of view has been found. These are:

- a) species that do not appear in Poland at present: *Ephedra* sp., *Gyp-*

sophila cf. *acutifolia*, *Carex aquatilis*, *Myriophyllum spicatum* f. *squamosum*, *Betula tortuosa*;

b) species that do not appear in the Łódź region: *Selaginella selaginoides*, *Helianthemum* t. *canum*, *H. t. alpestre*, *Hippophaë rhamnoides*, *Empetrum* cf. *nigrum*, *Nuphar* cf. *pumilum*, *Plantago maritima*, *Potamogeton filiformis*, *Salix* cf. *arenaria*, *Betula nana*, *B. humilis*;

c) species very rare in the Łódź region: *Polycnemum arvense*, *Cladium mariscus*, *Potamogeton alpinus*, *P. obtusifolius*, *P. praelongus*;

d) species that belong at present to synanthropic plants: *Linaria vulgaris*, *Rumex acetosella*, *Polygonum aviculare*, *Polycnemum arvense*;

(7) The age of sediments deriving from the Bølling period has been determined for the first time in Poland by means of radio-carbon.

(8) The period when the dunes at Witów were formed has been limited to the Older and Younger Dryas.

(9) The actual state of researches on the Late-glacial period in Poland has been shown.



Fot. W. Chmielewski

Fot. 1. Witów. Widok ogólny wydmy; po lewej stronie torfowisko przy wysokim stanie wody w jeziorze

Pl. 1. Witów. General view of the dune; to the left the bog at a high water level in the lake



Fot. K. Wasylikowa

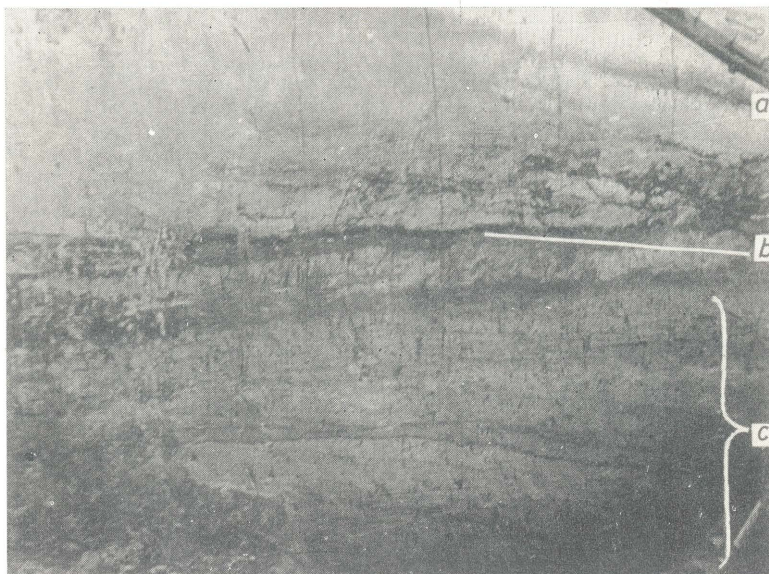
Fot. 2. Witów. Widok ogólny; na pierwszym planie torfowisko, w głębi wydma
Pl. 2. Witów. General view; in the foreground the bog, the dune in the background



Fot. W. Chmielewski

Fot. 3. Witów. Odkrywka zachodnia, część południowa; w głębi widoczne torfowisko
 a — warstwa neolityczna; b — warstwa mezolityczna; c — piasek młodszej wydmy z okresu młodszego dryasu; d — warstwa organiczna złożona z torfu wieku Allerød (spąg) i z gytii z początku młodszego dryasu;
 e — piasek starszej wydmy wytworzonej w starszym dryasie, strop tego piasku pochodzi z fazy brzozonej Allerødu

Pl. 3. Witów. Western exposure, southern part; the bog is visible in the background
 a — Neolithic layer; b — Mesolithic layer; c — sand of the younger dune from the Younger Dryas period;
 d — organic layer of peat of the Allerød age (lowermost) and of gyttja from the opening of the Younger Dryas;
 e — sand of the older dune formed in the Older Dryas; the top of this sand derives from the Allerød birch phase



Fot. K. Wasylińska

Fot. 4. Witów. Odkrywka zachodnia, część południowa

a — warstwa neolityczna; b — warstwa mezolityczna; c — skośnie warstwowany piasek młodszej wydmy; widoczne smugi z większą ilością gytii, ciemne punkty są to przecięte pędy bylin

Pl. 4. Witów. Western exposure, southern part

a — Neolithic layer; b — Mesolithic layer; c — slantingly stratified sand of the younger dune; streaks with greater admixture of gyttja are visible, the dark points are transected herb shoots



Fot. W. Chmielewski

Fot. 5. Witów. Odkrywka zachodnia, część północna

Widoczna warstwa organogeniczna oddzielająca wydnię starszą od młodszej; w kierunku północnym warstwa ta przechodzi w poziom białego piasku z węgielkami drzewnymi („warstwa Usselo”)

Pl. 5. Witów. Western exposure, northern part

An organic layer dividing the older dune from the younger one is visible; to the north this layer passes into a horizon of white sand with charcoals („Usselo layer”)



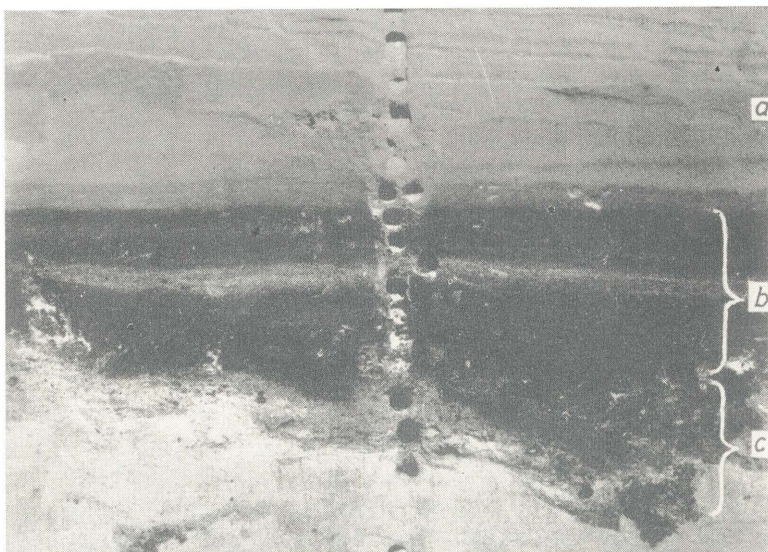
Fot. K. Wasylińska

Fot. 6. Witów. Odkrywa zachodnia, część północna

a — warstwowany piasek młodszej wydmy; b — warstwa organogeniczna; c — piasek starszej wydmy

Pl. 6. Witów. Western exposure, northern part

a — stratified sand of the younger dune; b — organic layer; c — sand of the older dune



Fot. K. Wasylińska

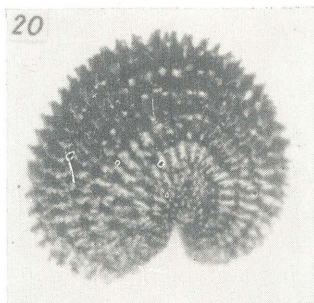
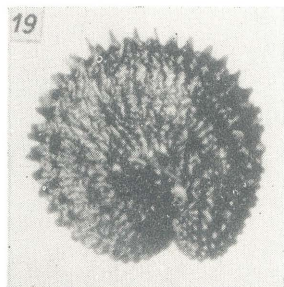
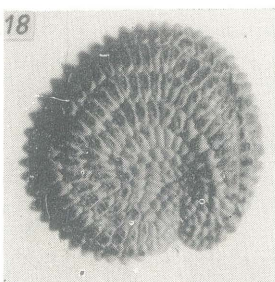
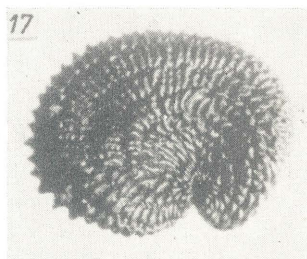
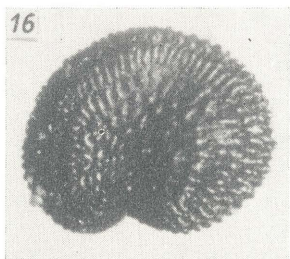
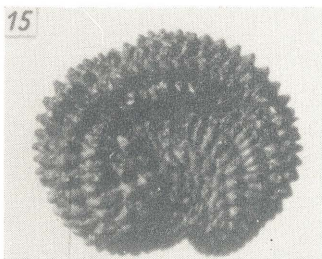
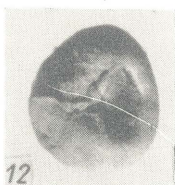
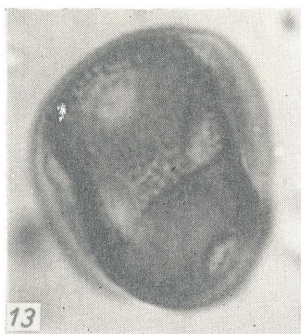
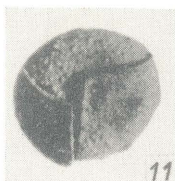
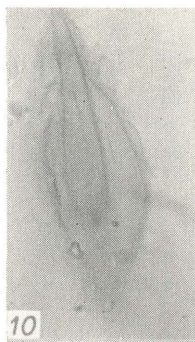
Fot. 7. Witów. Odkrywa zachodnia, część północna

a — młodsza wydma; b — gytia piaszczysta z początku młodszego dryasu; c — torf piaszczysty z fazy sosnowej Allerødu

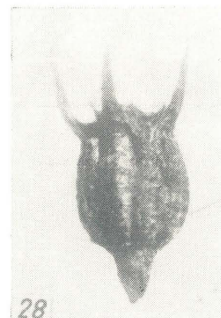
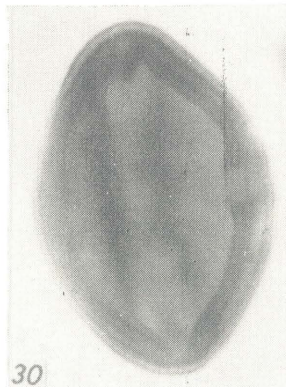
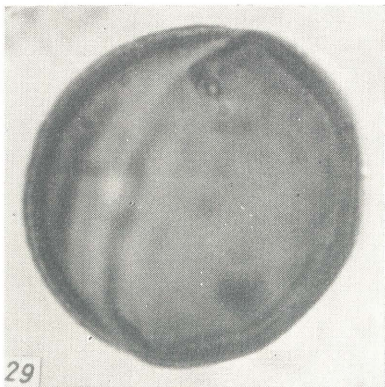
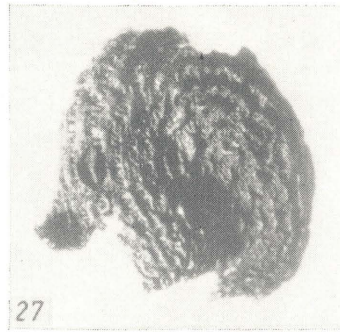
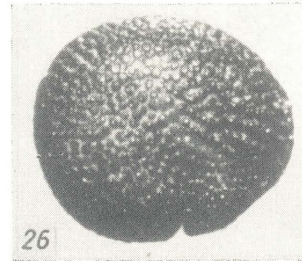
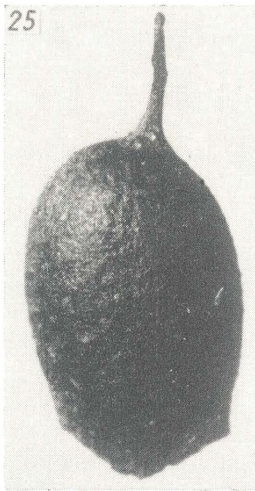
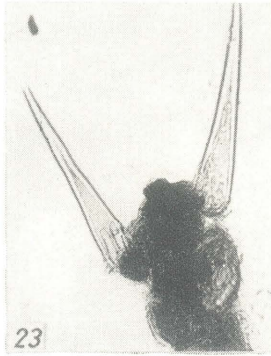
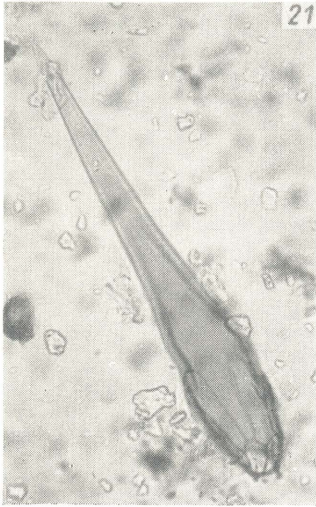
Pl. 7. Witów. Western exposure, northern part

a — younger dune; b — sandy gyttja from the onset of the younger Dryas; c — sandy peat from the pine-phase of the Allerød

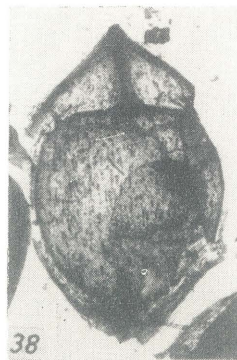
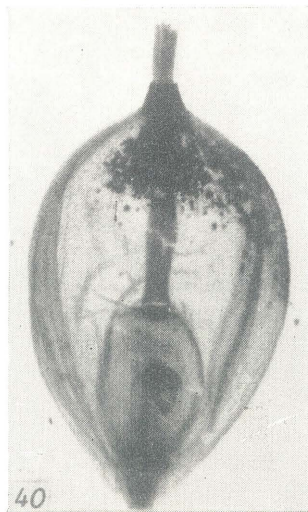
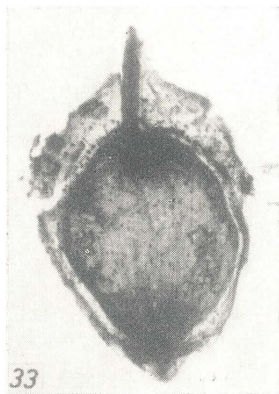
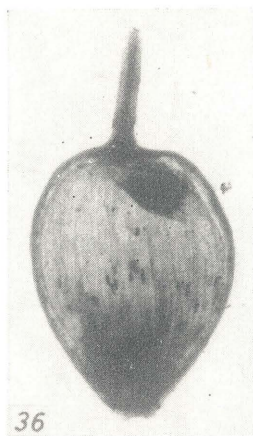
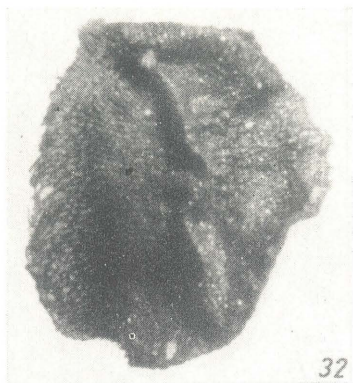
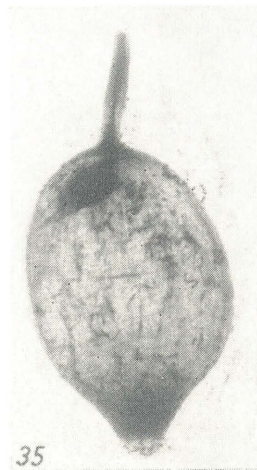
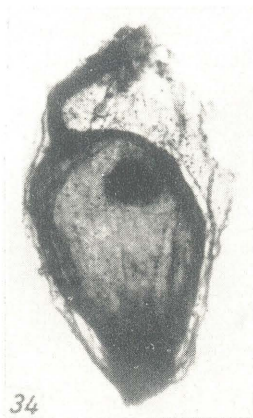
- Fot. 8—10. *Juniperus* sp., ziarna pyłku, $\times 1000$: jedno ziarno z Bøllingu (fot. 8—9);
z młodszego dryasu (fot. 10)
- Fot. 11, 12. *Selaginella selaginoides*, makrospory, $\times 32$: z najstarszego dryasu (fot. 11),
z okresu preborealnego (fot. 12)
- Fot. 13, 14. *Gypsophila* cf. *fastigiata*, jedno ziarno pyłku ze starszego dryasu, $\times 1000$
- Fot. 15. *Gypsophila* cf. *acutifolia*, nasienie z młodszego dryasu, $\times 25$
- Fot. 16. *Gypsophila fastigiata*, nasienie z młodszego dryasu, $\times 25$
- Fot. 17. *Gypsophila fastigiata*, nasienie współczesne, $\times 25$
- Fot. 18. *Gypsophila acutifolia*, nasienie współczesne, $\times 25$
- Fot. 19. *Gypsophila arenaria*, nasienie współczesne, $\times 25$
- Fot. 20. *Gypsophila repens*, nasienie współczesne, $\times 25$
- Pl. 8—10. *Juniperus* sp., ziarna pyłku, $\times 1000$: one grain from the Bølling period (pl. 8, 9),
from the Younger Dryas (pl. 10)
- Pl. 11, 12. *Selaginella selaginoides*, megaspores, $\times 32$: from the Oldest Dryas (pl. 11),
from the Pre-boreal period (pl. 12)
- Pl. 13, 14. *Gypsophila* t. *fastigiata*, one pollen grain from the Older Dryas, $\times 1000$
- Pl. 15. *Gypsophila* cf. *acutifolia*, seed from the Younger Dryas, $\times 25$
- Pl. 16. *Gypsophila fastigiata*, seed from the Younger Dryas, $\times 25$
- Pl. 17. *Gypsophila fastigiata*, present-time seed, $\times 25$
- Pl. 18. *Gypsophila acutifolia*, present-time seed, $\times 25$
- Pl. 19. *Gypsophila arenaria*, present-time seed, $\times 25$
- Pl. 20. *Gypsophila repens*, present-time seed, $\times 25$



- Fot. 21—25. *Ceratophyllum demersum* z Bøllingu: włoski (fot. 21—23), $\times 140$; fragment gałązki z trzema okólkami liści (fot. 24), $\times 10$; owoc (fot. 25), $\times 12$
- Fot. 26. *Polycnemum arvense*, nasienie ze starszego dryasu, $\times 32$
- Fot. 27. *Stellaria palustris*, nasienie z najstarszego dryasu, $\times 32$
- Fot. 28. *Scleranthus* sp., owoc z najstarszego dryasu, $\times 12$
- Fot. 29. *Helianthemum* t. *nummularium*, ziarno pyłku ze starszego dryasu, $\times 1000$
- Fot. 30. *Helianthemum* t. *canum*, ziarno pyłku z młodszego dryasu, $\times 1000$
-
- Pl. 21—25. *Ceratophyllum demersum* from the Bølling period: hairs (pl. 21—23), $\times 140$; fragment of a stem with three whorls of leaves (pl. 24), $\times 10$; fruit (pl. 25), $\times 12$
- Pl. 26. *Polycnemum arvense*, seed from the Older Dryas, $\times 32$
- Pl. 27. *Stellaria palustris*, seed from the Oldest Dryas, $\times 32$
- Pl. 28. *Scleranthus* sp., fruit from the Oldest Dryas, $\times 12$
- Pl. 29. *Helianthemum* t. *nummularium*, pollen grain from the Older Dryas, $\times 1000$
- Pl. 30. *Helianthemum* t. *canum*, pollen grain from the Younger Dryas, $\times 1000$

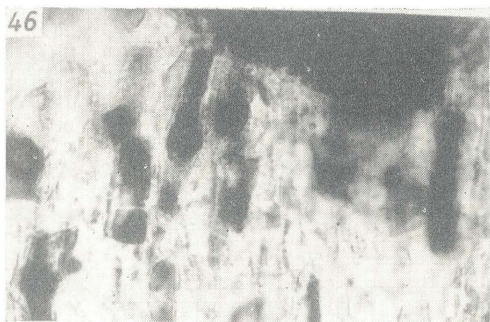
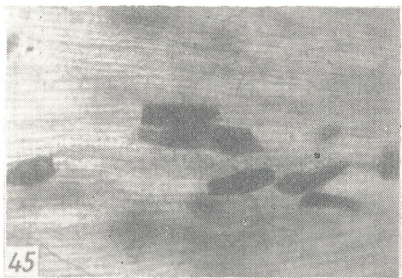
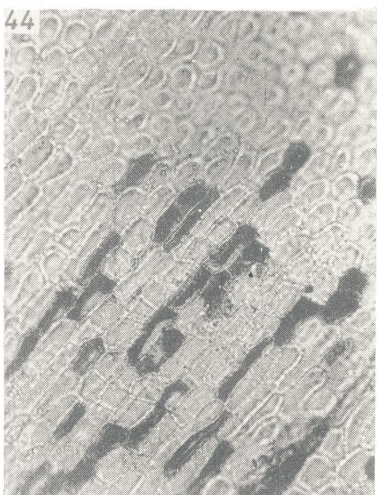
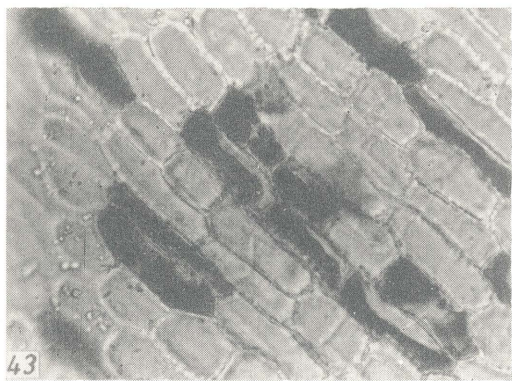
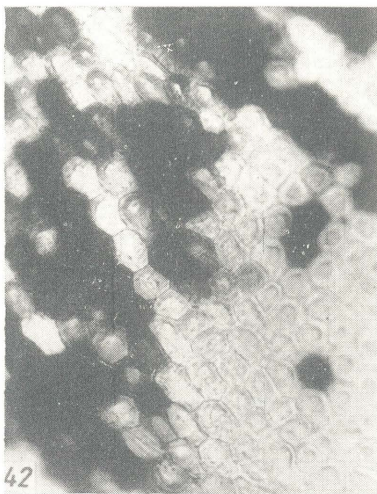
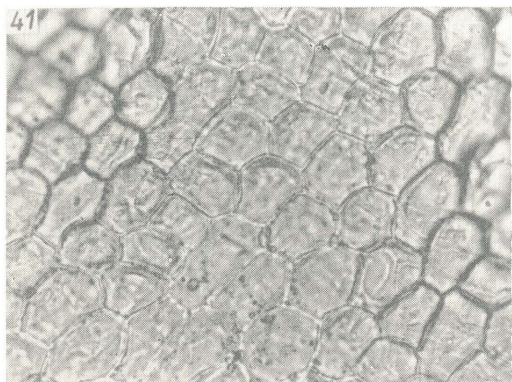


- Fot. 31. *Ranunculus flammula*, owoc z najstarszego dryasu, $\times 32$
 Fot. 32. *Linaria vulgaris*, nasienie z młodszego dryasu, $\times 32$
 Fot. 33—36. Witów. *Carex aquatilis*, owoce z pęcherzykami z najstarszego dryasu, $\times 20$,
 Fot. 37. *Carex aquatilis*, owoc w pęcherzyku, $\times 20$, flora dryasowa z Łęk Dolnych
 Fot. 38. *Carex aquatilis*, owoc w pęcherzyku, $\times 20$, flora dryasowa z Ludwinowa
 Fot. 39. *Carex aquatilis*, współczesny owoc w pęcherzyku po zagotowaniu w KOH, $\times 20$
 Fot. 40. *Carex rigida*, współczesny owoc w pęcherzyku po zagotowaniu w KOH, $\times 20$
- Pl. 31. *Ranunculus flammula*, fruit from the Oldest Dryas period, $\times 32$
 Pl. 32. *Linaria vulgaris*, seed from the Younger Dryas, $\times 32$
 Pl. 33—36. Witów. *Carex aquatilis*, fruits within utricles from the Oldest Dryas
 time, $\times 20$,
 Pl. 37. *Carex aquatilis*, fruit within utricle, $\times 20$, Dryas flora at Łęki Dolne
 Pl. 38. *Carex aquatilis*, fruit within the utricle, $\times 20$, Dryas flora at Ludwinów
 Pl. 39. *Carex aquatilis*, present-time fruit within the utricle after boiling in KOH, $\times 20$
 Pl. 40. *Carex rigida*, present-time fruit within the utricle after boiling in KOH, $\times 20$

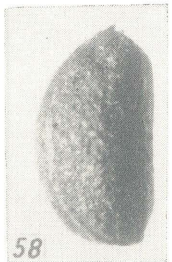
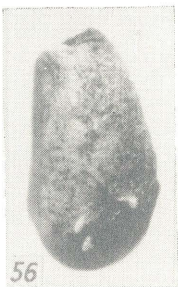
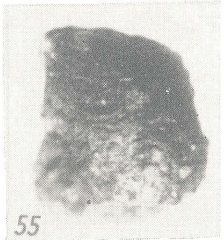
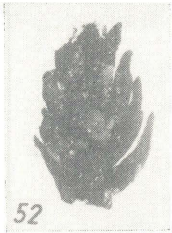


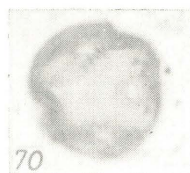
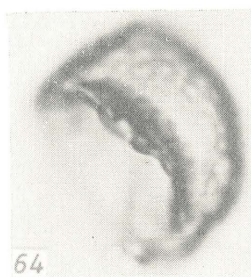
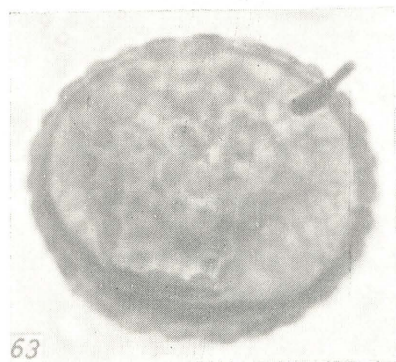
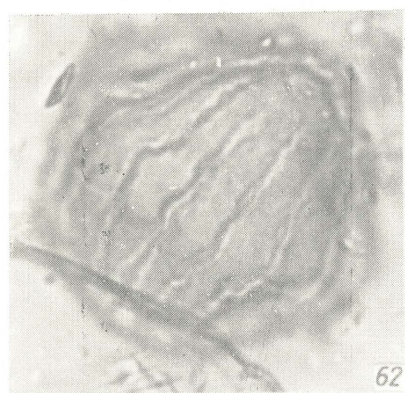
- Fot. 41, 42. *Carex rigida*, okaz współczesny; fragment skórki z pęcherzyka z komórkami purpurowymi: fot. 41 : $\times 270$; fot. 42 : $\times 140$
- Fot. 43, 44. *Carex aquatilis*, okaz współczesny, fragment skórki z pęcherzyka z komórkami purpurowymi: fot. 43: $\times 270$; fot. 44: $\times 140$
- Fot. 45, 46. Witów. *Carex aquatilis*, fragment skórki z pęcherzyka z komórkami purpurowymi, najstarszy dryas: fot. 45: $\times 140$; fot. 46: $\times 270$
- Fot. 47. Łęki Dolne. *Carex aquatilis*, fragment skórki z pęcherzyka z komórkami purpurowymi, $\times 270$, flora dryasowa

- Pl. 41, 42. *Carex rigida*, present-time specimen, fragment of the epidermis of the utricle with purple cells: pl. 41: $\times 270$; pl. 42: $\times 140$
- Pl. 43, 44. *Carex aquatilis*, present-time specimen, fragment of the epidermis of the utricle with purple cells: pl. 43: $\times 270$; pl. 44: $\times 140$
- Pl. 45, 46. Witów. *Carex aquatilis*, fragment of the epidermis of the utricle with purple cells, Oldest Dryas: pl. 45: $\times 140$; pl. 46: $\times 270$
- Pl. 47. Łęki Dolne. *Carex aquatilis*, Dryas flora fragment of the epidermis of the utricle with purple cells, $\times 270$,

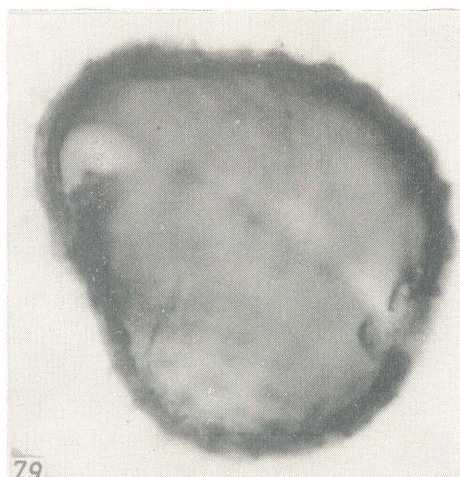
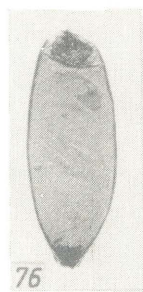
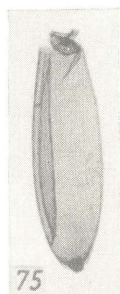
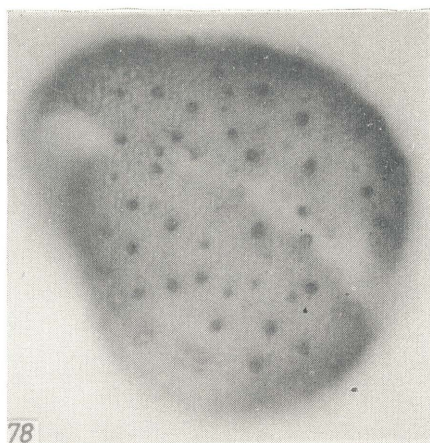
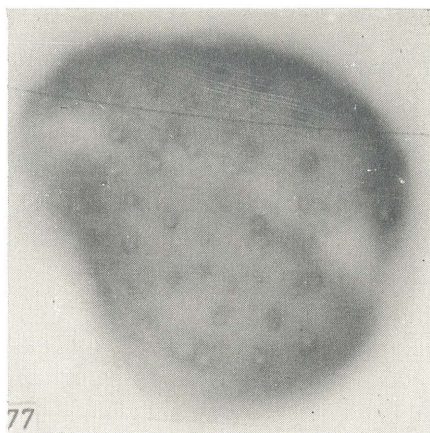


- Fot. 48, 49. *Cladium mariscus*, jedno ziarno pyłku z Allerødu, $\times 1000$
 Fot. 50. *Hippuris vulgaris*, owoc z Allerødu, $\times 20$
 Fot. 51—54. *Myriophyllum spicatum* f. *squamosum*, łuskowate liście z najstarszego dryasu, $\times 12$
 Fot. 55—58. *Myriophyllum spicatum* lub *M. verticillatum*, owoce z najstarszego dryasu, $\times 20$
- Pl. 48, 49. *Cladium mariscus*, one pollen grain from the Allerød, $\times 1000$
 Pl. 50. *Hippuris vulgaris*, fruit from the Allerød, $\times 20$
 Pl. 51—54. *Myriophyllum spicatum* f. *squamosum*, scale leaves from the Oldest Dryas, $\times 12$
 Pl. 55—58. *Myriophyllum spicatum* or *M. verticillatum*, fruits from the Oldest Dryas, $\times 20$





- Fot. 72. *Salix arenaria*, okaz współczesny, fragment skórki liścia z komórkami szparkowymi, $\times 270$
- Fot. 73, 74. *Salix* cf. *arenaria* z najstarszego dryasu: fragment skórki liścia z komórkami szparkowymi (fot. 73), $\times 270$; liść (fot. 74), $\times 12$
- Fot. 75, 76. *Typha* cf. *latifolia*, nasiona z początku okresu preborealnego, $\times 32$
- Fot. 77—79. *Valeriana* sp., ziarno pyłku z młodszego dryasu, $\times 1000$
- Pl. 72. *Salix arenaria*, present-time specimen, fragment of the leaf epidermis with stomata, $\times 270$
- Pl. 73, 74. *Salix* cf. *arenaria* from the Oldest Dryas: fragment of the leaf epidermis with stomata (pl. 73), $\times 270$; leaf (pl. 74), $\times 12$
- Pl. 75, 76. *Typha* cf. *latifolia*, seed from the beginning of the Pre-boreal period, $\times 32$
- Pl. 77—79. *Valeriana* sp., pollen grain from the Younger Dryas, $\times 1000$

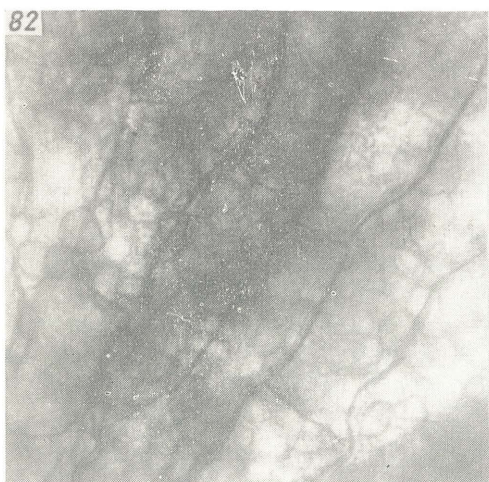
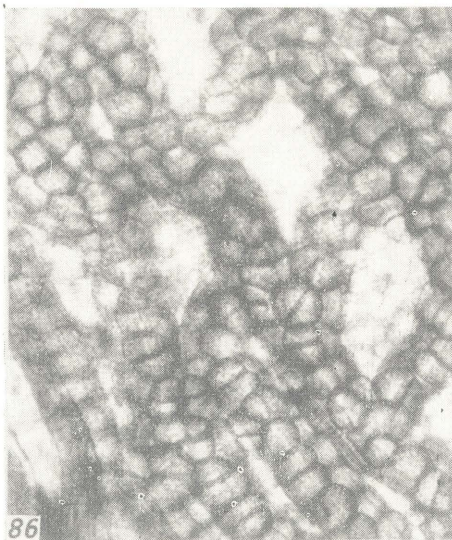
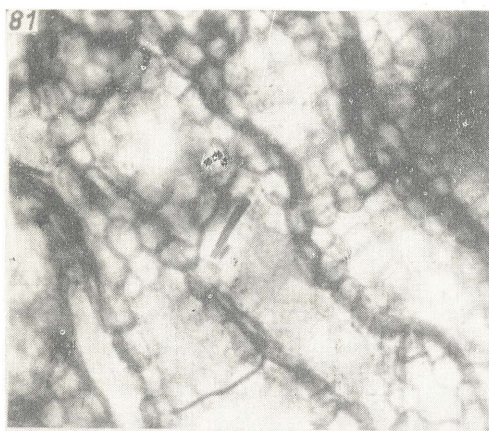
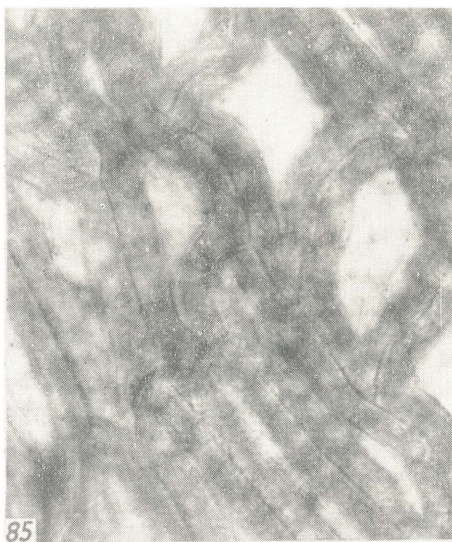


Fot. 80—84. *Pedicularis* cf. *palustris* z najstarszego dryasu: fragment lupiny nasiennej (fot. 80—82), $\times 200$; nasiona (fot. 83, 84), $\times 12$

Fot. 85, 86. *Pedicularis palustris*, okaz współczesny, fragment lupiny nasiennej, $\times 200$

Pl. 80—84. *Pedicularis* cf. *palustris* from the Oldest Dryas: fragment of the testa (pl. 80—82), $\times 200$; seeds (pl. 83, 84), $\times 12$

Pl. 85, 86. *Pedicularis palustris*, present-time specimen, fragment of the testa, $\times 200$



Fot. 87. *Pedicularis verticillata*, okaz współczesny, fragment łupiny nasiennej, $\times 200$
Fot. 88. *Pedicularis Hacquetii*, okaz współczesny, fragment łupiny nasiennej, $\times 200$
Fot. 89. *Pedicularis silvatica*, okaz współczesny, fragment łupiny nasiennej, $\times 200$

Fot. 90. *Nuphar* cf. *pumilum*, nasienie z Allerødu, $\times 12$

Fot. 91—93. *Betula verrucosa*, orzeszek i łuski owocowe, $\times 12$: z młodszego dryasu
(fot. 91, 92), z okresu preborealnego (fot. 93)

Fot. 94. *Betula* cf. *verrucosa*, orzeszek ze starszego dryasu, $\times 12$

Pl. 87. *Pedicularis verticillata*, present-time specimen, fragment of the testa, $\times 200$

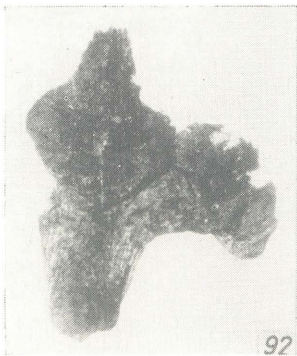
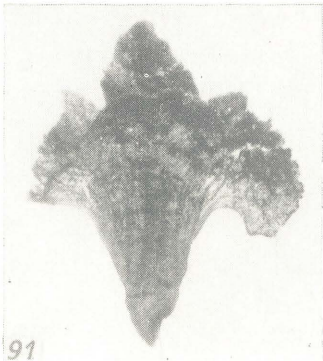
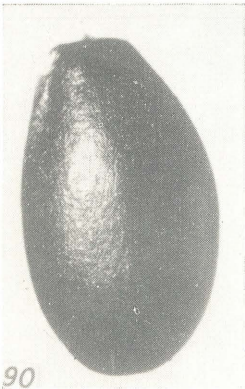
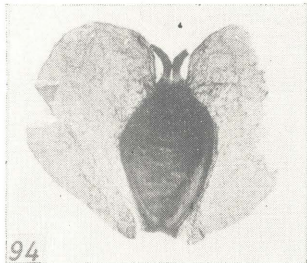
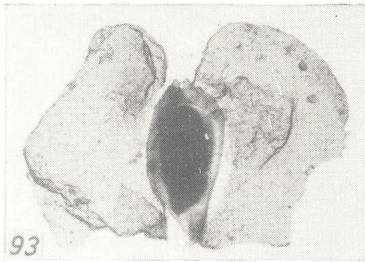
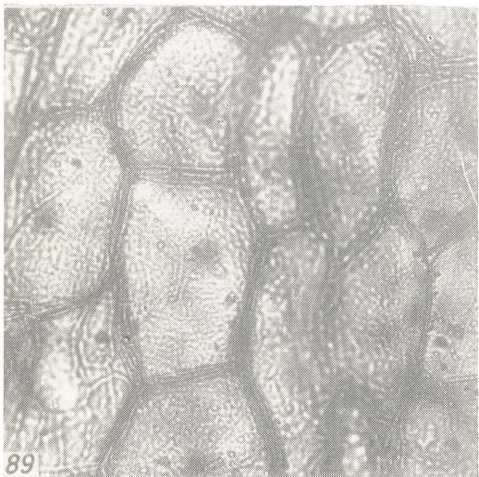
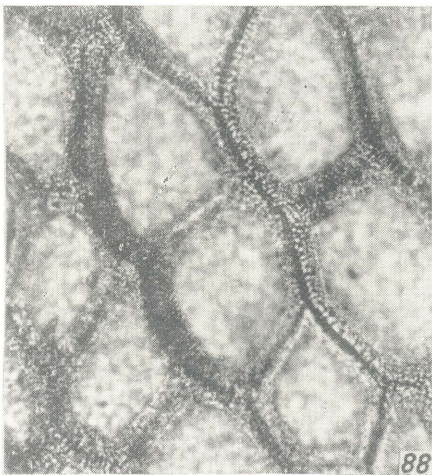
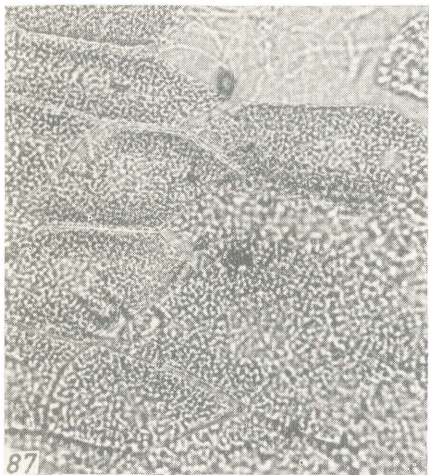
Pl. 88. *Pedicularis Hacquetii*, present-time specimen, fragment of the testa, $\times 200$

Pl. 89. *Pedicularis silvatica*, present-time specimen, fragment of the testa, $\times 200$

Pl. 90. *Nuphar* cf. *pumilum*, seed from the Allerød, $\times 12$

Pl. 91—93. *Betula verrucosa*, nutlet and fruit scales, $\times 12$: from the Younger Dryas
(pl. 91, 92), from the Pre-boreal (pl. 93)

Pl. 94. *Betula* cf. *verrucosa*, nutlet from the Older Dryas, $\times 12$



Fot. 95, 96. *Betula* cf. *pubescens*, orzeszki, $\times 12$: ze starszego dryasu (fot. 95); z Bollingu (fot. 96)

Fot. 97—99. *Betula pubescens*, orzeszek i łuski owocowe, $\times 12$: z Allerødu (fot. 97); z młodszego dryasu (fot. 98, 99)

Fot. 100—104. *Betula* cf. *tortuosa*, orzeszek i łuski owocowe z młodszego dryasu, $\times 12$

Fot. 105, 106. *Betula* cf. *humilis*, orzeszki, $\times 12$: z Bollingu (fot. 105); z młodszego dryasu (fot. 106)

Fot. 107—109. *Betula nana*, orzeszek, łuska owocowa i fragment liścia z najstarszego dryasu, $\times 12$

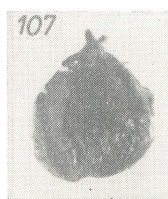
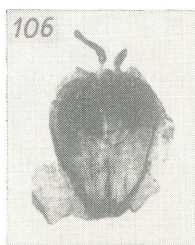
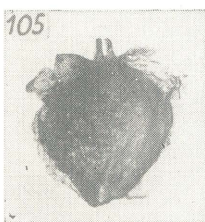
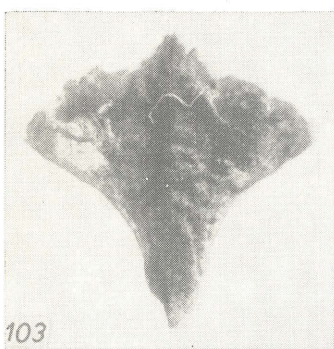
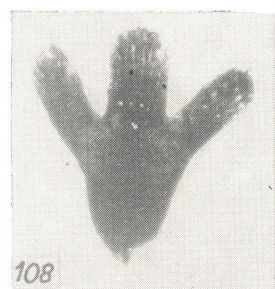
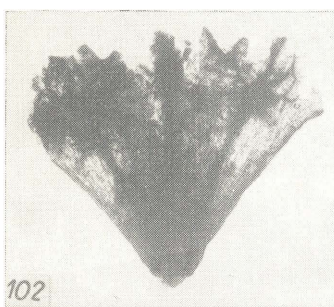
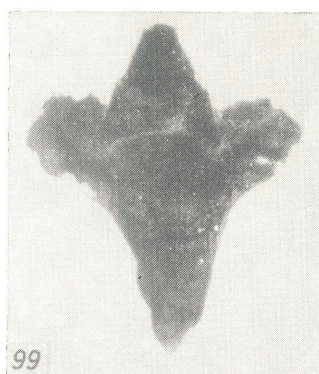
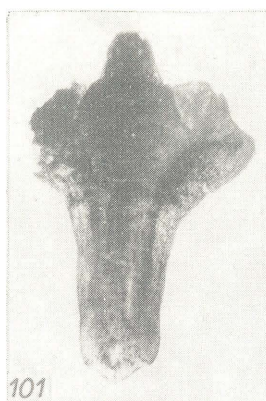
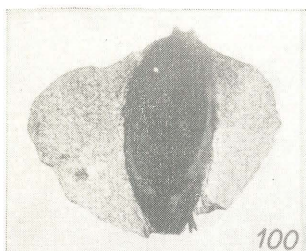
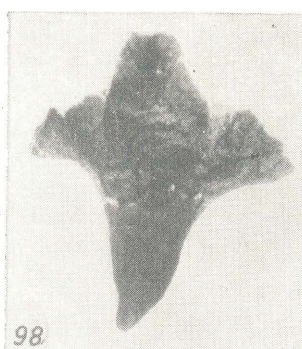
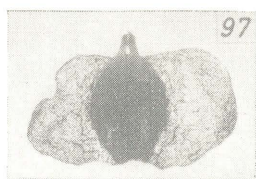
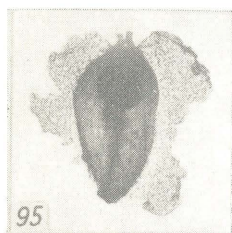
Pl. 95, 96. *Betula* cf. *pubescens*, nutlets, $\times 12$: from the Older Dryas (pl. 95); from the Bolling (pl. 96)

Pl. 97—99. *Betula pubescens*, nutlet and fruit scales, $\times 12$: from the Allerød (pl. 97); from the Younger Dryas (pl. 98, 99)

Pl. 100—104. *Betula* cf. *tortuosa*, nutlet and fruit scales from the Younger Dryas, $\times 12$

Pl. 105, 106. *Betula* cf. *humilis*, nutlets, $\times 12$: from the Bolling (pl. 105); from the Younger Dryas (pl. 106)

Pl. 107—109. *Betula nana*, nutlet, fruit scale and fragment of leaf from the Oldest Dryas, $\times 12$



Biul. Perygl. 13, Wasylikowa

Biul. Perygl. 13, Wasylikow

Witów III, bezwzględne ilości oznaczonych sporomorf (Szczepanek 1959)

Tablica XXVIII

Witów III, absolute numbers of pollen grains and spores (Szczepanek 1959)

			Drzewa i krzewy Trees and shrubs							Rośliny zielne Herbs																													
Nr próbek Nos of samples	Głębokość w cm poniżej 0 Depth in cm below 0	Przejrzana powie- rzchnia w cm ² Slide surface in cm ²	<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Corylus</i>	<i>Fagus</i>	<i>Hippophae rhamnoides</i>	<i>Pinus</i>	<i>Salix</i>	<i>Artemisia</i>	<i>Batrachium</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Compositae Liguliflorae</i>	<i>Compositae Tubiflorae</i>	<i>Cruciferae</i>	<i>Cyperaceae</i>	<i>Ericaceae</i>	<i>Ephedra</i>	<i>Equisetum</i>	<i>Filicales</i>	<i>Filipendula</i>	<i>Gramineae</i>	<i>Helianthemum</i>	<i>Labiatae</i>	<i>Mynyanthes trifoliata</i>	<i>Myriophyllum</i>	<i>Potamogeton</i>	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Rubiaceae</i>	<i>Rumex</i>	<i>Selaginella</i>	<i>Sphagnum</i>	<i>Thalictrum</i>	<i>Umbelliferae</i>	Varia	
12	130	2,8	1	98				5	68	33	12			2				77				2	3		58		4	1		5							2	4	5
11	132	2,6		117				5	41	42	5			2				90							54		1	2		4				1		2	2		
10	134	2,2		116				9	56	28	10			1	1			55					2		36		2	2						2		2	2		
9	136	6,8		127				11	35	38	13		1		1			58					1		58					3				1			1	5	
8	138	6,6	1	101				26	44	54	11		2	3		2		77			1	3	1		76	1				3				1			1	2	3
7	140	4,6	1	116				29	40	43	21		2	4			1	103				6	2		53		1			3				2		1	2	3	
6	142	5,0		45					26	29	12		2	1				147				8	1		24				7	5				1		1	2		
5	144	4,4	2	46			2	3	27	23	13				1		1	364	1			5	2		43	1		1	19	8		3		1			1	1	
4	146	4,2		40				1	38	22	8				1			452				2		1	58	1			52	4			1				1	1	
3	148	4,8	1	46		2		2	36	15	14	5				3		210							34				2	2		2	2	1	3	1	2	5	
2	150	3,4	3	23		1		1	61	12	1				1	1		122					2		16									1			1	2	
1	152	3,6	1	21	1			1	66	11	1							59				3			20	1												1	

Wiów V, bezwzględne ilości oznaczonych sporomorf
Wiów V, absolute numbers of pollen grains and spores

Tablica XXX

			Drzewa i krzewy Trees and shrubs										Rośliny zielne Herbs																			
Nr próbek — Nos of samples																																
Głębokość w cm poniżej 0 m — Depth in cm below 0 m																																
Przejrzana powierzchnia w cm ² — Slide surface in cm ²																																
4	152	6	<i>Alnus</i>										<i>Artemisia</i>																			
			<i>Betula</i>										<i>Botrychium</i>																			
			<i>Carpinus</i>										<i>Caltha palustris</i> t.																			
			<i>Hippophae rhamnoides</i>										<i>Caryophyllaceae</i>																			
			<i>Pinus</i>										<i>Chenopodiaceae</i>																			
			<i>Populus</i>										<i>Comarum palustre</i>																			
			<i>Quercus</i>										<i>Compositae Liguliflorae</i>																			
			<i>Salix</i>										<i>Compositae Tubiflorae</i>																			
			<i>Ulmus</i>										<i>Cruciferae</i>																			
													<i>Cyperaceae</i>																			
3	164	3											<i>Ephedra</i> t. <i>fragilis</i>																			
													<i>Ericaceae</i>																			
													<i>Gramineae</i>																			
													<i>Helianthemum</i>																			
													<i>Juniperus</i>																			
													<i>Myriophyllum verticillatum</i>																			
													<i>Plantago maritima</i>																			
													<i>Plantago media</i>																			
													<i>Potamogeton</i>																			
													<i>Potentilla</i>																			
2	184	3											<i>Ranunculus</i>																			
													<i>Rosaceae</i>																			
													<i>Rumex</i> t. <i>acetosella</i>																			
													<i>Rubiaceae</i>																			
													<i>Sagittaria</i>																			
													<i>Sanguisorba officinalis</i>																			
													<i>Saxifraga</i>																			
													<i>Selaginella selaginoides</i>																			
													<i>Thalictrum</i>																			
													<i>Umbelliferae</i>																			
1	192	6											<i>Varia</i>																			
													<i>Pediastrum</i>																			

Liczby oznaczają ilości okazów; (+) — ślady; + — pojedynczo; ++ — licznie; +++ — bardzo licznie; ? — oznaczenie niepewne; d — drewno, gałązki, węgle; e — ephippia; g — gemmulae; k — kokony; kr — krótkopędy; li — liście, niezdrzwiałe pędy; lo — łuski owocowe; lp — łuski pączków; m — makrospory; n — nasiona; o — owoce; oos — oosporę, so — skrzydelka; st — statoblasty; sz — szyszki; t — torebki owocowe.

Numbers indicate the total of specimens; (+) — traces; + — rare; ++ — common; +++ — very common; ? — identification uncertain; d — wood, twigs, charcoals; e — ephippia; g — gemmulae; k — cocoons; kr — dwarf shoots; li — leaves, herbs sprouts; lo — fruits scales; lp — bud scales; m — megaspores; n — seeds; o — fruits; oos — oospores; so — wings; st — statoblasts; sz — cones; t — capsules.

Witów II, szczątki makroskopowe roślin i zwierząt
Witów II, macroscopic plant and animal remains

Tablica XXXII

Okresy — Pollen zones		Ia				Ib		Ic	IIb	III							
Nr próbek — Nos of samples		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Głębokość w cm Depth in cm		287 —290	285 —287	280 —285	276 —280	265 —276	260 —265	250 —260	9,5	6,5	4,5	2	0	+2	+4	+6	+8
Objętość próbek w cm ³ Volume of samples in cm ³		200	100	400	400	600	400	200	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Gatunek i rodzaj szczątki — Species and kind of remain																	
<i>Arctostaphylos uva ursi</i>	o											1					
<i>Batrachium</i> sp.	o											1					1
<i>Betula humilis</i>	{ o			1?													
— <i>nana</i>	{ o	13	1	39		1?						1		1			
— <i>s. nanae</i>	{ o			3													
— <i>pubescens</i>	{ li	+		+										+			
— <i>pubescens</i>	{ o	18		21				1		3	1	6	3	8	6?		2
— <i>gr. pubescentes</i>	{ o					1							3	7			
— <i>tortuosa vel carpatica</i>	{ o										3	3		1			
— <i>verrucosa</i> ?	{ o															3?	
— sp.	{ o			1	2											2	
<i>Carex aquatilis</i>	{ o		1	9	13												
— sp.	{ o	21	9	5	8	2	2	1½	2	4	4	16	5	7	2	7	6
<i>Caryophyllaceae</i>	{ n			1									1				
<i>Ceratophyllum demersum</i>	{ o					2											
	{ li					+											
<i>Chara</i> sp.	{ oos	1			123												
<i>Cruciferae</i>	{ n			2													1
<i>Cyperaceae</i>	{ o																
	{ li		2	4								+	+				
<i>Gramineae</i>	{ o																
	{ li				+	+								+	+	+	+
<i>Juncus</i> sp.	{ n		2	6	21	1											
<i>Linaria vulgaris</i>	{ n										1						
<i>Menyanthes trifoliata</i>	{ n								2	1		1			1½		
<i>Myriophyllum spicatum</i> vel <i>verticillatum</i>	{ o				6												
— <i>spicatum</i> f. <i>squamosum</i>	{ li				+							1?		1			
<i>Nitella</i> sp.	{ oos				39												
<i>Pedicularis</i> cf. <i>palustris</i>	{ n			23													
	{ n									6	2	2					1
<i>Pinus silvestris</i>	{ sz								+	+	+		+				
	{ li, kr								+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Polycnemum arvense</i>	{ n							1									
<i>Potamogeton alpinus</i>	{ o			6	8						1	1	1				
— <i>filiformis</i>	{ o				4	1	1						3				1
— <i>obtusifolius</i>	{ o				1	14				1	5	5	4		5		
— <i>perfoliatus</i> ?	{ o				1												
— <i>praelongus</i>	{ o				1	11	3		2			1	1				1
— <i>pusilus</i>	{ o			1						5	3	2	2				
— sp.	{ o			3	2				4	2	4	3	4				2
<i>Potentilla</i> sp.	{ o			1													
<i>Ranunculus flammula</i>	{ o									1½							
<i>Salix</i> sp.	{ łp		2	33	2												
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	{ o								9	2		2					
<i>Selaginella selaginoides</i>	{ m				1												
<i>Stellaria</i> sp.	{ n																1
Szczątki roślinne nieoznaczone — Undetermined plant remains:																	
mchy — mosses	li		(+)		++	(+)		+	(+)	(+)	++	++	+	+	+	(+)	(+)
węgle drzewne — charcoals									++	++	+	+					(+)
drewna i gałązki — twigs and wood pieces		+	(+)	(+)	+					+		+		+			
Szczątki zwierzęce — Animal remains:																	
<i>Cristatella mucedo</i>	st			2	26	1			2	3	11	1	5	3		3	1
<i>Daphnia</i> sp.	e			2	39	3	2										
<i>Erpobdella</i> sp.	k					19	6	3									
<i>Spongilla</i> sp.			1		111	2											

Liczby oznaczają ilości okazów; (+) — ślady; + — pojedynczo; ++ — licznie; +++ — bardzo licznie; ? — oznaczenie niepewne; e — ehippia; k — kokony; kr — krótkopędy; li — liście, niezdrewniałe pędy; ło — łuski owocowe; łp — łuski pączków; m — makrospory; n — nasiona; o — owoce; oos — oospory; st — statoblasty; sz — szyszki. Próbkę 13—16 położone są powyżej 0, reszta poniżej 0.
Numbers indicate total of specimens; (+) — traces; + — rare; ++ — common; +++ — very common; ? — identification uncertain; e — ehippia; k — cocoons; kr — dwarf shoots; li — leaves; ło — fruit scales; łp — bud scales; m — megaspores; n — seeds; o — fruits; oos — oospores; st — statoblasts; sz — cones. Samples Nos 13—16 above 0, others below 0.