

JANINA OSZAST i L. STUCHLIK

ROŚLINNOŚĆ PODHAŁA W NEOGENIE

The Neogene vegetation of the Podhale (West Carpathians, Poland)

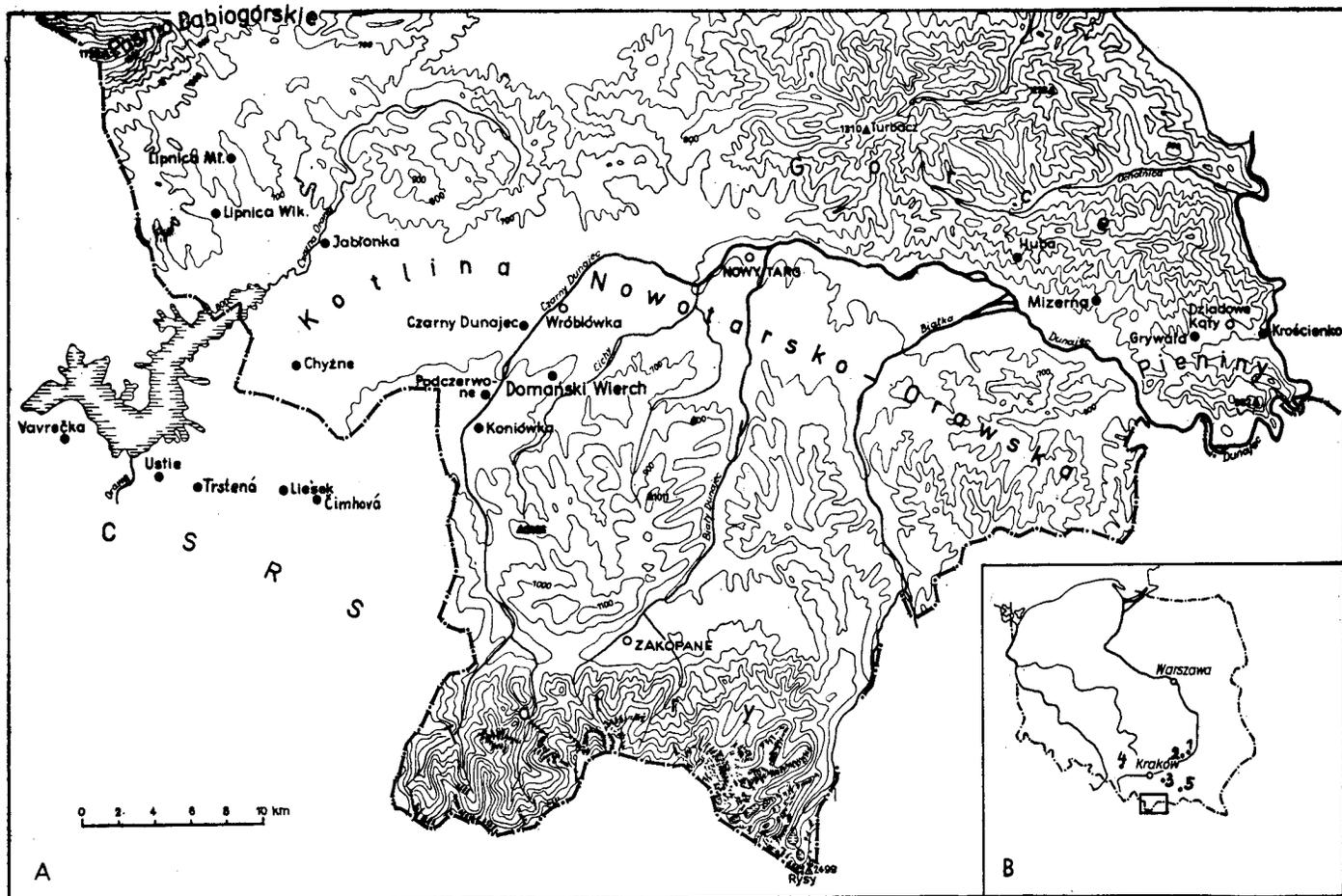
STRESZCZENIE. Dwa głębokie profile osadów neogeńskich wyścielających Kotlinę Nowotarsko-Orawską zostały zbadane metodą palinologiczną. Uzyskane wyniki doprowadziły do wyróżnienia kilku faz klimatyczno-florystycznych i prześledzenia na ich podstawie granicy między mioceniem a pliocenem. Przeprowadzono korelację wyników badań palinologicznych nad profilami neogenu z polskiej części Karpat Zachodnich z międzynarodowym podziałem stratygraficznym neogenu Paratetydy Centralnej.

SPIS TREŚCI

Wstęp	45
Opis profili geologicznych	47
Czarny Dunajec	48
Koniówka	50
Profil OH-1 ze słowackiej części Orawy	51
Materiał roślinny i uwagi metodyczne	54
Opis diagramów pyłkowych	56
Czarny Dunajec	56
Koniówka	57
Profil OH-1 ze słowackiej części Orawy	58
Charakterystyka roślinności	58
Dyskusja nad wiekiem zbadanych osadów	65
Charakterystyka pięter neogenu w polskich Karpatach Zachodnich	71
Literatura	73
Summary	76

WSTĘP

Badania paleobotaniczne osadów neogeńskich w Kotlinie Nowotarsko-Orawskiej datują się od ubiegłego stulecia, kiedy to Foetterle (1851, v. Paclt 1965) a później Raciborski (1892, 1893) przekazali w swych doniesieniach



Ryc. 1. A. Położenie stanowisk z florą neogeńską w Kotlinie Nowotarsko-Orawskiej. B. Stanowiska miocenijskich flor z Polski południowej, zbadane metodą analizy pyłkowej. 1—Piaseczno, 2 — Świniary, 3 — Kłaj (Zatoka Gdowska), 4 — Stare Gliwice, 5 — Nowy Sącz

Text-fig. 1. A. Situation of the localities of Neogene floras in the Nowy Targ-Orawa Basin. B. Localities with Miocene floras from South Poland examined by palynological method. 1 — Piaseczno, 2 — Świniary, 3 — Kłaj (Gdów-Bay), 4 — Stare Gliwice, 5 — Nowy Sącz

informacje o występowaniu szczątków roślinnych w osadach neogeńskich zarówno w polskiej, jak i słowackiej części Kotliny. Od tego czasu ukazało się wiele publikacji przedstawiających wyniki badań zarówno paleobotanicznych (Szafer 1938, 1946, 1947, 1950, 1952, 1954; Szafer & Oszast 1964; Łańcucka-Środniowa 1963, 1965; Oszast 1970, 1973; Zastawniak 1972; Tran Dinh Nghia 1974), jak i geologicznych (Halicki 1930; Birkenmajer 1952, 1954, 1958, 1963; Urbaniak 1960; Niedzielski 1971; Watycha 1976). Ostatnio Woźny (1976) rozważał zagadnienie stratygrafii młodszego trzeciorzędu Kotliny Nowotarsko-Orawskiej na podstawie faunistycznej (makrofauna słodkowodna i lądowa).

Także i w słowackiej części Kotliny podjęto szereg badań paleobotanicznych i geologicznych nad osadami neogeńskimi (Němejc 1943, 1958, 1967; Pacltová 1960; Paclt 1965; Planderová 1967, 1970 1972; Knobloch 1968; Snopková 1961; Planderová & Gabrielová 1975).

Przedstawione obecnie wyniki badań nad dwoma głębokimi profilami z doliny Czarnego Dunajca są uzupełnieniem prac w ramach zagadnienia zmierzającego do rekonstrukcji klimatu i roślinności neogenu Podhala. W oparciu o nowe dane i porównanie z opracowanymi już florami z tego rejonu skonstruowano dla flor polskiej części Karpat Zachodnich tabelę korelacyjną z nowym, międzynarodowym podziałem stratygraficznym Paratetydy Centralnej. Ryc. 1 przedstawia rozmieszczenie omawianych stanowisk.

OPIS PROFILI GEOLOGICZNYCH

W opisie profili z Czarnego Dunajca i Koniówki oparto się na zapiskach i materiałach uzyskanych od doc. dra L. Watychy (zmarł 1.3.1976), który prowadził badania geologiczne na interesującym nas terenie, kierował wierceniami i jest autorem dokumentacji geologicznej obu profili.

W toku prac ziemnych i budowlanych, prowadzonych w związku z regulacją Czarnego Dunajca, odsłaniały się osady neogeńskie w dnie rzeki (między Podczerwonem a Chochołowem na odcinku około 3,5 km). W ilach pylastych, niebieskozielonych lub ciemnych obserwowano szereg przewarstwień zawierających liście, ułamki gałęzi i zwęglone pnie. Warstwy te mają miąższość od kilku milimetrów do jednego metra. Między poszczególnymi poziomami mniej lub bardziej bogatymi w szczątki roślinne występują przewarstwienia różnej grubości, gdzie detrytus roślinny występuje w pelicie.

W latach 1968—69 założono wiercenia badawczo-poszukiwawcze (Zespół Geologii Podhala i Tatr Instytutu Geologicznego w Warszawie), które w Czarnym Dunajcu sięgnęły głębokości 994 m a w Koniówce 475 m. Oba profile wiercone były systemem mechaniczno-obrotowym z pełnym rdzeniowaniem. Z inicjatywy prof. A. Środniowa materiały do badań paleobotanicznych zostały przekazane do Instytutu Botaniki PAN w Krakowie, za co Dyrekcji

Instytutu Geologicznego w Warszawie składamy serdeczne podziękowanie. Dziękujemy również prof. K. Birkenmajerowi za przeczytanie części geologicznej rękopisu i cenne uwagi.

Czarny Dunajec

Otwór wiertniczy Czarny Dunajec został zlokalizowany na prawym brzegu rzeki, w sąsiedztwie mostu prowadzącego do miejscowości Ciche, blisko punktu wysokościowego 682 m n.p.m. Profil litologiczny wiercenia, opisany przez L. Watychę, przedstawia się następująco:

- 0,00— 0,20 m gleba piaszczysto-gliniasta
- 0,20— 28,30 m otoczaki i żwir piaszkowca fliszowego i granitu tatrzańskiego
- 28,30— 57,00 m ił pylasty, szary
- 57,00— 57,90 m mułek z lignitami
- 57,90—154,20 m ił pylasty, jasnoszary z wkładkami mułku i piasku z detrytusem roślinnym
- 154,20—155,20 m piasek szary, drobnoziarnisty z okruchami lignitów
- 155,20—189,70 m ił pylasty z przewarstwieniami mułku i piasku z detrytusem roślinnym
- 189,70—191,20 m węgiel brunatny
- 191,20—245,40 m ił pylasty, szary z wkładkami mułku z detrytusem roślinnym
- 245,40—255,00 m ił ciemnobrunatny z jaśniejszymi smugami pylastymi
- 255,00—256,40 m mułek piaszczysty z detrytusem roślinnym
- 256,40—312,00 m ił pylasty, szarozielony z wkładkami lignitów
- 312,00—315,80 m piasek drobnoziarnisty z wkładkami mułku z detrytusem roślinnym
- 315,80—336,00 m ił pylasty szarozielony
- 336,00—338,00 m piasek drobno i średnioziarnisty z detrytusem roślinnym
- 338,00—368,60 m ił pylasty z wkładkami detrytusu roślinnego
- 368,60—376,70 m piasek drobnoziarnisty, pylasty z detrytusem roślinnym
- 376,70—386,20 m ił zwięzły i pylasty, zielony
- 386,20—388,30 m piasek drobnoziarnisty, pylasty
- 388,30—522,20 m ił pylasty, szarozielony z drobnymi wkładkami piaszczystymi i mułku z detrytusem roślinnym
- 522,20—525,00 m piasek drobno i średnioziarnisty z wkładkami pylastymi
- 525,00—543,30 m ił pylasty, szaropopielaty z wkładkami detrytusu roślinnego
- 543,30—548,00 m piasek drobno- i średnioziarnisty z wkładkami mułku z detrytusem roślinnym
- 548,00—549,10 m otoczaki i żwir piaszkowcowy
- 549,10—550,60 m piasek drobno- i średnioziarnisty
- 550,60—570,20 m ił zwięzły z przewarstwieniami iłu pylastego i piasku z detrytusem roślinnym
- 570,20—571,20 m żwir piaszkowcowy
- 571,20—577,30 m ił pylasty, niebieskoseledynowy
- 577,60—580,20 m otoczaki i żwir piaszkowcowy
- 580,20—582,40 m węgiel brunatny z wkładkami mułku piaszczystego
- 582,40—584,20 m piasek drobno- i średnioziarnisty z okruchami lignitów
- 584,20—586,80 m otoczaki i żwir z wkładkami piasku
- 586,80—589,60 m piasek szaropopielaty
- 589,60—605,40 m ił pylasty z wkładkami piaszczystymi

- 605,40—605,80 m otoczaki i żwir piaskowcowy
 605,80—607,40 m il pylasty, zapiaszczony
 607,40—610,50 m otoczaki i żwir piaskowcowy
 610,50—611,30 m il pylasty
 611,30—614,00 m otoczaki i żwir piaskowcowy
 614,00—617,80 m il pylasty
 617,80—618,70 m otoczaki i żwir piaskowcowy
 618,70—634,50 m il pylasty
 634,50—645,60 m piasek drobno- i średnioziarnisty z wkładkami pylastymi z detrytusem roślinnym
 645,60—689,60 m il pylasty z warstewkami mułku lub piasku z detrytusem roślinnym
 689,60—694,00 m piasek drobno- i średnioziarnisty
 694,00—716,00 m il pylasty z warstewkami piasku z detrytusem roślinnym
 716,00—717,00 m piasek drobnoziarnisty z domieszką piasku grubszego
 717,00—765,50 m il pylasty, zapiaszczony z detrytusem roślinnym
 765,50—768,00 m otoczaki i żwir piaskowcowy
 768,00—777,00 m il pylasty, zapiaszczony
 777,00—778,60 m otoczaki i żwir piaskowcowy
 778,60—889,90 m il pylasty, zielony z przewarstwieniami mułku i piasku z detrytusem roślinnym
 889,90—893,00 m piasek pylasto-ilasty ze żwirem
 893,00—905,50 m il pylasty, silnie zapiaszczony z wkładkami otoczek i żwiru z detrytusem roślinnym
 905,50—909,70 m zlepienie piaskowcowe o spoiwie ilasto-piaszczystym
 909,70—920,60 m il pylasty, ciemny z wkładkami żwiru i piasku
 920,60—950,00 m zlepienie piaskowcowe
 950,00—958,60 m piaskowiec drobnoziarnisty
 958,60—963,40 m łupek marglisty
 963,40—981,00 m piaskowiec drobnoziarnisty
 981,00—982,00 m łupek ciemnoszary, wapnisto-dolomitowy
 982,00—989,00 m piaskowiec drobnoziarnisty
 989,00—993,00 m łupek marglisty i mułowce
 993,00—994,00 m piaskowiec drobnoziarnisty

Poniżej 28-metrowej warstwy czwartorzędu (żwiry, otoczaki i piasek) występuje seria ilasta, sięgająca do głębokości 920,60 m, pod którą występują zlepienie (920,60—950 m), a od 950 m zalegają piaskowce, łupki margliste i mułowce fliszu magurskiego. Seria ilasta, budująca prawie cały profil czarno-dunajecki, wykazuje zróżnicowania litologiczno-petrograficzne na różnych głębokościach. Na głębokości 855 m zaznacza się strefa uskokowa wyrażona gęstą siecią spękań. Od tej głębokości poczynając nie obserwuje się już regularnego warstwowania, osad jest złożony bezładnie, tektonicznie pocięty, występują w nim zlepienie o spoiwie ilasto-piaszczystym oraz zlepienie i piaskowce ze żwirem. Jeszcze niżej występują łupki ilaste silnie zgniecione na drobne łuski i piaskowce w okruchach o charakterze brekeji tektonicznej. Łupki margliste i mułowce ostatnich poziomów spagowych są na głębokości 992—994 m silnie zmiażdżone. Na głębokości od 950 m zalega flisz serii magurskiej, na którym spoczywa profil czarno-dunajecki (ryc. 2).

Koniówka

Otwór wiertniczy Koniówka został zlokalizowany w odległości około 5 km na południowy-zachód od Czarnego Dunajca, na prawym brzegu rzeki przy drodze z Koniówki do Zakopanego, na wysokości 729 m n.p.m.

Profil litologiczny, opisany przez L. Watychę, przedstawia się następująco:

- 0,00— 0,30 m gleba piaszczysto-gliniasta
- 0,30— 6,70 m żwir i otoczaki przeważnie granitowe, tatrzańskie
- 6,70— 44,70 m il pylasty, szarzielony z wkładkami piaszczystymi z detrytusem roślinnym
- 44,70— 45,70 m il ciemnobrunatny
- 45,70— 86,50 m il pylasty, szarzielony ze smugami pylastymi
- 86,50— 91,80 m mułek szary, piaszczysty z detrytusem roślinnym
- 91,80— 93,70 m il pylasty, szarzielony
- 93,70— 94,70 m mułek ilasty, zapiaszczony z detrytusem roślinnym
- 94,70—105,00 m il pylasty z wkładkami piaszczystymi
- 105,00—106,20 m piasek drobnoziarnisty
- 106,20—107,00 m il czarny, zwięzły
- 107,00—113,00 m il pylasty z detrytusem roślinnym
- 113,00—113,80 m il czarny, zbity
- 113,80—125,40 m il pylasty, szary
- 125,40—129,60 m piasek drobnoziarnisty z wkładkami pylastymi z detrytusem roślinnym
- 129,60—130,00 m węgiel brunatny, zapiaszczony
- 130,00—133,00 m piasek drobnoziarnisty, pylasty
- 133,00—137,30 m il ciemny, szarzielony z detrytusem roślinnym
- 137,30—138,20 m otoczaki i żwir piaskowcowy
- 138,20—155,00 m il szary z wkładkami detrytusu roślinnego
- 155,00— 155,60 m piasek drobnoziarnisty
- 155,60—161,30 m otoczaki i żwir piaskowcowy z wkładkami detrytusu roślinnego
- 161,30—162,30 m il pylasty, ciemnozielony
- 162,30—163,20 m otoczaki ze żwirem i piaskiem
- 163,20—166,20 m mułek z przewarstwieniami ilu
- 166,20—170,00 m żwir piaskowcowy
- 170,00—173,80 m il pylasty, szarzielony
- 173,80—176,70 m piasek drobno- i średnioziarnisty z detrytusem roślinnym
- 176,70—179,20 m otoczaki i żwir piaskowcowy
- 179,20—250,00 m il pylasty, szary, niekiedy warstwowany z wkładkami pylastymi z detrytusem roślinnym
- 250,00—252,00 m piasek drobnoziarnisty ze smugami detrytusu roślinnego
- 252,00—395,00 m il pylasty, szary z przewarstwieniami mulku z detrytusem roślinnym
- 395,00—415,00 m mułek ze smugami detrytusu roślinnego
- 415,00—444,30 m il pylasty, ciemnoszary z przewarstwieniami mulku laminowanego z detrytusem roślinnym
- 444,30—444,50 m węgiel brunatny
- 444,50—445,90 m il zwięzły, czarny
- 445,90—446,40 m węgiel brunatny
- 446,40—451,00 m mułek szary z obfitym detrytusem roślinnym
- 451,00—452,70 m węgiel brunatny
- 452,70—455,30 m mułek jasnozielony z okruchami skał pienińskich
- 455,30—456,70 m mułek szarozółty, drobno warstwowany z detrytusem roślinnym

456,70—475,00 m żwir i okruchy skał pienińskich
 475,00—478,00 m łupek marglisty
 478,00—482,00 m margle zielonoszare, zrogowaciałe

Litologicznie profil z Koniówki jest bardzo podobny do profilu z Czarnego Dunajca, ale o połowę od niego krótszy. Już na głębokości 459 m pojawia się początkowo rumosz zwietrzałych margli i wapieni, a nieco poniżej (462 m) skała macierzysta w postaci kredowych i jurajskich wapieni Pienińskiego Pasa Skalkowego.

Po przebiciu zaledwie 7-metrowej warstwy czwartorzędu, złożonej z otoczków, żwiru i piasku, rozpoczyna się charakterystyczna dla profili orawskich sedymentacja ilasto-mułkowa z przewarstwieniami piaszczystymi, z detrytusem roślinnym oraz cienkimi wkładkami węgla brunatnych. Osady są na ogół mało zaburzone i wykazują prawidłowość podobną jak w profilu z Czarnego Dunajca. Większe zaburzenia tektoniczne pojawiają się w postaci uskoków na głębokości 266 m i powtarzają się głębiej w poziomach 282 m, 340 m, 385, 8 m i 428 m. W poziomach tych materiał jest silnie spękany i przesunięty w górę lub w dół w stosunku do warstw sąsiednich.

Profil OH-1 z Orawy słowackiej

Otwór wiertniczy OH-1 zlokalizowany jest na terenie słowackiej części Orawy, niedaleko granicy z Polską. Opis litologiczny profilu, który otrzymaliśmy dzięki uprzejmości dra Miroslava Pulca — za co mu na tym miejscu serdecznie dziękujemy — przedstawia się następująco:

0,00— 1,00 m glina żółta
 1,00— 3,00 m glina z otoczkami
 3,00— 14,50 m piasek kremowy
 14,50— 15,70 m ił zapiaszczony
 15,70— 16,50 m ił pylasty
 16,50— 20,50 m piasek rdzawobrunatny
 20,50— 33,00 m ił aleurytowy, wapienny i piasek rdzawy
 33,00— 48,10 m ił aleurytowy, wapienny z iłem plastycznym i wkładkami piaszczystymi
 48,10— 50,20 m ił węglisty z wkładkami lignitów i iłu zielonopopielatego
 50,20— 51,00 m piasek szarozielony
 51,00—296,20 m ił aleurytowy, partiami zapiaszczony, partiami przewarstwiony iłem pylastym z częstą makrofauną i detrytusem roślinnym
 269,20—296,25 m węgiel brunatny
 296,25—297,00 m ił węglisty
 297,00—319,00 m ił aleurytowy i niebieskoszary z przewarstwieniami piaszczystymi z detrytusem roślinnym
 319,00—319,40 m węgiel lignitowy, ciemnobrunatny
 319,40—329,70 m ił aleurytowy i szarozielony z przewarstwieniami piaszczystymi z detrytusem roślinnym
 329,70—329,85 m węgiel lignitowy, ciemnobrunatny
 329,85—330,05 m ił węglisty

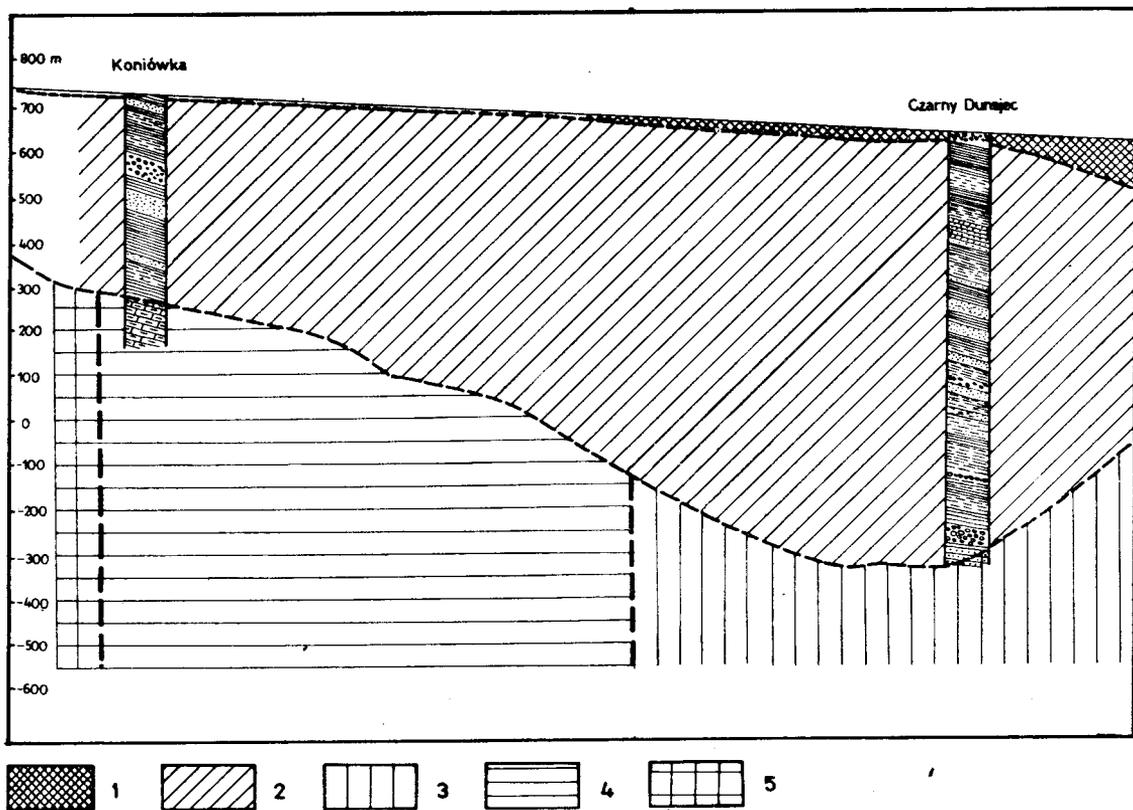
- 330,05—382,50 m ił aleurytowy i szarozielony z przewarstwieniami piaszczystymi z detrytusem roślinnym i makrofauną
- 382,50—383,00 m piaskowiec z aleurytem, jasnopopielaty
- 383,00—403,60 m ił aleurytowy i szarozielony z przewarstwieniami piaszczystymi z detrytusem roślinnym i makrofauną
- 403,60—403,80 m węgiel lignitowy, ciemnobrunatny
- 403,80—404,70 m ił aleurytowy z makrofauną
- 404,70—404,85 m ił węglisty
- 404,85—405,00 m węgiel lignitowy, ciemnobrunatny
- 405,00—550,10 m ił aleurytowy i szarozielony z przewarstwieniami piasku i cienkimi warstwami iłu węglistego i węgla lignitowego
- 550,10—566,90 m ił aleurytowy, szary, nieregularnie przewarstwiony wkładkami z detrytusem roślinnym
- 566,90—567,30 m ił popielaty z obfitym detrytusem roślinnym
- 567,30—591,00 m ił aleurytowy i zielonkawy z nieregularnymi przewarstwieniami piaszczystymi z detrytusem roślinnym i makrofauną
- 591,00—592,00 m ił plastyczny z detrytusem roślinnym
- 592,00—592,30 m ił węglisty
- 592,30—592,60 m węgiel lignitowy, brunatny
- 592,60—634,40 m ił szarozielony i aleurytowy z przewarstwieniami piaszczystymi i detrytusem roślinnym
- 634,40—634,70 m piaskowiec drobnoziarnisty
- 634,70—657,50 m ił plastyczny, szarozielony, nieregularnie przewarstwiony iłem aleurytowym i piaskiem z detrytusem roślinnym
- 657,50—658,80 m ił szary z detrytusem roślinnym i wkładkami węgla lignitowego
- 658,80—659,30 m ił węglisty z makrofauną
- 659,30—669,50 m ił szarozielony i aleurytowy
- 669,30—671,30 m wapień piaszczyste
- 671,30—677,30 m piaskowiec średnioziarnisty
- 677,30—680,30 m ił

Po przebicciu 14-metrowej warstwy czwartorzędowych glin, otoczków i piasku rozpoczyna się seria ilasta i ilasto-piaszczysta z licznymi przewarstwieniami piasku z detrytusem roślinnym i wkładkami lignitowych węgla brunatnych. Seria ilasta złożona jest przeważnie z niebieskoszarych iłów aleurytowych i ciemnych iłów węglistych. W odróżnieniu od profili z Czarnego Dunajca i z Koniówki brak tu jest mułków, a detrytus roślinny występuje przeważnie w warstwach piaszczystych. Natomiast liczniejsze są wkładki węgla brunatnego, które pojawiają się już na głębokości 48 m, podczas gdy w Koniówce warstewki węgla występują dopiero na głębokości 129 m, a w Czarnym Dunajcu na głębokości 189,70 m (jeśli pominiemy pojedyncze lignity z głębokości 57 m).

Opisane profile geologiczne są w zasadzie do siebie podobne pod względem litologicznym oraz sekwencji poszczególnych warstw. Dość znaczne są jednak różnice w miąższości poszczególnych profili, co jest uzależnione od położenia geomorfologicznego i zróżnicowania zjawisk tektonicznych w Kotlinie. Profil z Czarnego Dunajca pochodzi z najgłębszej, centralnej części Kotliny Orawskiej (ryc. 2), biegnącej ze wschodu na zachód. Osady spoczywają tu bezpośrednio na piaskowcu fliszowym serii magurskiej. Znacznie płytszy profil z Koniówki zlokalizowany jest na południowy zachód bliżej południowych

krańców Kotliny. Osady spoczywają tu bezpośrednio na kredowych i jurajskich wapieniach Pienińskiego Pasa Skałkowego, a więc innej jednostce geologicznej. Profil OH-1 ze słowackiej części Orawy leży niejako pośrednio między tymi dwoma profilami na zachód od Koniówki i południowy zachód od Czarnego Dunajca.

Blizsza analiza litologiczna wykazała obecność powtarzających się cykli sedimentacyjnych. Każdy z nich rozpoczyna się odkładaniem materiałów grub-



Ryc. 2. Przekrój geologiczny przez osady trzeciorzędowe w Kotlinie Nowotarsko-Orawskiej. 1 — czwartorzęd, 2 — neogen, 3 — flysch serii magurskiej (paleogen), 4 — pieniński pas skałkowy (jura, kreda, paleogen), 5 — flysch podhalański (paleogen)

Text-fig. 2. Geological section through the Tertiary sediments of the Nowy Targ-Orawa Basin. 1 — Quaternary, 2 — Neogene, 3 — flysch of the Magura unit (Palaeogene), 4 — Pieniny Klippen Belt (Jurassic, Cretaceous, Palaeogene), 5 — flysch of the Podhale unit (Palaeogene).

szych, a więc piasku gruboziarnistego często ze żwirem, kolejno następuje osadzanie się piasku średnio- i drobnoziarnistego i wreszcie sedimentacja przechodzi w bardziej spokojną mułkową i ilastą. W seriach mułkowo-ilastych pojawiają się wkładki piaszczyste z licznymi szczątkami roślin, co świadczy o częstym przemywaniu osadu. Sedimentacja materiału organicznego i mineral-

nego odbywała się z różną szybkością, w zależności od intensywności zjawisk tektonicznych i położenia w Kotlinie.

Historia omawianego obszaru wiąże się z popaleogeńską tektoniką Tatr, a więc z okresem po osadzeniu się fliszu podhalańskiego i po utworzeniu się garbu tatrzańskiego, ograniczonego nieckami, Podhalańską na północy i Kotliny Liptowskiej na południu (Książkiewicz 1972). Zdaniem Książkiewicza, zachodzące w tym czasie ruchy mogą być określone jako któraś z licznych „faz górotwórczych” neogenu, najprawdopodobniej były to ruchy izostatyczne. Obecność tak miąższych osadów neogeńskich, jakie wypełniają Kotlinę Nowotarsko-Orawską, oraz ich analiza litologiczna pozwalająca na wyróżnienie cykli sedymentacyjnych wskazują, że przez cały czas tworzenia się tych osadów dno Kotliny musiało się obniżać. Proces ten zachodził szybciej w centralnej części Kotliny (rejon Czarnego Dunajca) aniżeli na jej peryferiach. W okresach bardziej spokojnych lub w czasie tzw. ciszy tektonicznej tworzyły się w różnych częściach Kotliny rozległe bagniska z rozwijającym się węglotwórczym lasem bagiennym. Dowodem tego są liczne wkładki węgla brunatnego we wszystkich zbadanych profilach oraz płytkie pokłady lignitów, odsłonięte w licznych naturalnych odkrywkach na terenie całej Kotliny. Śledząc ich rozmieszczenie odtworzyć można zasięg młodotrzeciorzędowych lasów bagiennych w Kotlinie.

MATERIAŁ ROŚLINNY I UWAGI METODYCZNE

Z profilu w Czarnym Dunajcu zmacerowano i zbadano metodą palinologiczną 1200 prób. Były one pobierane z rdzenia wiertniczego w różnych odstępach, w zależności od rodzaju osadu. W ciemnych ilach najczęściej w odstępach co 10—15 cm, w warstwach zwirowo-piaszczystych można je było pobierać w odstępach nie mniejszych jak co 50 cm, niekiedy tylko co jeden metr. Z profilu w Koniówce zmacerowano 316 prób. Ponadto zbadano 12 prób z profilu OH-1 oraz 7 prób z naturalnych odkrywek ze słowackiej części Orawy.

Wszystkie próby macerowano kwasem fluorowodorowym i metodą acetylizy Erdtmana (1943, 1960). Niekiedy stosowano dodatkowo metodę flotacyjną Knoxa (1942). W przypadku osadu silnie scementowanego stosowano uprzednie traktowanie mieszaniną kwasu fluorowodorowego i kwasu solnego w stosunku 3:1, w celu dokładniejszego usunięcia składników wapiennych. Nadmiar detrytusu roślinnego spalano w 30-procentowej wodzie utlenionej. Mimo stosowania tych różnych zabiegów, z 1200 prób z Czarnego Dunajca tylko 200 zawierało pyłek roślinny w ilości pozwalającej na obliczenie procentowego udziału sporomorf. Jako wartość minimalną przyjęto obecność co najmniej 100 ziarn pyłku i spor na powierzchni 20 cm² (5 preparatów). W profilu z Koniówki, który okazał się znacznie uboższy w sporomorfy, obliczono spektra pełne lub częściowe dla 85 prób. Za pełne spektra uznano próby o frekwencji powyżej 50 ziarn na powierzchni 20 cm² i dla nich obliczono procentowy udział poszczególnych form. Dla pozostałych poziomów o frekwencji poniżej 50 ziarn pyłku i spor obliczonej z takiej samej powierzchni, nie podano pro-

centowych udziałów poszczególnych sporomorf, ale zaznaczono je w diagramie pyłkowym znakiem +. Prób o zawartości poniżej 20 sporomorf nie brano pod uwagę. W dużej liczbie prób pozbawionych pyłku zachował się jedynie detrytus roślinny, złożony zazwyczaj z tkanek, często zwęglonych i z reguły nieoznaczalnych. Niejednokrotnie wewnątrz ziarn pyłku były inkrustowane czarnymi ziarnistościami związków żelaza. W wielu poziomach sporomorfy były tak silnie skorodowane, że ich identyfikacja była niemożliwa.

Opisany stan zachowania sporomorf spowodował, że w diagramach pyłkowych opartych na profilach o zasadniczo ciągłej sedymentacji, występują przerwy, obejmujące odcinki kilku, kilkunastu lub nawet kilkudziesięciu metrów osadów. Dlatego diagramy pyłkowe (ryc. 3¹, 4¹ i 5) przedstawione są w formie histogramów.

W diagramie są uwzględnione wszystkie ważniejsze taksony i tylko niektóre z nich są ujęte łącznie jak np. *Taxodiaceae-Cupressaceae*, *Leguminosae*, *Ericaceae*. Udział procentowy poszczególnych taksonów obliczono ze sumy totalnej obejmującej sporomorfy drzew, krzewów i roślin zielnych. Osobno w stosunku do sumy totalnej obliczono udział *Pteridophyta*.

Znak + w diagramach pyłkowych oznacza udział sporomorf w ilości do 1%, a w diagramie z Koniówki ponadto — jak już wspomniano — udział sporomorf w próbach o niepełnych spektrach. Odrębne histogramy przedstawiają sumę roślin zielnych, które — choć na ogół występują w niewielkich ilościach — mają swoją wymowę.

Uderzającą cechą materiału roślinnego w profilach z Czarnego Dunajca i Koniówki jest różny stan zachowania sporomorf. W niektórych osadach np. w ciemnych ilach lub w warstwach węgla brunatnego sporomorfy są zachowane doskonale i występują obficie, natomiast w innych poziomach są bardzo skorodowane lub występują w skąpej ilości. Jest to prawdopodobnie związane z dynamiką procesów sedymentacyjnych i odmiennym w różnych przypadkach stopniem przewietrzania osadów.

Oprócz sporomorf znajdowano także *Hystrichosphaeridae* i inne organizmy planktonowe, które w diagramach są podane w bezwzględnych liczbach okazów. Obecność *Hystrichosphaeridae* w diagramach z Czarnego Dunajca i z Koniówki jest szczególnie charakterystyczna. Występują one zazwyczaj w poziomach, gdzie pyłek roślin jest bardzo skorodowany albo brak go całkowicie. Wiąże się to zapewne z przemywaniem osadów wodami krążącymi po dnie doliny i osadzaniem rozmytego materiału fliszowego, który jest prawdopodobnie źródłem pochodzenia tych organizmów.

Kolumna ilustrująca w diagramach rodzaj osadu jest dwuczęściowa. Ponieważ poziomy z dobrze zachowanym pyłkiem występują w profilach nierównomiernie, zaznaczono przerwy w ciągłości profilu w miejscach, gdzie w diagramie pyłkowym występują bardziej miększe warstwy płone (prawa część kolumny). Budowę litologiczną części profilu, odpowiadającej takiej przerwie w obrazie palinologicznym, przedstawiono w lewej części kolumny.

¹ Ryc. 3 i 4 zamieszczono na końcu zeszytu.

Czarny Dunajec

Flora pyłkowa obejmuje 130 taksonów (tabela 1) i reprezentuje głównie rodzaje drzew i krzewów, wskazując na panowanie zbiorowisk leśnych w badanym okresie czasu. Z nagozalążkowych na uwagę zasługują świerk i rodzaje drzew z grupy *Taxodiaceae-Cupressaceae*. Szczególnie interesujący jest udział świerka. Na głębokościach od 925 m do około 565 m nie można mówić o obecności tego drzewa w składzie roślinności. Występuje on bowiem w śladach, a w szeregu kolejno po sobie następujących poziomach brak go całkowicie. Od głębokości 565 m świerk pojawia się nagle i obficie, przekraczając niekiedy 80% ogólnego udziału sporomorf. Wskazuje to na charakterystyczną ekspansję tego drzewa w określonym czasie. Bogaty udział rodzaju *Picea* w neogeńskich florach Podhala, a także na obszarze przyległej Słowacji był przedmiotem dyskusji we wcześniejszych pracach (Szafer 1946; Oszast 1973; Němejc 1943, 1958, 1967). Wynika z niej, że znaczny udział świerka w Karpatach Zachodnich jest charakterystyczny dla pliocenu i świadczy o obecności w tym czasie piętra świerkowego.

Równocześnie z panowaniem świerka maleje udział drzew z grupy *Taxodiaceae-Cupressaceae*. Występują one najobficiej, szczególnie rodzaje *Taxodium* i *Glyptostrobos*, w starszych częściach profilu na głębokościach od 925 m do 565 m. Różnice te pozwalają na podzielenie profilu na dwie części, górną z panującym świerkiem i dolną z przewagą *Taxodiaceae-Cupressaceae*. Śledząc udział drzew liściastych w tych dwu częściach profilu, otrzymujemy frapujące korelacje. Jednej z nich dostarcza olsza. Pyłek tego rodzaju występuje w dwu formach, w typie *Alnus incana-glutinosa* i w typie *Alnus kefersteinii*. Olsza jest stałym składnikiem roślinności, jednakże na głębokościach od spągu do 565 m dominuje pyłek typu *Alnus kefersteinii*, dochodząc w samym spągu do 45% udziału. Od 565 m ku stropowi profilu częstość występowania tej olszy wyraźnie spada ustępując *Alnus incana-glutinosa*, która przejmuje rolę dominującą. Tak znamienity udział dwu form *Alnus*, przy niezmiennym typie osadu, to następny dowód różnicy między dolną a górną częścią czarno-dunajeckiego profilu.

W europejskich osadach trzeciorzędowych często występują obie formy *Alnus* i — jak się okazało — obecnością *Alnus kefersteinii* odznaczają się osady starsze, głównie mioceńskie (Pacltová 1963; Raniecka-Bobrowska 1966, 1970; Oszast 1973). Występowanie dwu form *Alnus*, korelujące z wymienionymi uprzednio różnicami, potwierdza dodatkowo odrębność florystyczną dwu części profilu, i pozwala na ich związanie z dwoma odrębnymi piętrami neogenu. Dalszym potwierdzeniem tej oceny jest udział drzew i krzewów, szczególnie liściastych, z których jedne występują tylko w dolnej, inne natomiast są charakterystyczne dla górnej części profilu. I tak np. tylko do głę-

bokości 565 m obecny jest rodzaj *Nyssa*, przedstawiciele *Oleaceae*, liczne *Leguminosae* i różne rodzaje *Ericaceae*. Charakterystyczny dla mioceńskich flor rodzaj *Engelhardtia* najobficiej (do 13%) występuje w dolnej części profilu. Powyżej 565 m rodzaj ten wprawdzie był notowany, lecz tylko w znikomych ilościach. W dolnej części profilu najwyższe wartości osiągają *Carya* i *Cyrillaceae*, tutaj tylko są obecne rodzaje *Decodon*, *Parrotia*, *Parthenocissus*, *Platycarya*, *Ptelea*, *Staphylea*, *Symplocos*, przedstawiciele *Araliaceae* i *Sterculiaceae*. Obraz tych różnic w składzie florystycznym górnej i dolnej części profilu pozwala wyrazić przypuszczenie, że mamy do czynienia z dwoma odrębnymi piętrami florystyczno-klimatycznymi.

Koniówka

Profil z Koniówki (ryc. 4) okazał się bardzo ubogi w oznaczalne sporomorfy. Większość prób nie zawierała sporomorf w ogóle lub tylko w minimalnych ilościach. Najbogatszy zarówno pod względem ilościowym, jak i różnorodności form jest odcinek spągowy profilu od głębokości około 265 m. W tej części profilu udział form trzeciorzędowych jest najwyższy i dochodzi do 45% ogólnego udziału sporomorf. Rośliny zielne występują tu w znikomych ilościach. Dobrą frekwencję obserwowano jedynie w samym spągu profilu od głębokości 441 m. Odcinek wyżej leżący, od 441 m do 321 m, był nieco uboższy. W poziomach, dla których udało się obliczyć spektra pyłkowe, przeważa pyłek drzew liściastych. Z drzew szpilkowych większą rolę odgrywały jedynie *Pinus* i *Taxodiaceae-Cupressaceae*, natomiast *Picea* i *Tsuga* reprezentowane były tylko w śladach. Z drzew liściastych największą rolę odgrywały *Alnus* typ *kefersteinii*, *Betula*, *Myrica* i *Ulmus*, nieco mniejszą *Carya*, *Pterocarya* i *Engelhardtia*. Z roślin zielnych w spągu profilu występowały tylko paprocie, prawdopodobnie paprocie leśne.

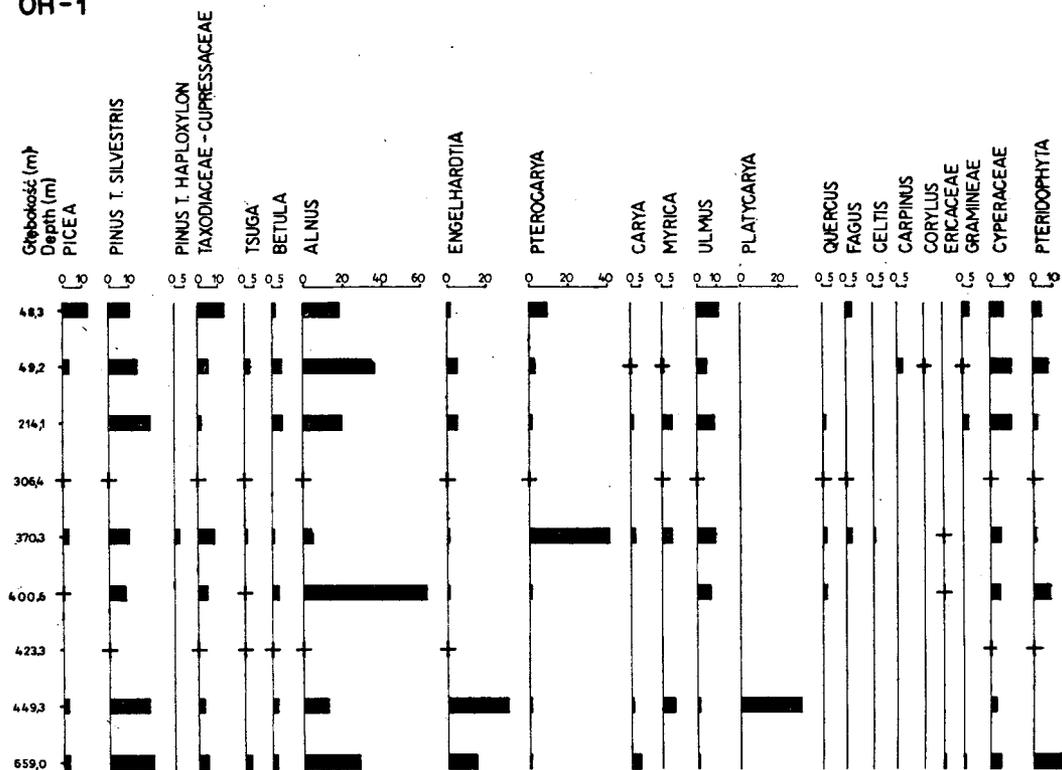
Część stropowa profilu różni się od spągowej ubóstwem florystycznym oraz większym udziałem drzew szpilkowych. Poza sosną również świerk odgrywa tu większą rolę, a pyłek *Tsuga* spotykano w ilościach świadczących o występowaniu tego drzewa na miejscu. Znacznie słabiej były reprezentowane *Myrica*, *Taxodiaceae-Cupressaceae* i niektóre formy trzeciorzędowe, jak *Carya* czy *Pterocarya*. Udział roślin zielnych jest tu nieco wyższy aniżeli w spągu. Minimalna jest rola paproci. Wyższy jest również udział drzew liściastych, obecnych zarówno w trzeciorzędzie jak i w czwartorzędzie.

Profil z Koniówki jest wyraźnie uboższy i mniej urozmaicony florystycznie aniżeli profil z Czarnego Dunajca, niemniej i tutaj występują odrębności w spągowej i stropowej części profilu.

Profil OH-1 ze słowackiej części Orawy

Profil ten (ryc. 5) okazał się palinologicznie również ubogi i zbliżony składem do profilu z Koniówki. Sporomorfy były tu silnie skorodowane, a niektóre poziomy były ich całkowicie pozbawione. W dwu górnych próbach z głąbo-

OH-1



Ryc. 5. Diagram pyłkowy profilu OH-1 ze słowackiej części Orawy
Text-fig. 5. Pollen diagram of bore-hole OH-1 from Slovak Orava

kości 48,3 m i 49,2 m materiał zachowany był dobrze, a składem florystycznym różnił się nieco od prób z większych głębokości. Większy udział mają tu rośliny zielne oraz drzewa i krzewy znane z czwartorzędu, a zwłaszcza świerk, który w tej części profilu osiąga swoje maksymalne wartości (13%).

CHARAKTERYSTYKA ROŚLINNOŚCI

Wyniki analizy palinologicznej trzech głębokich profili z Kotliny Nowotarsko-Orawskiej pozwalają na odtworzenie zbiorowisk roślinnych, jakie panowały w okresie tworzenia się badanych osadów na stosunkowo dużym obszarze. Były to głównie zbiorowiska leśne, odmienne w różnych okresach i w różnych

	Czarny Dunajec	Koniówka	Domański Wierch	Chyzne	Lipnica Mała	Lipnica Wielka	Čimhová	Trstená	OH-1
<i>Cryptomeria</i>	+	+	—	+	+	+	—	—	—
<i>Cruciferae</i>	+	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cryptogramma</i>	—	+	—	+	+	—	—	—	—
<i>Cunninghamia</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cupressus</i>	—	—	—	+	+	+	+	+	+
<i>Cyatheaceae</i>	+	+	+	+	+	+	—	—	—
<i>Cyperaceae</i>	+	+	+	+	+	+	—	+	—
<i>Cyrilla</i>	+	+	—	—	—	—	—	—	+
<i>Cyrillaceae-Clethraceae</i>	—	—	—	+	+	—	—	—	—
<i>Cystopteris</i>	—	—	—	—	+	+	—	—	—
<i>Decodon</i>	+	—	—	+	+	—	—	—	—
<i>Diervillea</i>	+	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Dipelta</i>	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Elaeagnus</i>	+	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Engelhardtia</i>	+	+	+	+	+	+	—	+	+
<i>Ephedra</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Epilobium</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Equisetum</i>	+	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Ericaceae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eucalyptus</i>	—	—	—	+	+	+	—	—	—
<i>Eucommia</i>	+	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Euphorbia</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fagus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Filipendula</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Forsythia</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fraxinus</i>	+	—	+	+	+	—	—	—	—
<i>Ginkgo</i>	+	—	+	—	—	+	—	—	—
<i>Gleicheniaceae</i>	+	+	+	+	+	+	+	—	+
<i>Glyptostrobus</i>	+	+	—	+	+	+	—	+	—
<i>Gnetaceae</i>	—	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Gramineae</i>	+	+	+	+	+	+	—	+	+
<i>Gunnera</i>	+	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Hedera</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hemitelia</i>	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Hippophaë</i>	—	—	+	+	—	—	—	—	—
<i>Hymenophyllaceae</i>	—	—	—	—	+	+	—	—	—
<i>Ilex</i>	+	+	+	+	+	—	—	—	+
<i>Iridaceae</i>	+	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Itea</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Juglans</i>	+	+	+	+	+	+	—	—	—
<i>Juniperus</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Keteleeria</i>	—	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Labiatae</i>	+	+	+	+	+	—	—	—	—
<i>Larix</i>	—	—	—	+	+	+	—	—	—
<i>Lauraceae</i>	—	—	—	+	+	—	—	—	—
<i>Leguminosae</i>	+	+	—	+	+	—	—	—	—

	Czarny Dunajec	Koniówka	Domański Wierch	Chyżne	Lipnica Mała	Lipnica Wielka	Čimhová	Trstená	OH-1
<i>Ligustrum</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Liliaceae</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Liquidambar</i>	+	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Liriodendron-Magnolia</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lonicera</i>	+	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Loranthaceae</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lycopodium annotinum</i> t.	+	+	-	+	+	+	-	-	-
<i>Lycopodium innudatum</i> t.	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Lycopodium selago</i> t.	+	-	+	+	-	+	-	-	-
<i>Lygodium</i>	-	+	-	-	+	+	-	-	+
<i>Lysimachia</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Lythrum</i>	+	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Malvaceae</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Marghamia</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Meliaceae</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Microlepis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Mohria</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Myrica</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Myriophyllum</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Myrtaceae</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Nuphar</i>	+	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Nymphaea</i>	+	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Nyssa</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Oenotheraceae</i>	+	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Olaceae</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oleaceae</i>	+	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ophioglossum</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Osmundaceae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ostrya</i>	+	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Palmae</i>	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Parrotia</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parthenocissus</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pasania</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Picea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pinus haploxyylon</i> t.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pinus sylvestris</i> t.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pistacia</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Plantago</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Platycarya</i>	+	+	+	-	+	+	-	-	+
<i>Podocarpus</i>	+	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Polemonium</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonaceae</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Polygonum persicaria</i> t.	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Polyodiaceae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Potamogeton</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Potentilla</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-

	Czarny Dunajec	Koniówka	Domański Wierch	Chyżne	Lipnica Mała	Lipnica Wielka	Čimhová	Trstená	OH-1
<i>Primulaceae</i>	+	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Ptelea</i>	+	+	—	+	+	—	+	—	—
<i>Pterocarya</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Quercus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ranunculaceae</i>	+	—	+	+	—	—	—	—	—
<i>Beevesia</i>	+	—	—	+	+	—	—	—	—
<i>Rhamnaceae</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Rhamnus</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rhododendron</i>	+	—	—	+	+	—	—	—	—
<i>Rhus</i>	+	—	+	+	+	—	—	—	—
<i>Rosaceae</i>	+	+	+	+	+	—	—	—	+
<i>Rubiaceae</i>	+	+	—	+	+	—	—	—	—
<i>Rubus</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Rumex</i>	+	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Rutaceae</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Salix</i>	+	+	+	+	+	+	—	+	—
<i>Sanguisorba</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Santalaceae</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sapotaceae</i>	—	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Scabiosa</i>	+	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Schizeaceae</i>	—	—	—	—	+	+	—	—	—
<i>Sciadopitys</i>	+	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Selaginella</i>	—	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Sequoia</i>	+	+	—	+	+	+	+	+	—
<i>Schefflera</i>	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Solanaceae</i>	—	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Sorbus</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Sparganium</i>	+	+	+	+	+	+	—	—	—
<i>Sphagnum</i>	+	+	+	+	+	+	—	—	+
<i>Staphylea</i>	+	+	—	+	+	+	—	—	—
<i>Sterculiaceae</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stewardtia</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Succisa</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Symplocos</i>	+	+	—	+	+	—	—	—	—
<i>Syringa</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tamarix</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Taxodiaceae-Cupressaceae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Taxodium</i>	+	+	—	+	+	+	+	+	+
<i>Taxus</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Tilia</i>	+	+	+	+	+	+	—	+	+
<i>Tsuga</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Typha angustifolia</i> t.	—	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Ulmus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Umbelliferae</i>	+	+	+	+	—	—	—	—	—
<i>Urtica</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Valeriana</i>	+	—	+	—	—	—	—	—	—

	Czarny Dunajec	Koniówka	Domański Wierch	Chyżne	Lipnica Mała	Lipnica Wielka	Čimhová	Trstená	OH-1
<i>Viburnum</i>	+	—	+	—	+	—	—	—	—
<i>Viola</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Vitis</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	—

częściach Kotliny. Zróżnicowanie to uzależnione było od topografii terenu i od warunków ekologicznych, a zwłaszcza poziomu wody gruntowej i zasobności podłoża. Miejsca płaskie, zabagnione z glebami humusowo-torfiastymi i okresowo stojącą wodą na powierzchni, zajęte były przez cyprysnikowe lasy bagienne. Głównymi ich składnikami były drzewa z grupy *Taxodiaceae-Cupressaceae* (głównie *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Cunninghamia*) oraz *Nyssa*. Lasy te były zwarte i rośliny zielne nie znajdowały tu odpowiednich warunków rozwoju. Ten typ lasu trwał niemal przez cały okres tworzenia się badanych osadów, na co wskazują liczne wkładki węgla brunatnego w profilach. Dopiero ich górne odcinki świadczą o malejącej roli tych zbiorowisk.

Analogiczne zbiorowiska leśne były opisane i z innych stanowisk z neogen-ską florą na Podhalu, jak np. z Huby koło Czorsztyna (Oszast 1973) oraz Lipnicy Małej, Lipnicy Wielkiej i Chyżnego (Tran Dinh Nghia 1975). Biorąc pod uwagę położenie Huby na wschodnim skrzydle Kotliny Nowotarsko-Orawskiej, a trzech omawianych w tej pracy stanowisk (Czarny Dunajec, Koniówka, OH-1) w jej części centralnej i zachodniej, można przyjąć, że wspomniany las bagienny zajmował rozległe obszary. Dowodzą tego również liczne naturalne odkrywki węgla brunatnych w dolinach Czarnego Dunajca, Czarnej Orawy i ich dopływów.

Współcześnie podobne formacje leśne charakteryzują nisko położone nadbrzeża atlantyckie Ameryki Północnej. Zbliżone składem lasy bagienne są rozpowszechnione w kotlinach górskich południowo-wschodniej Azji (Wietnam). Różnią się one brakiem *Taxodium*, który jest tutaj zastąpiony przez *Glyptostrobus*, inny rodzaj z grupy *Taxodiaceae-Cupressaceae*.

Na sąsiadujących, ale nieco wyżej położonych terenach płaskich już nie zalewanych okresowo wodą rozwijały się inne zbiorowiska bagienne. Były to zarośla *Betulaceae-Myricaceae-Cyrillaceae* z dużym udziałem roślin zielnych, a zwłaszcza *Cyperaceae* i *Gramineae*. Tu rosły też *Cercidiphyllum*, *Liquidambar* i *Decodon*, mający dziś jedynego przedstawiciela w Ameryce Północnej — *Decodon verticillatum*. Roślina ta odgrywa dość znaczną rolę w atlantyckiej części Ameryki Północnej, gdzie występuje w zaroślach i zbiorowiskach trawiastych w zabagnionych dolinach wolno płynących rzek i potoków. Tworzy tu charakterystyczne zbiorowiska wraz z trawą *Cicania* (Szafer 1947, 1952, 1961; Raniecka-Bobrowska 1957).

W terenie płaskim i lekko pofalowanym, na glebach mineralnych, ale dość

wilgotnych oraz zapewne i na madach nadrzecznych rozwijały się lasy z dużym udziałem *Alnus*, *Platanus*, *Populus*, *Pterocarya*, *Salix*, a zapewne i *Liquidambar*. Obecność tych lasów prześledzić można w różnych odcinkach profili, tylko ich skład florystyczny zmienia się nieznacznie w częściach stropowych w stosunku do spągowych. W młodszej części profili maleje rola *Liquidambar* i *Platanus* na korzyść zwiększonego udziału rodzajów klimatu bardziej umiarkowanego.

Najbardziej zróżnicowane były lasy rozwijające się na miejscach suchych i na zboczach górskich okalających Kotlinę. Były to przede wszystkim lasy mieszane zrzucające liście na zimę z domieszką rodzajów zimozielonych. W ich składzie dominowały *Fagaceae*, *Juglandaceae* (*Carya*, *Engelhardtia*, *Juglans*), *Carpinus*, *Liriodendron-Magnolia*, *Tilia* oraz przedstawiciele rodzin *Ericaceae* i *Leguminosae*. Towarzyszyły im *Betula*, *Pinus* i *Tsuga*, które na glebach uboższych i w wyższych położeniach górskich mogły tworzyć oddzielne skupienia, a być może i osobne piętro.

Były to lasy wysokopiennie. Obok nich, na ciepłych zboczach rozwijały się lasy i zarośla bardziej ciepłolubne, z dużym udziałem niskich dębów, z krzewami z rodzin *Rhamnaceae* i *Rosaceae*, z *Ilex* i in. Zbiorowiska te rozwijały się na siedliskach o zróżnicowanej wilgotności, co wpływało na ich skład gatunkowy. I tak np. na żyznych i stosunkowo wilgotnych glebach występowała *Parrotia* jako domieszka w niskopiennym lesie. Rodzaj ten, notowany często w neogeńskich florach Europy południowej i zachodniej, współcześnie reprezentowany jest przez gatunek *Parrotia persica*, rosnący w Persji i na Kaukazie. Wraz z *Parrotia* rosły tu zapewne *Fothergilla* i *Corylopsis* o podobnych jak *Parrotia* wymaganiach. *Fothergilla* (krzew do 3 m wysoki) rośnie współcześnie na żyznych i gliniasto-piaszczystych glebach wilgotnych, w południowo-wschodniej Ameryce Północnej. *Corylopsis* — krzew rozwijający się najlepiej na dostatecznie wilgotnej glebie i w półcieniu — reprezentowany jest współcześnie przez 12 gatunków rosnących w Azji wschodniej i Himalajach. W zależności od siedliska skupienia tych roślin mogły być wzbogacone gatunkami z rodzajów *Cornus*, *Diospyros*, *Elaeagnus*, *Prunus* i *Rhamnus*. W takich zbiorowiskach występowała też prawdopodobnie *Ostrya*. Częsta obecność tego rodzaju w neogeńskich florach Włoch, Francji, Bułgarii i Polski wskazuje, że trzeciorzędowy zasięg tego rodzaju był większy od współczesnego, sięgając w Europie dalej na północ i na zachód. W krzewiastych zbiorowiskach mogły też rosnąć przedstawiciele *Ericaceae* jak np. *Rhododendron*, który mógł występować zarówno w lasach jak i w skupieniach krzewiastych. Wzbogacały te zbiorowiska być może także *Araliaceae*, które obejmują zarówno drzewa, krzewy, jak i rośliny zielne.

W leśnych zbiorowiskach pewną rolę odgrywały pnącza, spośród których najczęściej notowane były ziarna pyłku *Parthenocissus* i *Vitis*.

W badanej florze najlepiej reprezentowana jest grupa roślin klimatu umiarkowanie-ciepłego i umiarkowanego, obejmująca głównie rodzaje arktyczno-trzeciorzędowe. Natomiast element tropikalny nie odgrywał prawie żadnej roli w ówczesnej szacie roślinnej.

Zanotowane w profilach rośliny zielne i *Pteridophyta* reprezentują element kosmopolityczny. Rośliny wodne i przybrzeżne (*Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Sparganium-Typha*) pojawiają się w tak znikomych ilościach, że niemal z całą pewnością przyjąć można, że w badanym obszarze nie było większych, otwartych zbiorników wodnych.

DYSKUSJA NAD WIEKIEM ZBADANYCH OSADÓW

W ocenie wieku opisanych flor znaczenie podstawowe ma najpełniejszy profil z Czarnego Dunajca. Profile z Koniówki i OH-1 ze słowackiej części Orawy mogą jedynie uzupełnić obraz rozwoju roślinności, uzyskany na podstawie profilu z Czarnego Dunajca. Podobnie rzecz się ma z krótkimi profilami z odkrywek w Lipnicy Małej, Lipnicy Wielkiej i w Chyżnym, które mogły służyć jedynie przy ogólniejszych porównaniach szaty roślinnej w Kotlinie Nowotarsko-Orawskiej. Diagram pyłkowy z Czarnego Dunajca ma wyraźne cechy dwudzielności. Odrębność florystyczna i klimatyczna części górnej profilu w stosunku do dolnej doprowadziła do wydzielenia dwu pięter neogenu. Porównanie ich obrazu roślinnego z innymi florami neogeńskimi Podhala i z obszaru Polski południowej pozwala na zaliczenie części spągowej profilu z Czarnego Dunajca do miocenu, zaś części stropowej do pliocenu dolnego.

W celu porównania flor neogeńskich Polski południowej, Oszast (1973) wprowadziła uproszczone diagramy sumaryczne, obejmujące trzy grupy roślin: trzecieorzędowe, czwartorzędowe i zielne (bez paproci). Dla zachowania jednolitej podstawy porównawczej, takie same schematy zastosowano do nowo opracowanych flor z Podhala (ryc. 6—8).

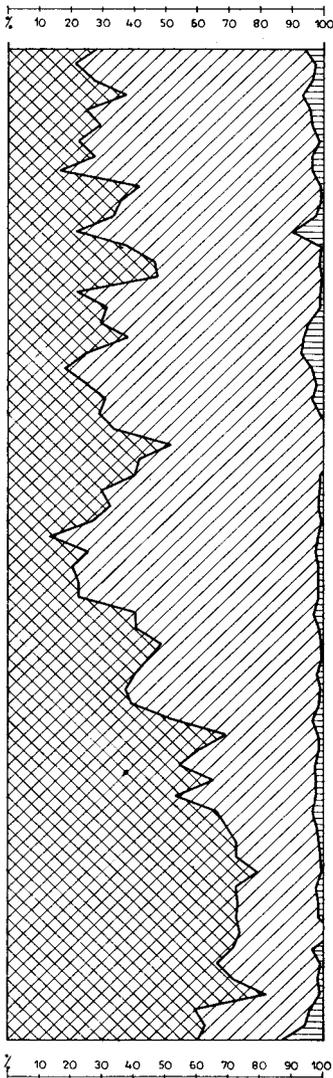
Szczegółowa analiza roślinności w profilu z Czarnego Dunajca pozwala na wydzielenie kilku faz jej rozwoju w neogenie Kotliny:

Fazę I, odpowiadającą odcinkowi od 920,60 m do głębokości około 848 m, charakteryzuje zdecydowana przewaga roślin trzecieorzędowych nad grupami pozostałymi (ryc. 6). Panują *Taxodiaceae-Cupressaceae*, a wśród *Angiospermae* dużą rolę odgrywała *Engelhardtia*. Obficie występowały *Cyperaceae* i *Pteridophyta*. Klimat był ciepły i dość wilgotny. W profilu z Koniówki faza ta zaznaczyła się znacznie słabiej i obejmuje część profilu od 456,70 po głębokość 444 m. W profilu OH-1 o obecności tej fazy świadczą próby z głębokości 659 m i 419 m, odznaczające się dużym udziałem *Engelhardtia* (do 20%) oraz występowaniem *Osmundaceae* i *Polypodiaceae*.

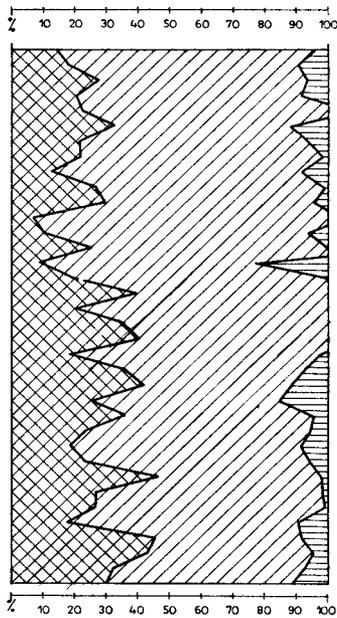
Porównując skład roślinności fazy I z florami neogeńskimi ze słowackiej części Karpat Zachodnich (Planderová 1966; Planderová & Snopková 1970; Planderová & Gabrielová 1975) oraz z roślinnością zachowaną w osadach z Kotliny Sądeckiej (Oszczytko & Stuchlik 1972) i Kotliny Sandomierskiej z Piaseczna (Oszast 1967), można określić wiek fazy I w profilach z Kotliny Nowotarsko-Orawskiej jako piętro Badenian (M_4).

Faza II obejmuje w profilu z Czarnego Dunajca próby od 848 m do 565 m.

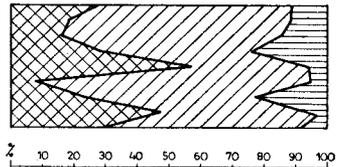
CZARNY DUNAJEC



KONIÓWKA

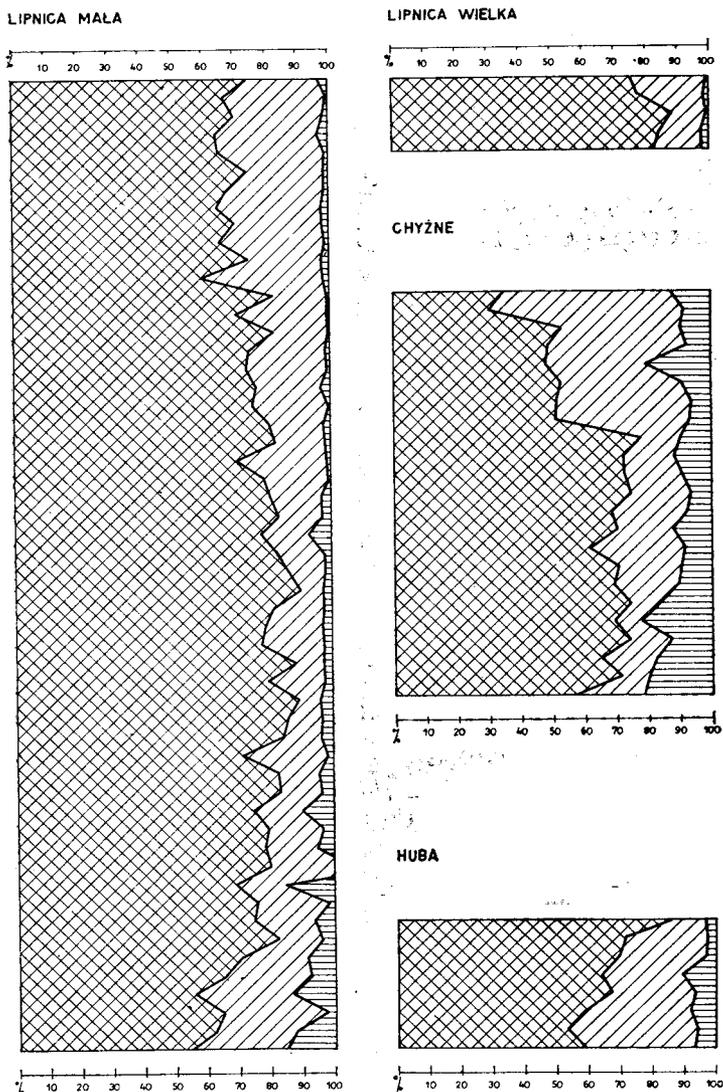


OH-1



Ryc. 6. Diagramy porównawcze ilościowego udziału trzech grup roślin: 1 — rośliny trzeciorzędowe, 2 — rośliny czwartorzędowe, 3 — rośliny zielne
Text-fig. 6. Comparative pollen diagrams of quantitative proportion of three plant groups: 1 — Tertiary plants, 2 — Quaternary plants, 3 — herbaceous plants

Charakteryzuje ją bogactwo florystyczne i dalsze panowanie grupy roślin trzeciorzędowych. Panującymi zbiorowiskami były wielogatunkowe, mieszane lasy liściaste z niewielkim udziałem drzew szpilkowych. Klimat tej fazy był umiarkowanie ciepły, w zasadzie podobny do klimatu fazy I, tylko nieco suchszy. W profilu z Koniówki fazie II odpowiadają prawdopodobnie próby z głę-



Ryc. 7. Diagramy porównawcze ilościowego udziału trzech grup roślin (objaśnienia oznaczeń jak na ryc. 6)

Text-fig. 7. Comparative pollen diagrams of quantitative proportion of three plant groups (for signatures see Text-fig. 6)

bokości 444—265 m. W profilu OH-1 brak odcinka, który można by porównać z tą fazą w profilach z Czarnego Dunajca i Koniówki. Równowiekowe są natomiast krótkie profile z odkrywek w Lipnicy Małej, Lipnicy Wielkiej i w Chyżnym. Ich mioceński wiek określił Tran Dinh Nghia (1975). Udział form trzeciorzędowych w diagramach sumarycznych tych profili (ryc. 7) przekracza stale, a niekiedy dość znacznie, 50 % sumy sporomorf. Podobne stosunki ilościowe obserwuje się w mioceńskim profilu z Huby koło Czorsztyna (Oszast

1973). Fazę II w badanych profilach można zaliczyć do najmłodszego ogniwa miocenu, tj. do piętra Sarmatian (M_5).

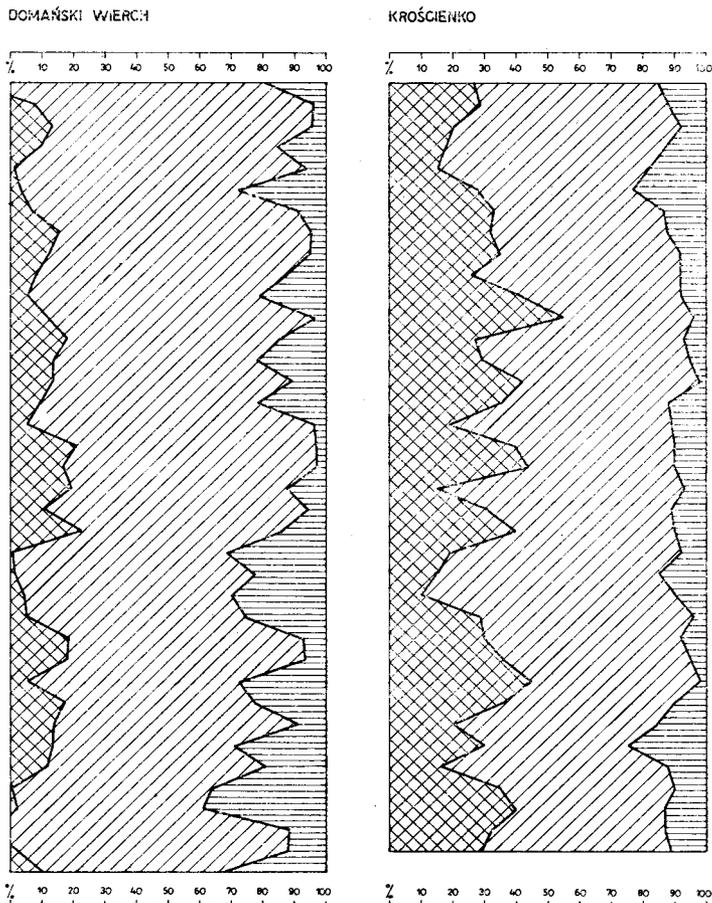
Istnieje wyraźna różnica florystyczna pomiędzy spagowymi odcinkami profili obejmującymi fazę I i II a częścią stropową. Zmienił się ogólny charakter roślinności i nastąpiło jej zubożenie w całe grupy rodzajów, które odgrywały większą rolę w spagowych częściach profili. Zanikają przede wszystkim składniki lasu bagiennego, a zwłaszcza *Nyssa*, znajdująca tylko w miocenijskiej części profilu z Czarnego Dunajca i tylko w śladach w profilu z Koniówki. Bardziej jednak wymowne jest zachowanie się nie pojedynczych taksonów, lecz grupy rodzajów, które tworzą w tym czasie zrąb roślinności. Ze 120 taksonów oznaczonych we florze z Czarnego Dunajca aż 35% rodzajów notowano tylko w miocenijskiej części profilu, albo tu one osiągają swe maksymalne wartości. Są to rodzaje drzew i krzewów klimatu ciepłego, typowe dla miocenu. Wśród pozostałych form są takie, które — choć obecne w całym profilu — zazwyczaj występują w niedużych ilościach jako przymieszka w lasach różnych typów. Są to rodzaje zarówno „miocenijskie”, jak i „pliocenijskie”, a nawet takie, które utrzymują się jeszcze w najstarszym plejstocenie jak *Tsuga*, *Sciadopitys* i *Pterocarya*. Taki rozkład sporomorf w profilu ilustruje równocześnie proces stopniowego ubożenia lasu pliocenijskiego.

Jeśli z ogólnej sumy sporomorf usunie się grupę drzew *Taxodiaceae-Cupressaceae*, uwarunkowaną bagiennym siedliskiem, to udział drzew szpilkowych (głównie *Pinus* z przewagą t. *haploxyylon*) nie przekracza w miocenijskiej części profilu 2% ogólnego udziału sporomorf w stosunku do pliocenu, gdzie dominują *Coniferae*.

Faza III obejmuje w profilu z Czarnego Dunajca próby od 565—478 m. Cechuje ją wyraźna niestabilność zbiorowisk roślinnych i pojaw nowych form klimatu umiarkowanego. Udział form trzeciorzędowych maleje i waha się w granicach 50%. Udział ten zmienia się niejednokrotnie w sąsiednich odcinkach. W jednych próbach przeważają rodzaje trzeciorzędowe, a w innych czwartorzędowe, niektóre rodzaje kilkakrotnie ustępowały to znów powracały, dając w rezultacie obraz roślinności niestabilizowany. Cechą znamioną jest pojawienie się i potem narastające znaczenie świerka, który w miocenijskiej części profilu nie występował w ogóle lub pojawiał się tylko sporadycznie w śladach, jakby sygnalizując wkroczenie tego drzewa na badany obszar. Od tego odcinka świerk przyjął rolę dominującą w spektrach pyłkowych. W profilu z Koniówki odcinek, który mógłby odpowiadać fazie II z Czarnego Dunajca, jest ubogi i właściwie trudno scharakteryzować go bliżej, nie można też wyraźnie przeprowadzić granicy z następnym odcinkiem.

W profilach geologicznych na tej głębokości nie występują ślady zmian osadów, które mogłyby wyjaśnić wspomnianą wyżej zachwianą równowagę w obrazie roślinności. Wydaje się, że zmiany te tłumaczyć można zmieniającymi się warunkami klimatycznymi. Skład roślinności w pliocenijskiej części profilu zdaje się dowodzić, że klimat fazy III nie był na tyle niekorzystny, aby wywołać gwałtowną zmianę charakteru całej flory. Wydaje się natomiast, że

był to okres szeregu oscylacji klimatu umiarkowanie-ciepłego z tendencją ku umiarkowanemu. Sądząc z długości odcinka profilu, jaki odpowiada tej fazie, dochodzi się do przekonania, że upłynąć musiał odpowiednio długi czas,



Ryc. 8. Diagramy porównawcze ilościowego udziału trzech grup roślin (objaśnienia oznaczeń jak na ryc. 6)

Text-fig. 8. Comparative pollen diagrams of quantitative proportion of three plant groups (for signatures see Text-fig. 6)

zanim pliocenские zbiorowiska roślinne osiągnęły stabilizację, jaka wyraziła się w odmiennej fizjonomii lasów w stosunku do miocenских. Nasuwa się przeto nieodparcie sugestia, że ta faza reprezentuje jeszcze jedno piętro neogeńskie, piętro pogranicza mio- i pliocenu, tj. Pannonian (MP).

Zagadnienie granicy klimatyczno-florystycznej między miocenem i pliocenem było już rozważane przez różnych badaczy. Nie śledzono jednakże tego

zjawiska na przykładzie jednego głębokiego profilu. Berger (1953) charakteryzował tę granicę na podstawie danych uzyskanych w badaniach nad florą liściową, Brelie (1961) i Menke (1975) na podstawie badań palinologicznych. Menke posługując się diagramami z obszaru Europy północno-zachodniej wyznaczył granicę miocen/pliocen w strefie występowania form typowo miocenijskich, takich jak *Engelhardtia*, *Rhoipites pseudocingulum*, *Quercoidites henrici* i *Qu. microhenrici*. Pliocen określił on jako okres panowania drzew elementu holarktycznego. Najczęściej jednakże granica ta była wyznaczana na podstawie kryteriów faunistycznych. Dlatego wydaje się, że możliwość prześledzenia jej w jednym głębokim profilu, w którym zostały zapisane zmiany w składzie roślinności od miocenu przez mio-pliocen do dolnego pliocenu, nabiera szczególnej wagi.

Faza IV obejmuje odcinki górne badanych profili aż do stropu osadów trzeciorzędowych. Odcinek ten jest najdłuższy w profilu z Czarnego Dunajca i obejmuje próby od około 375 m do około 28 m. (Na głębokościach 478—375 m nieliczne sporomorfy znaleziono tylko w dwu próbach.) W diagramach sumarycznych rodzaje czwartorzędowe dominują nad trzeciorzędowymi, a ponadto rośnie znaczenie roślin zielnych. Cechą najbardziej znamiennej dla tej fazy jest panowanie lasów szpilkowych w Karpatach, zwłaszcza świerkowych i sosnowych. Zmniejszył się też udział ciepłolubnych drzew liściastych. Obficie występowała *Alnus incana-glutinosa*, wzrosła też wyraźnie rola *Pteridophyta*, które osiągnęły podobne wartości jak w fazie I. Klimat był nadal umiarkowanie ciepły, ale bardziej suchy i chłodniejszy aniżeli u schyłku miocenu. Porównanie roślinności fazy IV z innymi florami neogeńskimi Karpat Zachodnich (Szafer 1954; Planderová 1972; Oszast 1973) pozwala na określenie wieku tej fazy jako dolny pliocen, piętro Pontian (P_1).

Woźny (1976) na podstawie makrofauny (ślimaki słodkowodne i lądowe) wyróżnia w osadach Kotliny Nowotarsko-Orawskiej piętra: miocen dolny, środkowy i górny oraz pliocen dolny. Badania palinologiczne nie wykazały śladów roślinności najstarszego miocenu. Ani w Czarnym Dunajcu, ani w Koniówce nie znajdowano sporomorf reprezentujących rośliny klimatu tropikalnego. Mogły one występować w rejonach położonych na południe od Karpat Zachodnich. Najstarsze piętro neogeńskie, jakie zachowało się w osadzie z Czarnego Dunajca i Koniówki, wiązać można ze schyłkiem miocenu środkowego. Uzyskane obrazy florystyczne sugerują więc wiek młodszy, aniżeli wynika to z oznaczeń faunistycznych, ślimaków lądowych i słodkowodnych. Pozorną niezgodność w ocenie wieku tłumaczyć można istnieniem zróżnicowanej topografii w ówczesnej Kotlinie, na co uwagę zwraca Watycha (1976). Jego zdaniem dno Kotliny było położone wysoko nad poziomem morza. W związku z tym zbiorowiska roślinne, odzwierciedlone w diagramach pyłkowych, mogły różnić się od zbiorowisk na obszarach niżej położonych, np. na południe od łuku Karpat. Natomiast nie było większych różnic w składzie gatunkowym ślimaków lądowych i słodkowodnych, które znacznie słabiej reagują na zmiany warunków klimatycznych w granicach dwóch pięter wysokościowych.

CHARAKTERYSTYKA PIĘTER NEOGENU W POLSKICH KARPATACH
& ZACHODNICH

Profile podhalańskie znajdują się, jeśli chodzi o obszar paleogeograficzny, w zasięgu geosynklinalnego obszaru alpejskiego, który w Polsce reprezentowany jest przez basen sedymentacyjny Tetydy i Paratetydy (Pożaryska 1976). W stratygrafii neogenu tego obszaru stosowano różne regionalne podziały. Zgodnie z przyjętym obecnie jednolitym podziałem Paratetydy (Cicha,

Tabela 2

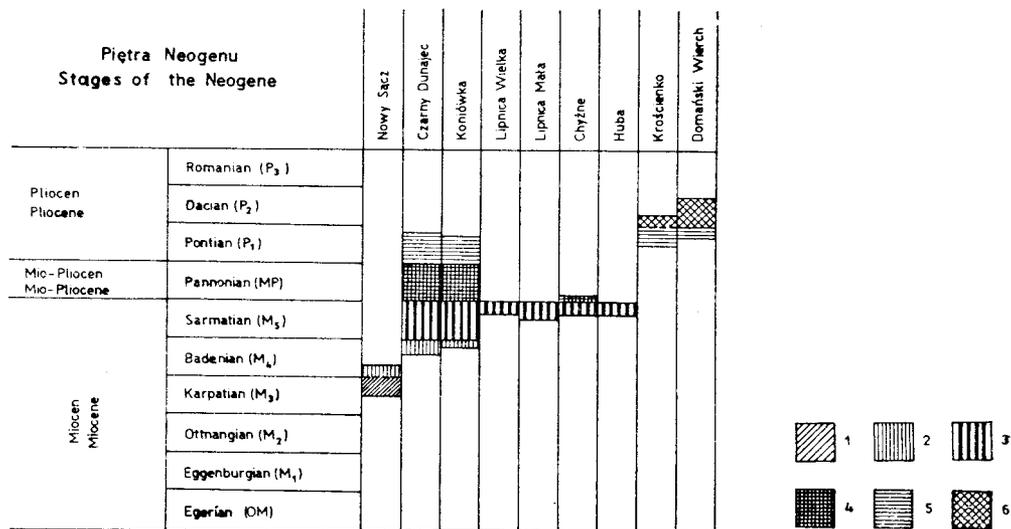
Table 2

Chronostratygrafia neogenu Paratetydy Centralnej
Chronostratigraphy of the Neogene of Central Paratethys

Pliocen	P ₃	Romanian	Pliocen
	P ₂	Dacian	
	P ₁	Pontian	
Mio-pliocen	MP	Pannonian	Mio-pliocen
Miocen	M ₅	Sarmatian	Sarmat s. s.
	M ₄	Badenian	Sarmat? Torton
	M ₃	Karpatian	Torton Helwet górny
	M ₂	Ottningian	Helwet s. s. Burdygał górny
	M ₁	Eggenburgian	Burdygał dolny
Oligocen	OM	Egerian	Szat-Akwitan

Seneš & Tejkal 1967; Cicha & Seneš 1963), zapadlisko przedkarpackie leży w zasięgu Paratetydy Centralnej, stanowiąc na obszarze Polski jej część najbardziej wysuniętą na północ (Ney *et al.* 1974). Niektórzy autorzy sugerują, że zachodnia część zapadliska może być młodszą od wschodniej i że jej rozwój rozpoczął się dopiero w karpacie. Zgodnie z nowym, międzynarodowym podziałem stratygraficznym neogenu Paratetydy Centralnej (tab. 2), przeprowadzono próbę korelacji profili z polskiej części Karpat Zachodnich z piętrami tego schematu (ryc. 9). Korelacja taka pozwala na wyróżnienie i charakterystykę florystyczną następujących pięter:

Karpatian — M_3 . Piętro to charakteryzował duży udział drzew z grupy *Taxodiaceae-Cupressaceae*, oraz innych taksonów trzeciorzędowych, jak *Castanea-Castanopsis*, *Celtis*, *Engelhardtia*, *Platycarya* i *Nyssa*. Panowały rodzaje typowo miocenijskie, brak było natomiast form uważanych za starotrzeciorzędowe, jak np. *Sapotaceae* i *Symplocaceae*. Nie odgrywały także większej roli tzw. rodzaje czwartorzędowe, jak również drzewa szpilkowe z rodziny *Pinaceae*.



Ryc. 9. Korelacja pięter neogenu w polskich Karpatach Zachodnich. 1 — Karpatian (M_3), 2 — Badenian (M_4), 3 — Sarmatian (M_5), 4 — Pannonian (MP), 5 — Pontian (P_1), 6 — Dacian (P_2)

Text-fig. 9. Correlation of Neogene stages in Polish Western Carpathians. 1 — Karpatian (M_3), 2 — Badenian (M_4), 3 — Sarmatian (M_5), 4 — Pannonian (MP), 4 — Pontian (P_1), 6 — Dacian (P_2)

Klimat był umiarkowanie ciepły do subtropikalnego z dużą ilością opadów. Piętro karpatianu, wyróżnione na podstawie wyników badań palinologicznych, znane jest jedynie z osadów słodkowodnych Kotliny Sądeckiej (Oszczypko & Stuchlik 1972).

Badenian — M_4 . Piętro to charakteryzował duży jeszcze udział lasów bagiennych typu *Taxodiaceae-Cupressaceae-Nyssa*. Ustępują stopniowo rodzaje bardziej ciepłolubne, jak *Castanea-Castanopsis*, *Cyrilla* i *Platycarya*, natomiast dużą rolę odgrywała nadal *Engelhardtia*. Wzrastało się znaczenie rodzajów arktyczno-trzeciorzędowych i roślin zielnych, a zwłaszcza *Cyperaceae* i *Pteridophyta*. Charakterystyczny jest duży udział *Alnus kefersteinii*. Klimat był umiarkowanie ciepły i dość wilgotny. Piętro badenianu zostało wyróżnione palinologicznie w profilach z Czarnego Dunajca i Koniówki.

Sarmatian — M_5 . Piętro to cechowało panowanie mezofilnych, wielogatunkowych lasów liściastych. Zmniejsza się znaczenie cypryńskich lasów bagiennych, z równoczesnym wzrostem udziału rodzajów arktyczno-trzecio-

zędowych. Klimat był nadal umiarkowanie ciepły, lecz bardziej suchy w stosunku do pięter starszych. Osady zaliczane do sarmatianu należą do najczęściej spotykanych w polskiej części Karpat Zachodnich. Stwierdzono je w profilach z Czarnego Dunajca, Koniówki, Huby koło Czorsztyna, Lipnicy Małej, Lipnicy Wielkiej i Chyżnego.

Pannonian — MP. Było to piętro odznaczające się dużą zmiennością zbiorowisk roślinnych. Zmniejszył się w tym czasie udział rodzajów trzeciorzędowych na korzyść czwartorzędowych — holarktycznych. Ich stosunek był niestabilizowany i wahał się w granicach 50%. Znamioną cechą jest pojawienie się w Karpatach świerka, który w spektrach pyłkowych występuje obficie i prawdopodobnie tworzył osobne piętro świerkowe. Dużą rolę odgrywały też rośliny zielne. Klimat był również zmienny, zbliżający się do umiarkowanego z cieplejszymi oscylacjami, stosunkowo suchy. Osady pannonianu wyróżnione palinologicznie w profilach z Czarnego Dunajca i Koniówki.

Pontian — P₁. Charakteryzowała go wyraźna przewaga rodzajów czwartorzędowych, z których panującymi były w górach świerk i sosna, a w dolinach *Alnus incana-glutinosa*. Z roślin zielnych dużą rolę odgrywały *Cyperaceae*, *Gramineae* i *Polypodiaceae*. Klimat był umiarkowany do umiarkowanie ciepłego i raczej dość suchy. Osady pontianu wyróżniono palinologicznie w profilach z Czarnego Dunajca i Koniówki.

Dacian — P₂. Jest to piętro przeważającego udziału drzew szpilkowych nad liściastymi. Wśród szpilkowych dominuje *Picea*, domieszkę tworzą rodzaje *Pinus* oraz najbardziej odporne z trzeciorzędowych *Sciadopitys* i *Tsuga*. Wśród drzew liściastych przeważają rodzaje strefy umiarkowanej, a z charakterystycznych dla trzeciorzędu najliczniej była reprezentowana *Pterocarya*. Rośliny zielne występują obficie zarówno pod względem ilościowym, jak i różnorodności gatunkowej. Klimat umiarkowany. Piętro dacianu wyróżniono palinologicznie w osadach z Krościenka i Domańskiego Wierchu.

Dodatkowo nadmienić należy, że z obszaru Kotliny pochodzi profil z Miżernej koło Czorsztyna, w którym dopatrywano się poziomów odpowiadających okresowi plio-plejstoceniowskiemu (Szafer 1954; Szafer & Oszast 1964; Oszast 1970). Zagadnienia tego nie rozważamy pozostawiając go do przedyskutowania po ponownym i opartym na nowym materiale opracowaniu profilu z tego stanowiska.

Polish Academy of Sciences, Institute of Botany, Department of Palaeobotany, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków

Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki, Zakład Paleobotaniki

LITERATURA

- Berger W. 1953. Flora und Klima im Jungtertiär des Wiener Beckens. Z. dt. Geol. Ges., 105: 228—233.
- Birkenmajer K. 1952. W sprawie morskiego miocenu na Podhalu (résumé: La question du Miocène marin de Podhale, Karpates centrales). Roczn. Pol. Tow. Geol., 21: 235—278.

- 1954. Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych w Tatrach, w Pieninach i na Podhalu (summary: Geological investigations of Podhale Neogene, Central Carpathians). Inst. Geol. Biul., 86: 59—79.
- 1958. Przewodnik geologiczny po pienińskim pasie skałkowym. Cz. I i II. Wyd. Geol., Warszawa.
- 1963. Stratygrafia i paleogeografia serii czorsztyńskiej pienińskiego pasa skałkowego Polski (summary: Stratigraphy and Palaeogeography of the Czorsztyń series, Pieniny Klippen Belt, Carpathians in Poland). Stud. Geol. Pol., 9: 1—380.
- Brelie G. V. 1961. Pollenstratigraphische Gliederung und fazielle Entwicklung des jüngeren Tertiärs (Oberoligozän bis Pliozän) in der Niederrheinischen Bucht. *Meyniana*, 10: 75—88.
- Cicha I., Seněš J. & Tejkal J. 1967. Chronostratigraphie und Neostatotypen. Bd. I Karpatien (M₃). Vyd. Slov. Acad. Vied., Bratislava.
- Cicha I. & Seněš J. 1968. Sur la position du Miocène de la Paratethys centrale dans le cadre du Tertiaire de l'Europe. *Geol. Sborn. (Geol. Carpathica)* 19. Bratislava.
- Erdtman G. 1943. An introduction to pollen analysis. Waltham Mass.
- 1960. The acetolysis method. *Svensk. Botan. Tidskr.*, 54: 561—564.
- Halicki B. 1930. Dyluwialne zlodowacenie północnych stoków Tatr (résumé: La glaciation quaternaire du versant Nord de la Tatra). *Państw. Inst. Geol. Spraw.*, 5: 377—534.
- Knobloch E. 1968. Nove rostlinne nalezý z neogenu slovenske časti oravske panve (Zusammenfassung: Neue Pflanzenreste aus dem Neogen des slowakischen Teiles des Orava-Beekens.) *Čas. Mineral. Geol.*, 1: 469—476.
- Knox K. 1942. The use of bromoform in the separation of non-calcareous microfossils. *Science*, 95.
- Książkiewicz M. 1972. Budowa geologiczna Polski. T. 4. Tektonika cz. 3. Karpaty. Wyd. Geol., Warszawa.
- Łańcucka-Środoniowa M. 1963. Stan badań paleobotanicznych nad mioceniem Polski południowej (summary: Palaeobotanical investigations on the Miocene of the southern Poland). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 33: 129—158.
- 1965. Wstępne wyniki badań paleobotanicznych nad neogenem Domańskiego Wierchu i Orawy (summary: Preliminary results of palaeobotanical investigations of the fresh-water Neogene deposits of Domański Wierch and Orawa). *Problematyka naukowa* 36 Zjazdu PTG, Pieniny 1963. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 35: 362—365, 409—410.
- Menke M. 1975. Vegetationsgeschichte und Florenstratigraphie im Pliozän und Frühquartär. *Geol. Jahrb. A*, 26: 3—151.
- Němejc F. 1943. Die bisherigen Ergebnisse der paläobotanischen Forschungen im Quartär der westkarpatischen Gebiete. *Mitteil. Tschech. Akad. Wiss.*, 52: 35—53.
- 1958. Zprava o floristicko-stratigrafických výzkumech v neogenu karpatskem (tyka se hlavne jižního Slovenska (resumé: Note sur les études floristiques et stratigraphiques dans le Neogène des Carpates (concerne surtout le Sud de la Slovaquie). *Zprávy Geol. Výzk. v r. 1958*: 112—114.
- 1967. Paleofloristické studie v neogenu Slovenska (summary: Palaeofloristical studies in the Neogene of Slovakia). *Sborn. Natur. Mus. v Praze. B, Přír. Vědy*, 23: 1—32.
- Ney R., Burzewski W., Bachleda T., Górecki W., Jakóbczak K., & Ślupezyński K. 1974. Zarys paleogeografii i rozwoju litologiczno-facjalnego utworów miocenu zapadliska przedkarpackiego (summary: Outline of palaeogeography and evolution of lithology and facies of Miocene layers on the Carpathian Foredeop). *Wyd. Geol. Pr. Geol.*, 82: 1—65.
- Niedzielski H. 1971. Tektoniczne pochodzenie wschodniej części Kotliny Nowotarskiej (summary: Tectonic origin of the eastern part of the valley of Nowy Targ). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 41: 397—408.
- Oszast J. 1967. Miocenska roślinność złoża siarkowego w Piasecznie koło Tarnobrzega (summary: The Miocene vegetation of a sulphur bed at Piaseczno near Tarnobrzeg, Southern Poland). *Acta Palaeobot.*, 8: 1—29.
- 1970. O wieku stożka Domańskiego Wierchu na podstawie badań palinologicznych (sum-

- mary: On the age of the Domański Wierch cone determined by the palynological methods). Kwart. Geol., 14: 843—846.
- 1973. The Pliocene profile of Domański Wierch near Czarny Dunajec in the light of palynological investigations (Western Carpathians, Poland). Acta Palaeobot., 14: 3—42.
- Oszczypko N. & Stuchlik L. 1972. Miocen słodkowodny Kotliny Sądeckiej. Wyniki badań geologicznych i palinologicznych (summary: The freshwater Miocene of the Nowy Sącz Basin. Results of geological and palynological investigations). Acta Palaeobot., 13: 137—156.
- Paclt J. 1965. Über miozäne Pflanzenreste aus dem Oberarver Becken in der nördlichen Slova-kei. Neues Jahrb. Geol. Paläontol. Monatsh., 6: 351—357.
- Pacltová B. 1960. Rostlinné mikrofosilie (hlavně sporomorfy) z lignitových ložisek u Mydlovar v Československé pánvi (summary: Plant microfossils (mainly sporomorphae) from the lignite deposits near Mydlovary in the Česke Budějovice Basin, south Bohemia). Sbor. Ustr. Ust. Geol., Sv. 25/1958: 109—196.
- 1963. Palynologická charakteristika ledenického souvrstvi (svrchni pliocén) v Třeboňské pánvi v jižnih Čechách (Zusammenfassung: Palynologische Charakteristik der Lednice-Schichten Oberpliozän im Třeboň-Becken in Südböhmen) Sbor. Geol. Ved Paleontol., 2: 7—55.
- Planderová E. 1966. Mikropaleobotanické spracovanie terciérnych sedimentov z oblasti vnútrokarpatských kotlín na Slovensku (summary: Micropalaeobotanic elaboration of Tertiary sediments in the area of Inner-Carpathian basins in Slovakia). Biol. Prace, 13/3: 3—93.
- 1967. Palynologische Charakteristik der Karpatischen Serie. Chronostratigraphie und Neostratotypen, M₃ Karpatien, 1: 269—285. SAV, Bratislava.
- 1970. Palynological characteristic of Neogene sediments in the area of the West Carpathians, Slovakia, ČSSR. Palaeont. Abh., B., 3: 641—648.
- 1972. Pliocene sporomorphs from the West Carpathians Mountains and their stratigraphic interpretation. Geol. Práce, Zprávy, 59: 209—283.
- Planderová E. & Gabrielová N. 1975. Biocones of Neogene stages from viewpoint of micropaleobotany. In Biozonal division of the Upper Tertiary basins of the Eastern Alps and West Carpathians. Proc. VIth Congr.,: 101—109. Bratislava.
- Planderová E. & Snopková P. 1970. Mikropaleobotanický výskum terciéru Bojniconovákkej oblasti (summary: Micropalaeobotanical investigation of Tertiary of the Bojnice-Nováky area). Geol. Práce, Zprávy, 52: 301—343.
- Plewa K. 1969. Analiza pokryw zwirowych w Domańskim Wierchu. Spraw. Pos. Kom. PAN, 12: 237—239.
- Požaryska K. 1976. Struktura i ewolucja polskiej części południowo-zachodniego trzeciorzędowego basenu europejskiego (summary: Structure and evolution of Polish part of NW European Tertiary Basin). Przegl. Geol., 24: 400—403.
- Raciborski M. 1892. Zapiski paleobotaniczne. Kosmos 17: 526—535.
- 1893. Flory kopalne Polski (rękopis).
- Raniecka-Bobrowska J. 1957. Rodzaj *Decodon* J. P. Gmel. z polskiego neogenu (summary: *Decodon* J. F. Gmel. from the Polish Neogene) Inst. Geol. Pr., 15: 77—86.
- 1966. Obraz dolno-miocenkich flor SW Polski. Kwart. Geol., 10: 1101—1102.
- 1970. Stratygrafia młodszego trzeciorzędu Polski na podstawie badań paleobotanicznych (summary: Stratigraphy of Late Tertiary of Poland on the basis of palaeobotanical research) Kwart. Geol., 14: 728—753.
- Snopková P. 1961. Palynologický výskum neogénnych sedimentov z okolia Štúrova, Nových Zámkov a Považia (summary: Palynological investigation of the Neogene sediments of the Štúrovo, Nové Zámky and Povože area). Geol. Práce, Zprávy 23: 215—231.
- Szafer W. 1938. Eine pliozäne Flora in Krościenko am Dunajec. Bull. Ac. Pol. Sc. Lett. Ser., B.,: 82—90.
- 1946, 1947. Flora plioceńska z Krościenka nad Dunajcem (summary: The Pliocene flora of Krościenko in Poland). Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU, 72: cz. I: 1—162, cz. II: 1—213.

- 1950. Przewodnik do wycieczki na Podhale 22 Zjazdu Pol. Tow. Geol. w r. 1949 (résumé: Guide d'excursion en Podhale de la 22 Réunion de la Société Géologique en 1949). Roczn. Pol. Tow. Geol., 19: 505—508.
- 1952. Młodszy trzeciorzęd Podhala i jego stosunek do plejstocenu (summary: The young Tertiary of the Podhale and its relation with the Pleistocene). Inst. Geol. Biul., 56: 555—556.
- 1954. Pliocenińska flora okolic Czorsztyna (summary: Pliocene flora from the vicinity of Czorsztyn, West Carpathians). Inst. Geol. Pr., 11: 1—283.
- 1961. Miocenińska flora ze Starych Gliwic na Śląsku (summary: Miocene flora from Stare Gliwice in Upper Silesia). Inst. Geol. Pr., 33: 1—206.
- Szafer W. & Oszał J. 1964. The decline of Tertiary plants before the maximal glaciation of the West Carpathians. Reports of the VIth Intern. Congr. on Quaternary, Warsaw 1961, Palaeobot. sect.: 479—482.
- Tran Dinh Nghia 1974. Palynological investigations of Neogene deposits in the Nowy Targ-Orawa Basin (West Carpathians, Poland). Acta Palaeobot., 15: 45—87.
- Urbaniak J. 1960. Wiercenie na Domańskim Wierchu koło Czarnego Dunajca (summary: The borehole at Domański Wierch near Czarny Dunajec, Podhale area). Kwart. Geol., 4: 787—799.
- Watycha L. 1976. Neogen niecki orawsko-nowotarskiej (summary: The Neogene of the Orawa-Nowy Targ Basin). Kwart. Geol., 20: 575—587.
- Woźny E. 1976. Stratygrafia młodszego trzeciorzędu niecki orawsko-nowotarskiej na podstawie makrofauny słodkowodnej i lądowej (summary: Stratigraphy of the younger Tertiary in the Orawa-Nowy Targ Basin on the basis of fresh-water and continental macrofauna). Kwart. Geol., 20: 589—595.
- Zastawniak E. 1972. Pliocene leaf-flora from Domański Wierch near Czarny Dunajec, Western Carpathians, Poland. Acta Palaeobot., 13: 1—73.

SUMMARY

THE NEOGENE VEGETATION OF THE PODHALE (WEST CARPATHIANS, POLAND)

ABSTRACT. Palynological investigations on two deep Neogene profiles from the Nowy-Targ-Orawa Basin were carried out. On the basis of the composition of flora, several floristic and climatic phases have been distinguished. The Miocene/Pliocene boundary was one of the most interesting and important fact, established here for the first time in the Podhale region. The palynological profiles of the Polish Western Carpathians have been correlated with the international stratigraphic scheme for the Neogene of the Central Paratethys.

GEOLOGY AND POLLEN DIAGRAMS

The paper presents the results of the palynological investigations on the deep Neogene profiles from Czarny Dunajec and Koniówka in the Nowy Targ — Orawa Basin, Polish Western Carpathians. They are situated in the Czarny Dunajec river valley not far from each other. Both of them have been built of fluvial sediments composed mainly of dusty clay and clay with an admixture of fine-medium and coarse-grained sands, sometimes of gravels and pebbles. At some levels there are strata of organic material such as plant detritus, lignites and brown coal. The character of the sediments and structure of the

consecutive horizons indicate that this sediment accumulated under special conditions of slow deepening of the Basin. The substratum of the Nowy Targ-Orawa Basin is formed of the Jurassic and Cretaceous rocks of the Pieniny Klippen Belt in the southern part (Koniówka) and Flysch rocks of the Magura unit in the central part (Czarny Dunajec) (Text-fig. 2.).

For the palynological investigations 1200 samples from the core of the about 1000 m deep profile at Czarny Dunajec and 316 samples from the profile at Koniówka have been collected. The majority of samples were pollenless or contained only scant sporomorphs. Only in 200 samples from the profile at Czarny Dunajec and 85 from Koniówka was the frequency of sporomorphs high enough to allow calculations of per centage pollen spectra. Pollen diagrams have, therefore, been presented in form of histograms (Text-figs. 3, 4¹, 5.). Per centages for the diagrams were calculated with respect to the total sum of sporomorphs, spores of *Pteridophyta* exclusively. Values below 1% and samples which showed less than 50 sporomorphs, are marked with +.

THE CHARACTERISTIC OF THE VEGETATION

The results of the palynological investigations on sediments of deep profiles from the Nowy Targ-Orawa Basin, permit the reconstruction of the vegetation in a relatively extensive area of the Basin, during the period in which the accumulation of the examined sediments took place. Generally the forest assemblages predominated in the vegetation cover of the examined area. They were differentiated in ecology and floristic composition in various parts of the Basin and in different periods. The differentiation was conditioned by the topography and habitats, especially as regards the ground-water level and richness in nutritive components in the soil.

The low-lying sites of humus-peaty soils with periodically stagnant water on their surface, were covered by swamp forests with a prevalence of *Taxodiaceae-Cupressaceae* type, composed for the most part of *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Cunninghamia* and *Nyssa*. These forests were very dense and conditions were not suitable for the development of herbaceous plants. The many brown coal intercalations present in the examined profiles testify, that these marshy-bog forest communities had grown during the whole time of the sediment accumulation. The significance of these plant communities diminished in the top parts of the Czarny Dunajec, Koniówka and OH-1 profiles, only. Similar forest associations were described from other localities of the Podhale region, e. g. from Huba near Czorsztyn (Oszast 1973), Lipnica Mała, Lipnica Wielka and Chyżne (Tran-Dinh Nghia 1975). Taking into consideration the distances between Huba in the eastern part of the Basin and the other profiles (Czarny Dunajec, Koniówka, Lipnica Mała, Lipnica Wielka and Chyżne) of the central

¹ Text-figs. 3 and 4 are under the cover.

and western part, it may be concluded that an extensive area in the Podhale region was covered by this swamp forest. Many outcrops of brown coal horizons observed along the river Czarny Dunajec and Czarna Orawa and its confluents testify to the existence of these plant formations in the past.

At the present time similar forest communities exist in the low-lying coastal zones of the eastern and south-eastern regions of North America. In the south-eastern Asia, for example in Vietnam similar swamp forests are also developed in marshy mountain valleys, but *Glyptostrobus* predominates in them not *Taxodium*.

In the close vicinity of the *Taxodiaceae-Cupressaceae-Nyssa* forests in the Nowy Targ-Orawa Basin, in slightly drier habitats and on humus-peaty but periodically flooded soils, other plant communities developed. These were brushwood communities of *Betulaceae-Myricaceae-Cyrillaceae* with a large proportion of herbaceous plants, mainly *Cyperaceae* and *Gramineae*. *Cercidiphyllum*, *Liquidambar* and *Decodon* might also have been components of this scrub. An admixture of *Decodon* is especially interesting. The only contemporary species *Decodon verticillatum* grows in North America in brushwood and grass associations, in swampy valleys of slow flowing rivers and streams. There it forms a *Decodon-Cicania* grass association (Szafer 1946—1947, 1952; Raniecka-Bobrowska 1957).

On flat terrain and on slightly undulating slopes, on well drained but sufficiently damp mineral soils, as well as on alluvial and muddy soils in river valleys, forests with a large proportion of *Alnus*, *Populus*, *Salix*, *Platanus*, *Pterocarya* and probably of *Liquidambar*, developed. The signs of the past existence of this type of forests can be traced in different parts of the examined profiles. The floristic composition of these forests was only slightly changed in the upper and lower parts of the profiles. In the younger ones the significance of *Liquidambar* and *Platanus* diminished while the trees of temperate climatic zone begun to play a greater role.

The forests most luxuriant highly differentiated as regards floristic composition occupied more dry habitats in the Basin and on surrounding slopes. These were mostly deciduous forests with an admixture of evergreen species. They included many genera of the families *Fagaceae*, *Juglandaceae*, *Ericaceae* and *Leguminosae*, and genera as *Liriodendron-Magnolia*, *Tilia* and others. They were accompanied by *Betula*, *Pinus* and *Tsuga* which may have formed a specific floristic zone in the mountains. In general high trees predominated in the forests of the examined area, but beside them on warm slopes thermophilous brushwood developed. They comprise many low-growing oaks and numerous shrubs of the families *Rhamnaceae* and *Rosaceae*, genera *Corylopsis*, *Fothergilla*, *Ilex*, *Parrotia* and *Staphyllea*. They were differentiated depending on soil humidity. The genus *Parrotia* may have been a common component in those low-growing forest communities preferring fertile and suitably wet habitats. The only contemporary species *Parrotia persica* grows in Persia and in the Caucasus, but as a fossil plant, has often been found in Neogene floras

of southern and western Europe. Depending on the degree of humidity or dryness of the habitat these brushwood communities may be enriched by *Rhamnus*, *Cornus*, *Diospyros*, *Elaeagnus* and *Ostrya*. The genus *Rhododendron*, which represents the arcto-tertiary element may have grown both in the forests and in the brushwood. The family *Araliaceae* may also have been represented here, comprising herbaceous plants as well as shrubs and trees. The climbers also played a certain role in these forests. Pollen grains of the genera *Parthenocissus* and *Vitis* have been noted in the pollen spectra.

In the analysed flora genera of the warm-temperate climatic zone prevailed, comprising mostly arcto-tertiary plants. But no plants of a tropical climate have been found in the examined floras. Herbaceous plants and *Pteridophyta* represent a cosmopolitan element. Aquatic and shore plants represented by pollen of *Myriophyllum*, *Potamogeton* and *Sparganium-Typha* were found sporadically and in such small amounts that it may be concluded there were no great, open water reservoirs in the area under study.

AGE OF EXAMINED SEDIMENTS

The deepest and most complete profile from Czarny Dunajec will be taken as the basis for the discussion of the age of the examined sediments. The profiles from Koniówka and OH-1 of the western part of the Orawa in Slovakia, as well as these from Lipnica Mała, Lipnica Wielka and Chyżne will be used as auxiliary material, aiding in the reconstruction of the picture of the vegetation cover of that time in the Nowy Targ-Orawa Basin.

The pollen diagram of Czarny Dunajec is bipartite. The diverse character of two parts, as regards floristic composition and climatic requirements qualifies them distinctly as Miocene in the lower part of the profiles, and Pliocene in upper.

The simplified summaric pollen diagrams were drawn to maintain an uniform basis for comparison, according to Oszast (1973) for the purpose of comparing the Neogene floras of southern Poland (Text-figs. 6, 7, 8). A more detailed analysis of the vegetation preserved in the Czarny Dunajec profile enables the distinction of several phases of development of the flora and vegetation during the Neogene in the Nowy Targ-Orawa Basin:

Phase I — corresponds to the older part of the profile from the bottom (920 m) to about 848 metres in depth. It is characterized by the prevalence of Tertiary taxons as opposed to others (Text-fig. 6). The dominant plant group was *Taxodiaceae-Cupressaceae*. Among the *Angiospermae*, the genus *Engelhardtia* played a significant role. *Cyperaceae* and *Pteridophyta* grew abundantly. The climate of that time was warm and humid. In the Koniówka profile that phase was rather poorly represented. It comprises the part from the bottom (456-70 m) to the 444 m in depth. Samples from 659 m and 419 m in depth testify to the existence of this floristic phase in profile OH-1. They

were characterized by the abundance of *Engelhardtia* (20 %) and of *Osmundaceae* and *Polypodiaceae* sporomorphs.

The age of the phase I of these profiles, can be determined as Badenian (M_4). This age estimation is founded on as wide a comparable basis as possible and deals with the Neogene floras of an extensive area of the Slovakian Western Carpathians (Planderová 1966; Planderová & Snopková 1970; Planderová & Gabrielová 1975), the Nowy Sącz Basin situated eastwards of Podhale (Oszczypko & Stuchlik 1972) and still more distinctly situated in the north-east Piaseczno (Oszast 1967).

Phase II — comprises the samples from 848 m to about 565 m depth of the profile. It is characterized by great floristic richness and abundance of various Tertiary taxons. The dominant plant communities were forests composed of a large number and variety of genera, mostly deciduous trees and shrubs. The climate was warm-temperate, basically similar to that in phase I, but somewhat drier. In the Koniówka profile the samples from the part between 444 m and 265 m correspond to this phase. In the OH-1 profile it does not been distinguished.

The Miocene profiles of Lipnica Mała, Lipnica Wielka and Chyżne elaborated by Tran Dinh Nghia (1974) present a similar picture of vegetation both as to the qualitative and quantitative share of Tertiary taxons. This same character of climate and vegetation can be observed in the pollen diagram from Huba near Czorsztyn, determined by Oszast (1973) as Miocene. In all the above mentioned pollen diagrams the sum of Tertiary plants exceeds 50 % of all sporomorphs. Taking into consideration all these traits it may be concluded, that the profiles in which phase II is presented may be considered to correspond to the youngest Miocene stage, the Sarmatian (M_5).

There is a distinct floristic difference between the bottom part (phases I and II) and the top of the profile. The general character of the vegetation has changed. Some groups of genera which were significant in the bottom part of the profiles have disappeared, and the specific composition has clearly became poorer. This concerns especially some genera of the swamp forests such as *Nyssa*, which was only noted in the Miocene part in the Czarny Dunajec profile and occurred sporadically in Koniówka. But the dynamics of the whole group of taxons formed the bulk of vegetation at that time is more significant than the role of particular taxons. From the 120 taxons determined in the discussed flora 35 % of genera do occur in the Miocene part of the profiles or exclusively in their maximal value. These are mainly typical Miocene trees and shrubs of a warm climate. Among others there are taxons, which though constantly in evidence in the diagrams, occur in considerably smaller number, usually being represented as an admixture in different types of forests. They are both "miocene" and "pliocene" genera, even those which also occur in the oldest Pleistocene such as *Tsuga*, *Sciadopitys* and *Pterocarya*. This characteristic distribution of sporomorphs in the diagrams is synchronous with the impoverishment of the Pliocene forests.

Excluding the *Taxodiaceae-Cupressaceae* group as an ecological peculiarity, it can be seen, that the proportion of coniferous trees (*Pinus* with a preponderance of *Pinus haploxyylon* type) in the Miocene part of the profiles does not exceed 25% of all sporomorphs. The contrary is true of the Pliocene, where the *Coniferae* are predominated.

Phase III — comprises the samples from the 565 m to 478 m in depth of the Czarny Dunajec profile. It is characterized by a marked instability of plant communities and by the appearance of new genera connected with a temperate climate. The proportion of Tertiary plants decreased in comparison with the bottom part of the profile, and oscillates at about 50%. Moreover, it changes most from horizon to horizon. In some samples the Tertiary genera predominate and in that nearest to it the Quaternary are dominant. Some genera disappeared and recurred again, giving a very instable picture of vegetation. A distinctive feature at this time was the appearance of *Picea*. In the Miocene part it does not occur at all or only sporadically and in very small amounts, as if it signaled the appearance of that tree in the vegetation cover. From that time *Picea* became a dominant component in the pollen spectra. In Koniówka the segment of the profile which corresponds to phase III is very poor in pollen and it is rather difficult to characterize it with exactitude.

In the geological profiles there are no traces of changes, which could explain this unstable balance in plant successions. It seems to be comprehensible only in the light of alternating climatic oscillations. The Pliocene floristic composition shows that the climate of the "intermediate" zone, was not strong enough to cause the rapid fundamental change of the whole flora. It seems to be a period of several climatic oscillations of the warm temperate climate becoming temperate.

Taking into consideration a fairly long segment of the profile synchronous with this period, it must be admitted that a long time undoubtedly passed before Pliocene plant communities attained the stability expressed by the variegated appearance of its forests in comparison with those of the Miocene. This suggests that the "intermediate" zone concerned one more Neogene stage preserved in the examined profiles, the Mio-Pliocene stage (Pannonian MP).

The problem of the Miocene/Pliocene border has been discussed by many authors, but not on the basis of one deep profile. Berger (1953) characterized this border on the basis of data obtained by studying a foliaceous flora. Brellie (1961) and Menke (1975) have considered it on a palynological basis. In the pollen diagrams from the area of north-western Europe, Menke is inclined to draw it in the zones of pollen diagrams, where the upper limit of the occurrence of the typical Miocene genera can be marked. As those the author gives *Engelhardtia*, *Rhoipites pseudocingulum*, *Quercoidites henrici*, *Quercoidites microhenrici*. But for the most part this border has so far been determined on the faunistic basis. Thus, opportunity of observing successive plant development from the Miocene through Mio-Pliocene to the Pliocene in one deep profile is of great importance.

Phase IV — comprises the top segments of the profiles. In the Czarny Dunajec profile there are samples from 375 m in depth to the uppermost part of Tertiary sediments, that is to 28 m in depth. Samples between 478 m and 375 m in depth were, except two only, pollenless. In the summaric and simplified pollen diagrams (Text-fig. 6) the Quaternary genera prevail over the Tertiary ones and simultaneously the amount of herbaceous plants increases. The most significant feature of this phase is the dominance of coniferous trees, especially of *Picea* and *Pinus*, which were characteristic at that time for the Carpathians Mountains. The proportion of deciduous and more thermophilous trees declined. Among the *Angiospermae* the *Alnus incana-glutinosa* type is abundantly represented. The proportion of the *Pteridophyta* increased. The climate was still warm but drier and cooler as that at the end of the Miocene. The comparison of the vegetation of phase IV with other Neogene floras of the Western Carpathians elaborated by Szafer (1954), Planderová (1972) and Oszaś (1973) permits the determination of the age of this phase as the Lower Pliocene, the Pontian stage (P₁).

On the basis of data on fresh-water and continental snails in the Nowy Targ-Orawa Basin, Woźny (1976) distinguished the following stages: Lower Miocene, Middle and Upper Miocene and Pliocene. Current palynological investigations supply no justification for the presence of Lower Miocene vegetation. Neither in Czarny Dunajec nor in Koniówka have the sporomorphs of tropical plants been found. Vegetation of that type could exist in the regions situated south of the Western Carpathians. The oldest stage preserved in the Czarny Dunajec profile could be placed close to the Middle Miocene. The floristic pictures suggest sediments of a younger age in comparison with the results of faunistic (fresh-water and continental snails) estimates.

The various views as to the age of the discussed sediments are only apparently in disagreement. It can be explained, as Watycha (1972) points out, by the specific topography at that time. According to this author the bottom of the Nowy Targ-Orawa Basin was situated at a considerable height above sea level. As a result the plant communities shown in the pollen diagrams may have differed, at least within the limits of one climatic zone, from those growing in the lowlands south of the Carpathian Mountains. Terrestrial and fresh-water snails, on the contrary do not express these differences, because they do not react to the climatic changes within the limits of even two altitude zones in the mountains.

CHARACTERISTIC OF THE NEOGENE STAGES IN THE POLISH WESTERN CARPATHIANS

From the palaeogeographical point of view the profiles from the Podhale region, lay in range of the geosynclinal region of the Alps, which in Poland is represented by the southern basin of the Tethys and Paratethys (Pożaryska 1976). According to the new chronostratigraphy of the Central Pa-

ratethys (Cicha, Seneš & Tejkal 1967; Cicha & Seneš 1968), a correlation of all Neogene profiles of the Polish Western Carpathians has been made (Tab. 2). On the palynological basis the following Neogene stages may be characterized:

Karpatian — M_3 , characterized by a great proportion of *Taxodiaceae-Cupressaceae* and other Tertiary genera such as *Castanopsis-Castanea*, *Celtis*, *Engelhardtia*, *Nyssa* and *Platycarya*. This was a period when typical Miocene genera dominated, while these considered as old Tertiary forms such as *Sapotaceae* and *Symplocaceae* were absent. The coniferous trees of the *Pinaceae* family played no greater role in the forests in that time. The climate was warm-temperate with a tendency to the subtropical, with high rainfall. The Karpatian stage was described from only one profile of fresh-water sediments in the Nowy Sącz Basin (Oszczytko & Stuchlik 1972).

Badenian — M_4 . In this period swamp forests of the *Taxodiaceae-Cupressaceae-Nyssa* type still played a significant role. Some more thermophilous genera such as *Castanea*, *Castanopsis*, *Cyrilla* and *Platycarya* disappeared slowly while *Engelhardtia* still played an important role. The significance of the arcto-Tertiary group of species clearly increased in the flora. Among the herbaceous plants the *Cyperaceae* and *Pteridophyta* occurred. The climate was warm-temperate and fairly humid. This stage has been noted in the Czarny Dunajec and Koniówka profiles.

Sarmatian — M_5 . This was a period of the dominance of mesophytic deciduous forests, which were very rich in species. The proportion of arcto-Tertiary genera increased. The climate was still warm-temperate but drier than in the two previous stages. The sediments of the Sarmatian have often been found in the Polish Western Carpathians. They have been examined in several profiles at Czarny Dunajec, Koniówka, Huba near Czorsztyn, Lipnica Mała, Lipnica Wielka and Chyżne.

Pannonian — MP. (the transitory zone between Miocene and Pliocene). This was the period of greatest change in plant communities. The role of Tertiary genera clearly decreased giving way to those of the Quaternary. The mutual relations of these two groups oscillated at about 50%. A characteristic feature of that period was the appearance of *Picea*, which was in the pollen spectra very rich represented. This was the period during which a mountain floristic zone of *Picea* forests formed. Herbaceous plants also played a major role. The climate was basically temperate but labile with alternating warmer oscillations. It was also relatively dry. This stage has been determined palynologically in the Czarny Dunajec and Koniówka profiles.

Pontian — P_1 . This shows a distinct predominance of Quaternary genera. In the mountains the forests consisted mainly of *Picea* and *Pinus*, in the valleys *Alnus incana-glutinosa* forests developed. Among the herbaceous plants *Polypodiaceae*, *Cyperaceae* and *Gramineae* were predominated. The climate was temperate and rather dry. The sediments corresponding to the Pontian stage derive from the Czarny Dunajec and Koniówka profiles.

Dacian - P₂. This was the period of the predominance of coniferous trees. The main component of the forests was *Picea* with an admixture of *Pinus* and some most resistant Tertiary genera such as *Sciadopitys* and *Tsuga*. Among the *Angiospermae* the most significant were genera of the temperate zone, while of the Tertiary genera *Pterocarya* was most abundantly represented. Herbaceous plants were more frequent and also more differentiated as to the composition of species. The climate was temperate. This stage has been determined in the sediments of the Krościenko and Domański Wierch profiles.

Finally, it should be mentioned, that in the investigated terrain, the profile at Mizerna near Czorsztyn, in which the transition between Pliocene and Pleistocene has been distinguished, was elaborated (Szafer 1954; Szafer & Oszast 1964; Oszast 1970). This problem will not be discussed as a new elaboration of this profile is planned.

TABLICE

PLATES

Wszystkie mikrofotografie $\times 1000$ o ile nie zaznaczono inaczej, wykonane zostały przy użyciu mikroskopu Amplival (nr fabr. 535182) spod imersji (obiektyw apochromat $100\times$ n.a. 1,32, okulary projekcyjne 4:1, 6,3:1).

All photomicrographs $\times 1000$, unless otherwise specified, have been taken using the Amplival microscope (nr 535 182), oil immersion (objective apochromat $100 \times$ n.a. 1.32, eye-piece projective 4:1,6.3:1).

Objaśnienie opisu tablic Explanation of plate description

Cz. D. = Czarny Dunajec.

K. = Koniówka.

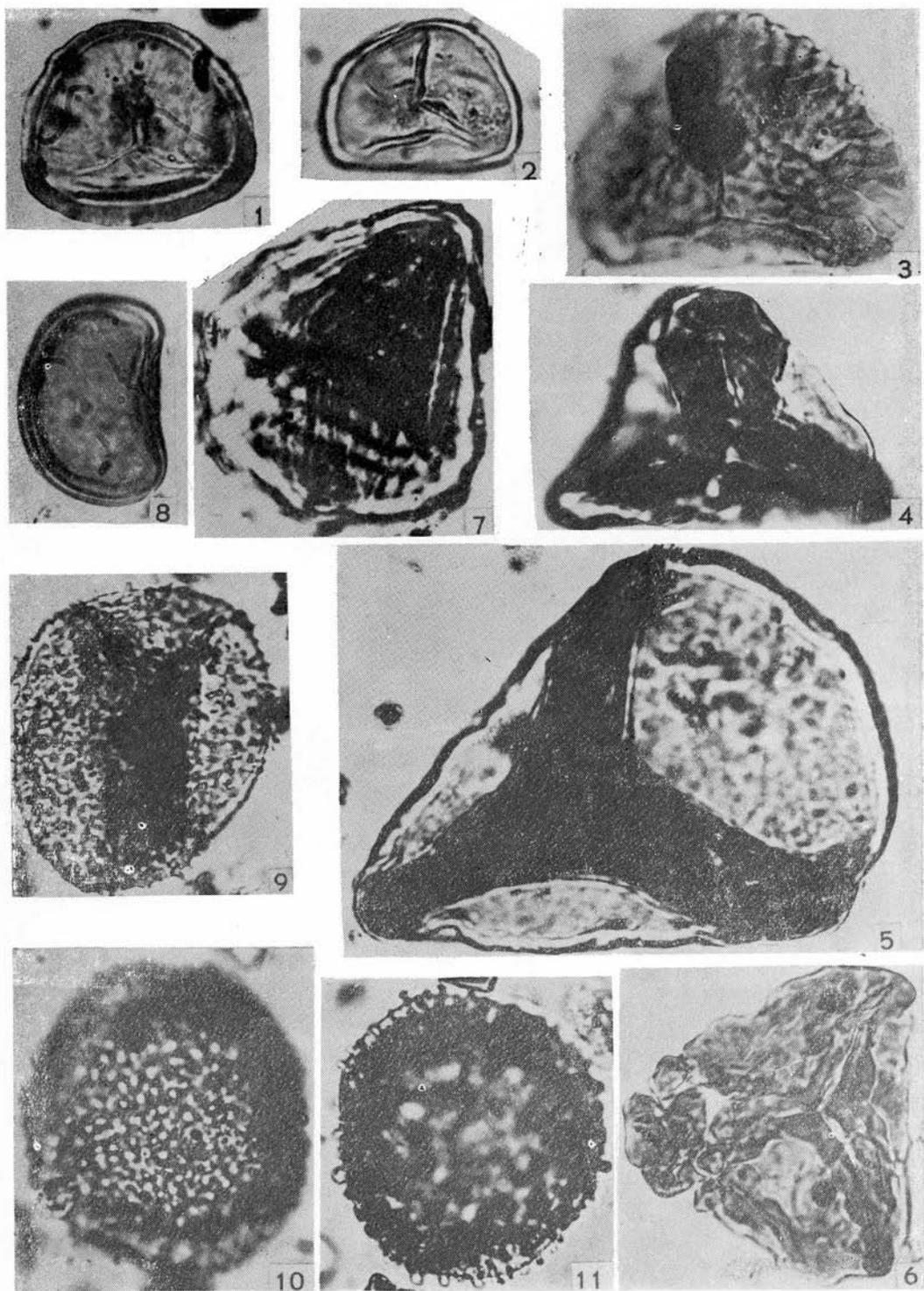
Liczba po skrócie miejscowości = głębokość próby (w metrach); cyfra rzymska (I—V) = kolejny preparat; znak po średniku = współrzędne stolika krzyżowego mikroskopu, wyznaczające położenie sporomorfy w preparacie.

Number after abbreviation of locality = depth of the sample (in metres); Roman numerals (I—V) = serial number of the slide; the sign after semicolon = position of the sporomorph on the microscope cross-table.

Tablica I

Plate I

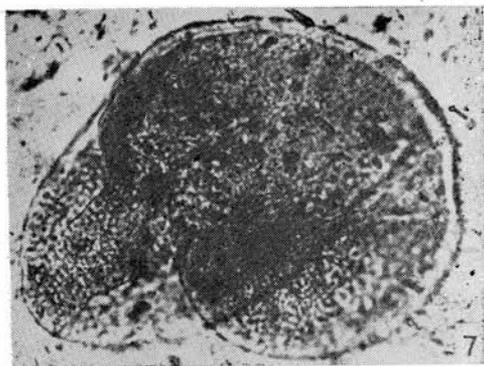
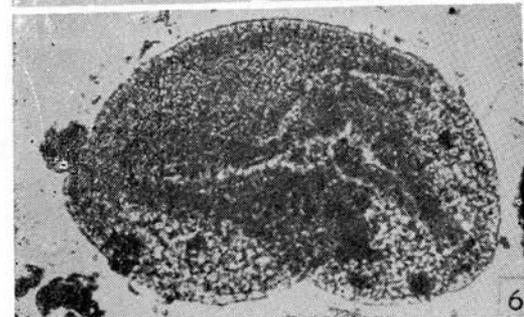
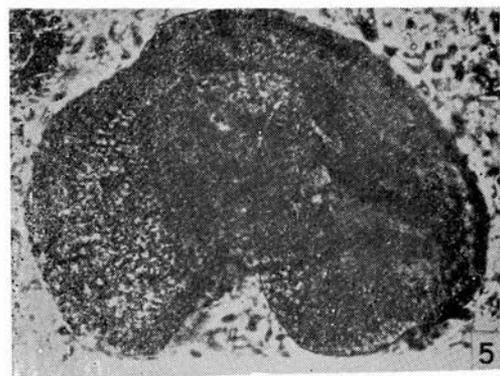
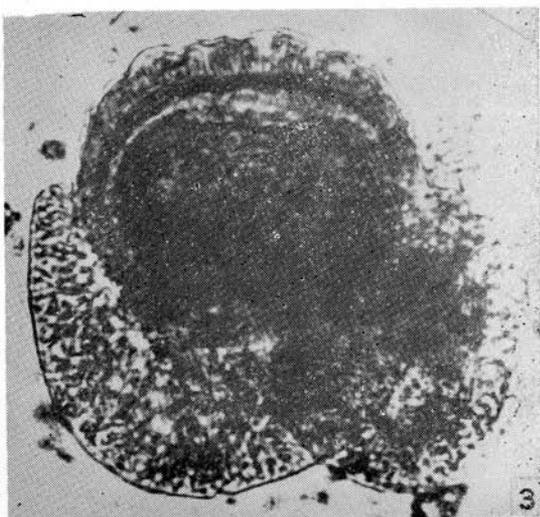
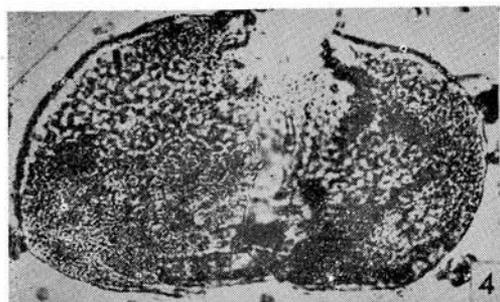
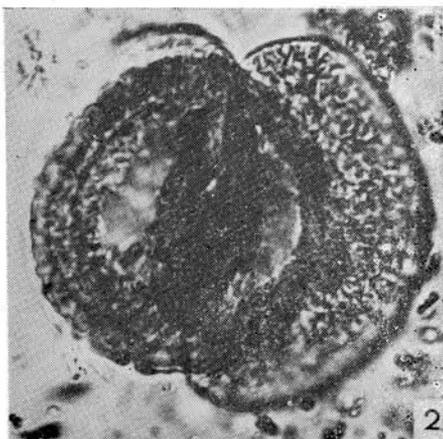
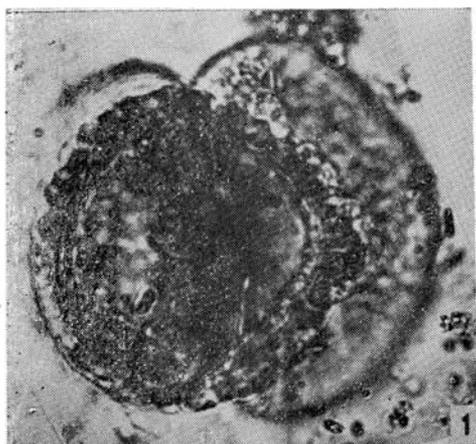
1. *Sphagnum*, Cz. D. 707, 3 m, IV, 112, 3/20,5
2. *Sphagnum*, Cz. D. 628,9 m, I, 104,9/21,4
3. *Lygodium*, Cz. D. 745,3 m, III, 107,2/24,1
4. *Toroisporis*, K. 340,6 m, II, 96,4/21,5
5. *Toroisporis*, K. 340,6 m, II, 93,2/9,1
6. *Spora incertae sedis*, Cz. D. 722,3 m, IV, 117,0/21,6
7. *Mohria*, K. 44, 1 m, II, 89,7/14,0
8. *Polypodiaceae*, Cz. D. 707,3 m, III, 100,0/8,2
9. *Osmunda*, K. 451,8 m, V, 86,9/19,5
- 10—11. *Osmunda*, K. 451, 8 m, I, 87,4/16,0



Tablica II

Plate II

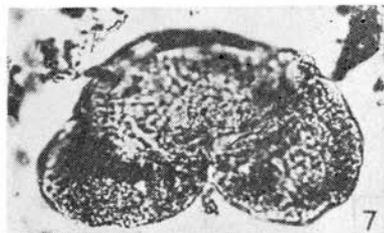
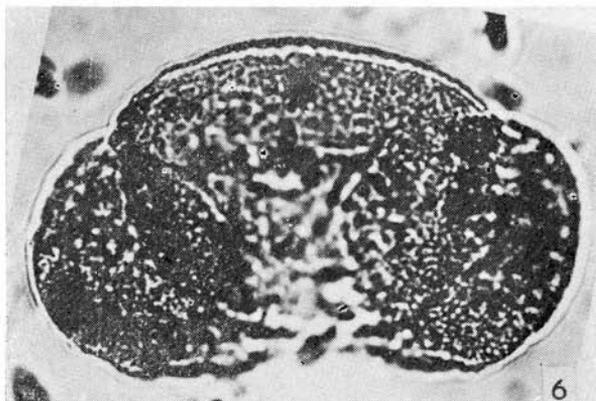
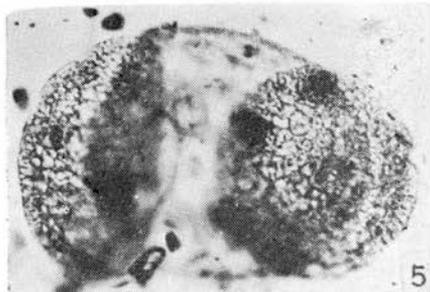
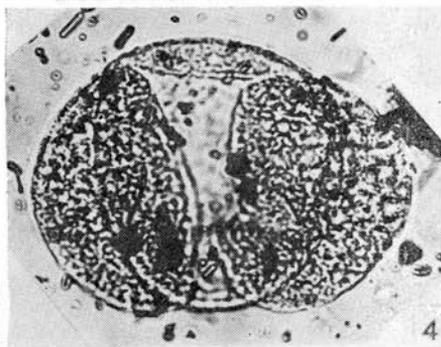
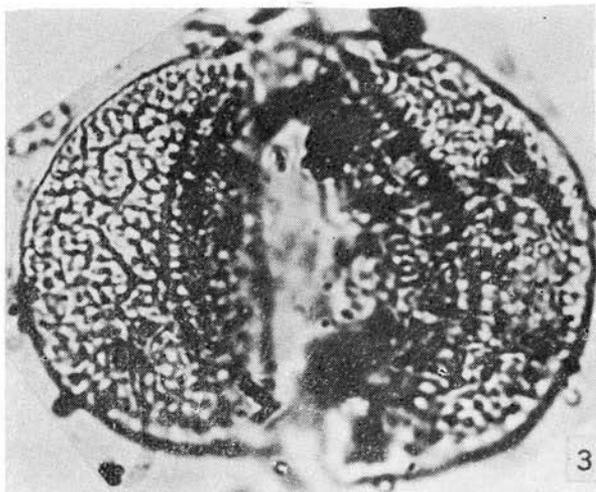
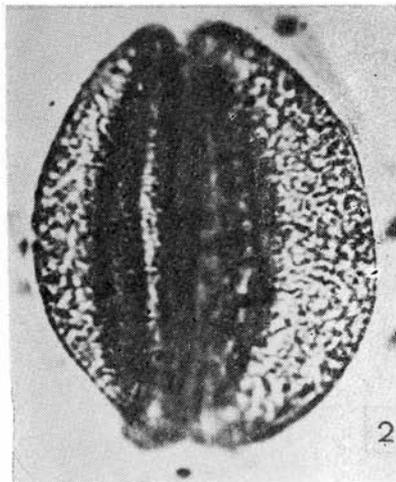
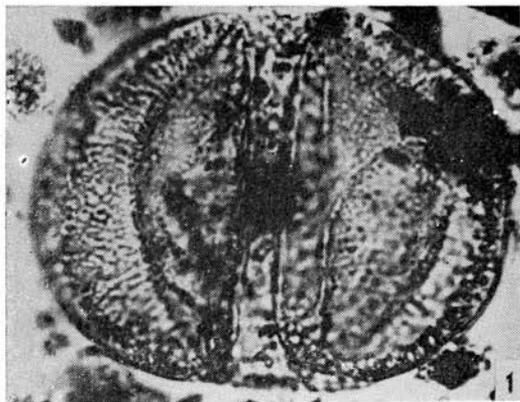
- 1—2. *Abies*, Cz. D. 787,6 m, II, 99,6/15,4
3. *Abies*, 500×, Cz. D. 787, 6 m, II, 106,1/21,4
4. *Picea*, 500×, K. 451,8 m, V, 90,9/21,7
5. *Picea*, 500×, Cz. D. 305,3 m, II, 110,3/16,6
6. *Picea*, 500×, Cz. D. 162,3 m, I, 114,2/22,0
7. *Picea*, 500×, Cz. D. 272,0 m, I, 111,0/14,7



Tablica III

Plate III

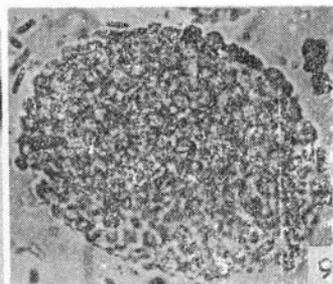
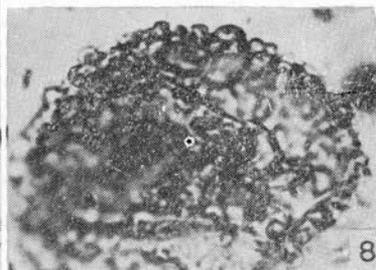
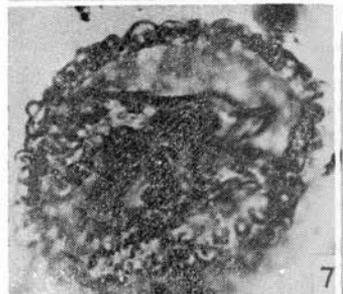
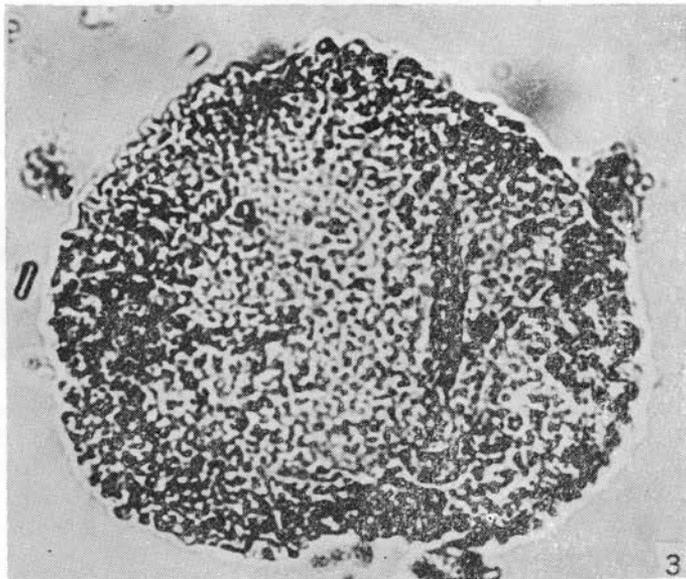
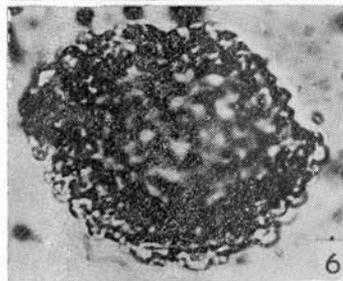
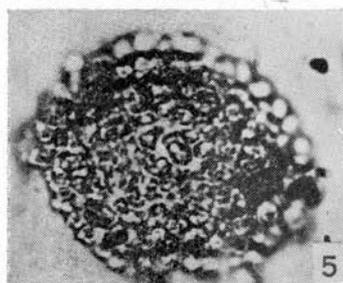
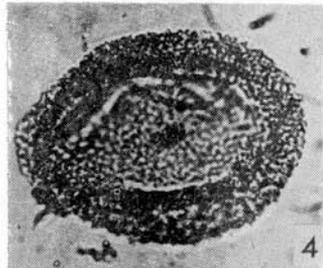
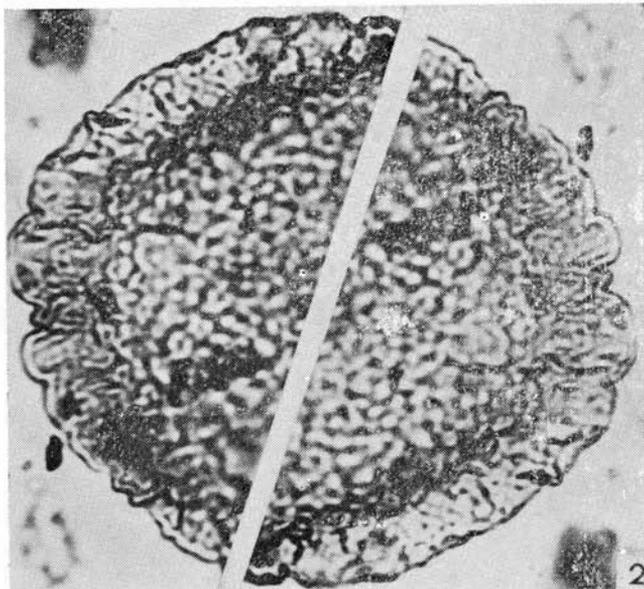
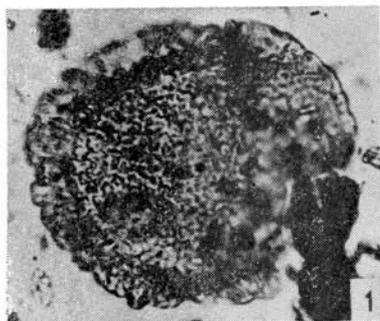
1. *Pinus t. haploxyton*, Cz. D. 753,6 m, III, 107,5/17,0
2. *Pinus t. haploxyton*, Cz. D. 733,9 m, I, 111,0/18,3
3. *Pinus t. haploxyton*, Cz. D. 638,7 m, IV, 105,5/5,8
4. *Pinus t. silvestris*, Cz. D. 638,7 m, I, 109,5/14,2
5. *Pinus t. silvestris*, Cz. D. 638,7 m, III, 105,0/13,2
6. *Pinus t. silvestris*, K. 43,2 m, III, 111,1/20,2
7. *Pinus t. silvestris*, 500×, K. 451,8 m, V, 91,7/21,4



Tablica IV

Plate IV

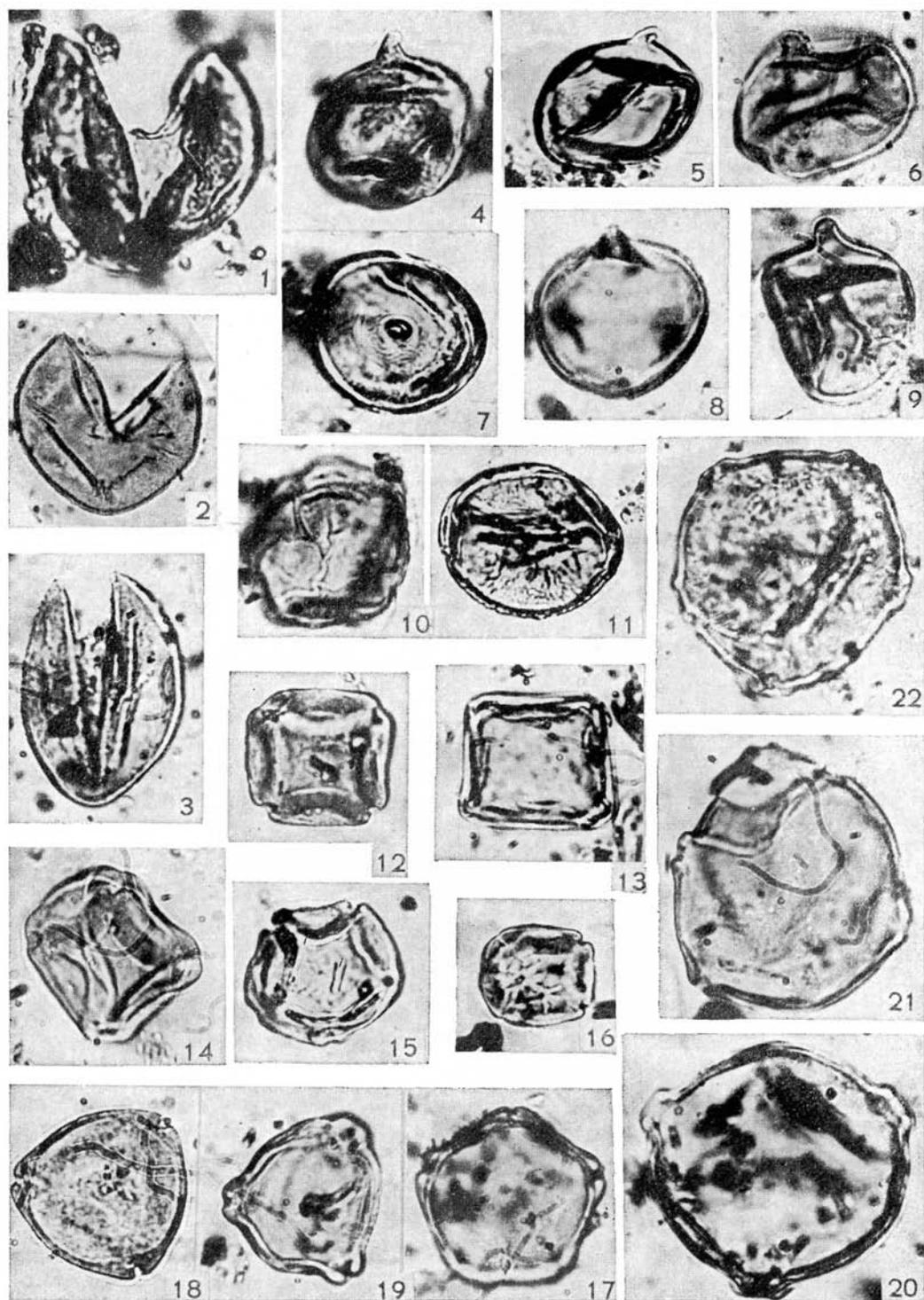
1. *Tsuga t. diversifolia*, 500×, Cz. D. 707,3 m, III, 111,9/21,4
2. *Tsuga t. diversifolia*, Cz. D. 707,3 m, III, 111,9/21,4
3. *Tsuga t. canadensis*, K. 340,6 m, II, 100,4/23,0
4. *Tsuga t. canadensis*, 500×, Cz. D. 581,7 m, IV, 97,8/11,0
- 5—6. *Sciadopitys*, Cz. D. 638,7 m, III, 115,9/19,2
- 7—8. *Sciadopitys*, Cz. D. 707,3 m, IV, 104,4/14,2
9. *Sciadopitys*, Cz. D. 638,7 m, II, 113,9/23,0



Tablica V

Plate V

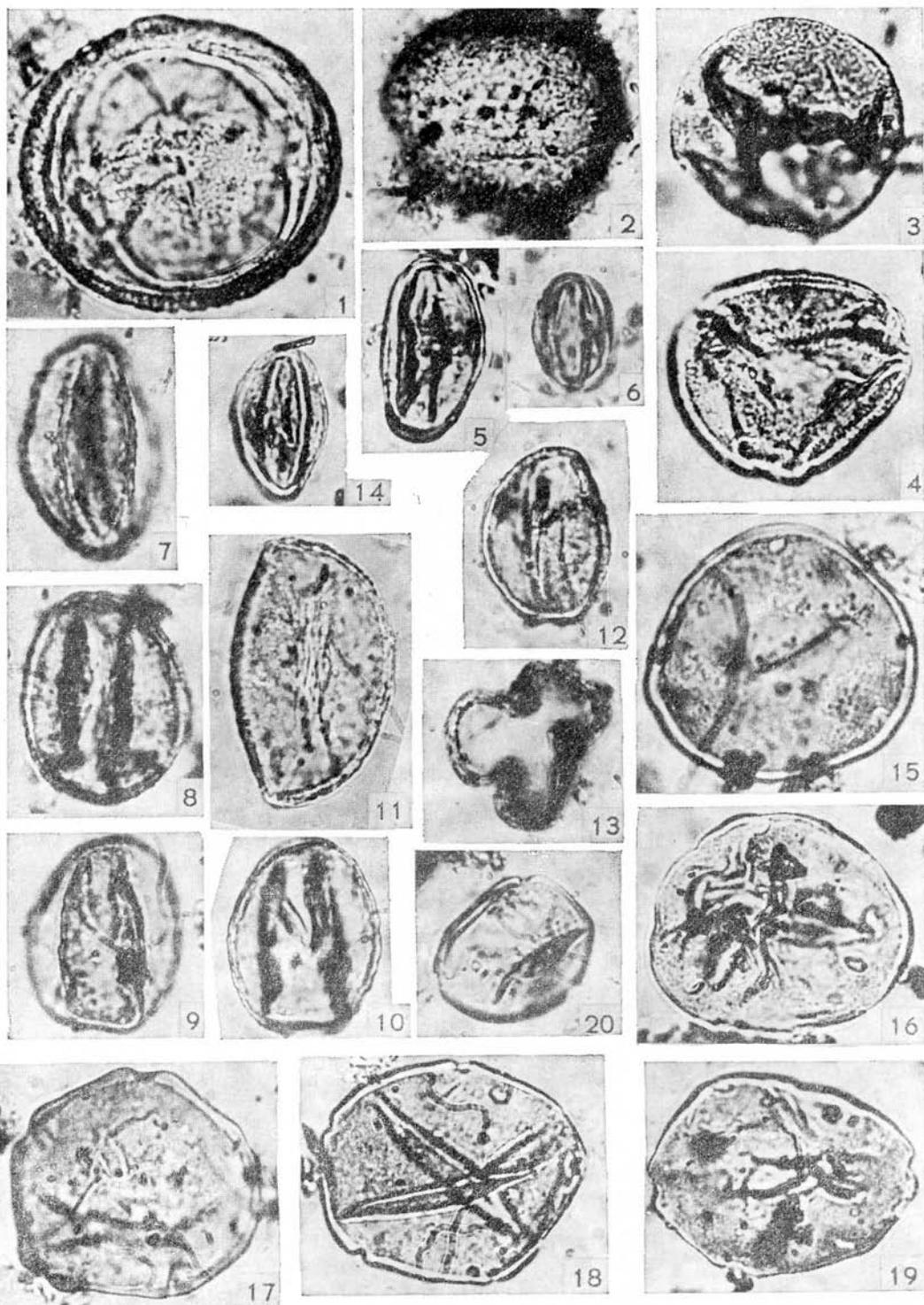
1. *Taxodium*, K. 451,8 m, V, 94,0/22,0
2. *Taxodium*, Cz. D. 638,7 m, II, 101,0/7,3
3. *Glyptostrobus*, Cz. D. 638,7 m, II, 108,6/14,0
4. *Sequoia*, K. 451,8 m, V, 90,2/15,0
5. *Sequoia*, Cz. D. 742,4 m, I, 114,8/8,5
6. *Sequoia*, Cz. D. 733,1 m, II, 102,3/9,0
7. *Cryptomeria*, Cz. D. 742,4 m, I, 100,8/13,0
8. *Cryptomeria*, Cz. D. 753,6 m, IV, 112,4/15,8
9. *Cryptomeria*, Cz. D. 652,8 m, II, 107,8/15,5
10. *Cunninghamia*, Cz. D. 742,4 m, III, 111,3/19,4
11. *Taxodiaceae-Cupressaceae*, Cz. D. 742,4 m, I, 113,8/20,5
12. *Alnus* t. *kefersteinii*, K. 451,8 m, V, 86,0/22,5
13. *Alnus* t. *kefersteinii*, Cz. D. 638,7 m, II, 114,0/21,3
14. *Alnus* t. *incana-glutinosa*, Cz. D. 733,9 m, I, 114,0/19,0
15. *Alnus* t. *incana-glutinosa*, K. 43,2 m, III, 110,6/21,2
16. *Alnus* t. *kefersteinii*, K. 451,8 m, V, 84,6/16,0
17. *Alnus* t. *incana-glutinosa*, Cz. D. 638,7 m, IV, 110,0/6,0
18. *Betula*, Cz. D. 745,3 m, I, 100,8/14,2
19. *Betula*, Cz. D. 638,7 m, III, 114,1/12,5
20. *Ostrya*, Cz. D. 638,7 m, III, 101,2/13,6
21. *Carpinus*, Cz. D. 733,9 m, I, 115,4/12,0
22. *Carpinus*, Cz. D. 787,6 m, I, 105,0/9,7



Tablica VI

Plate VI

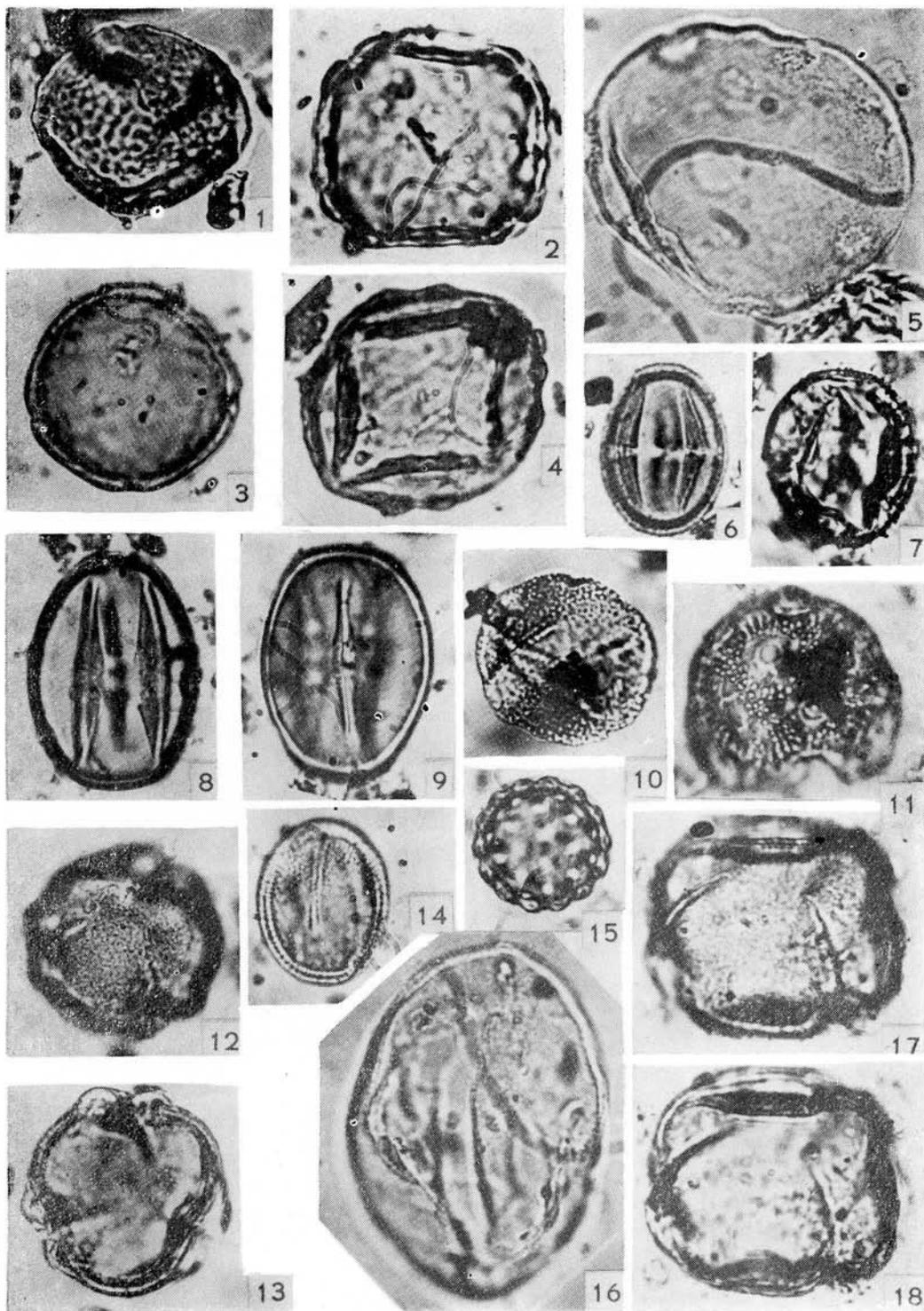
1. *Fagus*, Cz. D. 733,9 m, I, 114,0/2,8
2. *Fagus*, t. *ferruginea*, Cz. D. 720,3 m, I, 111,5/19,1
3. *Fagus*, K. 451,8 m, V, 85,3/21,0
4. *Fagus*, Cz. D. 707,3 m, II, 100,0/17,3
5. *Castanea-Castanopsis*, K. 27,5 m, II, 93,4/13,0
6. *Castanea-Castanopsis*, Cz. D. 787,6 m, I, 101,0/14,4
7. *Quercus*, Cz. D. 787,6 m, II, 108,0/7,0
8. *Quercus*, Cz. D. 707,3 m, IV, 110,9/3,5
- 9—10. *Quercus*, Cz. D. 652,8 m, II, 112,5/5,0
11. *Quercus*, Cz. D. 638,7 m, II, 114,4/9,1
12. *Quercus*, Cz. D. 638,7 m, II, 102,5/10,5
13. *Quercus*, Cz. D. 638,7 m, II, 112,6/6,7
14. cf. *Quercus*, K. 43,2 m, II, 105,2/10,1
15. *Carya*, Cz. D. 652,8 m, I, 110,5/23,5
16. *Carya*, K. 43,2 m, III, 112,7/16,5
17. *Pterocarya*, Cz. D. 628,9 m, I, 118,0/21,0
18. *Pterocarya*, Cz. D. 806,3 m, I, 109,8/5,5
19. *Pterocarya*, K. 43,2 m, II, 100,1/11,4
20. *Engelhardtia*, Cz. D. 745,3 m, III, 108,2/21,1



Tablica VII

Plate VII

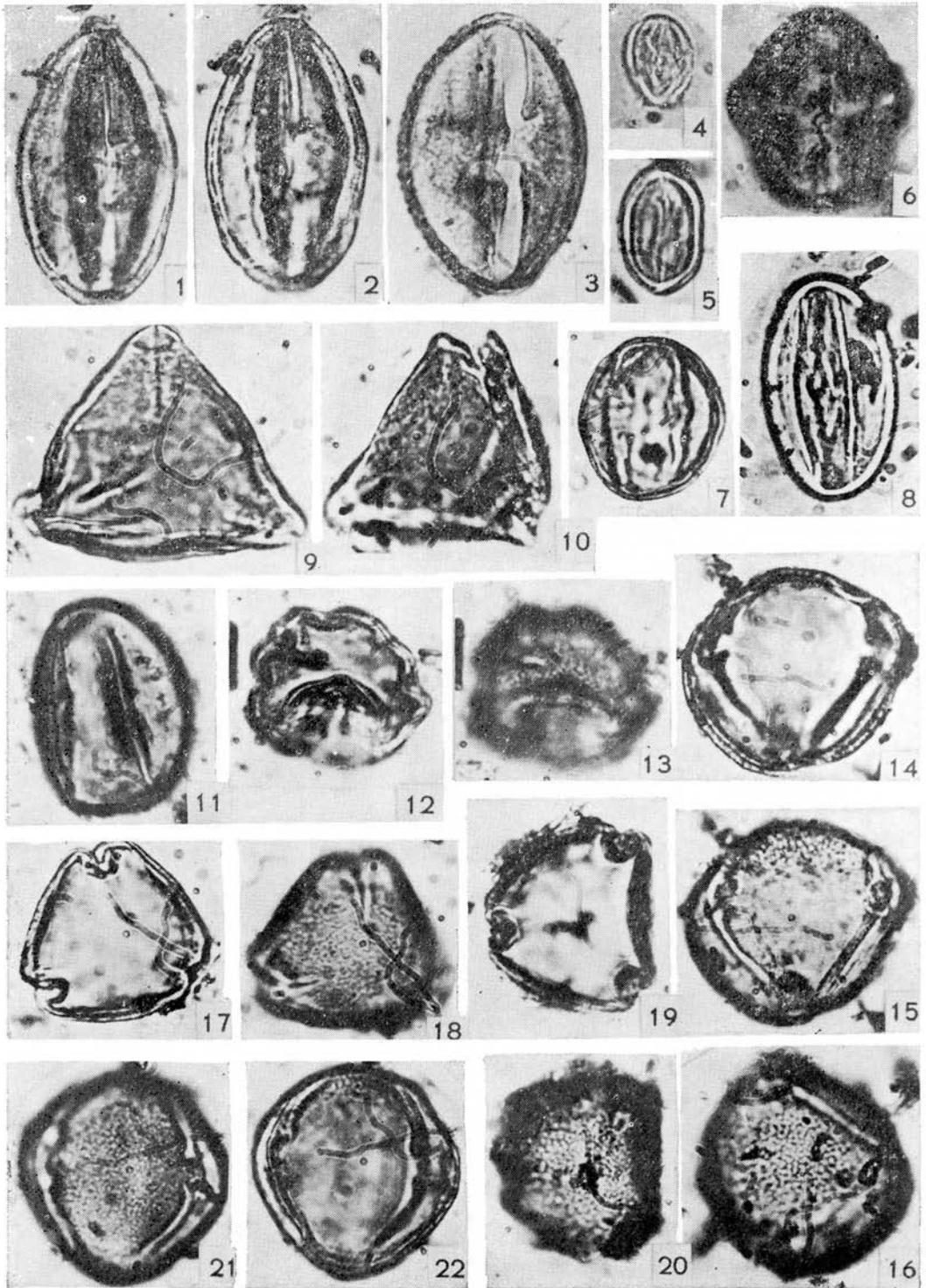
1. *Ulmus* — *Zelkova*, K. 451,8 m, I, 87,0/23,5
2. *Ulmus* — *Zelkova*, Cz. D. 638,7 m, III, 117,8/16,5
3. *Ulmus* — *Zelkova*, Cz. D. 907,3 m, II, 103,4/9,0
4. *Ulmus* — *Zelkova*, Cz. D. 652,8 m, I, 118,0/4,0
5. *Celtis*, Cz. D. 239,2 m, I, 115,0/9,6
6. *Santalaceae*, Cz. D. 753,6 m, III, 116,2/7,8
7. *Arceuthobium*, K. 451,8 m, V, 89,4/9,7
- 8—9. *Eucommia*, Cz. D. 707,3 m, IV, 111,4/24,0
10. *Cercidiphyllaceae*, K. 451,8 m, V, 94,6/21,0
11. *Caryophyllaceae*, Cz. D. 722,3 m, IV, 103,4/20,5
- 12—13. *Euphorbia*, Cz. D. 742,0 m, II, 117,9/22,5
14. *Corylopsis*, Cz. D. 638,7 m, III, 118,3/3,1
15. *Chenopodiaceae*, Cz. D. 806,3 m, III, 110,6/16,8
16. *Liriodendron* — *Magnolia*, Cz. D. 652,8 m, II, 116,7/7,5
- 17—18. *Berberidaceae*, Cz. D. 742,4 m, III, 109,2/19,3



Tablica VIII

Plate VIII

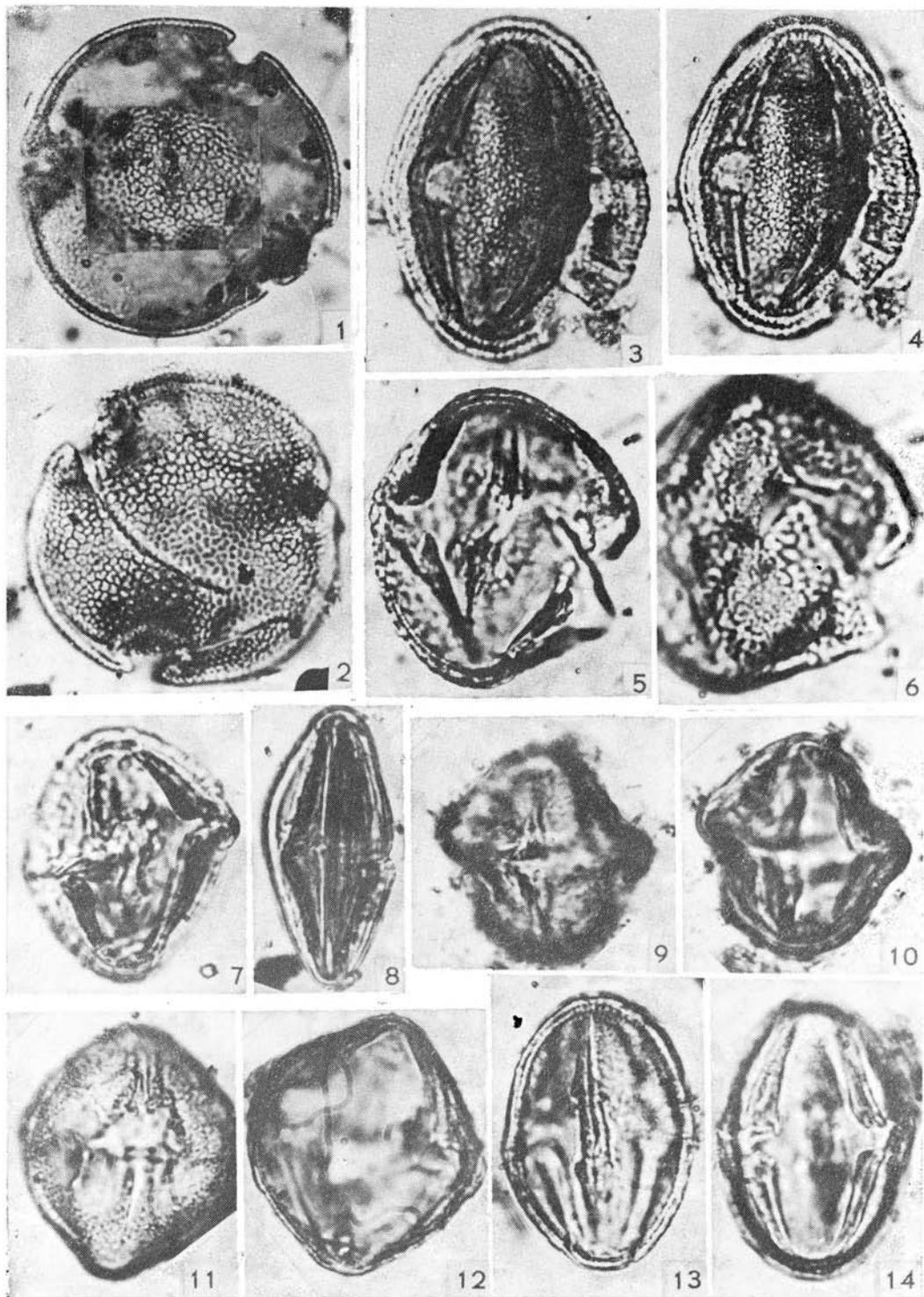
- 1—2. *Leguminosae* t. *Cassia*, Cz. D. 806,3 m, III, 99,0/12,0
3. *Leguminosae* t. *Cassia*, Cz. D. 733,9 m, II, 112,3/19,4
4. *Leguminosae* t. *Caragana*, Cz. D. 787,6 m, III, 117,9/17,9
5. *Leguminosae* t. *Caragana*, Cz. D. 638,7 m, III, 104,9/11,7
6. *Leguminosae*, Cz. D. 745,3 m, IV, 109,6/21,1
7. *Leguminosae*, Cz. D. 707,3 m, III, 111,8/5,5
8. *Leguminosae*, Cz. D. 638,7 m, IV, 118,5/8,5
9. *Elaeagnus*, Cz. D. 581,7 m, IV, 113,3/16,4
10. *Elaeagnus*, Cz. D. 581,7 m, II, 112,0/12,2
11. *Decodon*, Cz. D. 787,6 m, I, 99,8/13,1
- 12—13. *Lythraceae*, Cz. D. 628,9 m, I, 106,2/11,0
- 14—16. *Nyssa*, Cz. D. 638,7 m, IV, 111,9/14,6
- 17—18. *Nyssa*, Cz. D. 638,7 m, I, 102,4/11,8
- 19—20. *Nyssa*, Cz. D. 653,5 m, II, 102,7/16,7
- 21—22. *Nyssa*, Cz. D. 638,7 m, IV, 112,5/12,0



Tablica IX

Plate IX

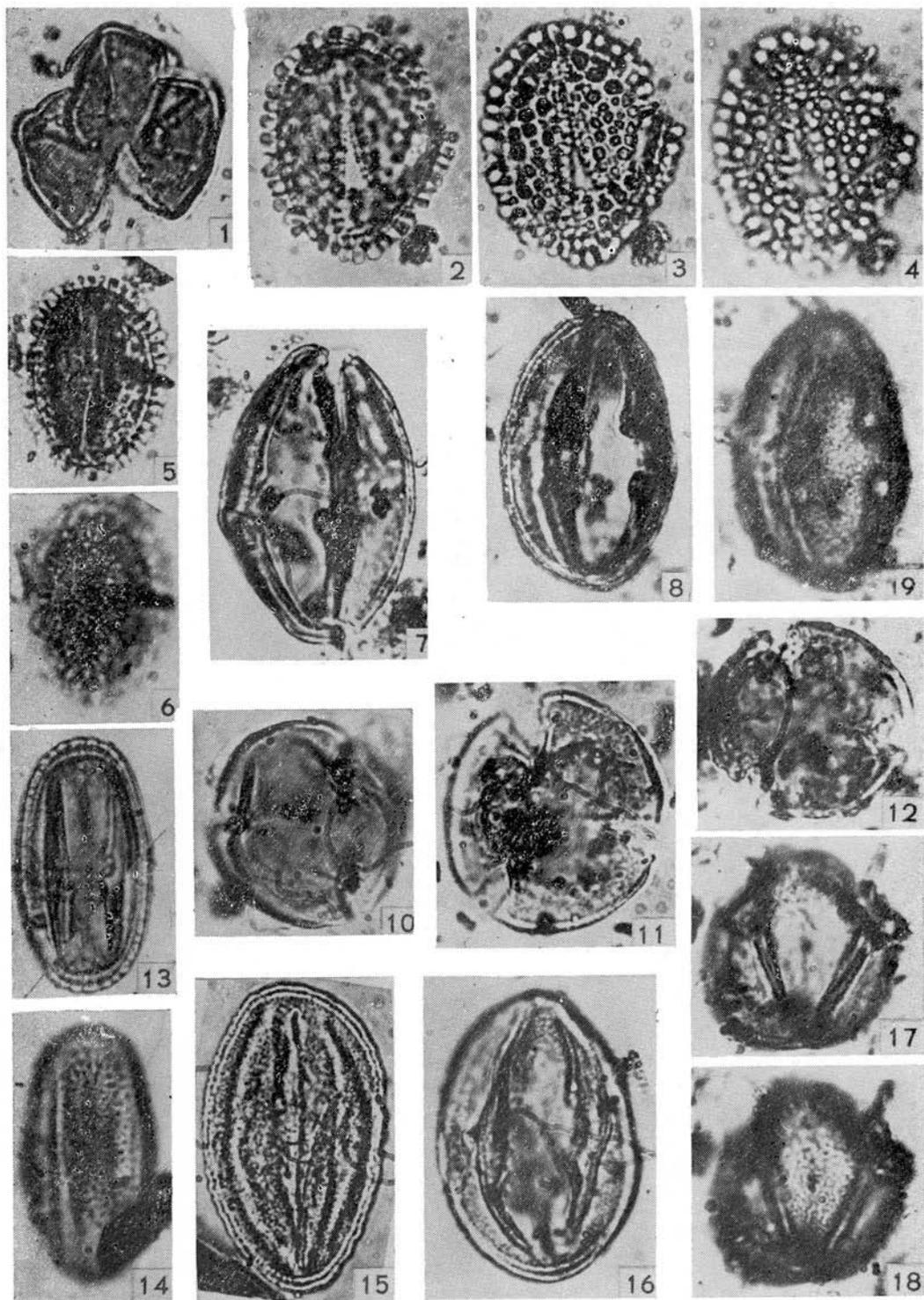
1. *Tilia*, Cz. D. 638,7 m, III, 107,3/5,7
2. *Tilia*, Cz. D. 707,3 m, III, 98,5/4,7
- 3—4. *Sterculia*, Cz. D. 753,6 m, II, 121,7/18,5
- 5—6. *Rutaceae*, Cz. D. 638,7 m, II, 108,7/11,9
7. *Rutaceae*, Cz. D. 707,3 m, III, 100,5/19,0
8. *Anacardiaceae*, Cz. D. 787,6 m, I, 106,0/5,5
- 9—10. *Rhus*, Cz. D. 720,3 m, II, 106,4/7,5
- 11—12. *Rhus*, Cz. D. 707,3 m, III, 111,9/20,0
- 13—14. *Rhus*, Cz. D. 628,9 m, I, 107,0/24,0



Tablica X

Plate X

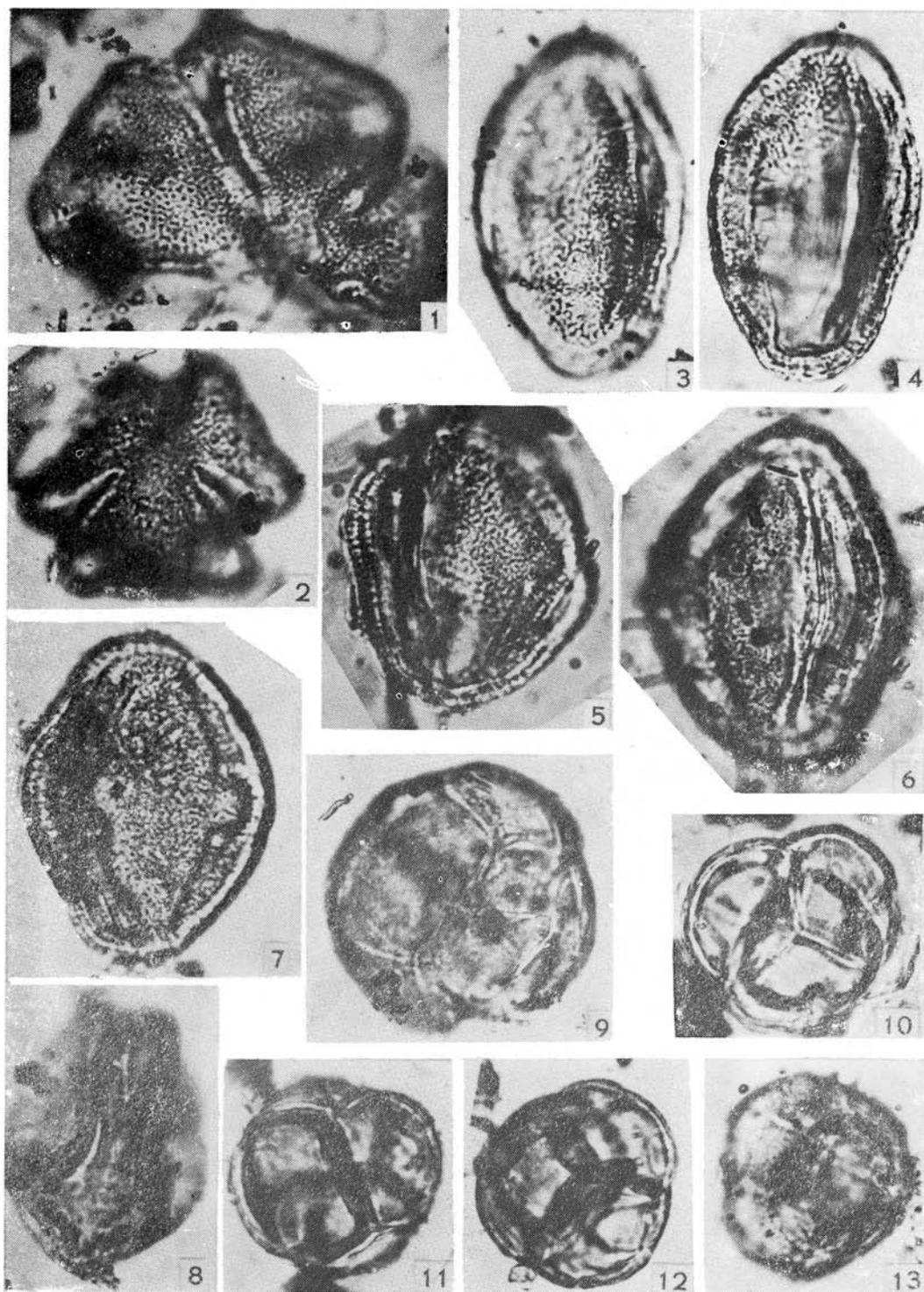
1. *Acer*, Cz. D. 787,6 m, I, 113,5/5,8
- 2—4. *Ilex*, Cz. D. 722,3 m, IV, 100,6/18,7
- 5—6. *Ilex*, Cz. D. 722,3 m, IV, 97,3/7,5
7. *Staphylea*, Cz. D. 733,9 m, II, 114,3/6,2
- 8—9. *Staphylea*, Cz. D. 806,3 m, III, 112,5/22,0
10. *Cyrilla*, Cz. D. 638,7 m, III, 103,3/12,0
11. *Cyrillaceae*, Cz. D. 638,7 m, III, 101,1/10,0
12. *Cyrillaceae*, Cz. D. 653,5 m, II, 104,1/15,3
- 13—14. *Parthenocissus*, Cz. D. 707,3 m, III, 103,2/6,0
15. *Parthenocissus*, Cz. D. 745,3 m, I, 104,0/2,8
16. *Parthenocissus*, Cz. D. 806,3 m, III, 97,5/17,4
- 17—18. *Cornus*, Cz. D. 753,6 m, IV, 106,4/7,5



Tablica XI

Plate XI

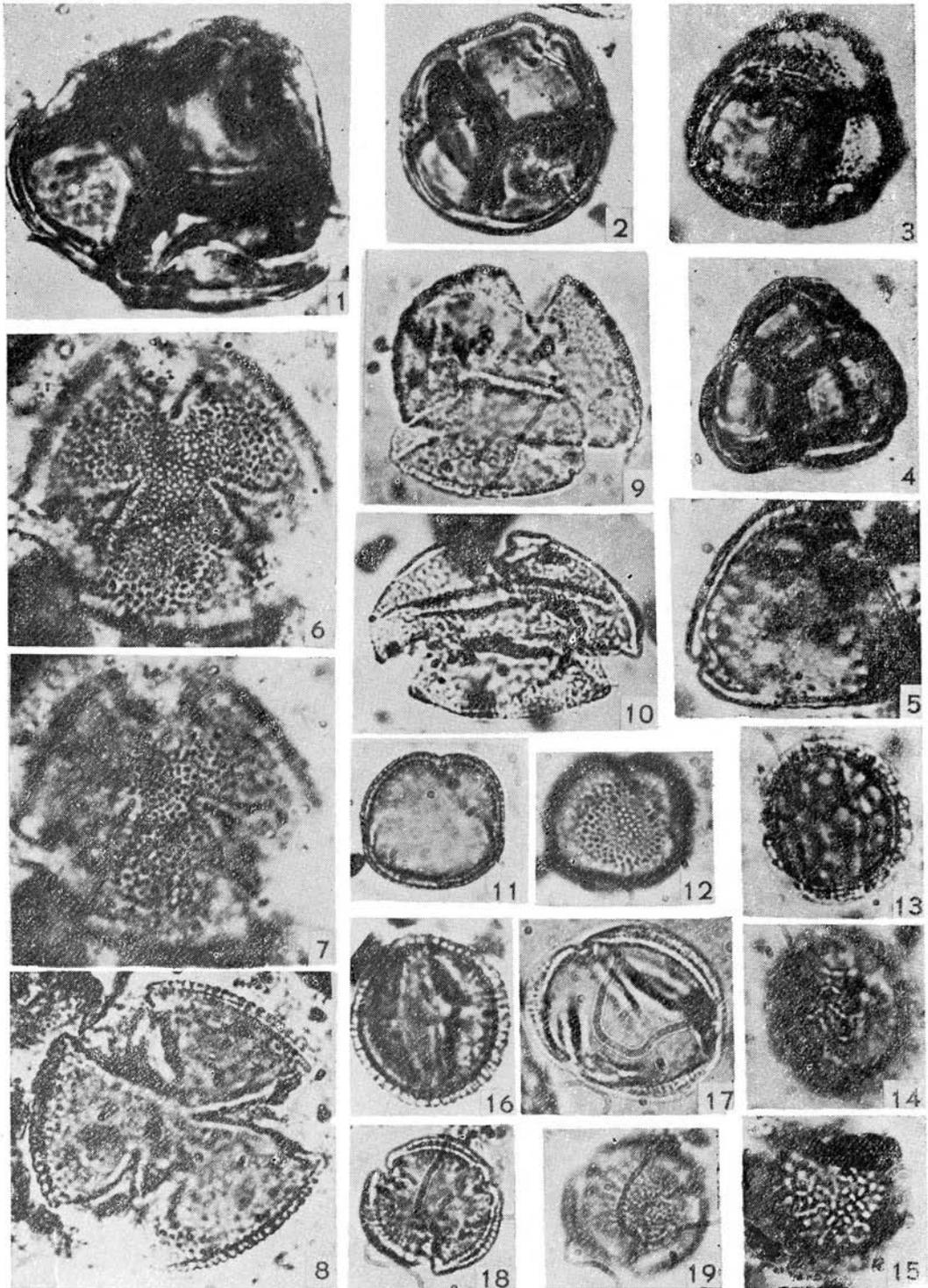
1. *Acanthopanax*, Cz. D. 652,8 m, II, 105,6/4,5
2. *Acanthopanax*, Cz. D. 638,7 m, IV, 109,9/8,7
- 3—4. *Araliaceae*, Cz. D. 638,7 m, III, 112,0/11,8
5. *Cornus*, Cz. D. 638,7 m, IV, 118,8/16,4
6. *Cornus*, Cz. D. 638,7 m, IV, 112,6/21,5
7. *Cornus*, Cz. D. 707,3 m, IV, 117,5/21,0
8. *Araliaceae-Cornaceae*, Cz. D. 652,8 m, I, 115,5/13,7
9. *Ericaceae*, Cz. D. 787,6 m, I, 108,8/10,9
10. *Ericaceae*, Cz. D. 638,7 m, III, 111,0/12,0
11. *Ericaceae*, Cz. D. 745,3 m, III, 97,8/20,0
- 12—13. *Ericaceae*, Cz. D. 707,3 m, III, 103,2/20,5



Tablica XII

Plate XII

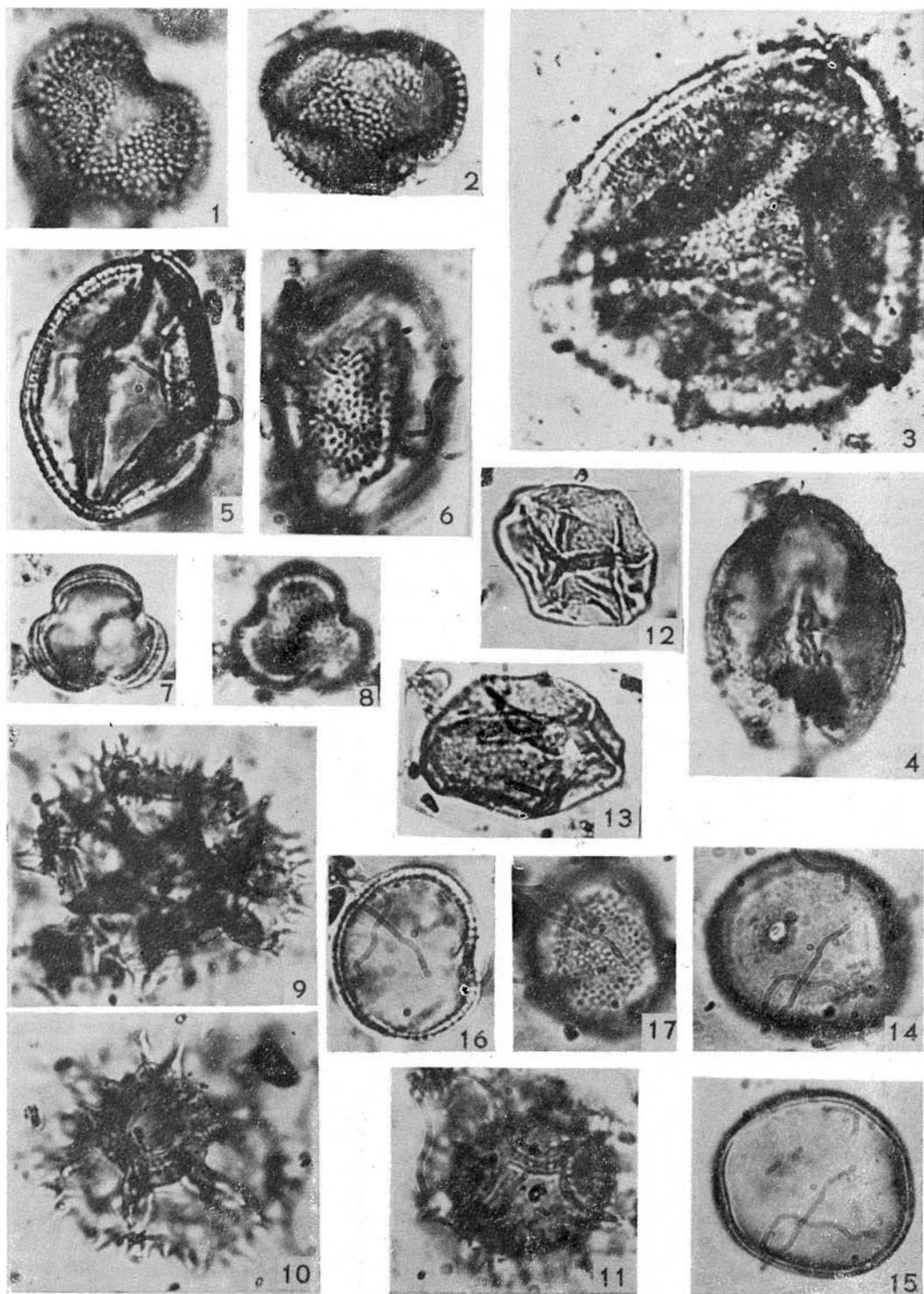
1. *Rhododendron*, Cz. D. 653,5 m, II, 102,0/15,2
2. *Rhododendron*, Cz. D. 707,3 m, III, 108,5/11,0
3. *Ericaceae*, Cz. D. 707,3 m, I, 101,2/9,5
4. *Ericaceae*, Cz. D. 787,6 m, I, 101,8/11,2
5. *Symplocos*, Cz. D. 628,9 m, II, 97,3/5,3
- 6—8. *Labiatae*, Cz. D. 780,5 m, III, 112,2/20,5
9. *Labiatae*, Cz. D. 638,7 m, II, 110,3/19,0
10. *Labiatae*, K. 43,2 m, III, 108,2/10,0
- 11—12. *Fraxinus*, Cz. D. 907,3 m, I, 111,4/20,8
- 13—14. *Ligustrum*, Cz. D. 628,9 m, II, 113,5/9,3
15. *Ligustrum*, Cz. D. 753,6 m, III, 109,0/20,0
16. *Oleaceae*, Cz. D. 787,6 m, I, 109,9/16,0
17. *Oleaceae*, Cz. D. 581,7 m, IV, 97,0/8,2
- 18—19. *Rubiaceae*, Cz. D. 752,6 m, II, 107,2/20,0



Tablica XIII

Plate XIII

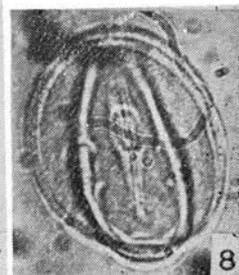
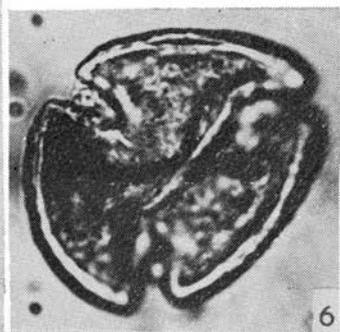
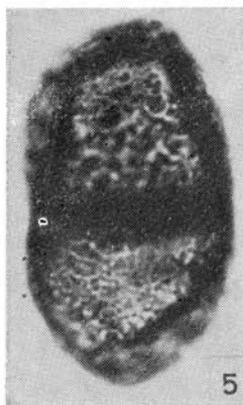
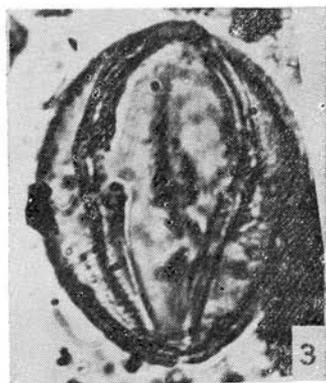
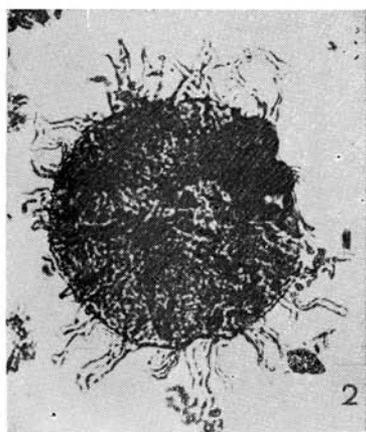
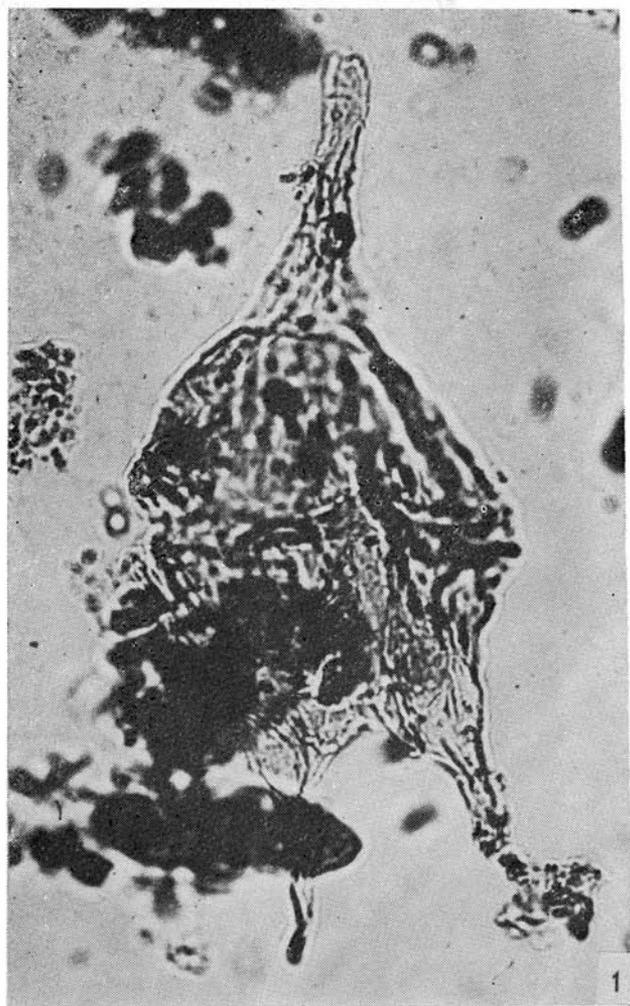
- 1—2. *Rubiaceae*, Cz. D. 652,8 m, I, 117,5/6,5
3. *Lonicera*, Cz. D. 720,3 m, II, 109,2/14,3
4. *Lonicera*, Cz. D. 652,8 m, II, 112,3/6,0
- 5—6. *Viburnum* Cz. D. 745,3 m, I, 110,0/6,0
- 7—8. *Artemisia*, Cz. D. 907,3 m, II, 108,0/9,0
- 9—10. *Compositae*, Cz. D. 638,7 m, IV, 112,7/19,5
11. *Compositae*, Cz. D. 628,9 m, I, 101,4/6,9
12. *Cyperaceae*, K. 451,8 m, I, 87,0/23,8
13. *Cyperaceae*, Cz. D. 753,6 m, III, 116,2/8,0
- 14—15. *Gramineae*, Cz. D. 907,3 m, I, 109,0/7,4
- 16—17. *Sparganium*, Cz. D. 907,3 m, II, 98,7/11,5



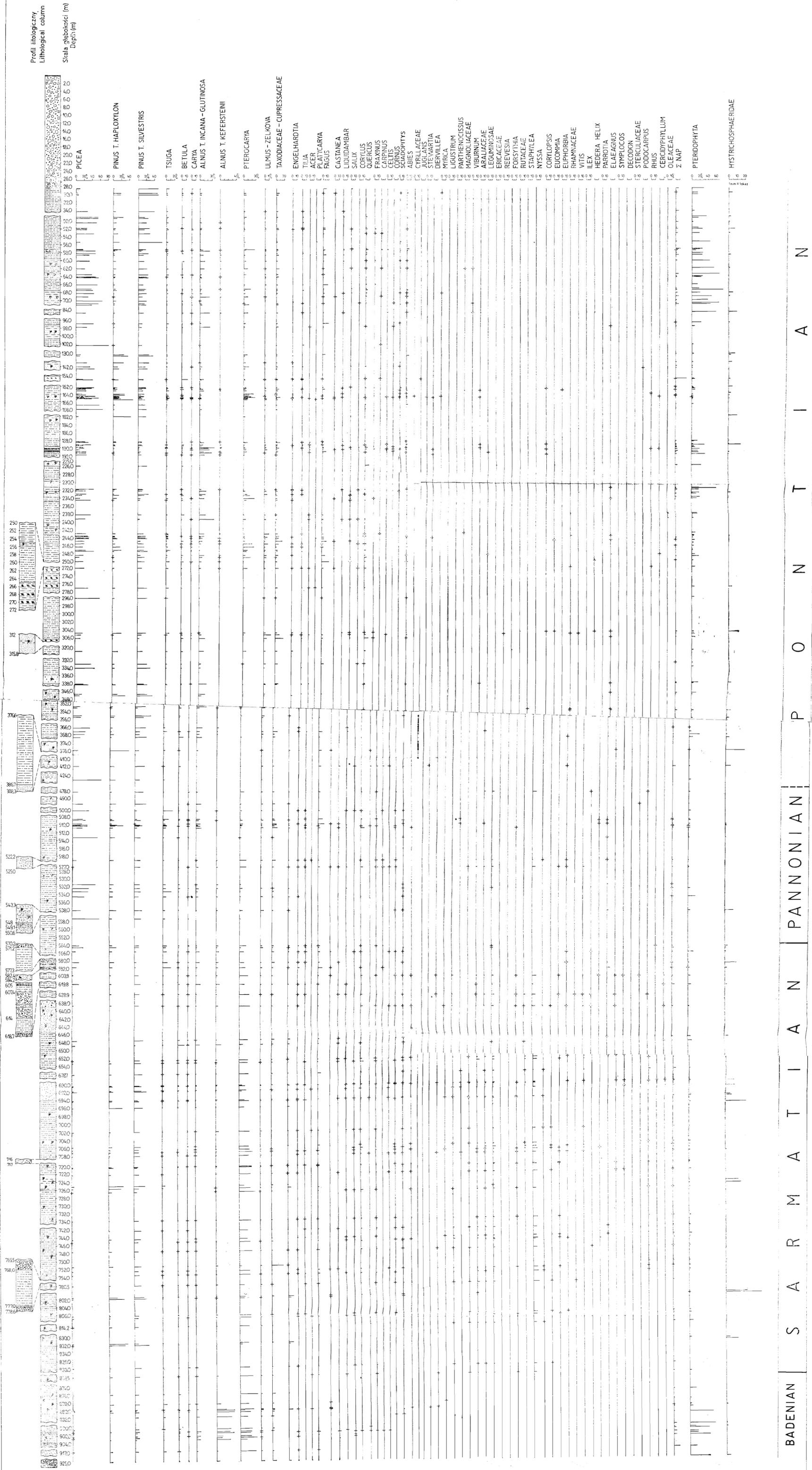
Tablica XIV

Plate XIV

1. *Plankton*, K. 445,2 m, I, 95,0/15,7
2. *Plankton*, 500 ×, K. 369,5 m, I, 82,7/13,0
- 3—8. *Indeterminatae*
3. Cz. D. 787,6 m, I, 107,0/24,8
4. Cz. D. 652,8 m, II, 117,8/20,2
5. K. 457,4 m, II, 101,5/6,0
6. *Tricolpopollenites laesus*, Cz. D. 707,3 m, II, 106,2/6,0
7. cf. *Sapotaceae*, Cz. D. 628,9 m, II, 113,2/11,6
8. Cz. D. 239,2 m, I, 102,7/13,9



CZARNY DUNAJEC



Ryc. 3. Czarny Dunajec. Profil geologiczny i diagram pytkowy. 1 — il, 2 — il pylasty, 3 — muł, 4 — piasek pylasty, 5 — piasek drobnoziarnisty, 6 — piasek średnioziarnisty, 7 — żwir, 8 — otoczaki, 9 — węgiel brunatny, 10 — lignity, 11 — detrytus roślinny
Text-fig. 3. Czarny Dunajec. Geological profile and pollen diagram. 1 — clay, 2 — dusty clay, 3 — silt, 4 — dusty sand, 5 — fine-grained sand, 6 — medium grained sand, 7 — gravel, 8 — pebbles, 9 — brown coal, 10 — lignites, 11 — plant detritus

