

ARTYKUŁ PROBLEMOWY

DOROTA NALEPKA

ANALIZA PYŁKOWA KOPALNYCH I WSPÓŁCZESNYCH POZIOMÓW GLEBOWYCH – PROBLEMY METODYCZNE

Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk w Krakowie

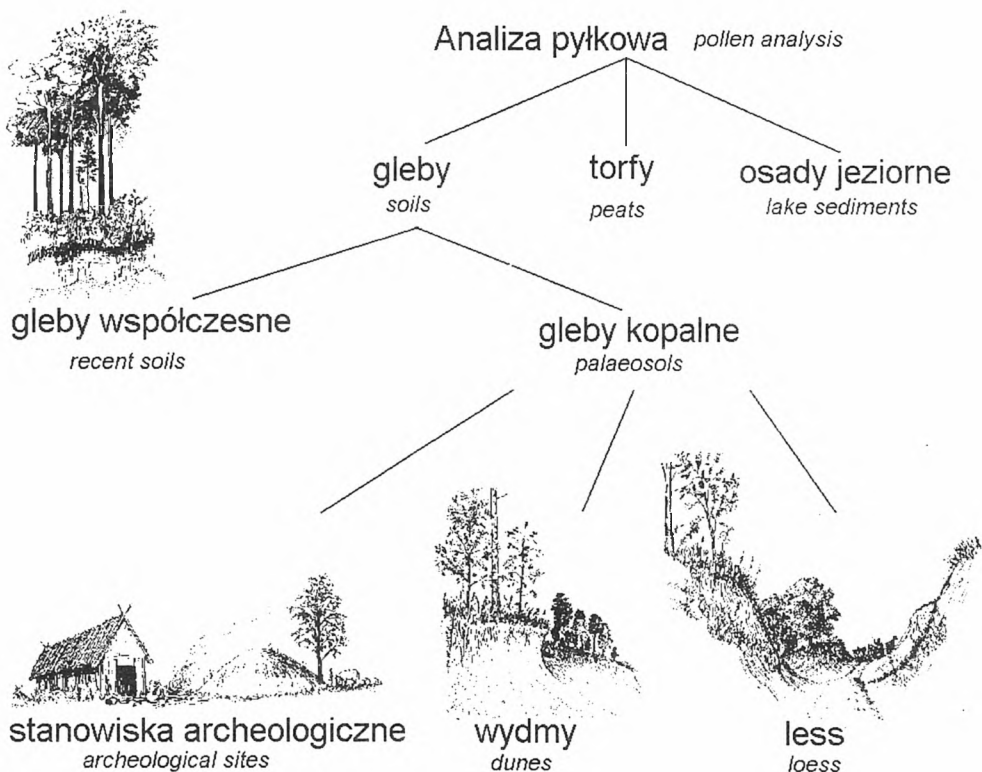
WSTĘP

Problemy teoretyczne dotyczące analizy pyłkowej współczesnych i kopalnych poziomów glebowych referowano w 1996 roku na konferencji "Metody badań paleopedologicznych i wykorzystanie gleb kopalnych w paleogeografii", w Łodzi [Nalepka-Paperz 1996a] i warsztatach terenowych "Późnovistuliańskie i holocenijskie zjawiska eoliczne" w Boszkowie-Rogach [Nalepka-Paperz 1996b]. Zainteresowanie przedstawioną problematyką stało się podstawą do napisania prezentowanego artykułu.

Badaniom palinologicznym poddawane są organiczne i mineralne osady jeziorne lub torfowiskowe [Dyakowska 1958; Faegri, Iversen 1978], coraz częściej bada się również gleby (określane też mianem osady terestryczne, rys. 1). Zainteresowani wynikami tych badań są nie tylko botanicy, ale także geolodzy, geomorfolodzy, gleboznawcy i archeolodzy.

Pojęcie gleba obejmuje utwory współczesne i kopalne (paleosole). Gleba to strefa wierzchnia skorupy ziemskiej lub jej część (do 2 m miąższości), która podlega stałym przekształceniom pod decydującym wpływem roślin, zwierząt i człowieka. Jest ona podłożem rozwoju pokrywy roślinnej. Gleby kopalne natomiast to starsze poziomy genetyczne gleby, przykryte młodszymi osadami. Szerze definicje gleb kopalnych i ich kompleksów przytaczają między innymi: Baraniecka i in. [1997], Konecka-Betley [1976, 1983], Manikowska [1985, 1996], Prusinkiewicz [1996], Puchalski, Prusinkiewicz [1975], Systematyka gleb Polski [1989, wyd. IV]. Gleby kopalne można odnaleźć na stanowiskach naturalnych, np. w lessach, czy antropogenicznych, np. w warstwach ornych pod kurhanami.

Analizę pyłkową gleb mineralnych zapoczątkowano w Holandii w latach trzydziestych XX wieku [Beijernick 1931], czyli niewiele później, niż powstała

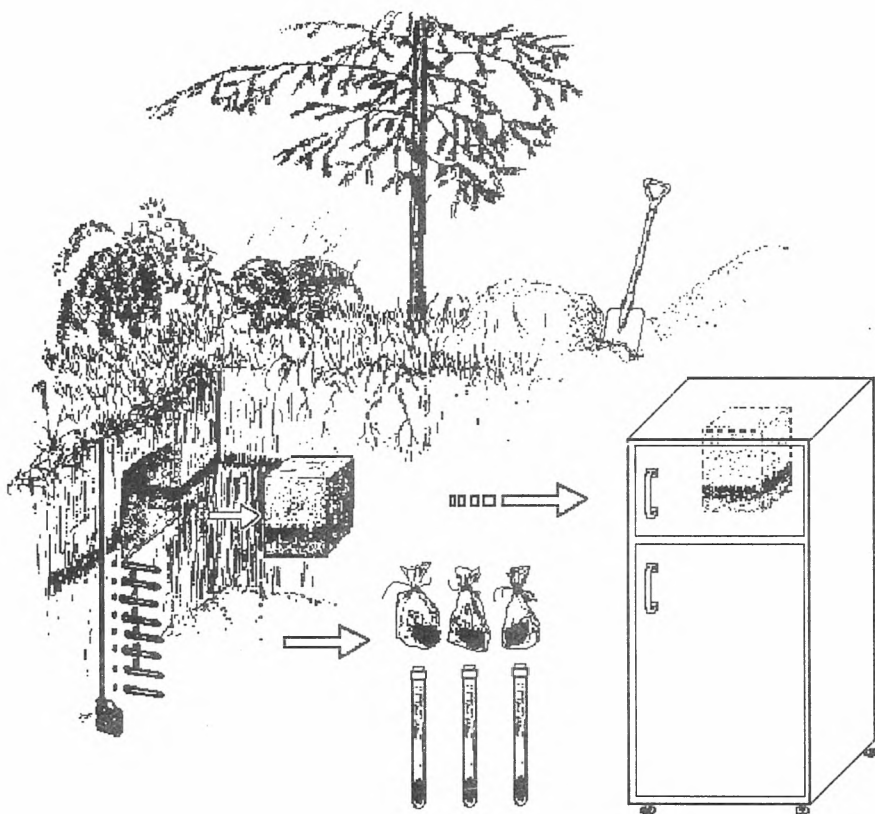


RYSUNEK 1. Materiały podlegające analizie pyłkowej (rys. J.W. Wieser)
 FIGURE 1. Sediments suitable for pollen analysis (drawing by J.W. Wieser)

metoda analizy pyłkowej dla osadów jeziornych i torfowiskowych [von Post 1916]. Systematycznie, od lat pięćdziesiątych, wyniki swoich prac palinologicznych z gleb publikował A. J. Havinga [1957, 1962, 1963, 1964, 1971, 1972, 1974]. Autor ten razem z G. Dimblebyem [1957] i H. Godwinem [1958] poruszali wiele problemów metodycznych i interpretacyjnych, związanych z tym typem materiałów. Obecnie analiza pyłkowa gleb służy do badań przede wszystkim lokalnej historii roślinności [Dimbleby 1985] i jest nadal metodycznie rozwijana [Aaby 1983; Andersen 1979, 1984, 1986]. W Polsce pierwsze palinologiczne opracowanie gleb kopalnych znalezionych w wydmach opublikowane zostało w 1966 roku przez K. Tobolskiego [1966]. Badania tego typu były prowadzone nadal przez ośrodek poznański w cyklu prac obejmujących gleby wydm w Polsce [Kozarski i in. 1969; Tobolski 1966; Tobolski, Mocek, Dzieciotowski 1997].

Natomiast interpretację botaniczną pyłku oznaczonego w osadzie spod grobowca neolitycznego z Sarnowa przedstawił M. Dąbrowski w 1971 r., a spod jednego z kurhanów w Puszczy Białowieskiej w 1976 r. M. Borowik-Dąbrowska.

Aby sporomorfy mogły przetrwać w glebach, potrzebne są, podobnie jak w osadach biogenicznych, warunki powstrzymujące mikrobiologiczny rozkład, co



RYSUNEK 2. Pobieranie materiałów do analizy pyłkowej z gleby współczesnej (rys. J.W. Wieser)
 FIGURE 2. Sampling of recent soils for pollen analysis (drawing by J.W. Wieser)

w strefie klimatu umiarkowanego zapewnia środowisko wilgotne, kwaśne i bez dostępu powietrza.

POBIERANIE MATERIAŁU I PREPARATYKA LABORATORYJNA

Materiały do badań pyłku i spor zawartych w glebach pobiera się z odkrywek, tj. z odsłoniętych poziomów gleb kopalnych (rys. 2). Górne poziomy gleby, ze względu na ich mało spoisty charakter, najlepiej wykroić łopatą i nożem w formie sporego monolitu (graniastoslupa) i po przewiezieniu do laboratorium, zamrozić w zamrażarce. Zapobiegnie to przemieszczaniu się luźno związanych z poziomami glebowymi składników, np. korzonków, gałązek, liści czy żwirków w trakcie pobierania próbek. Natomiast leżący poniżej, piaszczysty, sypki materiał należy pobrać ze ściany odkrywki wprost do probówek i woreczków nylonowych. Zamrożenie materiału nie tylko unieruchamia luźno związane składniki gleby, ale też ułatwi, albo wręcz umożliwi ich przecięcie. Z zamrożonego monolitu odcina się piłką do metalu plastry grubości 1 cm, z których wycina się kostki ok. 1 cm³

(rys. 3). Są one następnie dokładnie mierzone suwmiarką. Z tego materiału wyznacza się suchą masę i popielność. Oprócz tego określoną (również ok. 1 cm³) ilość materiału pobiera się do analizy pyłkowej. Próbkę pobraną do analizy pyłkowej najlepiej zamrozić jeszcze raz w próżni, co ułatwi preparatykę materiału w laboratorium chemicznym i zapobiega dodatkowemu zniszczeniu sporomorf [Aaby 1983].

Próbki z gleb kopalnych i współczesnych do badań palinologicznych pobiera się i przygotowuje w laboratorium podobnie jak torfy i materiały jeziorne, przeprowadzając ich macerację [Faegri, Iversen 1989] lub flotację [Frenzel 1964], następnie acetolizę oraz dodając marker w celu obliczenia koncentracji sporomorf [Stockmarr 1971]. Na końcu umieszcza się materiał w glicerynie lub silikonie. Maceracja polega na usunięciu z próbek wszystkich innych niż sporomorfy składników mineralnych i organicznych przez ich rozpuszczenie za pomocą odczynników chemicznych (KOH, HCl, HF). Flotacja polega na oddzieleniu sporomorf od pozostałych składników za pomocą cieczy ciężkich (np. bromoform, chlorek cynku (ZnCl₂), roztwór Thouleta) i jest szczególnie przydatna dla przygotowania materiału z lessów [Frenzel 1964; Bastin, Couteaux 1966; Guillet, Planchais 1969] (rys. 3).

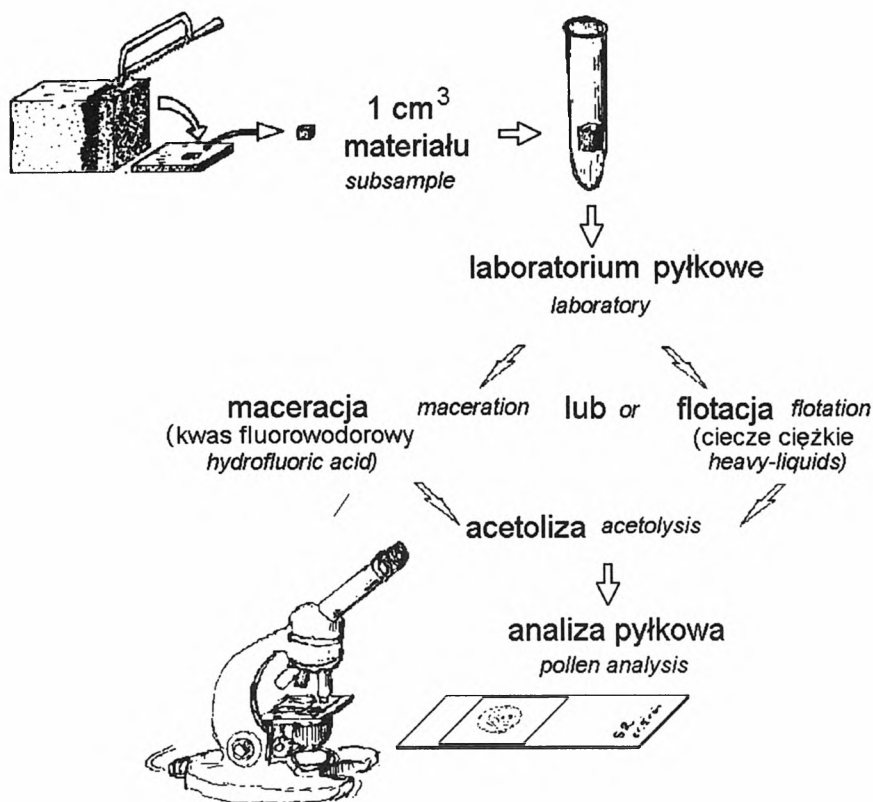
Liczenie pyłku w próbkach z gleb kopalnych przeprowadza się tak samo, jak z materiałów torfowych i jeziornych, licząc wszystkie ziarna pyłku drzew i krzewów oraz wszystkie towarzyszące im sporomorfy. Dodatkowo można liczyć m.in. węgielki drzewne i glony. Analizując spektra pyłkowe ze współczesnych profili glebowych wykorzystuje się analizę stanu zachowania eksyny sporomorf [Cushing 1967; Aaby 1983] i analizę strzępek grzybni [Andersen 1986]. Koncentrację sporomorf przelicza się na trzy sposoby [Aaby 1983; Nalepka, Walanus 1995].

ANALIZA PYŁKOWA GLEB WSPÓŁCZESNYCH

Przystępując do analizy pyłkowej gleb współczesnych niezbędna jest znajomość zagadnień gleboznawczych, a więc genezy, rozwoju i budowy gleb [Systematyka Gleb Polski 1989]. Ważnym problemem przy badaniu tych gleb jest możliwość występowania pewnych zjawisk, które mogą powodować pionowe przemieszczanie sporomorf w poziomach glebowych. Znajomość tego zagadnienia stanowi niezbędny warunek poprawnej interpretacji krzywych pyłkowych profili glebowego.

Istnieje kilka poglądów na możliwość pionowej migracji sporomorf w glebie. Według Dimbleby'ego [1957] sporomorfy są przemieszczane w zawieszynie związków humusowych. Przemieszczanie to zależy od wielkości opadów, rozmiarów przestworów między cząstkami mineralnymi, a więc i od wielkości samych sporomorf.

Przeczą temu Faegri i Iversen [1978] twierdząc, że w profilu glebowym ziarna pyłku i spory nie podlegają swobodnej migracji ku dołowi. Jeżeli jednak taki proces miałby miejsce, to musiałoby się to odbywać niezależnie od rozmiaru sporomorf. Z kolei Andersen [1986] uważa, że w glebach sporomorfy mogą być przemieszczane w pionie, lecz nie dzieje się to w sposób swobodny i zależny od wielkości sporomorf, ale od działania żyjącej w glebie fauny bezkręgowców. W żyznej i wzbogaconej w składniki pokarmowe endopróchnicy typu mull ma miejsce bardzo intensywne życie biologiczne związane z obfitością dżdżownic i owadów. Materia organiczna – w tym sporomorfy i strzępki grzybni – służąca im



RYSUNEK 3. Preparatyka laboratoryjna od pobrania próbki z zamrożonego monolitu do przygotowania preparatu mikroskopowego (rys. J.W. Wieser)

FIGURE 3. Laboratory procedure from the sampling of frozen monolith to the preparation of microscopic slide (drawing by J.W. Wieser)

za pokarm, pobierana wraz z częściami mineralnymi gleby jest przenoszona i mieszana podczas wędrówek w kierunku poziomym i pionowym. Dlatego krzywe pyłkowe stają się wyrównane i interpretacja diagramu pyłkowego z tej części profilu nie jest możliwa. Badania mikroskopowe przez Aaby'ego [1983] i Andersena [1986] tego typu próchnicy, zwanego *lumbricid humus stage*, pokazują również, że jest w nim obecna spora ilość cząstek mineralnych, krótkich strzępek grzybni, a ściany sporomorf są bardzo skorodowane. Z kolei w ubogiej w składniki biogenne ektopróchnicy typu mor życie organizmów bezkręgowych jest bardzo ograniczone. Dlatego nie dochodzi w tym typie materii organicznej do mieszania materiału w kierunku pionowym i stąd spektra pyłkowe są tu niezaburzone, a pyłek występuje w porządku chronologicznym. Z tych przyczyn interpretacja diagramu pyłkowego z tej gleby jest możliwa. W obrazie mikroskopowym tego humusu obecnych jest niewiele ziarn mineralnych, obficie występują długie strzępki grzybni, a ściany sporomorf są świetnie zachowane. Tak scharakteryzowaną próchnicę Andersen [1986] nazywa *raw humus stage*. Charakterystykę opisanych

typów próchnic przedstawiono w tabeli 1. Próchnica typu moder, z gleby bielicowej wykazuje cechy pośrednie i humus zwany jest *arthropod humus stage*.

Zagadnienie migracji sporomorf w glebach stale jest przedmiotem metodycznych badań [np. Dimbleby 1985; Barham, Macphail 1995].

Podobnie w wielu pracach rozważany jest również stan zachowania w glebach eksyn sporomorf [Cushing 1967; Havinga 1971; patrz też Faegri, Iversen 1978, 1989]. Według Andersena [1979, 1984, 1986] w glebach, w środowisku tlenowym i przy obojętnym pH, zachodzi niszczenie eksyn pyłku, ujawniające się jako ich ścienienie. W takich warunkach mogą żyć organizmy bezkręgowce. W ich przewodach pokarmowych pod wpływem działania bakterii trawiennych eksyny sporomorf ulegają z kolei specyficznej korozji, widocznej w postaci ubytków. Innym (dodatkowym) zjawiskiem, związanym również z odżywianiem się fauny glebowej, jest fragmentacja obecnych w glebach strzępek grzybni.

Te dwa czynniki, czyli pionowy transport cząstek gleby przez faunę bezkręgowców i utlenianie, Andersen [1986] uważa za główne procesy zachodzące w glebach współczesnych, które odzwierciedlają się w różnym sposobie zachowania eksyny sporomorf i w różnicach długości strzępek grzybni. Natomiast śladów tych dwóch czynników w glebach kopalnych już się nie odnotowuje, są już niezauważalne.

Z omówionych przyczyn analiza pyłkowa gleb współczesnych poza zwykłym liczeniem pod mikroskopem (rys. 4) wszystkich taksonów (analiza ilościowa), wymaga rozszerzenia o analizę jakościową niektórych, wybranych taksonów. W obrębie tych wybranych taksonów odnotowuje się, ile z nich ma eksynę dobrze zachowaną, ścienioną, skorodowaną, a także skorodowaną i ścienioną równocześnie (rys. 4).

Zapis w protokole po zakończeniu liczenia próbki np. dla pyłku brzozy w wybranym spektrum przedstawiono w tabeli 2. Gdy zakończy się liczenie sporomorf, ponownie używając dokładnie tych samych preparatów, bada się strzępki grzybni (rys. 4). Rysuje się je, oczywiście osobno dla każdej próbki, za pomocą aparatu rysunkowego, następnie liczy się ich liczbę, mierzy długość każdej z nich, po czym klasyfikuje do kilku przedziałów długości oraz oblicza ich sumaryczną długość [Andersen 1979, 1984, 1986].

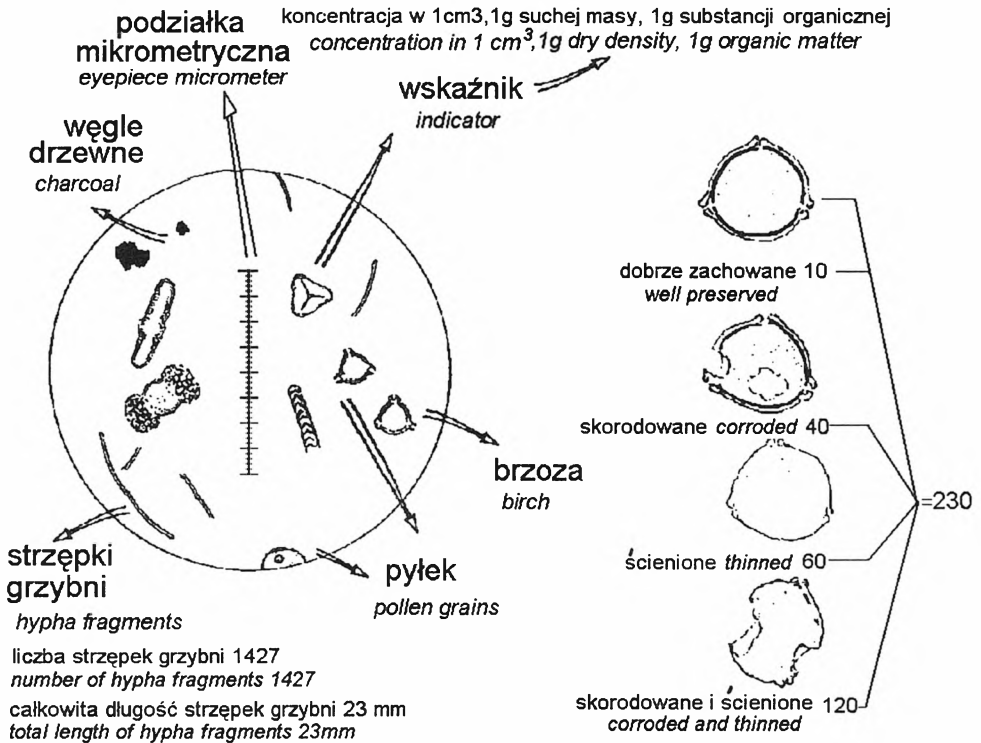
Jeżeli generalnie w badanym spektrum przeważają krótkie strzępki grzybni, dowodzi to obecności organizmów bezkręgowych (dżdżownic, owadów i ich larw), które przy połykaniu rozdrabniają na fragmenty grzybnię. Zatem prowadząc analizę pyłkową poziomu glebowego profilu, w którym obecna jest fauna glebowa, powodująca rozkład i przemieszanie substancji organicznej, otrzyma się zaburzony fragment diagramu pyłkowego. Odzwierciedli się to bardzo wyrównanym przebiegiem krzywych procentowych we wszystkich spektrach. Taki fragment diagramu będzie obrazował skład taksonomiczny roślinności otaczającej badane stanowisko, ale nie przemiany roślinności wokół tego miejsca w czasie [Aaby 1983]. Z kolei przewaga długich strzępek dowodzi braku fauny w badanym poziomie. Zatem w tym poziomie profilu, gdzie brak było fauny glebowej, przemieszczanie sporomorf nie nastąpiło i otrzymany fragment diagramu zobrazuje przemiany roślinności w czasie, jaki ten fragment obejmuje [Andersen 1986].

Procentowy diagram pyłkowy jest podstawowym diagramem, który umożliwia odtworzenie i przedstawienie charakterystyki roślinności i jej przemian w przeszłości.

Obecnie rutynowo oblicza się nie tylko udział procentowy sporomorf, ale też ich koncentrację w poszczególnych badanych spektrach palinologicznych. Jest to

TABELA 1. Cechy charakterystyczne spektrów pyłkowych z poziomów gleb współczesnych
 TABLE 1. Features of pollen spectra from recent soil horizons

Gleba Soil	Rozkład/ odczyn Decompo- sition/pH	Charakterystyka Characterization	Wnioski Conclusions	<i>Pinus</i>	<i>Gramineae</i>	Próchnica Humus
Bielica Podzol	powolny/ kwaśny slow/acid	1) strzępki grzybni długie long hypha fragments 2) bardzo mało frakcji mineralnej small amount of mineral fraction 3) korozja pyłku niska (bardzo dobrze zachowane sporomorfy) – weak pollen corrosion (sporomorphs well preserved) 4) spektra pyłkowe niezaburzone pollen spectra undisturbed	1) pyłek w układzie stratygraficznym pollen in stratigraphic order 2) interpretacja diagramu pyłkowego możliwa interpretation of pollen diagram possible			ekto- próchnica ectohumus
Brunatna Brown soil	szybki/ zasadowy quick/ alkaline	1) strzępki grzybni bardzo krótkie short hypha fragments 2) dużo frakcji mineralnej great amount of mineral fraction 3) korozja pyłku silna – strong pollen corrosion (sporomorphs badly preserved) 4) spektra pyłkowe uśrednione pollen spectra evened out	1) pyłek wymieszany, krzywe jednolite pollen mixed up, curves smooth 2) interpretacja diagramu niemożliwa pollen diagram interpretation not possible			endo- próchnica endohumus



RYSUNEK 4. Obraz mikroskopowy podczas wykonywania analizy pyłkowej materiału glebowego (za Tolonen 1986, zmienione), z prawej strony pokazano typy stanu zachowania sporomorf w glebie
FIGURE 4. Microscopic view of sample in pollen analysis of recent soil (after Tolonen 1986, modified); stages of preservation and different deterioration of sporomorphs in soils (on the right)

TABELA 2. Przykład zapisu zliczenia dla wybranego taksonu w jednym spektrum palinologicznym
TABLE 2. An example record for one taxon in one pollen spectrum

Ziarna pyłku Pollen grains	Stan zachowania/zniszczenia eksyny Stage of exine preservation/deterioration	
<i>Betula</i> undiff.	dobrze zachowana well preseved	10
	skorodowana corroded	40
	ścieniona thinneds	60
	korodowana i ścieniona corroded and thinned	120
Suma ziaren pyłku brzozy total sum of birch pollen		= 230

pomocnicza metoda przy interpretacji podstawowego procentowego diagramu pyłkowego.

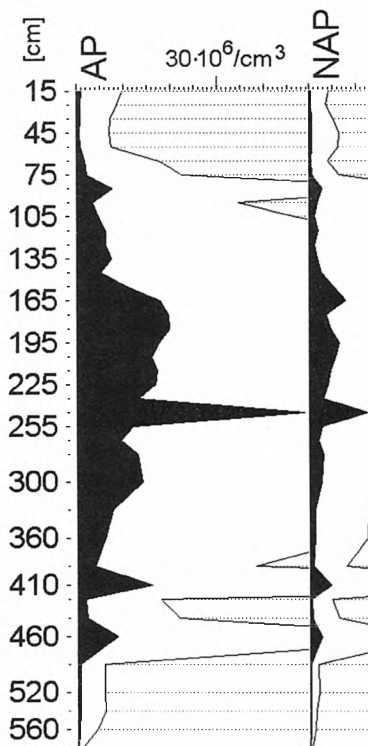
Diagramy koncentracji sporomorf [Stockmarr 1971] informują o bezwzględnej liczbie sporomorf danego taksonu w określonej ilości badanego materiału. Przedstawiając więc stosunki ilościowe poszczególnych roślin można urealnić obraz przemian szaty roślinnej w przeszłości, wyinterpretowany z diagramów procentowych. Wzrost koncentracji sporomorf może również wykazać nadreprezentację pyłku roślinności lokalnej, zwiększone pylenie roślin lub zmniejszone tempo sedymentacji. W osadach biogenicznych wydatorych radiowęglowo koncentracja

cja umożliwia obliczenie rocznego opadu pyłku na jednostkę powierzchni. W poziomach glebowych obliczenie opadu pyłku nie jest możliwe, gdyż datowania radiowęglowe gleb, zwłaszcza starszych, rzadko przynoszą wiarygodne wyniki [Pazdur 1985].

Obliczenia koncentracji sporomorf w tych materiałach są ważne, gdyż mogą wskazać niewidoczne makroskopowo różnice w litologii profilu, co istotnie wpływa na interpretację procentowego diagramu pyłkowego. Aby to uchwycić, w spektrach pyłkowych z gleb współczesnych koncentrację sporomorf oblicza się w znanej objętości (1cm^3) i w znanej masie (1 g suchej masy i 1 g substancji organicznej) badanego materiału. Wzrost krzywych koncentracji ułatwia wtedy wykrycie poziomów, w których na skutek zwiększonego rozkładu substancji organicznej (innej niż sporomorfy) nastąpiło wtórne zagęszczenie sporomorf nie wynikające z rzeczywistych zmian szaty roślinnej [Aaby 1983] (rys. 5). Tworzenie się takich poziomów obejmuje dłuższe okresy niż sąsiednich poziomów z niższą koncentracją, zbudowanych z pozornie takiego samego materiału [Nalepka, Walanus 1995]. Natomiast Dimbleby [1985] zwraca uwagę, że koncentracja sporomorf może wzrastać wraz z zawartością substancji humusowych i frakcji ilastej, a zmniejszać się proporcjonalnie do ilości frakcji piasków grubych i średnich.

Badania współczesnych profili glebowych przeprowadza się w glebach leśnych, gdzie ziarna pyłku pochodzą w przewadze od roślinności lokalnej. Dlatego wyniki analizy pyłkowej dają głównie obraz rozwoju roślinności w najbliższym otoczeniu badanego stanowiska, a znacznie mniej informacji wnoszą do obrazu regionalnych przemian środowiska przyrodniczego [Andersen 1986]. W celu przybliżenia obrazu do rzeczywistych warunków lokalnych zastosować można przeliczenia oparte na zastosowaniu korekcyjnych wskaźników pylenia [Davis 1963; Janssen 1967; Andersen 1970; Faegri, Iversen 1978]. W badaniach spektrów pyłkowych ze współczesnych gleb leśnych w lesie Draved w Danii obliczyli je dla drzew w tym lesie (tab. 3) i wykorzystali Andersen [1970, 1973, 1980] i Aaby [1983].

koncentracja sporomorf sporomorphs concentration



RYSUNEK 5. Krzywe koncentracji pyłku drzew (AP) i roślin zielnych (NAP), w spektrum z poziomu 245 cm widoczna jest ekstremalnie wysoka koncentracja wszystkich sporomorf
FIGURE 5. Pollen concentration curves of trees (AP) and herbs (NAP), extremely high pollen concentration is observed in the 245 cm level

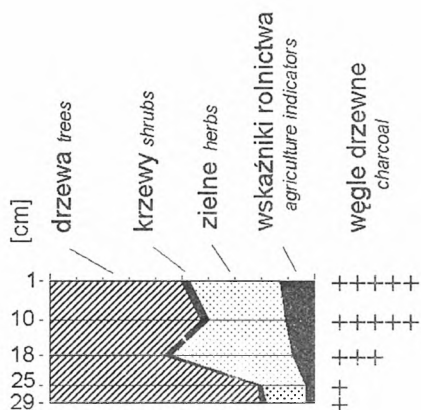
TABELA 3. Współczynniki korekcji pylenia drzew otrzymane dla lasu Draved [Andersen 1970]
 TABLE 3. Pollen productivity factors for trees in Draved forest [Andersen 1970]

Wartość współczynnika korekcji – Factor				
1/4	1/3	1/2	1	2
<i>Alnus</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Picea</i>	<i>Fagus</i>	<i>Tilia</i>
<i>Betula</i>		<i>Ulmus</i>	<i>Populus</i>	<i>Fraxinus</i>
<i>Corylus</i>				<i>Acer</i>
<i>Quercus</i>				<i>Viscum</i>
<i>Pinus</i>				

ANALIZA PYŁKOWA KOPALNYCH POZIOMÓW GLEBOWYCH, ZACHOWANYCH W WYDMACH

W zachowanych w wydmach poziomach glebowych, datowanych na późny glacjał, nie odnaleziono dotychczas sporomorf, a opisane w literaturze mikrofossylia pochodziły z przewarstwień piasku gytia i torfem [Wasylikowa 1964; van Geel et al. 1989].

Natomiast holocenijskie poziomy glebowe w wydmach śródlądowych często zawierają bardzo dobrze zachowane sporomorfy. W latach 60. i 70. przeprowadzono na obszarze Polski Środkowej badania wielu kopalnych poziomów glebowych w wydmach [Kozarski, Tobolski 1963, 1968; Nowaczyk, Tobolski 1968; Kozarski i in., 1969, 1982; Tobolski 1969]. W latach następnym badaniom objęto północną [Tobolski 1972, 1975, 1979, 1980; Miotk-Szpiganowicz, Olszak 1996] i południową Polskę [Izmailow, Nalepka 1994]. O aspektach metodycznych badań palinologicznych gleb pisał w 1975 roku K. Tobolski. Badania palinologiczne poziomów kopalnych gleb w wydmach powstałych po okresie ostatniego zlodowacenia pozwoliły wydatować czas i przyczynę przekształcania wydm oraz przyniosły informacje o panującej wokół nich roślinności. Diagramy pyłkowe z holocenijskich poziomów wykazują prawidłowości polegające na: spadku udziału pyłku drzew i krzewów (AP), wzroście udziału pyłku roślin zielnych (NAP), a szczególnie wskaźników gospodarki człowieka (roślin uprawnych, chwastów) i traw oraz wzrostu udziału węgla drzewnego od spągu do stropu gleby. Taki obraz palinologiczny (rys. 6) świadczy o na-



RYSunEK 6. Fragment diagramu pyłkowego ze spektrami typowymi dla holocenijskiego poziomu glebowego na wydmie (za: B. Izmailow, D. Nalepka 1994, zmienione)

FIGURE 6. A section of pollen diagram showing spectra typical for a Holocene fossil soil in the dune (after Izmailow, Nalepka 1994, modified)

sileniu się gospodarczej działalności człowieka, która w konsekwencji prowadziła do uruchomienia procesów eolicznych. [Kozarski i in. 1982]. Stąd generalny wniosek, że przekształcenia wydm w późnym holocenie zachodziły przede wszystkim pod wpływem ingerencji człowieka w otaczającą szatę roślinną (czyli wykazują antropogeniczną genezę). Datowanie palinologiczne i radiowęglowe wykazało również, że przekształcenia te przebiegały niesynchronicznie.

ANALIZA PYŁKOWA POZIOMÓW GLEBOWYCH NA STANOWISKACH ARCHEOLOGICZNYCH

Przeprowadzanie analizy palinologicznej w glebach mineralnych budzi ogromne zainteresowanie wśród archeologów. W tej dziedzinie pojawiło się wiele publikacji przedstawiających wyniki badań ze stanowisk archeologicznych [Casparie 1976; Groeneman van Waterige 1979; Bakker, Groeneman van Waterige 1988]. Opublikowano też opracowania teoretyczne wiążące się z problematyką archeologiczną [m.in. Bastin, Couteaux 1966; Dimbleby 1985; Barham & Macphail 1995].

Specjalne miejsce w badaniach palinologicznych, związanych ze stanowiskami archeologicznymi, zajmują zachowane fragmenty poziomów glebowych, pogrzebane pod kurhanami, czy grobowcami. Palinologiczne badania tych poziomów informują o rozwoju roślinności i stadiach rozwoju gleby przed usypaniem kopców [np. Borowik-Dąbrowska 1976; Casparie 1976; Dąbrowski 1971; Groenman-van Waateringe 1979; Andersen 1986]. Jeżeli np. pod kurhanem pogrzebane zostały gleby orne, ich analiza umożliwi poznanie, jakie rośliny były uprawiane przed jego usypaniem [Dąbrowski 1971; Niesiołowska-Śreniowska 1980].

Z kolei analiza pyłkowa warstw gleb, z których kurhan został zbudowany, może poinformować, skąd pozyskiwano ziemię do jego usypania i czy pobierano ją tylko z górnych poziomów gleby, razem z warstwą darni czy bez darni, czy wykorzystywano także poziomy głębsze [Waterbolck 1954; Dimbleby, za Borowik-Dąbrowską 1976].

ANALIZA PYŁKOWA LESSÓW I KOPALNYCH POZIOMÓW GLEBOWYCH

Możliwość przeprowadzenia analizy pyłkowej zazwyczaj dostarczają zdeponowane w lessach poziomy organiczne, np. mułki organiczne czy kopalne torfy. Badania takich materiałów przeprowadzono np. na stanowiskach koło Krakowa [Mamakowa, Środoń 1977] czy w Jędrzejówce na Roztoczu [Bremówna 1950; Śnieszko 1995].

Badania pyłkowe gleb kopalnych w profilach lessowych budzą wiele zainteresowania i kontrowersji. Zazwyczaj w tego typu kopalnych poziomach glebowych sporomorfy źle się zachowują i nie nadają się do oznaczeń lub w ogóle ich brak. Niemniej jednak badania pyłkowe tych gleb stale są podejmowane [np. Bastin 1971; Havlíček i in. 1994; Łanczont 1995]. W wyniku tych działań odnaleziono kompleksy gleb kopalnych wytworzonych z lessów, a nawet lessy zawierające sporomorfy.

Na przykład z terenów Moraw, Węgier i Austrii analizę palinologiczną kompleksów lessów przewarstwionych glebami kopalnymi przedstawiły B. Urban [1984] i E. Břizová [Havliček i in. 1994].

B. Urban [1984] podaje w swoich pracach wyniki badań prowadzonych na kilku stanowiskach, gdzie występują kompleksy lessów i czarnoziemów kopalnych, wieku od schyłku zlodowacenia środkowopolskiego do wczesnego vistulianu i od środkowego vistulianu po holocen. Autorka nie konstruowała diagramów pyłkowych, ale udział taksonów oznaczonych z poszczególnych pokryw przedstawiała w formie cyklogramów (rys. 7), następujących po sobie w porządku stratygraficznym. Cyklogramy obejmowały kilka elementów, składających się bądź z pojedynczych taksonów (gdzie ich udział procentowy był liczniejszy, np. *Artemisia*), bądź z grup ekologicznych (np. elementy tundrowe czy drzewa termofilne). Oznaczone sporomorfy według B. Urban pozwoliły na wyciągnięcie wniosków dotyczących typów roślinności i warunków klimatu panującego w trakcie ewolucji gleb i tworzenia się lessów wokół badanych stanowisk w omawianych okresach. Wnioski wynikające z zestawionych chronostratygraficznie cyklogramów autorka zebrała w tabelach. Obejmowały one następujące po sobie typy roślinności w obrębie etapów, zaznaczonych obecnością gleb kopalnych i lessów. Są to jednak w każdym przypadku wnioski bardzo lakoniczne, a obrazy skonstruowane na ich podstawie charakteryzują statycznie szatę roślinną w dłuższych przedziałach czasowych (tab. 4).

B. Urban porównała wyniki swoich badań otrzymane na stanowisku czarnoziemów w Stillfried [1984] z danymi uzyskanymi przez J. Havinga [1971] z małego torfowiska wysokiego Moosbrunn, otoczonego czarnoziemami, leżącego w sąsiedztwie Stillfried. Wyniki uzyskane przez B. Urban i A. J. Havinga różniły się dość znacznie (tab. 5). Badania czarnoziemów, datowanych na wczesny holocen, dały obraz roślinności stepowej, a wyniki uzyskane z torfowiska, datowanego na wczesny i środkowy holocen, przedstawiły obraz otwartego lasu zastępowanego „antropogeniczną roślinnością stepową”.

Analiza pyłkowa z innego stanowiska na Morawach, obejmującego kilka kompleksów gleb w sekwencji lessowej, wieku dolnego i środkowego plejstocenu, wykonana przez E. Břizová [1994], nie dała możliwości nawet najbardziej ogólnej charakterystyki roślinności w przeszłości. Wśród 25 zanalizowanych spektrów, zarówno z kopalnych poziomów glebowych jak i z samych lessów, większość zawierała po 1–3 pojedynczych taksonów, a 8 spektrów (głównie z poziomów glebowych) było całkowicie pozbawionych sporomorf. Nie dało to, niestety, możliwości wyciągnięcia wniosków natury paleoekologicznej, przede wszystkim przeprowadzenia rekonstrukcji roślinności i na tej podstawie określenia jej przybliżonego wieku. Nie pozwoliło to również na scharakteryzowanie warunków klimatycznych, które panowały w okresach tworzenia się lessów i w okresach przerw między ich akumulacją [Břizová 1994].

Z różnowiekowych pokryw lessowych w Polsce nie wyekstrahowano dotychczas sporomorf. Być może lessy te są zbyt przewietrzane, zbyt suche, a więc nie ma warunków na zachowanie się w nich nawet najbardziej trwałych, pojedynczych sporomorf.

W uniwersyteckim ośrodku lubelskim, jednym z niewielu badających lessy w Polsce, udało się palinologom, dr K. Baładze i mgr A. Pidek, wyekstrahować i oznaczyć sporomorfy zawarte w osadach rozdzielających pokrywy lessów, z południa Polski, z okolic Przemyśla, wiązane z różnymi okresami Eemu i Vistulianu. Analizy palinologiczne niestety nie stanowiły przedmiotu osobnej publika-

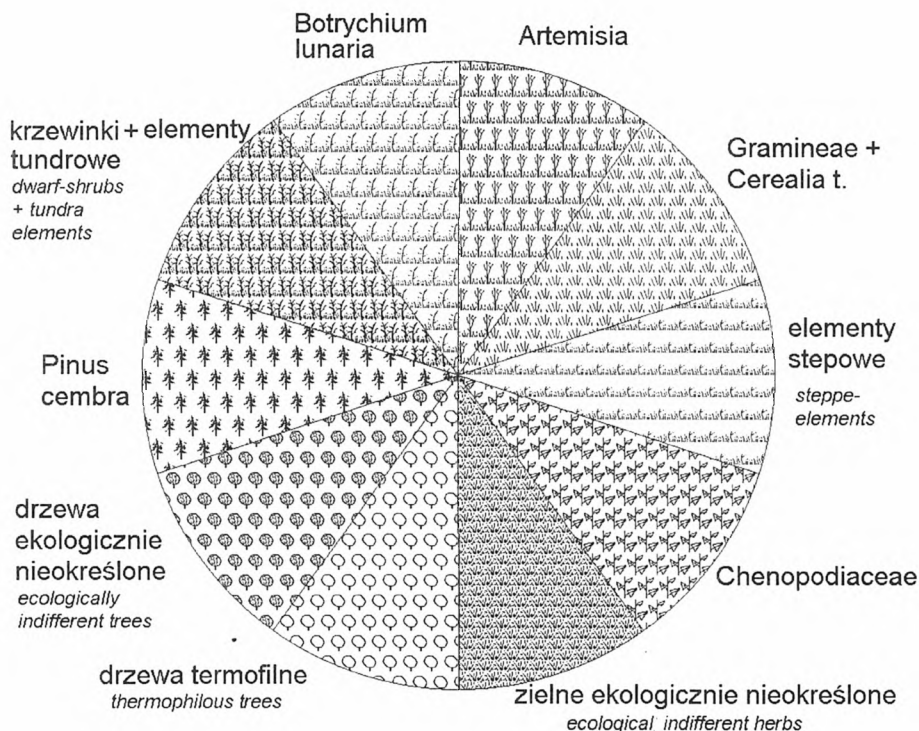
TABELA 4. Fragment tabeli z opisem zmian środowiska przyrodniczego na stanowisku Mende [za: Urban [1984], zmienione]

TABLE 4. Fragment of the table with interpretation of environmental changes for Mende site [after Urban [1984], modified]

Chronologia Chronology	Litologia – Lithology	Dominujące elementy flory Predominant elements of flora	Lokalny klimat – Local climat
Vistul późny ian late	less – loess	<i>Gramineae</i>	chłodny, suchy – cool, dry
	słabo rozwinięty czarnoziem* poorly developed chernozem	<i>Pinus, Gramineae, Artemisia</i> , nieliczne termofilne drzewa – few thermophilous tree species	umiarkowanie ciepły, mniej suchy warm-temperate, less dry
środko wy middle	less – loess	ubogi w pyłek – poor in pollen	
	czarnoziem/brunatna gleba leśna chernozem/brown forest soil	bogaty w <i>Artemisia, Chenopodiaceae</i> rich in <i>Artemisia, Chenopodiaceae</i>	umiarkowany, mniej suchy, temperate, less dry
	less – loess	bogata heliofilna flora, <i>Gramineae</i> rich heliophilous flora, <i>Gramineae</i>	chłodny, suchy cool, dry
	czarnoziem – chernozem	<i>Betula, Pinus, Gramineae, Artemisia</i>	ciepły-umiarkowany, mniej suchy warm-temperate, less dry
	less – loess	<i>Artemisia, Caryophyllaceae</i>	chłodny, suchy – cool, dry
	czarnoziem/brunatna gleba leśna chernozem/brown forest soil	<i>Pinus, Betula, Artemisia, Gramineae</i>	ciepły-umiarkowany, mniej suchy warm-temperate, less dry
	less – loess		
wczesny early	czarnoziem/gleba łąkowa chernozem/meadow soil	<i>Artemisia > Cerealia</i> -type	ciepły-umiarkowany, mniej suchy warm-temperate, less dry
	less – loess	<i>Artemisia</i>	suchy, zimny – cold, dry
Eemski eem	czarnoziem – chernozem		
	gleba płowa – soil lessivé	<i>Pinus > Picea, Chenopodiaceae</i>	
	piaski – sands		

*W prezentowanym artykule nie dyskutowano nomenklatury gleb użytej przez B.Urban.

In the present paper soil nomenclature used by B.Urban was not discussed.



RYSUNEK 7. Cyklogram procentowego udziału sporomorf reprezentujących wybrane grupy ekologiczne; elementy stepowe: *Compositae liguliflorae*, *C. tubuliflorae*, *Helianthemum*, *Ephedra fragilis*, *E. distachya*, *Polygonaceae*; drzewa ciepłolubne: *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Acer*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Juglans*, *Abies*; drzewa o nieokreślonych ekologicznie wymaganiach: *Pinus*, *Picea*, *Betula*, *Salix*, *Alnus*; elementy tundrowe: *Juniperus*, *Selaginella selaginoides* (za B. Urban [1984], zmienione)

FIGURE 7. Circular-diagram of sporomorphs representing selected ecological groups; steppe elements: *Compositae liguliflorae*, *C. tubuliflorae*, *Helianthemum*, *Ephedra fragilis*, *E. distachya*, *Polygonaceae*; termophilous trees: *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Acer*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Juglans*, *Abies*; ecologically indifferent trees: *Pinus*, *Picea*, *Betula*, *Salix*, *Alnus*; tundra elements: *Juniperus*, *Selaginella selaginoides* (after Urban 1984, modified)

cji, ale uzupełniły one opracowanie geologiczne i geomorfologiczne plejstocénskich utworów lessowych [Łanczont 1993, 1995]. Analizowanymi palinologicznie osadami były tu organogeniczne ropy i kopalne gleby zalegające między pokrywami lessowymi. Wyniki przedstawiono w tabelach, nie wykreślając diagramów pyłkowych. W jednym przypadku była to tabela zawierająca tylko bezwzględne ilości oznaczonych ziarn pyłku i spor [K. Bałaga, w: Łanczont 1993, rys. 14]. W drugim przypadku w tabeli umieszczono również bardzo ogólną charakterystykę zbiorowisk roślinnych [K. Bałaga, I.A. Pidek, w: Łanczont 1995,

TABELA 5. Zestawienie wyników analizy pyłkowej z gleb kopalnych i torfów z okolic Stilfried
TABLE 5. Comparison of the results of pollen analysis from palaeosols and peats from Stilfried area

Stanowisko – Locality	Stilfried	Moosbrunn
Autor, rok – Author, date	B. Urban [1984]	A.J. Havinga [1972]
Materiał – Material	gleba czarnoziem chernozem soil	torfowisko wysokie – peat bog
Wiek – Age	wczesny i środkowy holocen early and middle Holocene	od borealnego do subborealnego from Boreal to Subboreal
Interpretacja paleoekologiczna Palaeoecological interpretation	step <i>Gramineae</i> – zielne; brak dowodów na zalesienie stanowiska <i>Gramineae</i> – herb steppe; no evidence for the forestation of the locality	otwarty las zastępowany „antropogeniczną” roślinnością stepową open forest replaced by „antropogenous” steppe vegetation

rys. 15]. Interpretacja otrzymanych wyników pozwoliła odtworzyć w ogólnych zarysach środowisko roślinne, w jakim rozwijały się analizowane gleby oraz odnieść te wyniki do diagramów pyłkowych reprezentujących różne interstadiały ostatniego zlodowacenia z terenu Polski (tab. 6).

TABELA 6. Fragment tabeli przedstawiającej zbiorowiska roślinne zrekonstruowane przez K. Bałagę i I.A. Pidek na podstawie sporomorf zachowanych w osadach organogenicznych i paleosolach z okolic Przemyśla [za Łanczont [1995], zmienione]

TABLE 6. Plant communities reconstructed by K. Bałaga and I.A. Pidek on the basis of sporomorphs preserved in organic deposits and paleosols in the Przemyśl environs (chosen part of the original table after Łanczont [1995], modified)

Stanowisko Locality	Pozycja stratygraficzna Stratigraphic position	Zbiorowiska roślinne wg K. Bałagi i I. A. Pidek Plant communities after K. Bałaga and I.A. Pidek
Tarnawce	Eem/Vistulian, Eemian/Vistulian (gliny organogeniczne) (organogenic clays)	tundra parkowa – park tundra (AP-59% – <i>Pinus</i> , <i>Betula</i> , <i>Salix</i> , <i>Alnus</i> , <i>Picea</i> : NAP – <i>Artemisia</i> , <i>Rubiaceae</i> , <i>Gramineae</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Polypodiaceae</i>)
Dybawka	wczesny Vistulian early Vistulian (paleosol rozwinięty na najniższym, młodszym lessie) paleosol developed on the lowest younger loess	borealny las/tundra – parkowa boreal forest/park tundra (AP-66% – <i>Pinus</i> , <i>Betula</i> , <i>Salix</i> , <i>Tilia</i> , <i>Alnus</i> ; <i>Ephedra</i> ; NAP – <i>Cyperaceae</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Caryophyllaceae</i> , <i>Compositae</i> , <i>Gramineae</i> , <i>Helianthemum</i> , <i>Polypodiaceae</i> , <i>Selaginella</i> , <i>Botrychium</i>)

LITERATURA

AABY B. 1983. Forest development, soil genesis and human activity illustrated by pollen and hypha analysis of two neighbouring podzols in Draved Forest. Denmark. *Geol. Unders. II* 114: 3–116.

- ANDERSEN S.TH. 1970: The relative pollen productivity and pollen representation of North European trees. *Denmark Geol. Unders. II*, 96: 1–99.
- ANDERSEN S.TH. 1973: The differential pollen productivity of trees and its significance for the interpretation of a pollen diagram from a forested region. (In:) Quaternary plant ecology 14th symp. Brit. Ecol. Soc., Univ. of Cambridge 1:103–115.
- ANDERSEN S.TH. 1979: Brown earth and podzol: soil genesis illuminated by microfossil analysis. *Boreas* 8: 59–73.
- ANDERSEN S.TH. 1980: The relative pollen productivity of the common forest trees in the early Holocen in Denmark. *Denmark Geol. Unders., Arbog 1979*: 5–19.
- ANDERSEN S. TH. 1984: Stages in soil development reconstructed by evidence from hypha fragments, pollen and humus contents in soil profiles (In:) Lake Sediments and Environmental History. Leicester University Press, Leicester, England: 295–316.
- ANDERSEN S.TH. 1986: Palaeoecological studies of terrestrial soils. (In:) Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology. J.Wiley & Sons Ltd. Chichester - New York: 165–177.
- BAKKER J.A., GROENMAN-VAN WAATERINGE W. 1988: Megalits, soils and vegetation on the Drenthe plateau. (In:) Man-made Soils. Symposia of the Association for Environmental Archaeology 6. BAR International Series 410: 143–181.
- BARANIECKA M.D., KONECKA-BETLEY K., HAŁUSZCZAK A., GRABOWSKA I. 1997: Trzecziorzędowa gleba kopalna ze stanowiska Modrzewiec w kopalni Bełchatów. *Przeł. Geol.* 45, 4: 395–402.
- BARHAM A.J., MACPHAIL R.I. (eds.) 1995: Archaeological Sediments and Soils Analysis, Interpretation and Management. Institute of Archaeology, University College, London.
- BASTIN B., COTEAUX M. 1966: Application de la méthode de Frenzel ... l'extraction des pollens dans les sédiments archéologiques pauvres. *L'Anthropologie (Paris)*, 70, 1–2: 201–203.
- BASTIN B. 1971: Recherches sur l'évolution du peuplement végétal en Belgique durant la glaciation de Würm. *Acta Geographica Lovaniensia* 9: 1–136.
- BEIJERNICK W. 1931: Stufmeelkorrels en sporen in humushoudende lagen onzer zandgronden. *Levende Natuur* 35: 282–286.
- BOROWIK-DĄBROWSKA M. 1976: Opracowanie palinologiczne kurhanu w Białowieskim Parku Narodowym. *Archeologia Polski* 21, 1: 135–210.
- BREMÓWNA A. 1950: Flora kopalna z Jędrzejówki koło Biłgoraja. *Starunia* 29: 1–14.
- CASPARIE W.A. 1976: Palynological investigation of the Celtic field near Vaassen, the Netherlands. (In:) Air photography and Celtic field research in the Netherlands. *Nederlandse Oudheden* 6: 105–119.
- CUSHING E.J. 1967: Evidence for differential pollen preservation in late Quaternary sediments in Minnesota. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 4: 87–101.
- DAVIS M.B. 1963: On the theory of pollen analysis. *Am. J. Sci.* 261: 897–912.
- DĄBROWSKI M.J. 1971: Analiza pyłkowa warstw kulturowych z Sarnowa, pow. Włocławek. *Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi, ser. Archeologiczna* 18: 147–164.
- DIMBLEBY G.W. 1957: Pollen analysis of terrestrial soils. *New Phytologists* 56, 1: 12–28.
- DIMBLEBY G.W. 1985: The palynology of archaeological sites. Academic Press.
- DYAKOWSKA J. 1959: Podręcznik palynologii. Wyd. Geol., Warszawa.
- FAEGRI K., IVERSEN J. 1978: Podręcznik analizy pyłkowej. Wyd. Geol.
- FAEGRI K., IVERSEN J. 1989: Textbook of Pollen Analysis, 4th Edition /by K. Faegri, P.E. Kaland and K. Krzywiński/. Wiley & Sons, Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore.
- FRENZEL VON B. 1964: Zur Pollenanalyse von Lössen. *Eiszeitalter und Gegenwart* 15: 5–39.
- GODWIN H. 1958: Pollen analysis in mineral soil. An interpretation of a podzol pollen analysis by Dr.G.W.Dimbleby. *Flora* 146: 321–327.
- GROENMAN-VAN WAATERINGE W. 1979: Palynological investigations of five German burial Mounds. *Archaeo-Physica* 8: 69–84.
- GUILLET B., PLANCHAIS N. 1969: Note sur une technique d'extraction des pollens des sols. *Pollen et Spores* XI, 1: 141–145.

- HAVINGA A. J. 1957: Pollen analysis of fossil vegetation profiles. *Verhandelingen Kom. Ned. Geol. Mijnbouwk. Genootschap Geol. Serie, Deel XVII, Tweede Stuk*. s. 139–145.
- HAVINGA A. J. 1962: A palynological investigation of soil profiles developed in cover sand. *Wageningen*: 115–122.
- HAVINGA A. J. 1963: A palynological investigation of soil profiles developed in cover sand. *Mededelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen. Nederland* 63, 1: 1–93.
- HAVINGA A. J. 1964: Investigation into the Differential Corrosion Susceptibility of Pollen and Spores. *Pollen et Spores* 6: 621–635.
- HAVINGA A. J. 1971: An experimental investigation into the decay of pollen and spores in various soil types. (In:) *Sporopollenin*. Academic Press, London & New York.
- HAVINGA A. J. 1972: A palynological investigation in the Pannonian climate region of Lower Austria. *Rev. Paleobot. Palynol.* 14: 319–352.
- HAVINGA A. J. 1974: Problems in the interpretation of pollen diagrams of mineral soils. *Geologie en Mijnbouw* 53, 6: 449–453.
- HAVLIČEK P., SMOLIKOVÁ L., KOVANDA J., BIZOVÁ E. 1994: Loess complex near Sedlec (Southern Moravia). *Antropozoikum* 21:5-18. Český Geologický Ústav, Praha.
- IZMAIŁOW B., NALEPKA D. 1994: Wiek i efektywność najmłodszej fazy rozwoju wydmy w Przerzycy na Wysoczyźnie Tarnowskiej. (In:) *Vistuliańsko-holocenijskie zjawiska i procesy eoliczne (wybrane zagadnienia)*. Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Poznań 1994: 33–45.
- JANSSEN C.R. 1967: A comparison between the recent regional pollen rain and the sub-recent vegetation in four major vegetation types in Minnesota (USA). *Rev. Palaeobotan. Palynol.* 2: 331–342.
- KONECKA-BETLEY K. 1976: Poziomy diagnostyczne śródlądowych gleb kopalnych Polski południowo-wschodniej. *Biul. Inst. Geol.* 297: 121–134.
- KONECKA-BETLEY K. 1983: Gleby jako element środowiska geograficznego. (In:) *Człowiek i środowisko w pradziejach*. PWN, Warszawa. s. 82–102.
- KOZARSKI S., TOBOLSKI K. 1963: Wiek gleby kopalnej w wydmach w pradolinie Noteci koło Czarnkowa. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*. 11: 213–229.
- KOZARSKI S., TOBOLSKI K. 1968: Holocenijskie przeobrażenia wydm śródlądowych w Wielkopolsce w świetle badań geomorfologicznych i palynologicznych. *Folia Quatern.* 29
- KOZARSKI S., MOCEK A., NOWACZYK B., TOBOLSKI K. 1982: Etapy i warunki rozwoju wydm w Budzynie koło Chodzieży w świetle analizy radiowęglowej, paleobotanicznej i paleologicznej. *Rocz. Glebozn.* 33, 3–4: 159–174.
- KOZARSKI S., NOWACZYK B., ROTNICKI K., TOBOLSKI K. 1969: The eolian phenomena in West-Central Poland with special reference to the chronology of phases of eolian activity. *Geographia Polonica*, 17: 231–248.
- ŁANCZONT M. 1993: Warunki akumulacji plejstocenijskich utworów lessowych w dolinie Sanu koło Przemyśla. *Geologia* 19, 2: 75–108.
- ŁANCZONT M. 1995: Stratigraphy and Paleogeography of Loess on the Przemyśl Foothills (SE Poland). *Annales Univ. MC-S, Lublin - Polonia. Sect. B.* vol.50, 6: 91–126.
- MAMAKOWA K., ŚRODOŃ A. 1977: O pleniglacialnej flory i osadach czwartorzędowej doliny Wisły pod Krakowem. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego* 47, 4: 485–511.
- MANIKOWSKA B. 1985: O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydm Polski środkowej. *Acta Geogr. Lodz.* 52.
- MANIKOWSKA B. 1996: Przedmiot i metody paleopedologii. Konferencja „Metody badań paleopedologicznych i wykorzystanie gleb kopalnych w paleopedologii”. Łódź 26–28 czerwca 1996. s. 15–18.
- MIOTK-SZPIGANOWICZ G., OLSZAK I. 1996: Wstępne wyniki badań bielicy kopalnej w stanowisku Szary Dwór koło Krokowej. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 373: 117–124.
- NALEPKA-PAPERZ D. 1996a: Analiza pyłkowa poziomów glebowych, możliwości i ograniczenia. Konferencja „Metody badań paleopedologicznych i wykorzystanie gleb kopalnych w paleopedologii”. Łódź 26–28 czerwca 1996: 23–34

- NALEPKA-PAPERZ D. 1996b: Metodyczne problemy palinologicznego badania poziomów glebowych. Konferencja „Późnovistuliańskie i holocenijskie zjawiska eoliczne”. Boszkowo-Rogi, 9–12 września 1996: 27–30.
- NALEPKA D., WALANUS A. 1995: Arytmetyka w diagramach pyłkowych. *Wiad. Bot.* 39, 1–2: 91–104.
- NIESIOŁOWSKA-ŚRENIOWSKA E. 1980: Materiały krzemienne z fazy AB kultury pucharów lejkowatych z grobowca 8 w Sarnowie w woj. Włocławskim. *Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi. Ser. Archeologiczna* 27: 85–155.
- NOWACZYK B., TOBOLSKI K. 1968: Wiek wydmy w Popowie Kościelnym koło Skoków w świetle analizy pyłkowej i znalezisk archeologicznych. *Bad Fizjogr. nad Pol. Zach.* Poznań 2, 1: 167–179.
- PAZDUR M. F. 1985: Dokładność datowania metodą ^{14}C gleb, torfów i gytji. *Zesz. Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Matematyka-Fizyka* 46: 83–94.
- PRUSINKIEWICZ Z. 1996: Wiek gleb i problemy paleopedologii. Konferencja „Metody badań paleopedologicznych i wykorzystanie gleb kopalnych w paleopedologii”. Łódź 26–28 czerwca 1996: 7–14.
- PUCHALSKI T., PRUSINKIEWICZ Z. 1975: Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL, Warszawa.
- STOCKMARR J. 1971: Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13, 4: 615–621.
- ŚNIESZKO Z. 1995: Ewolucja obszarów lessowych Wyżyn Polskich w czasie ostatnich 15 000 lat. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- SYSTEMATYKA GLEB POLSKI. 1989: Wyd. IV. *Rocz. Glebozn.* 40, 3/4: 1–150.
- TOLONEN K. 1986: Charred particle analysis. (In:) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. J. Wiley & Sons LTD: 485–496.
- TOBOLSKI K. 1966: Późnoglacialna i holocenijska historia roślinności na obszarze wydmy w dolinie środkowej Prosnicy. *Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Prace Kom. Biol* 32, 1: 3–68.
- TOBOLSKI K. 1969: Fazy wydmy w świetle badań palinologicznych – zagadnienia ich liczby i charakterystyka przebiegu. *Prace Geogr.* 75: 101–116
- TOBOLSKI K. 1972: Wiek i geneza wydmy przy południowo-wschodnim brzegu jeziora Łebsko. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią. seria B*, 25: 135–146.
- TOBOLSKI K. 1975: Studium palinologiczne gleb kopalnych mierzei Łebskiej w Słowińskim Parku Narodowym. *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Wydział Matematyczno-Fizyczny. Prace Komisji Biologicznej* 51. PWN, Warszawa-Poznań.
- TOBOLSKI K. 1979: Zmiany lokalnej szaty roślinnej na podstawie badań subfosalnych osadów biogenicznych w strefie plaży koło Łeby. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią. Seria A*: 151–168.
- TOBOLSKI K. 1980: The fossil soils of the coastal dunes on the Łeba bar and their paleogeographical interpretation. *Quaestiones Geographicae* 6: 83–97.
- TOBOLSKI K., MOCEK A., DZIĘCIOŁOWSKI W. 1997: Gleby Słowińskiego Parku Narodowego w świetle historii roślinności i podłoża. Wyd. Homini, Bydgoszcz-Poznań: 183.
- URBAN B. 1984: Lithology and stratigraphy of loess and paleosols. Edit. M. Pécsi, Budapest.
- VON POST L. 1916: Om skogsträdpollen i sydsvenska torfmosslagerföljder. *Geol. fören. Stockh. foh.* 38: 384.
- VAN GEEL B., COOPE G.R., VAN DER HAMMEN T. 1989: Palaeoecology and stratigraphy of the Lateglacial type section at Usselo (The Netherlands). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 60: 25–129.
- WASYLIKOWA K. 1964: Roślinność i klimat późnego glacialu w Środkowej Polsce na podstawie badań w Witowie koło Łęczycy. *Biul. Peryglacialny* 13: 1–417, Łódź.
- WATERBOLK H.T. 1954: Pollen spectra from the Neolithic grave monuments in the northern Netherlands. *Palaeohist.* 5: 39–51.

D. Nalepka

POLLEN ANALYSIS OF FOSSIL AND RECENT SOILS.
METHODOLOGICAL PROBLEMS

W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Cracow

SUMMARY

The method of pollen analysis, as applied to the recent and fossil soils investigation, is discussed on the basis of recent literature. Proper understanding of pollen record preserved in a soil requires the knowledge of soil formation processes and the use of special study methods. These methods differ slightly from routine methods used in pollen analysis of peats and lake sediments by the laboratory procedures and interpretation of the results.

Praca wpłynęła do redakcji we wrześniu 1998 r.

Dr Dorota Nalepka
Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN
31-512 Kraków, ul. Lubicz 46

