

JANINA OSZAST

MIOCEŃSKA ROŚLINNOŚĆ ZŁOŻA SIARKOWEGO W PIASECZNIE KOŁO TARNOBRZEGA

The Miocene vegetation of a sulphur bed at Piaseczno near Tarnobrzeg
(Southern Poland)

TREŚĆ

Wstęp	3
Szkic geologiczny badanego terenu	4
Uwagi na temat genezy siarki rodzimej	6
Materiał i metoda badań	7
Roślinność ilów mioceńskich, towarzyszących złożom siarki, w świetle badań palynologicznych	18
Porównanie flory z Piaseczna z niektórymi mioceńskimi florami Polski po- łudniowej	22
Uwagi końcowe	24
Literatura	24
Summary	27

WSTĘP

Utwory miocenu morskiego Polski południowej sięgają od Śląska Górnego na zachodzie aż po wschodnie granice Polski. W strefie tej znajduje się szereg miejscowości, znanych z występowania siarki rodzimej. W wielu z nich, jak np. w Czarkowach (K r a j e w s k i 1935), Posądz (B o l e w s k i 1935), Kłodawie (Ł a s z k i e w i c z 1959) czy w Kokoszynie (S t e g e r 1883) czynne były dawniej małe kopalnie i huty siarki. W niektórych, jak np. w Proszowicach, Koniuszy, Pawłowcach, wydobywano siarkę jeszcze w czasie pierwszej wojny światowej. Wszystkie te nieduże kopalnie ostatecznie zostały zamknięte w 1921 roku (O s m ó l s k i 1963). Tradycje kopalnictwa siarkowego w Swoszowicach sięgają XV wieku. Do roku 1824 czynna tu była kopalnia, która przez długi czas znana była jako jedna z ważniejszych siarkowni w Europie środkowej (P a w ł o w s k i 1961). W roku 1952 St. P a w ł o w s k i odkrył nowe, jedno z naj-

większych w świecie, złoża siarki rodzimej w rejonie Tarnobrzega. W roku 1957 nastąpiło tam otwarcie odkrywkowej kopalni siarki w Piasecznie.

Paleobotaniczne badania nad osadami siarkowymi w Polsce rozpoczął U n g e r (1849), opisując florę liściową ze Swoszowic, gdzie wyróżnił 20 rodzajów drzew i krzewów. Później badania na tym stanowisku prowadził S t u r (1873). Po upływie ponad stu lat florą swoszowicką zajęła się I l i i n s k a j a (1962), wykorzystując materiały zachowane w Muzeum Przyrodniczym im. Dzieduszyckich we Lwowie. Florę liściową z warstw siarkonośnych z Kokoszyc na Górnym Śląsku opisał S t e g e r (l. c.). Ostatnio, w związku z żywym zainteresowaniem złożami siarkowymi w Polsce, C z e r m i ń s k i (1960) podjął badania nad strukturami mikroorganogenicznymi z tortońskiej siarki w zapadlisku przedkarpackim.

Przedstawione tutaj opracowanie ilów i wapieni siarkonośnych z Piaseczna koło Tarnobrzega jest pierwszą próbą analizy palynologicznej tego rodzaju osadów, podjętą w celu poznania składu florystycznego oraz warunków klimatycznych, w jakich roślinność żyła w czasie powstawania złoża siarkowego.

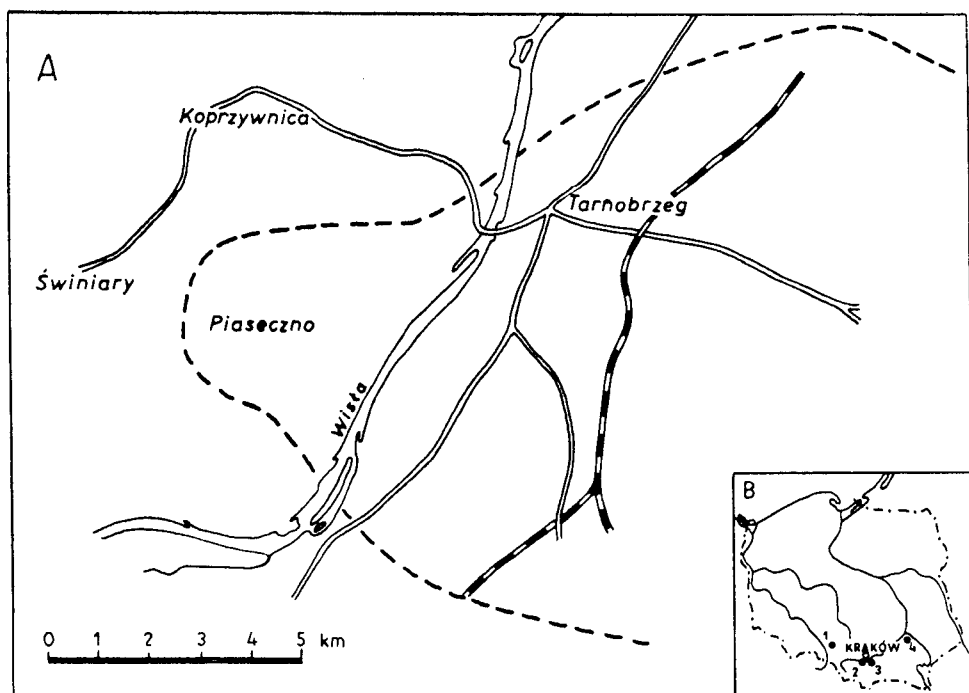
Materiał, który był podstawą opracowania, zebrał w roku 1959 inż. J a n S z a f e r, a oddał mi go dyspozycji prof. W ł a d y s ł a w S z a f e r, któremu składam za to podziękowanie.

SZKIC GEOLOGICZNY BADANEGO TERENU

Teren, na którym znajduje się tarnobrzeskie złoża siarki, należy geograficznie do Niziny Sandomierskiej. Cały ten obszar bądź już objęty eksploatacją, bądź też przeznaczony do niej w przyszłości leży w granicach szerokiej doliny Wisły (ryc. 1). W miocenie teren ten znajdował się w zasięgu morza rozlanego w zapadlisku podkarpackim.

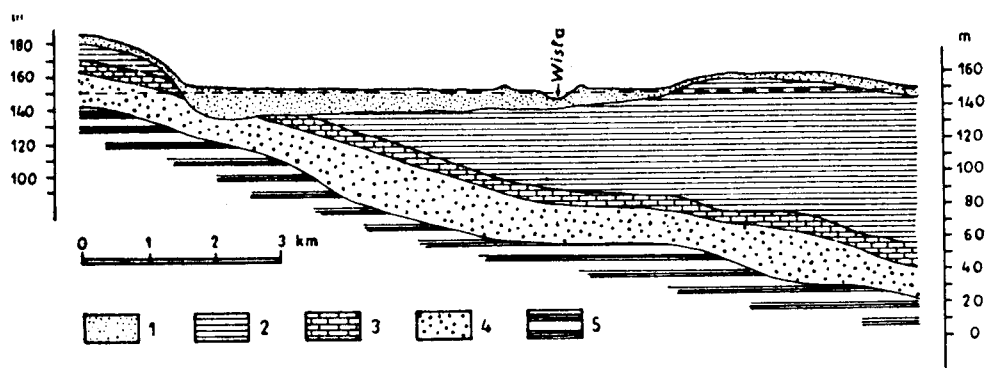
Budowę geologiczną okolic Piaseczna przedstawia ryc. 2. Pod utworami holocenu i plejstocenu występują tu osady miocenu i paleozoiku. Miocen reprezentowany jest głównie przez helwet i torton, wyjątkowo przez osady sarmackie (różnoziarniste piaski w okolicy Kajmowa, na prawym brzegu Wisły). Helwet, wykształcony w formie ciemnoszarych ilów z wkładkami węgla brunatnych, znany jest z wielu głębokich profili, ale w Piasecznie nie odsłania się na powierzchni. W podłożu trzeciorzędu występują piaszczysto-ilaste łupki kambru.

Genetycznie złoża siarki rodzimej związane jest ściśle z miocenijskimi osadami chemicznymi i leży w obrębie serii gipsowej, zaliczanej do tortonu. Wapienie siarkonośne zalegają bezpośrednio pod osadami plejstocenijskimi. Siarka występuje w nich bądź w formie grud i skupień czystej siarki, bądź w formie brył wapieni osiarkowanych, bądź wreszcie w postaci miodowożółtej siarki krystalicznej. Miąższość złoża waha się w gra-



Ryc. 1. A. Schematyczna mapka zasięgu tarnobrzezkiego złoża siarkowego (Turek, 1957). Linia przerywana oznacza granicę występowania złoża. B. Stanowiska porównywanych flor pyłkowych i makroskopowych. 1 — Kokoszyce, 2 — Swoszowice, 3 — Kłaj, 4 — Tarnobrzeg.

Fig. 1. A. Schematic map of the range of sulphureous bed of Tarnobrzeg. Broken line denotes the range of sulphur bed. B. Localities of Miocene microscopic and macroscopic floras. 1 — Kokoszyce (Upper Silesia), 2 — Swoszowice (near Cracov), 3 — Kłaj („Gdów Bay”), 4 — Tarnobrzeg.



Ryc. 2. Przekrój geologiczny przez złożo siarkowe (Turek 1957). 1 — osady czwartorzędowe, 2 — ły krakowieckie, 3 — wapnienie i ły siarkonośne, 4 — piaski baranowskie, 5 — ły helwetu i osady kambru.

Fig. 2. Geological section of sulphureous bed. 1 — Quaternary, 2 — Krakowec clay, 3 — sulphuriferous limestone and marl, 4 — Baranów sands, 5 — Helvetian clay and Cambrian sediment.

nicach kilkunastu metrów (K r a j e w s k i 1962). Złoże w Piasecznie jest miejscem najpłytszego występowania siarki w zachodniej, skrajnej części złoża tarnobrzeskiego (P a w ł o w s k i 1961).

UWAGI NA TEMAT GENEZY SIARKI RODZIMEJ

Pochodzenie siarki rodzimej w trzeciorzędowych osadach zapadliska przedkarpackiego jest zagadnieniem odrębnym. Jest ono tematem badań i często sprzecznych poglądów specjalistów z różnych dziedzin. Dyskutowane są przede wszystkim dwa zagadnienia. Jedno dotyczy pytania, czy siarka jest utworem syngenetycznym, czy też epigenetycznym w stosunku do skały macierzystej, drugie zaś odnosi się do samego procesu powstawania siarki i odpowiedzi, czy proces ten był natury chemicznej, czy też biologicznej. Dyskusja toczy się między zwolennikami trzech teorii. Jedna z nich wiąże proces tworzenia się siarki tylko z przeobrażeniami fizykochemicznymi gipsów, druga zakłada proces w całości biologiczny, wywołany działalnością bakterii siarkowych i utleniających. Teoria trzecia uwzględnia oba procesy, tj. fizykochemiczny i biologiczny, następujące po sobie w dwu fazach. Pośrednich dowodów na rolę bakterii w powstawaniu siarki rodzimej dostarczył C z e r m i ń s k i (l. c.), który badał zarówno rudę siarkową, jak i skały towarzyszące. W licznych obrazach mikroskopowych stwierdził on szczególne struktury, które tłumaczy działalnością bakterii. Prowadzone są też badania nad bakteriami siarkowymi w rudzie z Piaseczna, szczególnie nad rodzajami *Beggiatoa*, *Chromatium* oraz *Thiobacillus thiooxidans* (Kurtz - Racki 1964, Kurtz 1965). Przypomnieć należy, że badania nad florą bakteryjną wód siarczanych zapoczątkowano w Polsce stosunkowo dawno (Szafer 1910, Strzeszewski 1913). Z obfitej na ten temat literatury wymienić należy prace Turowskiej (1929, 1932, 1933) i Topińskiej-Luchterowej (1950, 1951). Z lat ostatnich pochodzą wyniki interesujących badań nad biochemią tych mikroorganizmów (Skażyński—Ostrowski—Szczepkowski 1952, Ostrowski—Szczepkowski—Skażyński 1954, 1958, 1959, i in.).

Bakterie siarczane rozwijają się masowo w wodach bogatych w siarkowodór. Wybrzeża mórz o płytkich i spokojnych zatokach, obfitujące w szlam przepojony siarkowodorem, nagromadzonym tu w następstwie gnicia szczątków organicznych, pokrywają się nalotami tych bakterii (Turowska 1929).

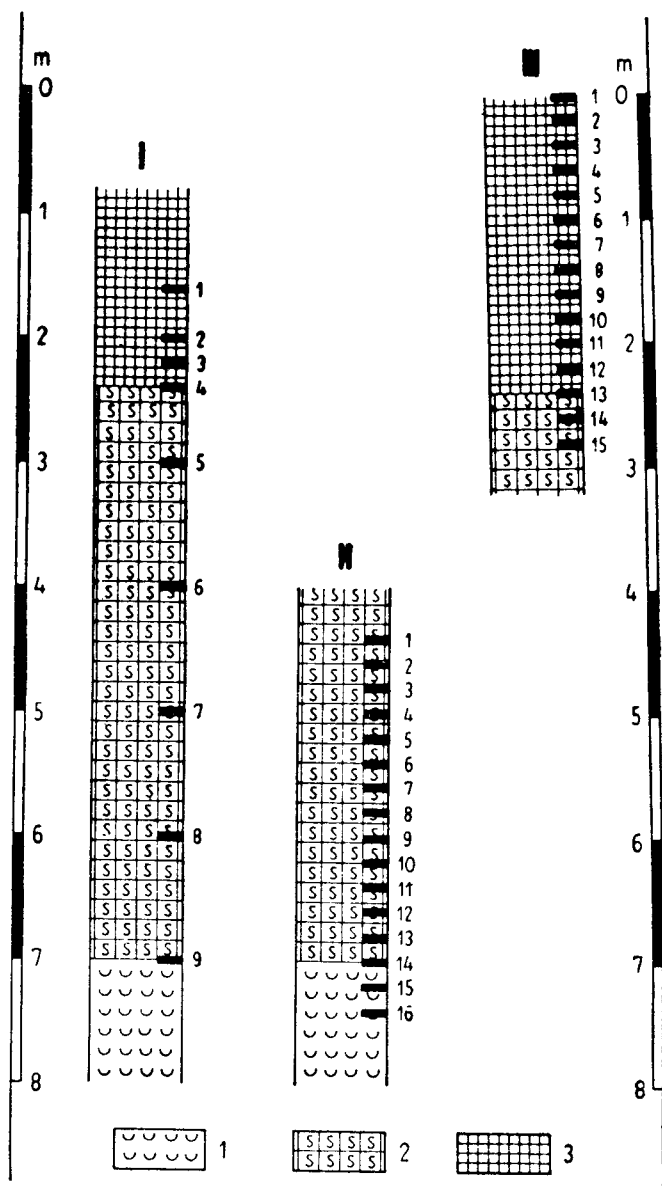
W przypadku siarki tarnobrzeskiej możemy przyjąć, że procesy prowadzące do powstania złoża odbywały się na szerokim obrzeżu płytkiej części północnego brzegu Paratetydy i że odbywały się one w dość skomplikowanych miejscowych warunkach fizykochemicznych. Czynniki,

które niewątpliwie odgrywały rolę w tych procesach, były m. in. siarczany w podłożu, szlam organiczny jako dodatkowe źródło siarkowodoru oraz obecność bakterii redukujących i utleniających. Prawdopodobieństwo tego rodzaju przypuszczenia potwierdzają dawne badania Winogradskiego (por. Turowska 1929), który hodował bakterie siarczane na pożywce złożonej z wody, szlamu organicznego i gipsu. Tworzący się w procesie gnicia siarkowodór zużywany był przez bakterie siarczane, które utleniały go na siarkę. Badania nad produkcją siarki drogą redukcji gipsów i innych siarczanów przez bakterie przeprowadzano w Ameryce (Jones-Starkey 1957, Starkey 1958), w Anglii (Buttlin-Postgate 1953) i w ZSRR (Sokołowa 1960). Badacze angielscy twierdzą, że metodą biologiczną można by produkować 250 000 ton siarki rocznie, hodując bakterie siarkowe na ściekach miejskich i na gipsie.

MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Materiał do badań palynologicznych obejmował 40 prób osadu, pochodzących z trzech odkrywek (bruzd) kopalni. Ryc. 3 przedstawia układ warstw oraz położenie poszczególnych prób w profilach. Profil I obejmował tylko 9 prób, zebranych w odstępach metrowych i półmetrowych. Profil II składa się z 16 prób, a profil III z 15 prób. W dwu ostatnich profilach próby pobierane były w odstępach co 20 cm. Najpełniejszy pod względem geologicznym jest profil I, obejmuje on bowiem zarówno łył krakowieckie, jak i leżący poniżej poziom siarkonośny, a w spągu gipsy i margle. Profil II obejmuje głównie łył osiarkowane (partia w całości eksploatowana), profil III zaś zbudowany jest przeważnie z ılıów krakowieckich, a tylko w spągu posiada wapienie siarkonośne.

Przygotowanie rudy siarkowej do badań mikroskopowych wymagało modyfikacji metod, jakie stosuje się powszechnie w badaniach mineralnych osadów trzeciorzędowych. W naszym przypadku chodziło bowiem nie tylko o oddzielenie części mineralnych od organicznych, lecz także o uwolnienie osadu od siarki. Próbowano usunąć siarkę zarówno mechanicznie, jak i przez rozpuszczenie. Ponieważ różne rodzaje siarki rozpuszczają się w różnych rozpuszczalnikach, stosowano zarówno rozpuszczalniki organiczne, jak i nieorganiczne. Dla prób z Piaseczna najskuteczniejszy okazał się dwusiarczek węgla. Rozpuszczalnik ten jednakże, z uwagi na swe szczególne właściwości, użyty był tylko w próbach kontrolnych, dla sprawdzenia, czy w czystej siarce zachowuje się pyłek roślinny. Po szeregu prób, które wykazały, że z macerowanego osadu można usunąć siarkę jako ten składnik rudy, który pozbawiony jest pyłku, macerowano materiał w sposób następujący: najpierw uwalniano osad od części wapiennych przez rozpuszczanie w kwasie solnym, a następnie usuwano



Ryc. 3. Schematyczne profile z trzech punktów kopalni siarki w Piaseczno. 1 — margle i gipsy, 2 — ły i wapienie siarkonośne, 3 — ły krakowieckie. (Liczby z boku profili oznaczają numery analizowanych prób).

Fig. 3. Schematic profiles of three sides from sulphur mine at Piaseczno. 1 — marl and gypsum, 2 — sulphiferous clay and limestone, 3 — Krakowiec loam. (Numbers at the side of profiles denote numeration of examined samples).

Tabela 1
Table 1

Bezwzględne ilości ziarn pyłku i zarodników w poziomach profilu I
Quantitative occurrence of sporomorphs in the profile I

Spis roślin <i>List of plants</i>	Próby <i>Samples</i>								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Lycopodium</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Polypodiaceae</i>	—	—	—	6	—	—	—	—	—
<i>Filicinae</i> gen. div.	—	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Tsuga</i> cf. <i>canadensis</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Picea</i>	—	—	—	3	—	—	—	—	—
<i>Pinus</i> t. <i>diploxylon</i>	—	—	6	5	3	—	—	6	—
<i>Pinus</i> t. <i>haploxylon</i>	—	—	5	7	—	2	—	—	—
<i>Coniferae</i> (skorodowane)	—	—	16	21	—	12	—	—	—
<i>Sequoia</i>	—	—	—	7	2	—	—	—	—
<i>Taxodium</i>	—	—	65	—	3	6	—	1	—
<i>Glyptostrobus</i>	—	—	—	1	—	9	—	—	—
<i>Betula</i>	—	—	6	44	25	5	—	1	—
<i>Alnus</i>	—	—	4	21	10	2	—	—	—
<i>Carpinus</i>	—	—	4	13	6	—	—	2	—
<i>Quercus</i>	—	—	5	42	14	—	—	—	—
<i>Myrica</i>	—	—	—	3	—	—	—	—	—
<i>Juglans</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Carya</i>	—	—	9	1	—	—	—	—	—
<i>Pterocarya</i>	—	—	6	7	1	1	—	—	—
<i>Platycarya</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Engelhardtia</i>	—	—	22	—	—	4	—	1	—
<i>Salix</i>	—	—	—	1	1	—	1	—	—
<i>Ulmus</i>	—	—	2	3	1	1	—	2	—
<i>Celtis</i>	—	—	—	6	—	1	—	—	—
<i>Chenopodiaceae</i>	—	—	1	3	—	—	—	—	—
<i>Caryophyllaceae</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Liquidambar</i>	—	—	3	—	—	3	—	—	—
<i>Cruciferae</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Tamarix</i>	—	—	—	1	1	—	1	—	—
<i>Rubus</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Nyssa</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Tillia</i>	—	—	3	—	—	1	1	—	—
<i>Rutaceae</i>	—	—	3	—	—	—	—	—	—
<i>Acer</i>	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Cyrilla</i>	—	—	—	1	—	1	—	—	—
<i>Cornus</i>	—	—	10	—	1	1	—	—	—
<i>Araliaceae</i>	—	—	7	—	—	—	—	—	—
<i>Ericaceae</i> gen. div.	—	—	53	23	2	12	—	3	—
<i>Styrax</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Plantago</i> cf. <i>maritima</i>	—	—	2	4	1	1	—	—	—
<i>Oleaceae</i>	—	—	—	2	1	1	—	—	—
<i>Cyperaceae</i>	—	—	1	13	3	1	—	—	—
<i>Gramineae</i>	—	—	5	8	1	—	—	1	—
<i>Indeterminatae</i>	—	—	33	50	26	11	—	13	—

Bezwzględne ilości ziarn pyłku i zarodników w poziomach profilu II
Quantitative occurrence of sporomorphs in the profile II

Spis roślin <i>List of plants</i>	Próby <i>Samples</i>															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Filicinae</i>	—	—	—	—	—	3	—	1	—	—	3	—	—	—	6	2
<i>Tsuga</i> cf. <i>canadensis</i>	—	—	—	1	—	14	1	1	5	3	2	10	10	—	8	8
<i>Picea</i> sp. div.	—	19	3	3	—	52	4	2	11	15	6	10	9	6	36	48
<i>Abies</i> sp. div.	—	—	—	—	—	6	—	—	1	1	3	4	1	4	5	12
<i>Pinus</i> t. <i>silvestris</i>	4	10	31	20	—	78	60	37	57	59	48	30	35	49	45	85
<i>Pinus</i> t. <i>haploxylon</i>	—	1	1	6	—	52	4	1	18	13	19	13	23	5	24	28
<i>Sciadopitys</i>	—	—	—	—	—	3	3	—	1	4	1	7	6	2	8	5
<i>Taxodium</i>	—	1	18	20	—	81	71	42	159	111	67	143	181	117	100	115
<i>Ephedra</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
<i>Betula</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	3	6	4	3	4	7	—	4
<i>Alnus</i>	—	—	—	1	—	28	2	3	11	7	2	6	17	7	17	11
<i>Carpinus</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	6	5	1	5	6	8	1	2
<i>Ostrya-Ostryopsis</i>	—	—	4	8	—	47	10	14	67	13	29	14	18	2	1	—
<i>Castanea</i>	—	—	—	—	—	2	4	—	17	—	—	—	6	7	18	10
<i>Castanopsis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5	8	10	—	—	—
<i>Fagus</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	1	4	—	—
<i>Quercus</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	1	2	5	—	—	5	3	1
<i>Myrica</i>	—	—	—	—	—	2	2	—	5	5	4	7	20	4	2	3
<i>Carya</i>	—	—	—	—	—	9	2	2	4	2	—	4	16	—	1	3
<i>Pterocarya</i>	—	—	—	—	—	14	7	4	5	13	13	22	39	4	23	40
<i>Platycarya</i>	—	—	—	—	—	5	—	8	—	9	2	5	1	2	3	10
<i>Engelhardtia</i>	—	—	1	—	—	16	4	—	5	18	8	16	19	6	11	30
<i>Salix</i>	—	—	—	—	—	7	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ulmus</i>	—	—	1	—	—	12	5	8	10	19	36	14	45	23	1	12

<i>Celtis</i>	—	—	—	—	—	13	2	—	1	12	7	13	24	12	2	12
<i>Eucommia</i> cf. <i>ulmoides</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	3	—	—	—
<i>Rumex</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	1	—	—	—
<i>Chenopodiaceae</i> gen. div.	—	—	—	—	—	1	3	2	1	—	—	1	3	1	—	—
<i>Caryophyllaceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
<i>Euphorbia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—
<i>Buxus</i> cf. <i>sempervirens</i>	—	—	—	—	—	1	2	—	—	1	1	—	1	4	1	—
<i>Liquidambar</i>	—	—	—	2	—	10	—	—	1	5	—	2	1	6	3	9
<i>Corylopsis</i>	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Parrotia</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	—	—	—
<i>Cercidiphyllum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	4	1	—	—
<i>Platanus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1
<i>Lauraceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	7	—	1	8
cf. <i>Berberis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	—	—	—	1	1
<i>Cruciferae</i>	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cistaceae</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—
cf. <i>Tamarix</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	19	6	—	1	—	1	—	—
cf. <i>Ribes</i>	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—
<i>Rubus</i>	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—
<i>Rosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	1	—	—
cf. <i>Cassia</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	8	4	2	4	4	3	2	1
cf. <i>Caragana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	2	1	—	—	—	—
<i>Leguminosae</i> gen. div.	—	—	—	1	—	49	—	6	37	28	34	22	13	3	8	9
<i>Decodon</i> cf. <i>globosus</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	2
<i>Myrtaceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	1	—	2	2	2	1
<i>Punica</i>	—	—	—	—	—	—	2	1	1	1	—	—	—	—	1	1
<i>Tilia</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	3	4	2	—	3	2	5	6
<i>Rutaceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	6	8	9	—	10	2	1	1	—
<i>Rhus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	6	1	—	5	6	2	1	2
<i>Pistacia</i>	—	—	—	—	—	—	2	4	18	3	7	—	8	—	7	4
cf. <i>Cotinus coggyria</i>	—	—	—	—	—	10	—	—	1	—	—	11	1	—	—	—
<i>Acer</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	1	3
<i>Ilex</i> cf. <i>aquifolium</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	2	—	—

(d. c. tab. 2)

Spis roślin <i>List of plants</i>	Próby <i>Samples</i>															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Rhamnaceae</i> gen. div.	—	—	—	—	—	3	—	—	8	6	1	—	—	6	—	1
<i>Vitis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	1	—
<i>Acanthopanax</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
<i>Araliaceae</i> gen. div.	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	12	—	—	1	—	9
<i>Umbelliferae</i>	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	2	—	—	1	—	—
<i>Calluna</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	50	30	—	—	—	—
<i>Erica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	50	19	—	—	—	—
<i>Rhododendron</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	24	—	—	—	30	—
<i>Ericaceae</i> gen. div.	—	1	9	6	—	138	36	63	210	50	100	95	176	124	100	233
<i>Diospyros</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
<i>Labiatae</i>	—	—	—	—	—	—	6	7	—	1	—	—	15	21	12	2
<i>Plantago</i> cf. <i>maritima</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
cf. <i>Nerium oleander</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	19	—	—	1	—	—
<i>Oleaceae</i>	—	—	—	—	—	5	—	—	2	2	—	—	1	—	6	—
<i>Rubiaceae</i> gen. div.	—	—	—	—	—	1	—	1	5	8	14	8	22	17	5	—
<i>Sambucus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>Viburnum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	3	2	2	5
<i>Liliaceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	3	7	1	—
<i>Gramineae</i>	—	—	—	—	—	—	5	—	3	1	5	2	—	1	—	—
<i>Indeterminatae</i>	1	—	1	—	—	15	8	14	40	36	40	35	26	27	57	60

z niego siarkę, częściowo mechanicznie, a częściowo przez wypłukiwanie jej z osadu gorącą wodą z dodatkiem alkoholu. Po dłuższym wirowaniu siarka, która jeszcze pozostała w osadzie, zbierała się w górze próbówki jako pylasta zawiesina łatwa do usunięcia. Następnie macerowano osad kwasem fluorowodorowym, w końcu stosowano acetolizę (Erdtman 1943, 1952). Gotowanie prób w kwasie fluorowodorowym w tyglach miedzianych okazało się pewnym, przypadkowo ujawnionym sprawdzianem, czy próba jest dostatecznie dobrze oczyszczona z siarki. W czasie gotowania zachodziły bowiem reakcje między siarką i miedzią i strącał się siarczan miedzi, bardzo trudny do wypłukania z osadu. Utrudniało to obserwację mikroskopową, a czasem wręcz ją uniemożliwiało. Jeśli z próby usunięto siarkę, preparat był „czysty”.

Materiał pyłkowy był bogaty zarówno ilościowo, jak i pod względem różnorodności form. Uderzała jednak bardzo silna korozja pyłku. Niejednokrotnie sporomorfy były tak dalece zniszczone, że nie pozwalały na dokładne określenie cech morfologicznych. Dlatego w tabelach liczbowych występuje znaczna ilość sporomorf zaliczonych do grupy „*Indeterminatae*”. Grupa ta obejmuje pyłek tylko *Angiospermae*, natomiast zniszczone eksyny *Coniferae* umieszczone są w tabelkach jako „*Coniferae* skorodowane”. Nie jest wykluczone, że szczególnie silna korozja pyłku w osadzie z Piaseczna jest związana z działalnością bakterii. Haviga (1963), rozważając zagadnienie korozji pyłku, przytacza doświadczenia Kischnera, który stwierdził, że ściany pyłku są bardzo szybko korodowane przez bakterie. Pyłek w zawieszynie wodnej pozbawionej bakterii nie ulegał korozji.

Udział poszczególnych roślin, oznaczonych na podstawie sporomorf, jest zestawiony według systemu Florina (1931) i Wettsteina (1935). Przedstawiają go tabele 1—3.

Bezwzględne ilości ziarn pyłku i zarodników w poziomach profilu III
Quantitative occurrence of sporomorphs in the profile III

Spis roślin <i>List of plants</i>	Próby <i>Samples</i>														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Sphagnum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—
<i>Lycopodium</i>	—	—	—	1	—	—	—	3	—	1	—	1	—	—	1
<i>Osmunda Claytoniana</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
cf. <i>Lygodium</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
cf. <i>Mohria</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gleicheniaceae</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cyatheaceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Polypodiaceae</i>	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	2	—	—	—	1
<i>Filicinae</i> gen. div.	—	—	—	—	—	—	—	—	5	4	—	2	—	—	2
<i>Ginkgo biloba</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Pseudotsuga</i>	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	1	—	—	—	—
<i>Tsuga</i> cf. <i>diversifolia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	—
<i>Tsuga</i> cf. <i>canadensis</i>	1	3	—	3	1	—	1	5	4	18	14	3	—	6	6
<i>Picea</i>	10	—	—	—	—	—	—	13	38	20	18	2	7	44	16
<i>Abies</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	8	17	—	—	—	9	4
<i>Pinus</i> t. <i>diploxylon</i>	3	—	37	130	—	—	10	79	32	25	24	38	67	166	78
<i>Pinus</i> t. <i>haploxylon</i>	13	—	—	—	—	—	—	11	30	29	28	33	2	48	13
<i>Coniferae</i> (formy skorodo- wane)	112	138	—	—	23	31	—	—	—	—	58	9	—	—	—
<i>Sciadopitys</i>	—	—	—	2	—	—	—	16	—	3	2	6	—	1	4
<i>Sequoia</i>	—	—	—	—	—	—	—	3	25	2	—	—	—	—	48
<i>Taxodium</i>	12	33	12	57	59	—	4	103	35	46	121	98	70	150	10
<i>Glyptostrobus</i>	12	—	—	—	—	—	—	3	7	4	—	—	—	—	—
<i>Cunninghamia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—

<i>Taxodiaceae</i> gen. div.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	5	—	—	—	—
<i>Ephedra</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Betula</i>	2	—	2	—	3	—	—	3	1	2	5	5	5	7	4
<i>Alnus</i>	2	1	2	2	5	—	—	1	3	2	4	8	10	12	10
<i>Carpinus</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1	3	5	4	5	6
<i>Ostrya-Ostryopsis</i>	—	13	6	14	5	—	—	1	3	6	1	—	—	3	3
<i>Corylus</i>	—	—	—	—	3	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Castanea-Castanopsis</i>	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	5	3	7	9	6
<i>Fagus</i>	—	6	—	17	7	—	—	4	1	—	1	8	—	—	—
<i>Quercus</i>	—	—	2	—	8	—	—	2	10	7	26	5	—	5	3
<i>Myrica</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	2	4	6
<i>Juglans</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—
<i>Carya</i>	6	9	6	8	6	—	—	4	1	3	9	6	8	34	6
<i>Pterocarya</i>	1	1	2	10	4	2	—	2	4	4	13	15	24	39	24
<i>Platycarya</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	1	4	6	12	8	1	14
<i>Engelhardtia</i>	8	—	—	—	—	—	—	16	5	1	5	10	18	43	41
<i>Salix</i>	—	—	—	—	2	—	—	2	2	3	—	—	—	—	—
<i>Morus</i>	—	—	—	—	2	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Ulmus</i>	—	3	5	13	5	—	—	5	2	3	6	3	15	29	24
<i>Celtis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	1	7	10
<i>Zelkova</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Eucommia</i> cf. <i>ulmoides</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	1
<i>Polygonum</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—
<i>Rumex</i>	1	3	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Chenopodiaceae</i>	—	—	—	3	2	—	—	—	—	4	6	1	1	—	3
<i>Caryophyllaceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Euphorbia</i>	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—
<i>Buxus</i> cf. <i>sempervirens</i>	—	2	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	4	—	2
<i>Liquidambar</i>	3	2	—	2	2	—	—	—	1	1	7	1	3	12	1
cf. <i>Hamamellis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
cf. <i>Fothergilla</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
cf. <i>Parrotia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
<i>Cercidiphyllum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11	—	4	1	2	—

Spis rošlin List of plants	Próby Samples														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Platanus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	3
<i>Magnoliaceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	3	1	10	—	—	—	—	—
<i>Cinnamomum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
<i>Lauraceae</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—
cf. <i>Berberis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	—	1
<i>Ranunculaceae</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Nymphaeaceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Cistaceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	1	—	—	—	—
<i>Violaceae</i>	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
cf. <i>Stewartia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Rosaceae</i>	—	1	—	—	3	—	—	2	1	10	—	—	—	1	1
<i>Potentilla</i>	1	—	2	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
cf. <i>Ribes</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—
cf. <i>Cassia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	3	5	1
cf. <i>Caragana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	6	—	12
<i>Leguminosae</i> gen. div.	—	—	—	—	—	—	—	1	—	4	51	—	—	239	22
<i>Elaeagnus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Decodon</i>	—	—	1	—	2	—	—	—	3	3	3	2	—	8	4
<i>Myrtaceae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
<i>Tilia</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	4	3	2	2	4	8
<i>Rutaceae</i> gen. div.	—	—	1	2	1	—	—	1	—	—	1	—	2	7	10
<i>Rhus</i>	—	—	4	1	—	—	—	1	5	—	—	—	—	1	5
<i>Pistacia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	9	3
cf. <i>Cotinus coggyria</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Acer</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	1	1
<i>Ilex</i> cf. <i>aquifolia</i>	—	—	—	—	2	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—
cf. <i>Staphyllea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
<i>Rhamnaceae</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	6	1	—	3	2

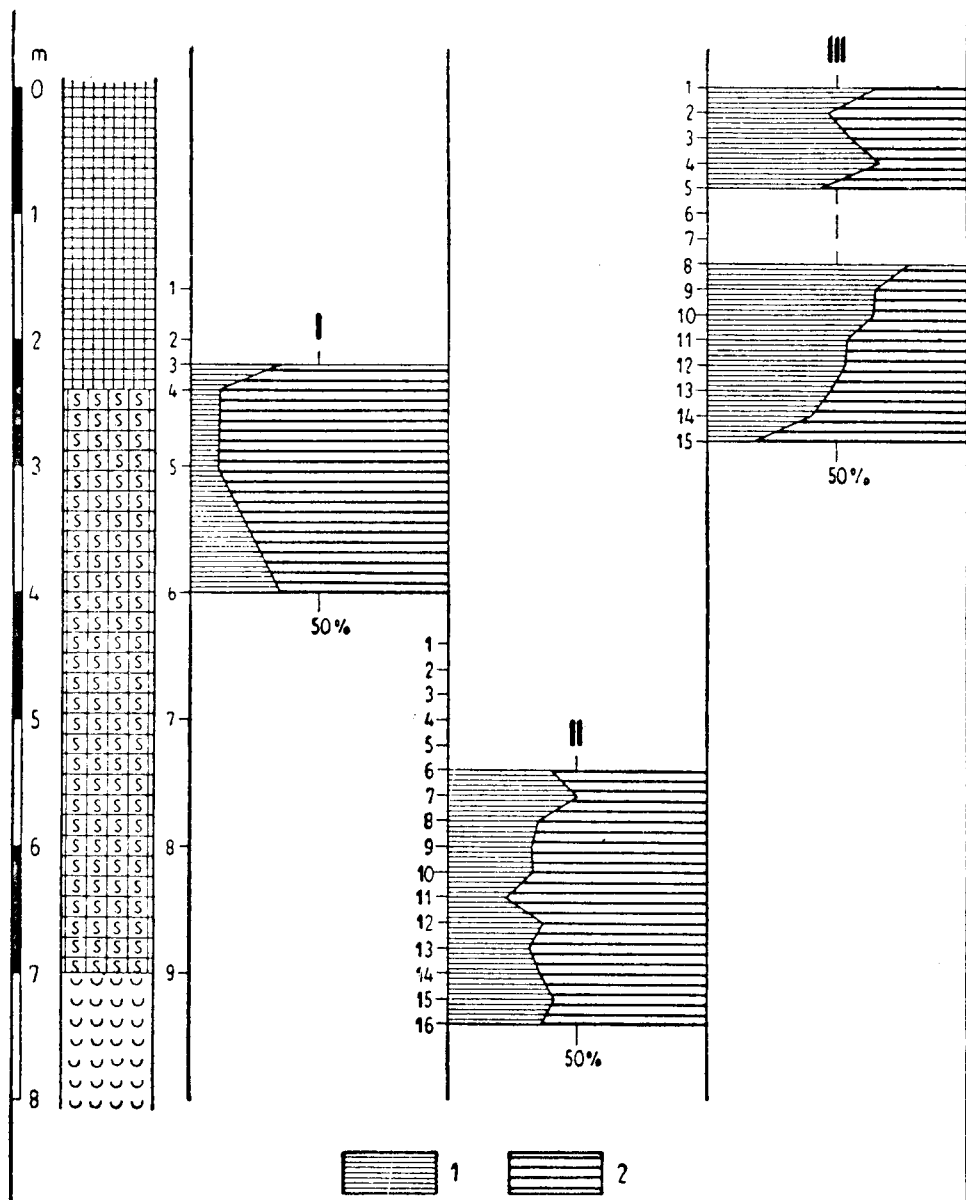
<i>Cornus</i>	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	5	3	—	—
<i>Araliaceae</i> gen. div.	—	—	—	2	3	—	—	6	8	—	2	—	—	4	9
<i>Umbelliferae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Rhododendron</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	—	—	1
<i>Ericaceae</i> gen. div.	1	1	4	19	17	1	—	5	11	30	20	12	31	175	507
<i>Diospyros</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	3	—	—	2
<i>Styrax</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Labiatae</i>	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2
<i>Plantago</i> cf. <i>maritima</i>	1	—	1	—	—	—	—	—	—	4	—	1	1	—	—
cf. <i>Nerium oleander</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
cf. <i>Olea</i>	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	—
<i>Rubiaceae</i>	—	6	5	5	1	—	—	3	—	10	—	2	11	1	—
<i>Ligustrum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Viburnum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1	—
<i>Compositae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1	—	—	—
<i>Liliaceae</i>	—	—	2	4	6	—	1	—	4	14	—	—	—	—	—
<i>Cyperaceae</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	13	—	—	—	7	2
<i>Gramineae</i>	2	2	2	2	—	22	3	15	1	10	28	1	1	—	2
<i>Sparganium</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	19	—	—	1	—
<i>Indeterminatae</i>	19	15	7	15	16	—	—	3	67	80	60	25	90	74	41
<i>Foraminifera</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	15	—	—	—
<i>Hystrichosphaeridae</i>	258	320	14	200	9	35	70	25	57	11	173	31	3	1	—

ROŚLINNOŚĆ IŁÓW MIOCENSKICH, TOWARZYSZĄCYCH ZŁOŻOM SIARKI, W ŚWIETLE BADAŃ PALYNOLOGICZNYCH

Flora pyłkowa z Piaseczna obejmuje 135 jednostek taksonomicznych, w tym: 17 *Coniferae*, 109 *Angiospermae* oraz 9 roślin zarodnikowych. Wiele z oznaczonych rodzajów reprezentują różne gatunki, co wyraża się zróżnicowaniem morfologicznym sporomorf.

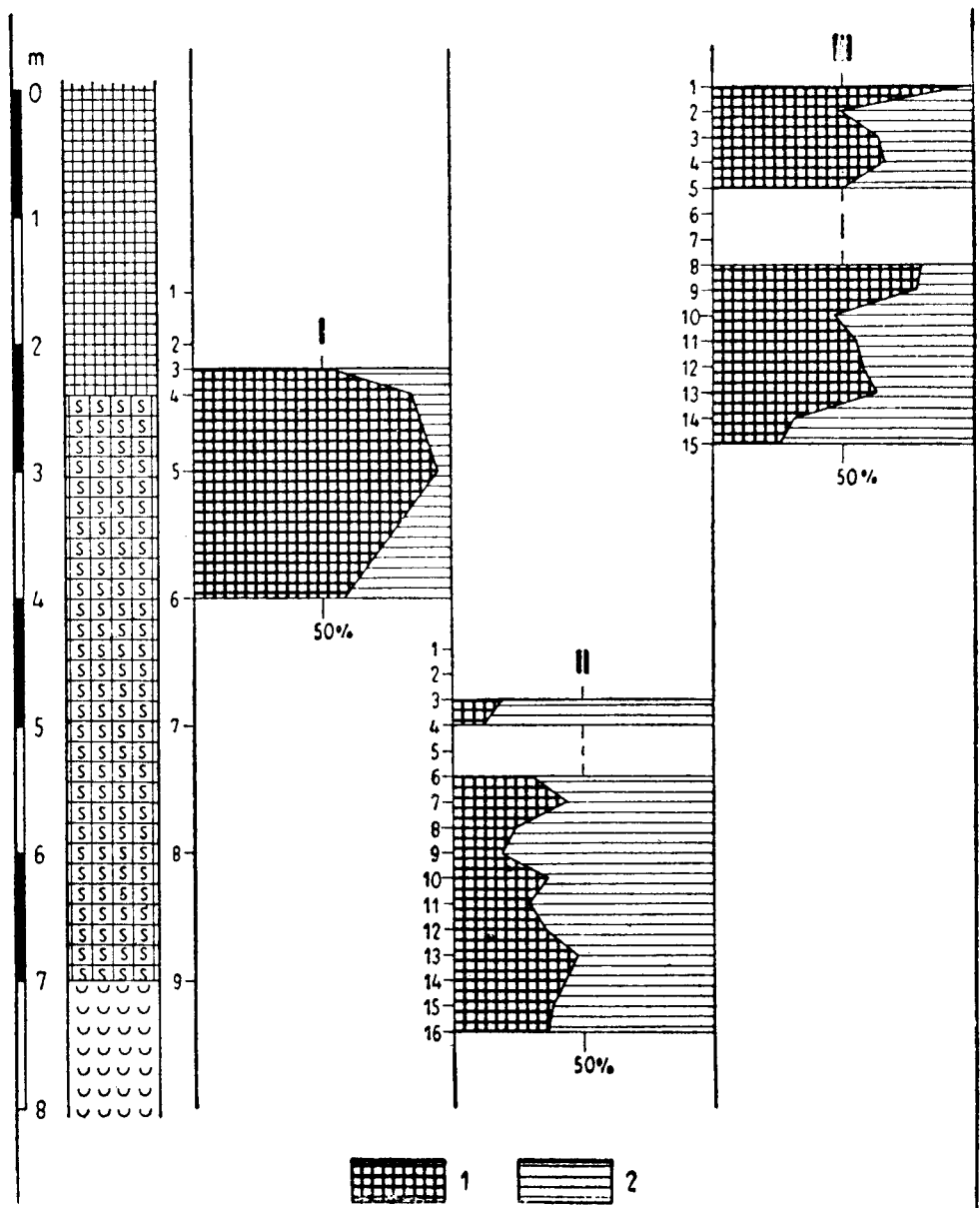
Mięszość profili z Piaseczna nie jest duża, nie pozwala więc na prześledzenie sukcesji roślinności w dostatecznie długim okresie czasu. Jednakże ich spektra pyłkowe mogą być podstawą dla rekonstrukcji ogólnego obrazu roślinności, obejmują bowiem florę pyłkową z okolic zarówno dalej położonych, jak i najbliższych, sąsiadujących z brzegiem morza. Różnorodność pyłkowa w spektrach świadczy o dość znacznym zróżnicowaniu zbiorowisk roślinnych, uwarunkowanych różnaitością siedlisk na wybrzeżu spływającego się morza. Obok nisko położonych terenów podmokłych były tam również siedliska suche, leżące wyżej i dalej od brzegu.

We wszystkich diagramach pyłkowych z Piaseczna powtarzają się te same charakterystyczne rysy, a mianowicie: znikomy udział roślin zielnych i zarodnikowych, przeważający udział *Angiospermae* w stosunku do *Coniferae* oraz duży udział krzewów. Przewaga drzew liściastych w stosunku do szpilkowych zaznacza się wyraźnie w warstwie siarkonośnej (ryc. 6). W spektrach pochodzących z iłów krakowieckich drzewa szpilkowe odgrywają większą rolę. Niektóre z rodzajów składających się na sumę *Angiospermae*, jak np. *Platycarya*, *Nerium oleander*, *Morus*, *Platanus*, *Cinnamomum*, *Berberis*, *Stewartia*, *Smilax* i *Myrtus*, znajdowano tylko sporadycznie, jednakże ich obecność wśród form występujących obficie rzuca światło na bogactwo ówczesnej szaty roślinnej. Wśród roślin okrytozalążkowych dużą rolę odgrywały krzewy (ryc. 7). Główny trzon roślinności krzewiastej tworzyły *Ericaceae*, z których pierwsze miejsce zajmują *Calluna* i *Erica*, w mniejszym stopniu *Rhododendron* i różne gatunki *Vaccinium*. Niektóre tetrazy o odmiennych cechach morfologicznych przypominają pyłek współczesnego rodzaju *Albizzia* (*Mimosaceae*). We florach miocenkich *Ericaceae* występują zarówno w miocenie lądowym (Doktorowicz-Hrebnička 1954, 1957, 1961), jak i w morskim (Pautsch 1957, Kita 1963), na ogół jednak w niewielkich ilościach. W Piasecznie notowano je przede wszystkim w warstwie siarkonośnej, gdzie dochodzą do 50% łącznej sumy sporomorf (ryc. 5). W diagramie I (ryc. 4) *Ericaceae* są składnikiem dominującym w stosunku do wszystkich innych *Angiospermae*. Interesujący jest fakt, że w innych profilach z morskiego miocenu przedgórza Karpat *Ericaceae* zjawiają się w pewnych tylko poziomach. I tak np. w Kłaju (Kita 1963) osiągają one dość gwałtownie swe maksimum (12,5%), po czym w 80 poziomach spagowych brak ich zupełnie. W 180-metrowym profilu z niezbyt odle-



Ryc. 6. Diagramy pyłkowe ilustrujące stosunek *Coniferae* do *Angiospermae*. 100% = *Coniferae* i *Angiospermae* (z wyłączeniem NAP i *Indeterminatae*). 1 — *Coniferae*, 2 — *Angiospermae*.

Fig. 6. Pollen diagrams illustrating *Coniferae* and *Angiospermae* ratio. 100% = total sum of *Coniferae* and *Angiospermae* (excluding NAP and *Indeterminatae*). 1 — *Coniferae*, 2 — *Angiospermae*.



Ryc. 7. Diagramy pyłkowe ilustrujące stosunek drzew do krzewów. 100% = suma drzew i krzewów (z wyłączeniem *Coniferae* i *Indeterminatae*). 1 — drzewa, 2 — krzewy.

Fig. 7. Pollen diagrams illustrating trees and shrubs ratio. 100% = total sum of trees and shrubs (excluding *Coniferae* and *Indeterminatae*). 1 — trees, 2 — shrubs.

głych od Piaseczna Świniar (P a u t s c h, l. c.) wśród siedmiu wyróżnionych „zespołów pyłkowych” tylko w jednym, spągowym odcinku występują *Ericaceae*. K a r a w a j e w i P a n o w a (1955) opisali neogeńskie zbiorowiska leśne ze wschodniej Azji, stwierdzając w nich, obok drzew, takich jak *Castanea*, *Carya*, *Zelkova* i *Pterocarya*, dość obficie występujące *Ericaceae*.

Bogate występowanie *Ericaceae* w siarkonośnych iłach z Piaseczna jest prawdopodobnie zjawiskiem lokalnym. Tworzyły one przypuszczalnie podszycie lasów, a także zajmowały przestrzenie otwarte, położone bliżej brzegu, gdzie występowały z wielu innymi krzewami. W skład tych zbiorowisk wchodziły rodzaje takie, jak np. *Buxus*, *Punica*, *Nerium oleander*, *Sorbus*, *Berberis*, *Rhamnus*, *Cassia*, *Caragana* oraz inne *Leguminosae*. Można przyjąć, że była to formacja roślinna przypominająca macchie śródziemnomorską; w skład jej mogły wchodzić również *Ostrya*, *Pistacia*, *Viburnum*, *Olea*, *Cinnamomum*, *Lonicera* i *Tamarix*.

Zbiorowiska leśne były zapewne zróżnicowane w zależności od wyniesienia nad poziom morza i bliższego lub dalszego położenia od brzegu. W skład zbiorowisk leśnych, zajmujących nisko leżące siedliska, wchodziły zapewne takie rodzaje, jak: *Glyptostrobus*, *Taxodium* (najobficiej występujący przedstawiciel *Coniferae*), *Nyssa*, *Alnus*, *Liquidambar*, *Decodon*, *Cercidiphyllum*, *Myrica*, *Cyrilla*, a także *Salix* i *Betula*. Tu rosły też rośliny zielne, które co prawda nie odgrywają większej roli w spektrach pyłkowych z Piaseczna, niemniej niektóre z nich, jak np. *Gramineae*, *Chenopodiaceae*, *Plantago* cf. *maritima*, wskazują wyraźnie na sąsiedztwo brzegu morskiego. Sporomorfy *Gramineae* przypominają nieco pyłek współczesnej, północnoamerykańskiej trawy *Cicania*, która rośnie w sąsiedztwie *Decodon* na bagnistych siedliskach.

Nieco dalej od brzegu rósł las złożony z drzew i krzewów, należących do rodzajów: *Platanus*, *Ulmus*, *Corylopsis*, *Ailanthus*, *Acer*, *Styrax*, *Carya* i *Pterocarya*. Las ten, wchodząc na wzgórze, wzbogacał się w rodzaje *Fagus*, *Zelkova*, *Carpinus* i *Eucommia*. Suchsze siedliska zajmowały: *Quercus*, *Celtis* i *Ostrya*. Lasom tym, o przewadze drzew liściastych, towarzyszyły drzewa szpilkowe z rodzajów: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga* i *Sciadopitys*.

Brak gatunkowych oznaczeń sporomorf nie pozwala na analizę ówczesnej roślinności z punktu widzenia elementów historyczno-geograficznych. Można jednakże wyróżnić tu dwie grupy geograficzno-florystyczne. Jedna z nich złożona jest z rodzajów zachodnioamerykańskich, wschodnioazjatyckich i bliskowschodnich, a do drugiej grupy należą rośliny zawsze zielone, właściwe dzisiejszemu obszarowi śródziemnomorskiemu.

Zbiorowiska leśne z Piaseczna przypominają swym składem lasy zakaukaskiego rejonu Tałysza, zachowane tam w nie zmienionej niemal postaci od trzeciorzędu (G r o s s h e i m 1948, 1960, S t a n k ó w n a 1963). Prawie wszystkie rodzaje występujące w Tałyszu znaleziono we florze

pyłkowej w Piasecznie. Rodzajami wspólnymi dla Piaseczna i Tałyszu są: *Quercus*, *Carpinus*, *Acer*, *Zelkova*, *Tilia*, *Pterocarya*, *Salix*, *Liquidambar*, *Fagus*, *Diospyros*, *Platanus*, *Parrotia*, *Ligustrum*, *Sorbus*, *Crataegus*, *Buxus*, *Ilex* i *Punica*. Wprawdzie ważnym składnikiem lasów Tałysza jest obecnie *Quercus*, który w Piasecznie nie odgrywa większej roli, jednakże inne wspólne cechy takie, jak np. bogate podszycie krzewiaste, obecność tych samych pnączy: *Smilax*, *Vitis* i *Rhus*, podkreślają duże podobieństwa florystyczne obydwu leśnych obszarów.

PORÓWNANIE FLORY Z PIASECZNA Z NIEKTÓRYMI MIOCEŃSKIMI FLORAMI POLSKI POŁUDNIOWEJ

Flora z Piaseczna jest tylko fragmentem obrazu tortońskich zbiorowisk roślinnych, jakie rozwinęły się na brzegach Paratetydy. Lepsze poznanie tego obrazu jest przy obecnym stanie badań bardzo trudne. Pośród trzydziestu stanowisk flor mioceńskich z południowej Polski tylko w trzech wykonane były analizy palynologiczne (Ł a ń c u c k a - Ś r o d o n i o w a 1963). W położonych na zachód od Piaseczna Świnarach koło Solca badany był niemal dwustumetrowy profil (P a u t s c h, l. c.). Jego odcinek na głębokości 153—188 m został uznany za tortoński. Florystycznie jest on uboższy od bogatej flory z Piaseczna, niemniej w obydwu stanowiskach występują te same rodzaje lub rodziny, jak np. *Castanopsis*, *Quercus*, *Carya*, *Pterocarya*, *Tilia*, *Ericaceae*, *Leguminosae*. Można się zatem dopatrzeć pewnych podobieństw w składzie obu flor, o ściślejszej ich jednakże korelacji nie może być mowy, ponieważ w Świnarach odstęp między poszczególnymi próbami dochodzą nawet do sześciu metrów, natomiast miąższość całego profilu z Piaseczna wynosi trzy metry.

Z miocenu morskiego północnej części „Zatoki Gdowskiej” ze stanowiska w Kłaju wykonano analizę 146 prób z profilu o miąższości 770 m (K i t a, l. c.). Większość prób była uboga w pyłek. Wyróżnione w profilu geologicznym piętra tortonu dolnego i górnego w diagramie pyłkowym nie wyraziły się odmiennym składem roślinności. W jednostajnych spektrach pyłkowych dominują drzewa szpilkowe w granicach 50—70%. Podobne są spektra pyłkowe pięciu kontrolnych prób z Suchoraby, położonej o około 8 km na południowy zachód od Kłaja. Reprezentują one las, w którym udział drzew szpilkowych przekracza nawet 70%. Wprawdzie nie można porównywać ze sobą profili z Kłaja i Piaseczna, z uwagi na ich nieporównywalne miąższości, niemniej wydaje się, że tortoński profil z Piaseczna i tortoński odcinek profilu z Kłaja rzucają pewne światło na różnice w składzie roślinności, wynikające z położenia tych stanowisk w stosunku do brzegu ówczesnych Karpat. Północny brzeg „Zatoki Gdowskiej” był położony znacznie bliżej Karpat i dominowanie drzew szpilkowych zarówno w Kłaju, jak i w Suchorabie wiąże się zapewne z bliskim sąsiedztwem gór.

Z zachodniego skrzydła Paratetydy opracowana została flora z Gliwic Starych na Górnym Śląsku (O s z a s t 1960, S z a f e r 1961). Gliwicka flora makroskopowa jest bardzo bogata, natomiast diagram pyłkowy z tego stanowiska, opracowany na odcinku około pięciu metrów jednolitego osadu, posiada o połowę mniejszą ilość wyróżnionych tam jednostek taksonomicznych, w porównaniu z Piasecznem. Charakterystyczne jest zachowanie się buka w obu diagramach. W Gliwicach drzewo to jest stosunkowo częste i reprezentowane przez dwa gatunki, a mianowicie: *Fagus cf. silvatica* i północnoamerykański *Fagus cf. ferruginea*. W Piasecznie buka jest dużo mniej i obecny jest tylko *Fagus cf. silvatica*. W diagramie pyłkowym, który obejmował 90 prób jednolitego osadu ilastego, udało się w Gliwicach wyróżnić trzy okresy klimatyczne, z których dwa suchsze przedzielone były okresem o większym zwilgotnieniu klimatu, natomiast diagram z Piaseczna, choć bogaty florystycznie, jest jednostajny i nie daje podstawy do wykazania w nim jakichkolwiek różnicowań klimatu.

Możliwość porównania flory z Piaseczna z miocenną florą z Kłodnicy koło Gliwic (M a c k o 1957) odpada całkowicie, ponieważ autor nie podał ani profilu geologicznego, ani diagramu pyłkowego, ani tabel ilustrujących udział poszczególnych jednostek systematycznych w profilu.

Jak wynika z powyższych uwag o opracowanych dotychczas palynologicznie miocennych florach z Polski południowej, flora z Piaseczna ma charakter zdecydowanie odrębny. Być może, że wiąże się to ze szczególnymi warunkami lokalnymi, które doprowadziły tu do powstania złoża siarkowego. Byłoby sprawą dużej wagi zbadanie na tym obszarze profili głębokich, obejmujących osady helwetu i pełnego tortonu.

Makroflora osadów siarkowych z Piaseczna nie jest znana. Jakkolwiek wyniki analiz palynologicznych są niezupełnie porównywalne z wynikami badań nad florami liściowymi i owocowo-nasiennymi, to jednakże z uwagi na szczególny osad, jakim są wapienie i ility siarkonośne, nie można pominąć zestawienia mikroflory z Piaseczna z makroflorą siarkonośnych osadów ze Swoszowic koło Krakowa oraz Kokoszyc na Górnym Śląsku (U n g e r, l. c. S t u r, l. c. S t e g e r, l. c. I l i i n s k a j a, l. c.). W miocennych osadach z Kokoszyc, uważanych częściowo za morskie, a częściowo za brakiczne, opisuje S t e g e r na podstawie odcisków liści 73 taksony. Z 36 wyróżnionych tam rodzajów drzew i krzewów, 23 są wspólne z rodzajami reprezentowanymi przez sporomorfy z Piaseczna. We florze z Kokoszyc, tak jak i w Piasecznie, przeważają *Angiospermae*, wśród nich częsty jest *Carpinus*, kilka gatunków *Quercus*, dwa gatunki *Fagus*, a także tak jak w Piasecznie *Carya*, *Liquidambar*, *Ulmus*, *Populus*, *Fraxinus*, *Rhus*, *Ostrya*, *Castanea*, *Cornus*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Crataegus*, *Cassia*, *Myrica*.

Lista roślin, podana przez U n g e r a z siarki swoszowickiej, jest uboższa. Wprawdzie i w tym przypadku nie znamy zarówno ilościowego udziału poszczególnych rodzajów roślin, jak i kolejności w ich pojawianiu się, jednakże charakterystyczny wydaje się fakt, że na liście flo-

rystycznej ze Swoszowic figuruje tylko jeden przedstawiciel *Coniferae* (*Taxites Langsdorfii* Br.), resztę zaś roślinności reprezentują *Angiospermae*. Dziewiętnaście rodzajów drzew i krzewów wyróżnionych w Swoszowicach ma swych przedstawicieli w Piasecznie.

To bardzo ogólne zestawienie flor ze złożu siarkowych Polski południowej dowodzi, że w miocenie panował na tym obszarze klimat zróżnicowany regionalnie i lokalnie oraz że na układ roślinności oddziaływała wybitnie topografia. Ogólnie można przyjąć, że był to klimat ciepłomiarkowany, zbliżony do współczesnego klimatu obszaru śródziemnomorskiego.

UWAGI KOŃCOWE

Oprócz pyłku roślinnego, znajdowano w osadzie z Piaseczna również *Foraminifera* i *Hystriospheridae*. Ponad 80% utworów miocenu morskiego w Polsce zawiera otwornice (Bielecka 1954), jednakże w Piasecznie występują one w tak znikomej ilości, że nie pozwalają na wyciąganie jakichkolwiek wniosków na temat paleoekologii środowiska. Ich nikłe ślady są prawdopodobnie następstwem maceracji badanego osadu w kwasie solnym.

Szczególnie interesujące jest występowanie *Hystriospheridae*. Brak ich zarówno w poziomach spagowych margli, jak i w warstwie siarkonośnej, pojawiają się natomiast gwałtownie w poziomach ilów krakowieckich, osiągając w ich stropie wysokie maksimum (ryc. 4, 5). Równocześnie z masowym pojawem *Hystrix* obserwuje się ubożenie flory pyłkowej. Znika szereg drzew i krzewów, natomiast zachowują się ziarna pyłku *Coniferae*, głównie *Taxodium*. W tych poziomach znajdowano też największe ilości skorodowanego pyłku *Coniferae*. Być może, że taki obraz pyłkowy był następstwem transgresji morza, która przyniosła w konsekwencji przesunięcie linii brzegowej z równocześnie selekcyjnym ubożeniem roślinności.

Instytut Polskiej Akademii Nauk w Krakowie
Zakład Paleobotaniki

LITERATURA

1. Bielecka W. 1954. Ekologia otwornic. Przegl. Geol. 9: 364—369. Warszawa.
2. Bolewski A. 1935. O złożu siarki w Posądy. Spraw. Państw. Inst. Geol. 8, 3: 205—231. Warszawa.

3. Buttlin K., Postgate J. 1953. Microbiological formation of sulphide and sulphur. Symp. Microbiol. Metabolism, 4-th Intern. Congr. Microbiol. London.
4. Czerwiński J. 1960. Struktury mikroorganogeniczne siarki rodzimej w tortonie. Kwart. Geol. 2: 531—537. Warszawa.
5. Doktorowicz-Hrebicka J. 1954. Analiza pyłkowa węgla brunatnego z okolic Żar na Dolnym Śląsku. Biul. Inst. Geol. 71. Warszawa.
6. — 1957. Wiek węgla brunatnego z Babiny na Dolnym Śląsku w świetle analizy pyłkowej. Pr. Inst. Geol. 15. Warszawa.
7. — 1961. Paleobotaniczne podstawy paralelizacji pokładów węgla brunatnego ze złoża Rogóźno pod Łodzią. Cz. I—II. Biul. Inst. Geol. 158. Warszawa.
8. Erdtman G. 1943. An introduction to pollen analysis. Waltham Mass.
9. — 1952. Pollen morphology and plant taxonomy (*Angiospermae*). Uppsala.
10. Florin R. 1931. Untersuchungen zu Stammgeschichte der *Coniferales* und *Cordaitales*. Kungl. Svenska Vetenskapsakademien Handlingar 10, 1. Stockholm.
11. Grossgeim A. 1948. Rastitelnyj pokrov Kavkaza. Moskva.
— 1960. V gorach Tałyša. Moskva.
12. Havinga A. J. 1963. A palynological investigation of soil profiles developed in cover sand. Meddeling. van de Landbouwhoschool te Wageningen-Nederland 92. Wageningen.
13. Iliinskaja J. A. 1964. Tortonskaja flora Svošovice (Tortonian Flora of Svošovice). Paleobotanika 5. Moskva—Leningrad.
14. Jones G. A., Starkey J. 1957. (Abstract). Applied Microbiology. Baltimore.
15. Karavaev M. M., Panova A. N. 1955. Novye dannye po sporovo pylcevyj spektrum neogenovych otłożenij severo-wostocznoj Azii. Biul. Mosk. Obšč. Isp. Prirody, Otd. Biol. 60, 6: 107—526. Moskva.
16. Kita Z. 1963. Analiza palynologiczna osadów miocénskich odwiertu Kłaj, Rocz. Pol. Tow. Geol. 36, 4: 517—526. Kraków.
17. Krajewski R. 1935. Złoże siarki w Czarkowach. Spraw. Państw. Inst. Geol. 8: 27—66. Warszawa.
18. — 1962. O budowie i powstawaniu złoża siarki w Piasecznie. Wszechświat. 4: 85—91. Kraków.
19. Kurtz W., Racki J. 1964. Korozja mikrobiologiczna oraz rola bakterii w przemyśle kopalin chemicznych. Wiad. Botan. 7, 2: 163—170. Kraków.
20. Kurtz W. 1965. Bakterie siarkowe w rudzie siarkowej z Piaseczna. Kwart. Geol. 9, 1: 217—232. Kraków.
21. Łańcucka-Środniowa M. 1963. Stan badań paleobotanicznych nad miocenem Polski południowej. Rocz. Pol. Tow. Geol. 33, 2: 129—158. Kraków.
22. Łaszkiewicz A. 1959. Siarka z Kłodawy. Kwart. Geol. 3: 225—230. Warszawa.
23. Macko S. 1957. Lower Miocene pollen flora from the valley of Kłodnica near Gliwice (Upper Silesia). Pr. Wrocław. Tow. Nauk. Ser. B. 88. Wrocław.
24. Osmólski T. 1963. Związek procesu powstawania złóż siarki w miocenie zapadliska przedkarpacciego z litologią ich podłoża. Kwart. Geol. 7: 439—444. Warszawa.
25. Ostrowski W., Szczepkowski T., Skarżyński B. 1954. Biochemia samożywnych bakterii siarkowych. II. Witaminy grupy B u *Thiobacillus thio-parus* i *Thiobacillus thiooxidans*. Acta Microbiol. Pol. 3: 351—362. Wrocław.
26. Ostrowski W., Szczepkowski T., Skarżyński B. 1958. Identification of organic sulphur compounds formed during thiosulphate oxidation by *Thiobacillus thio-parus*. Nukleonika 3: 85—93. Warszawa.
27. Ostrowski W., Szczepkowski T., Skarżyński B. 1959. Oxidation of thiosulphate by *Thiobacillus thio-parus*. Nature 183: 1413—1414. London.

28. Oszast J. 1960. Analiza pyłkowa ilów tortońskich ze Starych Gliwic. Monogr. Botan. 9, 44. Warszawa.
29. Pawłowski S. 1961. O polskiej siarce i jej znaczeniu. Przegl. Geol. 1:1—5. Warszawa.
30. Pautsch M. 1957. Próby zastosowania badań pyłkowych do korelacji monotonicznych osadów morskich (oligocen, miocen). Przegl. Geol. 1:41—44. Warszawa.
31. Skarżyński B., Ostrowski W., Szczepkowski T. 1952. Witaminy grupy B w samożywnych bakteriach siarkowych. Acta Physiol. Pol. Prace III Zjazdu Pol. Tow. Fizjol. 237—239. Warszawa.
32. Sokołowa G. A. 1960. Połączenie siery iz sulfidnych plastowych wód mikrobiologicznym putem (Bacteriological sulphur production from sulphide layer waters). Mikrobiologia 24, 6: 888—893. Moskwa.
33. Stankówna Z. 1963. Tałysz — ostoja trzeciorzędowej flory leśnej. Chrońmy przyr. ojcz. 4: 25—36. Kraków.
34. Starkey J. R. 1958. Ogólna fizjologia bakterii redukujących siarczany z punktu widzenia korozji (tłum.). Prod. Monogr. 22, 8: 12—30. USA.
35. Steger V. 1883. Die schwefelführenden Schichten von Kokoschütz in Oberschlesien und die in ihnen auftretende Tertiärflora. Ratibor.
36. Stur D. 1873. Neue Pflanzenkunde in der Umgebung des Schwefelflözes in Swoszowice. Verh. Geolog. Reichsanst. Wien.
37. Strzeszewski B. 1913. Beitrag zur Kenntnis der Schwefelflora in der Umgebung von Krakau. Bull. Intern. Acad. Sc. de Cracovie, Cl. Sc. Mat. et Nat., Sér. B, 6: 309—334. Kraków.
38. Szafer W. 1910. Zur Kenntnis der Schwefelflora in der Umgebung von Lemberg. Bull. Intern. Acad. Sc. de Cracovie. Cl. Sc. Mat. et Nat., Sér. B. 2: 161—167. Kraków.
39. — 1961. Miocenna flora ze Starych Gliwic na Śląsku. Pr. Inst. Geol. 33. Warszawa.
40. Topińska-Luchter A. 1950. Zagadnienie zależności między mikroflorą a chemizmem wód w źródłach siarczanych. Spraw. z czynności i posiedzeń PAU 6: 428—429. Kraków.
41. — 1951. Zagadnienie zależności pomiędzy mikroflorą a chemizmem wód siarczanych. Pr. Kom. Nauk Farm. 3: 225—226.
42. Turek S. 1957. Zarys warunków hydrogeologicznych złoża siarki w okolicach Tarnobrzega. Przegl. Geol. 6: 260—263. Warszawa.
43. Turowska I. 1929. Sporne problemy w biologii bakterii żelazistych i siarczanych. Kosmos, Ser. B. 54: 517—541. Lwów.
44. — 1932. Badania nad mikroflorą źródeł siarczanych w Polsce. Wyd. Pol. Tow. Bot. Warszawa.
45. — 1933. Études sur la microflore des sources sulfureuses en Pologne. Contribution à l'étude des sulfobactéries. I, II, III. Bull. Intern. Acad. Sc. de Cracovie. Cl. Sc. Nat., Sér. B, 1 (1933), I: 45—67, II: 135—138, III: 139—149. Kraków.
46. Unger F. 1849. Blätterabdrücke aus den Schwefelflözen von Swoszowice in Galicien. Haidingers Naturwissensch. Abh. 3: 121—128. Wien.
47. Wettstein R. 1935. Handbuch der systematischen Botanik. Leipzig — Wien.

SUMMARY

THE MIOCENE VEGETATION OF A SULPHUR BED AT PIASECZNO NEAR
TARNOBRZEG (SOUTHERN POLAND)

Analysis was made of 40 samples of Tortonian sediments taken from an opencast sulphur mine at Piaseczno near Tarnobrzeg. Limestones and sulphuriferous clays occur here at a small depth under Pleistocene sediments (fig. 2). The area in which the mine is situated lies at present within the wide valley of the Vistula, while in the Miocene it was submerged under a sea which then covered the sub-Carpathian subsidence.

The pollen flora from Piaseczno is rich both in the quantity and the diversity of its forms (Tables 1, 2, and 3). The diversity of pollen in spectra testifies to a rather important differentiation of plant communities, conditioned by the variety of habitats on the coast of the shallowing sea. It may be presumed that apart from low lying swampy grounds there also occurred dry habitats, lying higher and further from the shore. In the forest communities occupying low lying habitats there probably occurred such genera as: *Glyptostrobus*, *Taxodium* (the most profusely occurring representative of *Coniferae*), *Nysa*, *Alnus*, *Liquidambar*, *Decodon*, *Cercidiphyllum*, *Myrica*, *Cyrilla*, as well as *Salix* and *Betula*. It is also here that herbaceous plants probably grew, such as, for instance, *Gramineae*, *Chenopodiaceae*, and *Plantago* cf. *maritima*, indicating the proximity of the sea-shore. Somewhat further from the coast grew a forest composed of trees and shrubs belonging to the genera *Platanus*, *Ulmus*, *Corylopsis*, *Ailanthus*, *Acer*, *Styrax*, *Carya*, and *Pterocarya*. This forest gradually overgrowing hills became enriched by the genera *Fagus*, *Zelkova*, *Carpinus*, and *Eucommia*. The drier habitats were occupied by *Quercus*, *Celtis*, and *Ostrya*. In these forests chiefly composed of deciduous trees there also occurred conifers of the genera *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, and *Sciadopitys*. The forest communities from Piaseczno were characterized by a rich shrubby undergrowth and the presence of climbing plants. They show many floristic similarities to forest formations of the Transcaucasian region of Talysh, where the present forest remains almost unchanged since the Tertiary. The genera occurring in both forest formations are *Quercus*, *Carpinus*, *Acer*, *Zelkova*, *Tilia*, *Pterocarya*, *Salix*, *Liquidambar*, *Fagus*, *Diospyros*, *Platanus*, *Parrotia*, *Ligustrum*, *Sorbus*, *Crataegus*, *Buxus*, *Ilex*, and *Punica* and also climbers such as *Smilax*, *Vitis*, and *Rhus*.

In the pollen spectra of Piaseczno a fact worthy of notice is the abundance of *Ericaceae* (figs 4 and 5) among which *Calluna* and *Erica* are the

predominant forms, *Rhododendron* and various *Vaccinium* species occurring in smaller numbers. It is to be presumed that some of them formed part of the underbrush, but in the main they occupied open spaces lying closer to the shore, where they occurred with many other shrubs, such as: *Pistacia*, *Viburnum*, *Olea*, *Cinnamomum*, *Laurus*, *Tamarix*, *Buxus*, *Punica*, *Nerium oleander*, *Sorbus*, *Berberis*, *Rhamnus*, *Cassia*, *Caragana*, and other *Leguminosae*. This was a shrubby formation characteristic of the investigated area and reminiscent of the contemporary Mediterranean *macchia*.

The profiles from Piaseczno of no great thickness illustrate only a fragment of the picture of Tortonian plant communities which developed on the shores of the Paratetis. On the other hand, the comparison of the investigated flora both with pollen profiles from the marine Miocene of southern Poland and with macroscopic floras from sulphur beds from this part of Poland makes it possible to draw some conclusions as to the local and regional differentiation of climate and the arrangement of vegetation according to the topography of the terrain.

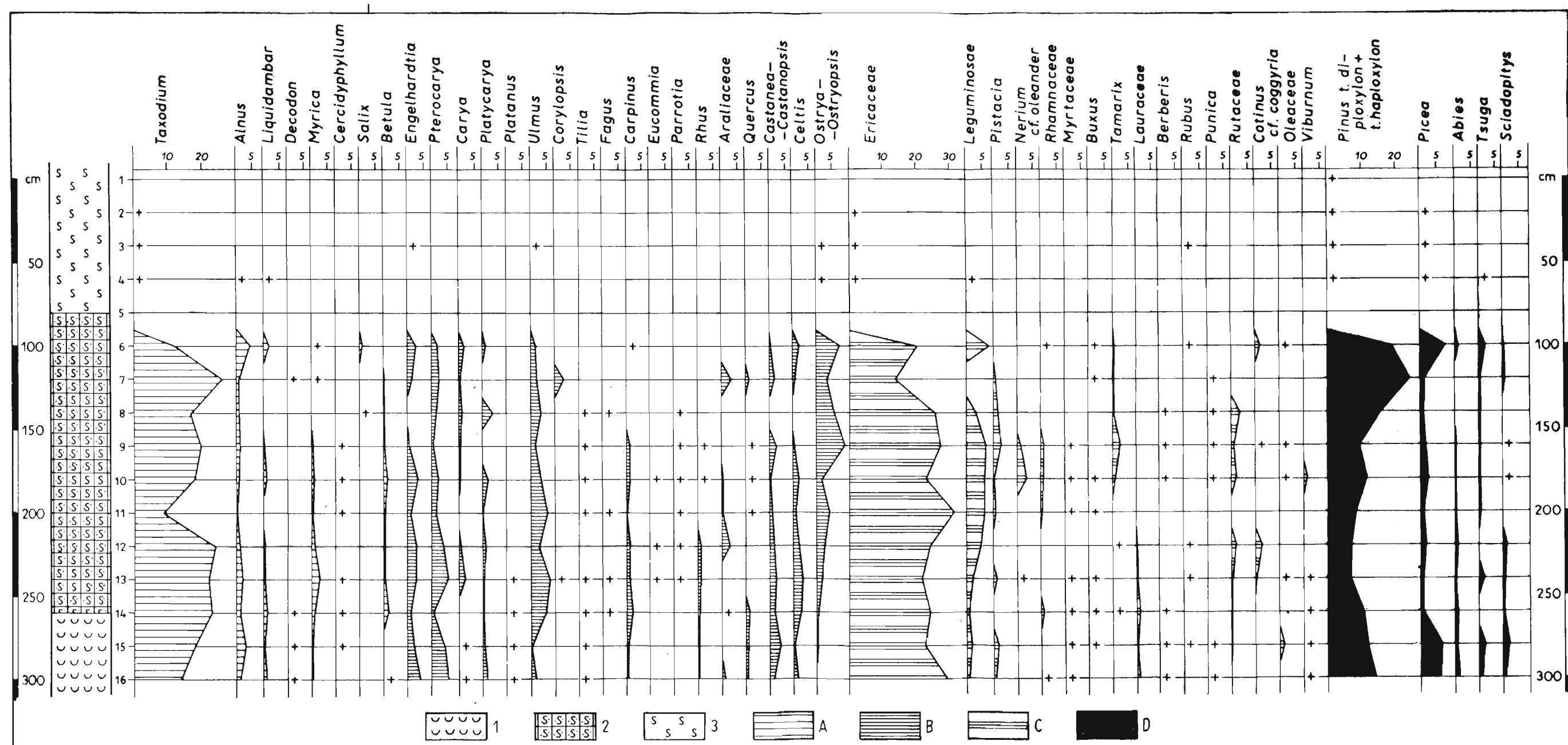
Thus, for instance, the predominance of conifers invariably within the range of 50—70 per cent in the Tortonian diagram from Kłaj, which, as compared with Piaseczno lies much nearer to the border of the Carpathians, throws light on the differences in the composition of vegetation dependent on its distance from the mountains. Considerable similarities in floristic composition are observed between the sulphur sediments from Piaseczno, Kokoszyce in Lower Silesia, and Swoszowice near Kraków. These similarities are marked both by the presence of the same trees and shrubs in these three localities and by the characteristic predominance of *Angiospermae* genera over *Coniferae*. Out of 36 genera of trees and shrubs determined by Stur in the flora from Kokoszyce 23 are common with the genera represented by sporomorphs from Piaseczno. In both floras *Angiospermae* prevail and they both contain the genera *Carpinus*, *Quercus*, *Fagus*, *Carya*, *Liquidambar*, *Ulmus*, *Populus*, *Fraxinus*, *Rhus*, *Ostrya*, *Castanea*, *Cornus*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Crataegus*, *Cassia*, and *Myrica*. It is very much the same in the flora from the sulphur of Swoszowice near Kraków. Here only one representative of *Coniferae* (*Taxites Langsdorfii* Br.) occurs, the remaining vegetation being composed of *Angiospermae*. Nineteen genera of trees and shrubs distinguished at Swoszowice are also represented at Piaseczno.

From a general review of the compared floras of southern Poland it may be presumed that a warm-temperate climate prevailed in this area, very similar to the contemporary climate of the Mediterranean area.

Apart from pollen the sediment from Piaseczno contained *Foraminifera* and *Hystriosphæridae*. The presence of the later is of particular interest. *Hystriosphæridae* do not occur either in the bottom levels of

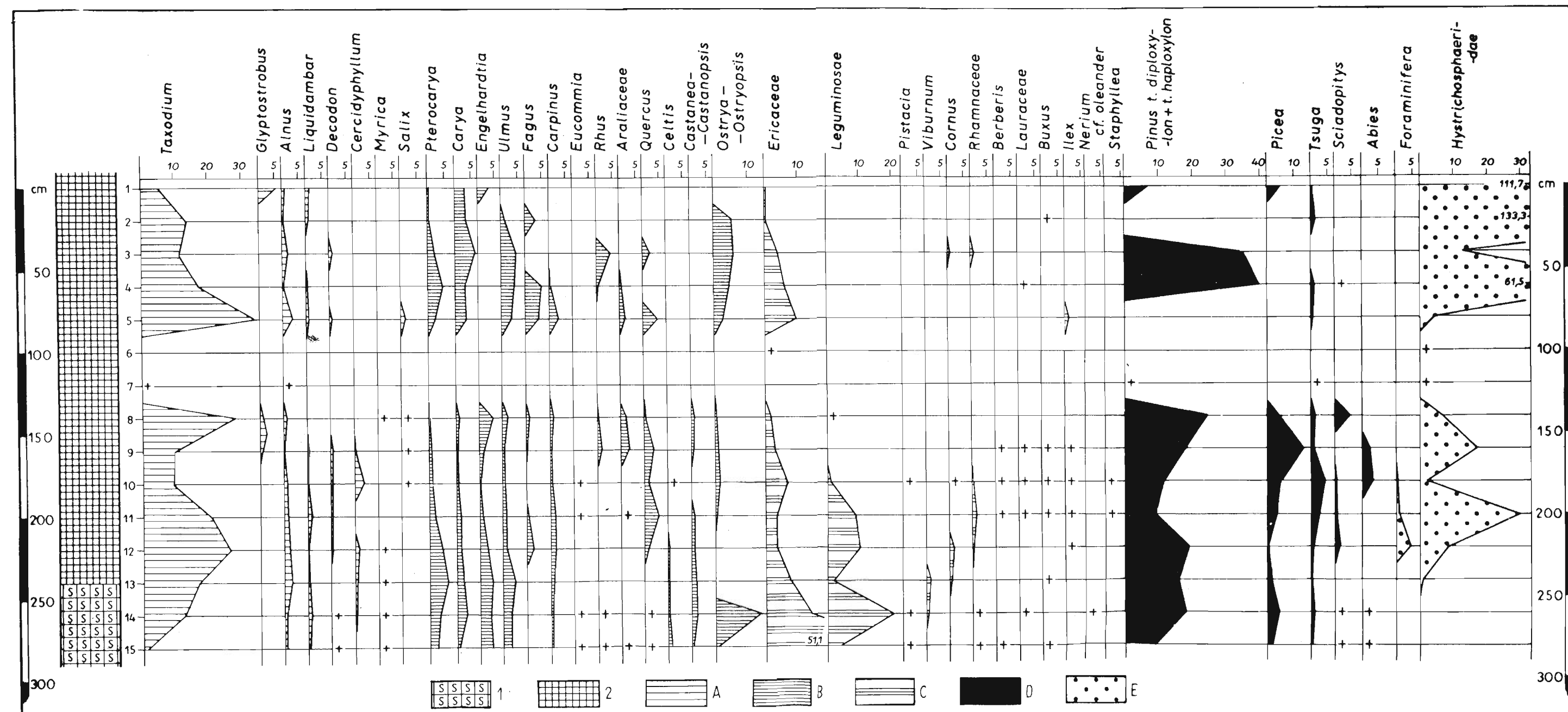
marls or in the sulphuriferous layer, whereas they appear in immense numbers in the top levels of the Krakowiec clays. Simultaneously with the mass appearance of *Hystrix* a decrease in pollen flora is observed. A number of trees and shrubs disappear, those remaining being chiefly *Coniferae*, among which there occurs a very large amount of corroded pollen. It may be that this rather poor state of pollen is the consequence of the transgression of the sea, which brought about the shifting of the shore line with a simultaneous selective decrease in vegetation.

Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków
Department of Palaeobotany



Ryc. 4. Diagram pyłkowy profilu II. 1 — margle i gipsy, 2 — ility i wapienie siarkonośne, 3 — pylasta i krystaliczna siarka z małą domieszką ility i wapieni, A — roślinność siedlisk wilgotnych, B — roślinność siedlisk suchszych i suchych, C — krzewy, D — drzewa szpilkowe (z wyłączeniem *Taxodium*).

Fig. 4. Pollen diagram of the profile II. 1 — marl and gypsum, 2 — sulphuriferous clay and limestone, 3 — the dusty and crystalline sulphur with a small admixture of clay and limestone, A — plants of wet habitats, B — plants of much drier and dry habitats, C — shrubs, D — *Coniferae* (excluding *Taxodium*).



Ryc. 5. Diagram pyłkowy profilu III. 1 — ily i wapienie siarkonośne, 2 — ily krakowieckie, A — roślinność siedlisk wilgotnych, B — roślinność siedlisk suchszych i suchych, C — krzewy, D — drzewa szpilkowe (z wyłączeniem *Taxodium* i *Glyptostrobus*), E — *Foraminifera* i *Hystrichosphaeridae*.

Fig. 5. Pollen diagram of the profile III. 1 — sulphuriferous clay and limestone, 2 — Krakowiec clay, A — plants of wet habitats, B — plants of much drier and dry habitats, C — shrubs, D — *Coniferae* (excluding *Taxodium* and *Glyptostrobus*), E — *Foraminifera* and *Hystrichosphaeridae*.