

1.

WANDA KOPEROWA

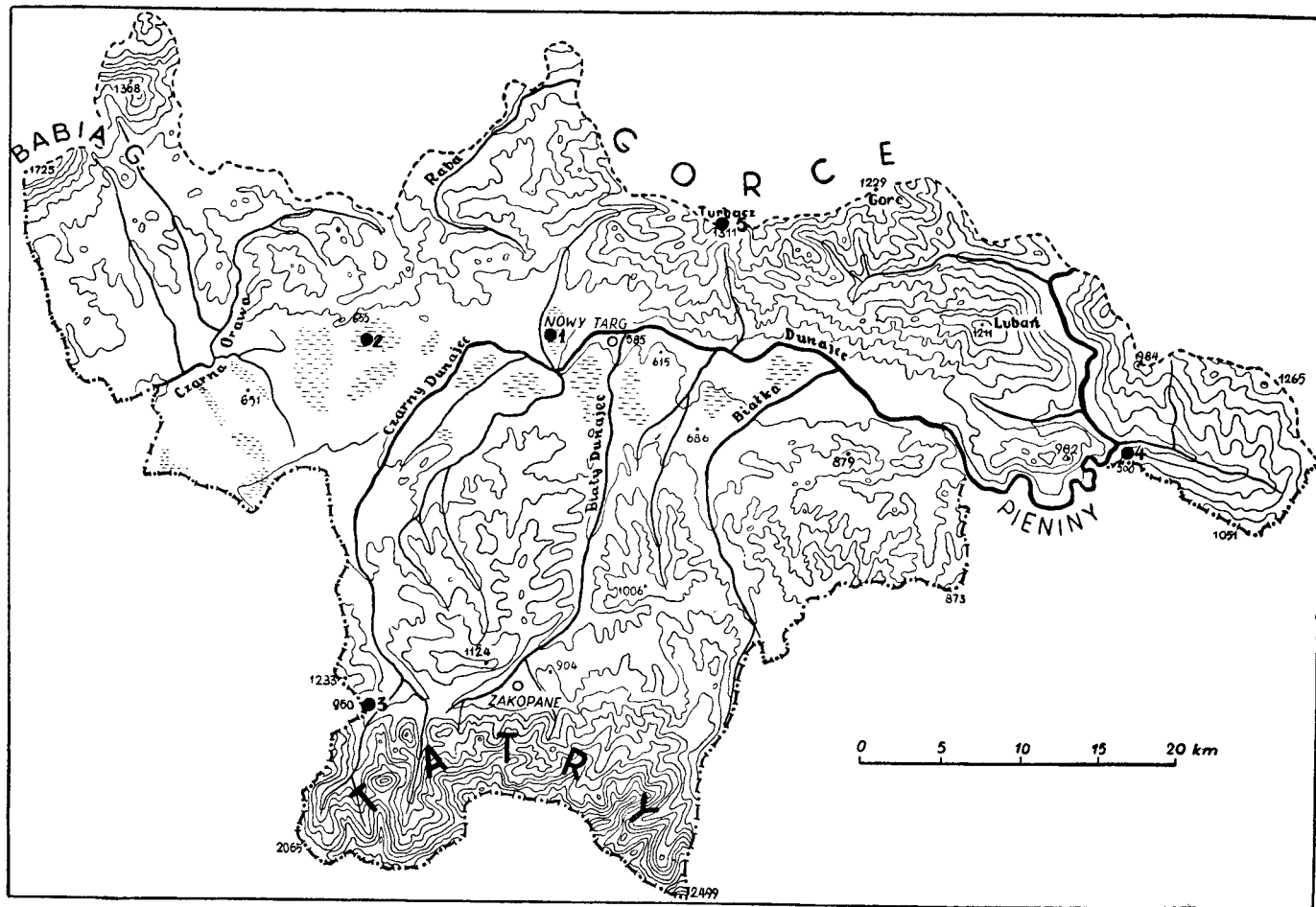
PÓŻNOGLACJALNA I HOLOCENSKA HISTORIA ROŚLINNOŚCI KOTLINY NOWOTARSKIEJ

The History of the Late-Glacial and Holocene Vegetation of the
Nowy Targ Basin

WSTĘP

Kotlina Nowotarska wyścielona różnowiekowymi osadami, zawierającymi nieraz bogate flory kopalne, była tematem wielu rozpraw naukowych. O późnoglacialnej i holocেনskiej historii roślinności pisali: F. Peterschilka (1927), J. Dyakowska (1928, 1932), J. Trela (1929), B. Halicki i J. Lilpop (1932), A. Środoń (1952 a, b) i W. Koperowa (1958). Publikacje J. Dyakowskiej (l. c.) i F. Peterschilki (l. c.) posłużyły prof. W. Szaferowi (1936) jako podstawa do pierwszego syntetycznego obrazu postglacialnej historii lasów tego obszaru. Rozwoju roślinności w czasie ostatniego bałtyckiego zlodowacenia dotyczą prace M. Klimaszewskiego, W. Szafera, B. Szafrana, J. Urbanckiego (1939, 1950), J. Dyakowskiej (1947), A. Środonia (1952b), K. Birkenmajera i A. Środonia (1960). Roślinność interglacjału eemskiego znana jest dotychczas jedynie z trawertynów w Ganowcach, położonych nad Popradem na słowackiej (południowej) stronie Tatr (V. Kneblova 1958). Flora pliocenu i jego pogranicze z plejstocenem są treścią obszernych prac W. Szafera (1946—1947, 1954), a badania nad roślinnością słodkowodnych ilów miocেনskich, zalegających kotlinę w jej części orawskiej, zapoczątkował już M. Raciborski (1892).

Celem obecnej publikacji jest przedstawienie rozwoju roślinności w późnym glacie i holocenie samej kotliny i jej najbliższego otoczenia. W realizacji tego zamiaru będą wykorzystane wyniki prac dawniejszych, o których wyżej była mowa, oraz będą podane nowe diagramy pyłkowe z pięciu torfowisk położonych w następujących punktach kotliny i jej obrzeża: Grel koło Nowego Targu, Puścizna Rękowiańska koło Czarne



Ryc. 1. Mapa Kotliny Nowotarskiej według Leszczyckiego (nieco zmieniona). Cyfry na mapie oznaczają stanowiska opracowanych profili. 1 — torfowisko na Grelu, 2 — torfowisko Puścizna Rękowiańska, 3 — torfowisko na Molkówce, 4 — torfowisko w Staszowej k/Szczawnicy Wyżnej, 5 — torfowisko na Kiczorze.

Fig. 1. Map of the Nowy Targ Basin according Leszczycki (changed). Numbers show the localities of the diagrams: 1 — na Grelu, 2 — Puścizna Rękowiańska, 3 — Molkówka, 4 — Staszowa k/Szczawnicy Wyżnej, 5 — Kiczora.

Dunajca, Molkówka w Dolinie Chochołowskiej, Staszowa w Pieninach i Kiczora w Gorcach (fig. 1). Diagram ze Staszowej był już publikowany w rozprawach J. Fabijanowskiego (1957), W. Szafera (1958) i J. Dyakowskiej (1959).

Zebrane materiały opracowano w Instytucie Botaniki Polskiej Akademii Nauk pod kierownictwem naukowym prof. dra W. Szafera i doc. dra A. Śrōdonia. Za cenne wskazówki dziękuję im serdecznie. Dziękuję również dr M. Reymanównie za oznaczenie drewn metodą anatomiczną.

I. CHARAKTERYSTYKA KOTLINY NOWOTARSKIEJ

1. Położenie geograficzne i budowa geologiczna

Kotlina Nowotarska tworzy obok Rowu Podtatrzańskiego, Pogórza Gubałowskiego, Pasa Skalicowego i Działów Orawskich część Podhala (M. Klimaszewski 1952). Od północy jest ona zamknięta Działami Orawskimi i Beskidem Wysokim, od południa Pasem Skalicowym, od wschodu Pieninami, a od zachodu graniczy z Magurą Orawską (fig. 1). Między Ludzimirzem a Szaflarami występuje zwężenie Kotliny Nowotarskiej, dzielące ją na wyżej położoną część Orawską i niższą, Nowotarską. Na zachód od miejscowości Czarny Dunajec przebiega europejski dział wodny między zlewiskami Morza Czarnego i Morza Bałtyckiego. Dnem kotliny płyną liczne rzeki i potoki, mające swe źródła w otaczających ją pasmach górskich. Dno kotliny i przyległych pasm górskich zbudowane jest z fliszu. Tu i ówdzie wynurzają się z fliszu skałki jurajskie, należące do pienińskiego pasa skałkowego. W części orawskiej znaczną rolę odgrywają neogeńskie osady słodkowodne, o pokaźnych nieraz miąższościach (K. Birkenmajer 1954). Wprost na fliszu spoczywają fluwioglacjalne gliny i żwiry, wiążące się genetycznie z plejstocœnskimi zlodowaceniami Tatr (B. Halicki 1930). Najmłodsze z nich dostarczyło materiału na dobrze rysującą się w krajobrazie kotliny terasę o wysokości od 12 m do 25 m. Na niej to rozwinęły się rozległe torfowiska wysokie.

2. Klimat i szata roślinna

Klimat Kotliny Nowotarskiej odznacza się wyraźną odrębnością w stosunku do sąsiadujących z nią łańcuchów górskich. Występują tu również pewne pod tym względem różnice między jej częścią wschodnią i zachodnią, co przedstawione jest na tabeli 1 i 2.

Średnie temperatury najzimniejszych miesięcy, tj. grudnia, stycznia i lutego, są niższe we wschodniej części kotliny. Ta lokalna cecha klimatu

Tabela 1

ŚREDNIE TEMPERATURY DOBOWE: MIESIĘCZNE I ŚREDNIE DLA 1, 2, 3, 6 — ZA OKRES 1881—1930 (ERMICH 1951)

DLA 4 — ZA OKRES 1877—1885 (ZA LESZCZYCKIM 1938), DLA 7 — ZA OKRES 1949—1953 (FABIJANOWSKI 1957)

The mean day temperatures; monthly and mean — for 1, 2, 3, 6, in the period 1881—1930 (Erich 1951), for 4 in the period 1877—1885 (after Leszczycki 1938), for 7 — in the period 1949—1953 (Fabianowski 1957)

Nazwa stacji Locality	Nr	Wys.npm.wm Height in m. a. l. s.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year	Zima Winter	Wio- sna Spring	Lato Sum- mer	Jesień Au- tumn
Zakopane	1	840	−4,9	−4,1	−0,5	4,4	10,0	12,7	14,7	14,0	10,5	5,7	0,3	−3,1	5,0	−4,0	4,9	13,8	5,9
Bukowina	2	950	−4,9	−4,1	−0,3	4,7	10,7	13,0	14,6	14,2	11,0	6,3	0,3	−3,0	5,2	−4,0	5,0	13,9	5,9
Poronin	3	778	−5,8	−5,3	−0,8	4,2	10,3	13,2	15,0	13,9	10,1	5,3	0,1	−3,8	4,7	−5,0	4,6	14,0	5,2
Czarny Dunajec	4	660	−4,5	−2,3	−0,1	5,6	10,7	15,2	16,7	15,2	12,5	6,2	1,0	−3,9	6,0	−3,6	5,4	15,7	6,6
Nowy Targ	5	593	−5,2	−4,7	0,1	5,9	11,7	14,3	15,9	14,7	11,3	6,2	0,6	−3,0	5,6	−4,3	5,9	15,0	6,5
Maniowy	6	527	−5,6	−5,0	0,5	6,2	11,9	14,7	16,2	15,6	12,3	7,8	0,7	−3,2	6,0	−4,6	6,2	15,5	6,9
Szczawnica	7	500	−3,3	−1,7	−1,2	8,0	11,8	14,7	16,4	16,1	12,2	7,2	3,4	−0,2	6,9	−1,7	6,2	15,7	7,9

Tabela 2

ŚREDNIE ROCZNE SUMY OPADÓW
(ZA LESZCZYCKIM 1938)

Mean annual precipitation
(after Leszczycki 1938)

Nazwa stacji Locality	mm
Zakopane	1101
Bukowina	961
Poronin	936
Czarny Dunajec	848
Nowy Targ	841
Maniowy	785
Szczawnica	832

wiąże się z powstawaniem zastoisk zimnego powietrza (tzw. mrozowisk) w najniższej położonych częściach kotliny (W. Miłata 1955). Są one wynikiem nocnego promieniowania oraz spływów mas zimnego powietrza z Tatr, Gorców i Pienin wąskimi dolinami rzecznyymi. Szczególne warunki termiczne kotliny powodują według S. Leszczyckiego (1938) wyraźny wzrost kontynentalizmu na obszarze całej kotliny, głównie jednakże jej części wschodniej. Różnice w opadach między częścią wschodnią a zachodnią kotliny ilustruje tab. 2. Wzrost opadów atmosferycznych zaznacza się w kierunku od wschodu ku zachodowi i to zarówno w samej kotlinie, jak i w Tatrach.

Ważnym, a nas tu szczególnie interesującym czynnikiem klimatycznym są w omawianym terenie wiatry. M. Sokołowski (1935) i W. Miłata (1955) wyróżnili wiatry panujące, czyli regionalne i miejscowe; te ostatnie dzielą na wstępujące i spadające. Na terenie kotliny panują wiatry zachodnie i południowo-zachodnie, mniej częste zaś są tu wiatry południowe. W otaczających kotlinę obszarach górskich przeważają wiatry północno-zachodnie, z wyjątkiem Tatr Zachodnich, gdzie głównie panują wiatry zachodnie. Prądy wstępujące i spadające ograniczone są do niewielkich przestrzeni. Prądy spadające przy przejściu przez zwężenia dolin przekształcają się niejednokrotnie w silne wiatry. Pewną rolę odgrywają również wiatry halne, pojawiające się najczęściej w miesiącach późnojesiennych i wiosennych. Wiatry te wywołują zwyżkę temperatur powietrza, a tym samym przyczyniają się do topnienia śniegów oraz pokrywy lodowej (W. Miłata l. c.).

W harmonii z klimatem pozostaje z natury uboga i monotonna roślinność kotliny, zniekształcona w dodatku działalnością człowieka. Jej głównymi składnikami są dziś pola uprawne, łąki, pastwiska i podmokłe młaki powstałe po wycięciu lasów. Dość znaczne przestrzenie w kotlinie zajmują jeszcze lasy sosnowo-świerkowe. Pierwszy dokładniejszy opis roślinności Kotliny Nowotarskiej podał E. Niezabitowski (1922). Zbiorowiskami roślinnymi występującymi na jednym z torfowisk, a mianowicie na Czerwonym zajmował się W. Szafer (1928). Ostatnio J. Staszkievicz wyróżnił następujące trzy zespoły roślinne: *Sphagnetum medii et rubelli* (Schwickerath 1940), *Pineto-Vaccinietum uliginosi* (Kobendza 1930) i *Pineto-calamagrostetum villosae* (J. Staszkievicz 1958).

Pierwszy z nich jest zespołem torfowisk wysokich, występuje na terenie zajęтым przez las, o grubej warstwie torfu. Odnacza się dużymi skupieniami *Sphagnum recurvum*, *S. cuspidatum*, a także *S. medium*, *S. rubellum*, *S. Girgensohnii*. Na ich płatach rośnie zazwyczaj sosna zwyczajna (*Pinus silvestris*), niekiedy świerk (*Picea excelsa*) oraz brzozy (*Betula verrucosa* i *B. pubescens*). Z krzewinek występują tu m. i. *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus* i *V. vitis-idaea*, a na suchszych stanowiskach *Ledum palustre*. W typowej formie zespół ten rozwinął się na torfowiskach koło Nowego Targu (bór koło Harkłowej, bór na Czerwonym).

W zespole *Pineto-Vaccinietum uliginosi* panującym drzewem jest *Pinus silvestris*, a obok niej bardzo rzadko spotyka się w piętrze drzew *Picea excelsa* i *Betula pubescens*. Na ubogą warstwę krzewów i krzewinek składają się m. i.: *Pinus uliginosa*, *Juniperus communis*, *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Oxycoccus quadripetalus* i *Calluna vulgaris*. Zespół ten jest reprezentowany szczególnie na następujących stanowiskach: bór na Czerwonem, bór Nowotarski, lasy koło Rogoźnika oraz w Baligówce, położonej między Czarnym Dunajcem a Piekelnikiem.

Zespół trzeci *Pineto-calamagrostetum villosae* odznacza się dwupiętrowością warstwy drzew. W piętrze wyższym panuje *Pinus silvestris*, w niższym *Picea excelsa*. Podszycie tworzą w zmiennych ilościach: *Betula verrucosa*, *B. pubescens*, *Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus* i *Juniperus communis*. Runo buduje przede wszystkim: *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Calamagrostis villosa*, *Carex fusca* oraz *Sphagnum Girgensohnii* i *Polytrichum commune*. Las ten jest wysokopienny, zajmuje największe płaty w kotlinie, tworząc „bory”: bór Harkłowski, bór Bielski (koło Nowej Białej), bór na Czerwonem oraz bór na Grelu. Nadto las tego typu ma swoje stanowiska koło Nowego Targu i Starego Bystrego.

Lasy jodłowo-bukowe i lasy świerkowe rosną na grzbietach i stokach pasm górskich otaczających kotlinę. Wzdłuż rzek i potoków na nadrzecznych aluviach pospolicie występują zarośla wierzbowe z osiką (*Populus tremula*) oraz olszyny, w których główną rolę odgrywa olsza szara (*Alnus incana*). Drzewa liściaste, jak: lipa, jesion, jawor i wiąz nie wchodzi na ogół w skład naturalnych zbiorowisk leśnych kotliny. Spotkać je można jednakże przy osiedlach ludzkich. Wiąz górski (*Ulmus scabra*) rośnie w stanie dzikim w zaroślach koło Chochołowa, na wys. 800 m n.p.m. (K. Grodzińska i E. Pancerówna 1960). Jedyne stanowisko graba (*Carpinus betulus*) podał J a n o t a (1867) z okolic Koniówki (B. P a w ł o w s k i 1956). Leszczyna (*Corylus avellana*) jest dość częsta na całym obszarze, przy czym najobficiej porasta ona z olszą szarą wzgórza i stoki obrzeża kotliny i tu rozprzestrzenia się dzięki gospodarce ludzkiej.

II. OPIS ZBADANYCH TORFOWISK

Z pięciu zbadanych tutaj torfowisk dwa z nich — torfowisko Grel (600 m n.p.m.) i Puścizna Rękowiańska (655 m n.p.m.) — należą do dużego kompleksu torfowisk okrywających dno kotliny i położonych po obu stronach działu wodnego. Ciągną się one przerywanym pasem o długości około 40 km od ujścia Białki do Dunajca na wschodzie, aż po Namiestów na zachodzie. Z rozległego nie tak dawno ich obszaru pozostały dziś zaledwie resztki. O torfowiskach tych pisał jeszcze A. R e h m a n (1895, str. 69):

„Pustacie nowotarskie są to nieprzejrane gołym okiem moczary, porośnięte z rzadka rozrzuconymi, skarłowaciałymi okazami sosny błotnej i brzozy omszonej, pomiędzy którymi zdarza się tu i ówdzie rokita i inne wierzby krzewiaste...”.

„...przedstawiają nowotarskie bory, owiane zazwyczaj dymami z bezustannego palenia się torfu pochodzącymi, posępna, mało urozmaiconą i wcale nie zajmującą okolicę”.

Prawie wszystkie torfowiska zostały z czasem osuszone i poddane nie wszędzie racjonalnie prowadzonej eksploatacji. Tylko na nielicznych z nich zachowała się po dzień dzisiejszy ich pierwotna szata roślinna, np. na torfowisku na Czerwonem, gdzie istnieje rezerwat przyrodniczy oraz w borze Harklowskim.

Torfowiska nowotarskie, będące typem torfowiska wysokiego, w miejscach eksploatowanych okazują poziom z pniami drzew (głównie sosny i brzozy), odgraniczający złoża starszego torfu ciemnobrunatnego, dobrze rozłożonego, od złóż górnych, młodszych, słabiej rozłożonych, o zabarwieniu jaśniejszym.

1. Torfowisko Grel (ryc. 2*)

O późnoglacialnej roślinności z poziomów spągowych tego torfowiska ogłoszono już dawniej informacje (W. K o p e r o w a 1958). Tam też są wiadomości dotyczące metod użytych przy jego opracowaniu. Przez zbada-
nie warstw nadległych uzyskano obecnie najpełniejszy dla kotliny obraz rozwoju szaty roślinnej od okresu najstarszego dryasu po czas współczesny.

Profil geologiczny:

- 445 cm — torf sfagnowy, jasnobrunatny,
- 140 cm — torf przejściowy o zabarwieniu brunatnym,
- 30 cm — ił barwy jasnożółtej, przechodzący ku górze w jasnobrunatny z narastającą zawartością materiału organicznego,
- 20 cm — ił barwy jasnożółtej, z drobnymi żwilkami kwarcu o średnicy do 1,5 mm,
- 20 cm — torf ciemnobrunatny, silnie sprasowany,
- 25 cm — ił jasnożółty z bardzo małą ilością materiału organicznego,
- 15 cm — ił jasnobrunatny z większą ilością materiału organicznego,
- 20 cm — ił jasnożółty bez materiału roślinnego,
- 25 cm — ił jasnożółty ze żwilkami kwarcu, dochodzącymi w spągu do 1 cm średnicy, oraz grudkami torfu o średnicy od 0,5 mm do 1,5 mm.

* Ryc. 2—6 (diagramy) ze względów technicznych zamieszczone są pod opaską na końcu książki.

2. Torfowisko Puścizna Rękowiańska (ryc. 3)

Puścizna Rękowiańska wchodzi w skład grupy torfowisk nazywanych czarnodunajeckimi, które rozciągają się na północ od Czarnego Dunajca. Torfowisko jest osuszane i eksploatowane. Okrywają je zbiorowiska roślinne zniekształcone gospodarką, z panującym wrzosem i nielicznymi okazami sosny zwyczajnej, brzozy (*Betula verrucosa*) i kosodrzewiny.

Profil geologiczny:

430 cm — torf sfagnowy o zabarwieniu jasnobrunatnym,

105 cm — torf przejściowy, dobrze rozłożony, o zabarwieniu ciemnobrunatnym,

75 cm — ił jasnożółty, ze zmniejszającą się ku spągowi zawartością detritusu roślinnego.

3. Torfowisko na polanie Molkówka (ryc. 4)

Molkówka leży na wysokości 954 m n.p.m. u wylotu Doliny Chochołowskiej, na końcowym odcinku rozszerzonej i spłaszczonej w tym miejscu pokrywy fluwioglacjalnej (E. R o m e r 1930). Torfowisko otoczone jest lasem świerkowym z roślinnością zmienioną gospodarką pasterską. Torfowisko to było badane już dawniej metodą analizy pyłkowej przez J. D y a k o w s k ą (1932).

Profil geologiczny:

275 cm — torf sfagnowy o zabarwieniu jasnobrunatnym, bardzo słabo rozłożony,

105 cm — torf leśny, ciemnobrunatny, przepełniony drobnymi drewnami,

120 cm — torf przejściowy, prawie czarny, silnie rozłożony,

15 cm — ił z detritusem roślinnym,

20 cm — ił bez detritusu roślinnego.

4. Torfowisko w Staszowej koło Szczawnicy Wyżnej (ryc. 5)

Torfowisko typu niskiego w Staszowej (505 m n.p.m., przysiółek Szczawnicy Wyżnej), o powierzchni ca 10 a, znajduje się na lekko nachylonej terasie potoku Sopotnickiego u stóp skarpy, spod której wycieka woda gruntowa obfitująca w kwaśny węglan wapnia. Woda ta przesącza się przez mszysto-turzycową darń torfowiska, osadza zwykły węglan wapnia w postaci białego osadu, inkrustując rośliny budujące torfowisko. Torfowisko otoczone jest polami uprawnymi i zaroślami wierzbowo-olszowymi (głównie *Alnus incana*). Najbliższe lasy jodłowo-świerkowe i bukowe znajdują się w odległości około 1 km na północny zachód.

Profil geologiczny:

- 25 cm — torf turzycowo-mszysty, o zabarwieniu ciemnobrunatnym, z małą domieszką drobnego piasku,
- 75 cm — torf turzycowo-mszysty, jasnobrunatny, z dużą zawartością drobnego piasku,
- 15 cm — torf turzycowy,
- 25 cm — torf turzycowy, jasnobrunatny, z dużą ilością drobnoziarnistego piasku,
- 20 cm — piasek drobnoziarnisty.

W paru poziomach (10, 12, 13, 22) znaleziono niesprasowane i niesfosylizowane drewno jodły (*Abies alba*), a w poziomie 10 drewno wierzby (*Salix*).

5. Torfowisko z Kiczory w Gorcach (ryc. 6)

Torfowisko okrywa stok szczytu Kiczory (1284 m n.p.m.) na wysokości 1240 m do 1270 m n.p.m. Występuje ono tam w postaci płatów na małych, podmokłych polanach. Jest to torfowisko wysokie z nietypowo wykształconą roślinnością. Szczyt Kiczory porastają kępy świerków z runem złożonym przede wszystkim z *Vaccinium myrtillus* i pojedynczymi okazami *V. uliginosum* (A. Medwecka-Kornasiowa 1955).

Profil geologiczny:

- 10 cm — torf sfagnowy, prawie nierozłożony,
- 10 cm — torf sfagnowy, słabo rozłożony,
- 10 cm — torf sfagnowy, lepiej rozłożony,
- 40 cm — torf sfagnowy, bardzo dobrze rozłożony,
- 10 cm — il o zabarwieniu ciemnobrunatnym, bez detritusu roślinnego, poniżej il szary, przybierający w spągu odcień niebieskawcy.

W warstwach od 55 cm do 75 cm stwierdzono występowanie korzeni, drewna i pni świerkowych.

III. ETAPY ROZWOJU ROŚLINNOŚCI W PÓŻNYM GLACJALE I HOLOCENIE

Studiując diagramy pyłkowe torfowisk nowotarskich, pamiętać należy o tym, że reprezentują one przemiany, jakie zachodziły w różnych pod względem rozmieszczenia, składu i ekologii zbiorowiskach roślinnych. Jedne z nich były i są związane z zimnym i podmokłym dnem kotliny, które sprzyja rozwojowi torfowisk wysokich. Inne, bardziej wymagające pod względem zarówno klimatu, jak i podłoża, są to zbiorowiska pasm górskich otaczających ze wszystkich stron kotlinę. Dodatkowe trudności przy interpretacji diagramów z terenów górskich wynikają z nalotu pyłku z niżej i wyżej położonych miejsc z różnych pięter roślinnych. Zjawisko

to potęguje się na znaczniejszych wysokościach i odsłoniętych szczytach. M. Welten (1958) w pracy swej o Alpach Berneńskich obliczył, że ilość nawianego z daleka pyłku dochodzi do 10%. W skrajnych przypadkach przy badaniu osadów położonych powyżej górnej granicy lasu nalot obcego pyłku może osiągnąć nawet 40% do 70%. W kotlinie Nowotarskiej dwukrotnie spotkamy się z dużą ilością nawianego pyłku, a mianowicie w diagramach torfowisk z Molkówki i z Kiczory, obydwu znajdujących się poza obrębem właściwej kotliny, na przyległych do niej zboczach górskich.

Podział diagramów na okresy rozwoju roślinności jest wzorowany na duńskim schemacie stratygraficznym, zastosowanym przez A. Śródonia (K. Birkenmajer i A. Śródóń 1960) przy ogólnym opisie historii roślinności Kotliny Nowotarskiej, oraz na dawniejszym schemacie W. Szafera (1953).

1. Okres najstarszego dryasu (ryc. 2)

Tylko diagram z Grela zawiera okres najstarszego dryasu. Obejmuje on spąg diagramu aż do poziomu 139. Osad z tego okresu był to il z grudkami torfu na drugorzędnym złożu, powyżej zaś czysty il. Spektra z tego wymieszanego sedymentu zawierają dwójakiego typu florę pyłkową. Jedna z nich, autochtoniczna, jest reprezentowana przez gatunki z rodzajów: *Armeria*, *Helianthemum*, *Hippophaë rhamnoides* i *Artemisia*, druga — allochtoniczna zawiera pyłek roślin o wyższych wymaganiach klimatycznych, głównie drzew.

W ciągu całego okresu najstarszego dryasu kotlinę pokrywała bezdrzewna tundra zbudowana z krzewów (*Salix*, *Betula*, a może też *Hippophaë rhamnoides*, *Ephedra distachya* i prawdopodobnie *Pinus montana ssp. mughus*) oraz arktyczno-górskich roślin zielnych, wśród których, obok traw (*Gramineae*) i turzyc (*Cyperaceae*), dużą rolę odgrywał zwłaszcza rodzaj *Artemisia* i rośliny zielne z rodzin: *Cruciferae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae* i *Compositae*.

2. Okres interstadiału Bölling (ryc. 2)

Okres ten (próby 138—136) zaznaczył się w osadzie wyraźnym wzrostem substancji organicznej, lepszą frekwencją diaspor i nagle pojawiającym się udziałem pyłku brzozy, przy równoczesnym spadku ilości roślin zielnych. W spektrach tego okresu zanotowano ziarna pyłku: *Pinus cembra*, *Larix sp.*, *Populus cf. tremula*, *Betula* — typ „alba”, a wśród zielnych, oprócz roślin występujących w poprzednim okresie, zarodniki *Selaginella selaginoides* i *Botrychium lunaria*.

Roślinność Kotliny w tym krótkotrwałym interstadiale tworzyła tundra arktyczno-alpejska z płatami drzew szpilkowych (sosny zwyczajnej, limby i modrzewia) i liściastych (osiki i brzozy drzewiastej), o niewielkich wymaganiach klimatycznych.

3. Okres starszego dryasu (ryc. 2)

Stadialne oziębienie występujące w starszym dryasie (próby 135 do 131) wywołało zmianę osadu na niemal czysto mineralny, spadek frekwencji pyłku i zmniejszenie udziału drzew (głównie brzozy) oraz wzrost ilości sporomorf roślin zielnych. Zniknęły wówczas zapewne nieliczne drzewa, które w poprzednim okresie pojawiły się już w kotlinie, a panującym typem vegetacji stała się znów roślinność bezleśnej tundry.

4. Okres interstadiału Alleröd (ryc. 2 i 3)

Alleröd występuje w całości w profilu z Grela (ryc. 2), zaś jego schyłek również w profilu Puścizny Rękowiańskiej (ryc. 3). Na Grelu okres ten sięga od próby 130 do 115, w diagramie z Puścizny od spągu do próby 111. W profilu tego okresu pojawia się torf, poprawia się frekwencja sporomorf i na teren kotliny wkraczają z powrotem drzewa. W schyłkowych poziomach z tego okresu zaznacza się znów wyraźna depresja klimatu, wyrażająca się podniesieniem krzywej sosny (*Pinus*), spadkiem zaś i zanikiem pyłku wszystkich drzew o wyższych wymaganiach klimatycznych. Równocześnie następuje podniesienie się krzywej roślin zielnych, które jednakże tylko w słabym stopniu zaznaczyło się w diagramie z Puścizny. Różnica ta wiąże się prawdopodobnie z powstaniem na Grelu na pograniczu okresów Allerödu i młodszego dryasu torfowiska przejściowego z dużą ilością turzyc (*Cyperaceae*), których obfity pyłek spowodował przede wszystkim wzrost krzywej NAP. W tym samym czasie na Puściznie Rękowiańskiej charakter osadu nie uległ żadnej zmianie.

Wiek torfu utworzonego na pograniczu Allerödu i młodszego dryasu określony metodą radiowęgla (C^{14}), wykazał 8810 ± 200 lat p. n. e. (H. T a u b e r 1960). Datowanie to odpowiada początkowi okresu młodszego dryasu w całej środkowej i północnej Europie.

Rozwój torfowiska założonego na Grelu w spągu Allerödu został przerwany osadzeniem się warstwy łu przez wody Dunajca, który prawdopodobnie w tym właśnie czasie zmienił kierunek swego biegu z zachodniego na wschodni (E. R o m e r 1930, B. H a l i c k i 1930). W obydwu profilach również stropowe warstwy z tego okresu są osadami ilastymi ze zwiększającą się ku górze zawartością części organicznych.

Z opisanych diagramów pyłkowych wynika, że na terenie kotliny panowały w Allerödzie lasy sosnowo-brzozowe z małą domieszką świerka,

przechodzące w optimum tego okresu w świerkowo-sosnowe z brzozą, olszą i prawdopodobnie jodłą. Pozostałe drzewa o wyższych wymaganiach termicznych nie rosły tu *in situ*, lecz tylko mogły zbliżyć się do kotliny. Ostojami tych bogatych stosunkowo lasów były zapewne nie tylko południowe stoki Karpat Wschodnich (E. Pop 1946) i Zachodnich, ale również może Wyżyna Morawska (F. Nemejc 1927, F. Ehrendorfer 1956). Pewnym potwierdzeniem tej hipotezy jest diagram pyłkowy z Wyżyny Czesko-Morawskiej, opracowany niedawno przez E. Rybnickową (informacja ustna), który obejmuje cały holocen i późny glacjał wraz z Allerödem. Stwierdziła ona w Allerödzie występowanie wielogatunkowego, bogatego lasu z bukiem.

5. Okres stadialny młodszego dryasu (ryc. 2, 3)

Młodszy dryas, który rozpoczął się poziomem 114, kończy się na poziomie 100 w diagramie z Grela, zaś z Puścizny Rękowiańskiej sięga od 110 do 102. W obu tych spektrach występuje gwałtowny spadek ilości roślin zielnych, podniesienie krzywej brzozy (*Betula*), spadek krzywej sosny (*Pinus*) oraz mniej więcej od tego albo od następnego poziomu ciągle występowanie krzywej leszczyny (*Corylus*) i wiazu (*Ulmus*). Osad na Grelu tworzy wówczas torf przejściowy; na Puściźnie rozpoczął się on formować dopiero od połowy tej fazy. W osadach torfu na Grelu z tego okresu znaleziono szczątki makroskopów następujących roślin:

Rośliny nasienne:

- Larix* sp. — ułamki szpilek
- Pinus montana* ssp. *mughus* — szyszki
- Betula* sp. — drewna
- Betula nana* L. — liście, orzeszki, łuski owocowe
- Salix* sp. — drewna
- Thalictrum alpinum* L. — owocek
- Cirsium* sp. — uszkodzone owocki
- Carex rostrata* Stokes — liczne orzeszki
- Carex paniculota* L. — liczne orzeszki

Mchy:

- Aulacomnium palustre*
- Calliergon Richardsoni*
- Calliergon sarmentosum*
- Camptothecium nitens*
- Chrysohypnum stellatum*
- Thuidium lanatum*
- Drepanocladus exannulatus*

Drepanocladus tundrae
Drepanocladus revolvens
Meesea triquetra
Polytrichum strictum

W spektrach pyłkowych występowały wielokrotnie ziarna pyłku limby (*Pinus cembra*), modrzewia (*Larix* sp.), z bardziej zaś interesujących roślin zielnych zanotowano: *Ephedra distachya*, *Hippophaë rhamnoides*, *Gentiana* sp. i *Sanguisorba officinalis*. W analogicznym diagramie z Puścizny krzywą ciągłą w wielu po sobie następujących poziomach tworzą spory widliczki (*Selaginella Selaginoides*).

Mniej więcej w połowie młodszego dryasu zniknęły z kotliny wszystkie drzewa o wyższych wymaganiach termicznych oraz związane z nimi paprocie z rodziny *Polypodiaceae*. Uderzająca ciągłość krzywej pyłku świerka (*Picea*), znalezienie jego nasienia na przejściu do okresu preborealnego dowodzą, że świerk przetrwał *in situ* okres młodszego dryasu w kotlinie.

W młodszym dryasie pokrywały Kotlinę Nowotarską zbiorowiska roślinności alpejskiej i alpejsko-arktycznej z płatami lasów, o składzie drzew takim, jaki dziś jeszcze buduje górną granicę lasów w Tatrach (*Pinus cembra*, *Pinus silvestris*, *Larix*, *Betula* — typ *alba* i *Picea excelsa*).

Luźno rozrzucone kępy tych drzew przenikały płaty kosodrzewiny, wierzb, brzozy karłowatej i jałowca. Partie bezleśne zajmowały zbiorowiska subalpejskich trawiastych łąk i muraw z *Botrychium lunaria*, *Selaginella selaginoides*, *Sanguisorba officinalis* i in. Miejsca podmokłe i małe jeziora porastała roślinność torfowiskowa i wodna z *Menyanthes trifoliata*, *Alisma plantago*, *Batrachium* sp., *Potamogeton* sp., *Sparganium* sp. i in.

6. Holoceniński okres preborealny (ryc. 2, 3, 4)

Okres preborealny w diagramie z Grela zaczyna się poziomem 99, a kończy się na spektrum 93, w diagramie zaś z Puścizny zaczyna się poziomem 101, a kończy się na 95. Jego granicę górną w stosunku do następnego, borealnego, wyznacza gwałtowny wzrost udziału leszczyny (*Corylus*), świerka (*Picea*) i wiązu (*Ulmus*) oraz empiryczna granica pyłku olszy (*Alnus*). W diagramie z Molkówki, który od spągu obejmuje okres preborealny, na granicy z okresem borealnym, w spektrum 93 występuje wyraźny wzrost ilości świerka (*Picea*). Osad okresu preborealnego w dwu pierwszych profilach (Grel i Puścizna) buduje torf przejściowy, natomiast w Molkówce najniższe jego warstwy utworzone są z łu, powyżej zaś zjawia się domieszka materiału organogenicznego.

Po wyraźnie zimnym regresywnym rozwoju roślinności w młodszym dryasie następuje teraz, w związku z ociepleniem się klimatu, zmiana

w składzie i zwarcu lasu. Zmianę tę wyrażają dobrze: opadająca krzywa roślin zielnych oraz zwiększenie frekwencji pyłku drzew. Cechą charakterystyczną tego okresu jest w całej środkowej i północnej Europie silne podniesienie się krzywej brzozy (*Betula*), która w tym albo na początku następnego okresu — jak powszechnie wiadomo — osiąga swą postglacialną kulminację.

Na krzywą pyłku brzozy (*Betula*) w naszych diagramach składają się co najmniej trzy, a może nawet cztery gatunki, a mianowicie: *Betula nana*, *B. carpatica*, *B. pubescens* i *B. verrucosa*. Na Grelu w warstwie torfu z tego czasu znaleziono liście, łuski owocowe i orzeszki *B. nana* oraz dwa ułamki drewna brzozy. Widocznie rosły na torfowisku wówczas zarówno brzozy drzewiaste, jak i brzoza karłowata.

Krzywa pyłku rodzaju *Pinus* osiąga w okresie preborealnym najwyższe wartości, dochodzące do 40%. Reprezentuje ona trzy gatunki *Pinus silvestris*, *P. mughus*, *P. cembra*. Pyłek tej ostatniej był notowany w bardzo małych ilościach. Wśród makroskopowych szczątków znaleziono ułamki szpilek *P. silvestris* oraz kilka odłamków jej drewna. Szyszki *Pinus mughus* odkrył Środoń (1952) w torfie z Grela, pochodzącym z tego okresu.

W diagramie z Grela pyłek świerka (*Picea*) jest reprezentowany w niewielkich ilościach (do 3,8%). Należy jednakże przyjąć, że drzewo to rosło tutaj *in situ*, gdyż świadczą o tym jego liczne szpilki. Znacznie wyższe wartości wykazuje jego krzywa w diagramie z Puścizny Rękowiąńskiej. Jeśli słuszną jest hipoteza o przetrwaniu świerka w zachodniej części kotliny w okresie młodszego dryasu, to tym lepiej zrozumiałe staje się tak wczesne jego rozprzestrzenienie i utworzenie w okresie preborealnym zwartych drzewostanów. W sąsiedztwie Puścizny rosły również w tym czasie modrzewie (*Larix*), o czym świadczą nieliczne ziarna pyłku tego rodzaju. Leszczyna, olsza i wiąz prawdopodobnie nie dotarły jeszcze wówczas na teren kotliny.

Krzywe roślin zielnych są jeszcze wysokie, gdyż tworzą w starszym odcinku od 35% do 40% całej sumy ziarn pyłku. Znaczną ich część przedstawiają turzycy (*Cyperaceae*), które na progu następnej fazy stopniowo zanikają w związku z przeobrażeniem się torfowisk z przejściowych na wysokie. Drugim ważnym składnikiem ówczesnej roślinności zielnej były trawy (*Gramineae*), które wraz z turzycami wchodziły zapewne głównie w skład runa lasów sosnowo-brzozowych, ale rosły też i na torfowiskach. Zwiększająca się zwartość lasów spowodowała już w następnym okresie ich zupełny niemal zanik. Wysoki jest też jeszcze udział rodzaju *Artemisia* i rodziny *Chenopodiaceae*. Najwyższe wartości roślin z rodzin *Caryophyllaceae* i *Rubiaceae* występują tylko w odcinku starszym z tego okresu, gdy to w słabo zwartym lesie panowały dobre warunki świetlne. Jeśli chodzi o rodzinę *Rubiaceae*, to F. Ehrendorfer (1950) przypuszcza, że kserotermiczne gatunki rodzaju *Galium* mogły przetrwać ostatni glacjał w ob-

szarze dolno-austriacko-morawskim i że w okresie preborealnym, a może i borealnym rozszerzać one mogły swoje zasięgi w kierunku zachodnim, północnym, a zapewne i wschodnim. Na krzywą pyłku rodzaju *Filipendula* mogły złożyć się dwa gatunki, a mianowicie: *Filipendula ulmaria* i *Filipendula hexapetala*, rośliny o bardzo różnych wymaganiach ekologicznych. Ponieważ krzywa pyłku rodzaju *Filipendula* zanika równocześnie z wysokimi procentami rodzaju *Artemisia*, powtórnie zaś zjawia się dopiero w późnym holocenie, przeto można przyjąć, że głównym źródłem pyłku w okresie preborealnym była *Filipendula hexapetala*, wybierająca suche i nasłonecznione siedliska.

W poziomach o maksymalnych wartościach pyłku *Menyanthes trifoliata* znajduwane były masowo również jego nasiona. Śledząc krzywą *Menyanthes* łatwo było zauważyć, że każdorazowe jej podniesienie pokrywa się ze wzrostem wartości zarodników *Sphagnum*. Jest to zgodne z zapatrywaniem U. H a f s t e n a (1956), który utrzymuje, że *Menyanthes trifoliata* na torfowisku pojawia się równocześnie z torfowcami (*Sphagnum*).

Zapewne w całej kotlinie, łącznie z otaczającymi ją zboczami górskimi, panującymi były w okresie preborealnym lasy sosnowo-brzozowe z domieszką świerka, wcześniej pojawiającego się w zachodnich partiach kotliny i wiązu, który najpierw zajął jej część wschodnią. Lasy o słabym zwarcu posiadały polany pokryte wielogatunkową roślinnością zielną, wśród której na pierwszy plan wybijały się rodziny: *Cyperaceae*, *Gramineae*, *Cruciferae* i *Ranunculaceae*.

Nieco inaczej przebiegał w tym czasie rozwój roślinności w okolicy Molkówki położonej o 350 m powyżej dna kotliny. Preborealny odcinek diagramu z tego stanowiska jest częściowo zniekształcony pyłkiem nawianym i przypomina składem swych spektrów okres młodszego dryasu w samej kotlinie. Krzywe drzew ciepłolubnych tworzą tu ziarna pyłku nawianego z niższych położeń. Powyżej poziomu 100 m znajdowano liczne szparki sosny, a z próby 92 pochodzi drewno limby (*Pinus cembra*), której pyłek notowano również stale, poczynszyszy od 102 poziomu. W spektrum próby 94 widoczny jest niespodziewany skok krzywej rodzaju *Betula*, wywołany on został jednakże dostaniem się do osadu całego kwiatostanu męskiego tego rodzaju. Dowodzi to, że brzoza w tym czasie występowała na wzniesieniach ok. 1000 m. W sąsiedztwie torfowiska rósł też wówczas modrzew (*Larix*).

Na progu okresu preborealnego Molkówkę pokrywały zbiorowiska występujące dziś w piętrze halnym. Obok panujących traw i turzyc częste były gatunki z rodzajów: *Helianthemum*, *Saxifraga*, *Gentiana*, *Artemisia* oraz *Hippophaë rhamnoides* i *Ephedra distachya*. Dwa ostatnie gatunki, obce dzisiaj Tatrom, mogły tworzyć wówczas nieznaczne zarośla. Analogiczne obserwacje poczynił M. W e l t e n (1954) w Alpach, w dolinie Walis. W próbach powierzchniowych, pobranych z terenów pokrytych zaroślami *Ephedra*, stwierdził on ilości pyłku *Ephedra* w granicach od 0,5%

do 1%. Wyżej opisane zbiorowiska roślinne ustąpiły w chwili wtargnięcia na te tereny pierwszych drzew, którymi były limba (*Pinus cembra*) i brzoza (najprawdopodobniej *Betula carpatica*), a następnie modrzew (*Larix*) i sosna (*Pinus silvestris*).

7. Okres borealny (ryc. 2, 3, 4)

Ustalenie granicy tego okresu z następnym, atlantyckim, sprawia często w diagramach europejskich duże trudności. Rysem wspólnym o znaczeniu generalnym (z wyjątkiem łańcuchów górskich) jest dominowanie tu pyłku leszczyny. Jednakże w każdym niemal diagramie kryteria granicy pomiędzy tymi dwoma okresami są inne. W Irlandii K. J e s s e n (1949) kładzie ją na racjonalnej granicy krzywej olszy, natomiast w Anglii H. G o d w i n (1940) umieszcza ją w miejscu, gdzie podnosząca się krzywa olszy przecina się z opadającą krzywą sosny. W tym samym położeniu przeprowadza ją dla Holandii W. Z e i s t (1955), zaś A. A n d e r s e n (1954) w Danii wyznacza granicę tę w punkcie, w którym stosunek krzywej *Pinus* do *Quercetum mixtum* jest jak 1 : 1. H. M ü l l e r (1953) dla środkowych Niemiec wytycza tę granicę przy ostrym spadku krzywej leszczyny, po jej pierwszej kulminacji. Na północnym przedpolu Alp G. L a n g (1958) wykreślił ją w punkcie gwałtownego wzrostu ilości olszy (*Alnus*) i przecięcia się krzywych *Quercetum mixtum* i *Pinus*. W okolicach ZÜRICHU W. L ü d i (1957) przeprowadził ją w poziomie silnego podniesienia się krzywej jodły i równoczesnego spadku *Quercetum mixtum*.

W diagramach z Kotliny Nowotarskiej (Grel — spektrum 86, Puścizna — 87) granicą okresu borealnego z atlantyckim jest skrzyżowanie opadającej krzywej *Pinus* z podnoszącymi się krzywymi składników lasów liściastych i *Alnus*. Na Molkówce (spektrum 78) granica ta wiąże się z ostrym spadkiem krzywej *Pinus* i gwałtownym wzrostem krzywej leszczyny.

Wystąpiły pewne rozbieżności w przebiegu krzywych brzozy (*Betula*) i olszy (*Alnus*), wyrażające się przede wszystkim niskimi wartościami pyłku tych drzew w diagramie z Puścizny. W profilu z torfowiska Grel na progu okresu borealnego wykazuje brzoza (*Betula*) najwyższe wartości w całym holocenie. W tym czasie stała się ona bez wątpienia dominującym drzewem na torfowisku, czego dowodem jest warstwa torfu brzozowego, zawierającego płyty jej kory i pnie. Zdaniem G. L a n g a (1952) i H. S t r a k i (1952) duże ilości brzozy w dwu najstarszych okresach holocenu występują tylko na obszarach, gdzie brzoza weszła na torfowisko, doprowadzając do utworzenia brzozowego torfu leśnego. Udział sosny, reprezentowany przez dwa tylko gatunki (*Pinus silvestris* i *P. mughus*) rosnące do dziś dnia na torfowiskach Podhala, szybko maleje. Wyżej w diagramach miejsce sosny zajmuje świerk (*Picea*), który w czasie tego okresu rozprzestrzenił się szeroko w samej kotlinie i na jej zboczach.

Równocześnie wzrosły gwałtownie ilości pyłku leszczyny, której borealne maksimum zbiega się ze schyłkiem tego okresu i zajmuje miejsce pomiędzy ostatnim maksimum sosny a pierwszą kulminacją liściastych lasów mieszanych. Najbardziej prawdopodobnymi siedliskami zarośli leszczynowych w tym czasie były zbocza sąsiadujących z kotliną wzniesień oraz wolne od zatorfienia miejsca na jej dnie. Tam też zapewne skupiający się wiąz (*Ulmus*) znalazł dogodne warunki dla swego rozwoju.

Krzywa olszy (zapewne głównie *Alnus incana*) od samego początku tego okresu posiada wysokie wartości. Jej jednak maksymalne procenty przypadają dopiero po kulminacji leszczyny (*Corylus*). Wczesny i tak gromadny pojaw olszy wiąże się ze sprzyjającymi na tym terenie warunkami edaficznymi i dawniejszą jej tu obecnością w okresie Allerödu. W zachodniej i środkowej Europie rodzaj *Alnus* do takiego znaczenia doszedł znacznie później, najczęściej w młodszej części okresu atlantyckiego (Czarny Las, Jura Szwabska — G. L a n g 1952, 1955; Alpy Szwajcarskie — W. L ü d i 1957). Wy tłumaczenie tej rozbieżności leży z pewnością częściowo w tym, że w Kotlinie Nowotarskiej chodziło w tym okresie zapewne tylko o *Alnus incana*, w Europie zachodniej, niżowej przeważnie o *Alnus glutinosa* — posiadającej większe wymagania termiczne.

Z pozostałych drzew jedynie lipa (*Tilia*) mogła posiadać w tym czasie nieliczne stanowiska na obrzeżach kotliny.

Preborealne zbiorowiska roślin zielnych stopniowo zanikają. Dość znaczną rolę odgrywały jeszcze gatunki z rodzin takich, jak: *Polypodiaceae* i *Ericaceae*. Kilka (7) zarodni paproci znalezionych w profilu z Puścizny w warstwach torfu między próbami 94 a 90 dowodzi, że rosły one na samym torfowisku.

W diagramie z Molkówki spektra okresu borealnego odpowiadają spektrum z okresu preborealnego na terenie kotliny. W warstwach aż do poziomu 84 stwierdzono liczne ziarna pyłku *Pinus cembra*. Drewna wydobyte z próby 87 należą do *Pinus* — typ *silvestris*. Drewna znalezione w próbie 89 to świerk (*Picea*) albo modrzew (*Larix*), występują one również w profilu pyłkowym.

Wyraźne różnice, zachodzące pomiędzy diagramami z Molkówki a diagramami torfowisk z dna kotliny, pozwalają na rekonstrukcję kształtujących się w tym okresie pięter roślinnych. Skrajne partie Tatr Zachodnich do wysokości około 1000 m n.p.m. opanowane były przez lasy świerkowe, posiadające wyżej drugie wyższe piętro lasów modrzewiowo-sosnowych z limbą i brzozą. Niżej, na słonecznych stokach okalających kotlinę wzgórzy, żyły lasy wiązowe (*Ulmus*) z lipą (*Tilia*) oraz gęste zarośla leszczyny (*Corylus*). Nad brzegami potoków i rzek skupiały się rozległe pasy olszyn (*Alnus incana*). Na ubogich glebach samej kotliny duży udział w tym czasie miały jeszcze sosna i brzoza, zaś na plejstocenijskich terasach zwirowych — świerk (*Picea*).

8. Okres atlantycki (ryc. 2, 3, 4)

Granica górna okresu atlantyckiego jest trudna do generalnego ustalenia. Bogata ówczesna szata roślinna, będąca w pełnym rozkwicie, mogła regionalnie lub lokalnie zmieniać się pod wpływem nieznacznego pogarszania się klimatu lub pod wpływem zmieniających się czynników edaficznych, jednakże zjawiska te nie mogły wywołać w diagramach pyłkowych nagłych radykalnych zmian. Często punkty traktowane w jednych obszarach jako zwrotne, jak np. spadek krzywej wiązu (*Ulmus*) lub wzrost jesionu (*Fraxinus*) (J. I v e r s e n 1944), w innych obszarach nie ujawniają się. Najczęściej górną granicę tego okresu wyznacza pojawienie się pyłku flory synantropijnej.

W diagramach z Grela (próbą 49) i Puścizny (próbą 55) na granicy z okresem subborealnym krzywe świerka, leszczyny i wiązu wykazują tendencję spadkową, przy równoczesnym podnoszeniu się krzywych brzozy i sosny. Zjawiają się też w tym poziomie pierwsze ziarna pyłku *Plantago lanceolata*. W diagramie z Molkówki (próbą 61) granica ta jest związana z początkiem drugiej (ale dużo słabszej) kulminacji wiązu i leszczyny i spadkiem ilości pyłku olszy. Osad profilu okresu atlantyckiego na Grelu i Puściznie jest torfem sfagnowym, zaś w profilu z Molkówki wolno narastającym torfem leśnym.

Krzywa brzozy (*Betula*) w torfowisku z Grela przebiega bez większych wahań z wyjątkiem poziomu 82, gdzie tworzy mały wierzchołek. Wiąże się on zapewne pożarem na torfowisku, którego śladami są węgielki znalezione w próbce 84 oraz wzrost krzywej paproci (*Polypodiaceae*) (J. I v e r s e n 1956).

Panującym drzewem w okresie atlantyckim był świerk (*Picea*). Kulminacje krzywych poszczególnych składników mieszanych lasów liściastych układają się najczęściej według następującej kolejności: wiąz, lipa, dąb, jesion i klon. Były to gatunki: *Ulmus scabra*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *Acer pseudoplatanus* i *A. platanoides*. Ważnym składnikiem lasów była także leszczyna (*Corylus*), tu też miał swoje stanowiska bluszcz (*Hedera helix*). Nad rzekami i potokami lasy zwarte tworzyła olcha (*Alnus incana*) z domieszką jesionu (*Fraxinus excelsior*). Kwestią otwartą pozostaje występowanie dębu (*Quercus*). Obecnie nie rośnie on nigdzie w kotlinie. Najbliższe stanowiska dębu znajdują się na wysokości 520 m n.p.m. w Siedzynie (L. S t u c h l i k, wiadomość ustna) oraz u podnóża pasma Gorców do wysokości 600 m n.p.m. (J. K o r n a ś 1957). Sądząc z udziału pyłku *Quercus* w diagramach z kotliny, wydaje się prawdopodobne rzadkie występowanie dębu na południowych zboczach Działów Orawskich lub też sąsiednich pasm górskich.

Krzywa jodły (*Abies*) niemal od początku okresu atlantyckiego tworzy linię ciągłą. Nieco później podobnie zachowują się także buk (*Fagus*) i grab (*Carpinus*). Drzewa te prawdopodobnie dotarły już w tym czasie w najbliż-

sze otoczenie kotliny i zapewne weszły w skład jej lasów liściastych. Odnosi się to zwłaszcza do buka, który produkuje stosunkowo małe ilości pyłku o małej zdolności rozprzestrzeniania się i dlatego nawet nieliczne pojawianie się w opadzie pyłku może świadczyć o jego występowaniu na tym terenie (J. D y a k o w s k a 1959).

W tym okresie wyraźnie wystąpiła już wielopiętrowość układu roślinności. Dno kotliny zajmowały zbiorowiska torfowiskowe ze sporadycznie na nich występującą sosną (*Pinus*), brzozą (*Betula*) i zapewne również świerkiem (*Picea*). Pasy olszyn z częstym jesionem ograniczone były głównie do brzegów rzek i potoków. Stoki i zbocza były domeną wielogatunkowych lasów liściastych z występującą w nich tu i ówdzie jodłą (*Abies alba*) i bukiem (*Fagus silvatica*); świerk budował górne piętro leśne.

W diagramie z Molkówki rola leszczyny (*Corylus*) i składników mieszanych lasów liściastych była nieco inna, aniżeli w profilach z kotliny. Leszczyna (*Corylus*), która w Kotlinie Nowotarskiej rozszerzyła się maksymalnie w okresie borealnym, miała na Molkówce swoje optimum dopiero w okresie atlantyckim. Spośród drzew budujących mieszane lasy liściaste skupienia tworzyły zapewne tylko wiąz i lipa. Inne drzewa występowały tylko sporadycznie, względnie pyłek ich w diagramie z Molkówki pochodzi z dalekiego transportu, przyniesiony wiatrami zachodnimi. Sprzyjało temu nieduże zwarcie lasów, wyrażające się dość wysoką krzywą roślin zielnych (*Gramineae*, *Cyperaceae*, *Compositae*), oraz istnienie bezleśnych młak na szczycie Molkówki.

Okresowi temu główne znaczenie, podobnie jak w kotlinie, nadaje świerk (*Picea*), którego drzewostany okryły wówczas stoki tatrzańskie, mając powyżej piętro dawnych lasów sosnowo-modrzewiowych z brzozą. Świerk mógł częściowo wchodzić również w skład zbiorowisk olszy z jesionem, które zajęły wilgotne zbocza i podmokłe śródlęgowe polany. Poniżej piętra świerkowego uformowało się piętro lasów wiązowych z lipą i leszczyną. W piętrze tym siedliska bardziej wilgotne zajęte były przez płaty lasów zbudowanych z olszy, jesionu, jaworu i klonu.

W ciągu całego tego okresu były znajdowane ziarna pyłku jemioli (*Viscum album*), która mogła pasożytować na sośnie. Występowanie jej bowiem skończyło się wraz ze spadkiem wysokiej wartości pyłku sosny. Dopiero w przejściu do następnego okresu ukazał się bluszcz (*Hedera helix*).

9. Okres subborealny (ryc. 2, 3 i 4)

W diagramach skandynawskich i północnoniemieckich kryterium stratygraficznym dla granicy pomiędzy okresem subborealnym a subatlantyckim tworzył do niedawna tak zwany poziom graniczny (Grenzhorizont). Datowanie metodą radiowęglą udowodniło, że warstwa ta (RY III) nie jest synchroniczna i jej występowanie w dużym stopniu zależy od sukcesji ro-

ślinności na danym torfowisku (F. Overbeck, K. O. Münnich, L. Aletsee, F. R. Averdieck 1957).

W diagramach z Kotliny Nowotarskiej (Grel poziom 36, Puścizna poziom 50) rysami charakterystycznymi tego przejściowego okresu jest wzrost udziału jodły (*Abies*) i buka (*Fagus*) oraz spadek ilości leszczyny (*Corylus*). Na Molkówce (poziom 55) wystąpiły w tym czasie: 1° wyraźne zmniejszenie się ilości pyłku wiązu, 2° pojawienie się składników flory synantropijnej, 3° przekształcenie się w stropie torfowiska z typu leśnego na torfowisko wysokie.

W okresie subborealnym zarówno w kotlinie, jak i w Tatrach Zachodnich panowały drzewostany podobne jak w okresie poprzednim. Niektóre składniki mieszanych lasów liściastych takie, jak: *Quercus*, *Tilia*, *Fraxinus*, a częściowo i *Ulmus* traciły stopniowo na znaczeniu, rozprzestrzeniła się natomiast powtórnie leszczyna (*Corylus*) — jest to powszechne zjawisko w całej Europie (F. Firbas 1949, H. Müller 1952, G. Lang 1952, 1954, 1955). Krzywe jodły, buka i graba po krótkotrwałym spadku w środkowym odcinku tego okresu (Puścizna) wykazują tendencję do zwiększenia swych wartości. Na występowanie na tym terenie graba (*Carpinus*) brak jest dowodów. Rósł on zapewne w Pieninach oraz w zachodnich partiach kotliny, gdzie krzywa pyłku tego drzewa posiada wyższe wartości.

Obraz składu subborealnego lasu, jaki rósł na stokach Gorców we wschodniej części kotliny, podaje A. Śr o d o Ń (1952) na podstawie analizy szczątków makroskopowych: *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Fagus silvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *A. platanooides*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *Alnus incana*, *A. glutinosa*, *Betula alba*, *Corylus avellana*.

10. Okres subatlantycki (ryc. 2, 3 i 4)

Okres ten został podzielony na trzy podokresy na podstawie zmian w pierwotnej szacie roślinnej, wywołanych działalnością człowieka. Szczegółowe omówienie tych podokresów zawiera rozdział V.

Na ostatni okres holocenu przypada największy wzrost torfowisk wysokich w kotlinie. Ich szybkie narastanie przy nieznacznym rozkładzie i słabym sprasowaniu torfu powoduje, że odcinki diagramów obejmujących okres subatlantycki są w porównaniu do poprzednich okresów bardzo długie. Głównym rysem tego okresu jest nagły wzrost jodły i buka oraz graba w części orawskiej kotliny. Stało się to kosztem świerka, który utracił tu dotychczasową dominującą rolę. Drugą ważną cechą tego okresu jest ustępowanie aż do zupełnego zaniku mieszanych lasów liściastych oraz leszczyny, oscylującej małymi wierzchołkami w diagramach pod wpływem działalności człowieka.

Destruktywna rola człowieka w szacie roślinnej Podhala wyraża się w naszych diagramach: 1° wzrostem krzywych sosny (*Pinus*) i brzozy (*Be-*

tula), 2° wzrostem ilości roślinności zielnej, wśród której wystąpiły duże zmiany. Obok składników takich, jak trawy (*Gramineae*) i turzyce (*Cyperaceae*) dużą rolę odgrywały: *Artemisia*, *Rumex*, *Urtica*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculaceae* i pyłek zbóż oraz sporadycznie występujący bławatek (*Centaurea cyanus*). Wzrost udziału *Ericaceae* wiąże się zapewne z osuszaniem torfowisk, na których rozprzestrzenił się wrzos (*Calluna vulgaris*).

Dokonane w tym czasie naturalne przemiany w szacie leśnej towarzyszyły osadnictwu człowieka. Rozszerzanie się jodły i buka wzbogaciło dotychczasowe lasy i wpłynęło decydująco na ich dawną strukturę. Na terenach porośniętych przedtem mieszanym lasem liściastym rozwinął się las jodłowo-bukowy, czyli regiel dolny z piętrem świerka powyżej. Wzdłuż brzegów rzek i potoków utrzymały się nadal rozległe pasy olszyn.

Na Molkówce początek okresu subatlantyckiego wprowadził zasadniczą zmianę tylko w budowie samego torfowiska, które przekształciło się w wysokie. Występowanie ziarn pyłku *Menyanthes trifoliata* i gatunków z rodzajów *Potamogeton* i *Batrachium* wskazuje na obecność okrajka otaczającego torfowisko. W składzie drzewostanów zaznaczają się początkowo niewielkie zmiany, wyrażające się mniejszym udziałem wiązu (*Ulmus*) przy równoczesnym wzroście świerka (*Picea*) i olszy (*Alnus*). Dopiero od próby 39 wznosi się krzywa jodły (*Abies*), a później buka (*Fagus*). Ostatnim drzewem, które zjawiało się na Molkówce, był cis (*Taxus*). Tak więc na środkowy odcinek okresu subatlantyckiego przypada na Molkówce ostateczne wykształcenie się współczesnych pięter leśnych. W skład regła jodłowo-bukowego wchodziły wiąz, lipa i leszczyna. Podmokłe doliny i wilgotne zbocza zajmowała olsza szara (*Alnus incana*) z domieszką świerka, a może i olszy czarnej (*Alnus glutinosa*), która współcześnie sięga w Tatrach do wysokości 1240 m (B. P a w ł o w s k i 1956). W górnym reglu niepodzielnie panował świerk (*Picea*), mający za towarzyszy u górnej granicy lasu limbę i modrzew. Obraz ostatniego odcinka diagramu z Molkówki wiąże się z procesem ogólnego niszczenia dolnoreglowych lasów tatrzańskich.

IV. PÓŻNOGLACJALNE I HOŁOCENSKIE ZMIANY KLIMATU I WAHANIA GÓRNEJ GRANICY LASU NA PODHAŁU I W TATRACH

Informacje o późnoglacialnych wahnieniach klimatu i górnej granicy lasu będą tu podane w skrócie, ponieważ temat ten był już omówiony przez autorkę we wcześniejszej pracy (W. K o p e r o w a 1958).

W najstarszym dryasie panował w kotlinie klimat o niskiej ciepłocie i skąpych opadach, dopuszczający rozwój zbiorowisk arktyczno-alpejskich. W Böllingu klimat uległ pewnej poprawie, podniosły się zwłaszcza temperatury lata oraz opady, które zezwoliły na wkroczenie pierwszym drze-

wom. Temperatury lipca mogły być nieco niższe od $+10^{\circ}\text{C}$ (J. Iversen 1954). Płaty leśne sięgały w tym czasie do wysokości 550 m n.p.m. do 650 m n.p.m. W następnym okresie starszego dryasu klimat stał się z powrotem surowy, ale nieco łagodniejszy, aniżeli w najstarszym dryasie. W zacisznych miejscach mogły zapewne na miejscu przetrwać od okresu Böllingu pojedyncze limby, sosny, modrzewie i drzewiaste brzozy. W optimum klimatycznym Allerödu panował klimat chłodny, ze średnimi temperaturami lipca dochodzącymi może $+14^{\circ}\text{C}$ i ilością opadów wystarczającą do powstawania torfowisk. Granica lasu przebiegała wówczas według obliczeń W. Szafera (1952) na wysokości około 1050 m n.p.m., a może i wyżej. W młodszym dryasie wprawdzie nastąpił nawrót zimnego klimatu, nie był on jednak ani tak zimny, ani tak suchy jak w poprzednich stadiach, skoro mogło dojść do odkładania się w tym czasie torfu, a słabo zwarty bór pokrył kotlinę, której poziom wtedy znajdował się u górnej granicy lasu, przebiegającej na wysokości 600 m n.p.m. do 800 m n.p.m. Średnie temperatury lipca mogły osiągać $11,5^{\circ}\text{C}$ do $13,5^{\circ}\text{C}$, średnia zaś roczna wynosiła około $+2^{\circ}\text{C}$. Taką temperaturę przyjął już B. Kotula (1889—1890) dla pasa górnej granicy lasu z modrzewiem i limbą w Tatrach. Pewnych wskazówek o temperaturach zimowych może dostarczyć *Pleurosperrum austriacum*. Jest to roślina, której zasięg na zachodzie ograniczony jest do obszarów o temperaturach stycznia, wahających się do -35° do -2° i temperaturach lipca $+11^{\circ}\text{C}$ (J. Iversen 1954). W okresie występowania *Pleurosperrum austriacum* w kotlinie, które w diagramie z Puścizny przypada na młodszego dryas, średnie temperatury stycznia wahały się zapewne między -2°C a -6°C , a temperatury lipca mogły wynosić $+10^{\circ}\text{C}$ do $+11^{\circ}\text{C}$.

W okresie preborealnym, tzn. na przejściu z plejstocenu w holocen znaczne i nagłe polepszenie klimatu doprowadziło do większego zwarcia lasów w kotlinie. Początkowo był on dość wilgotny, na co wskazywałoby rozszerzenie się brzozy (*Betula*) później, w miarę rozprzestrzenienia się sosny (*Pinus*), klimat przeszedł w bardziej kontynentalny. Według obliczeń Enquist (cyt. za R. Kanerwą 1956) brzoza dla rozszerzenia się spotanicznego musi mieć przynajmniej przez 26 dni w roku temperaturę około $+16^{\circ}$, a sosna w przeciągu 26 dni $+17^{\circ}$. Średnie temperatury lipca wynosiły wówczas co najmniej $+14^{\circ}\text{C}$, takich bowiem temperatur wymaga *Typha latifolia* (diagram z Puścizny), która według J. Iversena (1954), nie przekracza w Skandynawii izotermy lipca $+14^{\circ}\text{C}$. Granica lasu podniosła się z początkiem okresu preborealnego do wysokości 950 m n.p.m., do 1000 m n.p.m. (Molkówka), a z końcem tego okresu sięgnęła jeszcze wyżej.

W okresie borealnym nastąpiło dalsze podniesienie się temperatury, sprzyjające rozszerzeniu się leszczyny, wiązu i lipy. Dzisiejsza granica północna wiązu (*Ulmus scabra*) nie przekracza izotermy lipca $+16^{\circ}\text{C}$ (R. Kanerwa 1956). Opady nie były zbyt duże, czego dowodzą obfite jeszcze

występowanie sosny, dominowanie leszczyny oraz udział w składzie szaty roślinnej zbiorowisk kserotermicznych.

Optymalny pod względem klimatycznym okres atlantycki odznaczał się w pierwszej połowie klimatem ciepłym i dość suchym, protegującym lasy liściaste z leszczyną. W drugiej połowie klimat, nie przestając być optymalnie ciepłym, uległ zwilgoceniu, na co wskazuje pojawienie się bluszczu (*Hedera helix*), obfitsze występowanie jesionu oraz pojawienie się pyłku jodły i buka. Z występowania tych drzew niewiele można wnioskować o temperaturach letnich czy zimowych. Dobrymi natomiast wskaźnikami klimatycznymi, niestety bardzo rzadko spotykanymi, są bluszcz i jemiola. Jemiola (*Viscum*), która i obecnie jest pospolitym u nas rodzajem, nie ma tak wielkiego znaczenia jak bluszcz. Obydwie rośliny są słabymi producentami pyłku, a zatem nawet niewielka ilość ziarn ich pyłku jest dowodem ich występowania *in situ*. Granica jemioli w Skandynawii przebiega wzdłuż izotermi lipca $+17^{\circ}\text{C}$, bluszcz zaś wymaga znacznie łagodniejszych zim z średnią, nie przekraczającą $-1,5^{\circ}\text{C}$ (J. I v e r s e n 1944). Wzniesienia, na których w optimum klimatycznym występował bluszcz i jemiola w Skandynawii, mają obecnie średnią lipca $+14,3^{\circ}$, a stycznia $-2,2^{\circ}$. Z tego można wnosić, że spadek średnich temperatur wyniósł od optimum $2,7^{\circ}$ dla lipca, a $0,7^{\circ}$ dla stycznia. Stanowiska kwitnącego bluszczu na naszym terenie są znane tylko z Pienin (A. J a s i e w i c z 1951), gdzie średnie stycznia wynoszą $-3,3^{\circ}$, a lipca $+16,4^{\circ}$. Wobec tego można przypuścić, że temperatura średnia lipca była w kotlinie wyższa od obecnej (Czarny Dunajec $16,7^{\circ}$, Nowy Targ $15,9^{\circ}$) co najmniej o $0,5^{\circ}$, zaś stycznia (Cz. Dunajec $-4,5^{\circ}$, N. Targ $-5,9^{\circ}$) o $0,8^{\circ}$ i $1,5^{\circ}$.

O górnej granicy lasu w Tatrach w tym czasie niewiele można powiedzieć. J. D y a k o w s k a (1932) śledząc w diagramach tatrzańskich występowanie świerka w optimum klimatycznym stwierdziła, że górna granica lasu podniosła się wówczas wyżej w stosunku do jej współczesnego przebiegu.

Diagramy pyłkowe z kotliny i Molkówki nie dostarczają dowodów dla ciągle jeszcze dyskutowanej hipotezy o wzroście suchości klimatu w okresie subborealnym. Przeczą temu wyraźnie rozprzestrzenianie się jodły i buka i nie zmniejszające się ilości olszy. Nie uległ również zahamowaniu wówczas wzrost torfowisk, temperatura zaś była nadal dość wysoka, jak na to wskazuje występowanie bluszczu.

Pogorszenie się klimatu w okresie subatlantyckim spowodowało zmianę składu lasów budujących regiel dolny, w których główną rolę objęły teraz jodła i buk. Zwilgocenie klimatu zaznaczyło się w naszym terenie szybkim wzrostem torfowisk, na Molkówce zaś przekształceniem się leśnego torfowiska przejściowego w torfowisko wysokie.

Dalsze zmiany w szacie roślinnej, jakie miały miejsce w najmłodszym okresie historycznym, są związane nie tylko z pogarszaniem się klimatu, ale także z gospodarką ludzką.

V. UWAGI DO HISTORII NIEKTÓRYCH DRZEW, KRZEWÓW I ROŚLIN ZIELNYCH

1. Drzewa

Pinus cembra L. Ziarna pyłku limby były notowane w osadach, poczynając od najstarszego dryasu. W Allerödzie limba przesunęła się prawdopodobnie na wyżej położone stanowiska, skąd tylko nieliczne ziarna jej pyłku dostawały się do osadu. W młodszym dryasie zeszła z powrotem na teren kotliny, czego dowodzą jej szczątki znajdowane w osadach tego okresu (A. Ś r o d o Ń 1952). Ostatecznie wycofała się z kotliny w Tatry w okresie preborealnym. Z tego właśnie okresu pochodzą odłamki jej drewna, znalezione na Molkówce, gdzie rosła jeszcze w okresie borealnym. Współczesne jej nieliczne stanowiska związane są z pasem luźnych drzewostanów świerkowych i kosodrzewiny u górnej granicy lasu w Tatrach (S o k o ł o w s k i 1928, 1935, S. S o k o ł o w s k i 1936, K. S t e c k i 1954, B. P a w ł o w s k i 1956).

Pinus silvestris L. Sosna zwyczajna była jednym z pierwszych drzew, które w Böllingu wkroczyło do kotliny. W Allerödzie była ona już rozpowszechniona na Podhalu, tworząc wraz z brzozą (*Betula*) pierwsze lasy. Jej liczne makroskopowe szczątki kopalne znane są z Dziadowych Kątów (A. Ś r o d o Ń 1952) i z Grela. W okresie preborealnym sosna zwyczajna uformowała łącznie z brzozą lasy, które okryły całą kotlinę i weszły na niższe położenia Tatr. Od okresu borealnego rozpoczęła się jej recesja pod naporem rozprzestrzeniającego się świerka. W miarę poprawy klimatu drzewo to, spełniwszy swoją rolę pionierską w rozwoju zbiorowisk leśnych, znalazło schronienie na skalistych siedliskach Tatr i Pienin oraz na torfowiskach orawsko-nowotarskich.

Larix. Mało charakterystyczny i źle zachowujący się pyłek tego rodzaju nie pozwala na wyróżnienie gatunków. Modrzew znalazł się w Kotlinie Nowotarskiej już w okresie Bölling, aby w Allerödzie i w młodszym dryasie stać się jednym z najpospolitszych drzew na Podhalu. Jego szczątki makroskopowe z okresu młodszego dryasu są znane z Dziadowych Kątów (A. Ś r o d o Ń 1952) i z Grela. Centrum modrzewia w okresie preborealnym przeniosło się już w Tatry do izohipsy około 1000 m n.p.m.; wchodził on tam w skład górnej granicy lasu. W okresie borealnym był drzewem nadal często tu pojawiającym się, a ostatnie jego ślady w postaci ziarn pyłku występowały jeszcze w spektrach starszego odcinka okresu atlantyckiego. Dziś modrzew na stanowiskach naturalnych występuje rzadko w Tatrach po stronie północnej, pospolity jest natomiast po stronie południowej we wszystkich piętrach leśnych.

Betula. Brzozy drzewiaste były w kotlinie już w Böllingu. Zapewne występowała tam wówczas głównie *Betula tortuosa*, która — jak przy-

puszcza J. Jentys-Szaferowa (1950) — u schyłku epoki lodowej zajęła tereny Europy Środkowej. Wśród tej masowo rosnącej brzozy północnej mogły również zjawić się *Betula verrucosa* i *B. pubescens*. Na początku Allerödu brzozy utworzyły wraz z sosną pierwsze pionierskie w tym obszarze lasy sosnowo-brzozowe. Największa ich ekspansja przypada jednakże dopiero na okres preborealny. Trwała ona z małymi wahaniami — do schyłku okresu borealnego. W tym czasie zapewne główną rolę — na obszarze kotliny — odegrały *Betula verrucosa* i *B. pubescens*, czego ślady znajdujemy na Grelu w warstwie białej kory znalezionej w złożach torfu, pochodzących z tego okresu. *Betula tortuosa* prawdopodobnie na progu okresu preborealnego przesunęła się w Tatry i tutaj mogła — jak przyjuje J. Jentys-Szaferowa (l. c.) — na odizolowanych górskich stanowiskach pod wpływem czynników klimatycznych, ekologicznych i wewnętrznych wytworzyć swoiste cechy charakterystyczne i przekształcić się w gatunek *B. carpatica*, który osiedlił się w Tatrach u górnej granicy lasu, utrzymując się na tych stanowiskach do dzisiejszego dnia.

Picea excelsa (Lam.) Lk. Świerk odgrywał dużą rolę na Podhalu już w interstadiale oryniackim (K. Birkenmajer, A. Środoń 1960). Znaczne ilości pyłku świerka w spągowych warstwach profilu z Grela leżą na wtórnym złożu i wiążą się genetycznie — podobnie jak w przypadku jodły — z osadami starszymi wieku oryniackiego lub eemskiego. Znalezione w okresach Böllingu i starszego dryasu ziarna pyłku tego gatunku pochodzą najprawdopodobniej z dalekiego transportu. Świerk zjawił się na pewno w kotlinie dopiero w Allerödzie i wówczas uformował drzewostany wraz z brzozą i sosną. Podczas nawrotu subarktycznego klimatu w młodszym dryasie wyginął on w zimniejszych partiach na wschodzie kotliny, natomiast przetrwał w jej częściach zachodnich, które zapewne — podobnie jak dziś — odznaczały się również w młodszym dryasie nieco łagodniejszym klimatem w porównaniu z częścią wschodnią.

W okresie preborealnym świerk rozprzestrzenił się w całej kotlinie, zbliżając się do Tatr, gdzie w okresie borealnym znalazł się na wysokości ca 1000 m n.p.m. Największe przestrzenie opanował świerk dopiero w młodszej części okresu atlantyckiego, w Tatrach zaś w okresie subborealnym. Górna granica lasu, utworzona głównie przez ten gatunek drzewa, podniosła się wówczas najwyżej w ciągu trwania całego holocenu. Gdy doszło do opanowania regła dolnego przez buka i jodłę, skurczyła się wyraźnie szerokość piętra świerkowego.

Wielkich zniszczeń borów świerkowych u schyłku XIX i na początku XX wieku dokonał człowiek, który następnie znów przez wprowadzenie sztucznych monokultur przyczynił się do wzrostu świerka w drzewostanach Tatr i Podhala, co ujawnia się wyraźnie we wszystkich diagramach pyłkowych.

Alnus. Na obszarach kotliny rosną dwa gatunki tego rodzaju: *Alnus incana* i *A. glutinosa*. Ich historia nie została bliżej poznana, ponieważ roz-

różnienie po pyłku poszczególnych gatunków nasuwa jeszcze ciągle trudności (G. Erdtman 1953, J. Donner 1954).

Olsza szara (*Alnus incana*) znana jest (liście) z interstadiału oryniackiego w Brzezinach (K. Birkenmajer, A. Środoń 1960). W późnym glacie olsza, prawdopodobnie *Alnus incana*, osiedliła się w Kotlinie Nowotarskiej nie wcześniej niż w Allerödzie. Surowy klimat młodszego dryasu zniszczył jej stanowiska w kotlinie, gdzie zjawia się z powrotem dopiero w okresie borealnym. W następnym okresie atlantyckim olsza tworzyła, podobnie jak i dziś, rozległe skupienia i w tym też czasie weszła w ślad za leszczyną w Tatry. Uzależniona głównie od podłoża, w mniejszym zaś stopniu od klimatu w ciągu całego środkowego holocenu nie utraciła swych stanowisk. Intensywniejsze osadnictwo w kotlinie od wieku XIII, a w Tatrach od XVI, stopniowo zniszczyło jej drzewostany, ograniczając je do dzisiejszego stanu. Obecnie, przeważnie w formie zarośli, pokrywa zbocza odlesione przez gospodarkę ludzką oraz tworzy pasy olszyn na aluwkach nadrzecznych.

Ulmus. Wiąz (zapewne *Ulmus scabra*) przedostał się do kotliny z końcem okresu preborealnego. W okresie borealnym stał się tutaj jednym z najczęstszych drzew. W Tatry wtargnął też w okresie borealnym, a największa jego ekspansja zbiegła się z starszym odcinkiem okresu atlantyckiego. Począwszy od okresu subborealnego jego znaczenie wyraźnie zmniejszyło się, w okresie subatlantyckim zaś, wskutek działalności człowieka, zszedł do roli rzadko występującego składnika lasów dolnoregłowych.

Tilia (*Tilia cordata* i *T. platyphyllos*). Lipy rosły na zboczach kotliny już w młodszym okresie borealnym, do największego rozkwitu doszły jednak dopiero w okresie atlantyckim. W subborealnych osadach w Łopusznej były podawane szczątki makroskopowe obydwu gatunków (A. Środoń 1952).

Rozwój subatlantyckich lasów jodłowo-bukowych stał się przyczyną zmniejszenia się stanowisk naturalnych lipy w kotlinie. W Tatrach od drugiej połowy okresu atlantyckiego (spektrum 68) lipa znalazła się na wzniesieniach około 1000 m n.p.m.

Acer. Wartości tego rodzaju są niskie i nie odzwierciedlają jego właściwego udziału w składzie lasów. Ilustrują to dobrze bogate szczątki makroskopowe klonu i jaworu w subborealnym osadzie w Łopusznej (A. Środoń 1952) przy równoczesnym występowaniu pyłku tego rodzaju w profilu z sąsiedniego Greła w ilości zaledwie 1%—2%. W diagramach z kotliny pyłek *Acer* regularnie zjawia się począwszy od okresu atlantyckiego.

Fraxinus excelsior L. Pierwsze ziarna pyłku tego drzewa zostały znalezione w kotlinie z końcem okresu borealnego, w Tatrach zaś w okresie atlantyckim. W drugiej, bardziej wilgotnej, połowie tego ostatniego okresu jesion był, jak się zdaje, pospolity zarówno na Podhalu, jak i w najniższych położeniach Tatr. Od początku okresu subborealnego, w miarę roz-

woju lasów jodłowo-bukowych, udział jesionu w diagramach zmalał. Dziś jest on ograniczony w swym występowaniu tylko do niskiej krainy upraw (K o t u ł a 1899—1890).

Abies alba Mill. Wysokie wartości jodły, stwierdzone w najgłębszych osadach z Grela, znajdują się na wtórnym złożu i nie wchodzi w rachubę. W Kotlinie Nowotarskiej na Grelu jodła zjawiała się dopiero w Allerödzie, kiedy to krzywa jej pyłku utworzyła linię w granicach 2‰—3‰. Zdaniem M. W e l t e n a (1954) już 1‰ pyłku *Abies* jest dowodem obecności tego gatunku *in situ*. Stadialne oziębienie młodszego dryasu wytępiło jodłę w kotlinie, gdzie znalazła się ponownie dopiero w okresie atlantyckim. Najpierw były to zapewne tylko pojedyncze drzewa lub małe grupy na siedliskach chłodniejszych. Z końcem okresu atlantyckiego jodła poszerzyła swój zasięg w orawskiej części kotliny (Puścizna), który to proces został przejściowo zahamowany w okresie subborealnym.

Począwszy od okresu subatlantyckiego jodła stała się jednym z najczęściej występujących drzew w dolnym reglu pasm otaczających kotlinę. W środkowej części tego okresu osiedliła się ona również w reglu tatrzańskim, gdzie, zdaniem J. D y a k o w s k i e j (1932), sięgała znacznie wyżej aniżeli dzisiaj. Jodła była jednym z pierwszych drzew, które padły ofiarą osadnictwa. Ostatnie dziesiątki lat przyniosły na obszarze Tatr poprawę stanu jej drzewostanów (S. M y c z k o w s k i 1955), co znalazło swój wyraz w najmłodszych spektrach z Molkówki.

Fagus silvatica L. Ziarna pyłku tego drzewa na drugorzędym złożu zanotowano w dość znacznej ilości w spągowych spektrach profilu z Grela. Pochodzą one prawdopodobnie z rozmytych sedymentów oryniackich. O występowaniu buka w interstadiale oryniackim pisał A. Ś r o d o Ń, (K. B i r k e n m a j e r, A. Ś r o d o Ń 1960), podając szereg jego kopalnych stanowisk z tego okresu. Ciągła krzywa buka w Allerödzie zdaje się dowodzić, że buk nie rósł w tym czasie na terenie kotliny, ale — co jest prawdopodobniejsze — w najbliższym sąsiedztwie. W młodszym dryasie pyłek buka znikł z kotliny, by w śladach pochodzących prawdopodobnie z dalekiego transportu pojawić się znowu w okresie borealnym (Puścizna). Dopiero na drugą połowę okresu atlantyckiego, a zwłaszcza na okres subatlantycki, przypada formowanie się reglowych lasów bukowych.

Na położonej wyżej Molkówce doszło do zwarcia lasów bukowych znacznie później, przy czym drzewo to nigdy nie osiągnęło w tej części Tatr tego znaczenia, jak jodła. Począwszy bowiem od spektrum 8 rozpoczyna się tu spadek krzywej buka, i to w czasie największej ekspansji, zarówno jego samego, jak i jodły. Wiąże się to zapewne z pracami górnictwymi w Dolinie Chochołowskiej (pod Ornakiem i na górze Kopie), w Dolinie Starorobociańskiej i koło hali Pysznej. Rozwój hutnictwa i górnictwa wytępił wreszcie buka i jodłę niemal doszczętnie w niektórych dolinach Zachodnich Tatr. W Dolinie Chochołowskiej już w XIX wieku buk rósł tylko u jej ujścia (B. K o t u ł a 1889—1890).

Carpinus betulus L. Grab w obrazie pyłkowym roślinności kotliny pojawił się równocześnie z bukiem i jego krzywa jest niemal wiernym odbiciem oscylacji krzywej buka. Nie dotyczy to diagramu z Molkówki, w którym pyłek graba pochodził niewątpliwie z dalszego transportu. Istnieją rozbieżne zdania co do tego, jakie wartości procentowe graba w diagramie pyłkowym dowodzą istnienia tego drzewa w lesie. H. Hyde i D. Williams (cyt. za H. Straką 1952) uważają, że istnieje zgodność między procentem udziału pyłku a jego obecnością w lesie. Zdaniem G. Erdtmanna wartości procentowe pyłku poza zasięgiem graba gwałtownie maleją i takie same wyniki dały badania M. Bremówny i M. Sobolewskiej (1939). G. Lang (1954) podnosząc dużą produkcję pyłku graba uważa, że nawet 6% krzywa (procent obliczony dla sumy pyłku drzew) nie upoważnia jeszcze do przyjęcia występowania tego gatunku *in situ*.

W diagramach z Puścizny udział graba w 11. próbie obliczony dla sumy pyłku drzew wynosi 9%, zaś w spektrum totalnym 5,7%. Ilości te pozwalają przyjąć, że grab występował w tej części kotliny poczynając od schyłku okresu atlantyckiego. Najlepsze warunki miał on w czasie okresu subatlantyckiego. Lista roślin stwierdzonych w subborealnym torfie w Łopusznej we wschodniej części kotliny nie zawiera graba (A. Śródóń 1952). Jest możliwe, że nie rósł on tam nigdy, na co wskazywałyby niskie wartości jego pyłku w diagramie z Grela i torfowiska na Czerwonym (J. Dyakowska 1928).

Taxus baccata L. Cis pojawił się najpóźniej na badanych obszarach. Pierwsze ziarna jego pyłku notowano dopiero w środkowej części okresu subatlantyckiego, razem z gromadnie rozprzestrzeniającą się wówczas jodłą. Znikome ilości pyłku tego drzewa nie pozostają w właściwym stosunku do udziału cisa w lasach. Porównanie jego dzisiejszego rozmieszczenia (K. Stecki 1920, S. Sokołowski 1936, B. Pawłowski 1956) z zupełnym brakiem pyłku w próbach powierzchniowych pozwala przypuścić, że cis był tu dawniej częściej spotykany. Od dawna tępiony przez człowieka, i to zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio przez niszczenie lasów dolnoregłowych, stopniowo uległ zagładzie.

2. Krzewy

Pinus montana (*P. mughus* i *P. uliginosa*). W najstarszych okresach późnego glacjału kosodrzewina wchodziła w skład roślinności pokrywającej Podhale, jednak jej szczątków kopalnych nie udało się odszukać przed młodszym dryasem. Z tego dopiero okresu znane są stanowiska kopalne z Dziadowych Kątów i z Grela (A. Śródóń 1952). Później ustępując przed zwartym lasem schroniła się u jego górnej granicy w Tatrach i na Babiej Górze oraz na torfowiskach kotliny, gdzie trwa po dzień dzisiejszy.

Ephedra distachya. Pyłek tego krzewu był obecny we wszystkich diagramach w kotlinie tylko w osadach późnoglacialnych, na Molkówce zaś

w okresie preborealnym. W świetle badań M. W e l t e n a (1950) wydaje się, że gatunek ten mógł być w Tatrach dość rozpowszechniony.

Hippophaë rhamnoides. Na Molkówce gatunek ten występuje dwukrotnie: raz w warstwach preborealnych, tuż przed wkroczeniem brzozy, po raz drugi z końcem okresu borealnego. Historię jego wędrówek na Podhalu, aż po okres Allerödu, naszkicował już A. Ś r o d o ń (K. B i r k e n m a j e r, A. Ś r o d o ń 1960). Diagram z Molkówki pozwala prześledzić dalsze jego losy w Tatrach, które można streścić w następujących słowach. Po wycofaniu się z kotliny pod naporem lasu allerödskiego, rokitnik przesunął się w Tatry, gdzie w okresie preborealnym zajął stanowiska położone na wysokości 950 m npm. do 1000 m npm. Po wtargnięciu na te tereny lasów (spektrum 91) przeszedł zapewne w jeszcze wyższe położenia, skąd w okresie borealnym jego ziarna pyłku dostawały się na niżej położoną Molkówkę.

Betula nana L. Brzoza karłowata rosła w kotlinie w ciągu całego późnego glacjału co najmniej po okres młodszego dryasu (Grel — liście, orzeszki), a zapewne i dłużej, tworząc skupienia na torfowiskach. Podawana stąd była jeszcze w 1863 przez N. S z o n t a g h a.

Corylus avellana L. Pyłek leszczyny, stwierdzony w dość znacznych ilościach w spągowych warstwach torfowiska z Grela, jest tam niewątpliwie na wtórnym złożu. Dopiero w Allerödzie leszczyna wkroczyła na tereny kotliny, nie tworząc tu jednak większych skupień. Dziś krzew ten sięga po 67°56' szerokości północnej, w Alpach w dolinie Wallis do 1850 m npm. (F. F i r b a s 1949), a w Tatrach do wysokości 1335 m npm. (B. P a w ł o w s k i 1956). Masowo i trwale rozprzestrzeniła się leszczyna dopiero w okresie borealnym, wykorzystując sprzyjające warunki klimatyczne oraz zapewne brak konkurencji innych krzewów. Można przyjąć, że rosła ona wówczas nie tylko w podszyciu lasów, lecz że tworzyła również rozległe, jednogatunkowe zarośla. Największe przestrzenie zajęła leszczyna w starszej części okresu atlantyckiego i wtedy weszła również w Tatry. Zdaniem J. D y a k o w s k i e j (1932) leszczyna wówczas oparowała wzniesienia sięgające do 1600 m npm., a więc o 450 m do 500 m wyżej od jej dzisiejszego występowania. W młodszym, bardziej wilgotnym odcinku okresu atlantyckiego leszczyna powoli utraciła swoje wysokie stanowiska i przeszła na niżej położone obrzeża lasów. W okresie subborealnym zyskała ona znów przejściowo większe znaczenie, w okresie subatlantyckim zaś ilość leszczyny zmniejszyła się znacznie wskutek rozwoju cieniodajnych lasów jodłowo-bukowych.

3. Rośliny zielne

W okresach stadialnych późnego glacjału 60%, a niekiedy nawet 90% (starszy dryas) ogólnej sumy liczonego pyłku tworzyły rośliny zielne. Ilości te zmniejszały się w okresach interstadialnych oraz radykalnie

w holocenie. Zmiany udziału roślin zielnych w zbiorowiskach roślin odzwierciedlają najlepiej proces kierunkowego przekształcania się szaty roślinnej, od otwartych, bezdrzewnych zbiorowisk łąk alpejskich z mniejszą lub większą ilością krzewów, przez krajobraz parkowy utworzony przez pojedyncze płyty drzew, aż do zwartych lasów reglowych. W najmłodszym odcinku okresu subatlantyckiego udział roślin zielnych w diagramach znowu się zwiększył, co wiąże się z trzebieżą lasów i osadnictwem.

W skład roślinności późnoglacialnej wchodziły zbiorowiska o różnych wymaganiach ekologicznych, z których najważniejszym była ich heliofilność. Późny glacjał był też okresem panowania wybitnych heliofitów (J. I v e r s e n 1954), reprezentujących zarówno roślinność łąk i młak alpejskich, jak skał i piargów, a także rośliny znane obecnie tylko jako chwasty. Światłolubna flora zielna (*Artemisia*, *Pleurospermum austriacum*, *Filipendula hexapetala*, *Helianthemum*, niektóre gatunki z rodziny *Chenopodiaceae* i rodzaju *Galium*) odgrywała nieznaczną rolę później, tzn. w okresie preborealnym, gdyż wtedy jeszcze mogły składniki tej flory odbywać wędrówki, głównie dzięki brakowi zwartych lasów liściastych.

Selaginella selaginoides (L.)k. W diagramach pyłkowych jej pojawienie się jest uważane za dowód bliskości granicy lasu (G. L a n g 1952). Występuje w kotlinie we wszystkich trzech diagramach w okresach późnoglacialnych, na Molkówce zaś największy udział jej pyłku przypada na okres preborealny.

Equisetum. Znaczne ilości zarodników tego rodzaju stwierdzono na Molkówce w okresie preborealnym i wczesnym borealnym, a więc w czasie, kiedy torfowisko znalazło się w pasie górnej granicy lasu. W poziomach z maksymalnymi ilościami zarodników zachowały się w osadzie kłącza skrzypów.

Rumex. Rodzaj ten sporadycznie występował we wszystkich okresach, zaś obficie od początku okresu subatlantyckiego. Ziarna pyłku były bezpłatowe, trój- lub czteroporowe, z porami wyraźnie okrągłymi i siatkowatą skulpturą. Ten typ ziarna jest charakterystyczny dla sekcji *Acetosa* z gatunkami: *Rumex acetosa*, *R. acetosella*, *R. arifolius* i *R. scutatus* (K. F a e g r i, J. I v e r s e n 1954). Z wyjątkiem *Rumex arifolius*, który w reglu dolnym jest składnikiem ziołorośli i buczyn, wyżej zaś wchodzi również na łąki (B. P a w ł o w s k i 1956, J. K o r n a ś 1957), pozostałe gatunki są rozpowszechnione wyłącznie w zbiorowiskach łąkowych.

Częste występowanie rodzaju *Rumex* w okresie subatlantyckim wiąże się z osadnictwem człowieka, który protegował rozszerzanie się chwastów polnych, a wśród nich gatunków *Rumex acetosa* i *R. acetosella*.

Chenopodiaceae. Najwyższe wartości pyłku tej rodziny zjawiają się w okresach późnoglacialnych, a następnie, po długiej przerwie, w okresie subatlantyckim. Pierwsza faza ich głównej ekspansji przypadła na okresy, w których kotlina nie posiadała jeszcze lasów, drugą zaś spowodowały

odlesienia wprowadzone przez człowieka. Obecnie komosowate — jak wiadomo — występują najczęściej w zespołach chwastów segetalnych i ruderalnych. *(w młodych lasach i łąkach)*

Papaver cf. *Burseri*. W osadach Molkówki z okresu subatlantyckiego znaleziono dwa ziarna pyłku tej rośliny. Według B. Pawłowskiego (1939) centrum występowania tego gatunku obejmuje Tatry Zachodnie, a zwłaszcza górne dorzecze Czarnego Dunajca. Jest to wysokogórska roślina piargowa, schodząca wzdłuż potoków w niższe położenia, np. aż w okolice Chochołowa (J. Wałas 1938).

Drosera. Pyłek tego rodzaju był kilkakrotnie notowany w diagramach z Grela oraz dwa ziarna w jednym poziomie z Molkówki. Dziś *Drosera rotundifolia* i *D. anglica* rosną na torfowiskach Grela i Puścizny. Z Molkówki znana jest tylko pierwsza z nich (B. Kotuła 1889—1890).

Artemisia. Rośliny należące do tego rodzaju są wiatropylne i produkują olbrzymie ilości pyłku. Dzięki temu pyłek ich znajdowany był we wszystkich okresach, najliczniej jednak w okresach późnoglacialnych, preborealnym oraz w okresie subatlantyckim. Rozróżnienie poszczególnych gatunków nie dało, niestety, w naszym przypadku pewnych wyników, mimo udanych prób tego rodzaju przeprowadzanych przez innych (M. Monoszon 1950, H. Straka 1952, 1954). J. Iversen (1954) i F. Firbas (1949) przypuszczają, że w późnym glacie w Europie mogły wchodzić w grę zarówno gatunki arktyczne i oligotermiczne (*Artemisia borealis*), jak i termofilne (*A. campestris*, *A. rupestris*, *A. laciniata*), zaś w okresie najmłodszym również *A. vulgaris* i *A. campestris*.

W pasmach górskich otaczających Kotlinę Nowotarską rośnie dziś *A. petrosa*, zaś *A. vulgaris*, *A. absinthium* i *A. campestris* zajmują stanowiska bądź na aluwialnych nadbrzeżnych, bądź w uprawach rolnych i na miejscach ruderalnych. Liczny pojaw pyłku *Artemisia* w okresach późnego glaciału jest bez wątpienia wskazówką panowania wówczas klimatu suchego i zimnego (F. Firbas 1949, H. Pozer 1951), natomiast w okresach młodszych (subborealnym i subatlantyckim) wiąże się on wyraźnie z osadnictwem ludzkim.

VI. ŚLADY OBECNOŚCI CZŁOWIEKA I JEGO GOSPODARKI W DIAGRAMACH PYŁKOWYCH

Neolityczne osadnictwo człowieka wywołało, według J. Iversena (1944), następujące zmiany w spektrach pyłkowych: 1° przejściowy spadek udziału pyłku mieszanych lasów liściastych, 2° wzrost ilości pyłku roślin zielnych, a wśród nich przede wszystkim *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, oraz pojaw synantropijnej *Plantago lanceolata*.

W diagramach pyłkowych z Kotliny Nowotarskiej pierwsze ślady pobytu człowieka występują w okresie subborealnym. Nie są one wszakże

wyraźne i nie pozwalają na tak dokładne śledzenie następstwa zmian, jak to było możliwe w profilach duńskich. Niemniej jednak nikłe minimum mieszanych lasów liściastych, jakie można zaobserwować w okresie subborealnym, zbiega się z pierwszymi ziarnami pyłku babki wąskolistnej (*Plantago lanceolata*). Ostro natomiast zaznacza się pokrywanie maksimum pyłku leszczyny z podniesieniem krzywej sosny (na Grelu) oraz spadek krzywej świerka.

Zmiany te, łączone tutaj z osadnictwem przedhistorycznym, nie znalazły jednakże dotychczas na terenie Kotliny Nowotarskiej potwierdzenia przez badania archeologiczne. Do niedawna panował pogląd o niemożliwości istnienia osadnictwa przedhistorycznego na tych obszarach. Sądzono, że wysokie wzniesienia i trudne do przebycia lasy górskie były tego powodem. Wydaje się jednakże, że nie były to zapory nie do pokonania dla ówczesnego człowieka, żyjącego w lesie i dobrze z nim obytego. Natomiast należy przyjąć, że człowiek prawdopodobnie długo omijał zabagnione dno kotliny, gdyż miał do dyspozycji wygodne doliny rzek i łagodne zbocza Beskidów.

Podhale odznacza się znikomą ilością śladów dawnej obecności człowieka w porównaniu z licznymi tego rodzaju śladami, znanymi z południowej i zachodniej strony Tatr. W Kłodnem (powiat Nowy Targ) odkryto motykę rogową, pochodzącą prawdopodobnie z neolitu (*Acta Archaeologica Carpathica* 1958). Monety rzymskie z okresu rzymskiego znaleziono w Czarnym Dunajcu (J. Ż u r o w s k i 1935), a ze Szlachtowej koło Szczawnicy opisywano wykopaliska z epoki brązu (S. M o r a w s k i 1893). Materiał ten jednak jest zbyt fragmentaryczny, aby można na jego podstawie powiedzieć coś pewnego o osadnictwie w tych czasach. W ostatnich latach archeolodzy słowaccy odkryli kilka stanowisk osadnictwa z okresu halszackiego i rzymskiego na Orawie Słowackiej, sąsiadującej z Kotliną Nowotarską¹.

Nie jest wykluczone, że w tych okresach istniało już osadnictwo i w Kotlinie Nowotarskiej, krajobrazowo podobnej do Orawskiej. Refleksem pobytu człowieka tutaj w tym czasie byłyby spektra pyłkowe z pogranicza okresu subborealnego z subatlantyckim. Właściwy proces osadniczy rozpoczął się w Kotlinie dopiero w wieku XIII. Przedtem przebywała tu zapewne tylko nieosiadła ludność koczownicza, głównie myśliwska. Pierwsze wzmianki historyczne o osadnictwie datują się z roku 1234, kiedy to przywilejem Henryka Brodatego zostali sprowadzeni koloniści niemieccy w lasy położone nad Białym i Czarnym Dunajcem, nad Rogoźnikiem i Lepietnicą. Zasadniczą jednak zmianę przyniosły do Kotliny Nowotarskiej dopiero czasy Kazimierza Wielkiego, w czasie gdy Cystersi prowadzili na Podhalu akcję kolonizatorską. W połowie XIV wieku powstały tu takie osady, jak Grywałd, Czorsztyń, Harkłowa i Waksmund. W wieku

¹ Informacja ustna doc. dra A. Ż a k i e g o.

XV ruch kolonizatorski osłabił, a nowa jego fala rozpoczęła się dopiero w wieku XVI, szła zaś ona zarówno z Polski, jak i z odległego Bałkanu (osadnictwo wołoskie). Od tego czasu osadnictwo zbliżyło się bardzo do Tatr i zostały założone następujące osady: Czarny Dunajec, Biały Dunajec i Chochołów. W ciągu wieków XVII i XVIII powstały dalsze osady górskie (między innymi Kościelisko, Witów). Były to przeważnie osady pasterskie, które w miarę rozrostu zajmowały coraz to wyższe polany na wypas bydła w Tatrach (K. Potkański 1920, S. Górzyński 1957). W XVIII wieku powstała też między innymi polana Molkówka (Z. Hołub-Pacewiczowa 1931).

Jest rzeczą interesującą stwierdzenie, w jakim stopniu opisane przemiany udokumentowane są w diagramach pyłkowych.

Pierwsze wyraźne ślady osadnictwa w Kotlinie Nowotarskiej zaznaczyły się w diagramie z Grela, w spektrum 21, a na Puściźnie w spektrum 25. Powstanie osadów, które dały te spektra, łączyć można z połową XIV wieku. Istnienia gospodarki ludzkiej w tym czasie dowodzi zmiana stosunku ilości pyłku drzew do pyłku roślin zielnych. Wśród roślin zielnych wzrosły krzywe takich rodzin i rodzajów, jak: *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Rumex* oraz zjawily się zboża. Zanotowany też tutaj został po raz pierwszy bławatek (*Centaurea cyanus*). Wydaje się, że częściowej trzebieży uległy wówczas głównie przestrzenie kotliny wzdłuż rzek i potoków, zajęte przez świerk i olszę.

Obraz pierwotnego lasu uległ większemu przeobrażeniu z rozwojem osadnictwa w wieku XVI. Okresowi temu odpowiadają spektra 9 z Grela i 12 z Puścizny. Ofiarą padły dolnoregłowe lasy bukowo-jodłowo-swierkowe, co spowodowało równocześnie wzrost udziału leszczyny i olszy, które w naturalnej sukcesji zajęły teraz tereny pozostawione po trzebieży lasów. Torfowisko na Puściźnie zostało w tym czasie najprawdopodobniej spalone (obniżenie krzywej sosny i brzozy), a jego powierzchnię pokryły rośliny z rodziny wrzosowatych (*Ericaceae*). Ostatni akt zniszczenia lasów rozpoczął się w wieku XIX i zapisał się w spektrach następujących: 5. na Grelu i 4. na Puściźnie. Akcja wyraziła się w gwałtownie wzrastającej krzywej roślin zielnych (NAP) oraz w szybko zmniejszającej się frekwencji pyłku drzew (AP). Lasy dolnoregłowe ustąpiły, niszczeniu ulegały też olszyny, jedynie leszczyna znalazła odpowiednie dla siebie warunki rozwoju.

Na Molkówce pierwsze widoczne zmiany w przebiegu krzywych, wywołane gospodarką ludzką, zarysowują się począwszy od spektrum 14. Jednakże zmniejszenie się powierzchni lasów daje się tu zaobserwować wcześniej, już od 29 spektrum, gdzie podnosi się krzywa brzozy (*Betula*) z równoczesnym ubytkiem świerka (*Picea*). Wzrost krzywej olszy, a nieco później także i leszczyny są wskaźnikami trzebieży, która jednakże jeszcze nie dotarła bezpośrednio do Molkówki, lecz w jej niedalekie otoczenie (minimalne podniesienie ilości roślin zielnych). Sama Molkówka została

wykarczowana dopiero w XVIII wieku, co odzwierciedliło się w 14 spektrum. Wycięto wówczas świerka i olszę, a ich siedliska objęły łąki. Ostatnie najmłodsze spektra diagramu są wyrazem generalnego dalszego procesu niszczenia dolno-reglowych lasów tatrzańskich, a w tym lasów okolicy Molkówki. Nagły wzrost ilości świerka (*Picea*) w spektrum 3 wiąże się z wprowadzeniem jego monokultur, które rozpoczęło się z końcem XIX wieku. Synantropijna flora pyłkowa pochodzi z otaczających Molkówkę upraw rolnych (trawy uprawne) oraz z samej Molkówki (*Rumex*, *Urtica*, *Plantago lanceolata*).

Proces niszczenia lasów na Podhalu ilustrują dobrze dwa dodatkowo tu dołączone diagramy ze Szczawnicy i z Kiczory w Gorcach, obejmujące jednakże tylko okres subatlantycki (ryc. 5 i 6). W diagramie ze Szczawnicy można wydzielić trzy podokresy na podstawie zmian w składzie i w powierzchni lasów, wywołanych działalnością człowieka. Zapisana tu historia lasów rozpoczyna się wówczas, gdy najbliższe otoczenie Szczawnicy pokrywały jeszcze lasy bukowo-jodłowe ze świerkiem. Inne składniki leśne, takie jak wiąz, dąb i lipa występowały tylko sporadycznie. Obecność człowieka zdradzają ziarna pyłku chwastów. Inne drzewa, takie jak sosna (*Pinus*) i brzoza (*Betula*) nie odgrywały większej roli.

Pierwsze poważne odlesienie terenu Szczawnicy, zbiegające się prawdopodobnie z datą założenia huty w Jarmucie (1738 r.), odległej o około 500 m od miejsca pobrania prób, odzwierciedlają spektra 21 i 20. Wyraziło się ono ubytkiem jodły (*Abies*) i szybkim, prawie zupełnym wyłączeniem buka (*Fagus*), używanego podówczas powszechnie w hutnictwie. Na miejsca pozabawione sztucznie lasu jodłowo-bukowego weszła najpierw brzoza, a wkrótce potem olsza szara (*Alnus incana*). Druga masowa trzebież została dokonana później. Jej ślady mamy w spektrum 10. Wyraża się ona zmianą stosunku AP do NAP na korzyść tej drugiej, nagłym spadkiem krzywej świerka (*Picea*) i olszy (*Alnus*) oraz obfitym pojawem flory synantropijnej, zwłaszcza zbóż. To drugie odlesienie łączy się zapewne z założeniem zdrojowiska Szczawnicy-Zdroju (1838 r.).

Diagram z Kiczory można również podzielić na trzy odcinki: spągowy do spektrum 12, środkowy do 4 i odcinek powierzchniowy. Podczas osadzania się spągowych warstw ilastych sam szczyt Kiczory pokryty był młakami i otaczającymi je lasami świerkowymi, na co wskazuje przewaga pyłku świerka (*Picea*) oraz duży udział paproci (*Polypodiaceae*). Wchodziły one zapewne, podobnie jak i dziś, w skład runa tych drzewostanów. Później (spektra 15—11) las świerkowy rozszerzył się i pokrył całą Kiczorę (w osadzie znaleziono korzenie i gałęzie świerkowe). W dolnym pasie lasów świerkowych występowały także pojedyncze buki i jodły, poniżej zaś istniały jeszcze fragmenty mieszanych lasów liściastych z leszczyną i wiciokrzewem (*Lonicera*) w podszyciu. W lasach tych posiadały swoje stanowiska jemiola (*Viscum album*) oraz kwitnący dziś tylko w Piecinach bluszcz (*Hedera helix*). W poziomie 12 występuje nagle załamanie

krzywej świerka oraz wzrost wartości leszczyny, a nieco wyżej również olszy. Jeśli dwa wierzchołki brzozy, leżące poniżej tych spektrów, uznamy jako pierwsze stadia naturalnej sukcesji zarastania zrębów — to następne jej etapy wyraża wzrost krzywej leszczyny i olszy. W poziomach tych zjawily się też pierwsze wskaźniki obecności człowieka, a mianowicie babka wąskolistna (*Plantago lanceolata*). Brak zmiany w stosunku AP : NAP i we frekwencji pyłku drzew pozwala przyjąć, że trzebieży, o której mówimy, dokonano tu poniżej miejsca, skąd pochodził materiał do analizy pyłkowej. Środkowy odcinek diagramu reprezentuje dalszy postęp w niszczeniu lasów, które przez piętro dolnoreglowe dotarło do samego szczytu Kiczory. Ta ostatnia faza karczunku (spektrum 4) miała najprawdopodobniej miejsce w XVIII lub XIX wieku, tzn. w czasie najsilniejszego tępienia lasów w Górcach (S. Jarosz 1930, J. Kornaś 1957).

Z Instytutu Botaniki PAN
Luty 1961.

ZMIANY KLIMATU I SUKCESJE ROŚLINNOŚCI W PÓŻNYM GLACJALE I W HOLOCENIE W KOTLINIE NOWOTARSKIEJ

Changes in climate and plant succession in the Late Glacial and Holocene in the Nowy Targ Basin

Okresy		Osad		Roślinność	Roślinność	Klimat	Granica lasu w m	Ślady obecności człowieka
H o l o c e n	Subatlantycki	Grelli-Puścizna	Molkówka	Kotlina (560 m n.p.m.—670 m n.p.m.)	Molkówka (954 m n.p.m.)			
		torf wysoki, bardzo słabo rozłożony		Lasy współczesne zmienione działalnością człowieka. Lasy jodłowo-bukowo-świerkowe. Uformowanie współczesnych pięter: regiel górny (lasy świerkowe), regiel dolny (lasy jodłowo-bukowe) Pogórze (zanikające lasy liściaste mieszane).	Lasy współczesne zmienione działalnością człowieka. Wykształcenie współczesnych pięter. Pojaw cisa. Lasy świerkowe (optymalny rozwój). Las liściasty mieszany ustępuje. Pierwsze jodły, buki, cisy. <i>Hedera helix</i> .	Klimat współczesny Duże zwilgocenie i nieznaczne ochłodzenie.	1550 brak danych	Na Molkówce pierwsza flora synantropijna.
		torf wysoki, dobrze rozłożony	torf leśny	Lasy świerkowe (optymalny rozwój). Las mieszany liściasty cofa się, przybywa jodły, buka, graba w zachodniej Kotlinie i leszczyny.	Lasy świerkowe. Las mieszany liściasty ustępuje z wyjątkiem wiazu. <i>Hedera helix</i> , <i>Viscum album</i> .	Klimat o tej samej ciepłocie jak w okresie atlantyckim, bardziej suchy.	brak danych	W Kotlinie pierwsza flora synantropijna.
		torf wysoki, dobrze rozłożony	torf leśny	Lasy świerkowe. Lasy mieszane liściaste: wiaz, lipa, klon, jesion, w zach. Kotlinie dąb, pierwsze pojedyncze jodły, buki i graby. <i>Viscum album</i> , <i>Hedera helix</i> .	Lasy świerkowe. Lasy mieszane zredukowane: wiaz, klony, jesion, lipa, leszczyna i olsza. <i>Viscum album</i> , <i>Hedera helix</i> .	Początkowo klimat ciepły i suchy, później ulega zwilgoceniu Temp. VII = 17° C Temp. I = 2,2° C.	brak danych	
		torf wysoki, b. dobrze rozłożony	torf przejściowy	Lasy świerkowe — górne piętro. Lasy mieszane — dolne piętro (wiaz, leszczyna, lipa, olsza). Ostatnie wędrowki roślin kserotermicznych.	Lasy sosnowo-brzozowe ze świerkiem — dolne piętro. Lasy limbowo-modrzewiowe — górne piętro.	Dalsze ocieplenie. Temp. VII = 16° C. Klimat umiarkowanie suchy.	brak danych	
P ó ż n y g l a c j a ł	Preborealny	torf przejściowy	torf przejściowy, il	Lasy sosnowo-brzozowe z domieszką świerka Jedno piętro + porosty	Pierwsze nieliczne drzewa: modrzew, limba, brzoza, sosna. Łąki subalpejskie.	Ocieplenie. Temp. VII = 14° C. początkowo wilgotny, później ulega osuszeniu.	950—1000	
	Młodszy dryas	torf przejściowy torf mszysty		Prześwietlony las: modrzew, limba, sosna, brzoza i pojedyncze świerki w zach. Kotlinie, jałowiec, brzoza karłowata, kosodrzewina.		Klimat chłodny. Wilgotny. Średnie temp. zimy —2° do —6° C.	600—800	
	Alleröd	il, torf przejściowy		Lasy sosnowo-świerkowe z brzozą, olszą i jodłą.		Klimat umiarkowany chłodny (średnie temp. VII = 14° C).	900—105	
	Starszy dryas	il		Bezleśna tundra krzewinkowa: karłowate wierzby, brzoza, osika, kosodrzewina i roślinność arktyczno-alpejska.		Klimat surowy o łagodniejszym reżimie niż w najstarszym dryasie.	poniżej 500	
	Bölling	il z detritusem roślinnym		Tundra parkowa: pierwsze drzewa (sosna, limba, modrzew, osika, brzoza) <i>Selaginella selaginoides</i> , <i>Filipendula</i> .		Chłodny (z wyższymi temp. lata). Wilgotniej niż w najstarszym dryasie.	550—650	
	Najstarszy dryas	il		Bezleśna tundra krzewinkowa. Panowanie zbiorowisk arktyczno-górskich: <i>Cyperaceae</i> , <i>Gramineae</i> , <i>Cruciferae</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Thalictrum</i> , <i>Armeria</i> , <i>Hippophaë rhamnoides</i> i <i>Ephedra distachya</i> . Kosodrzewina, karłowate wierzby i brzoza.		Surowy, o cechach kontynentalnych.	Kotlina poza granicą lasu.	

HISTORIA DRZEW I KRZEWÓW W PÓŻNYM GLACJALE I HOLOCENIE W KOTLINIE NOWOTARSKIEJ (680 m npm. — 546 m npm.)

History of trees and shrubs in the Late Glacial and Holocene in the Nowy Targ Basin (680 m a. s. l.—546 m a. s. l.)

	Późny glacjał — Late Glacial					Holocen — Holocene					
	Okres najstarszy dryas Oldest Dryas	Okres Bölling Bölling	Okres starszy dryas Older Dryas	Okres Alleröd Alleröd	Okres młodszy dryas Younger Dryas	Okres prebo-realny Preboreal period	Okres borealny Boreal period	Okres atlantycki Atlantic period	Okres subbo-realny Subboreal period	Okres subatlan-tycki Subatlantic period	Okres histo-ryczny Historical period
<i>Pinus mughus</i>	+	+	+	+	+++	+	+	+	+	+	+
<i>Ephedra distachya</i>	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Pinus cembra</i>	—	+	+	++	+++	+	—	—	—	—	—
<i>Larix (L. decidua ?)</i>	—	+	—	+	+++	+	—	—	—	—	—
<i>Pinus silvestris</i>	—	+	—	++	+	+++	++	+	+	+	+
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	++	+	+	++	+++	+++	+++	++
<i>Abies alba</i>	—	—	—	+	—	—	—	+	++	+++	++
<i>Salix</i> sp.	++	++	++	++	+++	+	+	+	+	+	++
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Betula nana</i>	+	+	+	+	+++	+	—	—	—	—	—
<i>Corylus avellana</i>	—	—	—	+	—	+	+++	++	++	+	+
<i>Betula</i> — typ <i>alba</i>	—	+	—	++	+	+++	+++	++	++	++	++
<i>Alnus</i>	—	—	+	++	+	+	++	+++	+++	+++	++
<i>Ulmus</i> sp. (<i>Ulmus scabra</i> ?)	—	—	—	—	—	+	+++	++	++	+	+
<i>Tilia</i> sp.	—	—	—	—	—	+	++	+++	++	+	+
<i>Quercus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+	+++	++	+	+
<i>Fraxinus excelsior</i>	—	—	—	—	—	—	+	+++	++	+	+
<i>Acer</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+	+++	++	+	+
<i>Fagus silvatica</i>	—	—	—	—	—	—	—	+	++	+++	+
<i>Carpinus betulus</i>	—	—	—	—	—	—	—	+	++	+++	+

+ pojedyncze ziarna pyłku — sporadical pollen grains

++ krzywa ciągła (1% do 2%) — the continuous curve (1% do 2%)

+++ krzywa ciągła (ponad 3%) — the continuous curve (above 3%)

Tabela 5

HISTORIA DRZEW I KRZEWÓW W HOLOCENIE W TATRACH ZACHODNICH (MOLKÓWKA — 956 NPM.)

History of trees and shrubs in the Holocene in the West Tatra Mts. (Molkówka — 956 a. s. 1.)

	Późny glacjał Late — Glacial					Holocen — Holocene					
	Okres najstarszy dryas Oldest Dryas	Okres Bölling Bölling	Okres starszy dryas Older Dryas	Okres Alleröd Alleröd	Okres młodszy dryas Younger Dryas	Okres preborealny Preboreal period	Okres borealny Boreal period	Okres atlantycki Atlantic period	Okres subborealny Subboreal period	Okres subatlantycki Subatlantic period	Okres historyczny Historical period
<i>Pinus mughus</i>	—	—	—	—	—	++	+	+	+	+	+
<i>Ephedra distachya</i>	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Pinus cembra</i>	—	—	—	—	—	+++	+	—	—	—	—
<i>Larix (L. decidua ?)</i>	—	—	—	—	—	+++	++	—	—	—	—
<i>Pinus silvestris</i>	—	—	—	—	—	++	+++	++	+	+	+
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	—	+	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Abies alba</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+++	++
<i>Taxus baccata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	++	+
<i>Salix</i> sp.	—	—	—	—	—	++	+	+	+	+	+
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
<i>Corylus avellana</i>	—	—	—	—	—	—	+	+++	++	++	+
<i>Betula</i> — typ <i>alba</i> (<i>B. carpatica</i>)	—	—	—	—	—	++	+	+	+	+	+
<i>Alnus</i> sp. (<i>A. incana</i>)	—	—	—	—	—	—	+	+++	+++	+++	++
<i>Ulmus</i> sp. (<i>U. scabra</i>)	—	—	—	—	—	—	++	+++	+++	+	—
<i>Tilia</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	++	+	+	—
<i>Fraxinus excelsior</i>	—	—	—	—	—	—	—	++	+	+	+
<i>Acer</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	++	+	+	+
<i>Fagus silvatica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+++	+

+ pojedyncze ziarna pyłku — sporadical pollen grains

++ krzywa ciągła (1% do 2%) — the continuous curve (1% to 2%)

+++ krzywa ciągła (ponad 3%) — the continuous curve (above 3%)

LITERATURA

Literature

- Acta Archaeologica Carpathica, 1958, 1 (1).
- Aletsee L., 1959, Zur Geschichte der Moore und Wälder des nördlichen Holsteins. Nova Acta Leopoldina 16 (139) : 1—51.
- Andersen A., 1954, Two Standard Pollen Diagrams from South Jutland. D. G. U. 2 (80) : 188—209.
- Bertsch K., 1951, Über das späteiszeitliche Vorkommen von *Artemisia* und *Helianthemum* im Federseegebiet. Veröffentl. d. Württ. Landesstellen f. Naturschutz u. Landschaftspflege in Ludwigsburg u. Tübingen, 2 : 69—73.
- Beug H., 1957, Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge. Flora, 145 : 167—211.
- Birkenmajer K., 1958, Przewodnik geologiczny po pienińskim pasie skałkowym, Warszawa. Wyd. Geol.
- Birkenmajer K., Śrdoń A., 1960, Interstadia oryniacki w Karpatach. Inst. Geol. Biul. 150 (9) : 9—70.
- Bremówna M., Sobolewska M., 1939, Studia nad opadem pyłków drzew leśnych w Puszczy Białowieskiej. Sylwan 56, Ser. A (3—4) :
- Donner J., 1951, Pollen-analytical studies of late-glacial deposits in Finland. Bull. Comm. Geol. Finl. 24 : 1—92.
- Donner J., 1954, Measurements of pollen of *Alnus glutinosa* and *A. incana*. Compt. Rend. d. l. Soc. géol. d. Finlande. 27 : 49—55.
- Dyakowska J., 1928, Historia torfowiska na Czerwonym pod Nowym Targiem w świetle analizy pyłkowej. Spraw. Kom. Fizjogr. PAU 63 : 129—150.
- Dyakowska J., 1932, Analiza pyłkowa kilku torfowisk tatrzańskich. Acta Soc. Bot. Pol. 9 (3) 4 : 473—530.
- Dyakowska J., 1947, Interglacja w Kątach koło Sromowiec Wyżnych (Pieniny). Starunia 23 : 1/18.
- Dyakowska J., 1959, Podręcznik palynologii, Warszawa. Wyd. Geol., ss. 325.
- Ehrendorfer F., 1956, Struktur, Verbreitung und Geschichte der Sippen von *Lepto-Galium* in Bayern. Ber. d. Bayer. Bot. Gesel. 31 : 5/12.
- Erdtman G., 1943, An Introduction to Pollen Analysis. Chronica Botanica. Waltham, 239 pp.
- Erdtman G., 1952, Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Stockholm, 539 pp.
- Erdtman G., 1953, On the difference between the pollen grains in *Alnus glutinosa* and those in *Alnus incana*, Svensk. Bot. Tidskr. 47 (3) : 449—450.
- Erdtman G., 1957, Pollen and spore morphology. Plant taxonomy. *Gymnospermae*, *Pteridophyta*, *Bryophyta*. Stockholm—New York, 151 pp.
- Ermich K., 1951, Wskaźniki klimatyczne dla gospodarstwa leśnego w Polsce, Warszawa. I. B. L., ss. 35.
- Fabijanowski J., 1957, Kształtowanie krajobrazu w okolicy Szczawnicy. Ochrona Przyrody 24 : 65—156.
- Faegri K., Iversen J., 1950, Text-book of modern pollen analysis, Copenhagen, 168 pp.
- Firbas F., 1949, Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Jena. Gustav Fischer, ss. 488.
- Godwin H., 1956, The History of the British Flora, Cambridge. University Press, 384 pp.

- Górzyński S., 1957, Las podhalański w XII—XVI wieku w świetle badań pastersko-osadniczych. Sylwan 11: 36—47.
- Grodzińska K., Pancer-Kotejowa E., 1960, Flora Wzniesienia Gubałowskiego. Monogr. Bot. 11: 1—195.
- Hafsten U., 1956, Pollen-Analytic Investigations on the Late Quaternary Development in the Inner Oslofjord Area. Universit. i Bergen Arb. Nat. Rekke 8, 161 pp.
- Halicki B., 1930, Dyluwjalne zlodowacenie północnych stoków Tatr. Spraw. Pol. Inst. Geol. 5 (3—4): 375—534.
- Halicki B., Lilpop J., 1932, Czwartorzędowe trawertyny w Gliczarowie na Podhalu. Posiedzenia Naukowe 33. Państw. Instytut. Geol.
- Hołub-Pacewiczowa Z., 1931, Osadnictwo pasterskie i wędrówki w Tatrach i na Podtatrzu. Prace Kom. Geogr. PAU 1, Kraków, 1—508.
- Iversen J., 1941, Land occupation in Denmark's Stone Age. D. G. U. 2 (66) 68 pp.
- Iversen J., 1944, *Viscum*, *Hedera* and *Ilex* as Climate Indicators. Geol. Foren. Forhandl. 66 (3): 463—483.
- Iversen J., 1949, The Influence of Prehistoric Man on Vegetation. D. G. U., R. IV, 3 (6): 1—25.
- Iversen J., 1954, The late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. D. G. U., 2 (80): 87—119.
- Jarosz S., 1935, Badania geograficzno-leśne w Górcach. Prace Roln. Leśn. PAU 16: 1—125.
- Jasiewicz A., 1951, Bluszcz. Chrońmy przyr. ojcz. 9/10.
- Jentys-Szaferowa J., 1950—1952, Analysis of the collective species *Betula alba* L., on the basis of leaf measurements. Part. 1—3, Bull. de l'Acad. Pol. d. Sc. et d. Lett. Cracovie.
- Jessen K., 1949, Studies in the late quaternary deposits and flora history of Ireland. Royal Irish Proc., Sec. B 52 (6). Dublin, 290 pp.
- Kanerwa R., 1956, Pollenanalytische Studien über die spätquartäre Wald- und Klimageschichte von Hyrynsalmi in No-Finnland. Annal. Acad. Scien. Fennic. Ser. A: 1—108.
- Klimaszewski M., 1952, Rzeźba Podhala. Czas. Geogr. 21 (22/68): 237—250.
- Klimaszewski M., Szafer W., Szafran B., Urbanski J., 1950, Flora dryasowa w Krościenku nad Dunajcem. Biul. Państw. Inst. Geol. 24. Wydanie drugie: 1—86.
- Kneblová V., 1958, The Interglacial Flora in Gánovce Travertines in Eastern Slovakia (Czechoslovakia). Acta Biol. Cracov. Ser. Bot. 1: 1—5.
- Koperowa W., 1958, Późny glacjał u północnego podnóża Tatr w świetle analizy pyłkowej. Monogr. Bot. 7: 107—133.
- Kornaś J., 1955, Charakterystyka geobotaniczna Górców. Monogr. Bot. 3, ss. 216.
- Kornaś J., 1957, Rośliny naczyniowe Górców. Monogr. Bot. 5, ss. 259.
- Kotula B., 1889—1890, Rozmieszczenie roślin naczyniowych w Tatrach. Kraków. Nakł. Wyd. Mat.-Przyr. A. U., ss. 519.
- Lang G., 1952, Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. Flora 139: 243—294.
- Lang G., 1954, Neue Untersuchungen über spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. I. Der Hotzenwald im Südschwarzwald. Beitr. z. naturkundl. Forsch. in SW-Deutschland. 13 (1): 1—43.
- Lang G., 1955, Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. II. Das absolute Alter der Tannezeit im Südschwarzwald. Beitr. z. naturkundl. Forsch. in SW-Deutschland. 14 (1): 23—31.
- Lang G., 1958, Neue Untersuchungen über spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. III. Der Schurmsee im Nordschwarzwald. Ein

- Beitrag zur Kiefernfrage. Beitr. z. naturkundl. Forsch. in SW-Deutschland. 17 (1) : 20—34.
- Leszczycki S., 1938, Region Podhala. Podstawy geograficzno-gospodarcze planu regionalnego. Prace Inst. Geogr. U. J. w Krakowie 20 : 1—286.
- Lüdi W., 1954, Die Vegetationsentwicklung seit dem Rückzug der Gletscher in den mittleren Alpen und ihrem nördlichen Vorland. Bericht. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich. 36—68.
- Lüdi W., 1957, Ein Pollendiagramm aus dem Untergrund des Zürichsees. Schweizer. Ztsch. f. Hydrologie 19 (2) : 523—564.
- Lüdi W., 1958, Beobachtungen über die Besiedlung von Gletschervorfeldern in den Schweizeralpen. Flora 146 : 386—407.
- Medwecka-Kornaś A., 1955, Zespoły leśne Gorców. Ochr. Przyr. 23 : 1—110.
- Milata W., 1955, Klimat Kotliny Nowotarskiej i jego zmiany spowodowane budową zbiornika wodnego w dolinie Dunajca. Wszechświat (2) : 58—63.
- Monoszon M. Ch., 1950, Opisanije pylcy widow połyniej, proizrastajuszczych na terrytorii SSSR. Tr. Inst. Geogr. Akad. Nauk SSSR, wyp. 46.
- Morawski S., 1863, Sądecyzna 1, Kraków.
- Müller H., 1953, Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. Nova Acta Leopold. 16 (110) : 1—67.
- Myczkowski S., 1955, Ekologia zespołów leśnych Tatr Polskich. Ochr. Przyr. 23 : 112—203.
- Němejc F., 1927, Paleobotanická studie o fossilních travertinových sedimentech v kraji mezi Prahou a Berounem. Čes. Akad. 36. Rozpr. II tř.
- Niezabitowski E., 1922, Wysokie torfowiska Podhala i konieczność ich ochrony. Ochrona Przyrody 3 : 26—34.
- Nilsson T., 1948a, On the application of the Scanian post-glacial zone system to danish pollen-diagrams. Kgl. Danske Vidensk. Selskab. Biol. Skrifter. 5 (5) : 1—53.
- Nilsson T., 1948b, Versuch einer Anknüpfung der postglazialen Entwicklung des nordwestdeutschen und niederländischen Flachlandes an die pollen-floristische Zonengliederung Südkandinaviens. Medd. Lunds Geol. Mineral. Inst. 112 : 1—79.
- Oberbeck F., Münnich K. O., Aletsee L., und Averdick F. R., 1957, Das Alter des „Grenzhorizonts“ norddeutscher Hochmoore nach Radiocarbon-Datierungen. Flora 145 (1/2) : 38—71.
- Pawłowski B., 1956, Flora Tatr. 1. Warszawa, ss. 669.
- Pawłowski B., 1959, Szata roślinna gór polskich, Szata roślinna Polski. Praca zbior. pod red. W. Szafera. 2 : 189—253.
- Peterschilka F., 1927, Pollenanalytische Untersuchungen der „Borysümpfe“ in Polen. Berich. d. deutsch. bot. Gesel. 45 : 368—373.
- Pop E., 1945, Certări privitoare la pădurile diluviale din Transilvania. Biul. Grad. Bot. si al Muz. Bot. Tidsk. 37 (1) : 1—26.
- Potkański K., 1922, Podhale. Pisma pośmiertne 1 : 284—388.
- Pozer H., 1951, Die nördliche Lössgrenze in Mitteleuropa und das spätglaziale Klima. Eiszeitalter u. Gegenwart 1 : 27—55.
- Raciborski M., 1892, Zapiski paleobotaniczne. Kosmos 17 : 526—533.
- Rehman A., 1895, Ziemie dawnej Polski i sąsiednich krajów słowiańskich opisane pod względem fizyczno-geograficznym. I. Karpaty. Lwów, ss. 657.
- Romer E., 1930, Tatrzańska epoka lodowa. Prace Geograf. 9 : 1—186.
- Sokołowski M., 1927, O górnej granicy lasu w Tatrach. Wyd. Fundacji „Zakłady Kórnickie”, ss. 188.
- Sokołowski M., 1935, Szata roślinna Tatr Polskich. Wyd. popular.-nauk. Muzeum Tatrzańskiego 1, Warszawa, ss. 197.

- Sokołowski S., 1920, Cis na ziemiach polskich i w krajach przyległych. Ochr. Przyr. 1 (2) : 4—21.
- Staszkie wicz J., 1958, Zespoły sosnowe Borów Nowotarskich. Fragm. Flor. Geob. 3 (2) : 105—129.
- Stecki K., 1920, Ostatnie cisy w Tatrach. Ochr. Przyr. 1 : 88—89.
- Stecki K., 1954, Limba (*Pinus cembra* L.). Chrońmy przyrodę ojczystą, 10 (2).
- Straka H., 1952a, Zur spätquartären Vegetationsgeschichte der Vulkaneifel, Arb. z. Rhein. Landeskunde. 1—116.
- Straka H., 1952b, Zur Feinmorphologie des Pollens von *Salix* und von *Artemisia*, Svensk. Tidsk. 46 (2) : 204—227.
- Szafer W., 1946—1947, Flora pliocenńska z Krościenka nad Dunajcem. I, II. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU dz. B. 72 nr 1, 2 : 1—162, 1—213.
- Szafer W., 1948, Jak powstały lasy tatrzańskie. Biologia w szkole, 4, 3—6.
- Szafer W., 1952a, Schyłek plejstocenu w Polsce. Biul. Państw. Tow. Geol. 65, 33—73.
- Szafer W., 1953, Stratygrafia plejstocenu w Polsce na podstawie florystycznej. Pol. Tow. Geol. 22 (1) : 1—99.
- Szafer W., 1954, Plejstocenńska flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do plejstocenu, Warszawa. Inst. Geol., ss. 230.
- Szafer W., 1958, Analiza pyłkowa w zastosowaniu do badań historii kultury materialnej człowieka. Kultura i Społeczeństwo 2 (1) : 50—64. PWN.
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., 1953, Rośliny polskie, Warszawa.
- Szontagh N., 1863, Enumeratio plantarum phanerogamicarum et cryptogamicarum vascularium Comitatus Arvensis in Hungaria. Verhandlungen zool.-bot. Gesel. in Wien.
- Środoń A., 1952a, Ostatni glacjał i postglacjał w Karpatach. Biul. Państw. Tow. Geol. 67 (3) : 27—75.
- Środoń A., 1952b, Późnoglacialna flora z Dziadowych Kątów koło Grywałdu. Biul. Państw. Tow. Geol. 67 (3) : 77—97.
- Tauber H., 1960, Copenhagen radiocarbon dates IV. Science (Radiocarbon Suppl.) 2 : 12—25.
- Trela J., 1929, Wahania górnej granicy lasu na Babiej Górze w świetle analizy pyłkowej. Acta Soc. Bot. Pol. 6 (2) : 165—186.
- Walas J., 1938, Wędrowki roślin górskich wzdłuż rzek tatrzańskich. Spraw. Kom. Fizj. PAU 72 : 1—131.
- Welten M., 1956, Pollenanalytische Untersuchungen alpiner Bodenprofile: historische Entwicklung des Bodens und säkulare Sukzession der örtlichen Pflanzengesellschaften. Veröff. d. Geobot. Inst. Rübel (33) : 253—274.
- Welten M., 1957, Die spätglaziale und postglaziale Vegetationsentwicklung der Berner-Alpen und -Voralpen und des Walliser Haupttales. Veröff. Geobot. Inst. Rübel (34) : 150—158.
- Zeist W., 1955, Pollen analytical investigations in the Northern Netherlands. North-Holland Publish. Comp. Amsterdam, 81 pp.
- Zeist W., 1959, Stadien on the post-boreal vegetational history of south-eastern Drenthe (Netherlands). Acta Bot. Neerl. 8 : 156—184.
- Zurowski J., 1935, Osadnictwo przedhistoryczne północnych zboczy Karpat zachodnich Małopolski. II Zjazd Prehistoryków Polskich w Krakowie. Powielone streszcz. ref., ss. 1—4.

SUMMARY

THE HISTORY OF THE LATE-GLACIAL AND HOLOCENE VEGETATION
OF THE NOWY TARG BASIN

INTRODUCTION

The aim of the present paper is to describe the development of the vegetation during the Late Glacial and Holocene in the area of the Nowy Targ Basin and its close vicinity.

Organogenic deposits of various age underlying this Basin form the essence of numerous scientific papers. Those by Peterschilka (1927), Dyakowska (1928, 1932), Szafer (1936), Środoń 1952 a and b), and Koperowa (1958) concern the Late Glacial and Holocene. The development of the flora in the course of the Last Glaciation was elaborated on by Klimaszewski, Szafer, Szafran, Urbanski (1939, 1950), Dyakowska (1947), Birkenmajer and Środoń (1960). The flora of the Pliocene and that of the border between that period and the Pleistocene was studied by Szafer (1946—1947, 1954).

I. PHYSIOGRAPHIC CHARACTER OF THE NOWY TARG BASIN

The Basin extends along the northern side of the Tatras, from which it is separated by the Gubałówka Elevation and the Klippen Belt. It is surrounded by the ranges of the Beskidy and Pieniny Mts on the other sides. Numerous rivers and brooks nursed by the springs found in the adjacent mountain ranges flow in its bed. The western part of the Basin is crossed by the European watershed between the river systems of the Baltic and the Black Sea.

The bed of the Basin is built of Flysch overlain with fluvioglacial clays and gravels connected with the Pleistocene glaciations in the Tatras. The Last Glaciation provided building material for a terrace 12 to 25 m high, on which extensive raised peat-bogs have developed.

The climate of the Basin differs from that in the adjacent mountain ranges; even in the higher, western, and the lower, eastern part of the Basin winter temperatures are lower and precipitation less abundant (table 1, 2). As a result, the climate is increasingly continental in character in its eastern part. Winds are westerly and south-westerly in the Basin, while in the surrounding mountain chains north-western winds prevail, except in the West Tatras, in which mainly westerly winds occur.

The poor and monotonous vegetation of the Nowy Targ Basin has changed to a great extent in consequence of man's husbandry. Arable and grass lands, pastures, wet meadows replacing the cleared forests and

peat-bogs prevail. Pine-spruce stands still cover fairly extensive areas. Fir-beech forests grow on the ridges and slopes of adjacent mountain ranges. Numerous peat-bogs are densely overgrown with mountain pine (*Pinus mughus*). On the alluvial river banks alder thickets occur with *Alnus incana* prevailing. Deciduous trees of the genera *Tilia*, *Fraxinus*, *Acer*, and *Ulmus* do not occur as components of the natural forest communities of the Basin. They are met with, most often, near human settlements.

II. DESCRIPTION OF THE PEAT-BOGS INVESTIGATED

The bed of the Basin is occupied by raised bogs extending in a belt about 40 km long. Almost all the peat-bogs have been drained and subject to exploitation. Very few of them have preserved their primeval plant cover up till today. In exploited places, layers containing tree-trunks (mainly *Betula* and *Pinus*) become exposed; they divide older, dark-brown, thoroughly decomposed peat from another bed of peat of a more recent date, which is less decomposed and of bright colour.

In the Basin proper two peat-bogs have been investigated, i. e. Grel (600 m a. s. l.) and Puścizna Rękowiańska (655 m a. s. l.). Three additional profiles are derived from the peat-bogs situated in the marginal area of the Basin, Molkówka 956 m a. s. l., Szczawnica 505 m a. s. l., and Kiczora 1240—1270 m a. s. l. (fig. 1).

1. The Grel peat-bog (fig. 2). The results of the research on the Late-glacial layers of this peat-bog were published separately (Koprowa 1958). By studying the overlying strata a full picture of the development of the plant cover has been obtained for the Basin from the period of the Oldest Dryas to the present times.

2. The peat-bog Puścizna Rękowiańska (fig. 3). This is a very extensive peat-bog situated to the north of the village Czarny Dunajec. Its thickness amounts to 10 m. The peat-bog has been drained and is now exploited.

3. Molkówka is another peat-bog situated amidst the forests in the West Tatras at the entrance to the Chochołowska Valley.

4. The peat-bog at Staszowa near Szczawnica is of the type of a valley peat-bog and extends on a slopy terrace of the Sopotnicki brook. The diagram of this peat-bog has already been published by Fabijanowski (1955).

5. The peat-bog on the summit of Kiczora in the Gorce Mts. is a raised peat-bog and occurs in the form of patches.

III. STAGES IN THE DEVELOPMENT OF VEGETATION IN THE LATE-GLACIAL AND HOLOCENE PERIODS

The periods of the Late Glacial will here be discussed in brief as they have been described at some length in an earlier paper (K o p e r o w a 1958).

1. The Oldest Dryas (fig. 2 — samples 148—139)

The spectra from this period are contaminated by the pollen of thermophilous trees derived from older sediments which have been washed out.

2. The Bölling Interstadial (fig. 2 — samples 138—136)

This period has been marked in the sediment by an increase of organic matter. In the spectra, the frequency of AP rises, and that of NAP diminishes, the curve of *Betula* rises suddenly, and there appear the pollen grains of *Pinus cembra*, *Larix*, *Populus* cf. *tremula*, and *Betula alba*, and of some interesting herbaceous plants, e. g. *Selaginella selaginoides*, and *Botrychium lunaria*. As to its vegetation, the Basin was covered with an Alpine tundra with patches of trees.

3. The Older Dryas (fig. 2 — samples 135—131)

The beginning of this period is marked by the deposit changing into a purely mineral one, the fall in the frequency of AP (mainly *Betula*), and the rise in the amount of NAP. The vegetation was similar in character as that in the Oldest Dryas.

4. The Alleröd Interstadial (fig. 2. samples 130—115; fig. 3 samples 121—111)

In the profile there appears the peat, and the share of arboreal pollen is on the increase. At the end of this period, a depression in the climate has again been marked in the levels, which is expressed by the rise of the curve of *Pinus*, the fall and disappearance of the pollen of all other trees, and the rise of the curve of NAP. The peat formed at the border of the periods Alleröd and Younger Dryas was dated by the radiocarbon method at 8810 ± 200 years B. C. (T a u b e r 1960). The development of the peat-bog at Grel established at the bottom of the Alleröd period was interrupted by a layer of loam deposited by the waters of the river Dunajec, which in all probability changed the direction of its current at that time from westerly into easterly (R o m e r 1930, H a l i c k i 1930).

In the Alleröd the Nowy Targ Basin was overgrown with pine-birch forests with *Picea* admixed in a small proportion; at the optimum of this

period the forest changed into spruce-pine stands with *Betula* and *Alnus* and most probably also *Abies* admixed. Other trees requiring higher thermic conditions did not grow there *in situ*.

5. The Younger Dryas (fig. 2 — samples 114—100;
fig. 3 — samples 110—102)

In the spectra of the border of this and the Preboreal period there occurs an abrupt fall of NAP, a rise of the *Betula* curve, a fall of the *Pinus* curve, and a continuous curve of *Corylus* and *Ulmus*.

The deposit is formed of a transition peat-bog. The pollen grains of *Pinus cembra*, *Larix*, *Ephedra distachya*, *Hippophaë rhamnoides* and others have been recorded to occur. It was more or less in the middle of this period that all trees showing higher climatic requirements, as well as the *Polypodiaceae* connected with them, disappeared from the Basin. The continuity of the *Picea* curve and the finding of its seed at the border of the Preboreal period give evidence that *Picea* survived *in situ* throughout the Younger Dryas in the sheltered places of the western parts of the Basin, which, much like today, was most probably distinguished by a milder climate. In this period, the Basin was overgrown with the communities of alpine vegetation with patches of forests similar to those which at present build the upper timber line in the Tatras (*Picea excelsa*, *Pinus cembra*, *P. silvestris*, *Larix*, and *Betula*). Among these trees there penetrated the patches of *Pinus mughus* with *Salix*, *Betula nana*, and *Juniperus*. Forestless areas were covered with subalpine meadows and grasslands; the tarns and moist places harboured some peat- and aquatic plants, e. g. *Menyanthes trifoliata*, *Alisma plantago*, *Batrachium* sp., *Potamogeton*, *Sparganium*, etc.

6. The Preboreal period (fig. 2 — samples 99—93;
fig. 3 — samples 101—95; fig. 4 — samples 105—93)

In the first two diagrams, the upper border of this period is marked by a rapid rise of the curves of *Corylus*, *Picea*, and *Ulmus*, and the empiric limit of *Alnus*. In the diagram from Molkówka (fig. 4) the border is drawn at the place where the percentage of spruce rises.

The curve of the pollen of *Betula* represents three or, perhaps, four species: *Betula nana*, *B. verrucosa*, *B. pubescens*, and *B. carpatica*. In the layer of peat dating from that period, fruit scales, leaves, and nuts of *Betula nana* as well as pieces of wood were found at Grel, which proves that the peat-bog was overgrown with *Betula nana* and birches in the form of trees.

The curve of *Pinus* representing three species, *Pinus silvestris* (pieces of wood and needles), *P. mughus* (cones), and *P. cembra* (a few pollen grains) attains its maximum values in the Preboreal period.

The pollen of *Cyperaceae* forms the major part of NAP but it disappears at the beginning of the subsequent phase, in connection with the change of a transition- into a raised peat-bog. The *Gramineae* form another important element of NAP; some of them occurred no doubt in the peat-bog, others grew in the pine-birch forests. In the subsequent period characterized by dense forests *Gramineae* disappeared almost totally.

In the whole Basin and the surrounding mountain chains there predominated pine-birch forests with an admixture of *Picea* (needles), which appeared earlier in the western part of the Basin, and *Ulmus* prevailing in its eastern part.

By its spectra, the preboreal section of the diagram from Molkówka situated 350 m above the bottom of the Basin resembles the Younger Dryas period in the Basin itself. The wind-borne pollen from the lower elevations is represented by the curves of the pollen of thermophilous trees. Above sample 100, numerous stomata of *Pinus* were found, and in sample 92 a piece of wood was identified as *Pinus cembra*, the pollen grains of which have been recorded from sample 102 onwards. A male inflorescence dropped into the deposit is responsible for the sudden and unrepeatable rise of the *Betula* curve in sample 94.

At the beginning of the Preboreal period the westernmost parts of the West Tatras harboured plant communities now growing in the Alpine zone, i. e. *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Helianthemum*, *Saxifraga*, *Gentiana*, *Artemisia*, and most probably also *Ephedra distachya* and *Hippophaë rhamnoides*. Later on, the composition of this vegetation underwent a change, caused by the invasion of the first trees (*Pinus cembra*, *Larix*, *Pinus silvestris*, and *Betula*, most probably *carpatica*).

7. The Boreal period (fig. 2 — samples 92—86; fig. 3 — samples 94—87; fig. 4 — samples 92—78).

In the diagrams from the Basin the rise of the *Alnus* curve and the crossing of the *Pinus* curve with that of the components of deciduous forests form the border line dividing the Boreal from the Atlantic period. At Molkówka, this border line is connected with the abrupt fall of the curve of *Pinus*, and the rapid rise in the percentage of *Corylus*.

In the profile from Grel the curve of *Betula* shows the highest values in the whole Holocene at the beginning of the Boreal period; at that time the birch grew in the peat-bog, and its remains, i. e. pieces of bark and trunks, have been preserved in a layer of peat. The share of *Pinus* decreases rapidly; it was then represented by two species only, *Pinus silvestris* and *P. mughus*, which have survived in the peat-bogs of the Basin up to the present day. In the diagrams, the place of the curve of *Pinus* is taken over by that of *Picea*. At the same time, the values for *Corylus* have increased rapidly; its Boreal maximum coincides with the decline

of this period and takes an intermediate place between the last maximum of *Pinus* and the first culmination of mixed deciduous forests. The curve of *Alnus* (no doubt *Alnus incana*) shows high values from the very beginning of this period. However, its percentage attains the maximum after the culmination of *Corylus*.

In the diagram from Molkówka (fig. 4), the spectra of the Boreal period correspond to those of the Preboreal period in the area of the Basin. Below sample 84, numerous pollen grains of *Pinus cembra* have been found; pieces of wood of *Pinus t. silvestris* were extracted from level 87, and those of *Picea* or *Larix* from sample 89.

The diagrams from the Basin and Molkówka, the latter being situated at a higher elevation, enable us to reconstruct the zones of vegetation which were formed in that period. The extreme parts of the West Tatras were mastered by spruce forests up to ca. 1000 m a. s. l., and higher up there extended the zone of larch-pine forests with *Pinus cembra* and *Betula cf. carpatica*. Lower down, on sunexposed slopes surrounding the Basin there grew forests with *Ulmus* and *Tilia* as well as *Corylus*. Along the banks of rivers and brooks there extended the belts of *Alnus incana*; *Pinus* and *Betula* overgrowing the poor soils of the bed of the Basin still played an important part. *Picea* also occurred on the Pleistocene gravel terraces.

8. The Atlantic Period (fig. 2 — samples 85—49; fig. 3 — samples 86—55; fig. 4 — samples 77—61)

In the diagrams from Nowy Targ Basin the curves of *Picea*, *Corylus*, and *Ulmus* decline at border of the Subboreal period, while those of *Betula* and *Pinus* rise. At the border of these two periods there appear the first pollen grains of *Plantago lanceolata*. In the diagram from Molkówka this border is connected with the second culmination of *Ulmus* and *Corylus* and the fall of the curve of *Alnus*.

Picea excelsa continues to be the predominant tree species in the Atlantic period. The culminating points of the curves of the particular components of the mixed deciduous forests are arranged as follows: *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Acer*. The occurrence of *Quercus* is still disputable. Basing upon the amount of pollen of this genus it seems probable that it occurred on the south-facing slopes of the western part of the Basin. The continuous curves of *Abies* and *Fagus* indicate that these trees reached the Basin at the beginning of this period.

The diagram from Molkówka differs from those of the Basin by the course of the *Corylus* curve and the components of the mixed deciduous forests. *Corylus*, which occupied the most extensive areas in the Basin during the Boreal period, attained its optimum in the West Tatras as late as in the Atlantic period. Among the trees growing in the mixed deciduous

ous forests it was only *Ulmus* and *Tilia* which occurred in concentrations, the former to a larger and the latter to a lesser extent.

At Molkówka, much like in the Nowy Targ Basin, the spruce played the main part. Above the spruce belt there extended the old pine-larch forest belt with *Pinus cembra* and *Betula*. Below the spruce belt there was formed a belt of *Ulmus* with *Tilia* and *Corylus*. In humid habitats *Alnus* and *Fraxinus* prevailed.

9. The Subboreal period (fig. 2 — samples 48—36; fig. 3 — samples 54—50; fig. 4 — samples 60—55)

In the diagrams from the Nowy Targ Basin, the border between this and the Subatlantic period is marked by an increase in the share of *Abies* and *Fagus*, and a fall in that of *Corylus*. At Molkówka it is delimited by the appearance of the components of a synanthropic flora, the fall of the curve of *Ulmus*, and the transformation of the forest peat into a raised bog. In this transition period there prevailed forests similar to those of the preceding period both in the Basin and in the Tatras, perhaps with the exception of mixed deciduous woodlands, the importance of which decreased gradually.

10. The Subatlantic Period

This period has been divided into three subperiods on the basis of the changes in the primeval plant cover brought about by man's husbandry. The discussion of these subperiods is submitted in Chapter VI.

In the Subatlantic there took place the greatest development of raised bogs. Their quick growth, slight decomposition, and the weak compression of the peat are responsible of the sections of the diagrams relating to this period becoming much longer in comparison with the preceding periods. The characteristic features are as follows: 1. *Abies* and *Fagus* rise rapidly, 2. *Picea* loses its predominating role, 3. mixed deciduous forests disappear altogether (except for *Corylus* which, in consequence of human economy, oscillates in the diagrams with small peaks).

The spreading of *Abies* and *Fagus* affected the composition of forests in a decisive way. In the areas formerly overgrown with deciduous forests there developed fir-beech woodlands with a *Picea* zone above them. Alder continued to grow in belts along river banks. At Molkówka, the beginning of the Subatlantic period introduced a change only in the structure of peat-bogs. *Abies* and *Fagus*, and next *Taxus*, appeared among the forest species from sample 39 onwards. It should be emphasized that in these parts of the Tatra Mts. *Fagus* never was of such importance as *Abies*. The former tree species had been exterminated by man before it has attained the maximum of its range, because it was used for smelting

purposes, and foundries were numerous in that part of the Tatras in the Middle Ages. The contemporary composition of the forest zones was finally accomplished about the middle of the Subatlantic period.

IV. THE LATE-GLACIAL AND HOLOCENE CHANGES IN THE CLIMATE AND THE OSCILLATION OF THE UPPER FOREST LIMIT IN THE NOWY TARG BASIN AND IN THE TATRAS

In the Oldest Dryas there prevailed in the Basin a climate distinguished by low temperatures and scanty precipitation enabling the development of the alpine communities under investigation. In the Bölling Interstadial the summer temperatures rose to ca. $+10^{\circ}\text{C}$. (Iversen 1954), and the precipitation became more abundant, owing to which the first trees were able to become established. The timber line ranged at that time from 550 to 650 m. s. l. In the Older Dryas the climate became again severe. However, it was milder than in the Oldest Dryas. Scattered specimens of *Pinus cembra*, *Larix*, and *Betula t. alba* probably grew in sheltered places. In the climatic optimum of the Alleröd the mean temperatures of July reached probably $+14^{\circ}\text{C}$., and the amount of precipitation was sufficient for the peat-bogs to originate. According to Szafer's (1952) calculations, the timber line attained 1050 m, or perhaps even more, at that time. In the Younger Dryas cold climate returned, but it was neither so cold nor so dry as to prevent the formation of peat. The Basin became overgrown with thin forests. The mean temperatures for July attained some $+11,5$ to $+13,5^{\circ}\text{C}$. The annual mean oscillated about $+2^{\circ}\text{C}$. Such a temperature was accepted for the contemporary zone of the upper forest limit in the Tatras (Kotula 1889—1890). Data concerning the winter temperatures may be reconstructed according to the requirements of *Pleurospermum austriacum*, the range of which in the west limited to the areas distinguished by January temperatures ranging from -35 to -2°C . (Iversen 1954). The timber line in the Basin ran at an altitude of 600—800 m a. s. l.

At the beginning of the Preboreal period the climate was fairly humid (the spreading of *Betula*) and later on it became more continental (the spreading of *Pinus*). The mean temperature of July attained $+14^{\circ}\text{C}$. This is the temperature required by *Typha latifolia*, which in Scandinavia never exceeds the July isotherm $+14^{\circ}\text{C}$. (Iversen 1954). Moreover, these temperatures must have initially attained $+16^{\circ}\text{C}$. for at least 26 days in a year, because such a temperature is required for *Betula* to spread spontaneously (Kanerwa 1956). At the time when *Pinus* extended its range the temperature must have been $+17^{\circ}\text{C}$. for at least 26 days in a year, as this is the temperature necessary for *Pinus* (Kanerwa l. c.). At the beginning of this period the timber line rose to

950—1000 m a. s. l. (Molkówka), and at the end of this period it moved still further upwards.

In the Boreal period the mean temperature of July amounted to $+16^{\circ}\text{C}$. This is the period, in which *Ulmus* attained the maximum of its range. At present, this species does not exceed the isotherm $+16^{\circ}\text{C}$., i. e. the July isotherm (K a n e r w a l. c.). The precipitation was not very heavy which is proved by the abundant occurrence of *Pinus*, *Corylus*, and the xerothermic communities.

In the initial part of the Atlantic period the climate was warm and fairly arid favouring the growth of broadleaved forests and *Corylus*, in the latter part the climate became humid, as is indicated by the appearance of *Hedera helix*, a more abundant occurrence of *Fraxinus*, and the immigration of *Abies* and *Fagus*. The mean temperatures of July were higher than at present by ca. $0,5^{\circ}\text{C}$., those of January by $0,8—1,5^{\circ}\text{C}$. The calculation of these temperatures is based upon the localities of the flowering *Hedera helix* now existing in the Pieniny Mts., in which the mean temperature for January amounts to $-3,3^{\circ}\text{C}$., and for July $+16,4^{\circ}\text{C}$. According to D y a k o w s k a (1932), the timber line in the Tatra Mts. ran in that period higher than at present.

In the Subboreal period the climate continued to be warm (the occurrence of *Hedera helix*). Neither did it undergo any pronounced changes into a drier one, as is indicated by the uninterrupted growth of the peat-bogs and the widening range of *Abies*, *Fagus*, and *Carpinus*.

The deterioration of the climate in the Subatlantic period was manifested by the alterations in the composition of forests, the quick growth of bogs, and the transformation of a forest- into a raised bog at Molkówka.

V. NOTES ON THE HISTORY OF SOME SPECIES OF TREES, SHRUBS, AND HERBACEOUS PLANTS

The Polish text includes the history of the tree and shrub species as follows: *Pinus cembra*, *P. silvestris*, *Larix*, *Betula*, *Picea excelsa*, *Alnus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus excelsior*, *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Taxus baccata*, *Pinus mughus*, *Ephedra distachya*, *Hippophaë rhamnoides*, *Betula nana*, and *Corylus avellana*. This history, outlined in brief for the area of the Nowy Targ Basin and the Tatras, is shown in tables 4 and 5.

VI. TRACES OF MAN'S PRESENCE AND ECONOMY REFLECTED IN THE POLLEN DIAGRAMS

The first traces of man have been detected in the pollen diagrams from the Nowy Targ Basin at the beginning of the Subboreal period (the fall of the curve of mixed broadleaved forests, the fall of the curve of *Picea*, and

the rise of that of *Pinus* and *Corylus*, the appearance of the pollen grains of *Plantago lanceolata*). These changes which here are linked up with the prehistorical colonization have not been corroborated by any findings of the archaeological research hitherto carried out. The first historical records concerning human settlements in the Basin date back to the XIIIth century. But the colonization proper started in the XIVth and attained its maximum in the XVIth century. The traces of the settlements from the XIVth century have been reflected in spectrum 21 in the diagram from Grel (fig. 2), and in spectrum 25 in the diagram from Puścizna Rękowiańska (fig. 3). They are manifested in the change of the AP:NAP relationship, the rise of the curves of *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, and *Rumex*, the appearance of the pollen grains of *Cerealia* and *Centaurea cyanus*. The territories along streams and brooks overgrown with *Picea* and *Alnus* suffered by clearcutting. The colonization in the XVIth century devastated the beech-fir forests, as is shown in the corresponding spectra 9 from Grel and 12 from Puścizna. Simultaneously, the share of *Corylus* and *Alnus* increased, and these tree occupied the cleared territories in the natural succession. The peat-bog at Puścizna was, in all probability, burnt down at that time (the fall of the curves of *Betula* and *Pinus*), and its surface became overgrown with the plants of the *Ericaceae* family. The last act of the destruction of forests begun in the XIXth century has been recorded in the spectra 5 from Grel and 4 from Puścizna. It is manifested in the rapid rise of the NAP curve and the quickly decreasing frequency of AP.

At Molkówka, the first traces of man's husbandry are found in spectrum 14, although it is in spectrum 29 that the shrinking of the area of forests may be observed (the rise of the curves of *Betula* and *Alnus*, and a little later of that of *Corylus*, the fall of the *Picea* curve). However, the felling took place not at Molkówka itself but at some distance from it (a slight rise of the NAP curve). Molkówka proper was cleared in the XVIIIth century, which has found its expression in spectrum 14. At that time, *Picea* and *Alnus* were felled, and their habitats were taken over by grasslands. The most recent spectra reflect the general devastation of the stands in the lower forest zone. Spectrum 3 furnishes evidence of the introduction of artificial, single-specified plantations of *Picea* in the forests of the Tatras.

In the remaining two diagrams, i. e. those of Szczawnica (fig. 5) and Kiczora (fig. 6) there can also be distinguished three subperiods based upon the changes in the plant cover caused by man's husbandry. In the diagram from Szczawnica the history of forests begins with the fir-beech forests with *Picea* growing in the close vicinity. Mixed deciduous forests did not exist any longer at that time, and man's presence in these territories is indicated by the pollen grains of synanthropic plants. The first deforestation, reflected in spectra 21 and 20, was expressed in the decrease

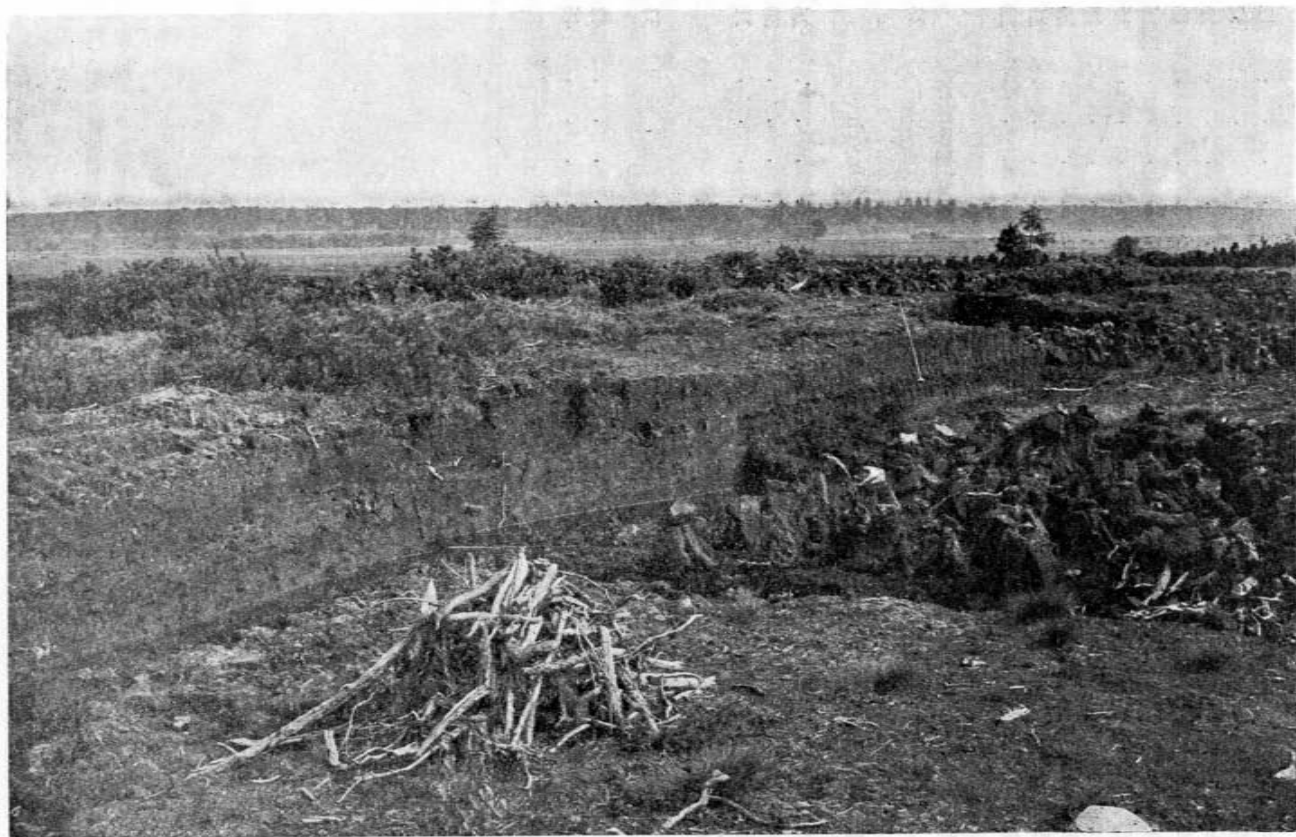
of *Abies* and a quick vanishing of *Fagus*, which was commonly used at that time in the smelting industry. This felling was simultaneous with the establishment of a foundry (1738) at a distance of 500 m from the place at which samples for pollen analysis were collected. The area, deprived of fir-beech forests, was soon settled by *Betula* and next by *Alnus*. Another felling of a more recent date can be traced in spectrum 10, which shows the change in the AP:NAP relationship, a sudden fall of *Picea* and *Alnus*, and an abundant occurrence of the pollen flora of synanthropic plants and of cereals. The latter deforestation is doubtlessly connected with the establishment of a watering place at Szczawnica (1836).

At the time from which the diagram from Kiczora begins, the summit of that mountain was covered with wet meadows and surrounded by spruce forests. Later on (samples 15—11), the spruce forests became more extensive, and they covered the whole Kiczora Mt. (in the peat layers there were found the roots and branches of *Picea*). The lower belt of these forests included *Abies* and *Fagus*, lower down parts of broadleaved stands survived, with *Corylus* and *Lonicera*. In sample 12 there is marked a sudden break in the curve of *Picea*, the rise of that of *Corylus*, and later on of that of *Alnus*. If we add to that the two maxima of the *Betula* curve lying below these spectra, and the appearance of the pollen of *Plantago lanceolata* we see that this section of the diagram reflects the clearing which was carried out below the peak of Kiczora. The more recent section of the diagram shows the proceeding devastation of forests, and spectrum 4, which probably corresponds to the XVIIIth or the beginning of the XIXth century, reflects the clearing of the peak of Kiczora.

SPIS TREŚCI

Wstęp	3
I. Charakterystyka Kotliny Nowotarskiej	5
1. Położenie geograficzne i budowa geologiczna	5
2. Klimat i szata roślinna	5
II. Opis zbadanych torfowisk	8
1. Torfowisko Grel (ryc. 2)	9
2. Torfowisko Puścizna Rękowiańska (ryc. 3)	10
3. Torfowisko na polanie Molkówka (ryc. 4)	10
4. Torfowisko w Staszowej koło Szczawnicy Wyżnej (ryc. 5)	10
5. Torfowisko z Kiczory w Gorcach (ryc. 6)	11

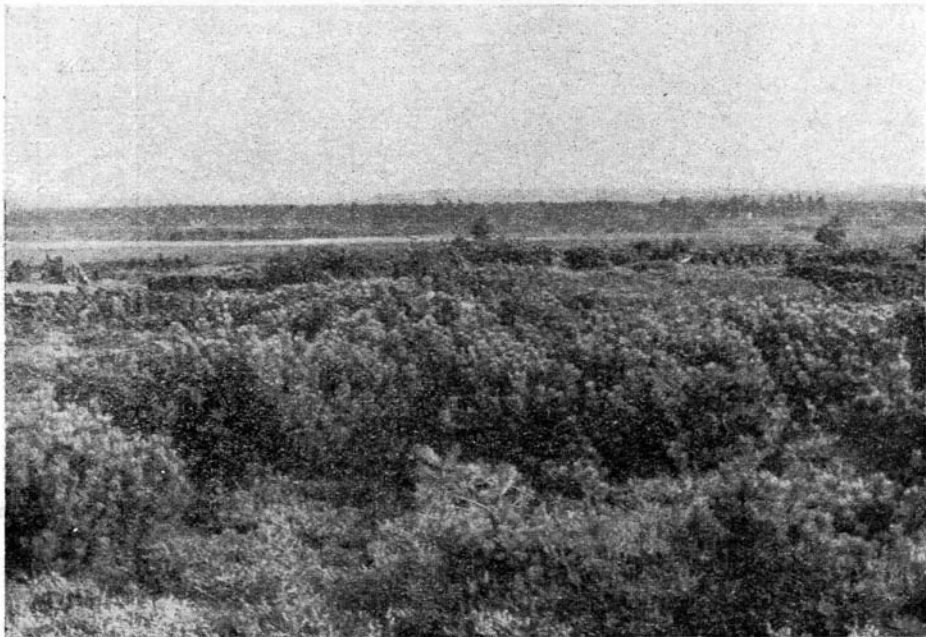
III. Etapy rozwoju roślinności w późnym glacie i holocenie	11
1. Okres najstarszego dryasu (ryc. 2)	12
2. Okres interstadiału Bölling (ryc. 2)	12
3. Okres starszego dryasu (ryc. 2)	13
4. Okres interstadiału Alerød (ryc. 2, 3)	13
5. Okres stadialny młodszego dryasu (ryc. 2, 3)	14
6. Holocenijski okres preborealny (ryc. 2, 3, 4)	15
7. Okres borealny (ryc. 2, 3, 4)	18
8. Okres atlantycki (ryc. 2, 3, 4)	20
9. Okres subborealny (ryc. 2, 3, 4)	21
10. Okres subatlantycki (ryc. 2, 3, 4)	22
IV. Późnoglacialne i holocenijskie zmiany klimatu i wahania górnej granicy lasu na Podhalu i w Tatrach	23
V. Uwagi do historii niektórych drzew, krzewów i roślin zielnych	
1. Drzewa	26
2. Krzewy	30
3. Rośliny zielne	31
VI. Ślady obecności człowieka i jego gospodarki w diagramach pyłkowych	33
Literatura	42
Summary	46



Fot. 1. Torfowisko Grel koło Nowego Targu.

Phot. 1. Peat-bog Grel near Nowy Targ.

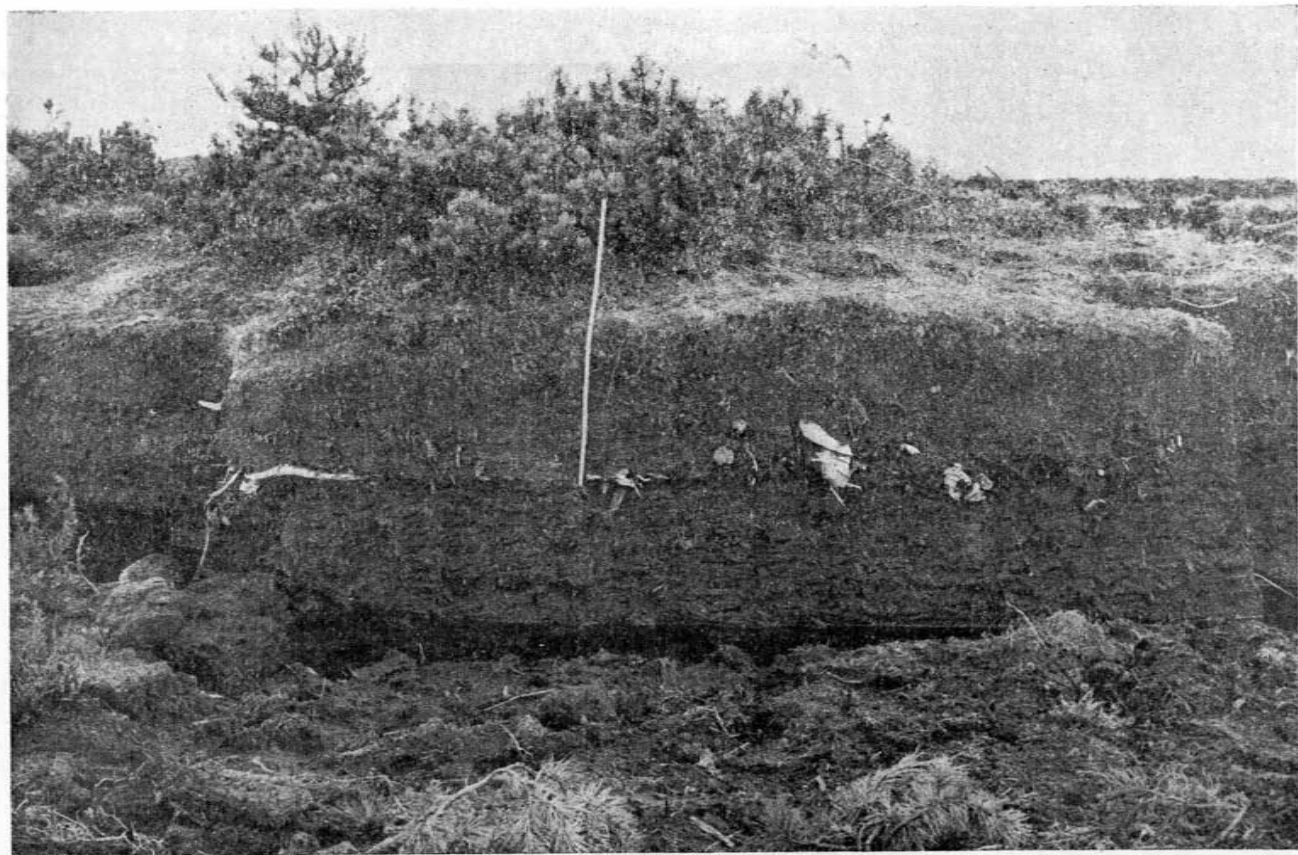
Fot. St. Łuczko



Fot. St. Łuczko

Fot. 2. Torfowisko Grel koło Nowego Targu. Widok na nie wyeksploatowaną resztę torfowiska.

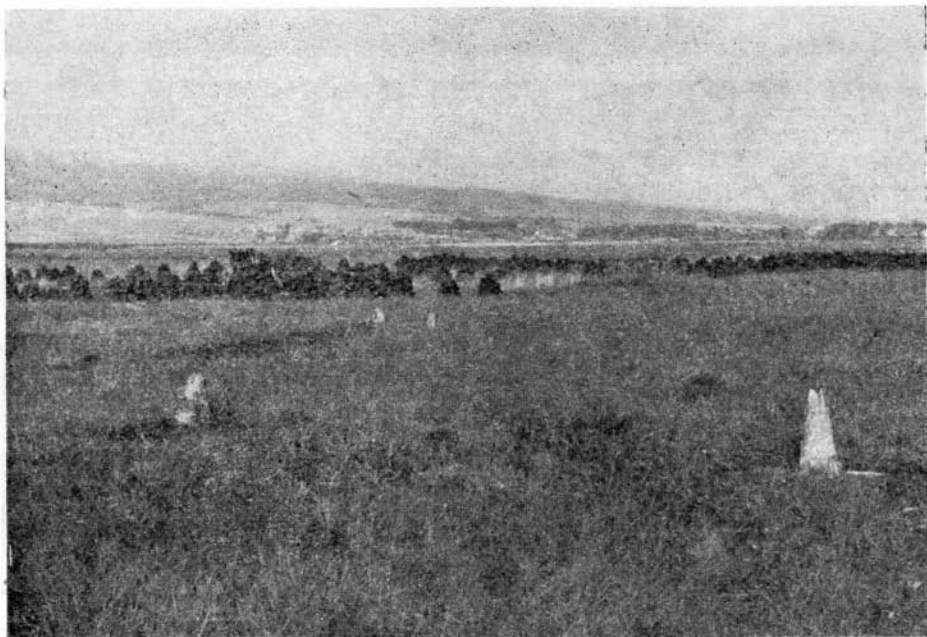
Phot. 2. Peat-bog Grel showing its surface with primary vegetation.



Fot. St. Łuczko

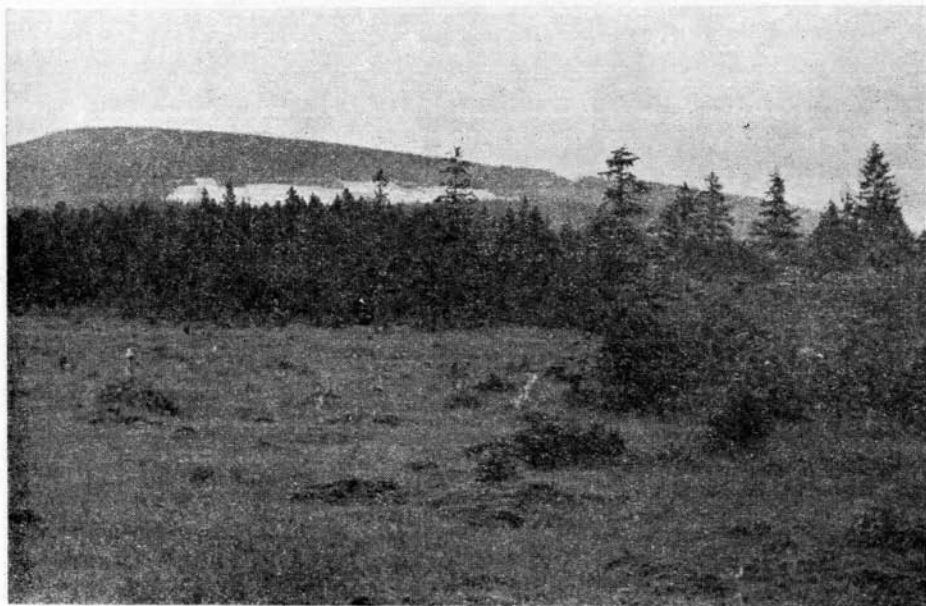
Fot. 3. Torfowisko Grel koło Nowego Targu. Widok ściany wyrobiska z poziomem granicznym.

Phot. 3. Peat-bog Grel showing the „Grenzhorizont”.



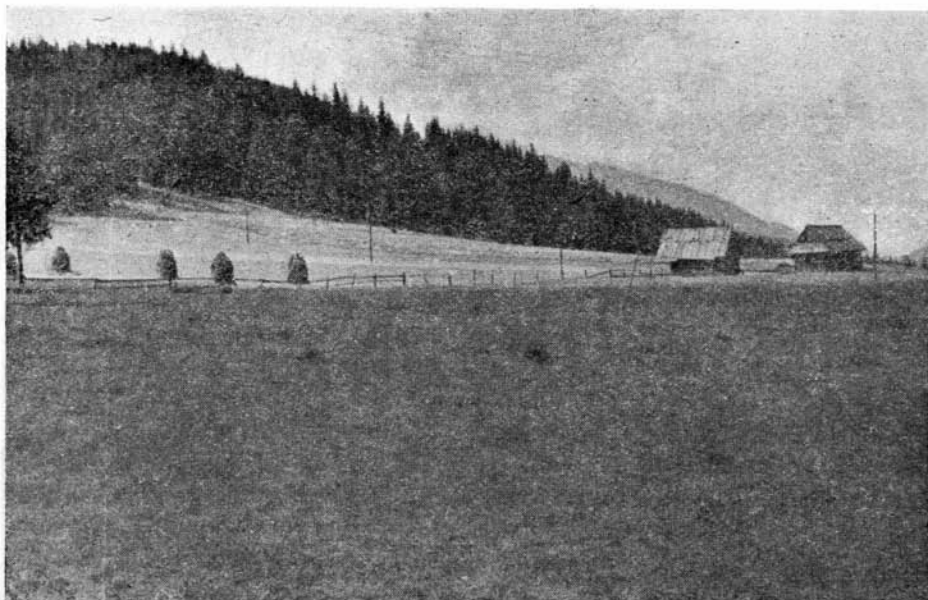
Fot. St. Łuczko

Fot. 4. Torfowisko Grel koło Nowego Targu. Pnie sosen pozostałe po wybraniu torfu.
 Phot. 4. Peat-bog Grel with numerous trunks of *Pinus*.



Fot. W. Koperowa

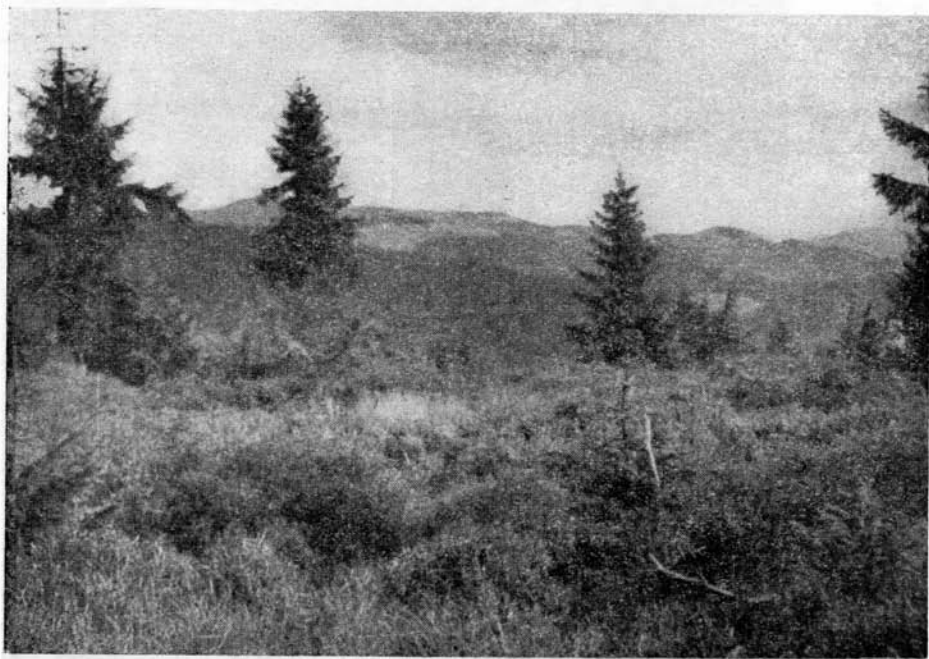
Fot. 5. Molkówka (Tatry Zachodnie). Fragment torfowiska.
 Phot. 5. Peat-bog Molkówka (West Tatra Mts.).



Fot. W. Koperowa

Fot. 6. Molkówka (Tatry Zachodnie). Fragment polany stykającej się z torfowiskiem.

Phot. 6. Meadow Molkówka bordering on the peat-bog Molkówka.

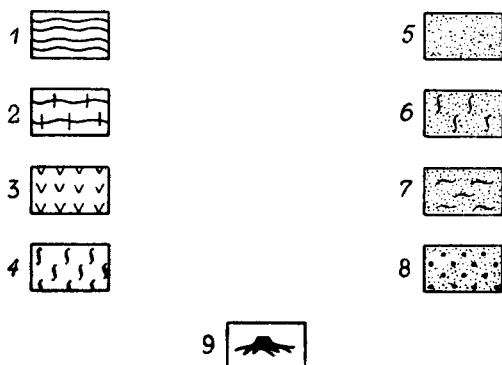


Fot. A. Medwecka-Kornasiowa

Fot. 7. Kiczora (Gorce). Fragment torfowiska.

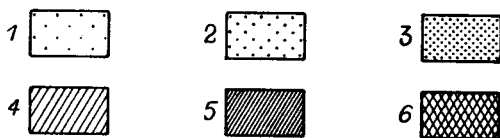
Phot. 7. Peat-bog Kiczora in the Gorce Mts.

Sygnatury osadów Signature system of sediments



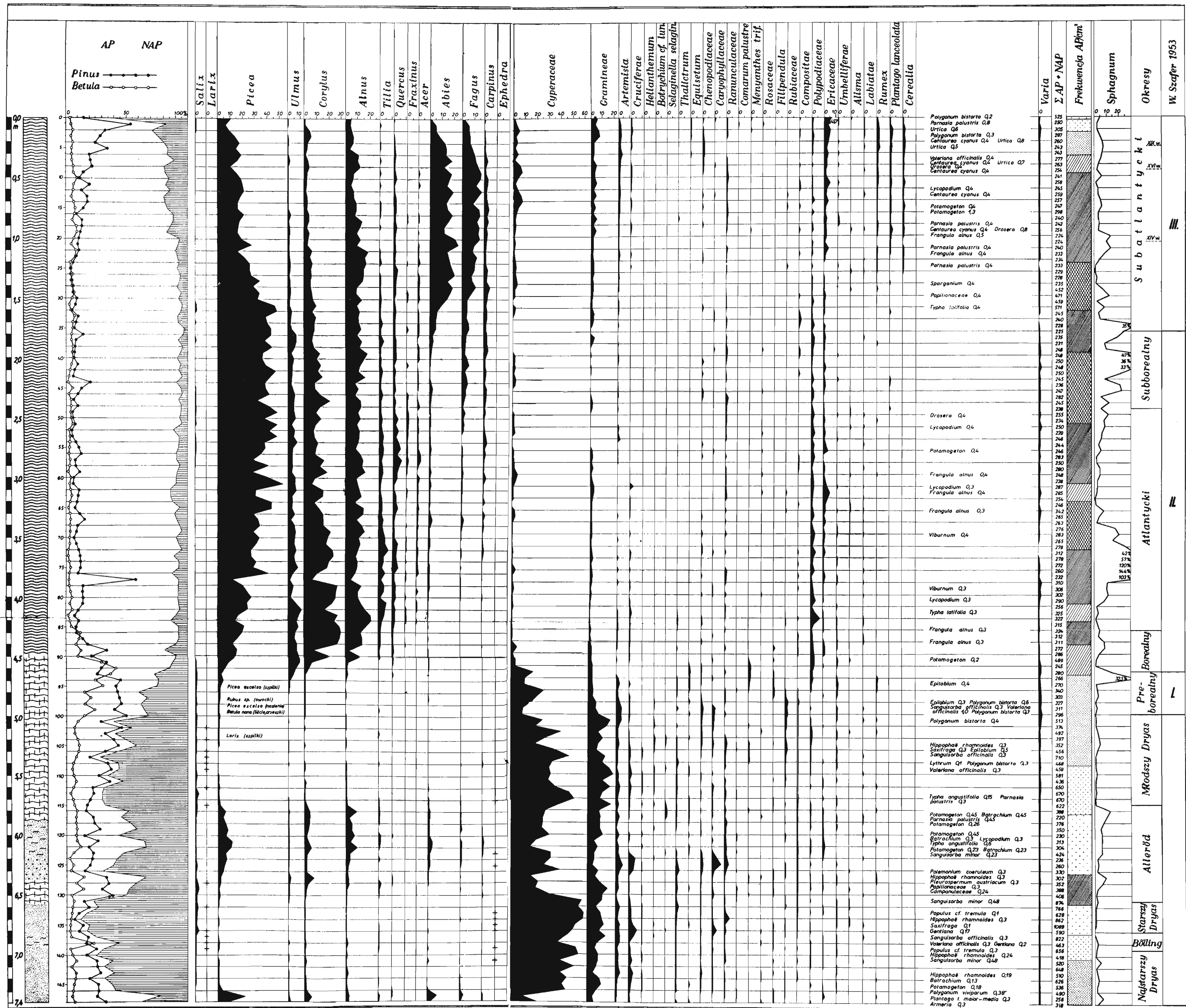
1 — Torf wysoki — *Sphagnum* peat; 2 — Torf przejściowy — Transitory peat;
3 — Torf leśny — Wood peat; 4 — Torf niski — Moss peat; 5 — Ił — Loam; 6 — Torf niski z iłem — Moss peat with loam; 7 — Ił z detritusem roślinnym — Loam with plant detritus; 8 — Ił z piaskiem — Loam with sand; 9 — Pnie świerka — *Picea* trunks.

Frekwencja sporomorf/cm² The frequency of sporomorphs/cm²

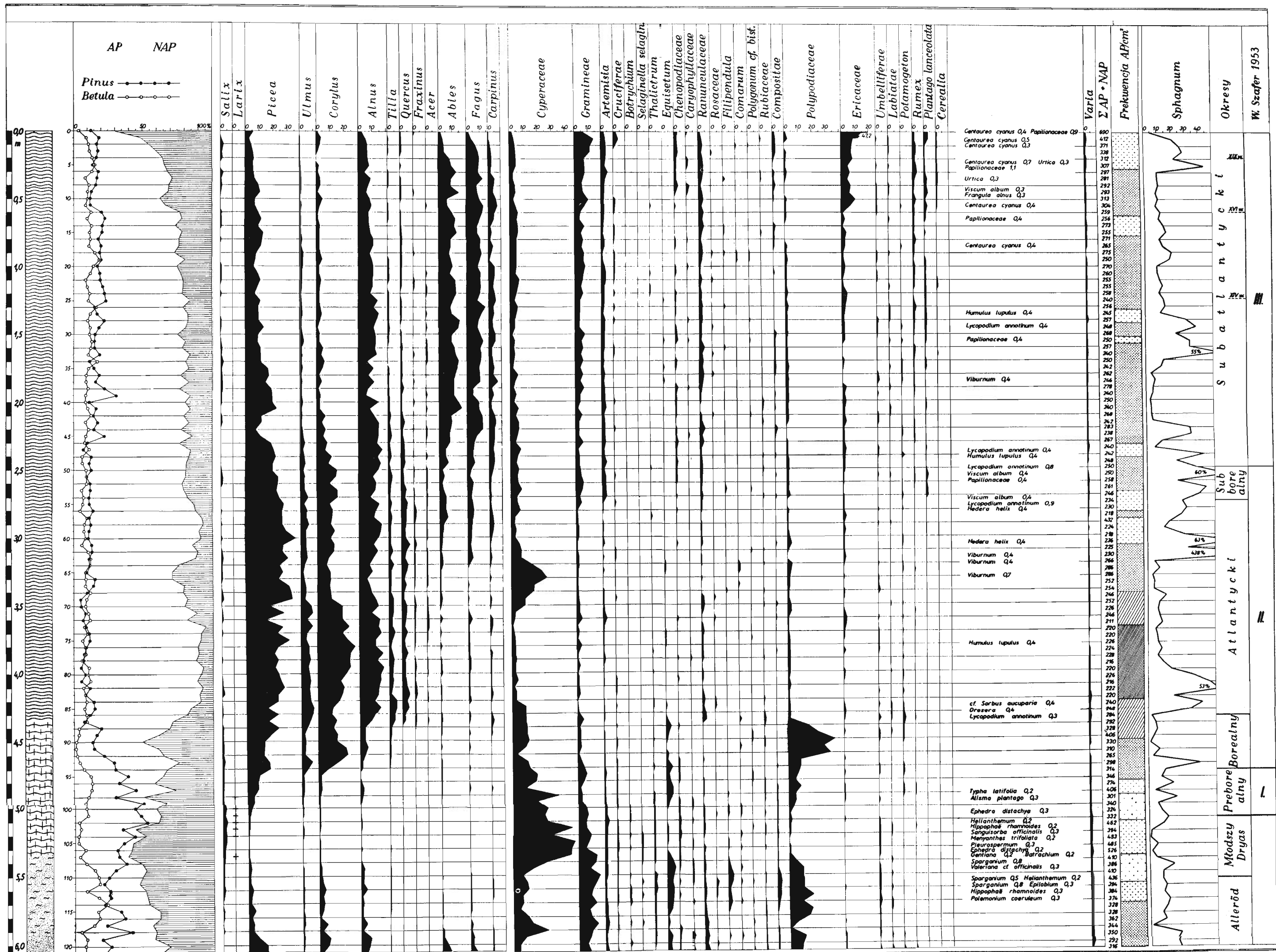


1. 0 — 50
2. 51 — 100
3. 101 — 200

4. 201 — 500
5. 501 — 1000
6. ponad 1000
more than 1000



Ryc. 2. Diagram pyłkowy. Na Grelu.
Fig. 2. Pollen diagram. Na Grelu.



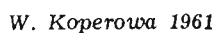


Fig. 4. Pollen diagram. Molkówka.

