

NESTOR OSZCZYPKO, LEON STUCHLIK

MIOCEN SŁODKOWODNY KOTLINY SĄDECKIEJ. WYNIKI BADAŃ
GEOLOGICZNYCH I PALINOLOGICZNYCH

The fresh-water Miocene of the Nowy Sącz Basin. Results of geological
and palynological investigations

STRESZCZENIE

Praca zawiera wyniki badań geologicznych i palinologicznych nad miocenijskimi osadami słodkowodnymi Kotliny Sądeckiej. Utwory słodkowodne odgrywają dominującą rolę w Kotlinie i osiągają znaczne miąższości. Leżą one poniżej osadów brakicznych i morskich, które według najnowszych badań paleontologicznych zaliczone są do najniższej części dolnego badenianu. Na podstawie przesłanek geologicznych i wyników badań palinologicznych osady słodkowodne Kotliny Sądeckiej zaliczono do młodszej części karpatianu (dotychczasowy górny helwet).

SPIS TREŚCI

Wstęp	137
Opis występowania i zarys stratygrafii utworów słodkowodnych w Kotlinie Sądeckiej	139
Stosunek utworów słodkowodnych do utworów brakicznych i morskich	144
Charakterystyka palinologiczna profilu	145
Uwagi metodyczne	145
Opis diagramów pyłkowych	146
Charakterystyka roślinności	149
Zarys paleogeografii	150
Uwagi o wieku badanych osadów	152
Literatura	154
Summary	155

WSTĘP

W latach 1963—1968 pierwszy z autorów prowadził z ramienia Instytutu Geologicznego badania hydrogeologiczne i geologiczne w Kotlinie Sądeckiej. Wykonany został wówczas otwór wiertniczy Nowy Sącz I,

który przebił osady neogeńskie. Przewiercone utwory nie zawierały fauny, która pozwoliłaby skorelować je z innymi osadami mioceniowymi w Kotlinie, wobec czego rdzenie wiertnicze, po opracowaniu geologicznym, przekazano do badań paleobotanicznych w Instytucie Botaniki PAN w Krakowie. Drugi z autorów wykonał badania palinologiczne, a wydobyte z osadu szczątki makroskopowe roślin zostały oddane do opracowania dr hab. Marii Łańcuckiej-Środonowej. Wyniki jej badań będą przedmiotem odrębnej publikacji.

Rękopis niniejszej pracy był dyskutowany z nie żyjącą już prof. dr Kamilą Skoczylas-Ciszewską, która bardzo interesowała się wynikami naszych badań w Kotlinie Sądeckiej. Autorzy poczuwają się do miłego obowiązku podziękowania prof. dr Andrzejowi Środonowi za zapoznanie się z treścią pracy i poczynione uwagi.

Miocen Kotliny Sądeckiej był przedmiotem badań wielu geologów. Po raz pierwszy opisany został przez Uhliga (1888), który dokładnie scharakteryzował odsłonięcie w Niskowej, podkreślając różnice faunistyczne między łąkami a wyżej leżącymi piaskami. Uhlig (op. cit.) przyrównał łąki z lignitami z Niskowej do podobnych utworów w Grudnej Dolnej. W cytowanej pracy oprócz Niskowej są również wzmianki o odsłonięciach łąk z lignitami w Podegrodziu, Dąbrówce oraz Nowym Sączu. Kilkanaście lat później Szajnocha (1903) wyraził przypuszczenie, że osady miocenu sądeckiego są pozostałością wąskiej zatoki, która wciniała się w Karpaty wzdłuż dzisiejszej doliny Dunajca.

Liczne wzmianki o Niskowej zawierają prace Friedberga (1907, 1914), który tłumaczył odmienny charakter fauny w łąkach i piaskach zmianami batymetrycznymi w czasie sedymentacji osadów. Występowanie miocenu w rejonie Nowego Sącza Friedberg wiązał z zatoką morską, sięgającą z rejonu Wojnicza.

Dalsze badania geologiczne w Niskowej prowadzili z ramienia Państwowego Instytutu Geologicznego Doliński, Jabłoński, Kuźniar i Lilpop (1921). Ich praca zawiera opis warunków występowania pokładów węgla brunatnego oraz jego charakterystykę petrograficzną. Węgiel brunatny z Niskowej odznacza się zmienną wartością kaloryczną, wahającą się od 2679 do 4103 kal.

Pierwsze szczegółowe studia nad mioceniem sądeckim przeprowadziła Skoczylasówna (1930), która ustaliła zasięg występowania osadów mioceniowych w Kotlinie oraz opracowała ich profil w Niskowej pod względem geologicznym i paleontologicznym. Z Niskowej autorka ta opisała, idąc od spągu, następujące warstwy profilu: 1) siwe łąki z wkładkami lignitów, 2) piaski żółte, grubo warstwowane, 3) piaski szarozółte, drobno warstwowane. W łąkach obecna była fauna właściwa dla środowiska brackiego, natomiast fauna stwierdzona w wyżej leżących piaskach charakterystyczna jest dla morza o normalnym zasoleniu. Dwudzielne osady w Niskowej zaliczono wówczas do górnego tortonu, przy czym piaski

odpowiadałyby najmłodszej fazie zalewu grabowieckiego. W latach późniejszych Skoczyła-Ciszewska (1960), analizując pozycję tektoniczną osadów tortońskich w strefie żegocińskiej, zrewidowała swój poprzedni pogląd na wiek osadów miocenijskich w Kotlinie i ily z fauną zaliczyła do opolu, a piaski do grabowu. Problem transgresji tortońskiej na Karpaty Zachodnie rozpatrywał Nowak (1948), który uważał, że były one w tortonie dwukrotnie zalewane przez morze. Zgodnie z tym poglądem w rejonie Nowego Sącza mielibyśmy do czynienia z dwoma podpiętrami tortonu, przy czym piaski z fauną należałyby do grabowu.

W ostatnich latach szczegółowe badania w Niskowej przeprowadził Bałuk (1966, 1970), który wyróżnił następujący profil: a) ily z wkładkami węgla brunatnego, b) utwory piaszczysto-mułkowe z fauną brackiczną i morską, c) utwory piaszczysto-mułkowe bez fauny, d) utwory piaszczysto-mułkowe z bogatą fauną morską. Na podstawie oznaczonej fauny oraz stosunku miocenu do fliszu Bałuk (1966) zaliczył cały profil do dolnego opolu (niższa część dolnego tortonu), a pozostałe osady Kotliny Sądeckiej uznał za młodsze.

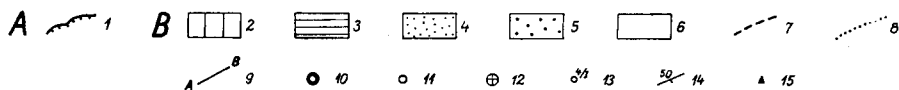
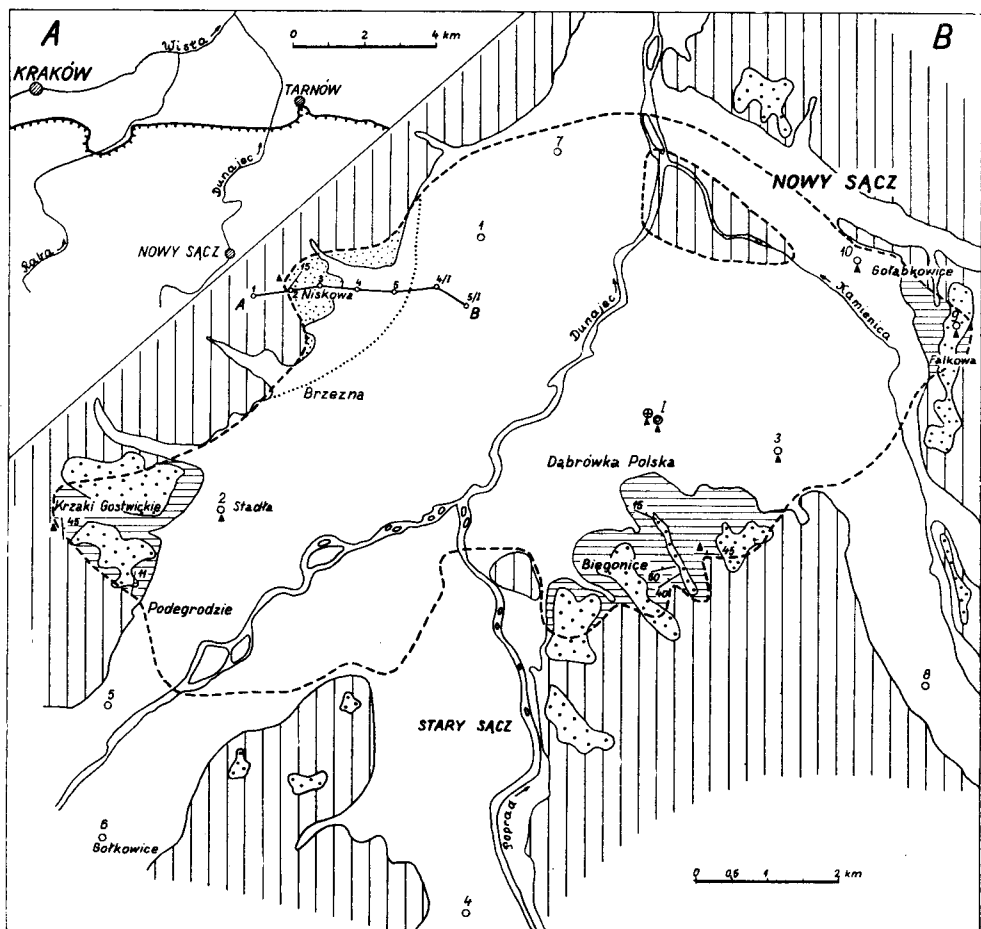
Nowe dane dotyczące budowy geologicznej Kotliny Sądeckiej przedstawił Oszczyk (1967), który wykazał, że utwory skłódkowodne odgrywają dominującą rolę w Kotlinie, a ich miąższość jest niekiedy bardzo znaczna. Ily z węglem brunatnym znane z Niskowej, łączą się z analogicznymi utworami w Kotlinie, stanowiąc starsze od osadów brackicznych i morskich ogniwo miocenu sądeckiego.

OPIS WYSTĘPOWANIA I ZARYS STRATYGRAFII UTWORÓW SŁODKOWODNYCH W KOTLINIE SĄDECKIEJ

Kotlina Sądecka położona jest w środkowej części polskich Karpat fliszowych. Jest ona oddalona w linii prostej od północnego brzegu Karpat o 40 km oraz o około 25 km od Pienińskiego Pasa Skałkowego. Obszar Kotliny usytuowany jest w obrębie dużej jednostki tektonicznej Karpat zewnętrznych, jaką jest płaszczowina magurska.

Osady neogénskie zajmują centralną część Kotliny. Zwarty obszar ich występowania posiada powierzchnię około 70 km² (ryc. 1). Utwory te są przeważnie przykryte kilkumetrową warstwą żwirów, piasków lub glin plejstocenijskich. Niezbyt liczne naturalne odsłonięcia skał neogénskich znajdują się w Falkowej, Bielawicach, Dąbrówce Polskiej, Biegonicach, Podegrodziu, Krzakach Gostwickich i w Niskowej.

W ramach prac prowadzonych przez Instytut Geologiczny w latach 1963—1968 wykonano szczegółowe zdjęcie geologiczne Kotliny Sądeckiej wraz z jej obrzeżeniem, a ponadto odwiercono szereg otworów, w tym jeden do głębokości 704 m. Przeprowadzone zostały również badania geofizyczne. Wszystkie te prace pozwoliły dokładniej zapoznać się ze stratygrafią osadów miocenijskich i ustalić ich stosunek do podłoża fliszowego. Wyróżniono następujące ogniwa litofacjalne miocenu sądeckiego



Ryc. 1. A — Położenie terenu badań. B — Szkic rozmieszczenia osadów miocenijskich w Kotlinie Sądeckiej. 1 — brzeg Karpat fliszowych; 2 — utwory płaszczowiny magurskiej; 3 — miocenijskie utwory słodkowodne; 4 — miocenijskie utwory brakiczne i morskie; 5 — czwartorzędowe żwiry najwyższego zasypania; 6 — czwartorzędowe żwiry, piaski i gliny niższych poziomów akumulacyjnych; 7 — zasięg występowania osadów miocenijskich w Kotlinie; 8 — zasięg występowania osadów brakicznych i morskich; 9 — przekrój geologiczny; 10 — wiercenie Nowy Sącz I; 11 — płytkie wiercenia Instytutu Geologicznego; 12 — cytowane w tekście wiercenia z roku 1956; 13 — sondowanie elektrooporowe; 14 — bieg i upad warstw; 15 — miejsca pobrania próbek do badań paleobotanicznych

Fig. 1. A — area of researches. B — sketch of distribution of the Miocene deposits at Nowy Sącz Basin. 1 — margin of the Flysch Carpathians; 2 — Magura Nappe deposits; 3 — Miocene fresh-water deposits; 4 — Miocene brackish and marine deposits; 5 — Quaternary gravels of the uppermost terrace; 6 — Quaternary loams,

(O s z c z y p k o 1967): 1 — osady ilasto-piaszczyste z wkładkami węgla brunatnego pochodzenia słodkowodnego; 2 — osady piaszczysto-ilaste pochodzenia morskiego i brakicznego. Te ostatnie utwory znane są dotychczas jedynie z rejonu Niskowej (ryc. 1).

Profil osadów słodkowodnych poznany został najlepiej w wierceniu Nowy Sącz I, które przebiło miocen i nawierciło podłoże fliszowe. Profil geologiczny wiercenia usytuowanego na plejstocenijskim tarasie Dunajca (ryc. 1) przedstawiony jest na ryc. 4*. Do głębokości 270 m otwór wiercony był systemem udarowym, niżej systemem obrotowym z pełnym rdzeniowaniem. Po przebicciu pięciometrowej warstwy żwirów i glin plejstocenijskich nawiercono osady miocenijskie, w których otwór był kontynuowany do głębokości 540 m. Niżej występowało sfałdowane podłoże fliszowe.

W opisanym profilu wyróżniono dwie serie miocenijskie: 1 — wyższą, ilasto-piaszczystą, z wkładkami węgla brunatnego, oraz 2 — niższą, mułowcowo-piaszkowcą (O s z c z y p k o 1967).

W serii wyższej, której miąższość wynosi około 400 m, dominują zielonoszare łożypki margliste, czasami piaszczyste. Wśród łożypków w ilościach podrzędnych występują warstwy piasków, niekiedy słabo scementowanych spoiwem illitowo-węglanowym. Piaski utworzone są głównie z drobnych, ostrokrawędzistych ziarn kwarcu oraz dosyć licznych blaszek muskowitu. Najgrubsza warstwa piasków posiada miąższość 8 m. Wśród utworów ilasto-piaszczystych występują liczne wkładki węgla brunatnego. Wyróżnić można dwie odmiany węgla: ziemistą oraz twardą błyszczącą. Grubość warstewek węgla jest bardzo zmienna i waha się od kilkumilimetrowych lamin do dwumetrowego pokładu. W opisywanej części profilu zaznacza się cykliczność sedymentacji. Miąższość poszczególnych cykli jest zmienna. Najczęściej spotykane następstwo sedymentacji (od dołu): 1 — piasek (piaskowiec); 2 — łożupek, 3 — łożupek z detrytusem roślinnym, 4 — węgiel brunatny.

W serii niższej, poniżej głębokości 400 m, przeważają utwory mułowcowo-piaszczyste. Mułowce oprócz pyłu kwarcowego, z którego są utworzone, posiadają często domieszkę ostrokrawędzistych ziarn kwarcu. Muł kwarcowo-muskowitowy spojony jest lepiszczem ilasto-wapnistym. Mułowce przekładają się z warstwami różnoziarnistych piasków i piaszkowców o spoiwie ilasto-marglistym. Najgrubsza warstwa piasków posiada miąższość 18,5 m. W opisywanej serii dwukrotnie stwierdzone zostały

sands and gravels of lower terraces; 7 — extent of the Miocene deposits; 8 — extent of brackish and marine deposits; 9 — geological section; 10 — bore-hole Nowy Sącz I; 11 — shallow bore-holes of Geological Institute; 12 — bore-hole made in 1956 mentioned in the text; 13 — electro-resistivity sounding; 14 — strike and dip of beds; 15 — distribution of samples being examined by palaeobotanic analysis

* Ryc. 4 znajduje się pod opaską przy końcu pracy.

żwiru: spągowa warstwa o miąższości 6 m utworzona została z otoczków piaskowców drobnoziarnistych, których średnica dochodziła do 10 cm. W przedziale 422,5—483 m nawierconych zostało szereg dużych bloków fliszowych, których rozmiary dochodziły do 10 m. Bloki te zbudowane były z różnoziarnistych, glaukonitowych piaskowców oraz popielatoszarych margli. W przewierconym profilu warstwy zalegają poziomo, ich kąt upadu dochodził niekiedy tylko do 8°. Na głębokości 540 m stwierdzono sfałdowane podłoże fliszowe.

W rdzeniach obserwowano kilkakrotnie źle zachowaną cienkoskorupową faunę, co szczególnie w wyższej części profilu zostało prawdopodobnie spowodowane kwaśnym środowiskiem sedymentacji (niskie *pH* sprzyjało procesowi rozpuszczania wapiennych skorupek fauny). Z całego przewierconego profilu pobrano próbki do badań mikrofaunistycznych, które jednakże wykazały całkowity brak mikrofauny.

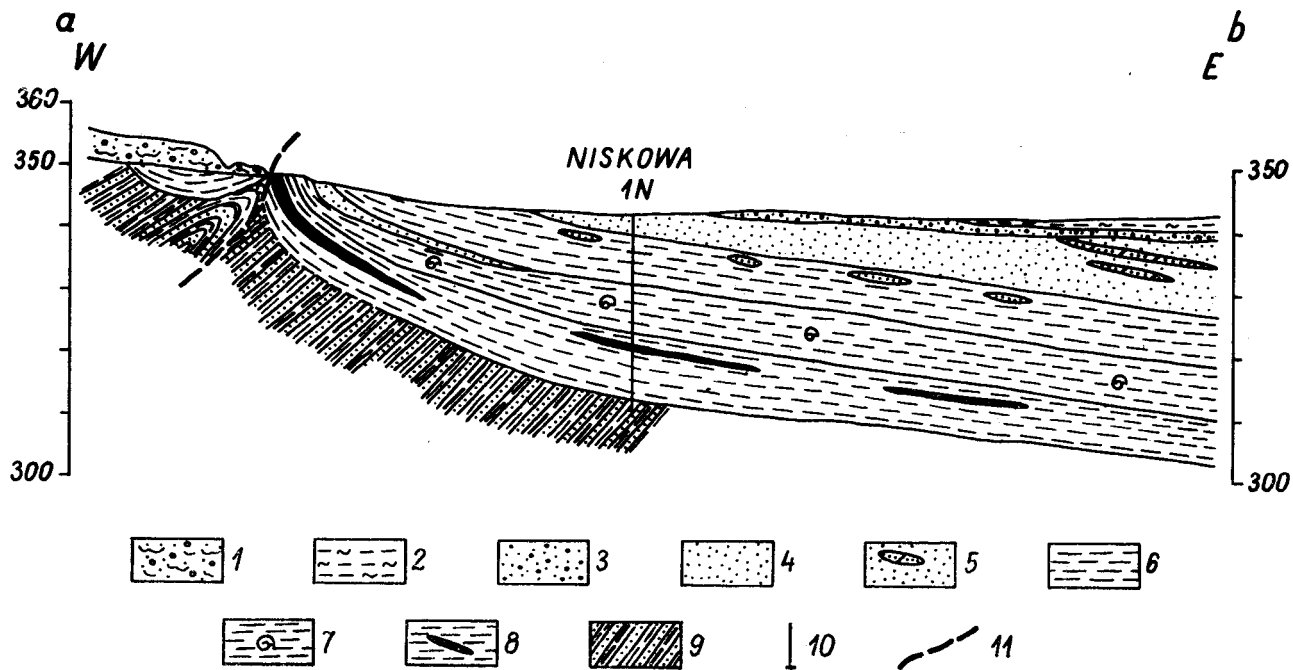
We wsi Falkowa, położonej na wschód od Kamienicy, miocen nawiercono w otworze nr 9 (ryc. 1). Oprócz drobnoziarnistych piasków występują tutaj także ciemnopopielate iłołupki z 0,5 m pokładem węgla brunatnego. Piaski miocieńskie odsłaniające się w pobliżu szkoły opisał S m o l e ń s k i (1918) jako plejstocieńskie.

W rejonie Dąbrówki Polskiej odsłonięto kontakt utworów miocieńskich z podłożem fliszowym. Na warstwach belowskich (eocen dolny) zalegają tutaj prawie zgodnie brunatnoszare iłołupki, zapadające pod kątem 45° na NNW.

Duże odsłonięcie osadów słdkowodnych znajduje się w cegielni biegonickiej. Widoczne są tutaj utwory analogiczne do tych, jakie opisane zostały w serii wyższej z wiercenia Nowy Sącz I. Na zachód od Dunajca odkrywki warstw miocieńskich notowano w Podegrodziu, Krzakach Gostwickich i w Niskowej, a ily miocieńskie występują w płytkich wierceniach, pod żwirami czwartorzędowymi.

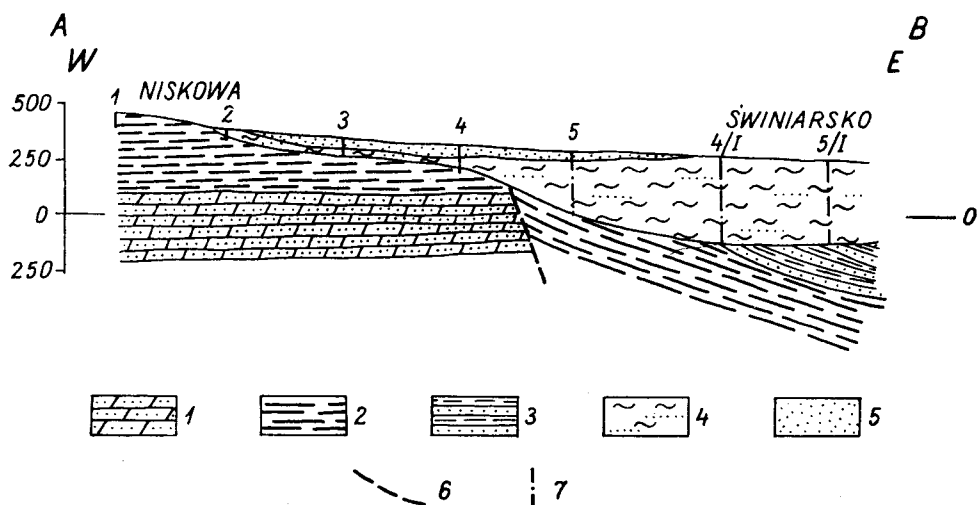
W Niskowej najstarszymi utworami miocieńskimi ukazującymi się na powierzchni są ciemnobrunatne, tłuste ily z drobnymi skupieniami węgla brunatnego. Miąższość iłów brunatnych leżących ponad łupkami eocieńskimi rozpoznana została za pomocą wierceń oraz szybiku wydobywczego (K o s i ń s k i 1945). W iłach występowały pokłady węgla brunatnego, z których najgrubszy posiadał miąższość 1,1 m (ryc. 2).

Jak wykazały badania geofizyczne, ily z węglem brunatnym rozpoznane w Niskowej łączą się z analogicznymi utworami wypełniającymi pozostałą część Kotliny. Miąższość osadów słdkowodnych, wynosząca 10,7 m w wierceniu 1N, szybko wzrasta ku wschodowi: w sondowaniu nr 4 dochodzi już do 50 m, a w odległym o 0,5 km sondowaniu nr 5 osiąga aż 250 m (ryc. 3). Jak już wspomniano uprzednio, w wierceniu Nowy Sącz I dwudzielne osady słdkowodne zostały przewiercone na głębokości 540 m, przy czym utwory ilasto-piaszczyste z wkładkami węgla brunatnego posiadały miąższość około 400 m.



Ryc. 2. Przekrój geologiczny przez wychodnie utworów miocenijskich w Niskowej. — Czwartorzęd: 1 — koluwia osuwiskowe; 2 — gliny; 3 — żwiry i piaski. — Miocen: 4 — piaski drobnoziarniste; 5 — soczewki piaskowców; 6 — ły niebieskozielonkawe, piaszczyste; 7 — ły niebieskozielonkawe z fauną; 8 — ły ciemnobrunatne z wkładkami lignitów. — Paleogen: 9 — piaskowce cienkoławicowe, łupki pstre; 10 — wiercenie; 11 — dyslokacja

Fig. 2. Geological section through outcrops of deposits at Niskowa. — Quaternary: 1 — slumped masses; 2 — loams; 3 — gravels and sands. — Miocene: 4 — fine-grained sands; 5 — lenses of sandstones; 6 — blue-greenish, sandy clays; 7 — blue-greenish clays with fauna; 8 — dark brown clays with intercalations of lignite. — Palaeogene: 9 — thin bedded sandstones, variegated shales; 10 — bore-hole; 11 — dislocation



Ryc. 3. Przekrój geologiczny, interpretacja oparta na wynikach badań geofizycznych (Trojan 1965). — Kreda górna - paleocen: 1 — warstwy inoceramowe. — Paleogen: 2 — łupki pstre; 3 — warstwy hieroglifowe. — Miocen: 4 — utwory słodkowodne; 5 — utwory brakiczne; 6 — uskoki; 7 — sondy elektrooporowe

Fig. 3. Geological section, interpretation based on geophysical researches (Trojan 1965). Upper Cretaceous-Palaeocene: 1 — inoceramian beds. — Palaeogene: 2 — variegated shales; 3 — hieroglyphic beds. — Miocene: 4 — fresh-water deposits; 5 — brackish and marine deposits; 6 — faults; 7 — electro-resistivity sounds

STOSUNEK UTWORÓW SŁODKOWODNYCH DO UTWORÓW BRAKICZNYCH I MORSKICH

W Niskowej ponad łałami z węglem brunatnym zalegają niebieskoszare ily margliste z bogatą fauną (ily ceritiowe) (Skoczylasówna 1930, Bałuk 1970). Ku górze przechodzą one w warstwę żółtych, drobnoziarnistych piasków o miąższości 1,1 m (ryc. 3). Wyżej pojawiają się zielonkawoniebieskie ily piaszczyste z dość licznymi cienkimi warstewkami piasków. W wierceniach miąższość tych osadów wynosi 7—10 m. W stropie przechodzą one w około 8-metrową serię osadów piaszczysto-mułkowych. Najniższa jej część to żółte piaski gruboziarniste, przechodzące wyżej w mułki siwożółtawe, równoległe warstwowane. Wspomniane piaski i mułki nie zawierały fauny (Bałuk 1970).

Ponad mułkami ponownie występują żółte piaski, zawierające soczewki lub ławice szarych piaskowców. Zarówno w piaskach tych, jak i piaskowcach, występuje bogata fauna morska (Bałuk 1970). Wyższa część serii piaszczystej odznacza się drobniejszym uziarnieniem oraz stopniowym wzrostem domieszki frakcji pylastej, dzięki czemu piaski drobnoziarniste przechodzą w osad mułkowy.

W najwyższej części opisywanego profilu stwierdzona została 25 cm warstwa silnie zbentonizowanych tufitów. Piaski zapadają łagodnie ku północnemu wschodowi, a ich maksymalna miąższość, jak można wnioskować z badań geofizycznych, dochodzi do 50 m (ryc. 3).

Jak wspomniano we wstępie, osady miocenijskie z Niskowej badane były wielokrotnie pod względem paleontologicznym. W wyniku badań Skoczylasów (1930), poszerzonych następnie przez Bałuka (1966, 1970) stwierdzono, że ility z fauną osadziły się w środowisku brakicznym, natomiast piaski i ility piaszczyste występujące w wyższej części profilu zawierają faunę charakterystyczną dla osadów morskich. Alexandrowicz (1962) uważał, że piaski z Niskowej stanowią mogą litoralną fację iłłów z Iwkowej, osadzoną w płytkiej zatoce morza górnoopolskiego. Inny nieco pogląd reprezentuje Bałuk (1966), który cały profil osadów z Niskowej zaliczył do dolnego opolu (niższa część dolnego tortonu).

Na podstawie dotychczasowych badań, uwzględniając nowe koncepcje dotyczące podziału miocenu* (Cicha, Seneš, Tejkal 1967; Krach, Kuciński, Łuczowska 1970), osady morskie i brakiczne z Niskowej zaliczyć można do badenianu — podpiętro opolskie s. str. (dotychczasowy dolny torton).

Osady miocenijskie w Kotlinie leżą na różnych ogniwach płaszczowiny magurskiej. Są one w zasadzie nie sfałdowane, a jedynie na obrzeżeniu Kotliny obserwuje się bardziej strome zapadanie warstw (40—50°). W Niskowej utwory miocenijskie na kontakcie z podłożem fliszowym są ustawione pionowo, jednakże na niewielkim odcinku nachylenie warstw maleje, przechodząc w kilkustopniowe zapadanie w kierunku centrum Kotliny.

CHARAKTERYSTYKA PALINOLOGICZNA PROFILU

U w a g i m e t o d y c z n e

Z obszaru Kotliny Sądeckiej zebrano ogółem 469 prób osadów do badań paleobotanicznych. Z wiercenia nr I w Nowym Sączu pochodzi 365 prób, z wiercenia wykonanego w roku 1956 (200 m na zachód od otworu nr I) pobrano 60 prób, a 44 próby zebrane zostały z różnych odkrywek (Dąbrówka Polska, Biegonice, Krzaki Gostwickie, Falkowa, Gołąbkowice i Niskowa) i z płytkich wierceń (Stadła, Nowy Sącz — otwór nr 3). Wszystkie próby zostały przeszlamowane, a 116 zbadano metodą analizy sporowo-pyłkowej. Materiał do badań palinologicznych po sproszkowaniu był poddany działaniu 10% KOH, a następnie gotowany w kwasie fluorowodorowym i w stężonym kwasie solnym. W przypadku obfitego detrytus roślinnego, próby przed poddaniem ich działaniu acetolizy

* Ponieważ nowy podział miocenu nie jest jeszcze w powszechnym użyciu, autorzy oprócz nowych nazw podają w nawiasie dotychczasowe nazwy poszczególnych pięter.

(Erdtman 1943, 1960) były umieszczane na okres 30 minut w 30% wodzie utlenionej i podgrzewane na łaźni wodnej. Po acetolizie preparaty zatapiano w oleju silikonowym (AK 2000).

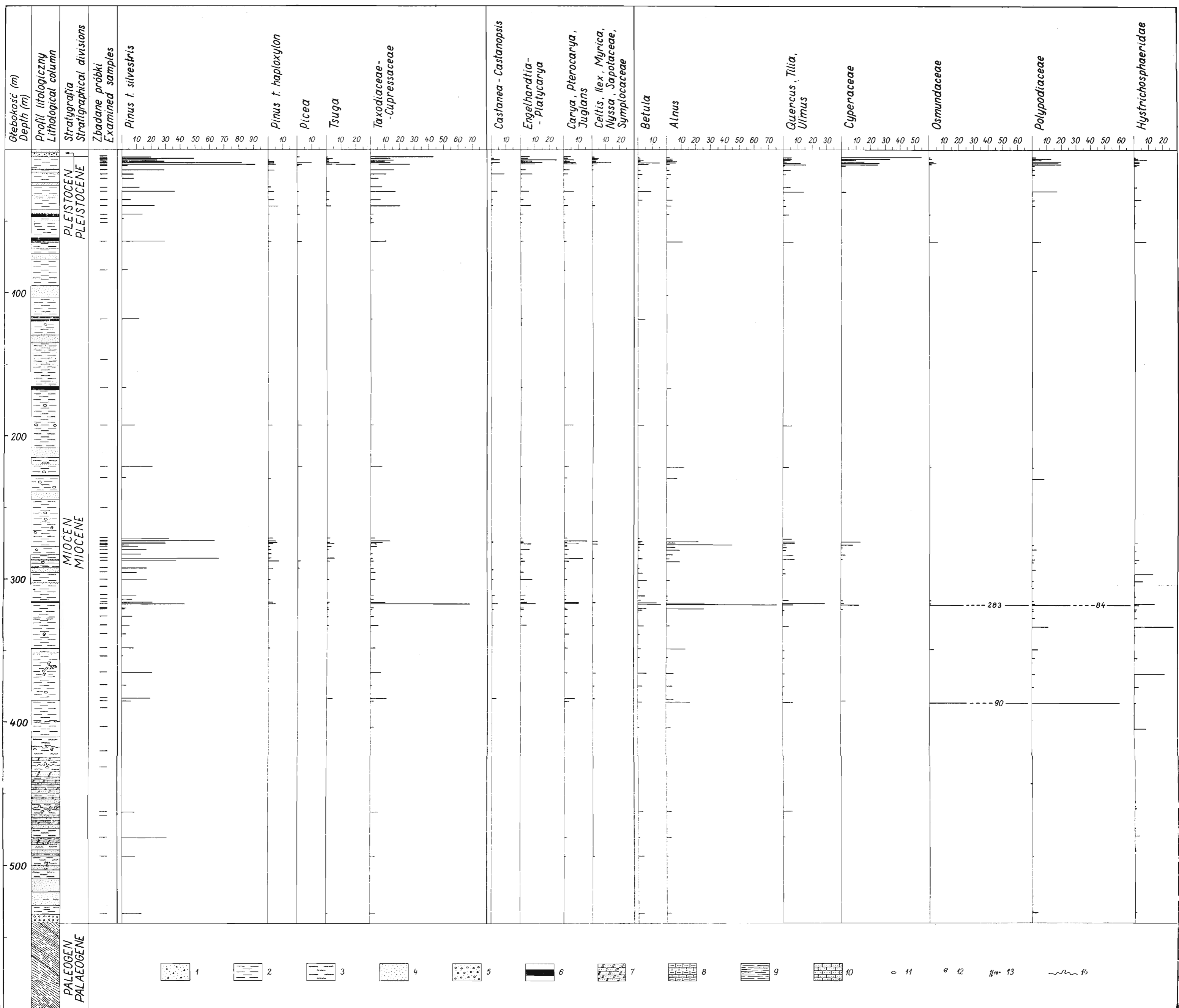
We wszystkich próbach sporomorfy były bardzo źle zachowane, silnie skorodowane a często próby były całkiem płonne. Spektra pyłkowe obliczono zaledwie dla 65 prób z wiercenia nr I i 18 prób z innych płytkich wierceń i odkrywek. Frekwencja była na ogół bardzo niska, niejednokrotnie na powierzchni 1 cm² znajdowano zaledwie kilka ziarn pyłku i spor. Z wszystkich badanych prób przeglądano po 5 preparatów o wymiarach szkiełek nakrywkowych 20 × 20 mm. Ze względu na niską frekwencję nie obliczano wartości procentowych dla poszczególnych komponentów spektrów pyłkowych, ograniczając się do podania zarówno w tabeli liczbowej, jak i w diagramach pyłkowych ich wartości bezwzględnych (ryc. 4, 5).

Opis diagramów pyłkowych

Lista florystyczna wszystkich zbadanych prób obejmuje 72 taksony. Większość form oznaczono do rodzaju, niektóre tylko do rodziny, a kilka z nich można było zaliczyć jedynie do jednostek sztucznego systemu morfologicznego.

Wyróżnione sporomorfy podzielono na 3 zasadnicze grupy. Do pierwszej zaliczono wszystkie szpilkowe, a więc ziarna pyłku opatrzone aparatami lotnymi — workami powietrznymi — z rodziny *Pinaceae* oraz sporomorfy bezworkowe z rodzin *Taxodiaceae-Cupressaceae*. Z rodziny *Pinaceae* najliczniejsze były ziarna pyłku *Pinus t. silvestris*. Sosna występowała we wszystkich zbadanych próbach z wiercenia nr I i z pozostałych odkrywek. Ilościowo jej udział w poszczególnych próbach waha się od kilku do 91 ziarn pyłku. Udział pyłku *Pinus t. haploxyton* był tylko nieznaczny i dosyć jednakowy w różnych odcinkach profilu. Pozostałe rodzaje z tej rodziny, *Picea* i *Tsuga* były reprezentowane w profilu tylko sporadycznie w postaci pojedynczych ziarn pyłku, z wyjątkiem próby z głębokości 10—11 m, gdzie *Tsuga* osiąga swoje maksymalne wartości (20 ziarn). Wśród ziarn pyłku szpilkowych bezworkowych wyróżniono, poza grupą zaliczoną ogólnie do rodzin *Taxodiaceae-Cupressaceae*, także rodzaje *Cryptomeria*, *Cupressus*, *Glyptostrobus* i *Sciadopitys*. Rodzaje te reprezentowane były tylko przez pojedyncze ziarna pyłku, dlatego ich udział w diagramie pyłkowym przedstawiono łącznie. W całym diagramie sporoformy *Pinus* dominują ilościowo nad grupą *Taxodiaceae-Cupressaceae* z wyjątkiem prób 2 i 302, gdzie zaznacza się wyraźna przewaga grupy *Taxodiaceae-Cupressaceae* nad *Pinaceae*.

Grupa druga obejmuje sporomorfy występujące zazwyczaj tylko w trzeciorzędzie. Zaliczono tu rodzaje *Castanea*, *Castanopsis*, *Carya*, *Pterocarya*, *Engelhardtia*, *Platycarya*, *Celtis*, *Myrica*, *Ilex* i *Nyssa*, oraz ro-



Ryc. 4. Profil geologiczny i diagram pylkowy wiercenia Nowy Sącz I. — Plejstocen: 1 — gliny, piaski i żwiry. — Miocen: 2 — ilolupki; 3 — mułowce; 4 — piaski i piaskowce słabo scementowane; 5 — żwiry; 6 — węgiel brunatny. — Bloki fliszowe: 7 — piaskowce glaukonitowe; 8 — margle. — Paleogen serii magurskiej: 9 — łupki ilaste; 10 — piaskowce muskowitowe, średnio- i grubolawicowe; 11 — konkretje węglanowe; 12 — fauna; 13 — złustrowania; 14 — struktury osuwiskowe.

Fig. 4. Profile and pollen diagram of the bore-hole Nowy Sącz I. Pleistocene: 1 — loams, sands and gravels. — Miocene: 2 — claystones; 3 — siltstones; 4 — sands and lightly cementated sandstones; 5 — gravels; 6 — brown coal. — Flysch blocks: 7 — glauconitic sandstones; 8 — marls. — Palaeogene of the Magura unit: 9 — clay shales; 10 — middle and thick-bedded muscovitic sandstones; 11 — carbonate concretions; 12 — fauna; 13 — faulting polish; 14 — slumping structures.

dziny *Leguminosae*, *Sapotaceae* i *Symplocaceae*, a z paproci *Cyatheaceae* i *Gleicheniaceae*. Wszystkie te formy spotykane są w całym miocenie, a niektóre z nich przechodzą jeszcze do pliocenu i plejstocenu.

Ze względu na skąpe na ogół udziały poszczególnych sporomorf mioceńskich niektóre rodzaje przedstawiono w diagramach pyłkowych wspólną krzywą. Rodzaje *Castanea* i *Castanopsis* spotykamy w profilu z Nowego Sącza tylko w jego stropowej części w ilościach od kilku do 9 ziarn, a sporadycznie w kilku tylko próbach pochodzących ze środkowego i spągowego odcinka profilu. *Engelhardtia* i *Platycarya* występują najobficiej w stropowej części profilu. Przeważają one nad pozostałymi rodzajami trzeciorzędowymi, osiągając swoje bezwzględne maksimum (25 ziarn) w próbie z głębokości 7 m. W środkowym odcinku profilu rodzaje te występują sporadycznie, a tylko w próbach spągowych ich udział nieco wzrasta. Podobnie jak *Platycarya* i *Engelhardtia* zachowują się rodzaje *Carya* i *Pterocarya*, z tą tylko różnicą, że ich maksimum przypada nie na próby stropowe, lecz na głębokości 270—300 m. Pozostałe formy trzeciorzędowe nie odgrywają w całym profilu większej roli. Rodzaje *Celtis*, *Ilex*, *Myrica* i *Nyssa* oraz rodziny *Sapotaceae* i *Symplocaceae* przedstawiono w diagramie również łącznie, gdyż ich udział we wszystkich próbach jest niższy od pozostałych przedstawicieli tej grupy. Z roślin zielnych zaliczonych do grupy roślin trzeciorzędowych spotykamy w różnych odcinkach profilu tylko pojedyncze spory z rodzin *Cyatheaceae* i *Gleicheniaceae*.

W grupie trzeciej zgromadzono rodzaje występujące zarówno w trzeciorzędzie, jak i w czwartorzędzie. Są to głównie drzewa liściaste, składniki mieszanych lasów strefy umiarkowanej oraz rośliny zielne. W diagramach wykreślono oddzielnie tylko udział pyłku *Betula* i *Alnus*, pozostałe rodzaje ze względu na znikome ilości wykreślono łącznie. Ziarna pyłku brzozy występowały w większości zbadanych prób od kilku do 15 i 16 ziarn w próbach 6 i 302. Odmiennie niż brzoza zachowuje się w diagramie olcha. Rodzaj ten osiąga najwyższe wartości w próbach 269 (45 ziarn) i 302 (76 ziarn), a w stropie profilu występuje w ilościach nie przekraczających 10 ziarn w próbie. Udział pozostałych rodzajów tej grupy (*Quercus*, *Tilia* i *Ulmus*) jest niewysoki. Jedynie ziarna pyłku wiązu pojawiają się niemal w całym profilu. Do grupy tej zaliczono ponadto rodzaje *Carpinus*, *Corylus* i *Fagus*, spotykane tu tylko sporadycznie. Z roślin zielnych w większych ilościach występowały jedynie *Cyperaceae*, *Polypodiaceae* i *Osmundaceae*. Turzyce osiągają swoje maksymalne wartości w próbach stropowych profilu, a w innych jego odcinkach występowały tylko sporadycznie. Wśród paproci na uwagę zasługuje bardzo wysoki w dwóch próbach udział zarodników *Osmundaceae* (283 spory w próbie 302 i 90 spor w próbie 334). W tych dwu próbach osiągają również swoje maksimum zarodniki *Polypodiaceae*. Poza tymi próbami *Polypodiaceae* były znajdowane w niewielkich ilościach w całym niemal profilu, a *Osmundaceae* sporadycznie w próbach stropowych. Oddzielnie wykreślono

w diagramie pyłkowym organizmy morskie należące do *Hystriosphae-ridae* i *Wetzeliella* oraz okrzemki z grupy *Discales*.

Diagram drugi (ryc. 5) ilustruje udział poszczególnych sporomorf w spektrach różnych prób zebranych z terenu Kotliny Sądeckiej. Układ poszczególnych komponentów jest taki sam jak w diagramie z profilu wiercenia nr I w Nowym Sączu. Składem florystycznym diagram drugi nie odbiega od pierwszego, ale niska frekwencja nie pozwala na przeprowadzenie bliższej pomiędzy nimi korelacji.

Najbogatsze były próby z Niskowej, w których stwierdzono typowo mioceńskie spektra pyłkowe. W profilach z Niskowej i z Krzaków Gostwickich stwierdzono wkładki szklatego węgla brunatnego. Po zmacerowaniu prób tego węgla w stężonym kwasie azotowym nie znaleziono żadnych sporomorf. Jest on zbudowany z bliżej nie określonych nitek glonów i licznych jedno-, dwu- i wielokomórkowych zarodników grzybów (tabl. I). Uprzejmości prof. dra K. S t a r m a c h a zawdzięczamy zaliczenie wspomnianych glonów do organizmów naziemnych z rodziny *Chaetophoraceae*.

Charakterystyka roślinności

Odtworzenie szaty roślinnej w Kotlinie Sądeckiej na podstawie uzyskanych wyników badań palinologicznych jest trudne. Niemniej na podstawie spektrów pyłkowych zestawionych w diagram można wnosić o występowaniu kilku typów zbiorowisk roślinnych, pozostających w zależności od warunków ekologicznych siedlisk. Samo dno Kotliny zajmowały cypryśnikowe lasy bagiennie. Główną w nich rolę odgrywały *Taxodium* i *Glyptostrobus*, a jako domieszka — *Nyssa*. Wysoki udział ziarn pyłku *Taxodiaceae-Cupressaceae* we wszystkich zbadanych próbach świadczy, że rodzaje *Taxodium* i *Glyptostrobus* rosły na miejscu. Potwierdzają to badania szczątków makroskopowych roślin, przeprowadzone przez dr hab. Ł a Ń c u c k ą - Ś r o d o n i o w ą (informacja ustna). Najczęstszym szczątkiem makroskopowym w profilu I, powtarzającym się niemal we wszystkich próbach, są ułamki gałązek, liście i nasiona rodzaju *Glyptostrobus*. Obok lasów bagiennych typu *Taxodiaceae-Cupressaceae* na miejscach również wilgotnych, lecz nie zabagnionych mogły występować lasy olcho- we z domieszką *Carya* i *Pterocarya*. Poza lasami bagiennymi w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika sedymentacyjnego, siedliska podmokłe były zajęte przez zbiorowiska roślin zielnych. Wskazują na to wysokie udziały ziarn pyłku *Cyperaceae* oraz liczne szczątki makroskopowe roślin przybrzeżnych i szuwarowych (*Sparganium*, *Scutellaria*, *Typha*, *Carex* i inne).

Dno Kotliny porastały poza tym zarośla *Betulaceae-Mericaceae*, wśród których, być może, rosły również *Platycarya* i *Engelhardtia*, a w runie liczne paprocie, głównie *Osmundaceae*. Zarośla te prawdopodobnie nie odgrywały w krajobrazie roślinnym większej roli.

Sąsiednie wzgórza wokół Kotliny zajęte były przez zbiorowiska roślin

siedlisk suchych. Rosły tu lasy sosnowe i dębowo-lipowe ze świerkiem jako domieszką. Ziarna pyłku tych rodzajów spotykano w ilościach mogących świadczyć o ich występowaniu na miejscu. Rodzaje *Carpinus*, *Corylus* i *Fagus* były stwierdzone w całym profilu sporadycznie, ale tylko grab mógł odgrywać nieco większą rolę: w profilu znaleziono kilka orzeszków należących do tego rodzaju. W runie tych lasów rosły prawdopodobnie obficie liczne paprocie.

ZARYS PALEOGEOGRAFII

Na podstawie obecnego stanu rozpoznania osadów miocenijskich Kotliny Sądeckiej można w przybliżeniu odtworzyć przebieg i warunki, w jakich odbywała się tutaj sedymentacja.

Występujące w spągu profilu piaski i otoczaki fliszowe są pochodzenia rzeczno-jeziornego. Kilkumetrowe wkłady zielonoszarych łożysk z detrytusem roślinnym, jakie występują wśród piasków i żwirów, mogą być odpowiednikiem współczesnych mad rzecznych. Powyżej głębokości 509 m zmienia się charakter osadów, ilość przewarstwień piaszczystych wyraźnie maleje na korzyść mułowców muskowitzowych. Zmiana ta jest prawdopodobnie konsekwencją przejścia z akumulacji rzecznej w jeziorną, spowodowanego pionowymi ruchami. W tym czasie do zbiornika dostały się bloki skał fliszowych, znane z głębokości 422,5—483 m. Duże bloki pochodzą z obrywów na południowych brzegach jeziora (O s z c z y p k o 1967). Po powstaniuolistolitów sedymentacja w zbiorniku miała przebieg bardziej spokojny. Dopływ materiału gruboklastycznego maleje, zbiornik stopniowo spłyca się i zarasta. Pojawia się pierwsza grubsza wkładka węgla brunatnego (głębokość 385,0—385,5 m). Jest to początek nowego etapu sedymentacji oraz dalsza zmiana w morfologii obrzeżenia Kotliny.

Tworzeniu się osadów burowęglowych towarzyszył klimat ciepły i wilgotny, sprzyjający bujnemu rozwojowi szaty roślinnej. W diagramie pyłkowym pojawiają się w większych ilościach sporomorfy roślin biorących udział w tworzeniu się pokładów węgla brunatnego. Największą rolę odgrywały niewątpliwie *Taxodiaceae-Cupressaceae*, wskazujące na bujny rozwój lasów bagiennych. Obecność gałązek, krótkopędów, liści i nasion rodzaju *Glyptostrobus* niemal w całym profilu, począwszy od poziomów z pierwszymi wkładkami węgla brunatnego, świadczy o dużej roli tego drzewa w tworzeniu się pokładów węgla. Las z *Glyptostrobus* był zapewne dość zwarty, gdyż masowemu występowaniu szczątków makroskopowych tego rodzaju towarzyszą tylko nieliczne szczątki innych roślin. Natomiast spektra palinologiczne z tych odcinków profilu są stosunkowo bogate w sporomorfy innych drzew i krzewów, pochodzące prawdopodobnie z najbliższego otoczenia Kotliny.

W omawianej serii osadów słodkowodnych zaznacza się cykliczność sedymentacji, z tym że w najniższej i najwyższej części serii odległości

między pokładami węgla są stosunkowo duże, natomiast w środkowej części najmniejsze. Miąższość poszczególnych cykli sedymentacyjnych wiąże się z szybkością akumulacji i świadczy o skali ruchów podłoża. Węgiel brunatny mógł powstawać tylko w czasie spłylenia i zarośnięcia zbiornika. Ślady systemów korzeniowych oraz obecność szczątków roślin charakterystycznych dla mokradeł i płytkich bagnisk przemawia za autochtonicznym pochodzeniem węgla. Podobne przypuszczenia wysunął już wcześniej M a k o w s k i (1947). Zły stan zachowania sporomorf świadczy o stałym dostępie powietrza. Zbiornik musiał więc być płytki, a okresami zarośnięty. Nawet w czasie występowania wolnej powierzchni wody warunki dla zachowania się sporomorf były niekorzystne, gdyż dno zbiornika było przewietrzane. Wkładowi węgla szklatego z Niskowej czy z Krzaków Gostwickich są prawdopodobnie pochodzenia glonowego (por. str. 149). Zakwit glonów tworzył prawdopodobnie na powierzchni bagien grubą matę. Opadające sporomorfy mogły gromadzić się na jej powierzchni i zanim znalazły się w osadzie w warunkach beztlenowych, ulegały rozkładowi. Tym można, jak się wydaje, tłumaczyć całkowity brak sporomorf w szklistym węglu brunatnym pochodzenia glonowego. Podobny węgiel z Grudnej Dolnej dał identyczny wynik analizy. Znaczna ilość cykli sedymentacyjnych przy stosunkowo niewielkiej miąższości pokładów węglowych świadczy o intensywnej akumulacji i szybkim obniżaniu się podłoża basenu. Kolejne ruchy obniżające, jakie towarzyszyły akumulacji najwyższej części osadów słodkowodnych, spowodowały połączenie się zbiornika słodkowodnego z wysładzającą się zatoką morską. W Niskowej ponad ilami z węglem osadziły się ily z fauną brackiczną (S k o c z y l a s ó w n a 1930, B a ł u k 1970). W pozostałej części Kotliny zachowały się prawdopodobnie resztki zbiornika słodkowodnego, który tylko okresowo łączył się z wodami słonawymi. Wskazywałaby na to obecność w stropowej części profilu wiercenia Nowy Sącz I organizmów morskich z grupy *Hystriosphæridae*, *Wetzeliella* i okrzemek z grupy *Discales*, o ile nie występują one na wtórnym złożu. *Hystriosphæridae* były notowane wprawdzie w całym profilu wiercenia, ale w jego górnej części spotykamy je bardziej regularnie. Pozostałe organizmy morskie występują tylko sporadycznie w stropie i odcinku spągowym profilu.

Dalsze obniżanie się podłoża spowodowało napływ wód morza otwartego, czemu towarzyszyła w Niskowej początkowo sedymentacja ilów piaszczystych, a następnie piasków z fauną morską (S k o c z y l a s ó w n a 1930, B a ł u k 1966, 1970). Osady morskie prawdopodobnie przykryły znaczną część osadów słodkowodnych w Kotlinie, które późniejsza erozja usunęła, pozostawiając jedynie ślady w rejonie Niskowej. Na podstawie dostępnych obecnie danych można przypuszczać, że w miocenie Kotliną Sądecką przechodziła przez następujące etapy rozwoju morfologicznego: dolina rzeczna, jezioro, równina pokryta bagnami, wysładzająca się zatoka morska, strefa przybrzeżna morza otwartego. Nieznacznym udziałem utworów

gruboklastycznych w profilu opisywanych osadów świadczy o tym, że przyległe pasma karpackie były wówczas niezbyt wysokie i prawdopodobnie silnie zdenudowane.

Poza Kotliną Sądecką osady słdkowodne i brakiczne zawierające wkładki węgla brunatnego znane są z szeregu miejscowości położonych na północnym i południowo-zachodnim obrzeżeniu Zapadliska Przedkarpackiego. Na południowych zboczach Gór Świętokrzyskich utwory takie występują między innymi w rejonie Korytnicy — Chmielnika, Staszowa i Tarnobrzega (K o w a l e w s k i 1958), a na obszarze śląsko-krakowskim znane są z następujących miejscowości: Halemba (A l e x a n d r o w i c z 1958), Imielin (A l e x a n d r o w i c z 1969), Libiąż (K r a c h 1939) i Prze-ciszów (A l e x a n d r o w i c z, K r a c h 1963). Wspólną cechą tych osadów, oprócz wykształcenia litologiczno-facjalnego, jest ich pozycja stratygraficzna. Występują one najczęściej w spągu dolnotortonńskich (opolskich) osadów morskich, zawierających charakterystyczny zespół mikrofaunistyczny (lancendorfski). Utwory słdkowodne i brakiczne zaliczane były na ogół do najniższej części dolnego tortonu (K r a c h 1962, A l e x a n d r o w i c z, K r a c h 1963). K o w a l e w s k i (1958) wymienione utwory zaliczył już do helwetu. Ostatnio A l e x a n d r o w i c z (1969) wprowadził dla utworów słdkowodnych i brakicznych w południowo-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego nazwę warstw kłodnickich, które zalicza do karpatianu (dawny górny helwet), natomiast wyżej leżące osady morskie warstw skawińskich do badenianu (dawny torton). W Karpatach miocenijskie utwory brunatnowęglowe znane są, oprócz rejonu Nowego Sącza, z Grudnej Dolnej (S o k o ł o w s k i 1935), Kotliny Orawsko-Nowotarskiej (H a l i c k i 1930, Ł a Ń c u c k a - Ś r o d o n i o w a 1963), a ponadto istnieją wzmianki o obecności węgla brunatnego w Iwkowej (U h l i g 1888) i Brzozowej (G r z y b o w s k i 1903). Osady miocenijskie z wymienionych miejscowości, z wyjątkiem Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, uważane są za dolnotortonńskie. Jak można wnioskować z przytoczonego przeglądu danych z literatury oraz przedstawionych wyników badań w Kotlinie Sądeckiej, w niższej części badenianu na znacznych obszarach Zapadliska Przedkarpackiego i Karpat zaistniały dogodne warunki zarówno geomorfologiczne, jak i klimatyczne, umożliwiające powstanie utworów burowęglowych.

UWAGI O WIEKU BADANYCH OSADÓW

W Kotlinie Sądeckiej stwierdzone zostały dwudzielne utwory słdkowodne o znacznej miąższości. Wobec braku fauny przewodniej korelację między poszczególnymi profilami tych utworów przeprowadzić można tylko w oparciu o analizę litologiczno-facjalną i wyniki badań paleobotanicznych. Na podstawie dotychczasowych badań geologicznych i palinologicznych autorzy uważają, że ily z węglem brunatnym w Niskowej są odpo-

wiednikiem wyższej serii, znanej z wiercenia Nowy Sącz I. Bliższe skorelowanie tych profili jest w chwili obecnej niemożliwe.

Z uwagi na zły stan zachowania sporomorf i wielkie ubóstwo florystyczne zbadanych prób z Kotliny Sądeckiej bliższe określenie wieku tych osadów na podstawie wyników badań palinologicznych jest również trudne. Stosunkowo duży udział sporomorf z grupy *Taxodiaceae-Cupressaceae* i innych rodzajów uważanych za przewodnie dla miocenu (*Castanea*, *Castanopsis*, *Carya*, *Platycarya*, *Engelhardtia*, *Celtis* i *Myrica*) wskazuje na miocenijski wiek osadu. Niski udział *Coniferae saccatae*, a zwłaszcza *Picea* i *Tsuga*, przy równoczesnym dużym udziale pozostałych szpilkowych i innych rodzajów miocenijskich, wyklucza możliwość zaliczenia tych osadów do pliocenu. Z drugiej strony brak elementu starotrzeciorzędowego, zwłaszcza grupy *Leguminosae* i *Rhus*, charakterystycznej dla miocenu dolnego i częściowo środkowego, przemawia za wykluczeniem wieku starszego od miocenu środkowego. Sporadyczne występowanie form uważanych za starotrzeciorzędowe (*Sapotaceae*, *Symplocaceae*) nie ma w danym przypadku większego znaczenia stratygraficznego.

W profilu z wiercenia I w Nowym Sączu nie zauważono zasadniczych różnic w składzie florystycznym pomiędzy próbami ze spagu i stropu. Można więc cały profil uważać za jeden większy cykl sedymentacyjny w obrębie miocenu.

Osady słodkowodne leżą w Niskowej poniżej osadów brakicznych i morskich. Jak wspomniano uprzednio, na podstawie badań geofizycznych można przypuszczać, że osady słodkowodne Niskowej łączą się z osadami słodkowodnymi Kotliny. Potwierdzają to również badania palinologiczne. Z uwagi na znaczną miąższość osadów słodkowodnych z lignitami w wierceniu Nowy Sącz I nie można wykluczyć, że część tych utworów może być równowiekowa, a nawet młodsza od osadów brakicznych i morskich z Niskowej.

Tak więc o wieku osadów miocenu słodkowodnego w Kotlinie Sądeckiej decyduje, z uwagi na brak w nich mikrofauny i makrofauny, pozycja stratygraficzna osadów brakicznych i morskich z Niskowej. Według najnowszych badań paleontologicznych (B a ł u k 1970) miocen Niskowej zaliczany jest do dolnego badenianu (dotychczasowy dolny torton).

Przy porównaniu wyników badań palinologicznych nad osadami z Kotliny Sądeckiej z wynikami badań P l a n d e r o w e j (1967) nad osadami karpatianu ze Słowacji uderza duże ich podobieństwo. Spektra pyłkowe ze Słowacji są wprawdzie znacznie bogatsze, ale materiał był też lepiej zachowany. W osadach z Nowego Sącza tylko sporadycznie występują *Symplocaceae*, *Gleicheniaceae* i *Lygodium* oraz brak całkowicie grupy *Rhus* i *Mastixioideae*, które w karpatianie Słowacji odgrywają większą rolę.

LITERATURA

- Alexandrowicz S. W. 1958. Zarys stratygrafii mikrofaunistycznej miocenu śląsko-krakowskiego. *Kwart. Geol.* 2, 1: 1—25.
- 1962. Microfauna and stratigraphical position of Miocene clays from Iwkowa and Żegocina (Western Carpathians). *Bull. Acad. Pol. Sc., Sér. géol. géogr.* 10, 3: 161—166.
- 1969. Miocene diatomites in the eastern part of the Upper Silesian Coal Basin. *Bull. Acad. Pol. Sc., Sér. géol. géogr.* 17, 2: 115—121.
- Alexandrowicz S. W., Krach W. 1963. Dolny torton w Przeroszowie koło Oświęcimia. *Roczn. Pol. Tow. Geol.* 33, 4: 492—515.
- Bałuk W. 1966. Neogene sediments in the Nowy Sącz depression (External Carpathians) and their palaeogeographical significance. *Bull. Acad. Pol. Sc., Sér. géol. géogr.* 14, 3: 181—186.
- 1970. Dolny torton w Niskowej koło Nowego Sącza. *Acta Geol. Pol.* 20, 1: 100—158.
- Cicha I., Seneš J., Tejkal J. 1967. Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys. Die Karpatische Serie (Karpatien — M₃). 312 s. Bratislava.
- Doliński J., Jabłoński E., Kuźniar W., Lilpop J. 1921. Węgiel brunatny w Niskowej pod Nowym Sączem. *Spraw. PIG.* 1, 2/3: 263—267.
- Erdtman G. 1943. An Introduction to Pollen Analysis. 239 s. Waltham.
- 1960. The acetolysis method. *Svensk Bot. Tidskr.* 54, 4: 561—564.
- Friedberg W. 1907. Młodszy miocen Galicji Zachodniej i jego fauna. *Spraw Kom. Fizjogr. Akad. Um.* 40: 1—49.
- 1914. Studya nad formacją miocenną ziem polskich. Cz. I. *Kosmos* 39: 15—23.
- Grzybowski J. 1903. Atlas geologiczny Galicji. Tekst do zeszytu XIV, 92 s.
- Halicki B. 1930. Dyluwialne zlodowacenie północnych stoków Tatr. *Spraw. PIG.* 5, 3/4: 377—534.
- Kosiński W. 1945. Eksploatacja węgla brunatnego w Niskowej koło Nowego Sącza. *Arch. Oddz. Karp. Inst. Geol.*
- Kowalewski K. 1958. Stratygrafia miocenu południowej Polski ze szczególnym uwzględnieniem południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.* 2, 1: 3—43.
- Krach W. 1939. Badania nad mioceniem śląsko-krakowskim. *PAU. Prace geol. śląskie*, 7: 1—28.
- 1962. Zarys stratygrafii miocenu Polski Południowej. *Roczn. Pol. Tow. Geol.* 30, 2: 529—556.
- Krach W., Kuciński T., Łuczowska E. 1970. Nowe podstawy do stratygrafii miocenu Polski południowej. *Przegl. Geol.* 1/201: 6—9.
- Łańcucka-Środoniowa M. 1963. Stan badań paleobotanicznych nad mioceniem Polski południowej. *Roczn. Pol. Tow. Geol.* 33, 1—3: 129—158.
- Makowski S. 1947. Węgiel brunatny w środkowej Polsce. *Biul. Inst. Geol.* 40: 3—72.
- Nowak J. 1948. Miocen północnej krawędzi Karpat. *Roczn. Pol. Tow. Geol.* 17: 1—29.
- Oszczypko N. 1967. Nowosondeckaja meżgornaja vpadina (Polskie fliševye Karpaty). *Karp. Bałk. Geol. Assoc. VIII. Kongr. Dokł. Géotek.*: 167—171. Belgrad.
- Planderová E. 1967. Palynologische Charakteristik der Karpatischen Serie. In: Cicha I., Seneš J., Tejkal J. „Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys M₃”: 269—285. Bratislava.
- Skoczyłówna K. 1930. Przyczynek do znajomości miocenu Kotliny Sądeckiej. *Roczn. Pol. Tow. Geol.* 6: 1—24.

- Skoczylas-Ciszewska K. 1960. Budowa geologiczna strefy żegocińskiej. *Acta Geol. Pol.* 10: 485—591.
- Smoleński J. 1918. O wysokich tarasach dyluwialnych na zboczach Kotliny Sądeckiej. *Rozpr. Akad. Um.* 57, Ser. B.: 127—136.
- Sokołowski S. 1935. Badania geologiczno-górniczne nad złożem węgla brunatnego w Grudnej Dolnej. *Przeegl. Gór.-Hutn.* 27: 325—337.
- Szajnocha W. 1903. Atlas geologiczny Galicji. Tekst do zeszytu XI: 118 s.
- Trojan J. 1965. Dokumentacja zwiadowczych badań elektrooporowych, temat: Kotlina Sądecka-Roszkowice. PPG. Warszawa. Arch. Oddz. Karp. Inst. Geol.
- Uhlig V. 1888. Ergebnisse geologischer Aufnahmen in den westgalizischen Karpathen. *Jb. Geol. Reichsanst.* 38: 83—264.

SUMMARY

THE FRESH-WATER MIOCENE OF THE NOWY SĄCZ BASIN. RESULTS OF GEOLOGICAL AND PALYNOLOGICAL INVESTIGATIONS

In the Nowy Sącz Basin there occur Miocene deposits which have been known for a long time. Geological investigations carried out in the course of the past years showed that fresh-water deposits play the most important role in the Nowy Sącz Miocene. The natural outcrops of fresh-water sediments occur in the following localities: Falkowa, Bielawice, Dąbrówka Polska, Biegonice, Podegrodzie, Krzaki Gostwickie, and Niskowa. The profile of these sediments was recognized in the boring Nowy Sącz I, where two series were distinguished.

In the higher series of a thickness of about 400 m green-grey marly clay slates prevail. Among them layers of sand occur subordinately. The thickest layer of these sands amounts to 8 m. The clayey-sandy deposits are accompanied by numerous intercalations of brown coal, the thickness of which does not exceed 2 m.

The lower series is represented by mudstone and sandy deposits. The mudstones are interbedded with layers of inequigranular sands and sandstones. The thickest layer of these sands amounts to 18.5 m. Gravels were twice drilled in the lower series. The bottom layer of gravels occurs at a depth of 534—540 m. In the section of 422.5—483 m numerous, large flysch blocks were encountered. The bored layers occur almost flatly. A flysch substratum was drilled at a depth of 540 m.

In the locality Niskowa above clays with coal there occur green-grey marly clays with a rich brackish fauna. The thickness of these clays amounts to 7—10 m. The clays with fauna pass through a layer of fine-grained sands 1.1 m thick into green-blue sandy clays about 8 m in thickness. Above the clays a bipartite layer of sand is lying about 30 m thick. These sands contain a rich fauna characteristic of a shallow sea of normal salinity. The thickness of marine and brackish sediments in the region of Niskowa is more or less stable, whereas that of fresh-water sediments lying at their bottom rapidly increases towards the central part of the basin. Geophysical investigations showed a continuity of the fresh-water deposits of Niskowa with analogous ones filling the greater part of the basin.

The Miocene sediments in the Nowy Sącz Basin are lying on various series of the Magura nappe. In the main, the deposits of the Nowy Sącz Miocene are not folded, only on the border of the basin a steeper dip of layers (40—50°) occurs, whereas in the case of Niskowa the Miocene outcrops are vertically disposed.

Altogether 116 samples of fresh-water sediments from the Nowy Sącz Basin were examined by means of pollen analysis. On account of the very poorly preserved material and low frequency, pollen spectra were calculated for only 65 samples. They are listed in Tables 1 and 2 and illustrated on pollen diagrams (figs. 4 and 5).

All determined sporomorphs (altogether 82 taxons) were divided into 3 groups. Of the first group including *Coniferae*, pine occurred the most abundantly, prevailing in the whole profile over the families *Taxodiaceae-Cupressaceae*. The other genera: *Picea*, *Tsuga*, and *Pinus t. haploxylon* occurred only sporadically. The Tertiary genera *Castanea*, *Carya*, *Pteracarya*, *Platycarya*, *Engelhardtia*, *Celtis*, *Myrica*, *Ilex*, and *Nyssa* assigned to the second group, were encountered in the whole profile. No old-Tertiary element is present in this group. To the third group were assigned forms occurring both in the Tertiary and in the Quaternary. Apart from *Alnus* and *Betula*, the share of the other components of mixed deciduous forests was of no greater significance.

It would be difficult to determine on the basis of the results of palaeobotanic investigations the age of the sediments of the Nowy Sącz I profile. The relatively large share of sporomorphs from the *Taxodiaceae-Cupressaceae* group and of other Tertiary genera points to the Miocene age of the sediments. On the other hand, the low share of *Coniferae saccatae*, especially of *Picea* and *Tsuga*, with at the same time a large share of conifers and of other Miocene genera, excludes the possibility of assigning these sediments to the Pliocene. The lack of the old-Tertiary element also indicates that an age older than the Middle Miocene has to be excluded.

The fresh-water sediments are lying in the basin below brackish and marine sediments which, according to the latest palaeontological investigations, are assigned to the lowest part of the Lower Badenian. In connection with the above-said, the fresh-water sediments, according to what is known about them till now, can be assigned to the upper part of the Carpathian.

Institute of Geology, Carpathian Section, Kraków
Institute of Botany of the Polish Academy of Sciences,
Department of Palaeobotany, Kraków

Tabela 1. Nowy Sącz I. Bezwzględne ilości oznaczonych sporomorfy
Table 1. Nowy Sącz I. Absolute numbers of sporomorphs

Nr próbki No. sample	Głębokość w m Depth in m	Sporomorphs																										
		<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	<i>Carya</i>	<i>Castanea-Castanopsis</i>	<i>Celtis</i>	<i>Cyperaceae</i>	<i>Engelhardtia</i>	<i>Gleicheniaceae</i>	<i>Gramineae</i>	<i>Hystriosphaeeridae</i>	<i>Mohria</i>	<i>Myrica</i>	<i>Nyssa</i>	<i>Osmundaceae</i>	<i>Picea</i>	<i>Pinus t. haploxyylon</i>	<i>Pinus t. silvestris</i>	<i>Platycarya</i>	<i>Polypodiaceae</i>	<i>Pterocarya</i>	<i>Quercus</i>	<i>Sphagnum</i>	<i>Taxodiaceae-Cupressaceae</i>	<i>Tilia</i>	<i>Tsuga</i>	<i>Ulmus</i>	
2	5,0—6,0	2	1	—	—	1	55	6	—	—	1	—	—	—	2	2	—	20	—	3	—	4	—	43	—	1	2	
3	6,0—7,0	4	2	3	2	3	33	3	—	—	3	1	—	—	2	—	—	49	2	13	5	2	2	14	—	4	4	
4	7,0—8,0	4	4	3	6	1	10	12	—	—	9	—	3	1	—	—	1	24	13	7	4	2	—	16	1	2	2	
5	8,0—9,0	7	2	1	—	—	16	3	1	1	4	—	3	—	3	—	4	29	5	20	3	—	—	10	—	2	2	
6	9,0—10,0	6	15	2	6	1	26	3	—	1	4	1	10	—	5	10	4	82	12	18	6	4	1	14	1	9	7	
7	10,0—11,0	2	8	2	1	1	25	5	1	—	4	1	1	—	2	3	5	91	5	20	7	1	1	27	1	20	14	
8	11,0—12,0	—	—	—	—	—	3	—	—	—	1	2	—	—	1	—	—	4	—	2	—	—	—	—	—	—	1	
11	14,0—15,0	2	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	4	29	—	2	4	—	—	16	1	—	4	
14	17,0—18,0	3	2	2	9	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	8	7	2	1	—	—	11	1	—	1	
17	20,0—21,0	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	8	1	—	—	—	—	6	—	—	—	
23	26,0—27,0	2	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	12	1	—	—	—	8	1	—	4	
26	29,0—30,0	—	9	—	4	1	3	6	1	—	—	—	—	—	1	3	36	—	17	7	2	1	17	—	2	12		
32	35,0—36,0	4	3	—	1	—	—	—	—	—	5	—	—	1	—	4	6	2	2	1	—	—	—	7	—	2	1	
36	39,0—40,0	3	—	—	1	—	—	5	—	2	1	—	—	1	—	1	7	22	2	2	3	—	—	20	—	3	2	
42	45,0—46,0	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	2	1	14	1	—	1	—	—	2	2	—	2	
61	64,0—65,0	11	—	1	—	—	—	1	—	—	8	—	—	—	6	3	2	29	1	6	1	1	—	11	2	—	6	
81	84,0—85,0	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	3	1	—	—	2	—	—	—	
115	118,0—119,0	—	5	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	1	1	—	—	—	
163	166,0—167,0	3	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
189	192,0—193,0	1	4	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1	2	3	9	—	1	4	1	—	2	3	1	2	
218	221,0—222,0	12	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	23	1	8	—	2	—	8	1	—	1	
226	229,0—230,0	7	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	
266	271,5—272,1	3	1	1	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	3	32	—	—	1	—	—	3	—	2	6	
267	272,1—273,8	22	3	5	1	2	13	1	—	—	2	—	—	1	—	—	5	64	1	—	11	—	—	13	5	—	3	
268	273,8—274,8	6	2	—	1	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6	30	1	—	2	1	—	8	1	2	6		
269	274,8—275,8	45	4	3	—	1	8	5	—	—	—	1	1	1	—	—	3	30	2	1	7	—	—	4	—	5	2	
271	276,8—277,1	6	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11	—	—	1	—	—	4	1	3	2		
273	278,1—280,0	9	1	2	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	2	17	5	3	1	—	—	1	1	1	1	
275	281,3—282,8	4	—	1	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	13	1	1	—	—	1	2	—	5	
277	284,2—285,6	2	3	2	—	—	1	1	—	—	3	1	—	1	—	—	—	2	66	—	2	11	1	1	1	—	5	7
279	286,8—288,0	9	—	1	—	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	2	7	37	1	1	2	—	—	2	—	2	—	
283	291,9—293,2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	17	—	3	1	—	—	2	—	—	1	
285	294,5—295,4	—	3	—	1	—	—	1	—	—	13	—	—	—	—	—	—	10	1	—	—	—	—	3	—	—	2	
289	299,5—301,0	2	6	—	1	—	—	1	—	1	6	—	—	—	—	—	1	17	7	1	2	—	—	3	—	1	—	
297	310,0—311,6	1	5	—	2	—	—	3	—	—	1	—	—	—	—	—	10	—	—	1	—	—	1	2	1	—	—	
300	314,2—315,2	1	2	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	7	1	—	1	—	1	2	1	—	3	
301	315,2—316,3	26	12	3	4	1	2	2	—	—	14	1	—	1	1	—	3	21	2	2	7	—	—	10	2	2	27	
302	316,3—319,0	76	16	4	—	—	12	3	—	—	—	—	—	—	283	—	5	43	3	84	6	—	—	68	1	1	6	
303	319,0—320,4	26	6	1	—	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	3	2	1	—	—	—	2	—	1	—	
304	320,4—321,8	1	3	—	1	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2	1	1	2	—	—	1	—	1	1	
307	325,1—327,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	7	1	2	2	—	—	2	—	1	—	
311	331,0—332,5	7	5	1	1	—	—	1	—	—	27	—	1	—	—	—	—	10	4	11	—	—	—	5	—	1	1	
315	337,5—339,1	—	1	2	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
319	346,6—349,1	13	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1	8	—	4	1	—	—	3	—	—	1	
321	352,1—356,1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—	—	1	—	—	—	
325	364,8—366,6	5	6	2	1	—	—	—	—	1	21	1	2	—	—	—	—	21	9	2	—	—	—	7	1	—	—	
329	372,4—375,9	4	3	—	—	—	3	—	1	—	3	1	1	—	—	—	—	3	3	1	—	—	—	1	1	—	1	
333	382,5—384,0	5	—	1	3	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	19	3	—	6	—	—	11	—	4	—	
334	384,0—385,5	17	3	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	90	—	—	6	—	60	2	—	—	2	1	—	6	
341	400,2—406,0	3	1	—	—	—	—	—	—	1	8	—	2	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	2	—	—	—	
353	461,1—463,0	3	3	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	5	—	—	6	
357	474,0—485,2	3	1	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	31	5	—	2	—	—	—	—	—	1	
361	491,8—495,5	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	1	—	—	3	—	—	—	
365	531,0—535,3	3	4	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	13	2	4	—	—	—	3	—	1	—	

Sporomorfy sporadyczne
Sporomorphs found sporadically

<i>Abies</i>	6 (2); 268 (2)	<i>Discales</i>	5 (5); 26 (1); 333 (1);	<i>Myrtaceae</i>	301 (1);
<i>Acer</i>	268 (1);	<i>Ephedra</i>	311 (1);	<i>cf. Rhamnus</i>	4 (1); 7 (1);
<i>Anthocerotaceae</i>	4 (1); 283 (2); 329 (1);	<i>Ericaceae</i>	11 (1); 285 (1);	<i>Rhus</i>	14 (1);
<i>Botrychium</i>	333 (1); 341 (1)	<i>Extratrilporopollenites</i>	5 (1); 6 (1); 281 (1); 300 (1);	<i>Rubiaceae</i>	268 (1);
<i>Campanulaceae</i>	315 (1);		357 (1);	<i>Sapotaceae</i>	6 (3); 7 (1);
<i>Carpinus</i>	301 (1);	<i>Fagus</i>	6 (1); 7 (2); 61 (1); 301 (4);	<i>Sciadopitys</i>	5 (1); 7 (1);
<i>Chenopodiaceae</i>	32 (1); 283 (1);	<i>Glyptostrobus</i>	2 (4); 8 (2); 302 (1);	<i>Selaginella</i>	3 (1); 4 (1); 5 (1);
<i>Compositae</i>	6 (1);	<i>Hymenophyllaceae</i>	7 (1); 271 (1);	<i>Symplocaceae</i>	6 (1); 36 (1); 333 (1);
<i>Corylus</i>	2 (1);	<i>Ilex</i>	6 (1); 7 (1);	<i>Umbelliferae</i>	5 (1); 7 (1);
<i>Cryptomeria</i>	2 (3); 302 (1);	<i>Juglans</i>	3 (1);	<i>Undulatisporites</i>	273 (1); 279 (1);
<i>Cupressus</i>	2 (4); 3 (2);	<i>Labiales</i>	4 (2);	<i>Verrucingulatisporites</i>	8 (1);
<i>Cyatheaceae</i>	6 (1);	<i>Leguminosae</i>	4 (1);	<i>Vitis</i>	301 (1);
<i>Cyrtillaceae</i>	23 (1);	<i>Lycopodium</i>	3 (1); 5 (1); 283 (1);	<i>Wetziella</i>	6 (3); 8 (2); 277 (1); 289 (2);
<i>Dacrydium</i>	5 (1); 6 (1);	<i>Lygodium</i>	289 (1); 297 (1); 301 (1);		311 (1); 365 (1);

Tabela 2. Bezwzględne ilości oznaczonych sporomorf z różnych odkrywek Kotliny Sądeckiej
 Table 2. Absolute numbers of sporomorphs from different localities of the Nowy Sącz Basin

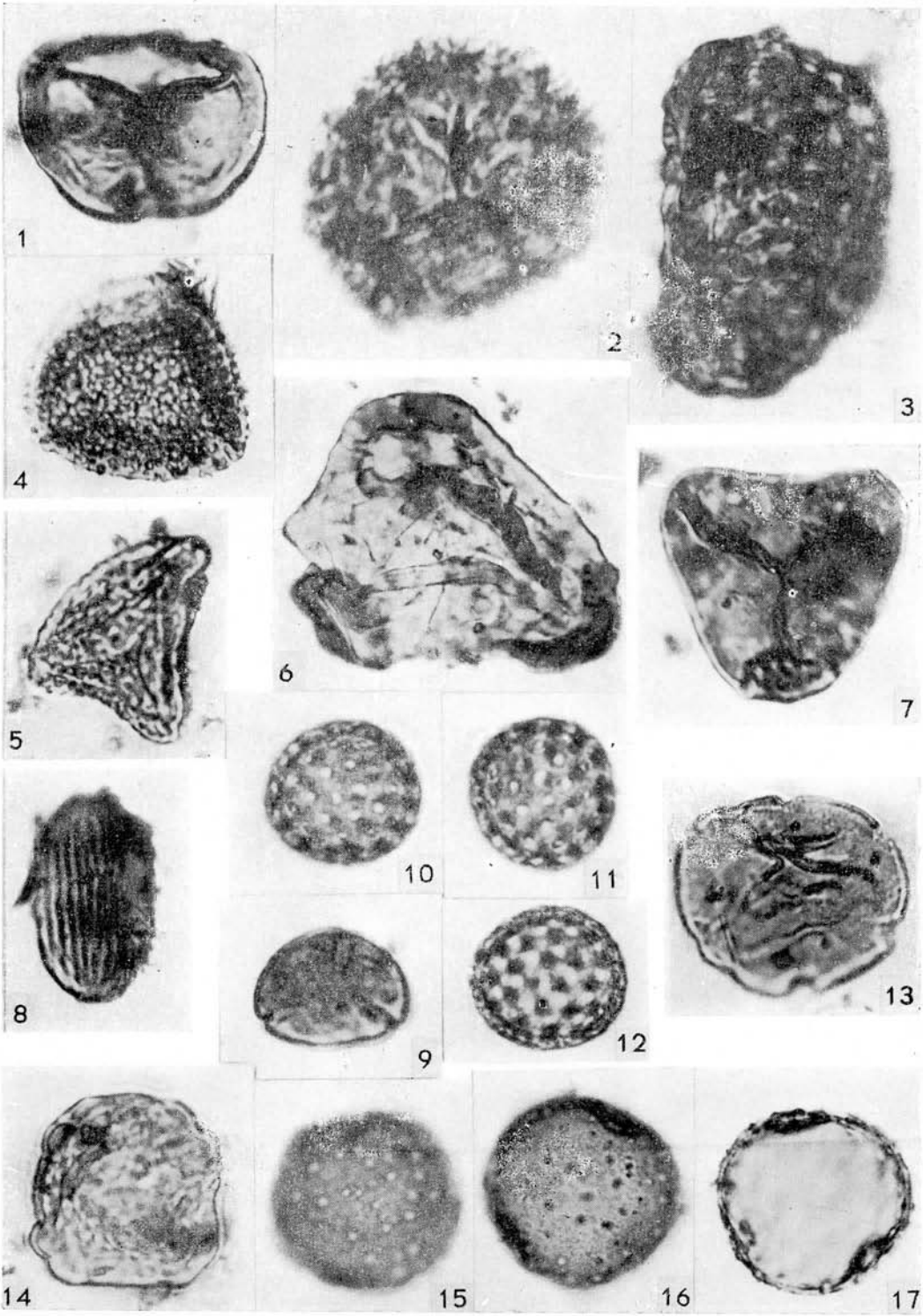
Miejscowości Localities	Nr prób (głębokość w m) No. sample (depth in m)	<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	<i>Carya</i>	<i>Celtis</i>	<i>Cyperaceae</i>	<i>Engelhardtia</i>	<i>Gramineae</i>	<i>Hystriophosphaeridae</i>	<i>Nyssa</i>	<i>Osmundaceae</i>	<i>Picea</i>	<i>Pinus t. haploxyylon</i>	<i>Pinus t. silvestris</i>	<i>Platycarya</i>	<i>Polypodiaceae</i>	<i>Prerocarya</i>	<i>Quercus</i>	<i>Sphagnum</i>	<i>Taxodiaceae-Cupressaceae</i>	<i>Tilia</i>	<i>Tsuga</i>	<i>Ulmus</i>	Sporomorfy sporadyczne Sporomorphs found sporadically	
Krzaki Gostwickie I	1	1	—	—	—	1	—	5	6	2	1	4	5	47	—	—	7	—	—	4	1	2	2	<i>Acer, Carpinus, Compositae, Ericaceae,</i> <i>Fagus, Symplocaceae, Taxodium (2),</i>	
	3	1	3	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	4	6	1	4	—	1	2	1	<i>Castanea, Chenopodiaceae, Selaginella (10),</i>	
Krzaki Gostwickie II	1	—	2	—	1	1	—	—	3	—	1	—	—	1	1	30	1	—	2	—	1	—	—	<i>Abies, Lycopodium,</i>	
	2	7	37	—	—	—	—	2	1	—	—	40	—	18	—	1	—	14	1	—	20	—	8	<i>Carpinus (2), Corylus (47), Chenopodiaceae,</i> <i>Araliaceae, Compositae, Cryptomeria, Cupressus, Equisetum (2),</i>	
	4	13	18	—	2	26	1	3	8	6	9	—	6	66	—	9	3	3	2	2	1	—	2	<i>Ericaceae, Ilex (3), Lycopodium, Salix (3), Sciadopitys (2),</i>	
	5	2	6	—	—	37	2	1	3	—	—	—	4	28	1	—	—	—	2	—	—	—	1	2	<i>Caryophyllaceae, Castanea (2), Cryptomeria, Ilex (3), Leguminosae,</i> <i>Lycopodium (2), Salix,</i>
Stadła	(7,2—8,0)	1	3	—	1	1	—	—	26	—	—	4	—	8	—	6	—	—	1	—	3	—	—	<i>Extratrilporopollenites, Juglans, Lycopodium, Rubiaceae,</i> <i>Selaginella (9), Umbelliferae,</i>	
	(8,0—9,4)	2	1	—	—	—	—	3	4	—	—	—	1	11	1	9	—	—	—	1	—	1	2	<i>Extratrilporopollenites (2), Umbelliferae,</i>	
Niskowa	6	4	5	6	4	5	10	—	—	1	—	—	1	30	—	8	—	6	—	82	—	2	25	<i>Acer, Carpinus, Mohria, Rhamnaceae, Taxodium (2),</i>	
	9	1	2	5	1	1	8	1	—	—	—	—	3	58	—	3	6	1	1	96	—	1	8	<i>Cyatheaaceae, Umbelliferae (2),</i>	
Nowy Sącz 3	(8,4—9,5)	4	2	—	1	1	3	1	25	—	—	1	1	36	—	1	1	—	—	5	4	3	3	<i>Botrychium, Chenopodiaceae, Cyatheaceae, Fagus (5),</i>	
	(9,5—10,5)	2	2	—	—	1	1	1	37	—	—	1	—	10	—	1	—	3	—	3	—	—	—	<i>Fagus, Myrica (2),</i>	
	(10,5—12,0)	7	9	3	—	4	—	1	17	—	1	—	—	30	3	—	4	—	1	5	3	1	1	<i>Leguminosae, Mohria, Sciadopitys, Selaginella, Wetzeliella, Taxo-</i> <i>dium (2),</i>	
	(ponizej 12)	—	7	—	—	1	—	1	27	—	2	4	1	19	2	—	4	2	—	11	3	1	2	<i>Discales, Mohria, Vitis (2), Wetzeliella,</i>	
Dąbrówka Polska	8	1	2	—	—	1	5	1	9	2	—	—	—	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9	2	4	1	—	4	—	2	—	1	6	1	—	66	1	1	1	—	—	1	—	—	2	<i>Abies, Chenopodiaceae, Corylus, Nympheaceae (2), Ranunculaceae,</i>	
Biegonice	21	1	1	1	—	2	2	—	11	—	—	—	2	93	—	3	1	—	—	—	—	2	1	<i>Cyrillaceae, Gleicheniaceae, Leguminosae,</i>	

Tablice

Plates

Tablica I, X 1000
Plate I, X 1000

1. *Sphagnum* sp.
2. *Anthocerotaceae*
3. *Polypodium* sp.
4. *Osmundaceae*
5. cf. *Mohria* sp.
6. cf. *Lygodium* sp.
7. *Cyatheaceae*
8. *Ephedra* sp.
9. *Extratrirporopollenites* sp.
- 10—12. *Chenopodiaceae*
13. *Celtis* sp.
14. *Ulmus* sp.
- 15—17. *Campanulaceae*



Tablica II, × 1000
Plate II, × 1000

1. *Hystrichosphaeridae*
2. *Centricae*
3. *Indeterminatae*
- 4—5. cf. *Chaetophoraceae*
- 6—9. *Fungi*

