

**PRACE
PAŃSTWOWEGO
INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO
CLXXXIV**

KRZYSZTOF MICHAŁ KRUPIŃSKI

**BADANIA PALEOBOTANICZNE MŁODOPLEJSTOCENSKICH
OSADÓW JEZIORNÝCH WYSOCZYZNY PŁOCKIEJ**

**THE INVESTIGATIONS OF THE YOUNGER PLEISTOCENE LACUSTRINE SEDIMENTS
OF THE PŁOCK UPLAND**

(z 14 fig.)

WARSZAWA 2005

Komitet redakcyjny:

Marcin PIWOCKI (przewodniczący), Izabela BOJAKOWSKA, Krzysztof JAWOROWSKI, Zbigniew KOWALCZEWSKI,
Magdalena SIKORSKA-JAWOROWSKA, Janina MAŁECKA, Barbara OLSZEWSKA, Sławomir OSZCZEPALSKI,
Tadeusz M. PERYT, Krystyna PIOTROWSKA, Andrzej SADURSKI

Redaktorzy wydawnictwa: Anna MAJEWSKA, Maria MODŁKOWSKA

Państwowy Instytut Geologiczny
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Akceptował do druku dnia 27.12.2005 r.
Zastępca Dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego
prof. dr hab. Andrzej SADURSKI

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2005

ISSN 0866-9465
ISBN 83-7372-855-4

Prace Państwowego Instytutu Geologicznego są indeksowane w: American Geological Institute *Bibliography and Index of Geology*,
Elsevier *GeoAbstracts* i Państwowy Instytut Geologiczny *Bibliografia geologiczna Polski*

Projekt i opracowanie typograficzne: Anna MAJEWSKA

Państwowy Instytut Geologiczny
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Wydanie I. Nakład 375 egz. Ark. wyd. 17,0
Format A4. Podjęto do redakcji komputerowej w październiku 2005
Podpisano do druku w grudniu 2005. Druk ukończono w grudniu 2005

Druk Remigraf Sp. z o. o. Zam. nr 9/DS/2005/N

SPIS TREŚCI

Przedmiot, cel i zakres badań	5
Geomorfologia i geologia	7
Metodyka badań palinologicznych i fizykochemicznych osadów biogenicznych	11
Cechy litologiczne i fizykochemiczne osadów biogenicznych	12
Otwór wiertniczy Studzieniec ST.1/99	14
Otwór wiertniczy Dąbrówki DB.1/99	17
Otwór wiertniczy Śniedzanowo SN.1/99	17
Otwór wiertniczy Nadolnik NK.1/99	18
Otwór wiertniczy Zieluń ZN.1/00	19
Otwór wiertniczy Lubowidz LB.1/00	19
Lokalna stratygrafia pyłkowa osadów	20
Studzieniec	20
Dąbrówki	26
Śniedzanowo	29
Nadolnik	32
Zieluń	34
Lubowidz	36
Rekonstrukcja zbiorowisk roślinnych i klimatu	36
Późny glacjał poprzedzający interglacjał eemski	37
Stadium protokratyczne interglacjału eemskiego	39
Stadium mezokratyczne interglacjału eemskiego	40
Stadium telokratyczne interglacjału eemskiego	42
Pierwsze bezleśne stadium EV1 wczesnego vistulianu	44
Pierwsze leśne stadium EV2 wczesnego vistulianu	45
Drugie bezleśne stadium EV3 wczesnego vistulianu	46
Drugie leśne stadium EV4 wczesnego vistulianu	46
Trzecie bezleśne stadium EV5 wczesnego vistulianu lub pierwsze bezleśne stadium środkowego vistulianu	47
Rozwój paleogeograficzny	48
Wnioski	49
Literatura	49
Summary	53

Krzysztof Michał KRUPIŃSKI
Państwowy Instytut Geologiczny
00-950 Warszawa, ul. Rakowiecka 4
e-mail: Krzysztof.Krupinski@pgi.gov.pl

Abstrakt. Przeprowadzono badania fizykochemiczne i paleobotaniczne osadów z sześciu zbiorników akumulacji biogenicznej późnego glacjału zlodowacenia warty, interglacjału eemskiego i wczesnego vistulianu, głównie z północnej części Wysoczyzny Płockiej i przylegającej do niej od północnego zachodu Równiny Urszulewskiej, przykrytych i nieprzykrytych osadami glaciogenicznymi. Wyniki badań pozwoliły wyznaczyć linię maksymalnego na tym obszarze zasięgu lądolodu zlodowacenia warty, odtworzyć przemiany klimatyczno-florystyczne tego odcinka młodszego plejstocenu, poznać cechy fizykochemiczne osadów i dynamikę zbiorników jeziornych tego kopalnego, dotychczas nieznanego, pojezie-

rza eemskiego oraz opracować regionalną stratygrafię pyłkową. Szczególnie interesujące okazały się osady biogeniczne ze Studzienca. Zawarty w nich zapis paleobotaniczny i wyróżnione 24 L PAZ pozwoliły odtworzyć przemiany klimatyczno-florystyczne przed-eemskiego późnego glacjału, stadium proto-, mezo- i telokratycznego interglacjału eemskiego oraz całego wczesnego vistulianu. W obrębie osadów wczesnego vistulianu zaznaczają się dwa ocieplenia interstadialne: Studzieniec I i Studzieniec II, które zostały skorelowane z interstadiami Amersfoort-Brørup i Odderade lub Zgierz-Rudunki ZRII-11, ZRII-12 i ZRII-14.

Słowa kluczowe: osady biogeniczne, badania fizykochemiczne, analiza pyłkowa, palinostratygrafia, klimatostratygrafia, młodszy plejstocen, interglacjał eemski, wczesny vistulian, interstadiał Amersfoort-Brørup, Odderade, Wysoczyzna Płocka.

PRZEDMIOT, CEL I ZAKRES BADAŃ

Wysoczyzna Płocka, zwana także Wysoczyzną Płońską, stanowi południowo-zachodnią część Niziny Północnomazowieckiej (Kondracki, 1980). Od zachodu graniczy z Pojezierzem Dobrzyńskim i Równiną Urszulewską, od północy i wschodu z Równiną Raciąską i Wysoczyzną Ciechanowską, a od południa z Kotliną Warszawską (fig. 1). Współczesna rzeźba wysoczyzny została ukształtowana przede wszystkim w czasie recesji lądolodu zlodowacenia warty. Lądolód zlodowacenia warty dotarł do jej północno-zachodnich granic, chociaż opinie badaczy dotyczące jego zasięgu nie zawsze są zbieżne. Roszko (1968), Kondracki (1980) i Lamparski (1996) prowadzą linię maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia warty na zachód od Sierpca, natomiast Kotarbiński (1999a, b) — nieco na wschód od tej miejscowości.

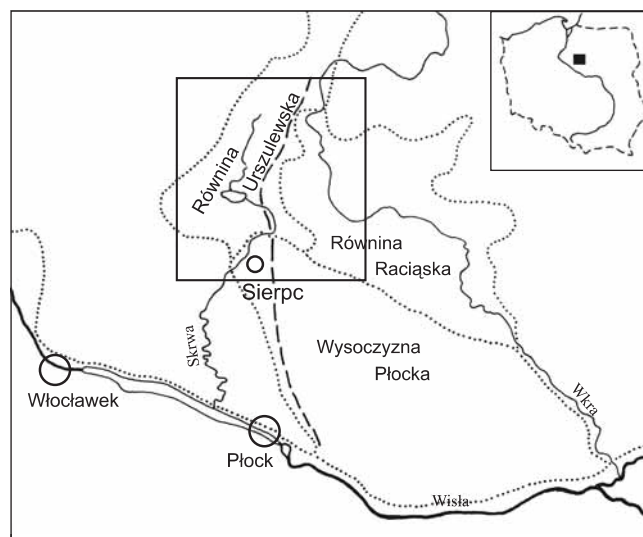


Fig. 1. Szkic lokalizacyjny obszaru badań

Location sketch

..... granice mezoregionów
mesoregions limits
--- linia maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia warty
the maximum extent of the Vistula Glaciation

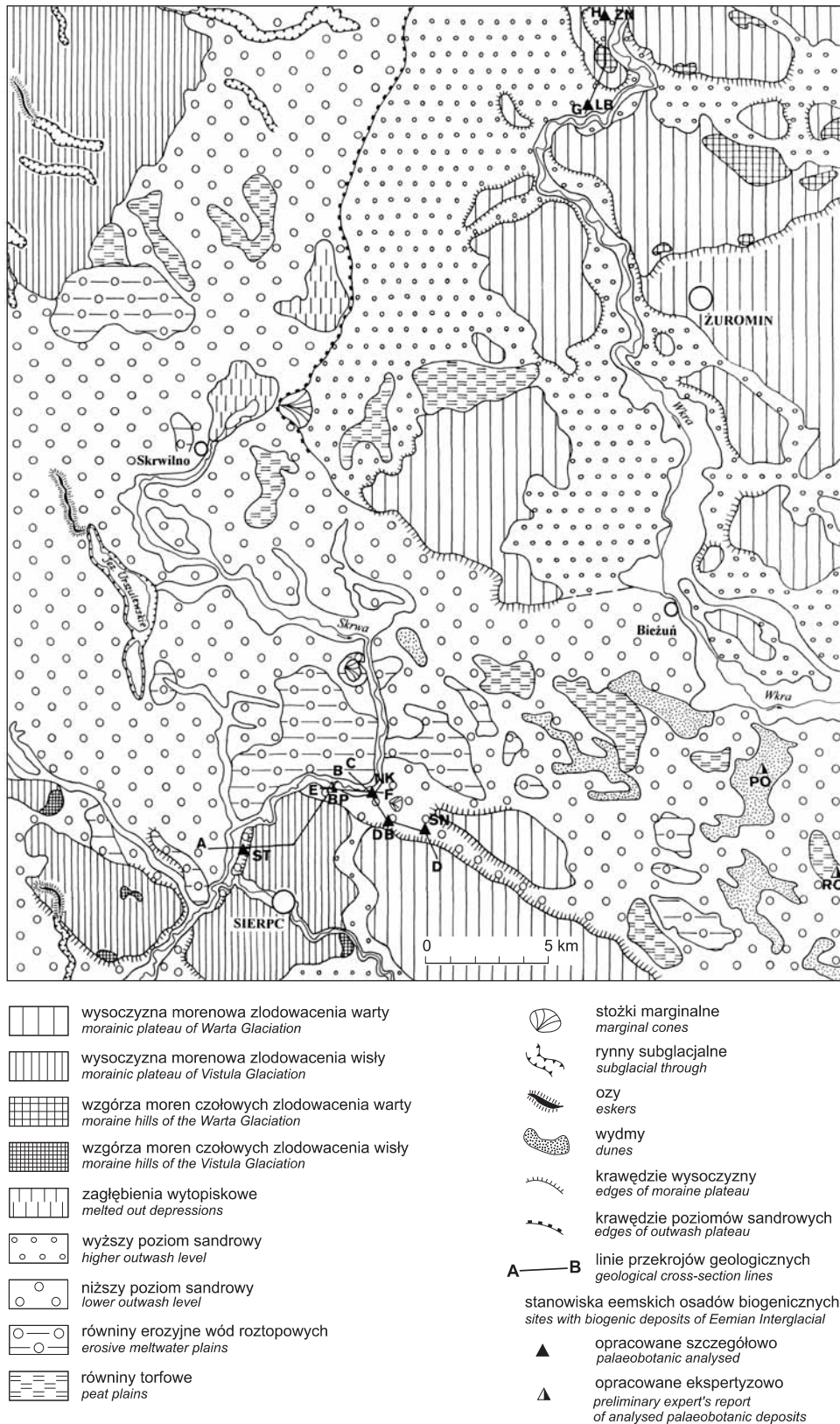


Fig. 2. Szkic geomorfologiczny z liniami przekrojów geologicznych oraz rozmieszczeniem stanowisk eemskich osadów biogenicznych

ST — Studzieniec, SN — Śniedzanowo, BP — Babiec Piaseczny, NK — Nadolnik, DB — Dąbrowki, ZN — Zieluń, LB — Lubowidz, PO — Pozga, RO — Rostowa

Geomorphological sketch with a location of geological cross-sections and the distribution of the Eemian Interglacial biogenic deposits

W czasie prac terenowych nad „Szczegółową mapą geologiczną Polski” w skali 1:50 000 w Studzieniu i Babcu Piasecznym powyżej udokumentowanych paleobotanicznie osadów biogenicznych interglacjału eemskiego i wczesnego vistulianu (Krupiński, 1995b; Kotarbiński, Krupiński, 1995) stwierdzono osady glacialne. Stworzyło to możliwość i potrzebę szerszego zajęcia się wyznaczeniem linii maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia wisły na tym terenie.

We wcześniej opisanych na Wysoczyźnie Płockiej nielicznych stanowiskach osadów biogenicznych interglacjału eemskiego (fig. 1), tj. w Główczyźnie (Ruszczyńska-Szenajch, 1964; Niklewski i in., 1964; Niklewski, 1968), Falbogach (Baraniecka, 1974) i Sokolnikach Starych (Baraniecka, Janczyk-Kopikowa, 1991), powyżej tych utworów nie stwierdzono osadów glacialnych. Nie odnotowano ich również powyżej opracowanych ekspertyzowo osadów biogenicznych interglacjału eemskiego (Krupiński, 1999b) w Rostowej i Pozdze (ark. Bieżeń zlokalizowany na zachód od ark. Sierpc SMGP).

Przedmiotem badań były osady biogeniczne interglacjału eemskiego i wczesnego vistulianu ze Studzienia i Nadolnika, powyżej których stwierdzono osady glacialne, oraz z sąsiedniego Śniedzanowa i Dąbrówek, nad którymi brak tych utworów. Do opracowania włączono również osady biogeniczne z Zielunia i Lubowidza (bez przykrycia morenowego) z sąsiedniej Równiny Urszulewskiej. Wykorzystano także

wnioski z wcześniejszych badań osadów z Babca Piasecznego położonego między Studzieniem i Nadolnikiem — fig. 2 (Krupiński, 1995b; Kotarbiński, Krupiński, 1995; Kotarbiński, 1999a, b). Z załączonych przekrojów (fig. 3–6) wynika, że biogeniczne osady interglacjału eemskiego i wczesnego vistulianu występujące w stanowisku Studzieniec i Nadolnik były przykryte lądolodem zlodowacenia wisły.

Wykorzystanie wyników badań geologicznych, paleobotanicznych i biostratygraficznych przyczyniło się do:

— poznania zbiorników jeziornych pojezierza eemskiego i ich osadów,

— odtworzenia przemian klimatyczno-florystycznych młodszego plejstocenu,

— wyznaczenia linii maksymalnego na badanym obszarze zasięgu lądolodu zlodowacenia wisły.

W ramach opracowania przeprowadzono badania terenowe, wiercenia geologiczne, pobrano rdzenie osadów oraz wykonano analizy palinologiczne i fizykochemiczne osadów biogenicznych. Na podstawie uzyskanych wyników dokonano wydzielenia palino- i biostratygraficznych oraz rekonstrukcji przemian klimatyczno-florystycznych w środowisku przyrodniczym młodszego plejstocenu Wysoczyzny Płockiej.

Opracowanie zostało zrealizowane w ramach grantu wewnętrznego PIG 6.20.9109.00.0 (1999–2002 r.). W jego realizacji oprócz autora udział wzięli: dr Jędrzej Kotarbiński i mgr Iza Matejko. Materiały do publikacji przygotował autor.

GEOMORFOLOGIA I GEOLOGIA

Stanowiska biogenicznych osadów interglacjału eemskiego, będące przedmiotem niniejszego opracowania, znajdują się na obszarze sandru dobrzyńskiego (fig. 2). Sandr ten został utworzony w dwóch fazach. W fazie pierwszej powstał wyższy poziom sandrowy o wysokości przekraczającej 160 m n.p.m. w części północno-wschodniej (na południe od Lidzbarka Welskiego) i zmniejszającej się ku południowi do 128 m n.p.m. (na wschód od Skrwilna). Jest to związane z maksymalnym na tym obszarze zasięgiem lądolodu zlodowacenia wisły w fazie leszczyńsko-poznańskiej stadiału górnego (Kotarbiński, 1974, 2000a, 2001; Wysota, 1999). Przebieg krawędzi tego lądolodu wyznaczają: morena pchnięcia na południe od Lidzbarka Welskiego, a dalej ku południowi wyraźna krawędź określana jako „zbocze kontaktu lodowego” (Kotarbiński, 1972), „krawędź sedymentacyjna” (Kozarski, Kasprzak, 1992) lub „marginalna krawędź sandrowa” (Karczewski, 1996), ciągnąca się na długości ponad 20 km aż do jeziora Skrwilno. Dalszy ku południowi przebieg czoła lądolodu na odcinku jezioro Skrwilno–Sierpc jest trudny do precyzyjnego odtworzenia. Jego ślady zostały bowiem w znacznym stopniu zniszczone przez wody akumulujące niższy poziom sandrowy. Wśród piasków tego poziomu zachowały się jedynie dwa ostańce stożków marginalnych, położone 6 i 10 km na północny wschód od Sierpca. Dopiero na południe i południowy wschód od tej miejscowości pojawia się dość wyraźne pasmo moren czołowych (Kotarbiński, 1966; Lamparski, 1979a, b) wyznaczających maksymalny zasięg lądolodu zlodowacenia wisły.

Wody akumulujące wyższy poziom sandru dobrzyńskiego z części północnej — z okolic Lidzbarka — kierowały się od czoła lądolodu początkowo na południe, a osiągnąwszy obniżenie tzw. „pradoliny raciańskiej” (Lencewicz, 1927) odpływały ku wschodowi do doliny Prawkry i dalej do Kotliny Warszawskiej. Wody z okolic Sierpca płynęły bezpośrednio ku wschodowi do „pradoliny raciańskiej”.

Powstanie niższego poziomu sandru dobrzyńskiego wiąże się z odpływem wód sprzed czoła lądolodu zlodowacenia wisły, który cofnął się na linię moren dobrzyńskich (subfaza dobrzyńska — Wysota, 1999). Największą wysokość — około 145 m n.p.m. — poziom ten osiąga w części proksymalnej w okolicach Górzna. Jego powierzchnia obniża się ku SSE do około 115 m n.p.m. w okolicach Sierpca. W tym miejscu wody akumulujące ten poziom rozdzieliły się: część z nich płynęła ku wschodowi „pradolina raciańska”, rozcinając wyższy poziom sandrowy, natomiast pozostała część kierowała się ku południowi wzdłuż współczesnej doliny Skrwylno.

Stanowiska kopalnych osadów biogenicznych opisane w rejonie Sierpca (Studzieniec, Babiec Piaseczny, Nadolnik, Dąbrówki, Śniedzanowo, Pozga i Rostowa — fig. 2) znajdują się w południowej części badanego obszaru, w obrębie niższego poziomu sandrowego, natomiast stanowiska Zieluń i Lubowidz — w północnej, proksymalnej części poziomu wyższego.

Stanowisko **Studzieniec** leży około 3 km na północny zachód od Sierpca. Kopalne osady biogeniczne stwierdzono tu w sąsiedztwie Zespołu Szkół Rolniczych (Krupiński, 1995b;

Kotarbiński, Krupiński, 1995; Kotarbiński 1999a, b) na obszarze wąskiej (500–800 m) listwy niższego poziomu sandru dobrzyńskiego, ciągnącej się na wysokości około 115 m n.p.m. wzdłuż lewego, wschodniego brzegu doliny Skrwy (fig. 2). Po jej przeciwnej, zachodniej, stronie rozciąga się rozległa powierzchnia tego samego niższego poziomu o podobnej wysokości (115–117 m n.p.m.), miejscami nadbudowana piaskami eolicznymi. Od wschodu przylega do sandru wysoczyzna morenowa utworzona z glin zwałowych, osiągająca wysokość 119–121 m n.p.m., wznosząca się 3,0–6,0 m nad powierzchnią sandru.

W pierwszym etapie badań wykonano w okolicach Studzieńca, po obu stronach doliny Skrwy, wiertnicą mechaniczną WH-4 kilkanaście otworów o głębokości od 6 do 20 m. Ekspertyzowe badania palinologiczne pojedynczych próbek pobranych z niektórych otworów wiertniczych zlokalizowanych po zachodniej stronie doliny wykazały brak lub obecność pojedynczych, silnie zniszczonych sporomorf, niepozwalających na wyciągnięcie żadnych wniosków stratygraficznych. Po wytypowaniu rejonu z największą miąższością osadów biogenicznych wykonano pełnordzeniowany otwór ST.1/99 w strefie kontaktowej sandru z wysoczyzną morenową, w odległości około 500 m od jej krawędzi.

Sporządzony na podstawie licznych sond przekrój geologiczny (fig. 3) pozwala stwierdzić, że:

1. Tworzy biogeniczne były akumulowane w zbiorniku wodnym o szerokości około 500 m i głębokości co najmniej 18 m, wykorzystującym głębokie rozcięcie osadów warciańskich — glin zwałowych, których strop wykazuje znaczne deniwelacje (od 92 m n.p.m. pod dnem zbiornika eemskiego do 112 m n.p.m. na obszarze wysoczyzny) — oraz leżących ponad gliną piasków wodnolodowcowych.

2. Akumulację w zbiorniku eemskim rozpoczynają nieznacznej miąższości (0,2–0,3 m) różnoziarniste piaski ze żwirem, powyżej których leżą mineralne osady zbiornikowe — mułki i ily o miąższości 0,25–1,0 m. Wyżej leżała seria osadów biogenicznych osiąga łączną miąższość 16 m, która zmniejsza się ku peryferiom zbiornika. Składają się na nią (od dołu): zailone gytie wapienne, gytie wysokowapienne strefowo o strukturze łupkowej, gytie drobno- i grubodetrytyczne, namuły torfiaste, torfy o różnym stopniu rozłożenia, torfy zapiaszczone, wreszcie namuły piaszczyste z różną zawartością substancji organicznej. Strop tych osadów leży na wysokości 108,0–110,5 m n.p.m.

3. Osady biogeniczne są przykryte mułkami zastoiskowymi i ilastymi o charakterze warwowym, których miąższość waha się od 0,6 do 1,3 m.

4. W jednej z sond wykonanych w zasięgu zbiornika interglacialnego ponad osadami zastoiskowymi stwierdzono cienką (0,9 m) warstwę gliny zwałowej zlodowacenia wisły. W innych sondach nad osadami zastoiskowymi na granicy z wyżej leżącymi piaskami sandru dobrzyńskiego notowano zaledwie przemazy gliny zwałowej, toczne oraz żwir i otoczaki stanowiące jej residuum. Po zachodniej stronie doliny Skrwy miąższość gliny zwałowej zlodowacenia wisły osiąga od 2 do 4 m, a po wschodniej, na wysoczyźnie, dochodzi nawet do 9 m.

5. Strop osadów plejstoceniowych stanowią piaski wodnolodowcowe ze żwirami, budujące niski poziom sandru dobrzyń-

skiego. Sporadycznie występują w nich gazy o średnicy dochodzącej do 0,8 m, czasem leżące na powierzchni, pochodzące ze zniszczonej gliny zwałowej.

Stanowisko **Babiec Piaseczny** (fig. 2, 3), w którym przeprowadzono jedynie ekspertyzowe badania palinologiczne (Krupiński, 1995b; Kotarbiński, Krupiński, 1995), leży w obrębie niższego poziomu sandru dobrzyńskiego, 6 km na północ od Sierpca, w sąsiedztwie doliny Skrwy przyjmującej tu kierunek równoleżnikowy. Kilka wykonanych tu sondowań nie osiągnęło spągu osadów biogenicznych do głębokości 18 m. Rzędna sandru wynosi tu 112–115 m n.p.m. Od południa przylega do niego wysoczyzna morenowa, dochodząca do 121 m n.p.m. Jej budowę prześledzono w głębokich wykopach (do 7 m) pod wysypisko śmieci. Idąc od powierzchni stwierdzono tu piaszczystą glinę zwałową o miąższości 2,2 m z glazikami i glazami o średnicy do 1 m, której powstanie powiązano ze zlodowaceniem wisły. Niżej występują piaski różnej granulacji o miąższości 4–5 m, często ze znaczną domieszką żwirów, o wielkoskalowym warstwowaniu przekątnym. Stwierdzono tu także ciemnoszarą glinę zwałową, o miąższości 1,0 m, której przypisano wiek warciański. Seria osadów biogenicznych leży w strefie brzeżnej zbiornika: w części południowo-zachodniej bezpośrednio na poprzednio opisanej glinie, a w części północno-wschodniej na mineralnych osadach zbiornikowych — mułkach i mułkach piaszczystych. Nieprzewiercone do głębokości 18 m osady biogeniczne są reprezentowane przez (od dołu): gytie wapienne miejscami o strukturze łupkowej, gytie drobno- i grubodetrytyczne, dobrze rozłożone torfy oraz namuły torfiaste i piaszczyste z substancją organiczną. Ich strop sięga rzędnej 106–108 m n.p.m. Nad nimi występują mułki, mułki ilaste i ily warwowe o miąższości 2–4 m, które są eksploatowane w cegielni, a także odsłaniają się w północnym zboczu doliny Skrwy. Powyżej mułków w jednej z sond stwierdzono residuum gliny zwałowej (0,4 m), a w innych sondach bezpośrednio na osadach zastoiskowych piaski niskiego poziomu sandrowego z glazikami. W strefie największych miąższości osadów biogenicznych na powierzchni występuje płytkie, zarastające jezioro.

Stanowisko **Nadolnik** leży 6 km na północny wschód od Sierpca, w miejscu, gdzie Skrwa zmienia kierunek z południkowego na równoleżnikowy. Kopalne osady biogeniczne interglacialu eemskiego stwierdzono w otworze wiertniczym wykonanym na niższym poziomie sandru dobrzyńskiego (fig. 2) o rzędnej 111–114 m n.p.m. (Kotarbiński, Krupiński, 2000b, c).

Stanowisko **Dąbrówki**, usytuowane około 1,5 km na południowy wschód od Nadolnika, oraz stanowisko **Śniedzano-wo**, znajdujące się o 1,5 km dalej w tym samym kierunku, leżą także na niższym poziomie sandrowym, który osiąga tu rzędna 112–115 m n.p.m. (fig. 4, 5). Poziom ten w tym rejonie przyjmuje charakter wąskiej doliny sandrowej o kierunku NW–SE, której powierzchnia leży 8–10 m poniżej otaczającej ją wysoczyzny.

Osady biogeniczne występują w obniżeniu w glinach zwałowych zlodowacenia warty wyciętym do głębokości co najmniej dwudziestu kilku metrów i częściowo zapelnionym piaskami wodnolodowcowymi z okresu recesji tego zlodowacenia. Wykształcenie ich w Nadolniku, Dąbrówkach i Śnie-

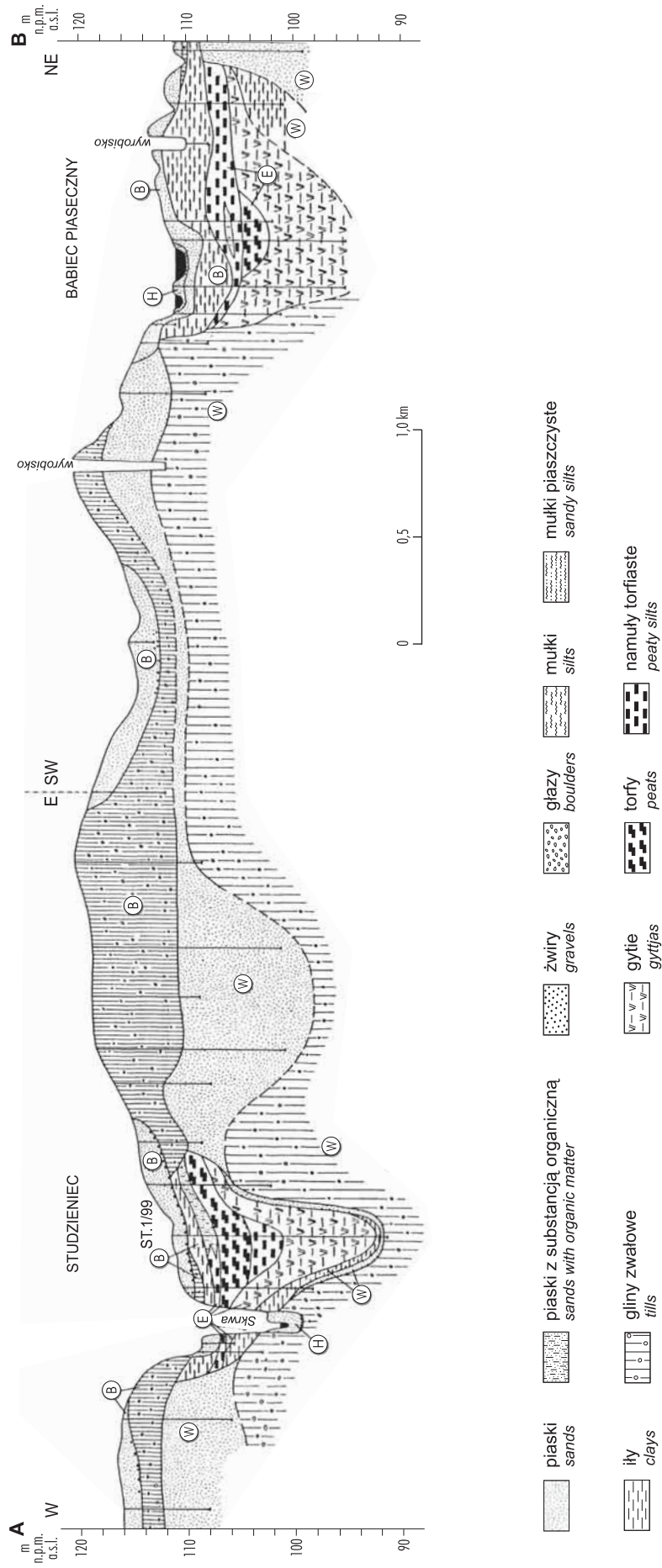


Fig. 3. Przekrój geologiczny A-B przez osady młodoczwartorzędowe w rejonie Studzienica i Babca Piasecznego

Symbole stratygraficzne: W — zlodowacenie warta, E — interglacjał eemski, B — zlodowacenie wisty, H — holocen

Geological cross-section A-B across Young Quaternary deposits in Studzieniec and Babiec Piaseczny area

Stratigraphy: W — Warta Glaciation, E — Eemian Interglacial, B — Vistula (Würm) Glaciation, H — Holocene

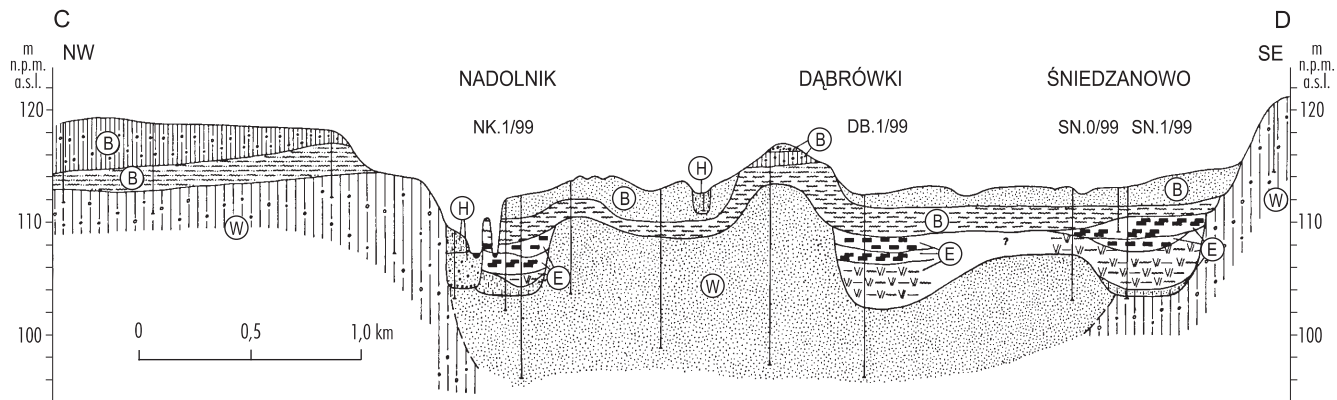


Fig. 4. Przekrój geologiczny C–D przez osady młodoczwartorzędowe w rejonie Nadolnika, Dąbrówek i Śniedzanowa

Objaśnienia przy [figurze 3](#)

Geological cross-section C–D across Young Quaternary deposits in Nadolnik, Dąbrówki and Śniedzanowo area

For explanations see [Figure 3](#)

dzanowie jest zbliżone; różnice mają charakter lokalny. We wszystkich stanowiskach osady biogeniczne leżą na piaskach różnoziarnistych, poniżej których w Śniedzanowie stwierdzono glinę zwałową. Zaczynają się gytiami wapiennymi, w spągu zapiaszczonymi lub zailonymi. W Nadolniku powyżej gytii występują łupki bitumiczne i torfy o różnym stopniu rozłożenia, a w pozostałych stanowiskach — torfy. W stropie tych utworów notowane są namuły torfiaste i piaszczyste z substancją organiczną. Strop osadów biogenicznych w Nadolniku i Dąbrówkach znajduje się na wysokości około 108 m

n.p.m., a w Śniedzanowie — około 110 m n.p.m. Powyżej tych utworów występują mułki zastoiskowe i ily warwowe o miąższości od 1 (Nadolnik) do 3 m (Dąbrówki). Między Nadolnikiem a Dąbrówkami nad osadami zastoiskowymi zalegają osady glacialne zlodowacenia wisły. Są to piaski i żwirry z wkładkami glin zwałowych budujące stożek marginalny w postaci wyspy na sandrze, częściowo zniszczony przez wody akumulujące niższy poziom sandrowy. Jest to najbardziej na wschód wysunięty w rejonie Sierpca fragment osadów glacialnych zlodowacenia wisły.

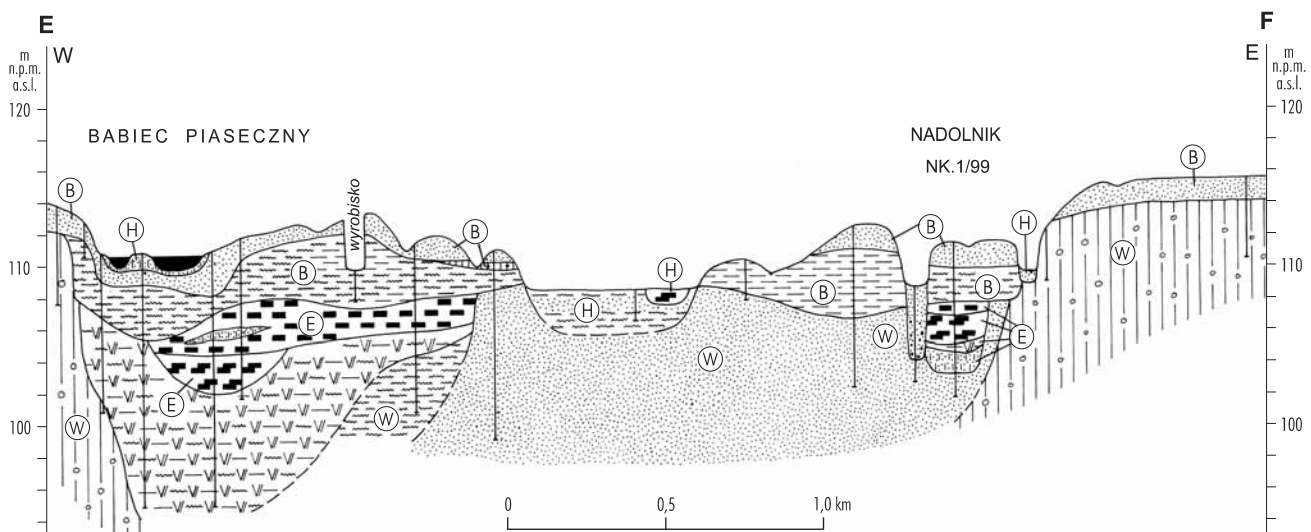


Fig. 5. Przekrój geologiczny E–F przez osady młodoczwartorzędowe w rejonie Babca Piasecznego i Nadolnika

Objaśnienia przy [figurze 3](#)

Geological cross-section E–F across Young Quaternary deposits in Babiec Piaseczny and Nadolnik area

For explanations see [Figure 3](#)

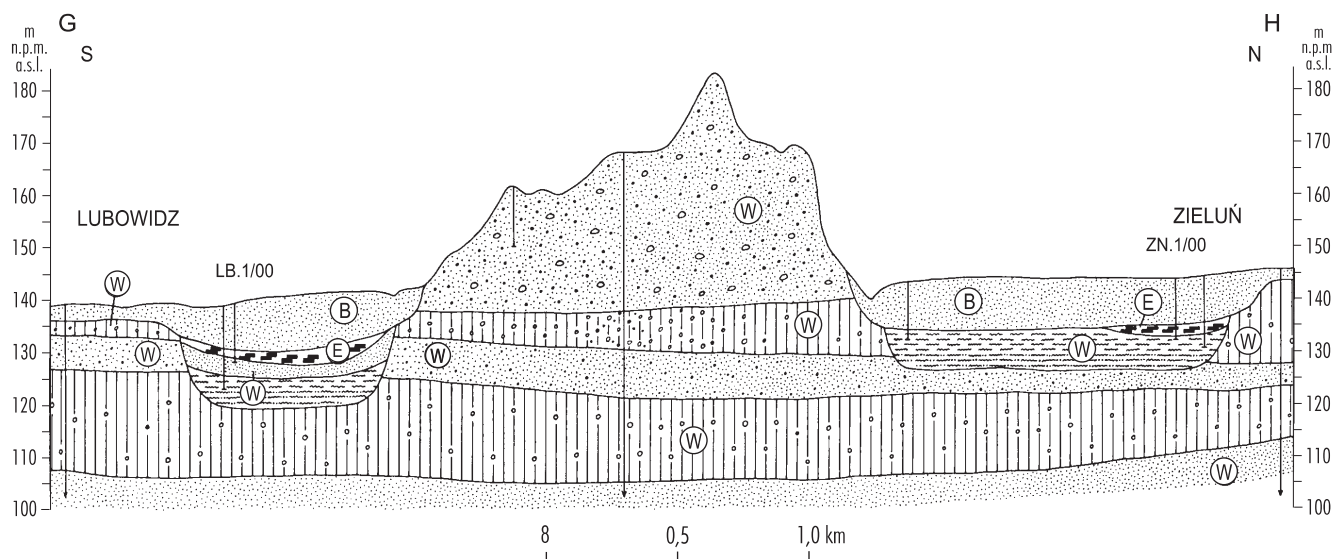


Fig. 6. Przekrój geologiczny G–H w rejonie Zielunia i Lubowidza

Objaśnienia przy figurze 3

Geological cross-section G–H in Zieluń and Lubowidz area

For explanations see Figure 3

Z interglacjału eemskiego pochodzą stwierdzone na arkużu Biezuń SMGP (Krupiński, 1999b; Kotarbiński, 2000b, c) badane paleobotanicznie osady biogeniczne z **Pozgi** (7 km na południowy wschód od Bieżunia) i **Rostowej** (11 km na południowy wschód od Bieżunia). Oba stanowiska znajdują się na tym samym, co poprzednio opisane, niższym poziomie sandrowym. Również sytuacja geologiczna stwierdzonych tu osadów biogenicznych wydaje się być podobna, choć w Pozdze i Rostowej nie zostały one przewiercone. Są to sapropele i namuły organiczne. Ich strop w Pozdze znajduje się na wysokości 106,5 m n.p.m., a w Rostowej 103,5 m n.p.m. Przykryte są 3,0–4,5-metrową warstwą mułków piaszczystych i ilastych, powyżej których leżą piaski sandrowe. W Pozdze te ostatnie zostały zwydmione.

Stanowiska osadów biogenicznych interglacjału eemskiego (Krupiński, 1999a) w **Zieluniu** i **Lubowidzu** znajdują się na wyższym poziomie sandru dobrzyńskiego (fig. 2), który w tym rejonie osiąga wysokość 140–145 m n.p.m. Przyjmuje on charakter doliny sandrowej o szerokości 750–1000 m, ograniczonej od wschodu zwartym płatem częściowo zdenudownej wysoczyzny morenowej, wznoszącej się 150–170 m n.p.m.,

a od zachodu ostańcami tejże wysoczyzny odciętymi od niej przez wody roztopowe (Kotarbiński, 1967; Kotarbiński, Krupiński, 2000a–c). Niższy poziom sandrowy ma postać wąskich (do 200 m) listew o wysokości 138–140 m n.p.m., towarzyszących współczesnej dolinie Wkry. Ze względu na rozmiary i skalę mapy nie został on zaznaczony na figurze 2.

Badane osady jeziorne wypełniają długie i wąskie obniżenie — prawdopodobnie o charakterze rynnowym — wycięte w różnych litologicznie osadach zlodowacenia warty (fig. 6). Nie zostały one przewiercone do głębokości 16 m. Ich dolną część, dostępną do obserwacji, stanowią mułki, mułki piaszczyste i mułkowate piaski drobnoziarniste, z domieszką substancji organicznej w stropie. Wyżej leżą torfy o różnym stopniu rozłożenia i miąższości do 1,7 m. W Zieluniu powyżej torfów występują piaski z substancją organiczną (1 m), których brak w Lubowidzu. Strop osadów biogenicznych leży w Zieluniu na wysokości 135 m n.p.m., a w Lubowidzu na 130 m n.p.m. Na nich spoczywają różnoziarniste piaski ze żwirem wyższego poziomu sandru dobrzyńskiego; ich kontakt jest bardzo wyraźny — erozyjny. Górna część osadów jeziornych została zniszczona przez wody roztopowe.

METODYKA BADAŃ PALINOLOGICZNYCH I FIZYKOCHEMICZNYCH OSADÓW BIOGENICZNYCH

Lokalizację otworów wiertniczych, z których pobrano nienaruszone rdzenie osadów biogenicznych do badań palinologicznych i fizykochemicznych, wyznaczono na podstawie obserwacji osadów i ich cech we wcześniej wykonanych w tych stanowiskach otworach, z użyciem wiertnicy mechanicz-

nej WH lub świdra ręcznego, oraz na podstawie ekspertyz palinologicznych nielicznych próbek. Rdzenie osadów biogenicznych do badań palinologicznych zostały pobrane przez przedsiębiorstwo GEOFIZYKA Sp. z o.o. w Toruniu sondą rdzeniową GEOPROBE do 120-centymetrowych, szczególnie

zamkniętych rur w dwóch terminach: w 1999 r. do rur nieprzezroczystych z polichlorku winylu i do rur przezroczystych z polipropylenu, a w 2000 r. wyłącznie do przezroczystych rur polipropylenowych o średnicy 35 mm. W przypadku, gdy były zastrzeżenia co do uzyskanego odcinka rdzenia, został on pobrany ponownie z otworu sąsiedniego, oddalonego od poprzedniego nie więcej niż o 1 m (przeważnie około 0,5 m). Na szczęście takie przypadki zdarzały się bardzo rzadko. Pomiary głębokości wiercenia wykonano z dokładnością do 2 cm. Niezwłocznie oczyszczone i oznakowane pojemniki z rdzeniami, umieszczone po kilka w szczelnych workach polietylenowych i zabezpieczone przed działaniem promieni słonecznych, światła i deszczu, zostały szybko przewiezione, w warunkach ograniczonych drgań i w nienaruszonym stanie, do laboratorium. Tam, po rozcięciu podłużnym rur specjalnie przeznaczonym do tego celu nożem, usunięto wierzchnią warstwę rdzenia, opisano je, w razie potrzeby sfotografowano i podzielono na mniejsze, 5-centymetrowe odcinki. Ze środkowej części każdego takiego odcinka pobrano, prostopadłe do osi rdzenia, mniejsze próbki-rdzenie i bezpośrednio wciśnięto je do mniejszych, również umożliwiających szczelne zamknięcie, polipropylenowych pojemników o średnicy 22 mm i długości 45 mm. Próbkę te przeznaczono do badań palinologicznych, oznaczeń zawartości popiołu i substancji organicznej (strata prażenia) oraz zawartości węglanów w przeliczeniu na CaCO_3 . W odstępach nie większych niż 50 cm i przy każdej zmienności litologicznej osadów pobierano do podobnych pojemników próbki w celu określenia zawartości wody. Odpowiednio oznaczone i zewidencjonowane próbki osadów zostały niezwłocznie umieszczone w lodówce, gdzie były przechowywane aż do zakończenia badań.

W pierwszej kolejności określono metodą suszarkową (105°C) zawartość wody w stosunku do masy próbki przed jej wysuszeniem, czyli w chwili jej pobrania. Wyniki tych oznaczeń ilustrują [figury 7–13](#)* (Krupiński, Kotarbiński, 2002, tab. 1). Dla większości próbek oznaczono zawartość popiołu torfowego (Maksimow, 1965), czyli ogólnego lub surowego (Tobolski, 2000), i substancji organicznej (strata prażenia). W tym celu osad spalano w temperaturze 550°C przez 4–6 godzin. Parametry te określono w stosunku masy próbki zważonej z dokładnością do 0,001 g i wysuszonej w temperaturze 105°C . Zawartości węglanów w przeliczeniu na CaCO_3 ,

oznaczone metodą Scheiblera (Brogowski, Czerwiński, 1971), określono w stosunku do masy próbki powietrzniesuchej, zważonej z dokładnością do 0,01 g.

Za możliwość nieodpłatnego oznaczenia popielności osadów, zawartości substancji organicznej i CaCO_3 w laboratorium hydrochemicznym Stacji Terenowej Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego w Sajdach serdecznie dziękuję mojemu Koledze, Panu Profesorowi dr. hab. Henrykowi Tomaszewiczowi, kierownikowi tej stacji.

Bardzo ograniczony czas na opracowanie tak licznych (ponad 770) próbek osadów biogenicznych z aż 6 stanowisk Wysoczyzny Płockiej sprawił, że zbadano palinologicznie tylko ponad 340 próbek. Materiał do tych badań został wydzielony metodą flotacji w roztworze wodnym $\text{KJ}+\text{CdJ}_2$ o gęstości $2,23\text{--}2,26\text{ g/cm}^3$ i przygotowany do analizy pyłkowej metodą acetolizy G. Erdtmanna według receptury stosowanej w Pracowni Paleobotaniki Państwowego Instytutu Geologicznego. Ze zdecydowanej większości próbek wydzielono dostateczną liczbę dobrze zachowanych sporomorf. W każdej próbce opracowano przynajmniej 500 ziarn pyłku drzew i krzewów (AP) i wszystkie stwierdzone wówczas sporomorfy lub inne elementy pozostałych grup roślin. Procentowy udział wydzielonych palinotaksonów lub taksonów określono w stosunku do sumy pyłku drzew i krzewów (AP), krzewinek i roślin zielnych lądowych (NAP), z wyłączeniem sporomorf roślin błotnych, szuwarowych, wodnych, zarodnikowych oraz sporomorf zniszczonych, nieoznaczonych (varia) kolonii *Pediastrum*, *Botryococcus*, *Coelastrum polychordum* i *Tetraporina*. Ich zawartości również określono w stosunku do tej sumy.

Diagramy pyłkowe zostały przygotowane w podwójnej skali: pola czarne — procenty, pola białe — promille. Wydzielone w nich podstawowe jednostki palinostratygraficzne (lokalne zespoły poziomów pyłkowych lub lokalne zespołowe poziomy pyłkowe L PAZ) odzwierciedlają przemiany klimatyczno-florystyczne późnego glacjału zlodowacenia warty, stadium protokratycznego, mezokratycznego i telokratycznego interglacjału eemskiego, a w osadach z niektórych stanowisk również wczesnego vistulianu. Diagramy te uzupełniają profil litologiczno-geologiczny oraz wyniki badań niektórych cech fizykochemicznych osadów.

CECHY LITOLOGICZNE I FIZYKOCHEMICZNE OSADÓW BIOGENICZNYCH

Ważnym elementem oceny środowiska, w którym odbywała się akumulacja osadów biogenicznych, są cechy fizykochemiczne. Ich znajomość pozwala lepiej poznać genezę osadów, skład, warunki i środowisko sedymentacji, procesy, które wpłynęły na ich ukształtowanie i tempo akumulacji, stopień skonsolidowania i kompaktacji, a zwłaszcza — w przypadku osadów plejstoceńskich — wpływ procesów postsedymen-

tacyjnych. Ocena wizualna niektórych z tych cech lub przejawów procesów nie zawsze jest dokładna, a w wielu przypadkach wysoce niedostateczna. Wprowadzenie do badań paleopryrodniczych oznaczeń niektórych cech fizykochemicznych osadów należy uznać zatem za wyraźnie wzbogacające i podnoszące poziom tych opracowań.

* [Figury 7–13](#) oraz [tabela 1](#) znajdują się w kieszeni na końcu książki

Wykonane oznaczenia są bardzo proste, nie są czasochłonne i nie wymagają wyszukanej i kosztownej aparatury. Stanowią niezbędne minimum uzupełniające badania paleontologiczne.

W niniejszym opracowaniu oznaczono:

- zawartość wody, czyli wilgotność osadów;
- zawartość substancji organicznej przez jej spalanie, wyrażonej stratą prażenia, co stanowi uzupełnienie (do 100%) popielności osadów;
- zawartość węglanów w przeliczeniu na CaCO_3 .

Zawartość wody w osadach jest określana dwojako: w stosunku do masy próbki w chwili jej pobrania lub w stosunku do suchej masy próbki, czyli po wysuszeniu, i wówczas wilgotność np. nierozłożonych, silnie uwodnionych torfów, może przekraczać 100%.

Zawartość wody jest związana z charakterem i genezą osadów oraz stopniem ich skonsolidowania i kompaktacji. Parametr ten wykazuje również dużą zmienność w obrębie podobnych litologicznie i genetycznie, lecz różnie skonsolidowanych i skompromowanych osadów. W wyniku konsolidacji i kompaktacji zmniejsza się wyraźnie zawartość wody, czyli maleje wilgotność osadów. Wilgotność podobnych litologicznie, lecz zdecydowanie mocniej skompromowanych osadów plejstocenijskich, jest zdecydowanie mniejsza niż osadów holocenijskich. Wilgotność zbliżonych litologicznie osadów holocenijskich maleje wraz z głębokością. Na przykład wilgotność dobrze skonsolidowanych gytii wapiennych, występujących na głębokości kilku metrów, przeważnie wynosi około 60–65% i w miarę przesuwania się ku górze wyraźnie wzrasta, a półpłynnej masy pelogenu może przekraczać 95% (Więckowski, 1966). Wilgotność silnie lub bardzo silnie skompromowanych gytii plejstocenijskich, czasem o miąższości kilkudziesięciu metrów (Ossówka), jest zdecydowanie mniejsza, przeważnie mieści się w przedziale 40–50% lub 42–46%, a w całym kilkudziesięciometrowym profilu nie wykazuje większego zróżnicowania (Krupiński, 1990, 1991, 1995a). Znajomość tego parametru jest niezwykle ważna dla właściwej oceny tempa akumulacji osadów i koncentracji składników, np. sporomorf, w jednostce objętości. Nie uwzględnienie tego elementu jest znacznym błędem, zwłaszcza w przypadku silnie zróżnicowanych pod względem wilgotności osadów holocenijskich. Dlatego w ocenie tempa akumulacji osadów (i innych parametrów), wilgotność i jej zmienność powinny być korygowane za pomocą tabeli korekcyjnej.

Obarczona poważnym błędem jest również ocena koncentracji sporomorf w jednostce objętości osadów. Niezbędne jest zatem opracowanie podobnych przeliczeń korekcyjnych, uwzględniających zróżnicowanie kompaktacji zbliżonych litologicznie osadów w profilu. Dotyczy to, lecz w zdecydowanie mniejszym stopniu, podobnie skonsolidowanych w całym profilu biogenicznych osadów plejstocenijskich. Na utwory te oddziałuje dodatkowo nacisk pokrywy, a w przypadku znajdowania się ich w zasięgu młodszych zlodowaceń nacisk ogromnej masy lądolodu. Dotychczas nie przeprowadzono jednak badań dokumentujących to zagadnienie. Potrzeby ich podjęcia jednoznacznie dowodzą wcześniej cytowane opracowania i wyniki prac autora. Powinny być one uwzględnione w badaniach zbiorników akumulacji osadów biogenicznych, zwłaszcza holocenijskich.

Zawartość substancji organicznej w osadach zbiorników akumulacji biogenicznej zależy od tempa, wielkości dostawy i jej lokalnej produkcji oraz dostawy lub produkcji składników mineralnych pochodzenia auto- i allochtonicznego. Składnikiem mineralnym osadów biogenicznych jest piasek, mułek, il oraz CaCO_3 i inne węglany pochodzenia biogenicznego, będące efektem procesów biologicznych i biogenicznych przebiegających w określonym środowisku. Przy przyjętej metodyce oznaczania popiołu ogólnego, surowego lub torfowego, składnikiem nieorganicznym, czyli mineralnym, będzie niewyodrębniona krzemionka organiczna (opal). W toku dalszych procesów laboratoryjnych popiół surowy może być rozdzielony na poszczególne, różne genetyczne frakcje. Może być również oznaczona zawartość krzemionki pochodzenia biogenicznego. Bardzo pomocne w tym przypadku są oznaczenia CaCO_3 . Głównym elementem popiołu jest piasek, pył i inne frakcje składników mineralnych (oprócz CaCO_3). Stanowią one różnicę między ogólną zawartością popiołu (popiół surowy, torfowy) a zawartością CaCO_3 . W tej różnicy znajduje się również biogeniczna krzemionka.

Zawartość substancji organicznej (strata prażenia) i popielność osadów charakteryzują środowisko i warunki akumulacji osadów. Obserwacja krzywej popielności utworów ułatwia śledzenie zmian w zbiorniku wodnym i jego otoczeniu. Zmiana jej przebiegu jest wskaźnikiem niestabilności warunków w zbiorniku akumulacji osadów biogenicznych i jego otoczeniu lub efektem zmian klimatyczno-florystycznych zarówno o charakterze lokalnym, jak i globalnym.

Węglan wapnia jest bardzo ważnym składnikiem biogenicznych osadów jeziornych, zwłaszcza gytii wapiennej i jej odmiany — kredy jeziornej. Akumulacja gytii wapiennej jest bardzo złożonym i dynamicznie zmieniającym się w czasie procesem biochemicznym. Powstaje ona w wyniku biogenicznego odwapnienia wody (Ilnicki, 1971) w jeziorach obfitujących w rozpuszczalny w wodzie węglan wapnia, z gromadną roślinnością wodną i pływaką planktonem. Jest to proces dwukierunkowy, o zmieniającym się w czasie stanie równowagi dynamicznej między wytrąconymi i rozpuszczanymi węglanami:



Na procesy powstawania gytii wapiennych mają wpływ czynniki egzo- i endogeniczne. Istotnym czynnikiem egzogenicznym jest zawartość CaCO_3 w wodach podziemnych, zasilających zbiornik akumulacji biogenicznej, jak również w osadach otaczających uformowany zbiornik. Zawartość tego składnika w wodach podziemnych zasilających akweny na obszarach sandrowych jest zdecydowanie mniejsza niż w wysoczyznach. Do zbiorników dostają się także składniki, w tym próchniczne i inne składniki biogeniczne, dostarczane wraz z wodami powierzchniowymi.

Podstawowym czynnikiem endogenicznym wpływającym na powstawanie jeziornych osadów wapiennych są: głębokość zbiornika i poszczególne jego części, sposób zasilania i ruch wód, ich natlenienie i zasobność w składniki biogeniczne, aktywność i charakter procesów biologicznych, związanych z obecną florą, fauną i wielkością produkcji biomas, oraz procesy beztlenowego rozkładu substancji orga-

nicznej. Pod wpływem wielu z tych czynników jest uwalniany CO₂, utrudniający lub wręcz uniemożliwiający biologiczne odwapnienie wody i wytrącenie gytii wapiennych, często zróżnicowanych morfologicznie i genetycznie w obrębie jednego akwenu. Eutrofizacja wód, związana z procesem antropresji środowiska, zwiększa produkcję biomasy i wyraźnie ogranicza lub nawet uniemożliwia powstawanie biogenicznych osadów wapiennych i zastąpienie ich akumulacją gytii bezwapiennych ze znaczną zawartością substancji organicznej. W wyniku „zestarzenia” się zbiorników wodnych dochodzi do zastąpienia sedymentacji jeziornej akumulacją osadów biogenicznych ze znacznym udziałem, często zupełnie nierozłożonej, substancji organicznej. Początkowo są to gytie grubodetrytyczne, zawierające małe ilości lub pozbawione CaCO₃, bezwapienne gytie torfiaste, a następnie zróżnicowane morfogenetycznie torfy o odczynie słabo lub silnie kwaśnym. Podstawowym elementem ich poznania jest określenie zawartości substancji organicznej (strata prażenia), popielności, stopnia rozkładu oraz analiza makroszcątków.

W różnych rodzajach gytii młodoholocenijskich z Pojezierza Szczecińskiego procentowe zawartości tych parametrów według Markowskiego (1971) wynoszą:

Gytie	Popielność	Substancja organiczna	CaCO ₃	Wilgotność
Gytia glonowa	3–13	97–87	0	95
Gytia grubodetrytyczna	13–59	87–41	0–12	82–95
Gytia drobnodetrytyczna	33–57	67–43	0–19	81–94
Gytia wapienno-detrytusowa	44–64	56–36	22–47	84–92
Gytia wapienna	60–81	40–19	50–65	70–83
Kreda jeziorna	82–94	18–6	71–88	62–90
Gytia ilasto-wapienna	68–79	32–21	25–41	62–90
Gytia ilasta	70–91	30–9	5–17	59–71
Gytia okrzemkowa, ilasta	75–86	25–14	0–1	72–76

Dla podobnych osadów z Objeziera koło Obornik w Wielkopolsce procentowe zawartości tych parametrów według Ilnickiego (1971) przedstawiają się następująco:

Gytie	Popielność	Substancja organiczna	CaCO ₃	Wilgotność
Gytia wapienna	83–98	17–2	52–92	66–79
Gytia wapienno-detrytusowa	15	85	49	58–67
Gytia ilasta	92–99	8–1	9–33	–

OTWÓR WIERTNICZY STUDZIENIEC ST.1/99

(112 m n.p.m., długość geogr. E 19°38'34", szer. geogr. N 52°52'51")

Głębokość w m	Opis litologiczny
0,00–0,18	Szary piasek (A _p gleby)
0,18–0,26	Jasnoszary piasek różnoziarnisty
0,26–0,28	Szarobrunatny piasek różnoziarnisty
0,28–0,65	Jasny piasek z odcieniem beżowym, w dolnej części ze żwirem
0,65–1,33	Jasny piasek różnoziarnisty
1,33–1,38	Szary piasek z substancją organiczną (gleba kopalna lub pogrzebana, A _p)
1,38–1,46	Jasny piasek różnoziarnisty, w dolnej części ze żwirem, –HCl
1,46–2,10	Sinoszary mułek, w dolnej części wyraźnie zażelazony, –HCl
2,10–2,55	Jasne piaski z wkładkami mułków, –HCl
2,55–2,69	Szarozielone mułki i ily, +HCl
2,69–2,74	Szarozielone mułki i ily, +++HCl
2,74–2,80	Jasny piasek z licznym żwirem, ±HCl
2,80–3,27	Jasnoszare piaski drobno- i średnioziarniste, –HCl
3,27–3,39	Szary namuł torfiasty
3,39–3,55	Szary piasek drobno- i średnioziarnisty z substancją organiczną, –HCl
3,55–4,06	Szary piasek drobnoziarnisty, w dolnym odcinku ciemnoszary ze storfiałą substancją organiczną, –HCl
4,06–4,30	Szary piasek ze storfiałą substancją organiczną, –HCl
4,30–4,35	Szarobrazowy, średnio rozłożony torf
4,35–4,45	Brazowoszary, słabo rozłożony torf
4,45–5,25	Brazowy, z szarym odcieniem, nierozłożony torf szuwarowy
5,25–5,40	Brazowoszary, dobrze rozłożony torf
5,40–5,75	Szary i brazowoszary namuł torfiasty
5,75–5,85	Szarobrazowy, dobrze rozłożony torf
5,85–5,95	Szary torf z piaskiem
5,95–7,00	Szarobrazowy, bardzo dobrze rozłożony torf, –HCl
7,00–7,30	Szarobrazowy torf z piaskiem, ±HCl
7,30–7,86	Szary piasek z torfem lub torfem ze znaczną zawartością piasku, +HCl
7,86–7,90	Szara, grubodetrytyczna gytia i oliwkowa gytia wapienna, górna granica osadów wyraźna, +++HCl
7,90–8,10	Szarooliwkowa gytia wapienna o strukturze łupkowej, +++HCl
8,10–8,20	Szara, łupkowata gytia wapienna
8,20–8,30	Szarobrazowy namuł torfiasty z piaskiem, ±HCl
8,30–10,20	Szarobrazowy namuł torfiasty, –HCl
10,20–10,25	Szarobrazowy, dobrze rozłożony torf, –HCl
10,25–10,30	Brazowoszary, średnio rozłożony torf, –HCl
10,30–10,70	Brazowoszary, dosyć słabo lub słabo rozłożony torf, granica z niżej występującą gytia grubodetrytyczną wyraźna, –HCl
10,70–10,80	Ciemnoszara, grubodetrytyczna gytia torfiasta z nielicznymi szczątkami malakofauny, +HCl

10,80–11,00	Szara, grubodetrytyczna gytia torfiasta z nielicznymi, a w strefie 10,95–11,00 m z licznymi szczątkami malakofauny, +++HCl
11,00–11,20	Jasnoszarooliwkowa, drobnolaminowana, grubodetrytyczna gytia wapienna z przerostami pędów roślin, +++HCl
11,20–12,20	Jasnooliwkowa, drobnolaminowana gytia wapienna, +++HCl
12,20–12,75	Jasnooliwkowa, drobnolaminowana, lekko łupkowata gytia wapienna, +++HCl
12,75–12,95	Oliwkowa, drobnolaminowana gytia wapienna, +++HCl
12,95–13,55	Oliwkowa, drobnolaminowana, łupkowata gytia wapienna, +++HCl
13,55–14,40	Szarooliwkowa, drobnolaminowana gytia wapienna, +++HCl
14,40–14,75	Szarooliwkowa, drobnolaminowana, łupkowata gytia, +++HCl
14,75–14,95	Ciemnoszara, łupkowata gytia wapienna, +++HCl
14,95–15,25	Szara, drobnolaminowana, łupkowata gytia wapienna, +++HCl
15,25–15,80	Szara, drobnolaminowana, gytia wapienna
15,80–16,10	Szarooliwkowa, skrytolaminowana gytia wapienna
16,10–16,65	Szarooliwkowa, drobnolaminowana gytia wapienna
16,65–16,70	Szarooliwkowa, grubolaminowana gytia wapienna, +++HCl
16,70–17,10	Szarooliwkowa, drobnolaminowana gytia wapienno-ilasta, +++HCl
17,10–17,69	Szarooliwkowa gytia ilasta, +++HCl
17,69–18,90	Szara, drobnolaminowana gytia ilasta, +++HCl
18,90–19,15	Szara, drobnolaminowana ze szczątkami malakofauny gytia ilasta, +++HCl
19,15–19,30	Ciemnoszare mułki ilaste, ++HCl
19,30–19,34	Jasnoszare mułki piaszczyste, +++HCl
19,34–19,50	Jasnoszare piaski mułkowate, +++HCl
19,50–19,64	Jasne piaski drobno- i średnioziarniste z nielicznym żwirem, +++HCl
19,64–19,90	Szarozielona glina zwałowa, ++HCl.

Z podanego opisu wynika, że znaczna część występujących w rdzeniu osadów biogenicznych wykazuje wyraźną laminację. Sfotografowane odcinki rdzenia z głębokości 17,30–18,20 m z drobnolaminowanymi osadami zamieszczono na [figurze 14](#).

W obrębie wyraźnie zróżnicowanych litologicznie i genetycznie osadów biogenicznych o miąższości ponad 16 m kolejno wyróżniono ([fig. 7a, b](#)): ciemnoszare mułki ilaste, ciemnoszarą i szarooliwkową, drobnolaminowaną gytie ilastą i ilasto-wapienną, szarą i szarooliwkową drobno- i skrytolaminowaną gytie wapienną, szarą i szarooliwkową, łupkowatą gytie wapienną, szarą i szarooliwkową, drobnolaminowaną gytie wapienną, ponownie szarooliwkową, drobnolaminowaną, łupkowatą gytie wapienną, jasnooliwkową, drobnolaminowaną gytie wapienną, szarooliwkową, szarą i ciemnoszarą grubodetrytyczną gytie wapienną, gytie torfiastą, słabo, średnio i dobrze rozłożony torf, szarobrązowy namuł torfiasty, szarą i szarooliwkową gytie wapienną, szary torf z piaskiem, piasek z torfem, szarobrązowe namuły torfiaste, dobrze,

średnio i słabo rozłożony torf, szary piasek z substancją organiczną, szary namuł torfiasty oraz jasnoszare, drobno- i średnioziarniste piaski.

Zawartość wody w tych osadach jest wyraźnie zróżnicowana ([fig. 7a, b](#)) i związana z ich charakterem litologicznym. Wilgotność najniższej zalegających szarych i ciemnoszarych mułków wynosi 15–21%, zaś wyżej występującej gytii ilastej 21–55%, gytii wapienno-ilastej 53–62%, gytii wapiennej 47–58% oraz grubodetrytycznej gytii torfiastej 75%. Wilgotność wyżejległego dobrze, średnio i słabo rozłożonego torfu waha się od 69 do 82%. Zawartość wody w namułach i szarych piaskach z torfem lub zapiaszczonych torfach, występujących między dwiema warstwami, jest wyraźnie mniejsza i waha się od 62 do 33%. Wilgotność interstydialnej gytii wapiennej lub wapienno-ilastej występującej na głębokości 7,86–8,20 m wynosi 56% i jest zbliżona do leżącej niżej wapiennej i wapienno-ilastej gytii interglacialnej. Wilgotność piasków z substancją organiczną i piasków występujących w górnej części tego profilu waha się od 14 do 29%, zaś dzielących je namułów torfiastych wynosi 36%.

Zawartość substancji organicznej (strata prażenia) w osadach biogenicznych badanego profilu i ich popielność (czyli uzupełnienie do 100%) są wyraźnie zróżnicowane, co jest związane z charakterem i genezą osadów. Zdecydowanie największą zawartością substancji organicznej (88–96%), a jednocześnie najmniejszą popielnością (4–12%) cechują się nierozłożone torfy ([fig. 7a, b](#)). Nieznacznie mniejszą zawartość substancji organicznej (68–82%) i większą popielność (18–32%) wykazały słabo rozłożone torfy i grubodetrytyczna gytia torfiasta. Torfy dobrze rozłożone cechują się zdecydowanie większą popielnością — od 57 do 72%, sporadycznie do 82%. Popielność namułów torfiastych, zawierających zróżnicowaną, czasem znaczną, domieszkę piasku, pyłu lub łu, wynosi 65%. Popielność wysokowęglanowych, jasnych i szarooliwkowych gytii wapiennych jest bardzo wysoka (70–80%), głównym składnikiem popiołu jest CaCO_3 , a w zdecydowanie mniejszym stopniu MgCO_3 i FeCO_3 . Jeszcze większą popielnością (80–91%) i mniejszą zawartością substancji organicznej (9–20%) cechuje się gytia wapienno-ilasta i ilasta oraz szare, występujące w dolnej części profilu, mułki (90–96%). Popielność szarych i ciemnoszarych gytii wapiennych, o wyraźnie większej zawartości substancji organicznej i mniejszej CaCO_3 , jest wyraźnie niższa i waha się od 51 do 65%.

Zawartość węglanów w przeliczeniu na CaCO_3 w badanych osadach biogenicznych jest wyraźnie zróżnicowana ([fig. 7a, b](#)) i wynosi w najniższej zalegających mułkach 9–18%, w wyżej występującej gytii ilastej 5–17%, w gytii ilasto-wapiennej 25–31%, w gytii wapiennej 31–77%, zaś w najwyższej usytuowanej grubodetrytycznej gytii wapiennej, strefowo z muszelnymi mięczakami, 2–49%. Zawartość CaCO_3 w interstydialnej, szarooliwkowej, lekko łupkowatej gytii wapiennej, występującej w górnej części osadów biogenicznych, jest nieznacznie mniejsza, przeważnie wynosi około 30%, dochodząc do 44%.

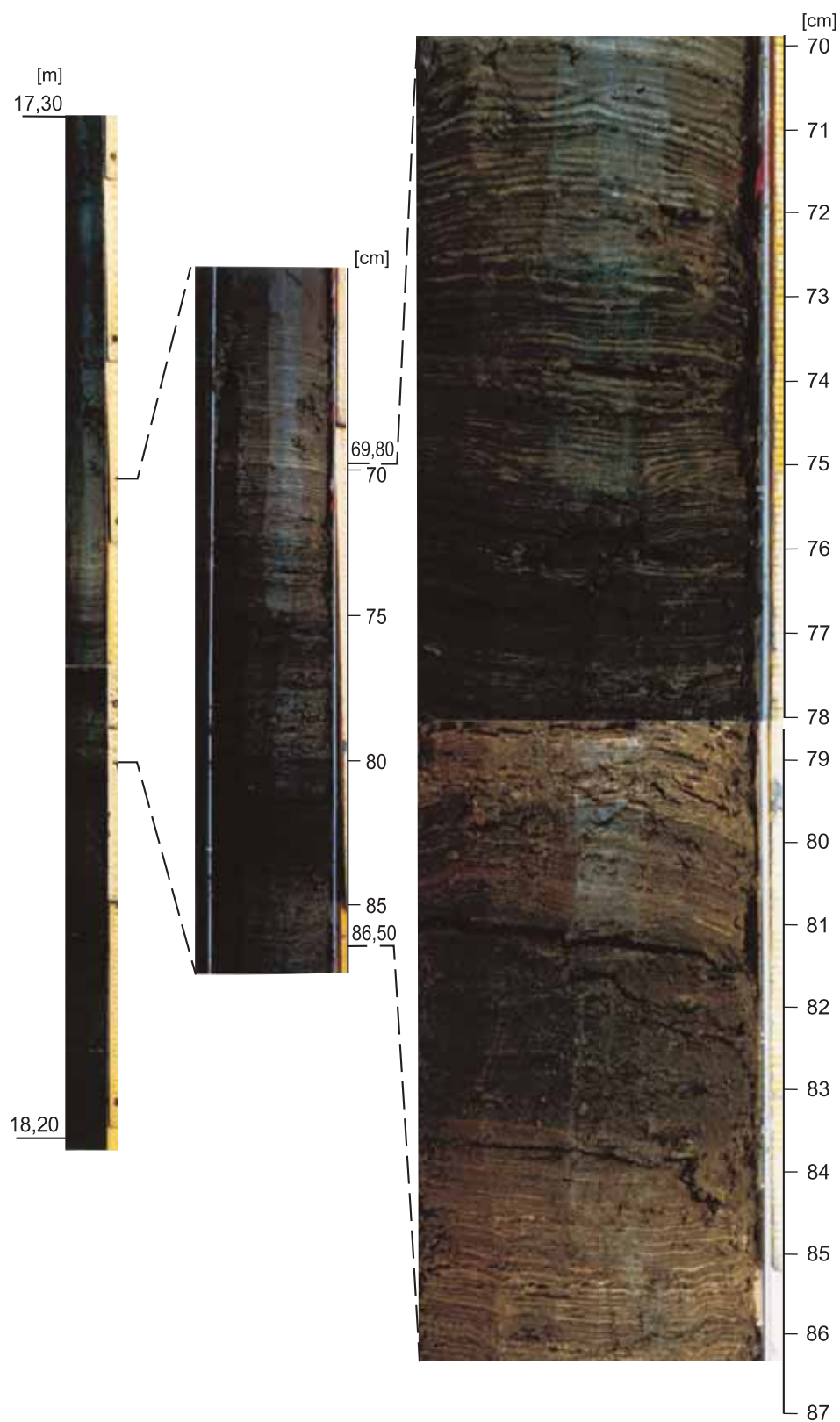


Fig. 14. Studzieniec ST.1/99; wyraźnie laminowane osady z głębokości 17,30–18,20 m

Studzieniec ST.1/99; clearly laminated sediments with depth 17.30–18.20 m

OTWÓR WIERTNICZY DĄBRÓWKI DB.1/99

(112,00 m n.p.m., dł. geogr. E 19°43'23", szer. geogr. N 52°53'14")

Głębokość w m	Opis litologiczny
0,00–0,32	Szare piaski różnoziarniste (A _p gleby)
0,32–0,48	Szarobrunatne piaski różnoziarniste (A _p /(B) gleby)
0,48–0,70	Jasne piaski z licznymi skaleniami i żwirem (C gleby)
0,70–1,60	Jasne piaski różnoziarniste, strefowo ze żwirem (C gleby), –HCl
1,60–1,64	Piasek ze żwirem, ±HCl
1,64–1,67	Jasnoszary mułek piaszczysty, +++HCl
1,67–1,95	Szary mułek ilasty, +++HCl
1,95–3,30	Szare, drobnolaminowane mułki i ily, +++HCl
3,30–3,40	Szary, wyraźnie zapiaszczony mułek, +++HCl
3,40–3,48	Szary mułek z wkładkami piasku, +++HCl
3,48–3,51	Żwir z drobnymi głazikami, +HCl
3,51–3,55	Szary piasek z substancją organiczną, +++HCl
3,55–3,65	Szara, nieznacznie zapiaszczona gytia wapienna, +++HCl
3,65–3,80	Szara, wyraźnie zapiaszczona gytia, +++HCl
3,80–4,55	Ciemnoszary namuł torfiasty, +HCl
4,55–4,90	Ciemnoszary namuł torfiasty, –HCl
4,90–5,15	Ciemnoszary, dobrze rozłożony torf, –HCl
5,15–5,75	Ciemnoszary, dobrze rozłożony torf ze zróżnicowaną zawartością piasku, –HCl
5,75–5,95	Ciemnoszary, średnio lub dobrze rozłożony torf, –HCl
5,95–6,02	Brak rdzenia
6,02–6,30	Szarooliwkowa, skrytolaminowana gytia wapienna, +++HCl
6,30–6,75	Szarooliwkowa, skrytolaminowana gytia wapienna z białymi plamami CaCO ₃
6,75–8,10	Szarooliwkowa, skrytolaminowana gytia wapienna
8,10–8,20	Ciemnoszara gytia wapienna
8,20–8,80	Szarooliwkowa gytia wapienna
8,80–9,00	Szara gytia wapienna lub wapienno-ilasta, +++HCl
9,00–10,25	Szare mułki ilaste lub gytia ilasta, ++HCl
10,25–10,55	Piaski różnoziarniste, +HCl

W obrębie wyraźnie zróżnicowanych litologicznie i genetycznie osadów biogenicznych kolejno wyróżniono (fig. 8): szare mułki ilaste, szarą gytie wapienno-ilastą, szarą i szarooliwkową gytie wapienną, średnio i dobrze rozłożony torf, ciemnoszary namuł torfiasty, szarą, wyraźnie lub nieznacznie zapiaszczoną interstadią gytie wapienną oraz szary piasek z substancją organiczną.

Zawartość wody w tych osadach jest wyraźnie zróżnicowana (fig. 8) i związana z ich charakterem litologicznym. Wilgotność najniższej występujących szarych mułków ilastych wynosi 18%, szarej gytii wapienno-ilastej 43%, szarooliwkowej gytii wapiennej 41–48%, średnio lub słabo rozłożonego torfu 80%, torfów z piaskiem 43–48%, dobrze rozłożonego torfu 56%, ciemnoszarych namułów torfiastych 42–49%, szarych, zapiaszczonych mułków 28% i szarych mułków warwowych ze zreponowanymi sporomorfami roślin trzyczędowych 19–24%.

Zawartość substancji organicznej w tych osadach i ich popielność są również wyraźnie zróżnicowane. Najniższą popielnością (8–9%) i największą zawartością substancji organicznej (91–92%) cechują się średnio i słabo rozłożone torfy (fig. 8). Wyraźnie mniejszą zawartość substancji organicznej stwierdzono w dobrze rozłożonych torfach (42–43%), a jeszcze mniejszą w ciemnoszarych namułach torfiastych (14–36%). Udział substancji organicznej w gytii wapiennej waha się od 8 do 17%, w gytii wapienno-ilastej 11–19%, w występujących w dolnym odcinku profilu szarych mułkach 2–6%, w szarej, wyraźnie lub nieznacznie zapiaszczonej interstadią gytii wapiennej (głęb. 3,55–3,80 m) 21–25%, zaś w wyżejległych mułkach warwowych 6–11%.

Zawartość węglanów w przeliczeniu na CaCO₃ wykazuje również znaczne zróżnicowanie. Ich największy udział stwierdzono w szarooliwkowych gytiiach wapiennych (84–90%) cechujących się jednocześnie wysoką popielnością (88–91%), nieco mniejszą (72–80%) w dolnym odcinku profilu, wykazującym wyraźne oddalenie się od siebie krzywej CaCO₃ i popielności. Należy to wiązać z większą zawartością kwarcu i krzemionki (piasku, pyłu). Znacznie mniejszą zawartość CaCO₃ wykazuje niżej występująca gytia wapienno-ilasta (32–43%) i szare mułki ilaste (12–23%) oraz szara, wyraźnie lub nieznacznie zapiaszczona (głęb. 3,55–3,80 m) interstadią gytia ilasto-wapienna i wapienna (12–52%).

OTWÓR WIERTNICZY ŚNIEDZANOWO SN.1/99

(113,50 m n.p.m., dł. geogr. E 19°44'45", szer. geogr. N 52°53'05")

Głębokość w m	Opis litologiczny
0,00–0,18	Osad torfiasty (A _p gleby)
0,18–1,65	Piaski różnoziarniste z przewagą średnioziarnistych, –HCl
1,65–1,67	Szare mułki ilaste, +HCl
1,67–1,71	Piaski różnoziarniste z przewagą średnioziarnistych, +HCl
1,71–2,19	Szare, strefowo ciemniejsze mułki ilaste, +HCl
2,19–2,30	Cienkie, 1-centymetrowej miąższości warstwy piasków, przelawicone wyraźnie laminowanymi o podobnej miąższości warstewkami mułków, w dolnej części zażelazione, +HCl
2,30–2,64	Szare, drobnolaminowane mułki piaszczyste; górna granica ostra, w dolnej części silne burzenie z HCl; ++HCl
2,64–2,71	Jasnoszary i szary piasek; dolna granica wyraźna; +++HCl
2,71–3,90	Szarobrazowy, silnie lub bardzo dobrze rozłożony torf, –HCl
3,90–4,70	Szarobrazowy, dobrze rozłożony torf, –HCl
4,70–4,84	Szarobrazowy i ciemnoszary namuł torfiasty
4,84–5,14	Szary namuł
5,14–5,21	Ciemnoszary namuł
5,21–5,26	Ciemnoszary namuł torfiasty lub dobrze rozłożony torf, –HCl
5,26–5,50	Ciemnoszary, intensywnie brudzący ręce, o błyszczącym zabarwieniu, wysokopopielny namuł (osad popożarowy); dolna granica wyraźna; –HCl

5,50–5,80	Ciemnoszary, dobrze rozłożony torf; górna granica wyraźna; –HCl
5,80–6,05	Ciemnoszara, z tkankami roślin, grubodetrytyczna gytia wapienna, +HCl i +++HCl
6,05–6,10	Ciemnoszara, drobnodetrytyczna gytia wapienna, +++HCl
6,10–6,30	Szarooliwkowa, skrytolaminowana gytia wapienna
6,30–8,10	Szara, ciemnoszara i szarooliwkowa, skrytolaminowana gytia wapienna, +++HCl
8,10–8,75	Szara gytia wapienno-ilasta, +++HCl
8,75–8,95	Szara, wyraźnie zapiaszczona gytia wapienno-ilasta lub ilasta, +++HCl
8,95–9,50	Protopedon: szare piaski z substancją organiczną, strefowo (9,31–9,33 m) z grubym żwirem lub fragmentami drewna (9,27 i 9,08 m), +++HCl
9,50–9,60	Szarooliwkowa glina zwałowa, +++HCl

Zróznicowanie litologiczne i genetyczne osadów biogenicznych o miąższości 6,80 m jest znaczne. Zaczynając od spagu wyróżniono tu (fig. 10): szare, różnoziarniste piaski ze żwirem i substancją organiczną oraz fragmentami drewna (protopedon), szarą wapienno-ilastą gytie, szarą i szarooliwkową, skrytolaminowaną gytie wapienną, ciemnoszarą, drobnodetrytyczną gytie wapienną, ciemnoszarą, grubodetrytyczną gytie wapienną, ciemnoszary, dobrze rozłożony torf, szarobrazowy, intensywnie zabarwiający ręce namuł (osad popożarowy), ciemnoszary namuł torfiasty, szary namuł, szarobrazowy i ciemnoszary namuł torfiasty, szarobrazowy, dobrze i bardzo dobrze rozłożony torf oraz jasnoszare piaski.

Zawartość wody w tych osadach jest wyraźnie zróżnicowana (fig. 9). Zdecydowanie największą wilgotnością (82%) cechuje się dobrze rozłożony torf z głębokości 5,50–5,80 m, wyraźnie mniejszą (49–65%) bardziej od niego rozłożony, strefowo zapiaszczony torf z głębokości 2,71–4,70 m i szare namuły (26–31%). Wilgotność osadów wapiennych nie wykazuje większego zróżnicowania: dla gytii wapiennej i wapienno-ilastej wynosi 41–49%, drobnodetrytycznej 48%, grubodetrytycznej 56% oraz wyraźnie zapiaszczonej gytii wapienno-ilastej 15–28%. Najniższą wilgotność (9–19%) wykazują piaski różnoziarniste, występujące w dolnej części profilu, oraz piaski i szare mułki warwowe (9–21%), zalegające powyżej osadów biogenicznych.

Zdecydowanie najmniejszą popielnością charakteryzuje się ciemnoszary namuł torfiasty i dobrze rozłożony torf (25–42%), nieznacznie większą — grubodetrytyczne gytie (43–48%) i drobnodetrytyczne gytie wapienne (77%), zaś zróżnicowaną — dobrze rozłożone torfy (46–78%) o różnym stopniu zapiaszczenia i szare namuły (69–91%). Zdecydowanie większą popielnością (90–91%) cechują się warstwy popożarowe (ciemnoszary namuł) z głębokości 5,26–5,50 m, szara gytia wapienno-ilasta (87–94%) i gytia ilasta (94–98%), występujące w dolnym odcinku szare piaski różnoziarniste (94–98%) oraz piaski i szare mułki warwowe (90–98%) zalegające powyżej osadów biogenicznych. Zawartość substancji organicznej stanowi uzupełnienie do 100% i układa się odwrotnie.

Udział węglanów w przeliczeniu na CaCO₃ wykazuje znaczne zróżnicowanie. Największy (30–65%) odnotowano w szarej i szarooliwkowej gytii wapiennej, wyraźnie mniejszy w grubodetrytycznej gytii wapiennej (27–45%), szarej gytii wapienno-ilastej (18–31%) i ilastej (11–16%) oraz we wtórnie

zwapnionych różnoziarnistych piaskach (4–11%) i w jasnoszarych piaskach i mułkach warwowych (2–30%), występujących powyżej osadów biogenicznych.

OTWÓR WIERTNICZY NADOLNIK NK.1/99

(111,50 m n.p.m., dł. geogr. E 19°43'13" i szer. geogr. N 52°53'40")

Głębokość w m	Opis litologiczny
0,00–0,21	Szary piasek (A _p gleby)
0,21–0,38	Szarordzawy piasek (B gleby)
0,38–1,10	Jasny piasek różnoziarnisty (C gleby)
1,10–1,57	Jasny piasek z drobnymi ziarnami żwiru
1,57–1,68	Piasek różnoziarnisty z bardzo licznymi ziarnami żwiru o średnicy do 25 mm
1,68–1,76	Rdzawe, silnie zażelazone piaski różnoziarniste
1,76–1,82	Piaski z wkładką mułków
1,82–2,40	Sinoszare, w dolnej części wyraźnie zażelazone mułki
2,40–3,60	Jasny, w dolnej części jasnoszary piasek
3,60–3,95	Jasnoszary piasek z nieznaczną zawartością substancji organicznej
3,95–4,10	Szary piasek ze storfiałą substancją organiczną
4,10–4,90	Szary piasek z torfem lub skupieniami torfu, strefowo z fragmentami drewna (4,52–4,67 m)
4,90–5,35	Szary torf z piaskiem
5,35–5,40	Szarobrazowy, dobrze rozłożony, nieznacznie zapiaszczony torf
5,40–5,45	Szarobrazowy, dobrze rozłożony torf
5,45–6,10	Brazowy, nierozłożony lub słabo rozłożony torf
6,10–6,15	Szare, drobno rozwarstwiające się łupki torfiaste
6,15–6,65	Szarobrazowe łupki z licznymi orzeszkami <i>Carpinus</i>
6,65–6,70	Szare, wyraźnie zapiaszczone łupki
6,70–6,78	Szare piaski średnio- i drobnodziarniste z substancją organiczną, –HCl
6,78–6,85	Szara gytia łupkowata, –HCl
6,85–7,20	Szara, łupkowata gytia ilasto-wapienna, +++HCl
7,20–7,50	Jasnoszare piaski różnoziarniste, –HCl
7,50–7,88	Jasnoszare piaski drobno- i średnioziarniste, –HCl
7,88–7,99	Jasnoszare mułki piaszczyste, –HCl
7,99–8,05	Jasnoszare piaski drobno- i średnioziarniste, –HCl

Osady biogeniczne wykazują znaczne zróżnicowanie litologiczne i genetyczne. Ich miąższość wynosi prawie 4,50 m (fig. 11). Są to: jasnoszare mułki i piaski, szara gytia łupkowata, szare i szarobrazowe łupki, szare łupki torfiaste, brazowy i szarobrazowy, nierozłożony, słabo i dobrze rozłożony torf, zapiaszczony torf oraz piaski ze storfiałą substancją organiczną.

Ich wilgotność jest wyraźnie zróżnicowana (fig. 11). Największą (75–77%) wykazuje nierozłożony torf, znacznie mniejszą — szara gytia łupkowata i łupki (42–47%), szara gytia ilasto-wapienna (46%), torf z piaskiem oraz szare piaski ze storfiałą substancją organiczną (28–31%).

Najmniejszą popielność (4–9%) i największą zawartość substancji organicznej (91–96%) stwierdzono w nierozłożonym torfie. Znaczny udział substancji organicznej wykazują również szarobrazowe łupki (48–56%), wyraźnie mniejszy

(7–23%) — torf z piaskiem i piaski ze storfiałą substancją organiczną, szara, ilasto-wapienna gytia (15–21%), zaś bardzo małą (1–2%) — jasnoszare piaski i mułki występujące w dolnym odcinku profilu.

Zawartość CaCO₃ w szarej gytii wapienno-ilastej, występującej tylko w dolnej, późnoglacialnej części tego profilu, waha się od 14 do 32%.

OTWÓR WIERTNICZY ZIELUŃ ZN.1/00

(144,00 m n.p.m., dł. geogr. E 19°51'16", szer. geogr. N 53°09'48")

Głębokość w m	Opis litologiczny
0,00–0,20	Szary piasek (A _p gleby)
0,20–7,51	Jasny piasek różnoziarnisty z pojedynczymi ziarnami żwirów
7,51–7,56	Jasny, gruby, wyraźnie wysortowany piasek z licznymi skaleniami
7,56–8,81	Jasne piaski średnio- i drobnoziarniste z przewarstwieniami mułków (7,84–7,87 m)
8,81–8,94	Jasne piaski średnioziarniste, przewarstwione 1–2-centymetrowymi warstewkami mułków piaszczystych
8,94–9,15	Jasnoszare mułki piaszczyste z substancją organiczną
9,15–9,45	Ciemnoszare mułki piaszczyste z substancją organiczną
9,45–9,60	Dobrze rozłożony torf ze zróżnicowaną zawartością piasku
9,60–9,67	Piasek z cienkimi przewarstwieniami dobrze rozłożonego torfu
9,67–10,05	Jasnoszary piasek z szarymi plamami substancji organicznej
10,05–10,18	Torf z piaskiem; dolna granica wyraźna
10,18–10,35	Szarobrzązowy, średnio rozłożony torf
10,35–11,00	Słabo rozłożony torf
11,00–11,45	Średnio rozłożony torf z fragmentami drewna (5 × 12 × 30 mm) na głęb. 11,05–11,10 m
11,45–11,50	Ciemnoszary dobrze rozłożony torf
11,50–11,68	Bardzo dobrze rozłożony, nieznacznie zailony torf z fragmentami drewna na głęb. 11,60–11,68 m
11,68–11,71	Szary, dobrze rozłożony, silnie zapiaszczony torf lub namuł; dolna granica wyraźna
11,71–11,75	Jasny, drobnoziarnisty piasek mułkowany; górna granica wyraźna o przebiegu poziomym

Mięszość osadów biogenicznych wynosi około 2,7 m (fig. 12). Są to: torfy o różnym stopniu rozłożenia i zapiaszczenia oraz piaski i mułki ze storfiałą substancją organiczną. Ich wilgotność i popielność są wyraźnie zróżnicowane i związane z charakterem litologicznym osadów.

Największą wilgotność (fig. 12) wykazuje średnio i słabo rozłożony torf (60–75%), wyraźnie mniejszą — bardzo dobrze rozłożony i zailony torf (48%) oraz dobrze rozłożony torf (46%). Wilgotność zapiaszczonych torfów oraz piasków ze storfiałą substancją organiczną waha się od 11 do 28%, zaś drobnoziarnistych piasków mułkowanych, występujących w spagu, wynosi 25%.

Zawartość substancji organicznej w dobrze, średnio i słabo rozłożonym torfie jest bardzo duża (77–95%), zaś jego popiel-

ność waha się od 5 do 23%. Wysoka popielność zapiaszczonych torfów i piasków ze storfiałą substancją organiczną (48–98%) świadczy o małej zawartości substancji organicznej. Popielność dobrze rozłożonego i zailonego torfu, występującego w dolnym odcinku profilu, waha się od 49 do 84%.

OTWÓR WIERTNICZY LUBOWIDZ LB.1/00

(139 m n.p.m., dł. geogr. N 19°50'38", szer. geogr. E 53°08'03")

Głębokość w m	Opis litologiczny
0,00–0,20	Szary piasek różnoziarnisty (A _p gleby)
0,20–6,08	Piaski różnoziarniste z pojedynczymi ziarnami żwiru, –HCl
6,08–6,25	Szare mułki przeławiczone laminami ilów, +++HCl
6,25–6,32	Jasne piaski drobno- i średnioziarniste, +HCl
6,32–6,54	Szare mułki, +++HCl
6,54–6,65	Jasne piaski drobno- i średnioziarniste, +HCl
6,65–6,94	Szare, wyraźnie laminowane mułki, +++HCl
6,94–7,40	Piaski ze żwirem o średnicy do 10 mm, wtórnice zwapnione, ++HCl
7,40–8,20	Jasnoszare piaski średnio- i gruboziarniste (rzeczne?); dolna i górna granica wyraźna; –HCl
8,20–8,55	Żwir z piaskiem, –HCl
8,55–8,96	Piaski różnoziarniste ze znacznym udziałem piasku gruboziarnistego; dolna granica wyraźna o przebiegu poziomym
8,96–9,20	Brazowoszary, średnio lub dosyć dobrze rozłożony torf
9,20–9,68	Szarobrzązowy, dobrze rozłożony torf, strefowo z fragmentami drewna (głęb. 9,32 m)
9,68–9,80	Szary namuł torfiasto-piaszczysty
9,80–10,65	Jasne piaski drobno- i średnioziarniste

Mięszość osadów biogenicznych wynosi około 1 m. Są to: średnio i dobrze rozłożone torfy, czasem z fragmentami drewna, zalegające na torfiasto-piaszczystych namułach. Wilgotność, udział substancji organicznej i popielność tych osadów są wyraźnie zróżnicowane (fig. 13). Największą zawartość wody (59–65%) stwierdzono w średnio i dobrze rozłożonym torfie, wyraźnie mniejszą — w torfiasto-piaszczystych namułach (44%) oraz piaskach (14–15%). Osady te cechują się stosunkowo małym udziałem substancji organicznej i znaczną popielnością, która dla średnio i dobrze rozłożonych torfów waha się od 28 do 78%, dla niżej zalegających namułów torfiasto-piaszczystych wynosi 81%, zaś piasków z torfem i torfów z piaskiem 89%. Stosunkowo wysoka popielność średnio i dobrze rozłożonych torfów wskazuje na znaczny udział składników mineralnych.

*
* *

Badania młodoplejstoczeńskich osadów ze zbiorników akumulacji biogenicznej opisanych stanowisk wykazały duże zróżnicowanie w zawartości wody, związane ze znaczną zmiennością litologiczną i genetyczną utworów. Największą wilgotność mają nierozłożone torfy, nieco mniejszą torfy rozłożone, grubodetrytyczne gytie torfiaste i namuły torfiaste. Wyraźnie mniejszy udział wody stwierdzono w namułach,

gytiach wapiennych, a najmniejszy w mułkach i piaskach. W odróżnieniu od osadów holocenijskich podobne litologiczne utwory młodoplejstocenijskie nie wykazują różnic w wilgotności związanych z głębokością zalegania, czyli uwarun-

kowanych kompaktą. Wyjątkowo dużą stabilnością pod tym względem cechują się poszczególne rodzaje plejstocenijskiej gytii wapiennej (Krupiński, 1990, 1991, 1995a).

LOKALNA STRATYGRAFIA PYŁKOWA OSADÓW

Wyniki badań palinologicznych osadów biogenicznych z sześciu stanowisk północnej części Wysoczyzny Płockiej i graniczącej z nią od północy Równiny Urszulewskiej pozwoliły wydzielić zróżnicowaną, a w niektórych stanowiskach znaczną liczbę (tab. 1) lokalnych zespołów poziomów pyłkowych (L PAZ), charakteryzujących przemiany klimatyczno-florystyczne w środowisku przyrodniczym młodszego plejstocenu. Najwięcej — 24 — wydzielono w rdzeniu osadów biogenicznych z otworu wiertniczego ST.1/99 ze Studzienca. Ich akumulacja obejmuje znaczny odcinek późnego glaciału zlodowacenia warty, cały interglacjał eemski i cały wczesny vistulian, z dwoma w jego obrębie ociepleniami o charakterze interstadialnym, oraz, być może, początek środkowego vistulianu. W osadach biogenicznych — o wyraźnie mniejszej miąższości — z pozostałych stanowisk wyróżniono zdecydowanie mniej lokalnych jednostek palinostratygraficznych: z Dąbrówek i Nadolnika po 14, ze Śniedzanowa — 12, z Zielunia — 9, a z Lubowidza tylko 4, obejmujących wyraźnie krótszy odcinek młodszego plejstocenu (tab. 1). W osadach biogenicznych ze Śniedzanowa zaznaczają się dwie, uwarunkowane pożarem torfowiska, luki palinostratygraficzne. Podobna luka występuje między stropem osadów biogenicznych interglacjału eemskiego (Nadolnik) lub wczesnego vistulianu (Śniedzanowo, Dąbrówki, Studzieniec) a wyżej-leżącymi jasnoszarymi i szarozielonymi mułkami warwowymi.

STUDZIENIEC

Młodoplejstocenijskie osady biogeniczne po raz pierwszy zostały stwierdzone w Studziencu w czasie prac terenowych nad arkuszem Sierpc SMGP 1:50 000 (Kotarbiński, Krupiński, 1995; Kotarbiński, 1999a, b). Wyniki badań paleobotanicznych 10 próbek (gytii wapiennej i torfów) pobranych wówczas z otworu nr 1 wykazały, że utwory te pochodzą z późnego glaciału zlodowacenia poprzedzającego eemskie ocieplenie interglacjałne, interglacjał eemski i poeemskie ochłodzenie wczesnovistulianie (Krupiński, 1995b).

Niezwykle interesujące i obiecujące okazały się nierozdzielone klimatostratygraficznie osady zaliczone do wczesnego vistulianu. Bardzo ważnym wnioskiem wynikającym z sytuacji geologicznej, w której one występują, było stwierdzenie powyżej nich osadów glaciogenicznych, dowodzących obecności lądolodu zlodowacenia wisły. Fakt ten oraz możliwości poznania i odtworzenia przemian klimatyczno-florystycznych i paleogeograficznych wczesnego vistulianu Wysoczyzny Płockiej sprawiły, że młodoplejstocenijskie osady biogeniczne ze Studzienca stały się przedmiotem szczegółowych badań paleoprzyrodniczych. Jesienią 1999 r. z otworu Studzieniec ST.1/99 (fig. 3) został pobrany sondą GEOPROBE ponad 16-metrowej miąższości pełny rdzeń osadów biogenicznych

o nienaruszonej strukturze. Otwór ten został zlokalizowany około 240 m na SW od otworu, z którego uzyskane osady biogeniczne były przedmiotem wcześniejszych badań palinologicznych. Z rdzenia tego pobrano łącznie 337 próbek, z czego palinologicznie opracowano 175 (nr 5–334). Całkowita liczba próbek była jednak większa, ponieważ niektóre odcinki rdzenia zostały opróbowane powtórnie w sąsiednim oddalonym zaledwie o 1 m otworze.

Wyniki badań palinologicznych osadów biogenicznych z otworu wiertniczego Studzieniec ST.1/99 okazały się bardzo interesujące, a jednocześnie ze wszystkich zbadanych palinologicznie dla niniejszego opracowania profili zdecydowanie najpełniejsze. Wyróżniono tu aż 24 podstawowe, lokalne jednostki palinostratygraficzne (od L PAZ — ST-1 do L PAZ — ST-24), odzwierciedlające przemiany klimatyczno-florystyczne późnego glaciału zlodowacenia warty, całego interglacjału eemskiego i kilku jednostek klimatyczno-stratygraficznych wczesnego vistulianu (fig. 7a, b, tab. 1).

L PAZ — ST-1 — NAP–*Juniperus*–*Artemisia* (próbki nr 2–11, zbadano 4 próbki, głębokość 19,66–19,00; z osadów wszystkich próbek wydzielono znikomą liczbę silnie zniszczonych: skorodowanych, połamanych, pomiętych, czasem ciemnych i sfosylizowanych sporomorf) cechują znaczne wartości NAP (38–51%), *Juniperus* (7–11%), *Artemisia* (8–10%), *Pinus sylvestris* typ (16–25%), *Betula* (16–26%) i *Salix* (1,1–3,6%), wyraźnie mniejsze niewątpliwie zreponowanych sporomorf roślin trzyczonkowych (2–5%) i cyst *Hystrichosphaeridium* (0,1–0,8%). Odnotowano również zreponowane ziarna pyłku drzew mezo- i oligokratycznych (*Alnus* 1,3–2,3%, *Corylus* 0,2–0,8%, *Quercus* 0,3–0,6, *Ulmus* 0,1–1,0%, *Abies* 0,1–0,2%, *Tilia*, *Fraxinus*, *Carpinus* i *Picea*) o występowaniu trzyczonkowym i czwartorzonkowym. Wielkość wtórnego złoza w spektrach próbek osadów tego poziomu określono na 5–11%. Ważnym elementem jest duże zróżnicowanie taksonomiczne krzewów i roślin zielnych (Cyperaceae, Gramineae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cruciferae, Ericaceae, Labiatae, Ranunculaceae, *Ranunculus acer* typ, Rosaceae, Rubiaceae, *Thalictrum*, Umbelliferae, *Urtica*), w tym o większych wymaganiach świetlnych (*Hippophaë rhamnoides* 0,1–0,6%, *Ephedra distachya* typ 0,1%, *Empetrum* 0,2%, *Helianthemum* 0,2–0,6%, *Pleurospermum austriacum* 0,2%, *Saxifraga*, *Plantago media*, *Selaginella selaginoides*). Są obecne *Typha angustifolia* i *Myriophyllum spicatum*. Udział *Potamogeton* waha się od 0,1 do 1,2%, a spor roślin zarodnikowych (*Equisetum*, Polypodiaceae, *Sphagnum*) od 1 do 2%. Stale występują kolonie *Pediastrum* (9–29%) i *Botryococcus* (2–12%).

Górną granicę poziomu wyznacza obniżenie wartości NAP (w tym *Artemisia*, *Juniperus*, *Pediastrum*, *Botryococcus*), podniesienie krzywej udziału *Pinus* i niemalże zupełny zanik krzywych zreponowanych sporomorf roślin trzyczon-

rzędowych i drzew mezo- i oligokratycznych o występowaniu trzeciorzędowym i czwartorzędowym.

L PAZ — ST-2 — *Juniperus–Artemisia–Pinus* z podpoziomami *Pinus–Betula* — próbka nr 25 i *Pinus* — próbka nr 35 (próbki nr 12–35, zbadano 13 próbek, głębokość 19,0–17,75 m; od próbki nr 14 frekwencja sporomorf dobra, stan zachowania dobry) cechują znaczne, lecz mniejsze aniżeli w spektrach osadów poprzedniego poziomu i stopniowo malejące wartości *Juniperus* (7–1%) i *Artemisia* (5–1%) oraz wyraźnie większe i wzrastające *Pinus sylvestris* typ (44–79%). Udział *Betula* waha się od 13 do 37% (próbka nr 25), *Salix* od 0,2 do 1,4%. W niektórych próbkach odnotowano nieliczne ziarna pyłku *Populus*, *Ephedra distachya* typ, *Hippophaë rhamnoides*, *Rosa* oraz prawdopodobnie zreponowane *Alnus* i *Ulmus*. Ilości NAP są znaczne (12–24%), tylko w najwyższej pobranej próbce zdecydowanie mniejsze (5%). Jest to głównie pyłek Gramineae (1–2%), Cyperaceae (1–7%), wcześniej wymienionej *Artemisia* (1,3–4,7%), w zdecydowanie mniejszym stopniu, podobnych, jak w osadach poprzedniego poziomu, różnorodnych, lecz mniej licznych taksonomicznie roślin zielnych, w tym tylko nielicznych taksonów heliofilnych (*Helianthemum*, *Valeriana*). Wartości *Pediastrum* uległy obniżeniu z 24 do 6%, zaś *Botryococcus* wynoszą zaledwie 0,1–0,7%. Tylko w stosunkowo nielicznych próbkach odnotowano pojedyncze sporomorfy roślin niewątpliwie trzeciorzędowych. Wielkość redepozycji wahająca się od 0,1 do 1,1% (próbka nr 33) świadczy o czwartorzędowym charakterze spektrów.

Górna granica tego poziomu jest wyraźna. Wyznacza ją załamanie krzywej dużych wartości *Pinus*, obniżenie krzywej udziału NAP (w tym *Artemisia*) i *Juniperus*, zanik pyłku roślin heliofilnych i zreponowanych sporomorf roślin trzeciorzędowych i trzeciorzędowo-czwartorzędowych oraz gwałtowne podniesienie krzywej udziału *Betula*. Na granicę tę przypada zmiana charakteru osadów z szarej gytii ilastej na szarooliwkową, drobnolaminowaną gytie również ilastą, cechującą się nieco innymi parametrami fizykochemicznymi. Granica ta rozdziela niżej występujące osady późnego glacjału zlodowacenia warty od zalegających wyżej utworów biogenicznych stadium protokratycznego interglacjału eemskiego.

L PAZ — ST-3 — *Betula–(Ulmus–Quercus)* (próbki nr 36–39, zbadano 3 próbki, głębokość 17,75–17,55 m) cechują duże wartości *Betula* (49–58%), wyraźnie mniejsze *Pinus* (27–35%) oraz pojawienie się o niskich wartościach: *Ulmus* (2%), *Fraxinus* (1–2%), *Quercus* (1–5%) i *Acer*. Udział *Juniperus* uległ wyraźnemu obniżeniu od 2 do 0,9%, zaś *Salix* od 1,2 do 0,7%. Obecny jest *Populus* (0,5–0,9%). W próbce nr 38 odnotowano po jednym ziarnie pyłku *Hippophaë* i *Cornus sanguinea* (takson związany ze zbiorowiskami dębowymi) oraz sporę subarktycznej *Selaginella selaginoides*. Nieznaczny i przejściowy wzrost wartości NAP (6–9%) ma charakter lokalny i uwarunkowany jest wzrostem znaczenia Gramineae (3–5%). Zmniejszyła się różnorodność taksonomiczna roślin zielnych oraz nie odnotowano pyłku roślin heliofilnych. Pojawił się *Humulus* (1,1–1,2%) związany z siedliskami łągowymi (wiązem i jesionem). Zaznaczył się wyraźny wzrost wartości pyłku *Typha latifolia*, *Sparganium/Typha angustifolia* cf. *Sparganium*, *Myriophyllum spicatum*, *Nuphar*, *Nymphaea* i *Potamogeton*. Udział *Pediastrum* wynosi 2–4%, *Botryococ-*

cus 0,1–0,2%. Pojawił się, dotychczas nienotowany w osadach plejstocenijskich, a bardzo rzadki w holocenijskich, *Coelastrum polychordum* (Jankovska, Komarek, 2000; Komarek, Jankovska, 2001).

Górna granica tego poziomu nie jest wyraźna. Cechuje ją załamanie krzywej dużych wartości *Betula* oraz podniesienie krzywej *Pinus* i *Quercus*.

L PAZ — ST-4 — *Pinus–Betula–(Quercus)* (próbka nr 40, głębokość 17,55–17,50 m) cechują znaczne wartości *Pinus* (37%), *Betula* (41%) i wyraźnie mniejsze — *Quercus* (11%), *Fraxinus* (2%) i *Ulmus* (2%) oraz małe — *Populus*, *Juniperus* i *Salix*. W występowaniu pozostałych taksonów nie stwierdzono, w stosunku do poprzedniego poziomu, większych zmian. W obrębie NAP (6%) najliczniej jest reprezentowany pyłek Gramineae (2,3%), Cyperaceae (1,9%) i *Humulus* (1,3%), a wartości *Artemisia* obniżyły się do 0,1%.

Bardzo mała miąższość osadów tego poziomu, dobrze wykształconego w innych z tego rejonu Polski profilach osadów biogenicznych, nasuwa przypuszczenie przynajmniej częściowego ich zniszczenia i wyraźnie utrudnia poprowadzenie jego dolnej i górnej granicy. Górna granicę wyznacza obniżenie krzywych znacznych wartości *Pinus* i *Betula*, skorelowane z wyraźnym wzrostem krzywej udziału *Quercus*, a w mniejszym stopniu *Fraxinus*. Granica ta dzieli zapisane w osadach tego profilu przemiany klimatyczno-florystyczne stadium protokratycznego i mezokratycznego interglacjału eemskiego.

L PAZ — ST-5 — *Quercus–Fraxinus–(Corylus)* (próbki nr 41–48, zbadano wszystkie, głębokość 17,50–17,05 m) cechują duże, największe w całym diagramie wartości *Quercus* (43–64%), znaczne *Fraxinus* (5–7%) i *Ulmus* (2–5%), stopniowo malejące *Pinus* (29–7%) i *Betula* (15–3%) oraz wzrastające *Corylus* (0,3–27%). Nielicznie występuje pyłek *Viburnum* i *Alnus*, sporadycznie *Frangula alnus*, *Acer* i *Salix*, zanika *Populus*, przy górnej granicy poziomu pojawia się *Hedera*, *Viscum* i *Taxus*, a nieznacznie później *Tilia* i *Carpinus*. Udział NAP waha się od 3 do 5%, lecz liczba taksonów jest bardzo mała (11). Jest to głównie pyłek Gramineae (1–3%), Cyperaceae (1–2%) i *Humulus* (około 1%). W próbce nr 48 stwierdzono ziarno *Vitis*, bardzo rzadko odnotowywane w osadach interglacjału eemskiego (Sobolewska, 1954; Niklewski, 1968; Erd, 1973, 1978; Noryśkiewicz, 1978; Krupiński, 1978, 1995a; Gröger, 1979a, b; Krupiński, Morawski, 1993), w próbce nr 45 ziarno pyłku *Helianthemum*, w próbce nr 41 *Hippophaë*, a w próbce nr 44 ziarno pyłku *Calystegia*. Zanika pyłek wcześniej obecnych roślin wodnych (jedynie sporadyczny jest *Potamogeton*), pojawiają się natomiast w małych ilościach spory *Pteridium aquilinum*. Dalszemu ograniczeniu uległy wartości *Pediastrum*, stale występują kolonie *Coelastrum polychordum*, a *Botryococcus* stwierdzono tylko nielicznie.

Górna granica tego poziomu jest wyraźna. Cechuje ją załamanie krzywych dużych wartości *Quercus*, znacznych *Fraxinus*, skorelowane z szybkim podniesieniem krzywej sporego udziału *Corylus* i pojawieniem się ciągłej krzywej *Taxus* i *Carpinus*. W osadach w porównaniu z poprzednim poziomem wyraźnie wzrasta zawartość CaCO₃.

L PAZ — ST-6 — *Quercus–Corylus* (próbki nr 49–51, głębokość 17,05–16,90 m) charakteryzują znaczne, stopnio-

wy malejące wartości *Quercus* (40–33%), stopniowo wzrastające *Corylus* (38–52%) oraz wyraźnie mniejsze *Fraxinus* (2–5%), *Ulmus* (3%), *Pinus* (4–7%), *Alnus* (2–3%), *Taxus* (0,2–0,4%) i *Carpinus* (0,2%). Występuje *Acer*, *Hedera*, *Viscum* i *Humulus* (0,2–0,6%) oraz pojawia się *Tilia*. Udział NAP obniżył się do 2%, zanika pyłek *Artemisia* i nie odnotowano wcześniej obecnych spor *Pteridium aquilinum*.

Górną granicę poziomu jest wyraźna. Wyznacza ją dalsze obniżenie wartości *Quercus*, wzrost już znacznych wartości *Corylus* oraz początek ciągłego przebiegu krzywej *Tilia*.

L PAZ — ST-7 — *Corylus*–(*Quercus*–*Tilia*) (próbki nr 52–55, głębokość 16,90–16,75 m) cechują duże, największe w całym diagramie wartości *Corylus* (61–68%), znaczne *Quercus* (12–23%) i wyraźnie mniejsze niż poprzednio *Tilia cordata* typ (1–5%), *Taxus baccata* (0,2–2,4%), *Ulmus* (3–4%), *Fraxinus* (1–2%) i *Alnus* (2–4%). Stale jest notowany pyłek *Acer*, *Carpinus*, *Hedera*, *Viscum* i *Humulus*, a sporadycznie *Viburnum* i *Salix*. Udział NAP wynosi 2%. Wartości *Pediastrum* obniżyły się do 1%, stale są obecne kolonie *Coelastrum polychordum* (1–2%).

Górną granicę poziomu cechuje nieznaczne obniżenie dużych wartości *Corylus*, dalsze obniżenie *Quercus* oraz wzrost znaczenia *Taxus* i *Tilia*, a w mniejszym stopniu *Alnus* i *Carpinus*. W osadach zwiększa się zawartość CaCO₃.

L PAZ — ST-8 — *Corylus*–(*Taxus*–*Tilia*) (próbki nr 56–78, zbadano 13 próbek, głębokość 16,75–15,60 m) charakteryzują duże wartości *Corylus* (48–65%), znaczne, największe w diagramie *Taxus baccata* (4–9%) oraz również znaczne *Tilia cordata* typ (7–10%; w niektórych próbkach odnotowano *T. platyphyllos*), *Quercus* (7–11%) i *Alnus* (5–9%). W wyraźnie mniejszych ilościach stwierdzono pyłek *Fraxinus* (2–3%), *Ulmus* (1–3%), *Carpinus* (1–2%), *Pinus* (3–7%), *Betula* (1–2%), *Acer*, *Hedera* i *Viscum*, a w niektórych próbkach *Ligustrum*, *Evonymus*, *Viburnum*, *Sorbus* oraz *Hippophaë* i *Fagus*. Zróżnicowanie taksonomiczne i wartości NAP są bardzo małe (2–5%). Jest to prawie wyłącznie pyłek Gramineae, Cyperaceae i *Humulus*. Wyraźnie wzrósł udział Polypodiaceae (2–7%) i *Pediastrum* (5–18%), w mniejszym stopniu *Coelastrum polychordum* (1–4%). Prawie stale jest notowany pyłek *Typha latifolia*, *Sparganium*/*Typha angustifolia*, sporadycznie *Nuphar* i *Myriophyllum spicatum*, a w próbce nr 57 mikrospora *Salvinia*.

Górną granicę poziomu wyznacza nieznaczne obniżenie dużych wartości *Corylus*, znacznych *Taxus* oraz niewielki, lecz wyraźny wzrost udziału *Alnus* i *Carpinus*.

L PAZ — ST-9 — *Corylus*–(*Tilia*–*Alnus*) (próbki nr 79–106, zbadano 14 próbek, głębokość 15,60–14,20 m) cechują duże, lecz malejące ku górze, wartości *Corylus* (52–41%), znaczne *Tilia cordata* typ (5–10%, sporadyczne *T. platyphyllos*) i *Alnus* (11–16%), stopniowo malejące *Quercus* (11–5%), stopniowo wzrastające *Carpinus* (4–18%) oraz zdecydowanie małe *Taxus* (2–3%), *Fraxinus* (2–4%), *Ulmus* (2–4%), *Pinus* (2–4%), *Betula* (1–2%), *Acer*, *Hedera*, *Viscum* i *Humulus* (0,2–0,6%). W niektórych próbkach odnotowano pyłek *Evonymus* (nr 80 i 82), *Frangula alnus* (nr 92) i *Ilex* (nr 84, 88 i 102). Osiąga kres występowanie *Viburnum*. Zróżnicowanie taksonomiczne i wartość NAP są bardzo małe (1–3%). Jest to prawie wyłącznie pyłek Gramineae, Cyperaceae i *Hu-*

mulus, sporadycznie *Artemisia*. Nieznacznie wzrosły wartości *Pediastrum* (4–42%) i *Coelastrum polychordum* (do 5%).

Górną granicę poziomu wyznacza obniżenie wartości *Corylus* i *Tilia* oraz wzrost *Carpinus*.

L PAZ — ST-10 — *Carpinus*–*Corylus*–(*Tilia*–*Alnus*) (próbki nr 107–124, zbadano 9 próbek, głębokość 14,20–13,30 m) charakteryzują znaczne, stopniowo malejące wartości *Corylus* (37–22%), *Tilia cordata* typ (6–3%; rzadko *T. platyphyllos*), *Quercus* (7–5%), *Fraxinus* (6–2%), *Ulmus*, *Betula*, *Acer*, *Hedera*, *Viscum* i *Humulus* oraz sporadycznie *Salix*. Udziały NAP wynoszą zaledwie 1–2%, a ich taksony są nieliczne. Nieznacznie zmniejszyło się znaczenie roślin błotnych, szuwarowych, wodnych i zarodnikowych.

Górną granicę poziomu wyznacza dalsze obniżenie wartości *Corylus* i *Tilia* oraz wyraźny wzrost już znacznego udziału *Carpinus*. Jest to ostatni poziom, w którym krzywa *Humulus* ma przebieg ciągły.

L PAZ — ST-11 — *Carpinus*–(*Corylus*–*Alnus*) (próbki nr 125–142, zbadano 10 próbek, głębokość 13,30–12,40 m) cechują duże, wzrastające ku górze i jedne z największych w tym diagramie wartości *Carpinus* (45–58%), znaczne, stopniowo malejące *Corylus* (27–19%) i *Alnus* (15–13%) oraz wyraźnie mniejsze *Tilia* (5–2%; brak już *T. platyphyllos*), *Quercus* (5–2%), *Taxus* (1–2%), *Fraxinus* (1–2%) i *Ulmus* (1–2%). Zaczyna się pojawiać pyłek *Abies* i nieznacznie wzrasta (do 1% przy górnej granicy poziomu) wartość *Picea*. *Pinus* i *Betula* nie przekraczają 2 lub 1%. Jest to ostatni poziom, w którym krzywa *Hedera* i *Viscum* mają przebieg ciągły. We wszystkich próbkach odnotowano *Acer*, a tylko w nielicznych w dolnej części poziomu *Humulus*. Palinotaksony roślin zielnych są nieliczne, a ich udziały nie przekraczają 2%. *Pediastrum* waha się od 8 do 31%. Na ten poziom przypada kres występowania *Coelastrum polychordum*.

Górną granicę poziomu nie jest wyraźna. Wyznacza ją stopniowy wzrost wartości *Picea*, do wysokości, która może wskazywać na obecność tego drzewa z całą pewnością (patrz Środoń, 1967a, str. 46), przejściowe i nieznaczne obniżenie krzywej *Alnus* oraz początek ciągłego przebiegu niskiej krzywej *Abies*.

L PAZ — ST-12 — *Carpinus*–(*Alnus*–*Corylus*–*Picea*) (próbki nr 143–154, zbadano 7 próbek, głębokość 12,40–11,77 m) charakteryzują duże, największe w całym diagramie, stopniowo malejące ku górze wartości *Carpinus* (59–47%), znaczne, również malejące *Corylus* (21–10%) i *Alnus* (16–10%) oraz znaczące, wyraźnie rosnące *Picea* (2–11%), *Abies* (0,2–2%) i *Betula* (0,6–5,4%). Pyłek pozostałych drzew lub krzewów odnotowano w zdecydowanie mniejszych ilościach: *Quercus* (2%), *Taxus* (1–2%), *Ulmus* (0,2–1%), *Fraxinus* (0,3–1%), *Tilia* (0,2–0,6%), *Acer* (0,2%) i *Pinus* (0,6–1%) lub tylko w nielicznych próbkach; *Hedera* osiąga tu kres występowania. Nie ma *Viscum*, odnotowano natomiast *Ilex* (próbka nr 151), *Syringa* (nr 151) i *Buxus* cf. *sempervirens* (nr 148, 150 i 151; w tych próbkach po przerwie odnotowano również *Humulus*). Wartości NAP wahają się od 1 do 3%, a ich taksony są nieliczne (prawie wyłącznie pyłek Gramineae i Cyperaceae). Stwierdzono pojawienie się lub wzrost wartości pyłku Ericaceae i Compositae. W górnej części poziomu zwiększyło się znaczenie pyłku roślin wód płyt-

kich (*Nuphar*, *Nymphaea*, sporadycznie *Stratiotes*). Zaczynają się pojawiać spory *Pteridium*, wartości Polypodiaceae nie przekraczają 1%, *Pediastrum* wynoszą 10–20%. Sporomorfy są dobrze zachowane.

Górna granica poziomu jest wyraźna. Wyznacza ją załamanie krzywej wysokich wartości *Carpinus*, dalsze zmniejszenie znaczenia *Corylus*, wyraźne podniesienie krzywej *Picea* i *Abies*, a nieznaczne *Alnus* i *Betula* oraz zanik pyłku *Hedera* i nieco później *Acer*. W osadach zaznacza się nieznaczny wzrost zawartości substancji organicznej. Górna granica poziomu rozdziela przemiany klimatyczno-florystyczne stadium mezokratycznego i telokratycznego interglacjału eemskiego.

L PAZ — ST-13 — *Picea*–(*Abies*–*Alnus*) (próbki nr 155–163, głębokość 11,77–11,35 m) cechują znaczne, stopniowo wzrastające wartości *Picea* (14–22%) oraz malejące *Carpinus* (33–11%), *Alnus* (21–12%) i *Betula* (14–5%). W górnej części poziomu wyraźnie wzrosły wartości *Pinus* (z 4 do 43%), a udział *Abies* jest większy w części dolnej (1–3%). Wzrost wartości *Betula* w spektrach osadów na granicy tego i niższego poziomu pyłkowego może być związany z pożarem torfowiska w pobliskim Śniedzanowie. Udział pyłku innych drzew w spektrach osadów tego poziomu jest wyraźnie mniejszy i stopniowo maleje: *Corylus* (5–0,2%), *Quercus* (2–1%), *Taxus* (1–0,2%), *Ulmus* (1–0,4%), *Fraxinus* (0,6–0,2%) i *Tilia* (0,2%). Zanika ciągła krzywa *Acer*. Wzrastają wartości *Salix*. W nielicznych próbkach odnotowano pojedyncze ziarna pyłku *Juniperus*, *Evonymus*, *Fagus*, *Sambucus*, *Viscum*, *Buxus* i *Viburnum*. Nieznacznie zwiększył się udział (3–4%) i różnorodność taksonomiczna krzewinek i roślin zielnych. Oprócz dominującego pyłku Gramineae i Cyperaceae wyraźnie wzrosło znaczenie pyłku Ericaceae, *Calluna*, Compositae i Umbelliferae. Odnotowano tu m.in. pyłek *Lysimachia*, *Stellaria holostea* i *Plantago lanceolata*. Dostyc liczne są taksony roślin zarodnikowych, największe wartości osiągają spory *Pteridium aquilinum* (1–4%). Udział pyłku *Pediastrum* wynosi 3–17%.

Górna granica poziomu jest wyraźna. Cechuje ją załamanie krzywej znacznych wartości *Picea*, spadek udziału *Carpinus*, zanik pyłku *Tilia* i *Taxus* oraz wzrost znaczenia *Pinus*.

L PAZ — ST-14 — *Pinus*–(*Picea*–*Alnus*) (próbki nr 164–170, zbadano 4 próbki, głębokość 11,35–11,00 m) cechują znaczne, stopniowo wzrastające wartości *Pinus* (51–66%), wyraźnie mniejsze, stopniowo malejące *Picea* (15–7%), *Alnus* (13–6%), *Carpinus* (8–4%), *Betula* (10–9%), *Quercus* (2–0,4%), *Abies* (1–0,2%), *Corylus*, *Ulmus* i *Fraxinus* (trzy ostatnie osiągają kres występowania). Wartości NAP nieznacznie wzrosły (3–7%), lecz nie obserwuje się istotnego zwiększenia liczby ich taksonów. Ciągły przebieg ma niska krzywa Gramineae, Cyperaceae i *Calluna*. Zaznacza się niewielki wzrost udziału pyłku roślin błotnych, szuwarowych i wodnych. Pojawia się pyłek *Menyanthes*. Nieznacznie zmalały wartości *Pediastrum* (6–3%). Z roślin zarodnikowych odnotowano nieliczne spory Polypodiaceae, *Pteridium* i *Sphagnum*, a sporadycznie *Lycopodium inundatum* i *Osmunda*. Krzywa *Sphagnum* ma przebieg ciągły (0,2–0,7%).

Górna granica poziomu jest wyraźna. Cechuje się dalszym wzrostem wartości *Pinus*, zmniejszeniem *Carpinus*, *Quercus* i *Picea* oraz zanikiem *Corylus*, *Fraxinus* i *Ulmus*. W osadach zwiększa się zdecydowanie zawartość substancji organicznej.

L PAZ — ST-15 — *Pinus*–(*Nymphaea*) (próbki nr 171–177, zbadano 5 próbek, głębokość 11,00–10,65 m) cechują bardzo duże wartości *Pinus* (81–84%), zdecydowanie mniejsze *Betula* (4–6%), NAP (7–8%) i *Picea* (3%) oraz małe *Alnus* (1–2%), *Carpinus* (0,2–1%), *Quercus* (0,2–0,3%) i *Salix* (0,2–0,5%). Prawie stale jest obecny i wzrasta udział *Juniperus*. Utrzymuje się ciągła krzywa *Calluna* i podobny przebieg jak poprzednio ma krzywa Ericaceae i *Artemisia*. Zwiększa się liczba taksonów roślin krzewinkowych, zielnych, błotnych, szuwarowych (*Menyanthes* — ciągła krzywa do 2%, *Sparganium*/*Typha angustifolia*, *Comarum* i *Valeriana*) i wodnych (*Nymphaea* — ciągła krzywa do 2,8%, *Nuphar* i *Nymphaea candida*). Wartości *Pediastrum* wynoszą poniżej 2%. Pojawia się niska krzywa *Equisetum* (0,2–0,3%), utrzymuje ciągła krzywa Polypodiaceae (0,2–0,5%), rzadko notowany jest *Lycopodium annotinum* i *L. clavatum*, zanikają spory *Pteridium* i zaczyna się wyraźny wzrost udziału *Sphagnum*.

Górna granicę poziomu wyznacza zdecydowany wzrost znaczenia *Juniperus*, NAP, w tym *Artemisia*, przerwanie ciągłej krzywej *Carpinus* i *Quercus* oraz wydłużenie listy taksonów roślin krzewinkowych i zielnych.

L PAZ — ST-16 — *Pinus*–(*Juniperus*–NAP–*Sphagnum*) (próbki nr 178–211, zbadano 19 próbek, głębokość 10,65–9,00 m) cechują duże, stopniowo malejące wartości *Pinus* (76–54%), znaczne NAP (16–30%) i zdecydowanie mniejsze *Betula* (4–8%), *Picea* (1–5%), *Juniperus* (0,7–3%), *Salix* (0,2–1,2%), *Alnus* (0,3–2,0%) i *Carpinus* (0,2–1,6%). W niektórych próbkach odnotowano pojedyncze ziarna pyłku *Corylus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Tilia* i *Abies*, sporadycznie *Viscum*, *Juglans*, *Ephedra fragilis* typ i *Taxus*. Różnorodność taksonomiczna krzewinek i roślin zielnych jest znaczna. Jest to głównie pyłek: Gramineae (4–14%), Cyperaceae (9–12%) i *Artemisia* (0,5–3,8%), w mniejszym stopniu roślin z rodzin i rodzajów: Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae Liguliflorae, C. Tubiflorae, Cruciferae, Ericaceae, *Calluna*, *Ledum*, *Oxycoccus*, *Vaccinium*, *Prunella* typ, *Lathyrus*, *Pulsatilla*, Ranunculaceae, *Ranunculus acer* typ, Rubiaceae, *Pulsatilla*, *Rumex*, *Geum* typ, *Thalictrum* i Umbelliferae, w tym o większych wymaganiach świetlnych: *Campanula*, *Gypsophila*, *Gentiana*, *Pleurospermum austriacum*, *Empetrum*, *Polygonum bistorta*/P. *viviparum*, *Helianthemum nummularium* typ, *H. oelandicum* typ, *Sanguisorba officinalis*, *Plantago maior*, P. *media* i *Saxifraga*. Dostyc liczne są taksony roślin błotnych i szuwarowych (*Sparganium*/*Typha angustifolia*, od 0,1 do 3,1%; *Valeriana*, *Menyanthes* i *Comarum*) oraz płytkich wód (stale *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton*, nie stwierdzono wcześniej obecnych *Nymphaea* i *Nuphar*). Wyraźnie wzrosły wartości *Sphagnum* (2–12%) i *Pediastrum* (6–38%), mniej *Equisetum* (0,2–1,3%). Pogłębił się bardzo stopień zniszczenia sporomorf, z których ilość nieoznaczonych dochodzi do 2,5%.

Górna granicę tego poziomu cechuje wzrost udziału NAP, w tym *Artemisia*, i spadek udziału *Pinus*. Granica ta rozdziela jednocześnie osady i przemiany klimatyczno-florystyczne stadium telokratycznego interglacjału eemskiego od pierwszego stadium wczesnego vistulianu. Za takim jej wyznaczeniem przemawiają jeszcze stosunkowo niskie wartości *Artemisia*, a zwłaszcza stała obecność znaczących ilości pyłku drzew oligo- i mezokratycznych. Dostyc liczne taksony roślin helio-

filnych mogłyby natomiast skłaniać do zaliczenia osadów tego poziomu już do wczesnego vistulianu.

L PAZ — ST-17 — NAP–*Pinus*–*Artemisia* (próbki nr 212–224, zbadano 6 próbek, głębokość 9,00–8,35 m) charakteryzują znaczne, stopniowo wzrastające wartości NAP (32–39%), w tym *Artemisia* (4–5%), i malejące *Pinus* (52–35%), wyraźnie mniejsze *Betula* (7–14%), *Picea* (5–6%) i *Juniperus* (1–2%) oraz zdecydowanie małe *Alnus* (1–2%), *Carpinus* (0,4–0,6%), *Quercus* (0,3–0,5%), *Corylus* (0,1–0,4%), *Salix* (0,4–0,6%), *Abies* (0,1–0,3%) i *Ulmus* (0,1–0,2%). W nielicznych próbkach odnotowano pyłek *Fraxinus* i *Hippophaë*. Lista taksonów roślin zielnych i krzewinek, w tym o większych wymaganiach świetlnych, oraz siedlisk błotnych, szuwarowych i wodnych jest podobna jak w osadach poprzedniego poziomu. Wzrastają wyraźnie ku górze wartości *Pediastrum* (z 38 do 116%). Dostatecznie liczne są taksony roślin zarodnikowych; największy udział osiąga *Sphagnum* (4–6%). Spory pozostałych roślin odnotowano w zdecydowanie mniejszych ilościach (Polypodiaceae, *Pteridium*, *Equisetum*, *Lycopodium annotinum*) lub tylko w niektórych próbkach (*Lycopodium clavatum*, *L. inundatum*, *Osmunda*).

Górną granicę tego poziomu cechuje dalszy, nieznaczny wzrost wartości NAP, a nieco później *Betula*, oraz obniżenie krzywych *Pinus*, *Artemisia* i *Picea*. Wyraźnie zwiększa się popielność osadów.

L PAZ — ST-18 — NAP–(*Betula*–*Pinus*) (próbki nr 225–227, głębokość 8,35–8,20 m) cechują znaczne, stopniowo malejące wartości *Pinus* (33–21%) i wzrastające *Betula* (17–32%) oraz NAP (ponad 40%), w tym *Artemisia* (3%). Udział pyłku innych drzew jest zdecydowanie mniejszy: *Picea* 4,7 i 2,4%, *Alnus* 2 i 0,7%, *Juniperus* 0,7 i 1,4%, *Salix* 0,7 i 0,2% lub mały: *Carpinus* 0,4 i 0,6%, *Corylus* 0,2%, *Quercus* 0,1%, *Ulmus* 0,2% i *Abies* 0,1%, a kres występowania niektórych taksonów zbiega się z górną granicą tego poziomu. Pojawiła się ciągła krzywa *Larix*, odnotowano również po jednym ziarnie pyłku *Fagus* i *Tilia cordata* typ. Podobnie jak w osadach poprzedniego poziomu różnorodność taksonomiczna roślin zielnych jest duża, lecz bardzo nielicznie występują rośliny heliofilne. Znaczne jest też zróżnicowanie taksonomiczne roślin błotnych i szuwarowych: *Typha latifolia*, *Menyanthes*, *Sparganium/Typha angustifolia*, *Comarum*, *Filipendula* i *Valeriana*. Z roślin wodnych odnotowano *Myriophyllum spicatum* i *Stratiotes*. Udział *Pediastrum* wynosi 81 i 111%. Dość powszechne są taksony roślin zarodnikowych: *Equisetum* (0,4 i 0,9%), Polypodiaceae (2%), *Pteridium* (0,2%) i *Sphagnum* (5 i 2%). Krzywa *Sphagnum* przy górnej granicy poziomu wyraźnie obniża się.

Granica poziomu jest wyraźna. Cechuje ją dalszy wzrost wartości *Betula*, wyraźne obniżenie krzywej *Pinus*, *Picea*, *Juniperus*, NAP i *Sphagnum* oraz zanik ciągłej krzywej pyłku *Abies*, *Carpinus* i *Corylus*. W osadach pojawia się CaCO₃.

Granica ta stanowi zakończenie przemian klimatyczno-florystycznych pierwszego, wczesnovistuliańskiego okresu bezleśnego i jednocześnie wyznacza początek pierwszego, w obrębie wczesnego vistulianu, ocieplenia interstadialnego.

L PAZ — ST-19 — *Betula*–(*Pinus*) (próbki nr 228–238, zbadano 4 próbki, głębokość 8,20–7,86 m) cechują bardzo duże wartości *Betula* (70–74%), wyraźnie mniejsze, stopniowo wzrastające *Pinus* (10–20%) i malejące NAP (16–8%).

Odnotowano również mały udział *Quercus* (0,2%), *Alnus* (0,2%), *Juniperus* (0,2–0,5%), *Larix* (0,2%) i *Salix* (0,2%). Zanika pyłek *Corylus* i *Ulmus*. Wyraźnemu obniżeniu uległy wartości, a skróceniu lista taksonów roślin krzewinkowych i zielnych. Jest to głównie pyłek Gramineae (7–4%), Cyperaceae (4–3%) i *Artemisia* (3–1%). Nie odnotowano heliofitów. Krzywa *Typha latifolia* utrzymała przebieg ciągły. Brak wcześniej obecnych *Menyanthes*, *Comarum* i *Valeriana*, zanika również pyłek *Myriophyllum spicatum* i *Stratiotes*. Wyraźnemu obniżeniu uległy wartości *Pediastrum* (54–21%). Zmalało znaczenie roślin zarodnikowych.

Górna granica poziomu jest wyraźna. Powyżej gytii wapiennej występuje bardzo cienka, niezaznaczona na profilu litologicznym, warstwa ciemnoszarej, grubodetrytycznej gytii. Na tę granicę przypada przecięcie się krzywej opadającej *Betula* i wznoszącej *Pinus*, zwiększenie wartości *Larix* i NAP, w tym *Artemisia*, pojawienie ciągłej, niskiej krzywej *Picea* i wyraźny wzrost znaczenia *Sphagnum*. Zdecydowanie spada zawartość CaCO₃. Spektra osadów tego poziomu pyłkowego odzwierciedlają przemiany klimatyczno-florystyczne staszego odcinka, pierwszego w obrębie wczesnego vistulianu, ocieplenia interstadialnego, określonego w tym opracowaniu jako interstadiał Studzieniec I (tab. 1). Należy go korelować ze starszym odcinkiem (a) interstadiału Amersfoort (Brørup) lub Zgierz-Rudunki ZR11-11 (Jastrzębska-Mamełka, 1985).

L PAZ — ST-20 — *Pinus*–(*Larix*–*Artemisia*) (próbki nr 235–276, zbadano 14 próbek, głębokość 7,86–5,75 m) osiąga bardzo dużą miąższość (2,11 m) i wykazuje dużą zmienność litologiczną osadów. Jego spektra cechują znaczne, dosyć stabilne wartości *Pinus* (43–56%), wyraźnie mniejsze, stopniowo wzrastające NAP (19–34%) i malejące *Betula* (30–12%) oraz największe w całym diagramie wartości *Larix* (2–5%). Udział *Picea* wynosi 1–2%. Pyłek innych drzew i krzewów (*Alnus*, *Quercus*, *Salix* i *Juniperus*) odnotowano w małych ilościach lub tylko w nielicznych próbkach (*Corylus*, *Carpinus*, *Ulmus* i *Tilia*). W próbce nr 239 stwierdzono pyłek *Lonicera*. W obrębie NAP (19–34%) największe wartości osiąga Gramineae (7–14%), Cyperaceae (6–13%) i *Artemisia* (2–6%). Zróżnicowanie taksonomiczne jest zdecydowanie większe, aniżeli w osadach poprzedniego poziomu. W niektórych próbkach stwierdzono pyłek roślin heliofilnych: *Armeria*, *Euphorbia*, *Polygonum bistorta*/*P. viviparum* i *Sanguisorba officinalis*. Liczne są taksony roślin błotnych, szuwarowych (*Menyanthes*, *Filipendula*, sporadycznie *Comarum*, *Sparganium/Typha angustifolia* — 2,7% w górnej części, brak wcześniej obecnej *Typha latifolia*), wodnych (*Myriophyllum spicatum*, *Nymphaea*, *Potamogeton*, sporadycznie *Urticularia*) i zarodnikowych (*Equisetum* 0,1–1,1%, Polypodiaceae 1–4%, *Pteridium* 0,1–0,7%, *Sphagnum* 2–13%, sporadycznie *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum* i *L. inundatum*). Wartości *Pediastrum* są zróżnicowane (9–49%), w części środkowej poziomu obniżyły się do 9%.

Górna granica poziomu jest wyraźna. Cechuje ją zdecydowane obniżenie krzywej *Pinus*, wyraźny wzrost różnorodności taksonomicznej i wartości NAP (w tym *Artemisia*), *Sparganium/Typha angustifolia* i *Pediastrum*. Wzrost udziału substancji organicznej stanowi jednocześnie górną granicę przemian klimatyczno-florystycznych pierwszego w obrębie wczesnego vistulianu ocieplenia o charakterze interstadial-

nym, określonego w tym opracowaniu jako interstadiał Studzieniec I (tab. 1).

L PAZ — ST-21 — NAP–*Artemisia*–(*Larix*) z podpoziomem *Sparganium* typ (próbki nr 227–283, zbadano 2 próbki, głębokość 5,75–5,30 m) cechują duże, zróżnicowane w obu badanych próbkach wartości NAP (57 i 25%), w tym *Artemisia* (7 i 3%) oraz *Pinus* (21 i 55%). W wyraźnie mniejszych ilościach odnotowano *Betula* (17 i 14%) i *Larix* (3 i 4%), a w jeszcze mniejszych *Picea*, *Juniperus*, *Salix* i *Alnus*. Występujący sporadycznie pyłek *Quercus*, *Corylus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Fraxinus* i *Carpinus*, wobec braku elementów zredeponowanych, należy uznać za pochodzący z dalekiego transportu. Roślinność zielna wykazuje dużą różnorodność taksonomiczną. Jest to głównie pyłek Gramineae (31 i 14%), Cyperaceae (16 i 6%), *Artemisia*, w mniejszym stopniu licznych, wcześniej obecnych i nowych taksonów, w tym heliofilnych: *Helianthemum*, *Plantago media* i *Polygonum bistorta*/P. *viviparum*. Wyraźnie wzrosło znaczenie roślin szuwarowych. W spektrum próbki nr 279 wartości *Sparganium* typ wynoszą 9%. Ponadto odnotowano pyłek *Menyanthes*, *Filipendula*, *Sagittaria* i *Typha latifolia*. Liczne są również taksony roślin wodnych (*Myriophyllum spicatum*, *Nuphar*, *Nymphaea* i *Potamogeton*) i zarodnikowych (*Equisetum*, Polypodiaceae — 24 i 0,4%, *Pteridium* — 1 i 0,1%, *Sphagnum* — 5 i 3%, sporadycznie *Lycopodium clavatum*). Wyraźnie zróżnicowane są w obu badanych próbkach wartości *Pediastrum* (108 i 8%).

Górna granica tego poziomu jest wyraźna. Cechuje ją zmniejszenie różnorodności i obniżenie krzywej znacznych wartości NAP (w tym *Artemisia*), dalszy spadek *Pediastrum*, zanik krzywej znaczących wartości *Larix* i *Sphagnum* oraz wzrost *Pinus*. Rozpoczęła się akumulacja stosunkowo niskopopielnych torfów (bez mchów torfowcowych). Spektra osadów tego poziomu pyłkowego odzwierciedlają przemiany klimatyczno-florystyczne drugiego w obrębie wczesnego vistulianu pesimum klimatycznego, związanego ze zbiorowiskami roślinnymi o charakterze nieleśnym. Poziom ten oznaczono jako EV3 (tab. 1) i należy go korelować ze stadią V2 według Tobolskiego (1986, 1991), EV3 według Mamakowej (1989) lub Zgierz-Rudunki ZRII-13 według Jastrzębskiej-Mamełki (1985).

L PAZ — ST-22 — *Pinus* z podpoziomem *Betula* w części dolnej i podpoziomem *Larix* w górnej części (próbki nr 284–301, zbadano 6 próbek, głębokość 5,30–4,45 m) cechują duże lub bardzo duże, zróżnicowane, stopniowo wzrastające wartości *Pinus* (63–91%, w części środkowej 91%) i znaczące, początkowo malejące, a później wzrastające wartości NAP (9–23%) i *Larix* (0,7–2,4%) oraz malejące *Betula* (27–3%, w części dolnej 27%). W małych ilościach odnotowano pyłek *Salix* (0,2%) i *Alnus* (0,2%), a tylko w niektórych próbkach *Carpinus*, *Corylus*, *Quercus*, *Tilia* i *Prunus*. W obrębie NAP dominuje pyłek Gramineae (3–12%) i Cyperaceae (3–9%). Wartości *Artemisia* wahają się od 0,2 do 0,7%. Różnorodność taksonomiczna NAP jest mała. Stwierdzono zaledwie 15 taksonów. Nie występuje pyłek roślin heliofilnych. Nastąpiło również zubożenie taksonomiczne i zmniejszyło się znaczenie pyłku roślin błotnych, szuwarowych, wodnych i zarodnikowych. Wartości *Pediastrum* wynoszą zaledwie 0,2–0,6%.

Górna granica poziomu jest wyraźna. Cechuje się zdecydowanym podniesieniem krzywej NAP (w tym *Artemisia*) skorelowanym z załamaniem krzywej dużych wartości *Pinus*. Wyraźnie obniżył się udział substancji organicznej i wzrosła popielność. Spektra osadów tego poziomu pyłkowego odzwierciedlają drugie w obrębie wczesnego vistulianu ocieplenie, oznaczone w tym opracowaniu interstadią ocieplenia Studzieniec II (tab. 1), które może być korelowane z ociepleniem interstadią Zgierz-Rudunki ZRII-14 (Jastrzębska-Mamełka, 1985) lub Odderade (Tobolski, 1986, 1991; Grüger, 1991).

L PAZ — ST-23 — NAP–*Pinus*–(*Larix*–*Artemisia*) (próbki nr 302–326, zbadano 12 próbek, głębokość 4,45–3,20 m) osiąga znaczną miąższość (1,25 m). Jego spektra cechują znaczne wartości *Pinus* (51–57%) i NAP (31–40%), w tym *Artemisia* (3–6%), oraz znaczące, stopniowo malejące *Larix* (4–0,5%), *Betula* (9–6%) i *Salix* 0,7–0,2%). W niektórych próbkach odnotowano *Alnus*, *Corylus*, *Quercus* i *Ulmus*. Liczny w osadach tego poziomu pyłek krzewinek i roślin zielnych należy głównie do Gramineae (13–22%), Cyperaceae (8–13%) i *Artemisia*, a w mniejszym stopniu do innych, w tym heliofilnych taksonów (*Empetrum*, *Saxifraga*, *Chamaenerion/Epilobium*, *Valeriana*, *Sanguisorba officinalis*, *Polygonum bistorta*/P. *viviparum*). W stosunku do osadów poprzedniego poziomu zwiększa się różnorodność taksonomiczna pyłku roślin błotnych i szuwarowych (*Filipendula*, *Chamaenerion/Epilobium*, *Menyanthes*, *Valeriana*, *Typha latifolia*), wodnych (*Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton*) i zarodnikowych (*Botrychium*, *Equisetum*, *Pteridium*, Polypodiaceae, *Ophioglossum* i *Sphagnum* — od 1 do 7%). Wartości *Pediastrum* są małe (1–2%).

Górna granica poziomu nie jest wyraźna. Zaznacza się wzrostem udziału NAP i zmniejszeniem *Pinus*. Jego spektra odzwierciedlają przemiany klimatyczno-florystyczne, starszego odcinka, trzeciego w obrębie vistulianu pesimum klimatycznego, związanego ze zbiorowiskami roślinnymi o nieleśnym charakterze.

L PAZ — ST-24 — NAP–(*Artemisia*–*Pinus*–*Sphagnum*) (próbki nr 327–334, zbadano 3 próbki, głębokość 3,20–2,80 m) cechują duże wartości NAP (39–58%, w tym *Artemisia* 4–5%) oraz wyraźnie mniejsze, stopniowo malejące *Pinus* (44–25%) i *Betula* (17–13%). Pyłek innych drzew ma wyraźnie mniejszy udział: *Larix* (0,3–0,7%), *Picea* (0,2–0,6%), *Alnus* (0,3–0,6%) i niekiedy może pochodzić z dalekiego transportu (*Quercus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Carpinus* i *Abies*). Stwierdzono dosyć liczne taksony roślin heliofilnych, m.in.: *Ephedra distachya* typ, *Hippophaë rhamnoides*, *Empetrum*, *Gentiana*, *Saxifraga oppositifolia*, *Valeriana* i *Polygonum bistorta*/P. *viviparum*. Różnorodność taksonomiczna roślin zielnych jest duża, ale nieznacznie mniejsza niż w spektrach pyłkowych osadów poprzedniego poziomu. Dominuje tu Gramineae (21–40%), Cyperaceae (9–12%) i *Artemisia*. Liczne i podobne, jak w osadach poprzedniego poziomu, są taksony roślin błotnych, szuwarowych i zarodnikowych. Zdecydowanie większe wartości osiągają spory *Sphagnum* (8–14%), a zmniejsza się znaczenie roślin wodnych. Udział *Pediastrum* wynosi od 2 do 4%. Występujące tu sporomorfy

cechują się znacznym zniszczeniem. Ilość nieoznaczonych z tego powodu dochodzi do 3%.

Górna granica badanego poziomu jest uwarunkowana procesami erozyjnymi. Na jego osadach zalegają niezawierające sporomorf jasnoszare piaski z licznymi ziarnami grubego żwiru, na których spoczywają szarozielone mułki. Spektra tego poziomu reprezentują przemiany klimatyczno-florystyczne młodszego odcinka trzeciego, w obrębie vistulianu, pesimum klimatycznego i odzwierciedlają występowanie zbiorowisk roślinnych o charakterze tundrowym.

Korelację podstawowych jednostek palinostratygraficznych, wyróżnionych w osadach biogenicznych z otworu wiertniczego ST.1/99 w Studzieniu, z jednostkami wydzielonymi w osadach innych stanowisk Wysoczyzny Płockiej i obszaru Warszawy zamieszczono w tabeli 1.

Studzieniec jest kolejnym, chociaż nielicznym na obszarze Polski, stanowiskiem z dobrze zachowanymi osadami biogenicznymi wczesnego vistulianu, w których wyróżniono dwa ocieplenia skorelowane z interstadią Amersfoort-Brørup i Odderade. Wcześniej epizody te rozpoznano w osadach z Zgierza-Rudunek (Jastrzębska-Mamełka, 1985), z rejonu Konina (Tabolski, 1991; Stankowski i in., 1999), a ostatnio z Łaniet koło Kutna (Balwierz, Roman, 2002).

DĄBRÓWKI

Młodoplejstocenijskie osady biolimnologiczne o miąższości ponad 6 m po raz pierwszy nawiercono w tym stanowisku wiertnicą WH w 1999 r. (fig. 8). Nieznacznie później z otworu DB.1/99 został pobrany sondą GEOPROBE ich cały rdzeń o nienaruszonej strukturze. Z tego około 8-metrowego rdzenia pobrano 144 próbki, a palinologicznie opracowano 47 próbek (nr 8–142). Uzyskane wyniki pozwoliły wydzielić 15 podstawowych jednostek palinostratygraficznych (od L PAZ — DB-1 do L PAZ — DB-16, z luką sedimentacyjną przypadającą na niezachowane osady L PAZ — DB-15), charakteryzujących fragmenty sukcesji zbiorowisk roślinnych interglacjału eemskiego, późnego glacjału poprzedzającego go zlodowacenia i wczesnego glacjału zlodowacenia wisły (fig. 8, tab. 1).

L PAZ — DB-1 — NAP–*Juniperus*–*Pinus*–(*Artemisia*) (próbki nr 6–14, zbadano 3 próbki, głębokość 9,45–9,00 m) cechują znaczne wartości NAP (16–41%), *Juniperus* (4–12%), *Pinus sylvestris* typ (29–52%), *Betula* (8–25%) i *Artemisia* (3–5%). Oprócz elementów czwartorzędowych stwierdzono zróżnicowane ilości (0,3–22%) zreponowanych, silnie zniszczonych sporomorf roślin trzeciorzędowych i planktonu morskiego z grupy *Hystrichosphaeridium* (0,3–1%), obcych dla czwartorzędu obszaru Polski, oraz małe ilości (0–1%) również znajdującego się na wtórnym złożu pyłku drzew mezo- i oligokratycznych (*Abies*, *Alnus*, *Carpinus*, *Quercus* i *Ulmus*) o występowaniu trzeciorzędowym i czwartorzędowym. Spektra pyłkowe próbek osadów tego poziomu nie mają więc czysto czwartorzędowego charakteru, a wielkość wtórnego złoża określono minimalnie na 1,5–31%. Udział silnie zniszczonych sporomorf wynosi od 0,2 do 9,7%.

Ważnym składnikiem spektrów osadów poziomu jest pyłek roślin o większych wymaganiach świetlnych, w szczególności *Hippophaë* (1,2%), *Ephedra distachya* typ (0,1–0,4%), *Salix* (1,3–3,2%), *Populus* (0,2–0,4%), *Empetrum* i *Helianthemum*. NAP wykazuje duże zróżnicowanie taksonomiczne. Głównym jego składnikiem jest Cyperaceae (3–20%), Gramineae (9–14%), *Artemisia* oraz przedstawiciele rodzin i rodzajów: Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cruciferae, Ericaceae, *Arctostaphylos*, *Polygonum*, Ranunculaceae, Rosaceae, Rubiaceae, *Saxifraga*, Umbelliferae i *Thalictrum*. Małe wartości wykazuje *Sparganium*/*Typha angustifolia* cf. *Typha angustifolia*, *Potamogeton*, *Nuphar* oraz spory: *Equisetum*, Polypodiaceae, *Lycopodium alpinum*, *Ophioglossum*, *Botrychium* i *Sphagnum*). Niski udział cechuje *Pediastrum* (4–6%) i *Botryococcus* (1–9%).

Górna granica tego poziomu jest wyraźna. Zaznacza się zmianą charakteru litologicznego osadów, zawartości CaCO₃, radykalnym zwiększeniem koncentracji sporomorf i poprawą ich stanu przetrwania oraz zmianą przebiegu krzywych wartości kilku taksonów lub ich zaniku. Następuje wyraźne załamanie krzywej *Juniperus*, obniżenie krzywej *Pinus* i NAP, zupełny zanik sporomorf roślin odmiennych wiekowo i roślin heliofilnych oraz *Botryococcus*, skorelowane ze wzrostem *Betula* i pojawieniem się pierwszych ziarn *Ulmus*, *Fraxinus* i *Humulus*. Granica ta wyznacza jednocześnie górną granicę późnego glacjału zlodowacenia poprzedzającego interglacjału eemski i dolną granicę wyżej zalegających osadów stadium protokratycznego interglacjału eemskiego.

L PAZ — DB-2 — *Betula*–*Pinus*–(NAP) (próbki nr 15 i 16, zbadano 1 próbkę, głębokość 9,00–8,90 m). Jego spektrum ma czysto czwartorzędowy charakter. Cechują go znaczne wartości *Betula* (43%) i *Pinus sylvestris* typ (35%), wyraźnie mniejsze NAP (16%), *Juniperus* (3%), *Artemisia* (3%), *Salix* (1%) i *Populus* (0,4%) oraz pojawienie się pierwszych ziarn *Ulmus*, *Fraxinus*, *Quercus* i *Humulus*. Zanika pyłek roślin heliofilnych oraz zmniejsza się różnorodność taksonomiczna roślin zielnych. Dominuje Gramineae (8%), Cyperaceae (4%) i *Artemisia*.

Górną granicę poziomu wyznacza przecięcie się krzywej opadającej *Betula* i wznoszącej *Pinus*, wyraźne obniżenie krzywej *Juniperus*, NAP (w tym *Artemisia*) i *Salix* oraz podniesienie krzywej niskiego udziału *Quercus*. Wyraźnie wzrasta zawartość CaCO₃.

L PAZ — DB-3 — *Pinus*–*Betula*–(*Quercus*) (próbki nr 17–19, zbadano 1 próbkę, głębokość 8,90–8,75 m) charakteryzują duże wartości *Pinus* (52%), znaczne *Betula* (33%), wyraźnie mniejsze *Quercus* (5%), *Ulmus* (1,5%), *Fraxinus* (1,1%) i NAP (7%). Notowany jest *Humulus*. W znikomych ilościach występuje *Juniperus* i *Populus*, osiągający w tym poziomie kres występowania. Następuje dalsze zubożenie różnorodności roślin zielnych.

Górną granicę poziomu cechuje radykalne załamanie wysokiej krzywej *Pinus*, zanik *Juniperus*, gwałtowny wzrost krzywej *Quercus* i wyraźny *Fraxinus*. Granica ta wyznacza kres obecności zbiorowisk roślinnych stadium protokratycznego interglacjału eemskiego i początek jego stadium mezo-kratycznego.

L PAZ — DB-4 — *Quercus–Fraxinus–(Corylus)* z poziomem *Corylus* w jego górnej części (próbki nr 20–27, zbadano 4 próbki, głębokość 8,75–8,35 m) cechują duże, największe w diagramie wartości *Quercus* (38–61%), znaczne stopniowo malejące *Pinus* (30–7%), *Betula* (15–4%) i stopniowo wzrastające *Fraxinus* (4–9%), *Corylus* (1–13%) oraz zdecydowanie mniejsze *Ulmus* (1–4%), *Salix*, *Viburnum* i *Humulus* (0,5–0,7%). Zaczyna się pojawiać *Alnus*, *Acer*, *Hedera*, *Taxus*, *Ligustrum* i *Cornus sanguinea*. Zaznacza się dalsze obniżenie wartości z 7 do 4% i zubożenie taksonomiczne NAP. Stale jest obecny pyłek *Sparganium/Typha angustifolia* cf. *Sparganium*, przejściowo pojawiają się tylko w tym poziomie spory *Pteridium aquilinum*.

Górną granicę poziomu wyznacza załamanie krzywej wysokich wartości *Quercus*, obniżenie udziału *Fraxinus*, *Pinus* i *Betula*, gwałtowny wzrost krzywej *Corylus* i w mniejszym stopniu *Alnus*, *Taxus* oraz pojawienie się pyłku *Tilia*.

L PAZ — DB-5 — *Corylus–(Taxus–Tilia)* (próbki nr 28–34, zbadano 4 próbki, głębokość 8,35–8,00 m) charakteryzują duże, największe w diagramie wartości *Corylus* (57–68%), znaczne *Tilia cordata* typ (5–9%), *Taxus baccata* (1–4%), *Quercus* (6–13%), *Alnus* (3–9%), *Ulmus* (2–3%) i *Fraxinus* (2%) oraz małe *Pinus*, *Betula* i *Acer*. Nieregularnie występuje *Cornus sanguinea*, *Hedera*, *Ilex*, *Ligustrum*, *Viscum* i *Viburnum*. Zaczyna się pojawiać *Carpinus*. Udziały NAP, których składnikiem jest *Humulus*, obniżają się do 1%.

Górną granicę poziomu wyznacza zmniejszenie wartości *Corylus* skorelowane ze wzrostem znaczenia *Alnus* i *Carpinus*.

L PAZ — DB-6 — *Corylus–(Tilia–Alnus)* (próbki nr 35–40, zbadano 3 próbki, głębokość 8,00–7,70 m) cechują duże wartości *Corylus* (51–55%), znaczące *Tilia* (6–7%; jest również *T. platyphyllos*), *Alnus* (14–17%), *Taxus* (2–4%), *Quercus* (7–8%), *Fraxinus* (2–3%) i *Ulmus* (2%). Powolnie wzrasta znaczenie *Carpinus* (2–4%). Stale jest obecny, lecz w małych ilościach, *Acer*, *Hedera*, *Viscum*, *Salix*, *Pinus*, *Betula*, *Humulus* i rzadko *Ligustrum*. Wartości NAP wahają się od 2 do 4%. Jest to prawie wyłącznie pyłek *Gramineae*, *Cyperaceae* i *Humulus*.

Górna granica poziomu nie jest wyraźna i przebiega łagodnie. Zaznacza się dalszym, nieznacznym obniżeniem wartości *Corylus* i *Quercus*, skorelowanym z niewielkim wzrostem udziału *Carpinus* i *Tilia*.

L PAZ — DB-7 — *Carpinus–Corylus–(Tilia–Alnus)* (próbki nr 41–59, zbadano 5 próbek, głębokość 7,70–6,80 m) charakteryzują znaczne, stopniowo malejące wartości *Corylus* (49–22%) i stopniowo wzrastające *Carpinus* (8–41%), również spore *Tilia cordata* typ (4–11%; w małych ilościach *T. platyphyllos*), *Alnus* (14–17%) oraz zdecydowanie mniejsze *Quercus* (3–5%), *Fraxinus* (2–4%), *Ulmus* (1–3%), *Taxus* (2%), *Acer*, *Hedera* i *Viscum*. W niektórych próbkach odnotowano *Evonymus*, *Fagus* i *Salix*. Wartości *Pinus* i *Betula* są bardzo małe i nie przekraczają 1%. Na niskie udziały (1–2%) i małą różnorodność taksonomiczną roślin zielnych składa się prawie wyłącznie pyłek *Gramineae*, *Cyperaceae* i *Humulus*. Pojawia się *Calluna*. Wartości *Pediastrum* wzrastają do 9%.

Górną granicę poziomu wyznacza wyraźne obniżenie krzywej wartości pyłku *Corylus* i *Tilia*, skorelowane z dalszym podniesieniem krzywej *Carpinus*.

L PAZ — DB-8 — *Carpinus–(Corylus–Alnus)* (próbki nr 60–75, zbadano 5 próbek, głębokość 6,80–6,00 m) cechują duże, największe w diagramie wartości *Carpinus* (49–61%), znaczne *Corylus* (10–25%), *Alnus* (11–14%) i *Tilia* (2–4%) oraz małe *Quercus* (1–2%), *Ulmus* (1–2%), *Fraxinus* (1%), *Taxus* (1%) i *Acer*. W niektórych próbkach stwierdzono również *Viscum*, *Hedera*, *Evonymus*, *Ilex* i *Tilia platyphyllos*. Na osady tego poziomu przypada koniec ciągłej krzywej *Humulus* i *Hedera*. Wyznaczenie jego górnej granicy i dolnej poziomu następnego jest utrudnione. W wyniku awarii sprzętu na styku kolejnych odcinków rdzenia o długości 120 cm nie pobrano jego 7-centymetrowego fragmentu. Bezpośrednio nad szaroliwkowymi, wysokowęglanowymi gytiami wapiennymi (kredą jeziorną) występuje słabo lub średnio rozłożony torf z dobrze zachowanymi tkankami roślin. Należałoby się tu spodziewać gytii drobno- i grubodetrytycznej.

Górną granicę tego poziomu wyznacza dalsze obniżenie wartości *Corylus*, *Alnus* i *Tilia*. Zanika pyłek *Humulus*, natomiast pojawia się i zyskuje na znaczeniu *Abies* i *Picea*. Wyraźnie wzrastają wartości NAP. Na tę granicę przypada zmiana charakteru sedymentacji z biolimnogenicznej na torfowiskową oraz popielności osadów.

L PAZ — DB-9 — *Carpinus–(Alnus–Picea)* (próbki nr 76 i 77, zbadano próbkę nr 77, głębokość 6,00–5,90 m) cechują nadal duże wartości *Carpinus* (57%), lecz mniejsze lub zdecydowanie mniejsze, aniżeli w osadach poprzedniego poziomu, udziały *Corylus* (13%) i *Tilia* (0,4%). Pojawia się i zyskuje na znaczeniu *Picea* (4%) i *Abies* (0,7%). Ilość NAP (prawie wyłącznie *Gramineae* i *Cyperaceae*) wzrasta do 8,6%.

Górną granicę poziomu wyznacza załamanie krzywej wysokich wartości *Carpinus*, spadek udziału *Alnus* i *Corylus* oraz wyraźny wzrost znaczenia *Picea* i nieznacznie później *Pinus*. Granica ta stanowi jednocześnie górną granicę występowania zbiorowisk roślinnych stadium mezokratycznego i dolną stadium telokratycznego interglacjału eemskiego. Mała miąższość osadów tego poziomu częściowo może być uwarunkowana jego występowaniem na granicy pobieranych odcinków rdzenia i utratą w czasie opróbowania przynajmniej 7-centymetrowego odcinka rdzenia.

L PAZ — DB-10 — *Picea–(Abies–Carpinus)* (próbki nr 78–80, zbadano 1 próbkę, głębokość 5,90–5,75 m) charakteryzują największe w diagramie wartości *Picea* (25%) i *Abies* (2%) oraz utrzymujące się duże udziały *Carpinus* (41%). Ważnym składnikiem jest *Corylus* (9%), *Quercus* (2%) i *Alnus* (5%). Wyraźny wzrost wartości NAP do 11% uwarunkowany jest lokalną nadreprezentacją pyłku roślin z rodziny *Cyperaceae*, które opanowały wcześniej zalane siedliska. Dowodem tego są stwierdzone ich *radicelle* i zlepy ziarn pyłku. W znikomych ilościach występuje *Fraxinus*, *Ulmus*, *Taxus*, *Tilia* i *Acer*, sporadycznie *Ligustrum* i *Ephedra fragilis* typ. Wyraźne wahania poziomu wód zaznaczyły się znacznym wzrostem udziału zniszczonych, głównie skorodowanych, sporomorf roślin (do 5%).

Górną granicę tego poziomu wyznacza załamanie krzywej dużych wartości *Carpinus*, obniżenie krzywej *Picea* i gwałtowny wzrost znaczenia *Pinus*.

L PAZ — DB-11 — *Pinus–Picea–(NAP)* (próbki nr 81–97, zbadano 6 próbek, głębokość 5,75–4,90 m) cechują

duże wartości *Pinus* (53–58%), znaczne *Picea* (12–15%) i NAP (15–18%), wyraźnie mniejsze *Carpinus* (3–5%), *Abies* (1–2%), *Betula* (3–5%) i *Alnus* (2–3%) oraz małe (poniżej 1%) *Corylus*, *Quercus*, *Fraxinus* i *Ulmus*. W obrębie tego poziomu lub u jego górnej granicy zanika *Taxus*, *Acer*, *Tilia*, *Fraxinus* i *Ulmus*, pojawia się natomiast *Salix* i *Juniperus*. Wzrost wartości NAP jest uwarunkowany nie tylko podniesieniem krzywej Cyperaceae (9–12%) i Gramineae (3–5%), ale również pojawieniem się nowych taksonów (Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Cruciferae, Ericaceae, *Calluna*, *Ledum*, *Vaccinium*, Rubiaceae, Umbelliferae, Ranunculaceae, Rosaceae, *Thalictrum*), *Artemisia* (0,2–0,5%) i *Menyanthes*. Odnotowano spory *Lycopodium lucidulum*, *L. annotinum*, Polypodiaceae (1–2%), *Pteridium* (0,2–1%) i *Sphagnum* (3–7%).

Górną granicę poziomu wyznacza dalszy wzrost wartości NAP, w tym *Artemisia*, nieznaczne obniżenie krzywej *Picea* i *Abies*, zanik pyłku *Fraxinus* i *Ulmus* oraz pojawienie się i stała obecność pyłku *Juniperus*.

L PAZ — DB-12 — *Pinus*–NAP–(*Picea*) (próbki nr 98–114, zbadano 5 próbek, głębokość 4,90–4,00 m) cechują duże wartości *Pinus* (51–54%), znaczne NAP (22–24%) i *Picea* (8–11%) oraz wyraźnie mniejsze *Alnus* (3–5%), *Betula* (5–6%), *Carpinus* (3%), *Abies* (1%), *Corylus* (0,6%), *Quercus* (0,3%) i *Salix* (0,2–1,3%). Nowym i stałym składnikiem stał się *Juniperus* (0,2–0,3%). Zaznacza się dalszy wzrost różnorodności taksonomicznej roślin zielnych. Wartości *Artemisia* dochodzą do 1,3%. Pojawia się pyłek Compositae i *Oxycoccus*. Wzrasta wyraźnie znaczenie roślin błotnych i szuwarowych. Oprócz już wcześniej występującego *Menyanthes* stale jest obecna *Typha latifolia* i *Sparganium*/*Typha angustifolia* cf. *Sparganium*. Z roślin wodnych odnotowano *Myriophyllum spicatum*, z roślin zarodnikowych spory Polypodiaceae (1–4%), *Sphagnum* (6–8%), *Pteridium* (0,1–0,6%), sporadycznie *Equisetum*, *Osmunda* i *Lycopodium clavatum*, a w próbce nr 100 jedną sporą subarktyczną *Selaginella selaginoides*.

Górna granica tego poziomu jest wyraźna. Cechuje ją załamanie krzywej dużych wartości *Pinus*, obniżenie udziału *Picea*, *Carpinus*, *Alnus* i innych drzew, dalszy wzrost znaczenia *Juniperus*, NAP (w tym *Artemisia*), glonów z rodzaju *Pediastrum* oraz pojawienie się *Larix* i pierwszych roślin heliofilnych. Granica ta jednocześnie wyznacza kres występowania zbiorowisk leśnych stadium telokratycznego interglacjału eemskiego i początek sukcesji zbiorowisk roślinnych wczesnego wistulianu.

L PAZ — DB-13 — NAP–*Artemisia*–(*Pinus*–*Betula*) (próbki nr 115–118, zbadano próbkę nr 116, głębokość 4,00–3,80 m) cechują duże wartości NAP (48%), uwarunkowane znacznym udziałem Gramineae (19%), Cyperaceae (19%), *Artemisia* (ponad 5%) i niewielkim roślin z rodzin i rodzajów: Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cruciferae, Ericaceae, *Ledum*, *Hydrocotyle*, *Lathyrus*, Ranunculaceae, *Ranunculus*, Rosaceae, Rubiaceae, Umbelliferae, *Thalictrum*, w tym pierwszych o większych wymaganiach świetlnych: *Plantago media*, *Sanguisorba officinalis* i *Polygonum bistorta*/*P. viviparum*. Wartości AP obniżyły się do 52%. Jest to głównie *Pinus sylvestris* typ (22%) i *Betula* (22%), oraz w nieznacznych ilościach *Picea* (3%), *Alnus* (2%), *Juniperus* (1,5%),

Carpinus (0,8%), *Quercus* (0,7%), *Corylus* (0,4%), *Salix* (0,4%) i *Larix* (0,2%). Bagienny charakter zbiorowisk przejawia się stałą obecnością pyłku już wcześniej występujących roślin siedlisk błotnych i szuwarowych (*Menyanthes*, *Comarum*, *Filipendula*, *Typha latifolia*, *Sparganium* typ, *Sphagnum*). Malejące wartości *Sphagnum* (6–1,5%) i wyraźnie wzrastające *Pediastrum* (10–26%) mogą wskazywać na wyraźne podtopienie tego zagłębienia lub jego części.

Górna granica poziomu nie jest zbyt wyraźna i przebiega dosyć łagodnie. W diagramie pyłkowym jest stosunkowo łatwa do przeprowadzenia. Wyznacza ją gwałtowny wzrost wartości *Pediastrum*, zanik *Abies*, *Carpinus* i *Corylus*, dalszy, stopniowy wzrost znaczenia *Larix* i *Artemisia* oraz dalsze obniżenie już niskiej krzywej *Picea*. W osadach pojawia się i rośnie zawartość CaCO₃.

Można przypuszczać, że zarówno poniżej, jak i powyżej osadów zaliczonych do tego poziomu pyłkowego może występować luka sedymentacyjna. Istniejące argumenty nie są jednak tak silne i jednoznaczne, aby mogły być uwzględnione w przyjętej interpretacji.

L PAZ — DB-14 — *Betula*–NAP–*Artemisia* (próbki nr 119–123, zbadano 2 próbki, głębokość 3,80–3,55 m) charakteryzują duże wartości NAP (46 i 34%, w tym *Artemisia* 6 i 7%), *Betula* (28 i 46%) i *Pinus* (18 i 20%) oraz bardzo duże *Pediastrum* (241 i 371%). W wyraźnie mniejszych ilościach odnotowano *Larix* (2%), *Juniperus* (1,2%) i *Salix* (0,5%), a w znikomych prawdopodobnie zredeponowane lub pochodzące z dalekiego transportu ziarna *Alnus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Corylus* i *Picea*. Różnorodność taksonomiczna NAP, roślin błotnych, szuwarowych i wodnych jest podobna jak w spektrach osadów poprzedniego poziomu. Z nowych odnotowano tylko pyłek *Campanula* i *Butomus*. Wartości *Sphagnum* obniżyły się do poniżej 1%.

Górna granica tego poziomu uwarunkowana jest procesami erozyjnymi. Zaznacza się to zarówno w zmienności litologicznej osadów, jak również we frekwencji sporomorf i w składzie ich spektrum. Osady biogeniczne przykryte są na głębokości 3,48–3,55 m cienką warstwą piasku i grubego żwiru z otoczkami o średnicy do 30 mm, będącą pozostałością zniszczonych osadów. Powyżej tej warstwy zalegają jasnoszare, wyraźnie laminowane mułki, prawie niezawierające sporomorf. Te nieliczne, silnie skorodowane i sfosylizowane sporomorfy należą do roślin trzecieorzędowych. Występuje tu również plankton morski z grupy *Hystrichosphaeridium*. Powyższe stwierdzenia wskazują na istnienie powyżej górnej granicy L PAZ — DB-14 — NAP–*Artemisia*–*Betula* wyraźnej luki palinostratygraficznej.

L PAZ — DB-16 — *Pinus*–*Betula* i zredeponowane sporomorfy roślin trzecieorzędowych (próbki 124–144, zbadano 4 próbki, głębokość 3,44–1,64 m) należy rozumieć jako warstwę w sensie geologicznym, a nie palinostratygraficznym. Tylko z próbki nr 132 i 142 wydzielono dostateczną dla opracowania spektrów liczbę sporomorf, natomiast pozostałe próbki przeanalizowano jedynie jakościowo. Spektra pyłkowe uzyskane z dwóch wymienionych próbek reprezentują sporomorfy roślin trzecieorzędowych (38 i 47%) i plankton morski z grupy *Hystrichosphaeridium* (3 i 5%), mają więc charakter redepozycyjny. Podane zatem uprzednio wartości należy powiększyć o zredeponowane ziarna pyłku roślin trze-

ciorzędownych i czwartorzędowych, co w efekcie daje wartości 59 i 76%. Wyraźna przewaga w spektrach osadów tych próbek sporomorf zredeponowanych sprawia, że nie odzwierciedlają one rzeczywistych relacji między roślinami tworzącymi zbiorowiska. Nie zostały zatem uwzględnione w rekonstrukcji składu i charakteru zbiorowisk roślinnych oraz ewolucji klimatu (tab. 1).

ŚNIEDZANOWO

Młodoplejstocenijskie osady biogeniczne, występujące w tym stanowisku, zostały odkryte w trakcie wiercenia ręcznego, przeprowadzonego w sierpniu 1999 r. Wyniki badań palinologicznych, pobranych wówczas zaledwie 4 próbek (fig. 9) z otworu Śniedzanowo SN.0/99 (fig. 4), pozwoliły stwierdzić, że reprezentują one fragment sukcesji zbiorowisk roślinnych stadium mezokratycznego interglacjału eemskiego. Wyróżniono tu trzy lokalne poziomy pyłkowe.

L PAZ — SN-0 — 1 — *Corylus*–(*Quercus*–*Taxus*–*Tilia*) (próbki nr 1 i 2, głębokość 3,60 i 3,20 m) cechują duże wartości *Corylus* (49 i 54%), znaczne *Quercus* (10 i 13%), wyraźnie mniejsze *Taxus* (2%), *Tilia cordata* typ (5%), *Alnus* (8 i 4%), *Fraxinus* (3%) i *Ulmus* (2–3%). Występuje *Hedera* i *Viscum*, wartości NAP są nieznaczne (3%), zaś Polypodiaceae dochodzą do 8,6%. Dosyć liczne są taksony roślin błotnych i wodnych (*Nymphaea* 2%, *Salvinia*).

L PAZ — SN-0 — 2 — *Corylus*–*Alnus*–*Carpinus* (próbka nr 3, głębokość 2,95 m) cechują znaczne wartości *Corylus* (32%), *Alnus* (13%) i *Carpinus* (15%) oraz nieznaczne *Tilia* (4%), *Quercus* (2%), *Fraxinus* (2%), *Taxus* (1%), *Ulmus* (1%) i *Betula* (7%). Występuje *Acer*, *Buxus*, *Ligustrum*, *Viscum* i *Sambucus*. Duże udziały NAP (21%) są wynikiem lokalnej nadreprezentacji Cyperaceae (20,8%). Nadal są obecne taksony roślin błotnych, szuwarowych i wodnych. Nowym ich elementem jest *Utricularia*.

L PAZ — SN-0 — 3 — *Carpinus*–(*Corylus*–*Alnus*) (próbka nr 4, głębokość 2,75 m) charakteryzują znaczne wartości *Carpinus* (35%), wyraźnie mniejsze *Corylus* (16%), *Alnus* (13%) i *Betula* (9%) oraz małe *Tilia* (3%), *Ulmus* (2%), *Taxus* (1%) i pyłków innych wcześniej występujących mezokratycznych drzew liściastych. Udział NAP jest znaczny (17%), uwarunkowany lokalną nadreprezentacją pyłku Cyperaceae (16%). Pojawiają się i wyraźnie zyskują na znaczeniu spory *Sphagnum* (5%).

Szczególne uwagę zwróciły osady próbki nr 3 (głęb. 2,95 m) cechujące się błyszczącym, ciemnoszarym lub prawie czarnym zabarwieniem, dosyć trwale barwiącym ręce. Przypuszczalnie może to być uwarunkowane silnie redukcyjnymi warunkami środowiska lub obecnością zwęglonej, w wyniku pożaru torfowiska, substancji organicznej. Wyniki badań palinologicznych bardzo nielicznych próbek, pobranych w znacznych odstępach, nie pozwoliły udzielić na to jednoznacznej odpowiedzi. Dlatego też wykonano kolejne wiercenia, początkowo wiertnicą mechaniczną WH, a następnie sondą GEOPROBE, z której uzyskano 7-metrowy rdzeń o nienaruszonej strukturze. W rdzeniu tym stwierdzono również, wcześniej wspomniane, ciemnoszare lub prawie czarne, trwale

brudzące ręce, osady. Pobrano z niego 145 próbek, z czego palinologicznie opracowano 50 (nr 3–136).

Wyniki badań palinologicznych osadów biogenicznych z otworu wiertniczego SN.1/99 w Śniedzanowie pozwoliły wydzielić 13 podstawowych jednostek palinostratygraficznych (od L PAZ — SN-1 do L PAZ — SN-15 z luką sedimentacyjną, przypadającą na niezachowane osady L PAZ — SN-7 i L PAZ — SN-14), charakteryzujących fragmenty sukcesji zbiorowisk roślinnych interglacjału eemskiego i początku wczesnego wistulianu (fig. 10, tab. 1). Można się spodziewać, że spektra zniszczonych w tym stanowisku osadów biogenicznych powinny odzwierciedlać lasy grabowe z liczną leszczyną i lipą interglacjału eemskiego (L PAZ — SN-7) i trudne do dokładniejszego określenia zbiorowiska roślinne wczesnego wistulianu (L PAZ — SN-14).

L PAZ — SN-1 — *Pinus*–(NAP–*Juniperus*) z podpoziomami *Pinus*–*Betula*–*Juniperus* w dolnej i górnej części (próbki nr 1–42, zbadano 12 próbek, głębokość 9,54–7,45 m) cechują zróżnicowane w spektrach osadów poszczególnych próbek wartości *Pinus sylvestris* typ (41–78%), *Betula* (6–35%) i NAP (13–25%) oraz małe *Juniperus* (2–5%), *Salix* (0,3–1,3%) i *Populus* (0,1–0,9%). W próbce nr 14 stwierdzono jedno ziarno pyłku *Hippophaë*. W obrębie NAP dominują Gramineae (6–11%) i Cyperaceae (4–9%), wartości *Artemisia* wahają się od 1 do 3,3%, pozostałych, dosyć licznych taksonów (Cyperaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Ericaceae, Ranunculaceae, *Thalictrum*, Umbelliferae, Rosaceae, Rubiaceae, *Urtica*) jest zdecydowanie mniejsza. Z heliofilnych roślin zielnych stwierdzono zaledwie pojedyncze ziarna pyłku *Empetrum*, *Helianthemum nummularium* typ, *H. oelandicum* typ, *Plantago media*, *Chamaenerion/Epilobium*, *Valeriana* i spory *Selaginella selaginoides*. Stale są obecne, lecz w małych ilościach, zredeponowane sporomorfy roślin trzeciorzędowych (0,2–2,5%), sporadycznie plankton morski z grupy *Hystrichosphaeridium* (0–0,5%) i ziarna pyłku mezo- i oligokratycznych drzew trzeciorzędowych i czwartorzędowych (*Alnus*, *Corylus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*). Wielkość wtórnego złoża w spektrach osadów tego poziomu oceniono w próbce nr 6 na 4,2%, w pozostałych próbkach od 0,2 do 2%. Można więc stwierdzić, że spektra te mają niemal czysto czwartorzędowy charakter. Wniosek ten potwierdza znaczna koncentracja sporomorf.

Górną granicę tego poziomu cechuje szybki wzrost wartości *Betula*, pojawienie się ciągłej krzywej *Humulus*, spadek krzywej *Pinus*, obniżenie już niskiej krzywej *Artemisia* i zanik krzywej zredeponowanych sporomorf. Granica ta wyznacza początek stadium protokratycznego interglacjału eemskiego

L PAZ — SN-2 — *Betula*–(NAP–*Juniperus*) (próbki nr 43–47, zbadano 2 próbki, głębokość 7,45–7,20 m) cechują duże wartości *Betula* (54 i 70%), znaczne, wyraźnie zróżnicowane w spektrach obu próbek udziały *Juniperus* (6,5 i 1,3%) i NAP (18 i 16%). Wartości *Pinus* obniżyły się do 12%, *Salix* do 1%, *Populus* do 0,3% i *Artemisia* do 0,3%. Nie stwierdzono sporomorf zredeponowanych. Pojawiła się ciągła krzywa *Quercus*, *Ulmus* i *Humulus*. Różnorodność taksonomiczna NAP uległa wyraźnej redukcji. Dominuje pyłek Gramineae (11–14%) i Cyperaceae (2–3%). Nie odnotowano pyłku

wcześniej obecnych roślin heliofilnych. Wartości *Typha latifolia* wzrosły do 0,8%. *Sparganium/Typha angustifolia* cf. *Sparganium*, *Myriophyllum spicatum*, *Nuphar* i *Nymphaea* pozostały bez zmian.

Górną granicę tego poziomu wyznacza obniżenie krzywej dużych wartości *Betula*, obniżenie niskiej krzywej *Juniperus* oraz pojawienie się pyłku *Fraxinus* i wzrost *Ulmus*.

L PAZ — SN-3 — *Pinus–Betula–(Ulmus)* (próbki nr 48–59, zbadano 4 próbki, głębokość 7,20–6,60 m) charakteryzują znaczne wartości *Betula* (46–55%), *Pinus* (24–37%) oraz znaczące NAP (14–17%). Pyłek innych drzew i krzewów zarówno proto-, jak i mezokratycznych ma małe udziały: *Juniperus* 0,2–1,6%, *Salix* 0,5%, *Populus* 0,3–0,5%, *Ulmus* 2%, *Quercus* 0,2–0,5% i *Fraxinus* 0,2%. W próbce nr 50 stwierdzono po jednym ziarnie pyłku *Hippophaë* i *Ephedra distachya* typ. Nastąpiło dalsze skrócenie listy taksonów roślin zielnych siedlisk lądowych. Wartości *Humulus* wahają się od 1,3 do 0,7%. Stale występują już wcześniej obecne ziarna *Typha latifolia*, *Sparganium/Typha angustifolia*, *Nuphar*, *Nymphaea* i *Myriophyllum spicatum*. Następuje niewielki wzrost znaczenia Polypodiaceae.

Górną granicę poziomu wyznacza przecięcie się krzywej wznoszącej *Pinus* z krzywą obniżającą się *Betula* oraz nieznaczne podniesienie niskiej krzywej *Quercus* i zanik pyłku *Juniperus*.

L PAZ — SN-4 — *Pinus–Betula–(Ulmus–Quercus)* (próbki nr 60–71, zbadano 4 próbki, głębokość 6,60–6,00 m) cechują znaczne wartości *Pinus* (44–52%) i *Betula* (31–39%). Wzrasta udział pyłku drzew mezokratycznych: *Quercus* (0,6–4%), *Ulmus* (1–2,5%) i *Fraxinus* (0,3–0,8%). Maleją wartości lub zanika pyłek *Salix* i *Juniperus*. Wartości NAP obniżają się do 10%, a *Humulus* wynosi 0,5–1,2%. Pojawia się pyłek *Hedera*, *Lonicera* i ciągła krzywa *Sphagnum*, a wartości Polypodiaceae wzrastają do 14%. Stale występuje pyłek roślin błotnych, szuwarowych i wodnych.

Górna granica poziomu jest ostra. Wyznacza ją załamanie krzywej wysokich wartości *Pinus* i *Betula* oraz wyraźny wzrost znaczenia *Quercus* i *Fraxinus*. Granica ta wyznacza jednocześnie kres występowania zbiorowisk roślinnych stadium protokratycznego interglacjalu eemskiego i początek stadium mezokratycznego.

L PAZ — SN-5 — *Quercus–Fraxinus–(Corylus)* (próbki nr 72–76, zbadano 3 próbki, głębokość 6,00–5,70 m) cechują duże, największe w tym diagramie, wartości *Quercus* (35–45%) i *Fraxinus* (4–7%) oraz stosunkowo znaczne, szybko malejące *Pinus* (30–15%) i *Betula* (16–5%). Pojawia się i niezwłocznie zyskuje na znaczeniu *Corylus* (3–24%). Przy górnej granicy poziomu pojawia się *Taxus*, *Tilia* i *Acer*, nieco później zanika *Humulus*. W niektórych próbkach odnotowano nieliczne ziarna *Hedera*, *Ligustrum*, *Viburnum*, *Frangula alnus* i *Lonicera*. Wartości NAP obniżyły się do 7%. Z nowych taksonów roślin szuwarowych i wodnych, oprócz wcześniej obecnych (*Typha latifolia*, *Sparganium/Typha angustifolia*, *Nuphar*, *Nymphaea*, *Myriophyllum spicatum*), odnotowano jedno ziarno pyłku *Hydrocharis*. Nieznacznie obniżyły się wartości Polypodiaceae (9–4%). Pojawiły się spory *Pteridium aquilinum* (około 1%). Udziały *Sphagnum* są niskie (0,2–0,3%).

Górną granicę tego poziomu wyznacza załamanie krzywej wysokich wartości *Quercus*, obniżenie ilości *Fraxinus*, gwałtowny wzrost krzywej znacznych wartości *Corylus* oraz pojawienie się i wzrost znaczenia *Taxus*, *Tilia* i *Alnus*.

L PAZ — SN-6 — *Corylus–(Taxus–Tilia)* (próbki nr 77–80, zbadano 2 próbki, głębokość 5,70–5,50 m) cechują zróżnicowane w spektrach obu badanych próbek duże wartości *Corylus* (56 i 22%) oraz zdecydowanie mniejsze, lecz największe w tym diagramie, *Taxus* (3 i 1%) i *Tilia* (8 i 5%). Udział *Quercus* obniżył się do 7 lub 3%, *Fraxinus* do 3 i 1%. Pojawił się pyłek *Alnus* (3 i 5%), *Carpinus* (2 i 0,3%), *Viscum* i *Sambucus*. Występuje *Hedera* i *Frangula alnus*. Stopniowo zaczyna wzrastać znaczenie *Pinus* (7 i 34%), *Betula* (1 i 6%) i NAP (5 i 21%). Wartości *Salix* dochodzą do 2%. W górnej części poziomu zwiększa się liczba taksonów roślin zielnych. Oprócz dominujących Cyperaceae (4 i 15%) i Gramineae (1 i 5%) odnotowano *Artemisia*, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Ericaceae, *Calluna*, *Ledum*, *Vaccinium*, Rubiaceae i Umbelliferae. Zanika pyłek roślin błotnych, szuwarowych i wodnych. Zaznacza się wyraźny wzrost wartości *Sphagnum* (do 11%), a w mniejszym stopniu Polypodiaceae (13%). Osady tego poziomu są w wyniku pożaru wyraźnie zredukowane. Cechują się dużą zawartością substancji organicznej (do 75%), niską popielnością (25%) i wilgotnością (zaledwie 18%).

Granica z wyżej zalegającymi wysokopopielnymi (ponad 90%) osadami jest ostra. Wskazuje to na obecność w tej części badanego profilu wyraźnej luki sedymentacyjnej, usankcjonowanej w przyjętej interpretacji i numeracji wydzielonych lokalnych zespołów poziomów pyłkowych. Górna granicę tego poziomu wyznacza załamanie lub obniżenie krzywych wartości *Corylus*, *Taxus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Alnus* i *Carpinus*, wyraźny wzrost znaczenia *Pinus* i *Sphagnum*, wzrost udziału i liczby taksonów NAP oraz popielności osadów.

L PAZ — SN-8 — *Pinus–NAP* (próbki nr 81–85, zbadano 2 próbki, głębokość 5,50–5,25 m; prawie czarny, trwale brudzący ręce namuł ilasty, zawierający w wyniku pożaru mikrowęgielki, bardzo wysoka popielność — 90–91%, mała zawartość substancji organicznej — 9–10% i znaczna wody — ponad 80%; sukcesja popożarowa) cechuje znaczny stopień zniszczenia sporomorf oraz obecność w badanej pozostałości poacetolizowej czarnych, ostrokrawędzistych, częściowo zwęglonych fragmentów tkanek i drobnego, nieprzeźroczystego materiału mineralnego. Z powodu silnego zniszczenia (korozji, pomięcia, zdeformowania, ciemnej barwy) nie oznaczono 7% sporomorf. Jego spektra cechują znaczne wartości *Pinus sylvestris* typ (55 i 57%), NAP (29 i 24%) i *Betula* (7 i 13%) oraz małe tylko niektórych wcześniej występujących drzew (*Alnus* 1–2%, *Picea* 2%, *Carpinus* 1%, *Corylus* 1%, *Quercus* 0,4%, *Salix* 0,6%, *Fraxinus* 0,1%, *Abies* 0,1%, *Ulmus* 0,1%). Nie odnotowano wcześniej obecnych sporomorf *Taxus*, *Tilia*, *Hedera*, *Viscum* i *Pteridium*. Przejściowo pojawił się *Juniperus* oraz zaznaczył się dalszy wzrost liczby taksonów roślin zielnych, w obrębie których wartości *Calluna* dochodzą do 1%. Dalszemu obniżeniu uległy udziały Polypodiaceae (do 1%), zaś *Sphagnum* nieznacznie wzrosły, z 11 do 14%. Cechy spektrów pyłkowych tego poziomu, parametry fizykochemiczne jego osadów i zawarte w nich elementy wskazują na popożarowy charakter sukcesji oraz obecność w

tym odcinku badanego profilu poważnej — uwarunkowanej zniszczeniem przez pożar — luki sedymentacyjnej i stratygraficznej. Efektem tego jest brak w tym odcinku rdzenia osadów, których zawartość paleobotaniczna mogłaby odzwierciedlać występowanie wieloskładnikowych lasów liściastych: grabowo-lipowo-leszczynowych i grabowych z leszczyną i lipą, zarejestrowanych w osadach z sąsiednich stanowisk.

Górną granicę tego poziomu wyznacza załamanie krzywej wysokich wartości *Pinus*, obniżenie krzywej NAP i *Betula* oraz wzrost znaczenia lub pojawienie się niemalże wszystkich wcześniej obecnych mezo- i oligokratycznych drzew liściastych. Notowany jest wyraźny wzrost zawartości substancji organicznej i obniżenie popielności.

L PAZ — SN-9 — *Carpinus*–(*Corylus*–*Alnus*) (próbka nr 86, głębokość 5,25–5,20 m; ciemnoszary namuł torfiasty lub torf o popielności 27%) zachował się w zaledwie szczątkowej formie. Cechują go znaczne wartości *Carpinus* (33%), *Corylus* (17%), *Alnus* (15%), wyraźnie mniejsze *Tilia* (5%), *Betula* (7%), *Quercus* (3%) i *Fraxinus* (2%) oraz małe *Ulmus*, *Taxus* i *Pinus*. Występuje *Hedera*, *Acer* i *Abies*. Liczny pyłek roślin zielnych (13%) jest reprezentowany zaledwie przez cztery palinotaksy, głównie Cyperaceae (11%) oraz Gramineae, *Calluna* i *Polygonum bistorta*. Po przerwie pojawiły się nieliczne ziarna pyłku roślin błotnych, szuwarowych i wodnych (*Comarum*, *Menyanthes*, *Utricularia*) i spory *Lycopodium inundatum*. Wartości *Sphagnum* spadły do 2%.

Górna granica tego poziomu jest wyraźna. Zaznacza się obniżenie udziału lub zanik pyłku *Carpinus*, *Alnus*, *Corylus*, *Tilia*, *Taxus*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Hedera* i *Viscum* oraz gwałtowny wzrost krzywej *Pinus*, w mniejszym stopniu NAP i *Betula*. Zwiększa się zdecydowanie popielność osadów. Granica ta wyznacza kres przemian klimatyczno-florystycznych stadium mezokratycznego i początek stadium telokratycznego interglacjału eemskiego.

L PAZ — SN-10 — *Pinus*–(Cyperaceae–*Picea*) (próbki nr 87–98, zbadano 6 próbek, głębokość 5,20–4,60 m; szary i ciemnoszary namuł torfiasty o wyraźnie zróżnicowanej popielności od 69 do 91% i szarobrazowy, średnio rozłożony torf o popielności 72%) charakteryzują znaczne wartości *Pinus* (51–58%) i NAP (22–29%) oraz zdecydowanie mniejsze lub małe i zróżnicowane w spektrach poszczególnych próbek udziały *Betula* (3–14%), *Picea* (2–9%), *Alnus* (1–6%), *Carpinus* (2–4%), *Quercus* (0,1–1,3%), *Corylus* (0,4–1,3%), *Abies* (0,3–1%), *Ulmus* i *Tilia*. Nie stwierdzono pyłku *Taxus*, zaś w nielicznych próbkach odnotowano *Juniperus* i *Ephedra fragilis* typ. Wartości *Salix* wynoszą około 1%. Stwierdzono nie tylko wzrost udziału NAP (z 13 do 29%, w tym *Artemisia* do 1%), ale również i przede wszystkim liczby ich taksonów z 4 do 12 (Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cruciferae, Ericaceae, *Calluna*, *Ledum*, Ranunculaceae i Rubiaceae). Pojawiły się nowe taksony roślin błotnych i szuwarowych (*Valeriana*, *Sparganium*/*Typha angustifolia*), spory *Osunda* oraz ponownie *Pteridium aquilinum*. Wartości *Sphagnum* początkowo wzrastają z 2 do 13%, a później maleją do 2%. Z powodu dużego stopnia zniszczenia nie oznaczono od 3 do 6% sporomorf.

Górną granicę tego poziomu wyznacza wzrost udziału *Picea*, w mniejszym stopniu *Abies*, *Carpinus*, *Alnus* i NAP oraz

obniżenie krzywej *Pinus*. Zaznacza się również wyraźne zmniejszenie popielności osadów.

L PAZ — SN-11 — *Picea*–*Pinus*–(*Abies*) (próbki nr 99–110, zbadano 5 próbek, głębokość 4,60–4,00 m) cechują znaczne wartości *Pinus* (46–56%) oraz największe w diagramie *Picea* (10–19%) i *Abies* (1–3%). Pyłku innych drzew jest zdecydowanie mniej (*Carpinus* — 2–5%, *Alnus* — 3–4%, *Betula* — 4–6%) lub zupełnie mało (*Corylus*, *Quercus*, *Taxus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Salix*). W obrębie tego poziomu zanika *Fraxinus*, a przy jego górnej granicy *Taxus* i *Ulmus*. Nieregularnie występuje *Juniperus*. Utrzymywanie się znacznych wartości NAP (15–23%) jest uwarunkowane lokalną nadreprezentacją Cyperaceae (12–16%), w mniejszym stopniu Gramineae (3–6%). Wartości *Artemisia* wahają się od 0,5 do 1%. Oprócz wcześniej stwierdzonych taksonów odnotowano tu Umbelliferae i *Thalictrum*. Wraz z dolną granicą tego poziomu pojawił się pyłek *Myriophyllum spicatum*, którego krzywa ma przebieg ciągły. Występuje *Comarum*. Liczba nieoznaczonych sporomorf z powodu zniszczenia jest wyraźnie mniejsza (1,4–2,5%) aniżeli w spektrach osadów poprzedniego poziomu.

Górną granicę tego poziomu wyznacza dalsze podniesienie krzywej NAP, obniżenie wartości *Picea* i *Carpinus*, zanik *Taxus* oraz pojawienie się ziarn pyłku *Larix* i ciągłej niskiej krzywej *Juniperus*.

L PAZ — SN-12 — *Pinus*–*Picea*–(NAP–*Juniperus*) (próbki nr 111–122, zbadano 4 próbki, głębokość 4,00–3,30 m) cechują znaczne wartości (29–41%) i dosyć duża różnorodność taksonomiczna NAP. Dominuje pyłek Cyperaceae (16–22%), Gramineae (7–12%) i *Artemisia* (1–2,7%). Lista pozostałych taksonów jest dosyć długa (Coryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cruciferae, Ericaceae, *Calluna*, *Ledum*, *Vaccinium*, Ranunculaceae, Rubiaceae, *Thalictrum*, Umbelliferae) i obejmuje również sporadyczne ziarna pyłku roślin o większych wymaganiach świetlnych, m.in. *Empetrum*, *Armeria*, *Polemonium* i *Polygonum bistorta*/P. viviparum. W obrębie AP największe wartości osiąga *Pinus* (42–54%), zdecydowanie mniejsze *Picea* (4–5%), *Betula* (6–7%), *Juniperus* (1–2,4%), *Alnus* (1%), *Carpinus* (1%) i *Salix* (około 1%). Pyłek innych drzew (*Abies*, *Corylus*, *Quercus*, *Tilia*) odnotowano w jeszcze mniejszych ilościach i nie we wszystkich próbkach. Występuje *Larix* i *Populus*. Stwierdzone w próbce nr 118 wyraźnie uszkodzone ziarna pyłku *Ilex* i *Ephedra fragilis* typ należy uznać za zanieczyszczenie lub za ziarna zredeponowane. Wydłuża się wyraźnie lista taksonów roślin błotnych, szuwarowych i wodnych (*Menyanthes*, *Comarum*, *Triglochin*, *Valeriana*, *Typha latifolia*, *Epipactis*, *Sparganium*/*Typha angustifolia*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton*) oraz zwiększa częstotliwość ich występowania. Następuje przejściowy wzrost wartości *Pediastrum* (do 20%) oraz utrzymują się niskie udziały Polypodiaceae, *Pteridium* i nieco większe (4–5%) *Sphagnum*. Poprawia się wyraźnie stan zachowania sporomorf; nieoznaczone z powodu zniszczenia stanowią tylko od 1 do 2%. Ilość ziarn pyłku roślin o odmiennych wymaganiach klimatycznych, które mogą się znajdować na wtórnym złożu lub pochodzić z dalekiego transportu, wynosi od 0,4 do 1,5%.

Górną granicę tego poziomu, a jednocześnie stadium telokratycznego interglacjału eemskiego, wyznacza załamanie

krzywej znacznych wartości *Pinus*, dalsze obniżenie udziału *Picea* i *Alnus*, zanik ciągłej krzywej *Carpinus* i *Abies* oraz dalszy wyraźny wzrost znaczenia NAP (w tym *Artemisia*) i *Betula*.

L PAZ — SN-13 — NAP–*Artemisia*–(*Pinus*–*Betula*) (próbki nr 123–134, zbadano 4 próbki, głębokość 3,30–2,70 m) cechują duże wartości (39–61%) roślin zielnych (NAP). Dominuje tu pyłek Cyperaceae (24–28%), Gramineae (19–26%) i *Artemisia* (3–5%). Lista pozostałych taksonów jest jeszcze dłuższa aniżeli w spektrach poprzedniego poziomu (Compositae Liguliflorae, C. Tubiflorae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Cruciferae, Ericaceae, Calluna, Ranunculaceae, *Ranunculus acer* typ, Rosaceae, *Geum* typ, Rubiaceae, *Thalictrum*, Umbelliferae) i obejmuje również rośliny heliofilne: *Gypsophila*, *Helianthemum*, *Plantago media*, *Polemonium*, *Sanguisorba officinalis*, *Polygonum bistorta*/*P. viviparum*, *Chamaenerion/Epilobium*, *Chrysosplenium* i *Valeriana*. Wartości AP obniżyły się (61–39%). Dotyczy to głównie pyłku *Pinus sylvestris* typ (34–12%) i *Betula* (27–20%). Pyłek pozostałych drzew występuje w zdecydowanie mniejszym udziale: *Salix* (1–4%), *Picea* (1–2,5%), *Juniperus* (0,7–0,8%), *Larix* (0,1–0,5%) i *Alnus* (0,2–0,5%). Odnótowany w znikomych ilościach i nie we wszystkich próbkach pyłek drzew mezo- i oligokratycznych (*Abies*, *Carpinus*, *Corylus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Buxus*) należy uznać za zredeponowany lub pochodzący z dalekiego transportu. Jego zawartości nie przekraczają 1%. Liczne są taksony roślin błotnych i szuwarowych (*Comarum*, *Menyanthes*, *Parnassia*, *Typha latifolia*, *Sparganium/Typha angustifolia*, *Filipendula*, *Chamaenerion/Epilobium*, *Chrysosplenium*, *Valeriana*), nie-liczne roślin wodnych (*Myriophyllum spicatum*). Z roślin zarodnikowych odnotowano niskie wartości spor *Sphagnum* (1–2%), *Equisetum*, Polypodiaceae (0,5%) i *Pteridium* (0,1–0,3%). Udział *Pediastrum* zmniejszył się do zaledwie 1–2%.

Górna granica tego poziomu jest wyraźna i uwarunkowana erozją. Przejawem tych procesów jest obecność, usankcjonowanej w interpretacji palinostratygraficznej, poważnej luki sedymentacyjnej i stratygraficznej. Powyżej osadów biogenicznych tego poziomu, o zawartości substancji organicznej od 48 do 51%, występuje kilkucentymetrowa warstwa piasków, o zawartości tego składnika zaledwie 2%, na których zalegają wyraźnie laminowane, szare, strefowo zapiaszczone mułki, zawierające zredeponowane sporomorfy roślin trzecieorzędowych. Górna granicę tego poziomu charakteryzuje wzrost wartości *Juniperus*, *Pediastrum* i znajdujących się na wtórnym złożu ziarn pyłku drzew mezo- i oligokratycznych o występowaniu czwartorzędowym i trzecieorzędowym, obniżenie krzywej *Betula* oraz pojawienie się w znacznych ilościach zredeponowanych cyst planktonu morskiego z grupy *Hystrichosphaeridium* i sporomorf roślin trzecieorzędowych, obcych dla czwartorzędu Polski.

L PAZ — SN-15 — *Pinus*–NAP–(*Artemisia*) ze zredeponowanymi sporomorfami roślin trzecieorzędowych (próbki nr 135 i 136, zbadano próbkę nr 136, głębokość 2,70–2,64 m) należy rozumieć jako warstwę w sensie geologicznym, a nie palinostratygraficznym. Z jego osadów wydzielono znikomą ilość silnie zniszczonych (połamanych, skorodowanych, pokruszonych, czasem ciemnych lub niewybarwionych i sfosy-

lizowanych) sporomorf. W spektrum, opracowanym na podstawie zaledwie 152 oznaczonych sporomorf, przeważa pyłek drzew i krzewów (57%). Jest to głównie *Pinus sylvestris* typ (27%), *Betula* (10%), *Juniperus* (4%), *Picea* (4%), *Alnus* (4%) i *Salix* (0,8%). Występujący w zdecydowanie małych ilościach pyłek pozostałych drzew (*Abies* 0,5%, *Carpinus* 2,5%, *Corylus* 0,8%, *Tilia* 0,8%, *Ulmus* 0,8%) i częściowo wcześniej wymienionej *Alnus* należy uznać za efekt erozji osadów trzecieorzędowych lub za pochodzący z dalekiego transportu. Wartości NAP wynoszą 43% i są wyraźnie mniejsze, aniżeli w spektrach osadów niższej występującego poziomu. Jest to głównie pyłek Cyperaceae (17%), Gramineae (15%) i *Artemisia* (3%), w małym stopniu zdecydowanie mniej licznych, aniżeli uprzednio, innych taksonów roślin zielnych. Wcześniej odnotowanych taksonów roślin heliofilnych nie stwierdzono. Ich ważnym składnikiem jest *Empetrum* (1,7%). Niemal wcale nie stwierdzono uprzednio licznego pyłku roślin błotnych, szuwarowych i wodnych. Z roślin zarodnikowych w znaczących ilościach występuje *Sphagnum* (5%), Polypodiaceae (5%) i *Pteridium* (0,8%). Wartości *Pediastrum* wzrastają do 27%, pojawia się *Botryococcus* (5%). Wartość interpretacyjną spektrum pyłkowego zaledwie jednej próbki, reprezentującej ten poziom, wyraźnie obniżają znaczne ilości zredeponowanych sporomorf roślin trzecieorzędowych (14%) i planktonu morskiego z grupy *Hystrichosphaeridium* (0,8%). Sporomorfy zredeponowane stanowią tu co najmniej 29%. Wyniki badań paleobotanicznych osadów tego poziomu nie odzwierciedlają rzeczywistych relacji między roślinami tworzącymi wówczas zbiorowiska i nie zostały uwzględnione w rekonstrukcji składu i charakteru zbiorowisk roślinnych oraz ewolucji klimatu (tab. 1).

NADOLNIK

Wyniki wstępnych badań paleobotanicznych osadów biogenicznych z otworu wiertniczego Nadolnik NK.1/99 były już prezentowane na VII Konferencji „Stratygrafia plejstocenu Polski” (Kotarbiński, Krupiński, 2000b). Próbki tych utworów zostały pobrane sondą GEOPROBE. Są to: piaski drobno- i średnioziarniste z substancją organiczną, łupkowate gytie wapienne, łupki torfiaste i torfy o zróżnicowanym stopniu rozłożenia, torfy z piaskiem i piaski z torfem lub z substancją organiczną. Łączna miąższość tych osadów wynosi około 4,50 m (fig. 4, 5, 11). Wyniki badań palinologicznych 44 spośród 77 pobranych próbek pozwoliły wyróżnić 14 podstawowych jednostek palinostratygraficznych, charakteryzujących sukcesję zbiorowisk roślinnych późnego glacjału zlodowacenia warty i niemalże całego interglacjału eemskiego (fig. 11, tab. 1).

L PAZ — NK-1 — NAP–*Juniperus*–*Pinus*–(*Artemisia*) (próbki nr 1–15, zbadano 7 próbek, głębokość 7,99–6,85 m) cechują znaczne wartości NAP (12–41%), *Juniperus* (3–10%), *Pinus* (36–63%), *Betula* (10–22%) i *Artemisia* (2–4%) oraz małe (0,2–2%) *Salix*, *Hippophaë*, *Populus* i innych roślin heliofilnych (*Empetrum*, *Gentiana*, *Helianthemum*, *Valeriana* i *Selaginella selaginoides* — 2,2%). Stwierdzony w niewielkich ilościach pyłek drzew mezokratycznych, podobnie jak roślin o występowaniu trzecieorzędowym

(0–1,6%), oraz plankton morski (*Hystrichosphaeridium*) należy uznać za znajdujący się na wtórnym złożu. Przy górnej granicy poziomu następuje przecięcie się krzywej wznoszącej *Betula* i obniżającej *Pinus*, obniżenie wartości NAP, pojawienie się *Humulus* i zanik zredeponowanych sporomorf roślin. W zbiorniku następuje zmiana charakteru sedimentacji z niskowapiennej i wysokopopielnej szarej gytii na bezwapienny osad sapolopowy, który po diagenecie stał się łupkiem bitumicznym (Krupiński, 1995a).

L PAZ — NK-2 — *Betula–Pinus* (próbka nr 16, głębokość 6,85–6,80 m) cechują duże wartości *Betula* (56%), znaczne *Pinus* (30%), małe, ulegające dużemu obniżeniu *Juniperus*, *Salix*, *Artemisia* i NAP (11%). Zanika pyłek roślin heliofilnych, pojawia się *Humulus*. Duży udział osiąga *Sparganium/Typha angustifolia*. Górną granicę poziomu wyznacza przecięcie się krzywej opadającej *Betula* i wznoszącej *Pinus* oraz pojawienie się pierwszych ziarn pyłku *Ulmus*, *Quercus* i *Fraxinus*.

L PAZ — NK-3 — *Pinus–Betula–(Quercus)* (próbki nr 17 i 18, głębokość 6,80–6,73 m) cechują duże wartości *Pinus* (45 i 49%), znaczne *Betula* (23 i 39%). Pojawia się i szybko zyskuje na znaczeniu *Quercus* (3 i 24%), w zdecydowanie mniejszym stopniu *Ulmus* (1,4 i 2,4%) i *Fraxinus* (1 i 2%). Udział NAP obniża się do 3%. Ważnym składnikiem staje się *Humulus* (0,8%). Niemal zupełnie zanika pyłek roślin błotnych i szuwarowych (odnotowano jedynie *Sparganium/Typha angustifolia*) oraz wodnych. Małe znaczenie mają również spory roślin zarodnikowych. Wartości Polypodiaceae obniżyły się do około 4%.

Górna granica tego poziomu wyznacza koniec stadium protokratycznego i początek stadium mezokratycznego interglacjału. Zaznacza się załamaniem krzywej dużych lub znacznych wartości *Pinus* i *Betula* oraz gwałtownym wzrostem znaczenia pyłku drzew mezokratycznych, głównie *Quercus*, w mniejszym stopniu *Ulmus* i *Fraxinus*. Spory udział piasków w składzie akumulowanej gytii bezwapiennej świadczy o niestabilności warunków sedimentacyjnych w obrębie tego zbiornika lub jego części.

L PAZ — NK-4 — *Quercus–(Pinus–Corylus)* (próbki nr 19 i 20, głębokość 6,73–6,65 m) cechują duże wartości *Quercus* (32 i 40%), początkowo również znaczne *Pinus* (22 i 39%), zdecydowanie mniejsze, ale wyraźnie wzrastające *Corylus* (8 i 14%) oraz wyraźnie mniejsze *Fraxinus* (1 i 3%) i *Ulmus* (2,4 i 3,1%). Zanika pyłek *Salix*, pojawia się *Tilia* (1–2%) i *Alnus*. Przejściowy wzrost udziału *Betula* (do 16%) należy wiązać z niestabilnością warunków akumulacji osadów i może być uwarunkowany resuspensją osadów obfitujących w ten takson (PAZ — NK-2 — *Betula–Pinus*). Wartość NAP wynosi 3%.

Górną granicę tego poziomu wyznacza załamanie krzywej dużych wartości *Quercus*, znacznych *Pinus*, skorelowane z gwałtownym podniesieniem krzywej *Corylus*, w mniejszym stopniu *Tilia*, oraz pojawieniem się *Taxus*, *Acer*, *Carpinus*, *Hedera* i *Viscum*.

L PAZ — NK-5 — *Corylus–(Quercus–Tilia)* (próbka nr 21, głębokość 6,65–6,60 m) cechują duże, największe w diagramie wartości *Corylus* (70%), zdecydowanie mniejsze *Quercus* (11%), *Tilia* (7%) oraz znaczące *Taxus* (1,3%), *Ulmus* (2%), *Fraxinus* (1%), *Alnus* (2%), *Carpinus* (1%), *Acer*, *He-*

dera i *Viburnum*. Udział *Pinus* wynosi 2%, a NAP 1,3%. Nie odnotowano wcześniej obecnych mikrospor i mikrosporangium *Salvinia* oraz ziarn pyłku innych roślin wodnych, błotnych i szuwarowych.

Górną granicę poziomu wyznacza wzrost wartości *Tilia*, *Taxus*, *Alnus* oraz obniżenie *Quercus* i nieznaczne *Corylus*.

L PAZ — NK-6 — *Corylus–(Taxus–Tilia)* (próbki nr 22 i 23, głębokość 6,60–6,50 m) charakteryzują duże wartości *Corylus* (56 i 67%), znaczne *Taxus* (największe w diagramie — 4%), *Tilia* (8%) i *Alnus* (7 i 18%) oraz zdecydowanie mniejsze *Quercus* (6%) lub małe (0,2–2,0%) *Ulmus*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Acer*, *Hedera*, *Viscum*, *Pinus*, *Betula* i *Salix*. Udział NAP wynosi 1,0 i 1,6%. Jest to ostatni poziom, w którym regularnie występuje *Humulus*. Z jego górną granicę zaznacza się wyraźny wzrost wartości *Carpinus*, skorelowany ze spadkiem *Corylus*, *Taxus* i *Alnus*.

L PAZ — NK-7 — *Corylus–(Tilia–Carpinus–Alnus)* (próbki nr 24 i 25, głębokość 6,50–6,40 m) cechują znaczne wartości *Corylus* (40 i 48%), *Tilia* (9 i 11%), *Carpinus* (17 i 24%) i *Alnus* (14 i 15%) oraz małe wcześniej obecnych ziarn pyłku innych mezokratycznych drzew (*Quercus*, *Taxus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Acer*) i krzewów (*Hedera*, *Viscum*); NAP — 1%.

L PAZ — NK-8 — *Carpinus–(Corylus–Tilia–Alnus)* (próbki nr 26–29, głębokość 6,40–6,20 m; liczne łupiny orzeszków *Carpinus*) cechują duże wartości *Carpinus* (45–51%), znaczne *Corylus* (22–26%), *Tilia* (6,0%) i *Alnus* (13–16%) oraz małe innych, wcześniej obecnych mezokratycznych drzew. Górną granicę poziomu wyznacza znaczne obniżenie udziału *Tilia*.

L PAZ — NK-9 — *Carpinus–(Corylus–Alnus)* (próbki nr 30–32, zbadano próbki nr 30 i 32, głębokość 6,20–6,05 m; liczne łupiny nasion roślin, w tym *Carpinus*) charakteryzują duże wartości *Carpinus* (52 i 54%), znaczne *Corylus* (25%) i *Alnus* (14%) oraz małe innych, wcześniej obecnych drzew. Pojawia się i nieznacznie wzrasta ilość pyłku *Picea* i *Abies*. Zanika *Acer*, *Hedera* i *Viscum*. Udział *Pinus* kształtuje się poniżej 1%, a NAP od 1 do 3%. Odnotowano ziarno pyłku *Fagus*.

Górną granicę poziomu wyznacza wyraźne załamanie krzywej dużych wartości *Carpinus* i znacznych *Corylus*, skorelowane z szybkim wzrostem znaczenia *Abies* i *Picea*, osiagających maksymalne ilości w następnym poziomie.

L PAZ — NK-10 — *Abies–Picea–Carpinus* (próbki nr 33–35, głębokość 6,05–5,85 m) cechują znaczne wartości *Abies* (7–17%), *Picea* (17–31%) i *Carpinus* (21–35%) oraz wyraźnie mniejsze *Alnus* (11–13%). Mały udział zachował *Corylus* (2–8%), *Quercus* (2%), *Pinus* (2–4%), *Ulmus*, *Fraxinus*, *Taxus*, *Tilia* i *Betula*. Nie występuje już *Acer*, *Hedera* i *Viscum*. Pojawia się *Salix* i pyłek roślin z rodziny Ericaceae (*Calluna* i *Vaccinium*). Wzrost wartości NAP do 10%, a w próbce nr 35 nawet aż do 25%, związany jest z opanowaniem runa tych zbiorowisk leśnych, niewątpliwie bagiennych, przez Cyperaceae, których liczne *radicelle* stwierdzono w trakcie analizy pyłkowej.

Górną granicę tego poziomu wyznacza wyraźny wzrost wartości *Pinus*, nieznaczny *Betula*, skorelowany z obniżeniem krzywej znacznego udziału *Picea*, *Abies* i *Carpinus*.

L PAZ — NK-11 — *Picea*–(*Pinus*–*Alnus*) (próbki nr 36–43, zbadano 4 próbki, głębokość 5,85–5,45 m) charakteryzują znaczne wartości *Picea* (20–23%) i *Pinus* (31–58%) oraz wyraźnie mniejsze *Carpinus* (3–14%), *Alnus* (3–12%), *Betula* (3–9%), *Abies* (1–3%) i *Quercus* (3–14%). Zanika pyłek *Fraxinus*, *Ulmus*, *Tilia* i *Taxus*. Odnotowano *Buxus* cf. *sempervirens*. Wartości NAP są zróżnicowane i wahają się od 4 do 10%. Jest to głównie pyłek Cyperaceae i Gramineae, w zdecydowanie mniejszym stopniu Ericaceae. Z roślin wodnych stale jest obecny pyłek *Utricularia*, zaś z zarodnikowych nieliczne spory *Pteridium* i Polypodiaceae.

Górną granicę poziomu wyznacza załamanie krzywej znacznych wartości *Picea*, dalszy spadek udziału *Abies*, *Carpinus* i *Alnus*, skorelowany z dalszym wzrostem lub wysoką krzywą *Pinus*. Na tej granicy następuje zmiana charakteru sedymentu ze słabo rozłożonego, niskopopielnego torfu turzycowego na średniopopielny torf z piaskiem. Granica litologiczna tych osadów jest wyraźna, co potwierdza przerwę sedymentacyjną uwarunkowaną erozją, zaznaczającą się w diagramie pyłkowym na głębokości 5,45 m.

L PAZ — NK-12 — *Pinus*–(*NAP*) (próbki nr 44 i 45, zbadano próbkę nr 45, głębokość 5,45–5,35 m). Dominuje pyłek *Pinus* (83%) i *Betula* (2,5%), istotne wartości osiąga *Salix* (1,2%) i *Picea* (1,3%), natomiast pyłek innych drzew (*Alnus*, *Abies*, *Carpinus* i *Quercus*) odnotowano w znikomych ilościach. NAP kształtuje się na poziomie 11%. Jest to prawie wyłącznie pyłek Cyperaceae (6,4%) i Gramineae (3%), znikomo *Artemisia*, Compositae, Cruciferae, Ericaceae i *Calluna*. Nie ma *Utricularia*. Wzrastają wartości *Sphagnum* (do 3%).

Górną granicę tego poziomu wyznacza wzrost udziału *Salix* i *Betula* oraz załamanie bardzo wysokiej krzywej *Pinus*.

L PAZ — NK-13 — *Pinus*–*Salix*–*NAP* (próbki nr 46–48, zbadano próbkę nr 47, głębokość 5,35–5,20 m) cechują duże wartości *Pinus* (39%), *Salix* (11%), NAP (30%) i *Betula* (11%) oraz małe (0,2–2%) *Picea*, *Carpinus*, *Alnus*, *Abies*, *Quercus* i *Corylus*. Odnotowano pierwsze ziarna pyłku *Juniperus*, wzrost udziału i różnorodności NAP (*Artemisia* do 2,3%), *Sphagnum* (12%) oraz zniszczenie sporomorf. Z górną granicą poziomu ulega załamaniu wysoka krzywa *Salix*. Nieznacznie wzrastają wartości *Pinus*, *Picea*, *Alnus*, *Carpinus* i *Betula*.

L PAZ — NK-14 — *Pinus*–(*Picea*–*NAP*) (próbki nr 49–77, zbadano 12 próbek, głębokość 5,20–3,56 m) cechują znaczne, dosyć zróżnicowane wartości *Pinus* (40–62%) i NAP (19–26%) oraz wyraźnie mniejsze *Betula* (8–15%), *Picea* (3–8%), *Alnus* (2–11%) i *Carpinus* (1–7%). W małych ilościach (poniżej 1–2%) odnotowano pyłek *Corylus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Abies* i *Tilia*, a sporadycznie *Taxus* i *Fraxinus*. Z nowych taksonów stale jest obecny, lecz nie osiąga znacznych wartości, *Juniperus*, rzadko *Larix*, *Hippophaë* i *Populus*. Na duży udział NAP składa się głównie pyłek Gramineae (7–13%), Cyperaceae (6–11%), *Artemisia* (0,8–2,2%) i w małym stopniu rośliny z rodzin i rodzajów: Ericaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Ranunculaceae, Rubiaceae, Umbelliferae, *Thalictrum*, *Calluna*, *Ledum*, *Vaccinium*, *Rumex*, *Polygonum bistorta*/P. *viviparum*, zupełnie sporadycznie Cruciferae, *Prunella* typ i *Saxifraga*. Z roślin błotnych i szuwarowych odnotowano pyłek *Menyanthes*,

Sparganium/*Typha angustifolia*, *Lythrum*, z roślin wodnych mikrospory *Isoetes*, rzadko *Nuphar*, *Potamogeton* i z roślin zarodnikowych spory *Equisetum*, Polypodiaceae, *Pteridium*, *Osmunda* i *Sphagnum*. Wartości ostatniego taksonu wahają się od 9 do 20%. Z powodu wyraźnego zniszczenia w niektórych próbkach nie oznaczono nawet 2,6% sporomorf. Ilość glonów z rodzaju *Pediastrum* jest nieznaczna (1–5%), tylko w najwyższej położonej próbce dochodzi do 17%.

Górną granicę tego poziomu stanowi strop zachowanych w tym profilu osadów biogenicznych. Korelację wyróżnionych w osadach biogenicznych z Nadolnika podstawowych jednostek palinostratygraficznych z jednostkami wydzielonymi w podobnych osadach z innych stanowisk Wysoczyzny Płockiej, obszaru Warszawy lub innych rejonów Polski zamieszczono w tabeli 1.

ZIELUŃ

Osady biogeniczne z Zielunia były przedmiotem wcześniejszych badań geologiczno-paleobotanicznych (Kotarbiński, Krupiński, 2000a). Są to dobrze rozłożone torfy o nieznacznej, około 2-metrowej miąższości. Nieliczne próbki (14) zostały pobrane wiertnicą mechaniczną WH w czasie prac terenowych nad arkuszem Żuromin SMGP 1:50 000 (Kotarbiński, 2000a). Wyniki badań palinologicznych 11 próbek pozwoliły wydzielić 4 lokalne poziomy pyłkowe, charakteryzujące sukcesję zbiorowisk roślinnych późnego glacjału zlodowacenia poprzedzającego interglacjał eemski i stadium mezokratyczne interglacjału eemskiego (Krupiński, 1999a; Kotarbiński, Krupiński, 2000a). Mała miąższość nawierconych osadów biogenicznych i duże odstępki, w jakich pobrano próbki, oraz uchwycone zaledwie fragmenty historii rozwoju zbiorowisk roślinnych wspomnianego interglacjału spowodowały, że w bliskim sąsiedztwie wcześniejszego otworu wykonano wiercenie sondą GEOPROBE i pobrano pełny rdzeń osadów biogenicznych. Wyniki badań paleobotanicznych tych utworów są przedmiotem niniejszego opracowania.

W stratygrafii pyłkowej osadów biogenicznych z otworu wiertniczego ZN.1/00 w Zieluniu wyróżniono 9 podstawowych jednostek palinostratygraficznych, charakteryzujących sukcesję zbiorowisk roślinnych prawie całego interglacjału eemskiego (fig. 12, tab. 1).

L PAZ — ZN-1 — *Pinus*–(*Quercus*–*NAP*) (próbka nr 1, głębokość 11,75–11,71 m) cechują znaczne wartości *Pinus* (47%), NAP (20%), *Quercus* (12%) i *Betula* (12%) oraz wyraźnie mniejsze *Fraxinus* (2%), *Ulmus* (2%) i *Salix* (2%). Odnotowane w jego składzie nieliczne ziarna pyłku innych drzew (*Abies*, *Corylus*, *Tilia*), w tym o występowaniu trzeciorzędowym (2,2%), należy uznać za znajdujące się na wtórnym złożu lub będące efektem migracji, zaś pyłek *Juniperus*, *Hippophaë* i *Helianthemum* za przetrwały element heliofilny zbiorowisk roślinnych.

L PAZ — ZN-2 — *Quercus*–(*Pinus*–*Fraxinus*–*Ulmus*) (próbki nr 2–7, zbadano 2 próbki, głębokość 11,71–11,45 m) cechują znaczne wartości *Quercus* (22–23%) i *Pinus* (40–43%) oraz wyraźnie mniejsze *Fraxinus* (4%), *Ulmus*

(2%), *Corylus* (1–9%) i *Betula* (11–14%). Udział NAP uległ obniżeniu do 13,5%. Jest to prawie wyłącznie pyłek Gramineae (5–6%), Cyperaceae (4–7%) i *Artemisia* (0,8%), sporadycznie Chenopodiaceae, Compositae, *Thalictrum* i Caryophyllaceae. Liczni są przedstawiciele roślinności błotnej i szuwarowej (*Sparganium*/*Typha angustifolia* cf. *Sparganium*, *Typha latifolia*, *Lythrum*) oraz wodnej (*Nuphar*, *Nymphaea*, *Myriophyllum spicatum*, *Hottonia*, *Stratiotes*, *Salvinia*). Nie odnotowano sporomorf roślin trzyczorządowych. Ich spektra mają charakter czysto czwartorzędowy. Nie zawierają elementów nasuwających podejrzenie, że mogą się znajdować na wtórnym złożu lub pochodzić z dalekiego transportu.

Górna granica tego poziomu zaznacza się wyraźnym obniżeniem wartości *Quercus* i *Pinus*, skorelowanym z gwałtownym wzrostem udziału *Corylus*, zaś w osadach dalszym spadkiem popielności i zmniejszeniem stopnia rozkładu torfu.

L PAZ — ZN-3 — *Corylus*–(*Taxus*–*Tilia*–*Alnus*) (próbki nr 8–15, zbadano 2 próbki, głębokość 11,45–11,10 m) cechują duże wartości *Corylus* (45–59%) oraz zdecydowanie mniejsze innych, mezokratycznych drzew: *Quercus* (3–11%), *Tilia* (1–9%), *Ulmus* (2–6%), *Fraxinus* (2%), *Taxus* (1%), *Alnus* (2–8%), *Carpinus* (1–5%) i *Acer*. Pojawia się *Viscum*. Dalszemu obniżeniu uległy udziały *Pinus* i *Betula*. Zaznaczył się wyraźny wzrost wartości Polypodiaceae (17%) i *Sphagnum* (17%) i prawie zupełny zanik pyłku roślin wodnych (z wyjątkiem *Utricularia*).

Górną granicę poziomu wyznacza załamanie krzywej wysokich wartości *Corylus* i dalszy, wyraźny wzrost znaczenia *Carpinus*.

L PAZ — ZN-4 — *Carpinus*–(*Corylus*–*Tilia*) (próbki nr 16–19, zbadano próbkę nr 18, głębokość 11,10–10,90 m) cechują znaczne wartości *Carpinus* (36%), *Corylus* (24%), *Tilia* (7%) i *Alnus* oraz małe (1–2%) *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Taxus*, *Pinus* i *Betula*. Odnotowano również *Hedera*, *Viscum*, *Acer* i *Tilia platyphyllos*. Znaczne udziały NAP (14%) są uwarunkowane lokalną nadreprezentacją roślin zbiorowisk bagiennych i szuwarowych (Cyperaceae 12%). Z roślin wodnych stwierdzono pyłek *Utricularia* oraz mikrospory i mikrosporangia *Salvinia*. Zaznacza się wyraźne obniżenie wartości Polypodiaceae i *Sphagnum*. Poziom ten łagodnie przechodzi w następny, w którym dominuje pyłek *Carpinus*.

L PAZ — ZN-5 — *Carpinus*–(*Corylus*–*Alnus*) (próbki nr 20–26, zbadano 2 próbki, głębokość 10,90–10,55 m) cechują duże wartości *Carpinus* (42–58%), znaczne *Corylus* (20–21%) i *Alnus* (10–11%), zróżnicowane *Betula* (0,2 i 15%) i małe (1–3%) *Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus* oraz *Taxus*. Pojawia się i szybko zyskuje na znaczeniu *Picea* (0,6 i 7%), w mniejszym stopniu *Abies* (0,4%), sporadycznie występuje *Fagus* i *Osmunda*. Udziały NAP obniżyły się do 2–3%. Nieznacznie zyskuje na znaczeniu *Sphagnum*.

Górną granicę poziomu wyznacza załamanie krzywej stosunkowo wysokich wartości *Corylus*, skorelowane z wyraźnym wzrostem znaczenia *Picea* i *Abies*.

L PAZ — ZN-6 — *Carpinus*–(*Picea*–*Abies*–*Alnus*) (próbki nr 27–29, zbadano próbkę nr 28, głębokość 10,55–10,40 m)

cechują duże wartości *Carpinus* (58%), znaczne *Picea* (15%), *Alnus* (9%) i *Abies* (3%) oraz zdecydowanie mniejsze *Corylus* (5%), *Tilia*, *Taxus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Pinus* i *Betula*. Wśród NAP (5%) występuje prawie wyłącznie pyłek Cyperaceae (3,7%). Zaznacza się wyraźny wzrost udziału *Sphagnum* (8%) skorelowany z zanikiem ziarn pyłku roślin wodnych.

Górną granicę poziomu wyznacza załamanie krzywej bardzo wysokich wartości *Carpinus*, skorelowane ze znacznym wzrostem znaczenia *Pinus* i *Abies*. Granica ta stanowi początek występowania zbiorowiska roślinnych stadium telokratycznego interglacjału eemskiego.

L PAZ — ZN-7 — *Picea*–*Abies*–(*Carpinus*–*Alnus*) (próbka nr 30, głębokość 10,40–10,35 m) cechują duże, największe w całym profilu wartości *Picea* (31%) i *Abies* (15%), znaczne *Carpinus* (33%) i *Alnus* (9%) oraz małe (1–3%) innych drzew (*Corylus*, *Quercus*, *Pinus*, *Betula*). Z nowych taksonów odnotowano *Buxus* cf. *sempervirens*. Udział NAP wynosi 3,5%. Wartości *Sphagnum* przekraczają 20%.

Górną granicę poziomu wyznacza załamanie krzywych dużych wartości *Picea*, *Abies*, *Carpinus* i *Alnus*, zanik niskich krzywych *Corylus* i *Pinus*. Granica ta zaznacza się również w charakterze litologicznym osadów. Między niżej występującym słabo rozłożonym torfem a wyżej zalegającym (głęb. 10,35 m) średnio rozłożonym, bardziej popielnym torfem jest ostra, co może sugerować obecność luki sedymentacyjnej.

L PAZ — ZN-8 — *Pinus*–(*NAP*–*Sphagnum*) (próbki nr 31–37, zbadano 5 próbek, głębokość 10,35–9,67 m) cechuje się dominującym udziałem *Pinus* (64–78%). Znaczne wartości osiąga NAP (10–24%), *Betula* (8–11%) i *Sphagnum* (14–35%, tylko w próbce nr 34 — 2%), *Picea* (0,2–3%) i *Abies* (0,0–2%). W znikomych ilościach odnotowano pyłek *Juniperus* i *Salix*. Wśród NAP przeważają Gramineae i Cyperaceae. Pojawiają się lub zyskują na znaczeniu *Artemisia*, Ericaceae, Coryophyllaceae, Compositae, *Calluna*, *Vaccinium*, *Valeriana*, *Comarum*, *Menyanthes* i *Lycopodium annotinum*. Nie odnotowano pyłku roślin wodnych.

Górną granicę tego poziomu wyznacza pojawienie się lub nieznaczny wzrost wartości *Picea*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus* i *Abies*. Może to wskazywać na nieznaczne ocieplenie klimatu, na procesy przemieszczenia wcześniej zdeponowanych w tym akwenie osadów lub zwiększenie roli ziarn pyłku pochodzących z dalekiego transportu.

L PAZ — ZN-9 — *Pinus*–(*NAP*–*Picea*–*Sphagnum*) (próbki nr 38–48, zbadano 4 próbki, głębokość 9,67–9,09 m) cechują duże wartości *Pinus* (54–78%), znaczne NAP (9–24%), *Betula* (8–14%) i *Sphagnum* (24–35%). Wyraźnie wzrasta udział lub po przerwie pojawia się pyłek *Picea*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Abies* i *Salix*. W obrębie NAP dominują Gramineae (5–11%) i Cyperaceae (3–10%), wyraźnie zyskuje na znaczeniu *Artemisia* (do 1,6%) oraz rośliny z rodzin i rodzajów: Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Ranunculaceae, Ericaceae, *Calluna*, *Ledum*, *Vaccinium*, *Thalictrum*, *Polygonum bistorta*, *P. viviparum*, *Comarum* i *Sparganium* typ. Górna granica tego poziomu stanowi strop zachowanych osadów biogenicznych.

LUBOWIDZ

Osady biogeniczne z Lubowidza były już przedmiotem wcześniejszych badań geologicznych i paleobotanicznych (Kotarbiński, Krupiński, 2000a). Zostały one stwierdzone w czasie prac geologiczno-kartograficznych na arkuszu Żurmin SMGP 1:50 000 (Kotarbiński, 2000a). Pobrana wówczas sondą mechaniczną WH, z głębokości 8,70 m, zaledwie jedna próbka dobrze rozłożonego torfu została opracowana paleobotanicznie. Jej spektrum cechujące się wysokimi wartościami pyłku *Carpinus* i *Corylus* oraz znacznymi *Alnus* i *Tilia* pozwoliło wiązać akumulację i pochodzenie osadów z fazą grabową interglacjału eemskiego (Krupiński, 1999a). Argument ten skłonił do wykonania w sąsiedztwie tego otworu (fig. 2) kolejnego wiercenia LB.1/00.

W osadach biogenicznych z otworu wiertniczego LB.1/00 w Lubowidzu wyróżniono 4 lokalne poziomy pyłkowe (fig. 13) z wyraźną luką stratygraficzną między L PAZ — LB-1 — NAP—(*Pinus–Artemisia*) i L PAZ — LB-3 — *Corylus–(Taxus–Tilia–Alnus)*, związaną z brakiem osadów fazy dębowej.

L PAZ — LB-1 — NAP—(*Pinus–Artemisia*) (próbki nr 1 i 2, zbadano próbkę nr 1, głębokość 10,00–9,90 m) cechują znaczne wartości pyłku NAP (37%), *Pinus* (25%), *Artemisia* (3%), *Juniperus* (2%) i *Salix* (2%). W obrębie NAP dominuje Gramineae (16%) i Cyperaceae (12%); znaczne udziały osiąga Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Ericaceae, *Ledum* i *Empetrum*. Odnotowany w małych ilościach pyłek drzew mezokratycznych (*Corylus*, *Quercus*, *Tilia*) i oligokratycznych (*Carpinus*, *Alnus*) może być efektem odgórnjej migracji lub może się znajdować na wtórnym złożu, podobnie jak nieznaczne ilości sporomorf roślin trzeciorzędowych (3%) i planktonu morskiego (*Hystrichosphaeridium* 1,1%). Wielkość wtórnego złoża w spektrum tej próbki określono na 13,1%. Między stropem tego poziomu pyłkowego a spągami wyżej występującego (L PAZ — LB-3) znajduje się wyraźna luka sedymentacyjna i stratygraficzna, co ma odzwierciedlenie w przyjętej numeracji wydzielonych lokalnych poziomów pyłkowych.

L PAZ — LB-3 — *Corylus–(Taxus–Tilia–Alnus)* (próbki nr 3–12, zbadano 3 próbki, głębokość 9,90–9,40 m) cechują duże wartości pyłku *Corylus* (49–56%), znaczne *Tilia cordata* typ (7–9%), *Quercus* (4–8%), *Taxus* (2–3%), *Alnus* (8–9%), *Fraxinus* (2–4%) i *Ulmus* (2%). Pojawia się pyłek *Carpinus*, stale jest obecny *Hedera*, *Viscum* i *Humulus*. Stosunkowo znaczne udziały NAP (6–16%) są uwarunkowane lokalną nadreprezentacją Gramineae (3–7%) i Cyperaceae (2–8%). Liczny jest tu również pyłek roślin błotnych i szuwarowych (*Typha latifolia*, *Sparganium/Typha angustifolia* cf. *Sparganium*) oraz wodnych (*Nuphar*, *Nymphaea*, *Stratiotes*, *Salvinia* — mikrospory i mikrosporangia). Nie odnotowano zdeponowanych sporomorf roślin trzeciorzędowych.

Górną granicę poziomu wyznacza załamanie krzywej wysokich wartości *Corylus*, skorelowane z pojawieniem się i szybkim wzrostem udziału *Carpinus*.

L PAZ — LB-4 — *Carpinus–Corylus–(Tilia–Alnus)* (próbki nr 13–18, zbadano próbkę nr 15, głębokość 9,40–9,10 m) cechują duże wartości *Carpinus* (36%), znaczne *Corylus* (29%), *Tilia* (7%) i *Alnus* (7%), zdecydowanie małe (1–2%) innych drzew liściastych (*Quercus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Ulmus*) oraz iglastych (*Taxus*). Udział *Pinus* wynosi zaledwie 1,6%. Lokalna nadreprezentacja pyłku Cyperaceae (9%) jest związana z opanowaniem torfowisk przez te rośliny i decyduje o znacznych wartościach NAP (12%).

L PAZ — LB-5 — *Carpinus–(Picea–Abies–Alnus)* (próbki nr 19–21, zbadano 2 próbki, głębokość 9,10–8,96 m) cechują duże wartości *Carpinus* (33–36%), znaczące *Picea* (8–11%), *Abies* (1–2%), *Alnus* (5–9%), *Corylus* (11–15%) i *Pinus* (13–19%) oraz małe (poniżej 1,5%) *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus* i *Tilia*. Nie występuje *Hedera*, *Viscum*, jest obecny *Ligustrum*. Znaczące udziały NAP (11–15%) są uwarunkowane lokalną nadreprezentacją roślin z rodzaju Cyperaceae, eliminujących z ekosystemów bagiennych uprzednio obecne inne rośliny błotne i szuwarowe (*Typha latifolia*, *Sparganium* typ). Z roślin wodnych odnotowano jedynie mikrosporangium *Salvinia*.

Górna granica tego poziomu i stwierdzonych w tym otworze osadów biogenicznych jest ostra i ma charakter erozyjny.

REKONSTRUKCJA ZBIOROWISK ROŚLINNYCH I KLIMATU

Charakterystyka spektrów pyłkowych młodoplejstoczeńskich osadów biogenicznych ze Studzińca, Dąbrówek, Śniedzanowa, Nadolnika, Zielunia i Lubowidza z północnej części Wysoczyzny Płockiej (Płońskiej) i Równiny Urszulewskiej odzwierciedla przemiany klimatyczno-florystyczne i sukcesję zbiorowisk roślinnych całego interglacjału eemskiego, częściowo późnego glacjału poprzedzającego go zlodowacenia i w znacznym stopniu następującego po nim wczesnego vistulianu. Wykazano dużo podobieństw między spektrami równoległych osadów z poszczególnych stanowisk, jak również różnice w wydzielonych podstawowych jednostkach palinostratygraficznych. Różnice te w znacznym stopniu utrudniają przedstawienie jednoznacznej korelacji palinostratygraficznej wyróżnionych lokalnych zespołów poziomów pyłkowych (L PAZ). Mogą one być w znacznym stopniu uwarunkowane lo-

kalnymi warunkami siedliskowymi, różnym usytuowaniem otworów wiertniczych, z których pobrano próbki w funkcjonujących wówczas zbiornikach akumulacji osadów biogenicznych, lub zbyt dużymi — w stosunku do tempa akumulacji osadów biogenicznych — i zróżnicowanymi w poszczególnych profilach odstępami między badanymi próbkami. Mogą też mieć wpływ czynniki losowe, np. pożar torfowiska, przemieszczenia osadów w obrębie akwenu (resuspensja, inwersja palinostratygraficzna) lub ich częściowe zniszczenie. Badane osady biogeniczne z porównywanych stanowisk są wyraźnie zróżnicowane litologicznie. W Studzińcu, Dąbrówkach, Śniedzanowie i Nadolniku ich akumulacja rozpoczęła się w różnych częściach zróżnicowanych głębokościowo zbiorników jeziornych, natomiast w Zieluniu i Lubowidzu — w obrębie torfowiska lub w płytkiej strefie litoralnej jezioro-

ra. Osady ze Śniedzanowa w czasie akumulacji (podczas fazy grabowej lub młodziej) były narażone na okresowe podpowierzchniowe pożary torfowiska, co się zaznacza zarówno na diagramie (sukcesja popożarowa), jak również w niektórych cechach fizyczno-chemicznych (bardzo wyraźny wzrost popielności, obecność mikrowęgielków) i w znacznym zniszczeniu zdeponowanych wówczas sporomorf roślin. Palinostratygraficzny i paleogeograficzny charakter niniejszego opracowania oraz wyraźnie ograniczony czas na jego wykonanie sprawiły, że zbadano zaledwie część licznie pobranych próbek.

Odstępy między badanymi próbkami metodycznie nie są wystarczające (najwyżej zadowalające), a w poszczególnych profilach wyraźnie zróżnicowane. Zdecydowanie najlepiej zbadane są osady biogeniczne ze Studzieńca (miąższość ponad 16,0 m, 337 pobranych próbek, z czego zbadano 175, średni odstęp między dosyć równomiernie rozmieszczonymi próbkami 9,1 cm) i Nadolnika (miąższość 4,50 m, 77 pobranych próbek, z czego zbadano 44, średni odstęp między próbkami 10,2 cm), natomiast zdecydowanie gorzej ze Śniedzanowa (miąższość 6,80 m, 145 pobranych próbek, z czego zbadano 50, średni odstęp między próbkami 13,6 cm), z Lubowidza (miąższość około 1 m, 21 pobranych próbek, z czego zbadano 7, średni odstęp między próbkami 14,3 cm), Zielunia (miąższość 2,70 m, 48 pobranych próbek, z czego zbadano 19, średni odstęp między próbkami 14,2 cm) i Dąbrówki (miąższość 6,90 m, 144 pobranych próbek, z czego zbadano 47, średni odstęp między próbkami 14,8 cm). Sprawia to, że wartość interpretacyjna wyników badań osadów z tych stanowisk jest wyraźnie różna. Zróżnicowane nazewnictwo taksonomiczne podobnych wiekowo podstawowych jednostek palinostratygraficznych może być również uwarunkowane stosunkowo rzadkim opróbowaniem.

PÓŻNY GLACJAŁ POPRZEDZAJĄCY INTERGLACJAŁ EEMSKI

Osady późnego glacjału zlodowacenia poprzedzającego interglacjał eemski stwierdzono w Studzieńcu, Śniedzanowie, Dąbrówkach, Nadolniku i Lubowidzu (tab.1). Zdecydowanie największą miąższość osiągają w Studzieńcu (1,90 m) i Śniedzanowie (2,10 m), wyraźnie mniejszą w Dąbrówkach (0,55 m), bardzo małą w Nadolniku (0,16 m) i Lubowidzu (0,10 m). Są to przeważnie piaski ze żwirem, zapiaszczone gytie wapienne i ciemnoszare, skrytolaminowane gytie wapienne (Śniedzanowo), drobno-, średnio- i różnoziarniste, wysokopopielne (97–99%) o małej zawartości CaCO₃, piaski szare, wysokopopielne (94–97%), niskowęglanowe (CaCO₃ 12–24%) mułki piaszczyste i mułki ilaste oraz niskowęglanowe (12–32%) i wysokopopielne (79–86%) szare gytie ilaste i ilasto-wapienne, strefowo z licznymi skorupkami malakofauny (Studzieniec). Frekwencja sporomorf jest przeważnie słaba, lecz stopniowo wyraźnie poprawia się. Ich znaczna część jest silnie zniszczona (skorodowane, połamane, pocięte, pokruszone i czasem sfozylizowane). Obecne są stopniowo tracące na znaczeniu zredeponowane sporomorfy roślin trzyczonkowych i trzyczonkowo-czwartorzędowych oraz plankton morski z grupy *Hystrichosphaeridium*. W osadach ze Studzieńca wyróżniono dwa L PAZ:

- ST-1 — NAP–*Juniperus*–*Artemisia*,
- ST-2 — *Juniperus*–*Artemisia*–*Pinus* z podpoziomami *Pinus*–*Betula* w części dolnej i *Pinus* w części górnej.

W pozostałych stanowiskach wyróżniono tylko po jednym L PAZ (tab. 1):

- Dąbrówki — DB-1 — NAP–*Juniperus*–*Pinus*–(*Artemisia*),
- Nadolnik — NK-1 — NAP–*Juniperus*–*Pinus*–(*Artemisia*),
- Śniedzanowo — SN-1 — *Pinus*–(NAP–*Juniperus*),
- Lubowidz — LB-1 — NAP–(*Pinus*–*Artemisia*).

Spektra wydzielonych, podobnych taksonomicznie w tych osadach L PAZ, odzwierciedlają postglacialne ocieplenie klimatu i dynamicznie pojawiające i rozprzestrzeniające pierwsze pionierskie zbiorowiska roślinne. Związane są z nimi pierwsze gleby inicjalne. Podczas okresowych nawrotów ochłodzeń dochodziło do ich ograniczenia lub nawet wycofania się oraz zniszczenia wcześniej uformowanych gleb początkowego stadium rozwojowego. Dotychczas zdecydowanie najlepiej zostały poznane przemiany klimatyczno-florystyczne późnego glacjału zlodowacenia wisły (Koperowa, 1962; Ralska-Jasiewiczowa, 1966, 1980; Krupiński, 1992a). Po wprowadzeniu do pobierania próbek osadów środkowo- i młodoplejstocenijskich sondy rdzeniowej Więckowskiego (Krupiński, Więckowski, 1986) zdecydowanie poprawił się stopień poznania przemian klimatyczno-florystycznych późnego glacjału zlodowacenia poprzedzającego interglacjał eemski i młodoeemski (Krupiński, 1995a). Postępujący proces poznania przemian klimatyczno-florystycznych późnego glacjału, zlodowacenia poprzedzającego interglacjał eemski, sprawił, że Mamakowa (1988, 1989) wyróżniła trzy typy (warianty) stratygrafii pyłkowej jego osadów: pierwszy dla obszaru Polski południowo-zachodniej (R PAZ — *Cyperaceae*–*Artemisia*–*Betula nana*), drugi — dla obszaru Polski północno-wschodniej (R PAZ — NAP–*Picea*–*Pinus*) i trzeci dla obszaru Polski centralnej oparty na najlepiej charakteryzujących te przemiany osadach jeziornych z Warszawy Wawrzyszewa (Krupiński, 1992b; Krupiński, Morawski, 1993). W opracowanych przez Krupińskiego diagramach wyróżniła trzy L PAZ: NAP–*Juniperus*, *Hippophaë*–*Betula* i NAP–*Hippophaë*–*Juniperus*. Autor tych diagramów wyodrębnił zaś cztery L PAZ: NAP ze zredeponowanymi sporomorfami roślin trzyczonkowych, *Hippophaë*–*Salix*–NAP, *Betula*–*Hippophaë*–*Artemisia* i *Pinus*–*Juniperus*–(*Artemisia*–*Hippophaë*). Odnotowane w spektrach osadów z Wysoczyzny Płockiej zdecydowanie mniejsze zawartości pyłku *Hippophaë* mogą być uwarunkowane zróżnicowaniem lub odmiennością lokalnych warunków siedliskowych, zwłaszcza zasobnością podłoża lub zawartością CaCO₃ w pozostawionych przez łądłód osadach (Zalewska, 1955; Gorczyński, 1968; Środoń, 1970; Krupiński, 1992b). Wyniki badań paleobotanicznych pozwoliły dosyć dokładnie odtworzyć charakter, skład i przemiany występujących wówczas zbiorowisk roślinnych oraz dynamikę zmieniającego się klimatu.

Pierwsze na obszarze Wysoczyzny Płockiej krzewy i rośliny zielne, tworzące małe skupienia, pojawiły się dosyć wcześnie, jeszcze w czasie nieustabilizowanej pokrywy utworów powierzchniowych, podlegającej licznym procesom niszczenia zarówno przez wodę uwalnianą z rozmarzającego po-

datnego na soliflukcję i denudację gruntu, wody powierzchniowe i opadowe, jak również w wyniku erozji eolicznej. Efektem tego jest obecność w akumulowanych osadach jeziornych, czasem o znacznej miąższości, zredeponowanych sporomorf roślin trzeciorzędowych lub starszych, pochodzących z niszczenia wcześniej zdeponowanych osadów, oraz licznych ziarn pyłku, zwłaszcza sosny, pochodzących z dalekiego transportu. Zjawiska takie obserwujemy dosyć często na obszarze współczesnej tundry i w górach powyżej górnej granicy lasu (Aario, 1943; Welten, 1950; Iversen, 1954; Środoń, 1960; Tauber, 1965; Krupiński, 1975, 1984). W deszczu pyłkowym bardzo wyraźnie przeważa tu pochodzący z dalekiego transportu pyłek sosny, powodujący wyraźne obniżenie zawartości pyłku lokalnych krzewów i roślin zielnych. Spektra takie nie odzwierciedlają wiernie charakteru i składu zbiorowisk roślinnych. Tym należy tłumaczyć w diagramie osadów ze Śniedzanowa stosunkowo niskie udziały NAP, przy jednoczesnej obecności pyłku roślin heliofilnych i wysokiej zawartości *Pinus*. Efektem słabego zwarcia szaty roślinnej lub jej braku było odkładanie się w funkcjonujących wówczas jeziorach często znacznej miąższości osadów typu protopedonu, powstałych z rozmycia utworów powierzchniowych otaczających zbiorniki. Dowodem tego są dużej miąższości piaski ze żwirem w profilu Studzieńca i Śniedzanowa.

Szeroka analiza fitogeograficzna i wyniki badań palinologicznych osadów z Wysoczyzny Płockiej upoważniają do wyodrębnienia w rozwoju zbiorowisk roślinnych tego odcinka plejstocenu dwu części. W **części starszej**, reprezentowanej przez wyróżniony dla Wysoczyzny Płockiej R PAZ — NAP—*Juniperus*—*Artemisia* (tab. 1), krzewy i dominujące rośliny zielne, w tym heliofilne, tworzyły skupienia lub płyty, pomiędzy którymi występowały — nie osiągając pełnego zwarcia — rośliny pionierskie, w tym heliofilne. Mała produkcja pyłku przez dosyć skromną roślinność lokalną sprawiła, że znaczny wpływ na zapisany w analizowanych osadach deszcz pyłkowy wywarły ziarna pochodzące z dalekiego transportu. Nieznaczące opanowanie utworów powierzchniowych przez te jeszcze słabo uformowane zbiorowiska sprzyjało rozwojowi i nasileniu erozji wodnej i eolicznej oraz szybkiej akumulacji piasków różnoziarnistych — czasem ze znacznym udziałem żwirów lub przeławiconych warstwami mułków albo innych osadów — w nowo powstałych zbiornikach wodnych. Głównym składnikiem tych zbiorowisk był jałowiec, bylice, trawy, turzycowate, krzewiaste formy brzozy, wierzby, w tym gatunki tundrowe, oraz rośliny z rodzin i rodzajów: goździkowate, komosowate, złożone, krzyżowe, wargowe, wrzosowate, mącznica (*Arctostaphylos*), jaskrowate, różowate, marzanowate, baldaszkowate, rutewka (*Thalictrum*), w tym typowo heliofilne: rokitnik (*Hippophaë*), prześl (*Ephedra*), żebrowiec (*Pleurospermum*), bażyna (*Empetrum*), goryczka (*Gentiana*), posłonek (*Helianthemum*), babka (*Plantago*), skalnica (*Saxifraga*) i widliczka ostrozębna (*Selaginella selaginoides*). Na tych otwartych przestrzeniach opanowanych przez roślinność zielną, krzewiastą i krzewinkową zaczęły się pojawiać pierwsze kępy drzewiastych i krzewiastych form sosny, być może z modrzewiem, topolą i pierwszymi drzewiastymi gatunkami brzozy. Formowały się również pierwsze zbiorowiska roślin błotnych i szuwarowych. Tworzyły je: pałka wąskolistna, wierzbowka, kozłek lekarski

i zapewne niektóre gatunki traw i turzycowatych. W końcowej części tego poziomu na wyraźnie zamulonym podłożu pojawiła się pałka szerokolistna — roślina o nieco większych wymaganiach termicznych (Iversen, 1954). W dobrze nasłonecznionych wodach nowo formujących się zbiorników występowały glony z rodzaju *Pediastrum*. Utrzymujący się w tych akwenach lub w tych ich częściach, z których pochodzą badane osady, ruch wody sprawił, że nie odegrały one większego znaczenia (jedynie w Studzieńcu wyraźnie zaznaczyły swoją obecność). Zaczęły się pojawiać pierwsze rośliny stref pływicznych (grązel i rdestnice). Rola roślin zarodnikowych, przeważnie związanych z wilgotnymi siedliskami, była wyraźnie zróżnicowana. Największe znaczenie miały w Dąbrówkach. Były to głównie paprotkowate i skrzypy, sporadycznie — podejrzon (*Botrychium*), nasięźrzał (*Ophioglossum*), widłak alpejski i wcześniej wymieniona subarktyczna widliczka ostrozębna (*Selaginella selaginoides*).

W **części młodszej** występowania zbiorowisk roślinnych późnego glaciału — R PAZ — NAP—*Juniperus*—*Pinus*—(*Artemisia*) (tab. 1) — zmniejszyło się znaczenie jałowca, bylic, wierzb i pewnych roślin zielnych, wycofały się niektóre rośliny heliofilne oraz wzrósł udział sosny, a później brzozy. Zbiorowiska roślinne miały skład i charakter podobny do występujących współcześnie na obszarze tundry krzewiasto-zielnej i lasotundry. Nastąpiło dalsze rozprzestrzenienie zbiorowisk krzewiastych i leśnych oraz stopniowe wypieranie roślin heliofilnych. Lepsze opanowanie przez te zbiorowiska powierzchni zaznaczyło się wzrostem lokalnej produkcji ziarn pyłku, zmniejszeniem tempa akumulacji osadów i udziału składników pochodzących ze zniszczenia otaczających zbiorniki utworów powierzchniowych. W konsekwencji wzrosła koncentracja sporomorf i zmalał w składzie spektrów udział zredeponowanych sporomorf roślin trzeciorzędowych oraz stopień zniszczenia sporomorf.

Zbiorowiska roślinne miały charakter krzewiasto-zielny, z pojawiającymi się i powiększającymi płytami, w których wzrastał udział sosny i brzozy drzewiastych oraz sporadycznie mógł występować modrzew, topola i świerk. Powiększanie się tych płyt i ich łączenie prowadziło do formowania widnych zbiorowisk leśnych, wyznaczających początek przemian klimatyczno-florystycznych stadium protokratycznego interglaciału eemskiego. Składnikami zbiorowisk krzewiasto-zielnych i zielnych były głównie trawy, turzycowate, tracące stopniowo na znaczeniu bylice, jałowiec, wierzby krzewiaste, sporadycznie krzewinkowe, brzozy krzewiaste, rzadziej krzewinkowe, oraz wcześniej występujące, lecz nieznacznie mniej liczne aniżeli uprzednio, taksony roślin zielnych, z nielicznie przetrwałymi heliofitami: rokitnikiem (*Hippophaë*), bażyną (*Empetrum*), posłonkiem (*Helianthemum*), wierzbowką (*Epilobium*), kozłkiem lekarskim (*Valeriana officinalis*) i widliczką ostrozębną (*Selaginella selaginoides*). W rejonie Śniedzanowa ważnym składnikiem siedlisk błotnych i szuwarowych była pałka szerokolistna. Znaczny ruch i utrzymująca się niska temperatura wód nie sprzyjały, pomimo dobrego ich nasłonecznienia, rozprzestrzenianiu się zielenic, a w Studzieńcu odnotowano nawet dalsze ograniczenie ich rozwoju. W zbiorniku w Śniedzanowie pojawiły się rośliny wód płytkich (wywłócznik kłosowy, grązel, grzybień, sporadycznie rdestnice i rdest ziemnowodny). Wymagania termiczne roślin

występujących w młodszej części przemian klimatyczno-florystycznych późnego glacjału zlodowacenia poprzedzającego interglacjału eemski są nieznacznie zróżnicowane. Ważne wskaźnikowo rośliny wodne wskazują na wyraźnie wyższą średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca, niż rośliny lądowe, zwłaszcza krzewiaste i drzewiaste. Może to świadczyć, że rośliny wodne zdecydowanie szybciej reagują na ocieplenie klimatu, aniżeli krzewy i drzewa. Wymagania termiczne *Typha latifolia* (Iversen, 1954) pozwalają ocenić średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca przynajmniej na 14°C, *Hippophaë rhamnoides* (Hulten, 1950) na 13°C, a *Empetrum*, *Chamaenerion*, *Valeriana* i *Juniperus* na 10°C. Nieleśny charakter zbiorowisk roślinnych z licznym jałowcem i bylicami wskazuje, że badany obszar znajdował się poza północną granicą lasu lub w niedalekiej od niej odległości. Współczesny jej przebieg wiązany jest ze średnią temperaturą lipca 12°C (Wiśniewski, 1930).

Klimat późnego glacjału zlodowacenia poprzedzającego interglacjału eemski Wysoczyzny Płockiej był wyraźnie zróżnicowany. W jego starszej części — R PAZ — NAP–*Juniperus*–*Artemisia* — był suchy lub umiarkowanie suchy. Cechał się krótkim, stosunkowo wilgotnym okresem wegetacyjnym, suchymi, długimi okresami spoczynku i mroźnymi, długimi, suchymi zimami. Średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca należy ocenić na około 10°C. W młodszej części — R PAZ — NAP–*Juniperus*–*Pinus*–(*Artemisia*) — tego okresu nastąpiło wyraźne ocieplenie. Klimat subarktyczny na początku stadium protokratycznego interglacjału eemskiego zmienił się na borealno-subarktyczny. Charakteryzował się stosunkowo krótkim, stopniowo wydłużającym się, umiarkowanie wilgotnym okresem wegetacyjnym, o średniej temperaturze najcieplejszego miesiąca początkowo około 11°C, później 12°C, i dochodzącej do 13–14°C. Okresy spoczynku były długie i suche, po czym stopniowo skracaly się. Zimy były suche i dosyć mroźne, ulegały jednak z czasem wyraźnemu skróceniu i złagodzeniu.

Postępujące ocieplenie klimatu oraz skład i charakter zbiorowisk roślinnych końcowego odcinka późnego glacjału doprowadziły na Wysoczyźnie Płockiej do ustania lub wyraźnego ograniczenia procesów denudacyjnych i zmniejszenia tempa akumulacji osadów jeziornych, niezawierających lub prawie pozbawionych zredeponowanych sporomorf roślin trzecieorzędowych. Poprawił się stan zachowania i zwiększyła się koncentracja sporomorf w osadach oraz lokalna produkcja pyłku. Cechy te charakteryzują na Wysoczyźnie Płockiej przełom późnego glacjału i stadium protokratycznego interglacjału eemskiego.

STADIUM PROTOKRATYCZNE INTERGLACJAŁU EEMSKIEGO

Osady stadium protokratycznego interglacjału eemskiego stwierdzono w pięciu z sześciu badanych profili. Ich miąższość jest wyraźnie zróżnicowana i waha się od 0,04 do 1,45 m. Zdecydowanie największą osiągają w Śniedzanowie (1,35 m), zaś w pozostałych profilach bardzo małą: w Studzieniu 0,25 m, Dąbrówkach 0,25 m, Nadolniku 0,12 m i Zieluniu 0,04 m. Są to: szara i ciemnoszara skrytolaminowana,

w górnej części drobno- i grubodetrytyczna gytia wapienna o popielności 66–71% i zawartości CaCO₃ 45–65% (Śniedzanowo), szarooliwkowa, drobnolaminowana, wysokopopielna (ponad 82%) i niskowęglanowa (CaCO₃ poniżej 15%) gytia ilasta lub ilasto-wapienna (Studzieniec), szara i szarooliwkowa nisko- i wysokowęglanowa (33–73%) i wysokopopielna (82–89%) gytia wapienna (Dąbrówki), szara i ciemnoszara, poprzelawicana cienkimi warstewkami drobnych piasków o zróżnicowanej popielności (55–91%) bezwapienna gytia łupkowata i łupki (Nadolnik) oraz mułkowate piaski lub mułki (Zieluń). Zwiększyła się koncentracja i poprawił stan zachowania sporomorf. Nie odnotowano zredeponowanych sporomorf roślin trzecieorzędowych.

W większości stanowisk wyróżniono po dwa lokalne poziomy pyłkowe (L PAZ), a tylko w Śniedzanowie trzy i w Zieluniu jeden poziom — młodszy (patrz tab. 1). Pozwala to wyróżnić w stadium protokratycznym interglacjału eemskiego Wysoczyzny Płockiej dwa regionalne zespoły poziomów pyłkowych (R PAZ):

- E1 — *Betula* z podpoziomem *Pinus*–(*NAP*–*Juniperus*) w części dolnej,
- E2 — *Pinus* z podpoziomem *Betula*–(*Ulmus*) w części dolnej i podpoziomem *Quercus*–*Ulmus* w części górnej.

Wymienione jednostki palinostratygraficzne są podobne do jednostek wyróżnionych przez Tobolskiego (1991) dla regionu konińskiego (*Betula* i *Pinus*–*Betula*), Mamakową (1989) dla obszaru Polski (E1 — *Pinus*–*Betula* i E2 — *Pinus*–*Betula*–*Ulmus*) i Krupińskiego (Krupiński, Morawski, 1993; Krupiński, 2002a) dla obszaru Warszawy (*Pinus*–*Betula*–*NAP* i *Pinus*) — patrz tab. 1. Zdecydowanie najlepiej przemiany te są zapisane w osadach ze Śniedzanowa. Odzwierciedlają one dwa główne etapy, a w ich obrębie liczne fazy rozwoju i występowania zbiorowisk roślinnych. W starszej części (E1, R PAZ — *Betula*) stadium protokratycznego interglacjału eemskiego zbiorowiska leśne tworzyły duże, widne, stopniowo powiększające się płaty, które rozszerzając się opanowały wszystkie siedliska. Stanowiły je krzewiaste i drzewiaste gatunki brzoź, z sosną, tracącym na znaczeniu jałowcem i wierzbami, sporadycznie topolą. Powierzchnie, nieopanowane przez te zbiorowiska oraz runo, porastały trawy i turzycowate, z bardzo małym, zróżnicowanym lokalnie udziałem bylic, komosowatych, goździkowatych, baldaszkowatych, różowatych, wargowych, złożonych i rutewki. Ważnym składnikiem siedlisk łągowych stał się chmiel (*Humulus*). Wyraźny wzrost znaczenia roślin siedlisk błotnych i szuwarowych (pałki szerokolistnej, jeżogłówki) należy wiązać z akumulacją pierwszych osadów biogenicznych. Funkcjonowanie płytkich zbiorników z umiarkowanie ciepłą wodą znacząco się zwiększeniem udziału roślin wód płytkich. Ich ruch nie sprzyjał rozwojowi glonów z rodzaju *Pediastrum*. Opanowanie powierzchni przez zbiorowiska roślinne wyraźnie ograniczyło denudację utworów powierzchniowych i abrazję brzegów zbiorników. Efektem było niedostarczanie do osadów zredeponowanych sporomorf roślin trzecieorzędowych, zmniejszenie ich tempa akumulacji, wzrost lokalnej produkcji pyłku, jego koncentracji i zawartości składników biogenicznych. Jest to niewątpliwie związane z wyraźnym wydłużeniem okresu wegetacyjnego oraz podniesieniem średniej temperatury najcieplejszego i najchłodniejszego mie-

siąca. Średnia temperatura najcieplejszego miesiąca była o 1–2°C wyższa od temperatury cechującej obecnie północną granicę lasu. Należy ją szacować na około 13–14°C.

Młodsza część (E2, R PAZ — *Pinus*) stadium protokratycznego interglacjału eemskiego Wysoczyzny Płockiej cechuje występowanie umiarkowanie zwartych i zwartych lasów oraz lasoborów sosnowych, początkowo ze znacznym udziałem brzoź, nieznacznym jałowca, wierzby i topoli, a później z dużą ilością mezokratycznych drzew liściastych, tj. dębu, wiązu i jesionu. Z obecnością tych ostatnich należy wiązać liczne występowanie chmielu. Na polanach śródleśnych zaczął się pojawiać ciepłolubny bluszcz (*Hedera*), co wskazuje na średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca przynajmniej 17°C, zaś najchłodniejszego nie niższą niż –1,5°C (Iversen, 1954). Podszycie lasów było bardzo ubogie. Występował sporadycznie i nielicznie jałowiec, wierzba oraz pojawiający się wiciokrzew (*Lonicera*). Runo, zwłaszcza początkowo, było zdecydowanie bogatsze, lecz dosyć ubogie taksonomicznie. Stanowiły go głównie trawy, turzycowate, zdecydowanie rzadziej wcześniej obecne inne rośliny zielne. Lokalnie, zwłaszcza w rejonie Śniedzanowa, doszło do wypełnienia części zbiornika osadami biogenicznymi, jego zładowacenia i opanowania powierzchni przez liczne rośliny zarodnikowe, głównie paprotkowate. Warunki klimatyczne tej części stadium protokratycznego interglacjału eemskiego początkowo umożliwiły pojawienie się, a później ekspansję mezokratycznych drzew liściastych (dębu, wiązu, jesionu), stanowiących główny składnik zbiorowisk roślinnych początkowego, najstarszego etapu stadium mezokratycznego tego interglacjału. Średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca początku stadium protokratycznego należy szacować na około 15°C, a końca na 15–16°C, natomiast najchłodniejszego odpowiednio na –3 i –1°C. Okresy wegetacyjne były długie, cechowały się wzrostem wilgotności, zaś zimowe krótkie i umiarkowanie wilgotne, zwłaszcza w końcowej części tego stadium. Sprzyjało to ekspansji licznych roślin mezokratycznych.

STADIUM MEZOKRATYCZNE INTERGLACJAŁU EEMSKIEGO

Osady reprezentujące przemiany klimatyczno-florystyczne stadium mezokratycznego interglacjału eemskiego stwierdzono we wszystkich badanych stanowiskach, jedynie w Lubowidzu nie wydzielono osadów fazy dębowej. Ich miąższość jest wyraźnie zróżnicowana i waha się od 0,68 do 5,73 m. Największą osiąga w Studzieńcu (5,73 m), wyraźnie mniejszą w Dąbrówkach (2,85 m) i Zieluniu (1,31 m), w pozostałych zdecydowanie małą: w Lubowidzu 0,94 m, Śniedzanowie 0,80 m i Nadolniku 0,68 m. Mała miąższość osadów w Śniedzanowie jest spowodowana ich częściowym zniszczeniem przez pożar. Najmniejszą miąższość wykazują utwory fazy dębowej, wyraźnie większą leszczynowej lub grabowej (tab. 2).

Osady pochodzące z poszczególnych otworów wiertniczych i występujące w obrębie poszczególnych fitofaz są wyraźnie zróżnicowane litologicznie. W większości stanowisk mają charakter biolimnogeniczny, zaś w górnym odcinku fazy

grabowej oraz w Lubowidzu i Zieluniu terygeniczny. W Studzieńcu są to kolejno: szarooliwkowe, wyraźnie i drobnolaminowane, niskowęglanowe (CaCO₃ 17–30%), wysokopopielne (65–80%) gytie ilaste i ilasto-wapienne, szarooliwkowe i szare drobnolaminowane gytie wapienne (CaCO₃ 34–53%, popielność 62–80%), szare i szarooliwkowe gytie wapienne o strukturze łupkowej (CaCO₃ 46–77%, popielność 69–81%) oraz jasnooliwkowe, wysokowęglanowe gytie wapienne; w Dąbrówkach — szarooliwkowe, wyraźnie i drobnolaminowane, wysokowęglanowe (72–90%) i wysokopopielne (83–90%) gytie wapienne (kreda jeziorna) i średnio lub słabo rozłożony, niskopopielny (8%) torf; w Śniedzanowie — ciemnoszara grubodetrytyczna, niskowęglanowa (1–27%) gytia wapienna i gytia o popielności 52–68%, ciemnoszary, dobrze lub bardzo dobrze rozłożony torf o zróżnicowanej strefowo i znacznej popielności (43–45%), ciemnoszare wysokopopielne (90–91%) namuły, będące częściowo efektem podziemnego pożaru torfowiska, oraz ciemnoszare namuły torfiaste o popielności 27%; w Nadolniku — szare, drobnolaminowane i średnioziarniste piaski, szarobrazowe łupki przeławiczone bardzo cienkimi laminami drobnych piasków, szarobrazowe łupki o popielności 44–49%, łupki torfiaste o popielności poniżej 6% z licznymi łupkami nasion i owoców roślin; w Zieluniu — bardzo dobrze rozłożony, strefowo silnie zailony torf o popielności 11–23%, słabo, średnio i dobrze rozłożony, niskopopielny (5–10%) torf; a w Lubowidzu — piaski ze storfiałą substancją organiczną, torf z piaskiem (popielność 64–89%) oraz dobrze i średnio rozłożony torf o popielności 28–47%.

W stanowiskach osadów tego stadium wyróżniono różną liczbę L PAZ: w Studzieńcu — 8, Dąbrówkach — 6, Nadolniku i Zieluniu — po 5, Śniedzanowie — 4 i w Lubowidzu — 3 (patrz tab. 1). W zniszczonych przez pożar osadach ze Śniedzanowa wydzielono tylko jedną lukę sedymentacyjną oraz jeden, a może nawet dwa lokalne zespoły poziomów pyłkowych — L PAZ — SN-8 — *Pinus*–*NAP* i L PAZ — SN-10 — *Pinus*–(*Cyperaceae*–*Picea*) — będące zapisem sukcesji popożarowej. Zdecydowanie najlepiej przemiany klimatyczno-florystyczne tego odcinka interglacjału eemskiego ilustruje diagram pyłkowy osadów ze Studzieńca i Dąbrówek.

Wyróżnione w diagramach osadów biogenicznych z tych stanowisk jednostki palinostatygraficzne pozwalają wyodrębnić w stadium mezokratycznym interglacjału eemskiego Wysoczyzny Płockiej trzy regionalne zespoły poziomów pyłkowych (R PAZ):

- E3 — *Quercus* z podpoziomami *Pinus*–*Fraxinus*, *Fraxinus* i *Corylus*;
- E4 — *Corylus* z podpoziomami *Quercus*–(*Tilia*), *Taxus*–(*Tilia*–*Alnus*), *Tilia*–*Alnus* i *Carpinus*–*Tilia*–*Alnus*;
- E5 — *Carpinus* z podpoziomami *Corylus*–*Tilia*–*Alnus*, *Corylus*–*Alnus* i *Alnus*–(*Picea*–*Abies*).

Poziomy te należy korelować z podobnymi poziomami wyróżnionymi dla tego odcinka interglacjału eemskiego przez Mamakową (1988, 1989), Tobolskiego (1991) i Krupińskiego (Krupiński, Morawski, 1993; Krupiński, 2002a) (tab. 1). Odzwierciedlają one trzy główne części, a w ich obrębie liczne fazy rozwoju i występowania zbiorowisk roślinnych.

W pierwszej, najstarszej części (E3 — R PAZ — *Quercus*) stadium mezokratycznego interglacjału eemskiego zbiorowiska leśne północnego Mazowsza były dobrze uformowane i zwarte. Początkowo były to lasy dębowe z jesionem, wiązem i znacznym udziałem szybko tracącej na znaczeniu sosny, a później wieloskładnikowe mieszane lasy liściaste: dębowe z jesionem, wiązem i coraz liczniejszą leszczyną. W spektrach pyłkowych osadów ze Studzieńca i Dąbrówek wartość *Quercus* jest bardzo duża i dochodzi do 64%, *Fraxinus* do 7%. Na siedliskach suchych i ubogich troficznie lub nieznacznie od nich wilgotniejszych występowały lasy i bory mieszane: dębowe z sosną i nielicznie przetrwała brzoza brodawkowata, na siedliskach żyznych i wilgotnych — niemalże jednoskładnikowe lasy dębowe z jesionem, a później z szybko zyskującą na znaczeniu leszczyną, na siedliskach wyraźnie wilgotniejszych i okresowo zalewanych — zwarte zbiorowiska łąkowe: wiązowo-jesionowe z dębem i rozprzestrzeniającą się leszczyną oraz chmielem w podszyciu. Runo i podszycie zbiorowisk leśnych było bardzo słabo rozwinięte i ubogie taksonomicznie. Były to głównie trawy, turzycowate, wcześniej wspomniany chmiel, ciepłolubny bluszcz (*Hedera*), dereń świdwa (*Cornus sanguinea*), ligustr (*Ligustrum*), kruszyna (*Frangula alnus*). W koronach drzew występowała półpasożytnicza jemiola (*Viscum*). Wymagania klimatyczne głównych składników lasów oraz ciepłolubnych krzewów pozwalają określić średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca na około 17–18°C, a może nawet 19°C, zaś najchłodniejszego od 0 do –1°C. Okresy wegetacyjne były długie i umiarkowanie wilgotne, zaś zimowe okresy spoczynku również umiarkowanie wilgotne, lecz stosunkowo krótkie. Sprzyjało to migracji roślin o większych wymaganiach klimatycznych.

W drugiej, środkowej części (E4 — R PAZ — *Corylus*) stadium mezokratycznego interglacjału eemskiego skład zbiorowisk leśnych ma znaczenie szczególne dla interpretacji stratygraficznej i biostratygraficznej. Na obszarze niemalże całej Europy, od Wysp Brytyjskich aż po Ural, głównym składnikiem zbiorowisk leśnych była leszczyna w ilościach nieznanych z holocenu lub innych odcinków plejstocenu (Niklewski, 1968; Krupiński, 1978, 1992c). W spektrach osadów ze Studzieńca, Dąbrówek i Nadolnika wartości *Corylus* dochodzą do 70%. Panowały wówczas zwarte, dobrze uformowane, zróżnicowane siedliskowo i zmieniające w czasie swój skład, wieloskładnikowe mieszane lasy liściaste, zdominowane przez leszczynę. Początkowo były to mieszane lasy dębowe ze znacznym udziałem leszczyny, pojawiającą się lipą i olszą, później zaś zbiorowiska leszczynowe, nad którymi górowały korony stopniowo tracących na znaczeniu dębów, jesionów i wiązów. Towarzyszyła im lipa i liczny, zwłaszcza na siedliskach wilgotnych, cis. W końcowej części panowały również dobrze zwarte mieszane lasy liściaste ze znacznym udziałem leszczyny, lipy i szybko zyskującym na znaczeniu grabem (*Tilia-Carpinetum*). Na siedliskach podmokłych doszło do uformowania pierwszych zbiorowisk olesowych. W skromnym podszyciu i runie był obecny bluszcz, ligustr, kruszyna, chmiel i sporadycznie śródziemnomorski ostrokrzew (*Ilex*). W koronach drzew stale występowała jemiola. Dobrze zwarte zbiorowiska leśne, które również opanowały

Tabela 2

Miąższość osadów fitofaz (w metrach)

Sediment thickness of zones (m)

Otwór wiertniczy	Fitofaza		
	<i>Quercus</i>	<i>Corylus</i>	<i>Carpinus</i>
Studzieniec	0,60	2,70	2,43
Dąbrówki	0,40	0,65	1,80
Śniedzanowo	0,30	0,20	0,30*
Nadolnik	0,08	0,25	0,35
Zieluń	0,26	0,35	0,70
Lubowidz	–	0,50	0,44

* mała miąższość osadów jest spowodowana ich zniszczeniem przez podziemny pożar torfowiska

* the low sediment thickness is due to underground peat fire

tereny zabagnione, wyraźnie ograniczyły występowanie roślin zielnych siedlisk błotnych, szuwarowych i zarodnikowych. Roślinność ta oraz stref płyczn (pałka szerokolistna, jeżogłówka, grązel, grzybień, wywłócznik kłosowy), najliczniej notowana w rejonie Śniedzanowa, jednocześnie osiągnęła tu kres występowania.

Ważnym, dotychczas niedostatecznie poznany i docenionym elementem tych zbiorowisk był cis. We wcześniej opracowanych diagramach osadów interglacjalnych z obszaru Polski ziaren pyłku tego taksonu nie podawano. Stałe jego notowanie w latach 80. ubiegłego stulecia, nawet w znacznych ilościach, dowiodło, że cis był stałym składnikiem zbiorowisk leśnych i ważnym stratygraficznie elementem oceny wieku flory interglacjalnej środkowej Europy (Krupiński, 1995c). W spektrach osadów ze Studzieńca wartości pyłku *Taxus* dochodzą do 9%, z Dąbrówek i Nadolnika — 4%, ze Śniedzanowa i Lubowidza — 3%, jedynie z Zielunia nie przekraczają 1%. W spektrach osadów z Imbramowic z przedpola Sudetów wynoszą 12% (Mamakowa, 1989). Na obszarze południowych i środkowych Niemiec cis był głównym składnikiem zbiorowisk leśnych tego odcinka plejstocenu, a wartości jego pyłku w spektrach osadów z Eurach (Beug, 1979) dochodzą do 73%, z Samerbergu 40% (Grüger, 1979a–c). W Eurach odnotowano również liczne jego makroszczątki (Jung, 1979).

Rośliny obecne w drugim etapie stadium mezokratycznego wskazują, że był to zdecydowanie najcieplejszy odcinek młodszego plejstocenu. Cechował się bardzo długim, wilgotnym okresem wegetacyjnym ze średnią temperaturą najcieplejszego miesiąca nie niższą niż 20°C, krótkim, umiarkowanie wilgotnym okresem spoczynku, łagodnymi zimami i średnią temperaturą najchłodniejszego miesiąca, być może, 1–2°C, ale nie niższą niż 0°C. Z końcem tego etapu ten wyjątkowo ciepły i łagodny klimat nieznacznie się ochłodził, a okres wegetacyjny wyraźnie skrócił, co sprzyjało rozprzestrzenieniu się oligokratycznych drzew liściastych, głównie grabu i olszy.

Wyznacza to początek trzeciej części stadium mezokratycznego interglacjału eemskiego.

W trzeciej, najmłodszej części (E5 — R PAZ — *Carpinus*) stadium mezokratycznego interglacjału eemskiego zbiorowiska leśne miały bardzo złożony i zmieniający się w czasie charakter i skład. Przejawem tego są wyróżnione w jego obrębie przynajmniej trzy podpoziomy pyłkowe. Początkowo dominowały zwarte, dobrze uformowane wieloskładnikowe, mieszane lasy liściaste *Tilia-Carpinetum*: grabowo-lipowe z powszechną leszczyną, mniej licznym dębem, jesionem, cisem, klonem oraz chmielem, bluszczem, kruszyną, dereniem świdwą, sporadycznie z ligustrem i ostrokrzewem w podszyściu. W koronach drzew, nieco rzadziej aniżeli uprzednio, występowała jemiola. Dostyc liczne, bardziej wilgotne i podmokłe siedliska zostały opanowane przez olszę ze zróżnicowanym w zależności od charakteru siedliska udziałem wiązu, jesionu, cisa oraz chmielu i kruszyny w podszyściu. W środkowej części tego odcinka dominowały niemalże jednoskładnikowe zwarte — bez runa lub ze skromnym jego udziałem — lasy grabowe, z tracącą stopniowo na znaczeniu leszczyną oraz rzadką lipą, dębem, jesionem i wiązem. Na siedliskach podmokłych panowały zbiorowiska olszynowe. Wartości *Carpinus* w spektrach pyłkowych tych osadów dochodzą do 60%. Występowały wcześniej obecne krzewy o większych wymaganiach termicznych, zaznaczył się wyraźny spadek znaczenia chmielu. W najmłodszym odcinku tej części przemian klimatyczno-florystycznych nadal elementem dominującym zwartych zbiorowisk leśnych był grab. Zaznaczył się spadek znaczenia leszczyny, dębu, jesionu, wiązu i klonu, wzrosła rola zbiorowisk olesowych, pojawiła się i szybko zyskała na znaczeniu jodła i świerk oraz wycofała się większość krzewów i roślin zielnych o większych wymaganiach klimatycznych. Zbiorowiska te odzwierciedlają końcowy odcinek przemian klimatyczno-florystycznych stadium mezokratycznego interglacjału eemskiego.

Cechą niezwykle istotną osadów biogenicznych ze Śnieżanowa jest zapis śladów pożarów torfowisk. Ich przejawem jest niemal zupełny brak w rdzeniu z tego stanowiska osadów reprezentujących przemiany klimatyczno-florystyczne trzeciej, najmłodszej części stadium mezokratycznego tego interglacjału. W przetrwałych w szczątkowej postaci osadach odnotowano zapis lokalnej sukcesji popożarowej (patrz charakterystyka L PAZ — SN-8 — *Pinus*-NAP, L PAZ — SN-9 — *Carpinus*-(*Corylus*-*Alnus*) i L PAZ — SN-10 — *Pinus*-(*Cyperaceae*-*Picea*)). Objawiła się ona przejściowym pojawieniem się luźnych i widnych zbiorowisk sosnowych, sosnowych z brzozą, z licznymi w runie roślinami zielnymi (*Polygonum bistorta*, *P. viviparum*, *Artemisia*, *Caryophyllaceae*, *Compositae*, *Ericaceae*, *Calluna*, *Ledum* i *Rubiaceae*). Osady cechują się bardzo wysoką popielnością (90%) i obecnością fragmentów częściowo zwęglonych tkanek (mikrowęgielki), zaś przetrwałe sporomorfy są bardzo zniszczone. Ślady pożarów zbiorowisk roślinnych i torfowisk z interglacjału eemskiego odnotowano dotychczas w obrębie osadów fazy leszczynowej z Góry Kalwarii (Sobolewska, 1961) i Żyrardowa (Krupiński, 1973). Sprawą niezwykle istotną nadal nierozwiązaną pozostaje wyjaśnienie ich przyczyn. Czy miały charakter wyłącznie losowy, np. od uderzenia pioruna, czy też mogły być związane z pojawieniem się człowieka neandertal-

skiego i używaniem przez niego ognia? Ich synchroniczność na obszarze tej części Polski przemawia za drugą ewentualnością, lecz jej nie przesadza.

Zbiorowiska roślinne trzeciej części stadium mezokratycznego interglacjału eemskiego wskazują na wyraźne ochłodzenie i zwilgotnienie klimatu. Znacznie skrócił się okres wegetacyjny. Średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca należy ocenić na 18°C, zaś najchłodniejszego na -2°C, a może nawet -3°C. Te zmiany klimatu sprzyjały migracji i rozprzestrzenieniu się telokratycznych drzew iglastych, głównie świerka i w mniejszym stopniu jodły w stosunku do linii jej północnego zasięgu (Środoń, Gołąbowa, 1956; Krupiński, 1986, 1988, 1992c; Niklewski, Krupiński, 1992).

STADIUM TELOKRATYCZNE INTERGLACJAŁU EEMSKIEGO

Osady reprezentujące przemiany klimatyczno-florystyczne stadium telokratycznego interglacjału eemskiego stwierdzono w 5 rdzeniach. Wyjątek stanowi rdzeń z Lubowidza, w którym nie występują. Ich miąższość jest znaczna i wyraźnie zróżnicowana, waha się od 1,31 do 2,77 m. Zdecydowanie największą osiągają w Studzieńcu (2,77 m) i Nadolniku (2,49 m), wyraźnie mniejszą w Dąbrówkach (1,90 m), Śnieżanowie (1,90 m) i Zieluniu (1,31 m). Reprezentują one dwie główne fazy zbiorowisk leśnych: świerkową i sosnową. Miąższość osadów tych faz jest wyraźnie zróżnicowana, zdecydowanie większa dla fazy sosnowej (tab. 3).

Osady, pochodzące z poszczególnych otworów wiertniczych i występujące w obrębie tych odcinków badanych rdzeni, są wyraźnie zróżnicowane litologicznie. W Studzieńcu są to: jasno- i szarooliwkowa, drobnolaminowana gytia wapienna (CaCO₃ 52–61%, popielność 57–71%), ciemnoszara, grubodetrytyczna gytia ze skorupkami mięczaków (CaCO₃ 1–43%, popielność 17–44%), słabo, średnio i dobrze rozłożony torf (popielność 18–72%) i szarobrazowy wysokopopielny (62–72%) osad torfiasty; w Dąbrówkach — średnio lub słabo rozłożony, niskopopielny (9%) torf, średnio i dobrze rozłożony, ze zróżnicowaną zawartością piasku, wysokopopielny (52–82%) torf i ciemnoszary, wysokopopielny (75–86%) namul torfiasty; w Śnieżanowie — szary i ciemnoszary, o wyraźnie zróżnicowanej popielności (69–91%), namul torfiasty (osad zniszczony przez pożar), szarobrazowy, średnio i dobrze rozłożony torf (popielność 46–64%) oraz bardzo dobrze rozłożony, zapiaszczony torf (popielność 65–79%); w Nadolniku — słabo rozłożony lub nierozłożony, niskopopielny (4–10%) torf turzycowy, dobrze rozłożony torf o zróżnicowanej zawartości piasku i popielności (15–37%), wysokopopielny (75–93%) ze zróżnicowaną zawartością piasku dobrze rozłożony torf oraz torf przelawiony warstwami piasku i piasek ze storfiąłą substancją organiczną o wyraźnie zróżnicowanej popielności (77–98%); w Zieluniu — słabo rozłożony, niskopopielny (6%) torf, średnio rozłożony torf i torf z piaskiem oraz piasek ze storfiąłą substancją organiczną o bardzo zróżnicowanej popielności (15–98%), dobrze rozłożony torf z piaskiem, ciemnoszare mułki piaszczyste i jasnoszare mułki (popielność od 56% — torf do 97% — mułki).

W stanowiskach osadów stadium telokratycznego interglacjału eemskiego wyróżniono różną liczbę L PAZ: w Studzieniu — 4, Dąbrówkach — 3, Śniedzanowie — w zależności od przyjętej interpretacji 2 lub 3, Nadolniku — 5, Zieluniu — 3 (patrz tab. 1). Wyraźny wpływ sukcesji popożarowej na spektra osadów L PAZ — SN-10 — *Pinus*–(Cyperaceae–*Picea*) bardzo utrudnia interpretację i korelację palinostratygraficzną. Poziom ten można umieścić zarówno w obrębie poprzedniego stadium mezokratycznego, jak również w stadium telokratycznym.

Przemiany klimatyczno-florystyczne tego odcinka interglacjału eemskiego ilustruje bardzo dobrze diagram pyłkowy osadów biogenicznych ze Studzienca, Nadolnika i Dąbrówek.

Wyróżnione lokalne jednostki palinostratygraficzne (tab. 1) pozwalają wyodrębnić w stadium telokratycznym interglacjału eemskiego Wysoczyzny Płockiej dwa regionalne zespoły poziomów pyłkowych (R PAZ):

- E6 — *Picea* z podpoziomami *Abies*–*Carpinus*–*Alnus*, *Alnus*–(*Carpinus*) i *Pinus*–(*Alnus*) w części dolnej;
- E7 — *Pinus* z podpoziomem NAP–*Juniperus* w jego górnej części.

Poziomy te należy korelować z regionalnymi poziomami pyłkowymi wcześniej wyróżnionymi przez Mamakową (1989) dla obszaru Polski, przez Tobolskiego (1991) dla regionu konińskiego i przez Krupińskiego (Krupiński, Morawski, 1993; Krupiński, 2002a) dla obszaru Warszawy (tab. 1). Odzwierciedlają one dwie główne części, a w ich obrębie liczne fazy rozwoju i występowania zbiorowisk roślinnych najmłodszego odcinka interglacjału eemskiego.

W **pierwszej, starszej części** (E6 — R PAZ — *Picea*) stadium telokratycznego interglacjału eemskiego nastąpiło wyparcie mieszanych, wieloskładnikowych lasów liściastych z dominującym grabem i zastąpienie ich przez wieloskładnikowe mieszane lasy liściasto-iglaste i iglasto-liściaste ze znaczącym lub dominującym udziałem świerka, a później sosny. Uformowały się i panowały zwarte i umiarkowanie zwarte, wieloskładnikowe lasobory (bory mieszane) i bory świerkowe, początkowo ze znacznym, a później tracącym na znaczeniu udziałem grabu, dosyć dużym, zróżnicowanym lokalnie (zdecydowanie największym w Nadolniku i Zieluniu) udziałem jodły i zyskującą na znaczeniu sosną. W spektrach pyłkowych tych osadów wartości *Picea* dochodzą do 25–30%, zaś *Abies* do 17% (Nadolnik), 15% (Zieluń) i 3% (Studzieniec, Dąbrówki, Śniedzanowo).

Dosyć liczne siedliska podmokłe nadal były opanowane przez zbiorowiska z dominującą olszą. Udział innych, wcześniej występujących drzew liściastych (leszczyny, dębu, jesionu, wiązu, lipy), był zdecydowanie mały, a niektóre z nich (lipa, wiąz, jesion, klon) oraz cis, bluszcz i jemięta osiągają tu kres interglacialnego występowania. Nieznaczne prześwietlenie tych zbiorowisk, postępujące zabagnienie i degradacja gleb zaznaczyły się wzrostem znaczenia roślin zielnych i siedlisk bagiennych, a w obrębie wrzosowatych wrzosu (*Calluna*), dowodzącego silnego wylugowania i zakwaszenia gleby. Wypełnienie osadami dennymi wielu zbiorników lub ich znacznych części doprowadziło do ich złądowacenia i, w wyniku ochłodzenia i zmniejszenia parowania, do powstania nowych siedlisk bagiennych. Zaowocowało to wzrostem ba-

Tabela 3

Mięszość osadów fitofaz stadium telokratycznego (w metrach)

Sediment thickness of zones of telocratic stages (m)

Otwór wiertniczy	Fitofaza	
	<i>Picea</i>	<i>Pinus</i>
Studzieniec	0,42	2,35
Dąbrówki	0,15	1,75
Śniedzanowo	1,20* lub 0,60	0,70
Nadolnik	0,60	1,89
Zieluń	0,05	1,26

* wartość może być nieznacznie zmieniona w zależności od tego, gdzie zostaną umieszczone osady L PAZ — SN-10 — *Pinus*–(Cyperaceae–*Picea*)

* the value may slightly vary depending on location of the L PAZ — SN-10 — *Pinus*–(Cyperaceae–*Picea*) sediments

giennego charakteru zbiorowisk leśnych oraz pojawieniem się w runie roślin zielnych: siedmiopalcznika błotnego (*Comarum palustre*), bobrka trójlistnego, kozłka lekarskiego *Menyanthes trifoliata*, *Valeriana officinalis*) lub roślin płytkich i małych „oczek wodnych”: pływacza, osoki i grążela (*Utricularia*, *Stratiotes*, *Nuphar*), funkcjonujących w obszarze wcześniej powstałych torfowisk przejściowych i wysokich ze znacznym lub dominującym udziałem mchów torfowców. Wysokie wartości spor *Sphagnum* są dowodem obecności takich torfowisk we wszystkich badanych stanowiskach.

Wyniki badań osadów fazy świerkowej potwierdzają słusność opinii Środonia i Gołąbowej (1956), że północny zasięg występowania jodły w interglaciale eemskim był na obszarze Polski zdecydowanie większy niż współcześnie (Mamakowa, 1989, ryc. 32; Krupiński, 1992c, str. 74; Zagwijn, 1996). Znaczne wartości pyłku *Abies* (15 i 17%) w spektrach osadów z Nadolnika i Zielunia są zdecydowanie większe aniżeli w sąsiednich, bliskich geograficznie, położonych na południe stanowiskach: Głowczyn — 4% (Niklewski, 1968), Sokolniki — około 2% (Baraniecka, Janczyk-Kopikowa, 1991), Żarowo — 1% (Krupiński, 2001), Leszczyno — 4,5% (Krupiński, 2002b), Łanięta — 6,6% (Balwierz, Roman, 2002). Jest to efekt wyjątkowo korzystnych dla jodły lokalnych warunków siedliskowych. Wyraźnie mniejsze wartości *Picea* i *Abies* w spektrach L PAZ — DB-10 — *Picea*–(*Abies*–*Carpinus*) z Dąbrówek, niż w osadach analogicznych poziomów innych profili tego rejonu Polski, może być uwarunkowane nie zbadaniem wszystkich próbek i nie uchwyceniem maksymalnych ich wartości lub zróżnicowaniem lokalnych warunków siedliskowych, dużym rozprzestrzenieniem i zabagnieniem obniżenia, wypełnionego mięszymi, mało stabilnymi dla tych drzew osadami biogenicznymi.

Klimat starszej części stadium telokratycznego interglacjału eemskiego Wysoczyzny Płockiej miał charakter borealny, z niektórymi i stopniowo zanikającymi cechami klimatu

umiarkowanego. Zdecydowanemu skróceniu uległ okres wegetacyjny, zimy stały się wilgotne, stopniowo i wyraźnie wydłużały się. Wymagania klimatyczne świerka pospolitego (*Picea abies*), najliczniej występującego w tym odcinku, wraz z liwego na suszę atmosferyczną i glebową (Tomanek, 1966) — mierzona wskaźnikiem niedosytu wilgotności powietrza (Szymkiewicz, 1923) lub sumą rocznych opadów atmosferycznych (Firbas, 1949, str. 226–227, ryc. 31) i jego współczesnym zasięgiem pokrywającym się z izotermą stycznia (od -3 do -4°C) — pozwalają określić średnią temperaturę najchłodniejszego miesiąca na około -4°C , najcieplejszego — 17 – 18°C , a może nawet $18,5^{\circ}\text{C}$. Na początku tej części stadium telokratycznego klimat był nieznacznie cieplejszy i miał cechy zbliżone do klimatu panującego współcześnie na obszarze Polski północno-wschodniej w zasięgu świerka.

W drugiej, młodszej części (E7 — R PAZ — *Pinus*) stadium telokratycznego interglacjału eemskiego Wysoczyzny Płockiej zbiorowiska roślinne miały wyraźnie odmienny niż uprzednio i zmieniający się w czasie skład i charakter. Były to lasobory i bory sosnowe o zmniejszającym się stopniowo zwarciu (a później tylko ich płaty) początkowo z dominującą, a potem stopniowo tracącą na znaczeniu sosną, z malejącym udziałem świerka, nieliczną brzozą, z rzadką przetrwałą jodłą, grabem i olszą oraz sporadycznym dębem i leszczyną. W dobrze rozwiniętym podszyciu występował jałowiec i wierzba. W szybko zyskującym na znaczeniu runie (lub między jego płatami) liczne były trawy, turzycowate, bylice oraz krzewinki i rośliny zielne z rodzin i rodzajów: wrzosowate, wrzos, jaskrowate, różowate, marzanowate, rutewka, rdest, szczaw, w tym pierwsze heliofilne: goryczka (*Gentiana*), żebrowiec (*Pleurospermum*), bażyna (*Empetrum*), posłonek (*Helianthemum*), lyszczyk (*Gypsophila*), krwisiąg lekarski (*Sanguisorba officinalis*), skalnica (*Saxifraga*) i babka (*Plantago*). Przy górnej granicy młodszej części stadium telokratycznego, wyznaczającej kres interglacjału eemskiego, zbiorowiska roślinne zatraciły leśny charakter. W spektrach wartości NAP dochodzą do 40%, zaś *Artemisia* do 4%. Większość zbiorowisk roślinnych, początkowo o charakterze leśnym, później widnych, rozrzedzonych i zanikających zbiorowisk leśnych, aż wreszcie występujących płatowo, zasiedlała bardzo licznie rozprzestrzeniające się siedliska bagienne. W Studzieńcu bardzo powszechny był bobrek trójlistny — *Menyanthes trifoliata* (w spektrach wartości jego pyłku dochodzą do 2%), a w płytkich wodach wyraźnie „zestarzałego” zbiornika grzybień — 2,8% (*Nymphaea* cf. *candida*). Głównym składnikiem zbiorowisk tych siedlisk we wszystkich badanych stanowiskach były jednak mchy torfowce (*Sphagnum*). Stagnujący charakter lub ograniczony ruch dobrze nasłonecznionych wód w tych akwenach lub w ich częściach zaznaczył się ekspansją glonów z rodzaju *Pediastrum* (Studzieniec i Dąbrówki). Zjawisko to występuje również w wielu innych profilach z obszaru środkowej Europy. Niezależnie od tego, że jest ono lokalne, Środoń (1967b) uważa, że dobrze charakteryzuje zbiorniki akumulacji osadów biogenicznych u schyłku interglacjału eemskiego i w czasie następującego po nim wczesnego glacjału. Zdaniem autora dotyczy to również schyłku interglacjału mazowieckiego i ferdynandowskiego oraz wczesnych glacjałów następujących po nich zlodowaceń.

Warunki klimatyczne drugiej części stadium telokratycznego interglacjału eemskiego Wysoczyzny Płockiej były zróżnicowane. Początkowy odcinek charakteryzuje klimat borealny, umiarkowanie wilgotny, z krótkim okresem wegetacyjnym i średnią temperaturą najcieplejszego miesiąca około 14°C , a najchłodniejszego od -4 do -5°C . Później nastąpiło dalsze ochłodzenie i osuszenie, a okres wegetacyjny ulegał dalszemu skróceniu do powstania warunków umożliwiających występowanie drzew o małych wymaganiach, tj. sosny i brzozy. Cechy te pozwalają określić średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca na około 12°C , zaś klimat na borealno-subarktyczny. Wyznacza to koniec przemiany klimatyczno-florystycznych stadium telokratycznego interglacjału eemskiego i początek występowania zbiorowisk tundrowo-leśnych i tundrowych wczesnego vistulianu.

PIERWSZE BEZLEŚNE STADIUM EV1 WCZESNEGO VISTULIANU

Osady odzwierciedlające przemiany klimatyczno-florystyczne pierwszego po interglaciale eemskim bezleśnego stadium EV1 wczesnego vistulianu stwierdzono tylko w rdzeniu z otworu wiertniczego ST.1/99 ze Studzieńca, DB.1/99 z Dąbrówek i SN.1/99 ze Śniedzanowa. Ich miąższość jest wyraźnie zróżnicowana. W rdzeniu ze Studzieńca wynosi $0,80$ m, z Dąbrówek — $0,20$ m i ze Śniedzanowa — $0,60$ m. W Studzieńcu są to osady torfiaste o popielności 64 – 66% , w górze nieznacznie zwapnione (CaCO_3 poniżej 1%), szarobrazowe namuły torfiaste o wyraźnie zróżnicowanym zapiaszczeniu i popielności (64 – 86%); w Dąbrówkach — ciemnoszare, w górnej części nieznacznie zwapnione (CaCO_3 poniżej 1%), wysokopopielne (64 – 82%) namuły torfiaste; w Śniedzanowie — szarobrazowe, bardzo dobrze rozłożone i zapiaszczone torfy o popielności 49 – 52% .

W osadach ze Studzieńca wyróżniono dwa L PAZ:

- ST-17 — NAP–*Pinus*–*Artemisia* o miąższości $0,65$ m,
- ST-18 — NAP–(*Betula*–*Pinus*) o miąższości $0,15$ m.

W pozostałych stanowiskach tylko po jednym L PAZ:

- Dąbrówki — DB-13 — NAP–*Artemisia*–(*Pinus*–*Betula*),
- Śniedzanowo — SN-13 — NAP–*Artemisia*–(*Pinus*–*Betula*).

Należy je korelować z EV1 — R PAZ — Gramineae–*Artemisia*–*Betula nana* (Mamakowa, 1989) lub R PAZ — *Artemisia*–NAP (Tobolski, 1991), EV1 — NAP–(*Pinus*–*Betula*) (Krupiński, 2002a) i poziomem Zgierz-Rudunki ZRII-10 — NAP–*Juniperus* (Jastrzębska-Mamełka, 1985). W stosunku do osadów ze Zgierza-Rudunek, w których wartości *Juniperus* dochodzą do 20% , w osadach ze Studzieńca pyłek ten występuje w zdecydowanie mniejszych ilościach.

Wyróżnione lokalne jednostki palinostratygraficzne pozwalają wydzielić dla pierwszego, bezleśnego odcinka wczesnego vistulianu EV1 Wysoczyzny Płockiej jeden R PAZ — NAP–*Artemisia* z podpoziomem *Pinus* w jego dolnej części i podpoziomem *Betula* w górnej. Zbiorowiska roślinne miały charakter bezleśny (tundra parkowa). W starszej części odcinka były to zbiorowiska trawiasto-turzycowo-bylicowe z liczn-

nymi roślinami zielnymi, wymienionymi przy charakterystyce spektrów lokalnych poziomów pyłkowych, w tym heliofilnych (*Helianthemum*, *Pleurospermum austriacum*, *Plantago media*, *Sanguisorba officinalis*, *Valeriana*, *Chamaenerion/Epilobium*, *Menyanthes*, *Polygonum bistorta/P. viviparum*, *Hippophaë*), krzewami: jałowcem, wierzbą, sporadycznie z wcześniej wymienionym rokitnikiem oraz nielicznymi, stopniowo zanikającymi, rozrzedzonymi płatami drzewiastych lub krzewiastych form, głównie sosny, w mniejszym stopniu brzozy i świerka. Taksony te mogły być porozrzucane w sposób lub występować pojedynczo.

W młodszej części odcinka początkowo doszło do dalszego ograniczenia przetwarzanych płatów zbiorowisk leśnych z tracącą na znaczeniu sosną, a później do ich powiększenia i wzrostu udziału krzewiastych i krzewinkowych brzoź, w końcowej części brzoź drzewiastych z rzadko pojawiającym się modrzewiem, świerkiem i tracącym na znaczeniu jałowcem. Nieliczne i nieregularnie notowane ziarna pyłku drzew mezo- i oligokratycznych należy uznać za pochodzące z południa Europy. Oczywiście dominowały wcześniej występujące murawy trawiasto-turzycowo-bylicowe z roślinami zielnymi, lecz rzadszymi niż uprzednio roślinami heliofilnymi. Zdecydowanie przeważały siedliska bagienne z licznymi mchami sfagnowymi, bobrkiem trójlistnym, siedmiopalcznikiem, a w małych, płytkich, „śródtorfowych” oczkach wodnych, zazielenionych glonami z rodzaju *Pediastrum*, z pałką wąskolistną (*Typha angustifolia*), wywłócznikiem kłosowym (*Myriophyllum spicatum*) i jeżogłówką (*Sparganium*). Rośliny te wskazują na klimat subarktyczny, w końcowej części z cechami klimatu borealnego. Okresy wegetacyjne były krótkie, suche lub umiarkowanie suche. Średnia temperatura najcieplejszego miesiąca wynosiła około 10–11°C.

PIERWSZE LEŚNE STADIUM EV2 WCZESNEGO VISTULIANU

Osady, reprezentujące przemiany klimatyczno-florystyczne pierwszego stadium leśnego EV2 (interstadiału) we wczesnym wistulianie, stwierdzono tylko w rdzeniu z otworu wiertniczego ST.1/99 w Studzieńcu, a częściowo w DB.1/99 w Dąbrówkach. Ich miąższość jest wyraźnie zróżnicowana: w Studzieńcu osiąga 2,45 m, w Dąbrówkach 0,20 m. W Studzieńcu są to: szara i szarooliwkowa gytia wapienna (CaCO₃ 27–44%) o strukturze łupkowej i stosunkowo niskiej popielności (48–52%), czyli znacznej zawartości substancji organicznej (52–48%), o łącznej miąższości 0,34 m, oraz piaski z torfem, dobrze rozłożony torf, torf z piaskiem, dobrze rozłożony torf o wyraźnie zróżnicowanej — związanej z litologią — popielności (56–82%), o łącznej miąższości 2,11 m. W Dąbrówkach zaś występuje wyraźnie zapiaszczona i wysokopielna (75–79%) gytia ilasto-wapienna i wapienna (CaCO₃ 12–52%).

W osadach ze Studzieńca wyróżniono dwa L PAZ:

- ST-19 — *Betula*–(*Pinus*) o miąższości 0,34 m,
- ST-20 — *Pinus*–(*Larix*–*Artemisia*) o miąższości 2,11 m.

W Dąbrówkach wyróżniono jeden L PAZ DB-14 — *Betula*–NAP–*Artemisia* (tab. 1).

Jednostki te pozwalają wydzielić dla tego pierwszego wyraźnego we wczesnym wistulianie ocieplenia interstadialnego, nazwanego Studzieniec I, dwa regionalne poziomy pyłkowe:

- EV2a — R PAZ — *Betula*–(*Pinus*),
- EV2b — R PAZ — *Pinus*–*Betula*–(*Larix*–*Artemisia*).

Należy je korelować z wcześniej wyróżnionymi podobnymi jednostkami palinostratygraficznymi: dla obszaru Polski — EV2 — *Betula*–*Pinus* (Mamakowa, 1989), dla regionu Konia — R PAZ — NAP–*Betula*, *Betula*–*Larix*, *Betula*–NAP i *Pinus* (Tobolski, 1991) oraz z poziomami pyłkowymi: ZRII-11 — *Betula*–*Pinus*–*Larix* i ZRII-12 — *Pinus*–*Larix*–*Picea* ze Zgierza-Rudunek na Wyżynie Łódzkiej (Jastrzębka-Mamełka, 1985). Reprezentowane przez te poziomy ocieplenie interstadialne należy wiązać z wcześniej wydzielonym na terenie Niemiec interstadiem Amersfoort (Środoń, 1967b) lub Amersfoort-Brørup, Brørup (Frenzel, 1967; Erd, 1973; Grüger, 1979a, 1989, 1991; Menke, Tynni, 1984; Behre, Lade, 1986; Behre, 1989; Litt, 1990; Zagwijn, 1989, 1996) lub ociepleniem St. Germain I (Beaulieu, Reille, 1984, 1989) na terenie południowej Francji. Północna granica lasów brzożowo-sosnowych sięgała aż do południowych terenów zachodniej Szwecji (niemal po Göteborg). Na obszarze Polski i przeważającej części Niemiec występowały lasy strefy borealnej, natomiast zbiorowiska leśne strefy umiarkowanej porastały tereny południowej Europy.

W starszej części poziomu — EV2a — RPAZ — *Betula*–(*Pinus*) — na Wysoczyźnie Płockiej występowały umiarkowanie zwarte lasy brzożowe z sosną, pojawiającym się modrzewiem, sporadycznie świerkiem, olszą szarą i dębem, zanikającym jałowcem oraz dosyć obfitymi w runie, lecz nielicznymi taksonami roślin zielnych. Były to prawie wyłącznie trawy, turzycowate, bylice, w zdecydowanie mniejszym stopniu baldaszkowate, goździkowate, komosowate, złożone i krzyżowe. Niemal zupełnie wycofały się, uprzednio liczne, torfowce (*Sphagnum*). Ważnym składnikiem zbiorowisk szuwarowych w Śniedzanowie stała się pałka szerokolistna (*Typha latifolia*) i jeżogłówka (*Sparganium*). W dobrze nasłonecznionych i o ograniczonym ruchu wodach obu zbiorników lub ich częściach licznie gromadziły się glony z rodzaju *Pediastrum*. Cechą wód zbiorników w Studzieńcu i Dąbrówkach jest zmiana charakteru i środowiska sedymentacji. Wcześniejsza akumulacja namulów organicznych w środowisku kwaśnym została zastąpiona sedymentacją gytii ilasto-wapiennej i wapiennej w środowisku obojętnym lub lekko alkalicznym, co należy wiązać z podniesieniem się poziomu wód w tych akwenach.

W młodszej części poziomu — EV2b — R PAZ — *Pinus*–*Betula*–(*Larix*–*Artemisia*) — nastąpiła zmiana charakteru akumulowanych osadów. Powróciła sedymentacja zróżnicowanych litologicznie w rdzeniu ze Studzieńca, dobrze rozłożonych torfów i torfów ze zmienną zawartością piasku. Po krótkiej przerwie ponownie masowo zaczęły się rozwijać torfowiska. Nastąpiła wyraźna przebudowa składu i charakteru zbiorowisk leśnych. Były to słabo zwarte lasy sosnowe z modrzewiem, ustępującą brzożą oraz nielicznym świerkiem, sporadycznie z jałowcem i wierzbą. W runie tych widnych lasów powszechnie występowały trawy, turzycowate, bylice (w spektrach 2–6%) oraz w zdecydowanie większych ilo-

ściach i bardziej różnorodnie taksonomiczne aniżeli uprzednio inne rośliny krzewinkowe i zielne oraz czasami rośliny o większych wymaganiach świetlnych (*Armeria*, *Euphorbia*, *Sanguisorba officinalis*, *Polygonum bistorta*/*P. viviparum*). Wycofanie się wcześniej licznej umiarkowanie ciepłolubnej *Typha latifolia* (średnia temperatura lipca minimum 14°C) oraz wzrost znaczenia *Menyanthes*, *Comarum*, *Filipendula*, *Sparganium* (do 2,7%) i *Sphagnum* (do 13%), oprócz wcześniej wymienionych heliofitów, wskazują na postępujące rozrzedzenie, a później zanik zbiorowisk leśnych. Wyraźne ograniczenie powierzchni zbiorników wodnych lub nawet ich zanik zaznaczyło się zmniejszeniem roli glonów z rodzaju *Pediastrum*. Ograniczenie powierzchni zbiorników, przy wyraźnym ochłodzeniu, należy wiązać ze znacznym osuszeniem. Podobne zmiany, dotyczące wahań poziomu wód w zbiornikach (wyraźnego podniesienia, a później obniżenia), składu i charakteru lokalnych zbiorowisk roślinnych oraz cech ewoluującego w interstadiale Amersfoort klimatu, odnotowała Jastrzębska-Mamełka (1985) w osadach poziomów ZRII-11 i ZRII-12 ze Zgierza-Rudunek.

Klimat pierwszego śródwczesnovistuliańskiego ocieplenia interstadialnego Wysoczyzny Płockiej był wyraźnie zróżnicowany. W starszej części był umiarkowanie wilgotny i cieplejszy, co doprowadziło do powrotu i funkcjonowania jezior oraz uformowania się zwartych leśnych zbiorowisk brzożowych z sosną i modrzewiem. Średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca należy ocenić na około 16°C. Klimat młodszej części tego ocieplenia był zdecydowanie chłodniejszy i umiarkowanie suchy, co spowodowało rozrzedzenie oraz przebudowę składu i charakteru zbiorowisk leśnych. Ich głównym składnikiem stały się sosna i modrzew. Osuszenie klimatu było znaczne, gdyż nawet przy jego ochłodzeniu doszło do obniżenia poziomu wód i ograniczenia zasięgu funkcjonujących wcześniej jezior, a na złądownionych powierzchniach — do rozwoju licznych torfowisk z mchami torfowcowymi. Średnia temperatura najcieplejszego miesiąca nie była wyższa od 14–15°C. Stosunki termiczne młodszej części tego interstadialnego ocieplenia zapoczątkowały stopniowe przerzedzenie i zanik zbiorowisk leśnych, co doprowadziło następnie do uformowania się zbiorowisk tundry parkowej — drugiego bezleśnego stadium wczesnego vistulianu.

DRUGIE BEZLEŚNE STADIUM EV3 WCZESNEGO VISTULIANU

Osady odzwierciedlające przemiany klimatyczno-florystyczne tego stadium młodszej plejstocenu stwierdzono tylko w rdzeniu z otworu wiertniczego ST.1/99 ze Studzieńca. Jest to szary, stosunkowo niskopopielny (60–65%) namuł torfiasty o miąższości 0,45 m. Wyróżniono tu jeden L PAZ — ST-21 — NAP–*Artemisia*–(*Larix*), który należy korelować (patrz tab. 1) z osadami: EV3 — Gramineae–*Artemisia*–*Betula nana* (Mamakowa, 1989), poziomem pyłkowym — NAP I (Tobolski, 1991) oraz Zgierz-Rudunki ZRII-13a — NAP i ZRII-13b — NAP–*Pinus*–*Betula* (Jastrzębska-Mamełka, 1985) lub poziomem VS2–Rederstall stadiał — NAP na terenie Niemiec (Grüger, 1979a–c, 1991; Menke, Tynni, 1984; Behre, Lade, 1986). W wyniku wyraźnego ochłodzenia, su-

chego lub umiarkowanie suchego klimatu doszło do zaniku przerzedzonych zbiorowisk sosnowych z modrzewiem, brzożą, sporadycznie świerkiem oraz jałowcem i wierzbą w podsyciu. Najlicniejsza z drzew sosna, rzadziej modrzew, mogły występować pojedynczo, tworząc krajobraz parkowy i górując nad zwartym kobiercem krzewinek i roślin zielnych (25–57% sumy spektrum), wśród których dominowały trawy, turzycowate i bylice (*Artemisia* do 7%). Ich różnorodność taksonomiczna była duża. Oprócz wcześniej wymienionych występowały goździkowate, komosowate, baldaszkowate, jaśkrowate, złożone, marzanowate, rutewka, bagno, w tym heliofilne: róża, posłonki, babki i rdest (*Rosa*, *Helianthemum*, *Plantago*, *Polygonum*). Doszło do ekspansji roślin szuwarowych i bagiennych (*Menyanthes*, *Filipendula*). Wartości *Sparganium*/*Typha angustifolia* osiągnęły w spektrach 9%. Zmalało wyraźnie znaczenie roślin wodnych i zarodnikowych, zwłaszcza mchów torfowców. Dobrze nasłonecznione, stagnujące wody zazieleniły się glonami z rodzaju *Pediastrum*. Nie stwierdzono, odnotowanego w osadach poziomu ZRII-13 ze Zgierza-Rudunek, podniesienia poziomu wód gruntowych i podtopienia terenu, zaznaczonego przejściem torfów w muły torfo-we (Jastrzębska-Mamełka, 1985, str. 44).

Klimat bezleśnego stadium EV3 Wysoczyzny Płockiej był umiarkowanie suchy, o długich zimach, krótkich okresach wegetacyjnych i średniej temperaturze najcieplejszego miesiąca nieznacznie niższej od temperatury cechującej współcześnie północną granicę lasu.

DRUGIE LEŚNE STADIUM EV4 WCZESNEGO VISTULIANU

Osady odzwierciedlające przemiany klimatyczno-florystyczne stadium EV4, o charakterze interstadialnym lub interfazowym, stwierdzono tylko w rdzeniu z otworu wiertniczego ST.1/99 w Studzieńcu. Są to brązowoszare, dobrze rozłożone lub nierozłożone, zróżnicowanej zawartości substancji organicznej (96–79%), torfy o miąższości 0,85 m. Reprezentują one jeden L PAZ — ST-22 — *Pinus* z podpoziomem *Betula* w części dolnej i podpoziomem *Larix* w górnej. Należy go korelować z ociepleniem interstadialnym V–II — *Pinus*–*Betula* i *Pinus* (Tobolski, 1991), EV4 — *Pinus*–*Betula* (Mamakowa, 1989) i Zgierz-Rudunki ZRII-14 — *Pinus*–*Betula* (Jastrzębska-Mamełka, 1985) lub z wydzielonym w Niemczech ociepleniem Odderade (Grüger, 1979a–c, 1989, 1991; Menke, Tynni, 1984; Behre, Lade, 1986; Litt, 1990), reprezentowanym przez poziom IVa — *Betula* i IVb — *Pinus*–*Picea*–*Larix* (Grüger, 1991), wreszcie z ociepleniem interstadialnym St. Germain II (Beaulieu, Reille, 1984, 1989) z terenu południowej Francji. W niniejszym opracowaniu nazwano go ociepleniem interstadialnym Studzieniec II (R PAZ — *Pinus* z podpoziomem *Betula* i podpoziomem *Larix*) — patrz tab. 1.

Obszar Wysoczyzny Płockiej po raz drugi we wczesnym vistulianie został opanowany początkowo przez luźne lub płatowe lasy sosnowe i zbiorowiska sosnowo-brzożowe, później przez umiarkowanie zwarte lasy sosnowe, a w końcu przez stopniowo tracące znaczenie lasy sosnowe z coraz liczniejszym modrzewiem. Runo tych widnych, słabo zwartych lasów sosnowych (NAP 9–23%) taksonomicznie było ubogie.

Tworzyły je prawie wyłącznie trawy i turzycowate, z bardzo małym udziałem bylic (0,2–0,7%). Wyraźnie suchy klimat spowodował niemalże zupełne wycofanie się roślin siedlisk błotnych, szuwarowych i wodnych (w tym *Pediastrum*) oraz roślin zarodnikowych, z których jedynie orlica pospolita (*Pteridium aquilinum*) przetrwała w nieznacznych ilościach. Według cytowanego przez Koperową (1962) Euguista dominująca tu sosna do spontanicznego rozprzestrzenienia się wymaga w ciągu roku 26 dni o temperaturze 17°C, a do przetrwania zapewne temperatury zdecydowanie niższej. Średnia temperatura najcieplejszego miesiąca była zbliżona lub nieznacznie wyższa od występującej obecnie przy północnej granicy lasu. Panował klimat wybitnie kontynentalny o krótkim okresie wegetacyjnym i średniej temperaturze najcieplejszego miesiąca około 14°C.

TRZECIE BEZLEŚNE STADIUM EV5 WCZESNEGO VISTULIANU LUB PIERWSZE BEZLEŚNE STADIUM ŚRODKOWEGO VISTULIANU

Pozycja chronostratygraficzna tej jednostki klimatostratygraficznej przedstawiana jest różnie. W schemacie chronostratygraficznym wistulianu Mamakowej (1988, 1989) jest najmłodszą jednostką wczesnego wistulianu, zaś w tabeli Tobolskiego (1991), Grügera (1991) i innych (Behre, Lade, 1986; Litt, 1990) jest najstarszą jednostką środkowego wistulianu.

Osady, reprezentujące przemiany klimatyczno-florystyczne trzeciego po interglacjale eemskim stadium bezleśnego EV5, stwierdzono tylko w rdzeniu z otworu wiertniczego ST.1/99 ze Studzieńca. Ich miąższość wynosi 1,65 m. Są to: brązowoszary, średnio rozłożony torf, piasek z torfem, szary piasek ze storfiałą substancją organiczną, ciemnoszary namuł torfiasty oraz szare i jasnoszare drobno- i średnioziarniste piaski. Popielność tych osadów jest bardzo zróżnicowana (74–98%) i związana z charakterem litologicznym. Wyróżniono dwa L PAZ:

- ST-23 — NAP–*Pinus*–(*Larix*–*Artemisia*) o miąższości 1,25 m,
- ST-24 — NAP–(*Artemisia*–*Pinus*–*Sphagnum*) o miąższości 0,40 m.

Należy je korelować z: EV5 — R PAZ — Gramineae–*Betula nana* (Mamakowa, 1988, 1989), poziomem pyłkowym *Salix*–*Equisetum* (Tobolski, 1991) lub z poziomem Zgierz-Rudunki ZRII-15 — NAP–*Betula* cf. *nana* (Jastrzębska-Mamełka, 1985). Wiąże się z ochłodzeniem i zanikiem zbiorowisk leśnych VS 3 (Schalkholtz) na terenie Niemiec (Grüger, 1979a–c, 1991; Menke, Tynni, 1984; Behre, Lade, 1986; Litt, 1990) lub ochłodzeniem Ognon II (Beaulieu, Reille, 1984, 1989) na terenie Francji.

Wydzielone w osadach ze Studzieńca lokalne jednostki palinostratygraficzne pozwalają dla tego odcinka (EV5) przemian klimatyczno-florystycznych młodszego plejstocenu wyróżnić R PAZ — NAP–(*Artemisia*–*Pinus*) (patrz tab. 1).

Na obszarze Wysoczyzny Płockiej doszło wówczas do zaniku szaty leśnej i uformowania się zbiorowisk bezleśnych lub luźnej tundry parkowej. Dominowały murawy stepowo-tundrowe, w obrębie których mogły przetrwać luźne skupi-

ska sosny i modrzewia. Drzewa te, być może w formie zdegenerowanej, występowały pojedynczo. Głównym składnikiem muraw były trawy, turzycowate i bylice, w mniejszym stopniu rośliny z rodzin i rodzajów: Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Umbelliferae, Cruciferae, Compositae Tubiflorae, C. Liguliflorae, Rubiaceae, Ranunculaceae, *Thalictrum*, *Ranunculus acer* typ, *Rumex*, Rosaceae, Ericaceae, *Calluna*, *Ledum* i *Vaccinium*, w tym heliofilne: *Empetrum*, *Gentiana*, *Saxifraga*, *Scleranthus*, *Sanguisorba officinalis*, *Menyanthes*, *Valeriana*, *Epilobium* typ, *Polygonum bistorta*/P. *viviparum* i *Lycopodium alpinum*. Ważnym składnikiem tych zbiorowisk były krzewy i krzewiniki, w szczególności: *Salix*, *Hippophaë rhamnoides*, *Ephedra distachya* typ, *Cornus mas*/C. *suecica* i *Bruckenthalia*. Wyraźne ochłodzenie i zmniejszenie parowania zaznaczyło się podniesieniem poziomu wód gruntowych i wzrostem znaczenia roślin siedlisk błotnych i szuwarowych. Po przerwie doszło do rozprzestrzenienia się i rozwoju torfowisk ze znacznym udziałem *Sphagnum*. Zmniejszające się pokrycie terenu przez zbiorowiska roślinne sprzyjało nasileniu procesów erozyjno-denudacyjnych. Efektem tego był wyraźny wzrost zniszczenia zdeponowanych wówczas sporomorf, zwiększenie tempa akumulacji osadów i zmniejszenie zawartości w nich substancji organicznej. Niezupełnie zwarta szata roślinna produkowała zdecydowanie mniej sporomorf, co przy zwiększonym tempie akumulacji spowodowało mniejszą koncentrację ziarn pyłku w osadach. Elementy te charakteryzują tundrę krzewiasto-zielną, z wyraźnie zaznaczonymi cechami tundry mszystej. Panował wówczas wilgotny klimat arktyczno-subarktyczny z długim zimą i krótkim okresem wegetacyjnym. Średnia temperatura najcieplejszego miesiąca była o 2–3°C niższa od temperatury cechującej obecnie północną granicę lasu.

Nad osadami biogenicznymi interglacjalu eemskiego, a czasem i wczesnego wistulianu, w większości badanych stanowisk (Dąbrówki, Śniedzanowo, Studzieniec, Nadolnik) występują szare i szarozielone mułki, mułki piaszczyste i ilaste, a rzadziej ily warwowe. Zawierają one nieliczne, bardzo zniszczone i niewątpliwie zredeponowane sporomorfy roślin trzecieorzędowych i czwartorzędowych, roślin egzotycznych oraz plankton morski z grupy *Hystrichosphaeridium*. Wyróżniony w osadach ze Śniedzanowa L PAZ — SN-15 — *Pinus*–NAP–(*Artemisia*) i w osadach z Dąbrówek L PAZ — DB-16 — *Pinus*–*Betula*, oba ze zredeponowanymi sporomorfami roślin trzecieorzędowych, należy rozumieć jako warstwy w sensie geologicznym, a nie palinostratygraficznym. Ich spektra, cechujące się dużym udziałem zredeponowanych, prawdopodobnie różnych wiekowo sporomorf, nie pozwalają na rekonstrukcję zbiorowisk roślinnych i wyciągnięcie wniosków biostratygraficznych. Dlatego nie zostały uwzględnione w analizie przemian klimatyczno-florystycznych środowiska przyrodniczego młodszego plejstocenu tego rejonu Polski. Ich częste występowanie powyżej udokumentowanych paleobotanicznie osadów biogenicznych wczesnego wistulianu, na podobnym — jak w wielkim zastoisku warszawskim — poziomie hipsometrycznym, dokumentuje obecność dużego środkowo- lub wczesnovistuliańskiego zbiornika zastoiskowego.

ROZWÓJ PALEOGEOGRAFICZNY

Główne zręby rzeźby Wysoczyzny Płockiej i przylegającej do niej Równiny Raciąskiej powstały w okresie zlodowacenia warty. Wycofujący się lądolód stadiału środkowego (wkry) uformował wysoczyznę morenową o wysokości 120–130 m n.p.m., urozmaiconą wzgórzami moren czołowych powstałych w kilku fazach recesyjnych (Baraniecka, 1974). Podczas najmłodszej z tych faz — ciechanowskiej — a, być może, dopiero w czasie postępu lądolodu na linii moren mławskich w stadiale górnym (mławskim) powstała tzw. „pradolina raciąska” jako dolina marginalna zbierająca wody roztopowe płynące początkowo od czoła lądolodu ku południowi i odprowadzająca je ku wschodowi do doliny dolnej Wkry i dalej do Kotliny Warszawskiej. Odpływ tych wód ku południowi był niemożliwy ze względu na podnoszenie się terenu w tym kierunku. Nastąpiło rozcięcie gliny zwałowej budującej wysoczyznę co najmniej do głębokości około 20 m, a następnie zaakumulowanie w powstałym obniżeniu piasków wodnolodowcowych. Podczas zlodowacenia warty, choć w różnych jego fazach, zarówno w okolicy Sierpca, jak i Zielunia–Lubowidza, zostały wyerodowane rynny, w których u schyłku zlodowacenia utworzyły się jeziora funkcjonujące przez cały interglacjał eemski. W tych zbiornikach początkowo osadzały się piaski mułkowate, mułki i ropy, a następnie w miarę ocieplania się klimatu, już w interglacjale eemskim, limniczne osady biogeniczne. W końcowej fazie wypełniania rynnowych mis jeziornych osadami biolimnogenicznymi oraz ochładzania się klimatu doszło do akumulacji torfów, namułów organicznych i piasków z substancją organiczną.

Znaczna liczba stanowisk eemskich jeziornych osadów biogenicznych wskazuje, że na Wysoczyźnie Płockiej i przylegającej do niej od północy Równinie Raciąskiej i Urszulewskiej znajdowały się liczne jeziora o różnej wielkości i głębokości. Występowanie podobnych litologicznie osadów biogenicznych we wszystkich stanowiskach w rejonie Sierpca na zbliżonym poziomie hipsometrycznym (strop na 106–110 m n.p.m.) pozwala przypuszczać, że jeziora te mogły funkcjonować w jednym systemie hydrologicznym. Stwierdzenie to nie dotyczy eemskiego jeziora w okolicach Zielunia–Lubowidza, gdzie strop eemskich osadów biogenicznych leży 25–30 m wyżej.

U schyłku interglacjału eemskiego południowo-zachodnia część „pradoliny raciąskiej” (rejon Babca Piasecznego, Nadolnika, Dąbówek, Śniedzanowa, Pozgi, Rostowej) oraz okolice Studzieńca leżały co najmniej o kilkanaście metrów niżej w stosunku do przylegającej od południa i południowego wschodu Wysoczyzny Płockiej. Jeszcze większe różnice wysokości występowały w rejonie Zielunia–Lubowidza, gdzie strop eemskich osadów biogenicznych znajduje się na wysokości 130–135 m n.p.m., otaczająca je wysoczyzna — 150–170 m n.p.m., a w obrębie wzgórz moren czołowych nawet 190 m n.p.m.

W obniżeniu przed czołem wkraczającego lądolodu fazy leszczyńsko-poznańskiej stadiału górnego zlodowacenia wisły powstawały osady zastoiskowe — mułki i ropy warwowe. Występują one tu na poziomie 108–114 m n.p.m., czyli podobnym jak utwory strefy brzeżnej wielkiego zastoiska warszawskiego. Pozwala to przypuszczać, że zasięg zastoiska warszawskiego mógł być znacznie większy niż dotychczas sądzono lub że osady te pochodzą z odrębnego, regionalnego zastoiska położonego na północ od zastoiska warszawskiego w zachodniej części „pradoliny raciąskiej”. W swym maksymalnym zasięgu czoło lądolodu zlodowacenia wisły przebiegało wzdłuż linii wyznaczonej przez krawędź sedymentacyjną między Lidzbarkiem Welskim a jeziorem Skrwilno, a dalej ku południowi przez ostańce stożków marginalnych i wzgórz moren czołowych na południowy wschód od Sierpca. Lądolód, który sięgnął aż do zachodniej części Wysoczyzny Płockiej w okolicach Sierpca, pozostawił kilkumetrowej miąższości warstwę glin zwałowych, przykrywającą m.in. osady biogeniczne interglacjału eemskiego w Studzieńcu i Babcu Piasecznym. Odpływające sprzed czoła lądolodu wody roztopowe akumulowały piaski i żwiry budujące wyższy poziom sandru dobrzyńskiego. W rejonie Zielunia–Lubowidza wody te wykorzystywały powstałą wcześniej (w stadiale górnym zlodowacenia warty) rynnę i utworzyły wąską dolinę sandrową rozcinającą ciąg mławskich wzgórz czołowomorenowych. W dalszym biegu obniżeniem „pradoliny raciąskiej” kierowały się ku wschodowi poprzez dolinę Prawkry do Kotliny Warszawskiej.

Po wycofaniu się czoła lądolodu stadiału górnego zlodowacenia wisły na linię moren dobrzyńskich (subfaza dobrzyńska) utworzył się na jego przedpolu niższy poziom sandru dobrzyńskiego. W pierwszej fazie doszło do rozcięcia wyższego poziomu sandrowego. W rejonie Zielunia–Lubowidza powstał wąski szlak sandrowy, którego powierzchnia leży 3–5 m poniżej poziomu wyższego. Na zachód i północ od Sierpca wody roztopowe akumulujące niższy poziom zniszczyły w znacznym stopniu także glinę zwałową osadzoną przez lądolód maksymalnego zasięgu zlodowacenia wisły. W rejonie Sierpca wody rozdzieliły się. Ich część płynęła ku wschodowi ciągle nie w pełni zaakumulowanym obniżeniem „pradoliny raciąskiej”, podczas gdy inna część kierowała się wprost ku południowi do Kotliny Płockiej szlakiem sandrowym obecnie wykorzystanym przez Skrwę.

Dalsze wycofywanie się czoła lądolodu doprowadziło do rozcięcia niższego poziomu sandrowego i utworzenia dolin rzecznych Skrwy i Wkry, w których podczas fazy pomorskiej powstały tarasy nadzalewowe. Po rozcięciu i osuszeniu powierzchni sandru w chłodnych okresach późnego glacjału rozwinęły się procesy eoliczne; powstały wydmy, szczególnie liczne w „pradolinie raciąskiej”. Uformowanie tarasów zalewowych przypada na holocen.

WNIOSKI

1. Tak zwana „pradolina raciąska”, utworzona jako dolina marginalna u schyłku zlodowacenia warty, była do czasów współczesnych niżej położona niż Wysoczyzna Płocka. To sprawiło, że odprowadzała ona do Kotliny Warszawskiej wody roztopowe sprzed czoła lądolodu zarówno w stadiale górnym zlodowacenia warty, jak również w czasie maksymalnego zasięgu lądolodu stadiału górnego zlodowacenia wisły, a także w jego recesyjnej subfazie dobrzyńskiej.

2. W sandrze dobrzyńskim można wyróżnić dwa poziomy: wyższy, którego powstanie jest związane z maksymalnym zasięgiem lądolodu stadiału górnego zlodowacenia wisły, oraz niższy, utworzony podczas recesyjnej subfazy dobrzyńskiej.

3. Linia maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia wisły na badanym obszarze przebiega prawie południkowo 2–3 km na wschód od Sierpca. Zasięg ten wyznaczają:

- krawędź sedymentacyjna między Lidzbarkiem Welskim na północy a jeziorem Skrwilno na południu;
- stożki marginalne, a właściwie ich ostańce, położone na niższym poziomie sandrowym na północ od Sierpca;
- pagórki i wzgórza czołowomorenowe na południowy wschód od Sierpca.

4. Występowanie nad osadami biogenicznymi interglacjału eemskiego utworów glaciogenicznych bądź ich residuum (w Studzieńcu, Babcu Piasecznym) potwierdza pogląd, sformułowany na podstawie przesłanek geomorfologicznych, o przebiegu granicy maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia wisły na wschód od Sierpca.

5. Wyniki oznaczeń niektórych cech fizykochemicznych pozwoliły zdecydowanie lepiej poznać badane osady, ich genezę, procesy sedymentacyjne i ich zaburzenia. Mają one duże znaczenie metodyczne. Jest to pierwsze opracowanie paleobotaniczne osadów plejstocenijskich, uzupełnione oznaczeniami niektórych ich niezwykle istotnych cech fizykochemicznych.

6. Sukcesje pyłkowe zawarte w osadach biogenicznych ze wszystkich sześciu badanych stanowisk reprezentują ocieplenie o charakterze interglacialnym. Elementy florystyczne i cechy sukcesji zbiorowisk roślinnych pozwalają wiązać ich akumulację z interglacjałem eemskim.

7. W osadach biogenicznych ze Studzieńca oraz częściowo ze Śniedzanowa i z Dąbrówek stwierdzono również florę

reprezentującą przemiany klimatyczno-florystyczne późnego glacjału zlodowacenia warty i wczesnego vistulianu.

8. W obrębie osadów wczesnego vistulianu wyróżniono dwa ocieplenia Studzieniec I i Studzieniec II o charakterze interstadialnym, które należy korelować z interstadią Amersfoort-Brørup i Odderade lub Zgierz-Rudunki ZRII-11, ZRII-12 i ZRII-14.

9. W stadium mezokratycznym i starszej części stadium telokratycznego interglacjału eemskiego w zbiorowiskach leśnych kolejno dominowały: dąb, leszczyna, grab i świerk z jodłą.

10. Ważnym składnikiem zbiorowisk leśnych młodszego odcinka fazy leszczynowej był dotychczas rzadko wyróżniany cis (*Taxus*). Wartości jego pyłku w spektrach dochodzą do 9%.

11. Istotnym klimatyczno-diagnostycznym składnikiem zbiorowisk leśnych stadium mezokratycznego interglacjału były: bluszcz (*Hedera*), jemiola (*Viscum*), ligustr (*Ligustrum*), ostrokrzew (*Ilex*) i wiele innych ciepłolubnych roślin, sporadycznie winorośl (*Vitis*).

12. W osadach stadium telokratycznego odnotowano nieznaczne ilości ziarna pyłku buka (*Fagus*).

13. Wyróżnione w osadach biogenicznych z tych stanowisk lokalne poziomy pyłkowe pozwoliły opracować regionalną stratygrafię pyłkową (tab. 1), charakteryzującą sukcesję zbiorowisk roślinnych interglacjału eemskiego Wysoczyzny Płockiej.

14. W rdzeniach osadów biogenicznych z większości stanowisk zaznaczają się wyraźne luki lub przerwy sedymentacyjne.

15. W diagramie pyłkowym osadów ze Śniedzanowa zaznaczają się wyraźne cechy sukcesji popożarowej. Potwierdzają to również wyniki oznaczeń popielności tych osadów.

16. W interglaciale eemskim północna część Wysoczyzny Płockiej była wielkim pojezierzem. Występowały tu większe i mniejsze, płytkie i głębokie jeziora, z dominującym dużym i głębokim zbiornikiem w Studzieńcu. Niewykluczone, że jeziora te lub znaczna ich część funkcjonowały w jednym systemie hydrologicznym.

17. Opracowanie niniejsze wypełnia białą plamę, jaką była dotychczas Wysoczyzna Płocka na mapie stanowisk interglacjału eemskiego obszaru Polski.

LITERATURA

- AARIO L., 1943 — Über die Wald-und Klimaentwicklung an der lappländischen Eismeerküste in Petsamo. *Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn.*, **19**, 1: 1–118.
- BALWIERZ Z., ROMAN M., 2002 — A new Eemian Interglacial to Early Vistulian site at Łanięta, Central Poland. *Geol. Quart.*, **46**, 1: 207–217.
- BARANIECKA M.D., 1974 — Plejstocen nad dolną Wkrą. *Biul. Inst. Geol.*, **268**: 5–89.
- BARANIECKA M.D., JANCZYK-KOPIKOWA Z., 1991 — Deposits and pollen analysis of the Eemian Interglacial section at Sokolniki Stare (Płock Upland). *Kwart. Geol.*, **35**, 1: 27–36.
- BEAULIEU L.J., REILLE M., 1984 — A long Upper Pleistocene pollen record from Les Echets near Lyon. *Boreas*, **13**: 111–132.
- BEAULIEU J.L., REILLE M., 1989 — The transition from temperate phases to stadials in the long Upper Pleistocene sequence from Les Echets (France). *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, **72**: 147–159.
- BEHRE K.E., 1989 — Biostratigraphy of the last glacial period in Europe. *Quatern. Sc. Rev.*, **8**: 25–44.
- BEHRE K.E., LADE U., 1986 — Eine Folge von Eem und 4 Weichsel-Interstadialen in Oerel Niedersachsen und ihr Vegetationsablauf. *Eiszeit. u. Gegenwart.*, **36**: 11–36.

- BEUG H.J., 1979 — Vegetationsgeschichtlich pollenanalytische Untersuchungen am Riss/Würm Interglazial von Eurach am Starnberger See/Obb. *Geol. Bavarica*, **80**: 91–106.
- BROGOWSKI Z., CZERWIŃSKI Z., 1971 — Materiały do ćwiczeń z gleboznawstwa. Ćwiczenia laboratoryjne. Cz. II. SGGW, Warszawa.
- ERD K., 1973 — Pollenanalytische Gliederung der Pleistozäns der Deutschen Demokratischen Republik. *Z. Geol. Wiss.*, **1**, 9: 1087–1103.
- ERD K., 1978 — Pollenstratigraphie in Gebiet der skandinavischen Vereisung. *Schrift. Geol. Wiss.*, **9**: 99–119.
- FIRBAS F., 1949 — Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen 1, G. Fischer Verl., Jena.
- FRENZEL B., 1967 — Die Klimaschwankungen der Eiszeitalters. Viewag. u. Sohn., Braunschweig.
- GORCZYŃSKI T., 1968 — Szczególny przypadek żywotności pędów rokitnika zwyczajnego (*Hippophaë rhamnoides* L.). *Roczn. Pol. Tow. Dendr.*, **22**: 15–19.
- GRÜGER E., 1979a — Spättriss, Riss/Würm und Frühwürm Samerberg in Oberbayern — Vegetationsgeschichtlicher Beitrag zur Gliederung des Jungpleistozäns. *Geol. Bavarica*, **80**: 5–64.
- GRÜGER E., 1979b — Die Seeablagerungen vom Samerberg/Obb. und ihre Stellung im Jungpleistozän. *Eiszeit. u. Gegenw.*, **29**: 23–34.
- GRÜGER E., 1979c — Untersuchungen zur Gliederung und Vegetationsgeschichte des Mittelpleistozäns am Samerberg in Oberbayern. *Geol. Bavarica*, **84**: 21–40.
- GRÜGER E., 1989 — Palynostratigraphy of the last interglacial/glacial cycle in Germany. *Quatern. Intern.*, **3/4**: 79–89.
- GRÜGER E., 1991 — Late Quaternary biostratigraphy in Northern Germany 150 000–15 000 years B.P. *Striae*, **34**: 7–14.
- HULTEN E., 1950 — Atlas of the distribution of vascular plants in NW Europe. Gen. Lit. Aust. Förl., Stockholm.
- ILNICKI P., 1971 — Ustalenie rozmiaru osiadania meliorowanych gytiowisk na przykładzie złoża gytii wapiennej w Objezierzu. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.*, **107**: 181–189.
- IVERSEN J., 1954 — The Late-Glacial flora of Denmark and its relations to climate and soil. *Denm. Geol. Unders.*, **2**, 80: 87–119.
- JANKOVSKA V., KOMAREK J., 2000 — Indicative value of *Pediastrum* and other coccal green algae in palaeoecology. *Folia Geobot.*, **35**: 59–82.
- JASTRZEBSKA-MAMEŁKA M., 1985 — Interglacjał eemski i wczesny vistulian w Zgierzu-Rudunkach na Wyżynie Łódzkiej. *Acta Geogr. Lodz.*, **53**.
- JUNG W., 1979 — Die pflanzlichen Grossreste der Riss/Würm Interglazials von Eurach am Starnberger See/Obb. *Geol. Bavarica*, **80**: 107–113.
- KARCZEWSKI A., 1996 — Zróżnicowanie morfo- i litologiczne fazy pomorskiej na obszarze Pomorza Zachodniego i środkowego. *Geografia*, **57**: 138–148.
- KOMAREK J., JANKOVSKA V., 2001 — Review of the green algal genus *Pediastrum*; implication for pollen — analytical research. *Bibl. Phycologica*, 108.
- KONDRACKI J., 1980 — Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.
- KOPEROVA W., 1962 — Późnoglacialna i holocenska historia roślinności Kotliny Nowotarskiej. *Acta Palaeobot.*, **2**, 3: 1–66.
- KOTARBIŃSKI J., 1966 — Budowa i wiek moren czołowych w okolicy Gozdowa na Wysoczyźnie Płockiej. *Prz. Geogr.*, **38**, 1: 107–115.
- KOTARBIŃSKI J., 1967 — Morfologia doliny Wkry między Zielunem a Bieżuniem. *Prz. Geogr.*, **39**, 2: 383–389.
- KOTARBIŃSKI J., 1972 — Morfologia sandru i doliny Skrwy. Praca doktorska. Arch. Inst. Geogr. UMK, Toruń.
- KOTARBIŃSKI J., 1974 — Morfologia sandru i doliny Skrwy. *Dok. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, **6**: 34–36.
- KOTARBIŃSKI J., 1999a — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Sierpc. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J., 1999b — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Sierpc. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J., 2000a — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Żuromin. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J., 2000b — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Biezuń. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J., 2000c — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Biezuń. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J., 2001 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Żuromin. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J., KRUPIŃSKI K.M., 1995 — Osady interglacjału eemskiego w Studzieńcu i Babcu Piasecznym k. Sierpca. *Prz. Geol.*, **43**, 7: 565–571.
- KOTARBIŃSKI J., KRUPIŃSKI K.M., 2000a — Pierwsze stanowiska osadów biogenicznych interglacjału eemskiego na Równinie Urszulewskiej. *Prz. Geol.*, **48**, 7: 596–600.
- KOTARBIŃSKI J., KRUPIŃSKI K.M., 2000b — Osady interglacjału eemskiego w Nadolniku koło Sierpca. Mater. VII Konf. „Stratygrafia plejstocenu Polski”, Łączyń.
- KOTARBIŃSKI J., KRUPIŃSKI K.M., 2000c — Jeziorny charakter Wysoczyzny Płockiej w czasie interglacjału eemskiego. Mater. V Zjazdu Geomorfologów Polski: 64–65, Toruń.
- KOZARSKI S., KASPRZAK L., 1992 — Analiza litofacyjna i modele depozycyjne osadów glacialnych: strefy marginalnej ostatniego zlodowacenia. Mater. Konf.: „Osady i procesy sedymentacji w środowiskach i systemach depozycyjnych w zapisie współczesnym i kopalnym” (red. J. Wojewoda i Z. Zwoliński): 37–47. Wyd. UAM, Poznań.
- KRUPIŃSKI K.M., 1973 — Studium paleogeograficzne młodszego plejstocenu okolic Żyrardowa. Praca doktorska. Arch. Inst. Geogr. UW, Warszawa.
- KRUPIŃSKI K.M., 1975 — O stosowaniu metody palinologicznej przy badaniu ewolucji środowiska. *Prz. Geogr.*, **47**, 1: 163–169.
- KRUPIŃSKI K.M., 1978 — Historia, dynamika rozwoju i zaniku zbiornika interglacjałowego w Żyrardowie. *Biul. Inst. Geol.*, **300**: 153–178.
- KRUPIŃSKI K.M., 1984 — Evolution of the Late-Glacial and Holocene vegetation in the Polish Tatra Mts, based of pollen analysis of sediments of the Przedni Staw Lake. *Bull. Pol. Acad., Earth Sc.*, **31**, 1–4: 37–48.
- KRUPIŃSKI K.M., 1986 — Sediments of the Eemian Interglacial of Komorów near Pruszków (Mazovian Lowland). *Bull. Pol. Acad., Earth Sc.*, **34**, 4: 387–394.
- KRUPIŃSKI K.M., 1988 — Stanowiska flory interglacjału eemskiego w Warszawie przy ul. Kasprzaka. *Kwart. Geol.*, **32**, 3/4: 663–680.
- KRUPIŃSKI K.M., 1990 — Wstępna ocena zasobów i przydatności nawozowej osadów wapiennych (plejstocenskiej kredy jeziornej) w rejonie Ossówki gm. Leśna Podlaska. Opr. i Proj. Geol., Warszawa.

- KRUPIŃSKI K.M., 1991 — Wstępna ocena zasobów i przydatności nawozowej osadów wapiennych (plejstocenijskiej kredy jeziornej) w rejonie Grabanowa, gm. Biała Podlaska. Opr. i Proj. Geol., Warszawa.
- KRUPIŃSKI K.M., 1992a — Flora późnego glaciału i holocenu z Chojnej, Polska NW. *Geografia*, **50**: 497–510, UAM, Poznań.
- KRUPIŃSKI K.M., 1992b — Significance of *Hippophaë rhamnoides* L. in evolution of the Eemian Interglacial flora in Warsaw area. *Acta Soc. Bot. Pol.*, **61**, 1: 131–144.
- KRUPIŃSKI K.M., 1992c — Flora młodoplejstocenijska z Łomżyicy (Polska NW). *Studia Geol. Pol.*, **99**: 61–91.
- KRUPIŃSKI K.M. 1995a — Stratygrafia pyłkowa i sukcesja roślinności interglaciału mazowieckiego w świetle badań osadów z Podlasia. *Acta Geogr. Lodz.*, **70**.
- KRUPIŃSKI K.M., 1995b — Orzeczenie paleobotaniczne dotyczące próbek osadów organicznych z otworu wiertniczego Studzieniec i Babiec Piaseczny, arkusz Sierpc. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KRUPIŃSKI K.M., 1995c — *Taxus* in plants communities of the Mazovian Interglacial age in Central Europe and its climatological consequences. *Bull. Pol. Acad., Earth Sc.*, **43**, 1: 29–41.
- KRUPIŃSKI K.M., 1999a — Orzeczenie paleobotaniczne dotyczące wybranych próbek osadów ze stanowiska Zieluń i Lubowidz, ark. Żuromin. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KRUPIŃSKI K.M., 1999b — Orzeczenie paleobotaniczne dotyczące próbek osadów z otworu wiertniczego: Rostowa i Pozga, ark. Biezuń. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KRUPIŃSKI K.M., 2001 — Orzeczenie paleobotaniczne dotyczące wybranych próbek osadów z Żarowa, ark. Izbica Kujawska. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KRUPIŃSKI K.M., 2002a — Regionalna stratygrafia pyłkowa osadów interglaciału eemskiego obszaru Warszawy. Maszynopis.
- KRUPIŃSKI K.M., 2002b — Opracowanie zawartości paleobotanicznej wybranych próbek osadów biogenicznych z otworu wiertniczego Leszczyno LE.2/00, ark. Starożreby. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KRUPIŃSKI K.M., KOTARBIŃSKI J., 2002 — Młodoplejstocenijskie zbiorniki jeziorne Wysoczyzny Płockiej w świetle badań palinologicznych ich osadów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KRUPIŃSKI K.M., MORAWSKI W., 1993 — Geological position and pollen analysis of Eemian Interglacial sediments of Warsaw-Wawrzyszew. *Acta Palaeobot.*, **33**, 1: 5–42.
- KRUPIŃSKI K.M., WIĘCKOWSKI K., 1986 — Geologiczna tłokowa sonda rdzeniowa. *Inf. Bud. Wodno-Inż.*, **12**: 14–16.
- LAMPARSKI Z., 1979a — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Mochowo. Inst. Geol., Warszawa.
- LAMPARSKI Z., 1979b — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Mochowo. Inst. Geol., Warszawa.
- LAMPARSKI Z., 1996 — Zarys budowy geologicznej i charakterystyka rzeźby Wysoczyzny Płockiej i Pojezierza Dobrzyńskiego ze szczególnym uwzględnieniem budowy i genezy drumlinów oraz moren czołowych. *W: Rzeźba i osady czwartorzęd Polski środkowej* (red. J. Dzierżek): 54–58. Wyd. Wyd. Geol. UW, Warszawa.
- LENCEWICZ S., 1927 — Dyluwium i morfologia środkowego Poświęła. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **2**, 2: 66–220.
- LITT T., 1990 — Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations und Klimaentwicklung während des Jungpleistozäns in der Becken Gröbern und Grabschütz. *Altenbg. Natwiss. Forsch.*, **5**: 92–105.
- MAKSIMOW A., 1965 — Torf i jego użytkowanie w rolnictwie. PWRiL, Warszawa.
- MAMAKOWA K., 1988 — Pollen stratigraphy of the Eemian and adjoining glacial deposits based on continuous in Poland. *Bull. Pol. Acad., Earth Sc.*, **36**, 3–4: 299–307.
- MAMAKOWA K., 1989 — Middle Polish Glaciation, Eemian and Early Vistulian vegetation at Imbramowice near Wrocław and the pollen stratigraphy of this part of the Pleistocene in Poland. *Acta Palaeobot.*, **29**, 1: 11–176.
- MARKOWSKI S., 1971 — Wstępna charakterystyka złóż gytii na Ziemi Szczecińskiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, **107**: 73–84.
- MENKE B., TYNNI R., 1984 — Das Eeminterglacial und das Weichselfrühglacial von Rederstall Dithmarschen und ihre Bedeutung für die mitteleuropäische Jungpleistozän — Gliederung. *Geol. Jb. A*, **76**: 3–120.
- NIKLEWSKI J., 1968 — Interglacial eemski w Głównicy koło Wyszogrodu. *Monogr. Bot.*, **27**: 125–185.
- NIKLEWSKI J., KAŃCKI J., STAWIN J., 1964 — Analiza pyłkowa interglaciału z Głównicy. *Acta. Geol. Pol.*, **14**, 3: 407–414.
- NIKLEWSKI J., KRUPIŃSKI K.M., 1992 — Osady interglaciału eemskiego i vistulianu z Kotliny Łomżyicy (Polska pñ.wsch.). *Studia Geol. Pol.*, **99**: 43–59.
- NORYŚKIEWICZ B., 1978 — Interglacial eemski w Nakle nad Notecią. *Acta Palaeobot.*, **19**, 1: 67–112.
- RALSKA-JASIEWICZOWA M., 1966 — Osady denne jeziora Mikołajskiego na Pojezierzu Mazurskim w świetle badań paleobotanicznych. *Acta Palaeobot.*, **7**, 2: 1–118.
- RALSKA-JASIEWICZOWA M., 1980 — Late-Glacial and Holocene vegetation of the Bieszczady Mts (Polish Eastern Carpathians). Inst. Bot. PAN, PWN, Kraków.
- ROSZKO L., 1968 — Recesja ostatniego lądolodu z terenu Polski. *Pr. Geogr.*, **74**: 65–100.
- RUSZCZYŃSKA-SZENAICH H., 1964 — Plejstocen w okolicach Wyszogrodu nad Wisłą. *Acta Geol. Pol.*, **14**, 3: 407–414.
- SOBOLEWSKA M., 1954 — Dzika winorośl (*Vitis silvestris* Gmel.) w plejstocenie Polski. *Biul. Inst. Geol.*, **100**: 271–290.
- SOBOLEWSKA M., 1961 — Flora interglacialna z Góry Kalwarii. *Biul. Inst. Geol.*, **100**: 271–290.
- STANKOWSKI W., BLUSZCZ A., NITA M., 1999 — Stanowisko osadów górnoczwartorzędowych Mikorzyn i Sławoszewek w świetle badań geologicznych, datowania radiowęglowego i luminescencyjnego oraz analiz paleobotanicznych. *W: Geochronologia górnego czwartorzęd Polski* (red. A. Pazdur i in.): 87–112. WIND-J. Wojewoda, Wrocław.
- SZYMKIEWICZ D., 1923 — Sur l'importance du deficit hygrometrique pour la phytogeographic ecologique. *Acta Soc. Bot. Pol.*, **1**: 8–18.
- ŚRODOŃ A., 1960 — Pollen spectra from Spitsbergen. *Folia Quatern.*, **3**.
- ŚRODOŃ A., 1967a — Świerk pospolity w czwartorzędzie Polski. *Acta Palaeobot.*, **8**, 2: 1–59.
- ŚRODOŃ A., 1967b — Stratygrafia późnego plejstocenu Polski niżowej na podstawie paleobotanicznej. *W: Czwartorzęd Polski* (red. R. Galon): 61–71. PWN, Warszawa.
- ŚRODOŃ A., 1970 — *Hippophaë rhamnoides* in the Quaternary of Poland. *Acta Geogr. Lodz.*, **24**: 415–424.
- ŚRODOŃ A., GOŁĄBOWA M., 1956 — Plejstocenijska flora z Beldna. *Biul. Inst. Geol.*, **100**: 7–44.

- TAUBER H., 1965 — Differential pollen dispersion and the interpretation of pollen diagram. *Danm. Geol. Unders.*, II, **89**: 1–69.
- TOBOLSKI K., 1986 — Paleobotanical studies of the Eemian Interglacial and Early Vistulian at Władysławów in the vicinity of Turek (preliminary report). *Quatern. Stud. in Poland*, **7**: 91–101.
- TOBOLSKI K., 1991 — Biostratygrafia i paleoekologia interglacjału eemskiego i zlodowacenia wisły regionu konińskiego. *W: Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin–Turek* (red. W. Stankowski): 45–87. UAM, Poznań.
- TOBOLSKI K., 2000 — Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. PWN, Warszawa.
- TOMANEK J., 1966 — Botanika leśna. PWRiL, Warszawa.
- WELTEN M., 1950 — Beobachtungen über den rezenten Pollenbeschlag in Alpiner Vegetation. *Ver. Geobot. Inst. Rubel.*, **149**: 48–57.
- WIĘCKOWSKI K., 1966 — Osady denne Jeziora Mikołajskiego. *Pr. Geogr. PAN*, **57**.
- WIŚNIEWSKI T., 1930 — O arktycznej granicy lasu w Laponii Petsamo (Finlandia). *Rocz. Pol. Tow. Dendr.*, **3**: 140–161.
- WYSOTA W., 1999 — Ice sheet maximum limit of the Vistulian Glaciation in the mid eastern Chełmno-Dobrzyń Lakeland, northern Poland. *Geol. Quart.*, **43**, 2: 189–202.
- ZAGWIJN W.H., 1989 — Vegetation and climate during warmer intervals in the Late Pleistocene of Western and Central Europe. *Quatern. Intern.*, **3**: 57–67.
- ZAGWIJN W.H., 1996 — An analysis of Eemian climate in Western and Central Europe. *Quatern. Sc. Rev.*, **15**: 451–469.
- ZALEWSKA Z., 1955 — Rokitnik zwyczajny (*Hippophaë rhamnoides* L.). *Rocz. Pol. Tow. Dendr.*, **10**: 356–376.

THE INVESTIGATIONS OF THE YOUNGER PLEISTOCENE LACUSTRINE SEDIMENTS OF THE PŁOCK UPLAND

(with 14 Figures)

Abstract. Physical-chemical and paleobotanical investigations of organic sediments from six reservoirs of the Late Warta Glaciation, Eemian Interglacial and the Early Vistulian age, situated mainly in the northern part of Płock Upland and Urszulewo Lowland (with or without the cover of glaciogenic deposits) were conducted. Results allowed to trace the maximum extent of the Vistula Glaciation in that area, to reconstruct climatic and floral changes during that part of the Younger Pleistocene, to estimate physical-chemical features of lake sediments and dynamic of fossil lakes which created that earlier unknown Eemian Lakeland and to work out regional pollen stratigraphy.

Biogenic lake sediments from Studzieniec turned out to be the most interesting. Paleobotanical record included in organic deposits and 24 L PAZ which were distinguished there give possibility to reconstruct the climatic and vegetation changes during the Late Warta Glaciation, protocratic, mesocratic and telocratic phases of the Eemian Interglacial, as well as during all of the early Vistulian. Two warm interstadial-rank oscillation during the early Vistulian, Studzieniec I and Studzieniec II, were distinguished. They were correlated with Amersfoort-Brørup and Odderade or Zgierz-Rudunki ZR II-11, ZR II-12 and ZR II-14 oscillations.

Key words: biogenic sediments, physical-chemical analysis, pollen analysis, palynostratigraphy, climatostratigraphy, Younger Pleistocene, Eemian Interglacial, early Vistulian, Amersfoort-Brørup Interstadial, Odderade, Płock Upland.

SUMMARY

The main outlines of the morphology of the mesoregion of the Płock Upland, also called the Płońsk Upland (Fig. 1), were formed during the recession of the continental glacier of the Warta Glaciation. The Vistula Glaciation reached its northwestern borders. The opinions concerning its maximum extent are not always agreed. Roszko (1968), Kondracki (1980) and Lamparski (1996) drew the line of this extent to the west of the city of Sierpc, but Kotarbiński (1999a, b) located it not far to the east of this city. During the field works for preparation of the *Detailed geological map of Poland 1:50,000* (Kotarbiński, 1999a, b, 2000a–c, 2001; Kotarbiński, Krupiński, 1995, 2000a–c; Krupiński 1995b, 1999a, b) and realization of the project No. 6.20.9109.00.0 (Krupiński, Kotarbiński, 2002), numerous, palaeobotanically documented locations of the biogenic sediments of the Eemian Interglacial were found, above which the glacial sediments occur or are absent. This yielded the possibility and necessity of the delineation of the maximum extent of the Vistula Glaciation in this area, reconstruction of the climatic and floristic changes in the

natural environment of the Younger Pleistocene in this part of Poland, recognition of certain physico-chemical features of the biogenic sediments and dynamics of the lacustrine basins of this buried, till now unknown Eemian lake district and elaboration of the regional pollen stratigraphy.

The studies were performed on the samples collected by the GEOPROBE device, which were the cores of undisturbed structure, consisting of lacustrine, telmatic and terrigenous sediments from Studzieniec and Nadolnik (Figs. 2–5) being overlain by glaciogenic sediments, and those from Śniedznowo and Dąbrówki (Figs. 2, 4, 5) without overlying glacial sediments. This elaboration contains as well the results of the studies of the biogenic sediments from Zieluń and Lubowidz (Figs. 2, 6), occurring already on the Urszulewo Plain.

The above-listed locations of the biogenic sediments occur in the area of the Dobrzyń outwash (Fig. 2), which was formed in two phases (Krupiński, Kotarbiński, 2002). Formation of the upper level of this outwash of the recent height of 160 to 128 m a.s.l., according to Kotarbiński should be con-

nected with the maximum extent of the Vistula Glaciation during the Leszno–Poznań phase of the Main Stadial in this area. The lower, younger level of this outwash of the height of 145 to 115 m a.s.l., this author connects with outflow of water from the front zone of the glacier of the Vistulian Glaciation (Krupiński, Kotarbiński, 2002), which retreated to the line of the present-day Dobrzyń moraines (Dobrzyń sub-phase). Water accumulating sediments of this level split in the region of the city of Sierpc. A part of it flew to the east by the “Raciąż proglacial stream valley”, cutting the hypsometrically upper, earlier formed outwash level, whereas its another part flew to the south along the present-day Skrwa river valley.

The locations of the biogenic sediments of the Eemian Interglacial at Studzieniec, Babiec Piaseczny, Nadolnik, Dąbrówki and Śniedzanowo occur in the area of the hypsometrically lower, younger level of the same outwash, whereas the locations at Zieluń and Lubowidz are to be found in the northern, proximal part of its upper, older level (Fig. 2).

In the collected cores of the biogenic sediments with undisturbed structure and in the selected samples, the following features were determined: water content in drying apparatus as the humidity related to the sediment sample weight at the moment of collecting, total ash content and ignition loss by calcination at 550°C and content of carbonates by means of the Scheibler’s method, recalculated to CaCO₃. Cores from six locations were investigated palynologically.

Results of the studies of certain physico-chemical features of the sediments of the basins of the biogenic accumulation from six locations yielded extensive variations of the water contents, connected with their strongly changeable lithologic and genetic properties. The highest contents were typical of non-decomposed peats, a little lower — of decomposed peats, coarse-detritic gyttjas and peat-bearing silts. Distinctly lower water contents were found in silts and calcareous gyttjas, and the lowest one — in muds and sands. Unlike in the Holocene sediments, similar or lithologically and genetically related sediments do not display differences connected with the depth of burial i.e. do not depend on the degree of compaction. This feature clearly distinguishes the Pleistocene and Holocene sediments (Krupiński, 1990, 1991, 1995a).

The contents of the organic substance (determined as the ignition loss) and total ash in the sediments from the investigated locations are distinctly variable. They are clearly connected with the type and origin of the sediments. The highest contents of organic matter (96–88 wt. %) and the lowest contents of ash (4–12 wt. %) are characteristic of non-decomposed peats (Figs. 7–13). Slightly lower though still high are contents of organic matter (82–68 wt. %) and clearly higher are the contents of ash (18–32 wt. %) in weakly and medium-decomposed peats and coarse-detritic peaty gyttjas. Well-decomposed peats and coarse-detritic peaty gyttjas contain variable but a little higher amounts of ash (28–72 wt. %) and distinctly lower amounts of organic matter (72–28 wt. %). Silts and peaty silts usually have high ash contents, low contents of organic matter and variable, sometimes high amounts of sand, mud and clay. Their ash contents are variable, usually exceeding 65 wt. %. Amounts of ash in high-carbonate, light-coloured and olive-gray calcareous gyttjas is very high (70–92 wt. %) and calcium carbonate is the main component of ash. Carbonate-clayey gyttjas have similar contents of ash (80–91 wt. %) and organic matter (20–9 wt. %); clayey gyttjas

and gray or light gray muds and clayey muds have very high ash contents (94–98 and 90–98 wt. %, respectively). Very rich in ash (90–91 wt. %) are dark gray clayey sediments which are the remnants of the underground fire of the peat layer at Śniedzanowo (depth 5.26–5.50 m, Fig. 10).

Contents of carbonates recalculated to CaCO₃ is very variable in the studied sediments and it is connected with their lithologic and genetic type. It ranges in light gray and gray muds from 9 to 18 wt. %, in clayey gyttjas from 5 to 23 wt. %, in calcareous-clayey and clayey-calcareous gyttjas from 18 to 43 wt. %, in gray, dark gray and light gray calcareous gyttjas from 31 to 90 wt. % and in fine- and coarse-detritic calcareous gyttja this content is strongly variable, from 2 to 49 wt. %. Light gray, gray and olive-gray interstadial gyttja with variable amounts of sand the calcium carbonate content varies from 12 to 52 wt. %. Similar contents of CaCO₃ display lithologically and genetically similar Holocene biogenic sediments (Ilnicki, 1971; Markowski, 1971) and those formed during the Mazovian Interglacial (Krupiński, 1990, 1991, 1995a).

In the biogenic sediments of the palaeobotanically studied locations one determined variable, in places high number of L PAZ’s. Their clearly highest number equal to 24 (Table 1) was distinguished in the core of the sediments at Studzieniec. In the biogenic sediments from Śniedzanowo there appear two palynostratigraphic gaps caused by fire of peatbog. Similar stratigraphic gap occurs between the roof of the preserved biogenic sediments of the Eemian Interglacial (at Nadolnik) or early Vistulian (Śniedzanowo, Dąbrówki and Studzieniec) and the overlying light gray and green-gray muds of the varve type, which pollen spectra have redepositional nature (Table 1). They were recognised as layers in the geologic sense.

Sediments of a late glaciation preceding Eemian Interglacial were found at five locations (Figs. 7–13). Appreciable and the highest thickness was reached by them at Studzieniec (1.90 m) and Śniedzanowo (2.10 m), distinctly lower ones — at Dąbrówki (0.55 m), Nadolnik (0.16 m) and Lubowidz (0.10 m). The sediments consist mainly of gray and light gray fine-, medium- and varigrained sands with gravel, in places with secondary calcium carbonate. Other components are gray and light gray muds and sandy muds, in places clayey, with intercalations bearing mollusk shells, and clayey and calc-clayey gyttjas. Frequency of sporomorphs in these sediments is low and gradually increases. The redeposited sporomorphs of the Tertiary plants and marine plankton of the Hystrichosphaeridae group are present but gradually they become less numerous. In the sediments of the late glacial at Studzieniec two L PAZ’s were distinguished:

- ST-1 — NAP–*Juniperus*–*Artemisia*,
- ST-2 — *Juniperus*–*Artemisia*–*Pinus*, with the sub-level *Pinus*–*Betula* in its lower part and *Pinus* in its upper part.

In other locations only one analogous or taxonomically similar L PAZ (Table 1) was distinguished.

It reflects processes of the post-glacial climate warming and dynamically developing pioneer vegetation assemblages. During short time of warming there appeared and expanded the first, very scarce pioneer plant assemblages and under their significant influence the first initial soils formed. During subsequent cold periods the vegetation shrunk or even retreated and the newly-formed soils vanished. The first pioneer

shrubs and herbaceous vegetation in form of small patches appeared early in the area of the Płock Upland, when the cover of the superficial sediments was not stable.

The presence in the described sediments of the redeposited sporomorphs of the Tertiary or older plants coming from the eroded preceding sediments and *Pinus* pollens transported from distant areas resulted from the above-described situation. Such phenomena are not rare in the areas of the present-day tundra and above the upper forest line (Aario, 1943; Welten, 1950; Iversen, 1954; Środoń, 1960; Krupiński, 1975, 1984, 1995a).

The results of the palaeobotanic studies of the biogenic sediments from the selected locations in Płock Upland allow to distinguish two parts within the late glacial bed of the glaciation preceding the Eemian Interglacial. In the older part represented by R PAZ — NAP—*Juniperus*–*Artemisia* (Table 1), shrubs, bushes and herbaceous plants prevailed. The following plants were the main components of these assemblages: *Juniperus*, *Artemisia*, Gramineae, Cyperaceae and bushy forms of *Betula*, *Salix* (the tundra species inclusively), various plants from the families and genera: Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cruciferae, Labiatae, Ericaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Umbelliferae, *Thalictrum*, *Arctostaphylos*, including the typically heliophilic ones: *Hippophaë*, *Ephedra distachya* typ, *Pleurospermum austriacum*, *Empetrum*, *Gentiana*, *Helianthemum*, *Plantago*, *Saxifraga*, *Selaginella selaginoides*. Within those open areas covered by herbaceous plants, shrubs and bushes, there appeared the first spots of tree and shrub forms of *Pinus*, and maybe *Larix* and *Populus* with early species of *Betula*. Initial assemblages of bog and rush plants started to develop, which consisted of *Typha angustifolia*, *Epilobium* and *Valeriana*. In the final stage *Typha latifolia* appeared as well.

In the second, younger part of the late glacial, represented by R PAZ — NAP—*Juniperus*–(*Artemisia*), the plant assemblages of the Płock Upland were of bushy-herbaceous type, with patchy appearing and extending areas increasingly inhabited by *Pinus* and tree species of *Betula* with occasional *Larix*, *Populus* and *Picea*. Increase and joining of these patches yielded light forest assemblages. In the bushy-herbaceous habitats the following vegetation prevailed: Gramineae, Cyperaceae, gradually less abundant *Artemisia*, *Juniperus*, moreover bushy *Salix*, occasional bushy and shrubby *Betula*, numerous and only slightly less abundant than in the earlier assemblages taxa of the herbaceous plants with remnant survived heliophytes: *Hippophaë*, *Empetrum*, *Helianthemum*, *Epilobium*, *Valeriana* and *Selaginella selaginoides*.

Climate of the late glacial of the glaciation preceding Eemian Interglacial in the area of the Płock Upland was distinctly differentiated. In its older part it was arid or temperate arid. Typically it had short, moderately humid periods of vegetation and long dry periods of rest. In the younger part of the discussed period the climate became distinctly warmer, changing to the boreal-subarctic one in the beginning of the protocratic Eemian Interglacial. This subarctic climate had relatively short and moderately humid vegetation period.

The ongoing process of warming, yielding changes of the composition and type of the plant populations in the final part

of the late glacial, resulted in the Płock Upland in good stabilisation of the superficial sediments, thus leading to the cease or distinct reduction of the effects of the denudation processes and, in the aqueous basins, to the decrease of the rate of accumulation of sediments which were almost free of the redeposited Tertiary plant sporomorphs, moreover, to the concentration and better preservation of sporomorphs in sediments with increase of the local production of pollen.

Sediments of the protocratic stage of the Eemian Interglacial were found in the cores from five locations. Their thickness is distinctly variable, from 0.04 to 1.45 m (Fig. 7–13). They consist of gray, dark gray and olive-gray calcareous gyttja (at Śniedzanowo and Dąbrówki), olive-gray finely laminated clayey and calc-clayey gyttja (at Studzieniec), gray and dark gray non-calcareous shaly gyttja intercalated with fine sands and gray shales (at Nadolnik) and sandy muds (at Zieluń).

Two L PAZ's were distinguished in most of the investigated locations (Table 1). Type and composition of the plant assemblages of the protocratic stage of the Eemian Interglacial in the Płock Upland are reflected by two R PAZ's:

- E1 — *Betula*, with the sub-level *Pinus*–(NAP—*Juniperus*) in its lower part, and
- E2 — *Pinus*, with the sub-level *Betula*–(*Ulmus*) in its lower part and the sub-level *Quercus*–*Ulmus* in the upper part (Table 1).

Changes in this part of the interglacial are definitely best recorded in the sediments from Śniedzanowo. They reflect two main stages of the alterations and changes of the plant habitats. The plant assemblages of the older part (E1 — R PAZ — *Betula*) of the protocratic stage of the Eemian Interglacial in the Płock Upland were of the forest type. They consisted of arborescent and shrubby species of *Betula* and *Pinus*, with gradually less abundant *Juniperus* and *Salix*, and with occasionally surviving *Populus*. The areas, not covered by forest and its rich brushwood and undergrowth, were occupied by Gramineae, Cyperaceae and scant and locally variable participation of *Artemisia*, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Umbelliferae, Rosaceae, Compositae, Labiatae and *Thalictrum*. *Humulus* became new and important component of the assemblages. Good coverage of the superficial sediments by forest habitats distinctly limited the denudation processes and abrasion of the shores of aqueous basins. The changes were apparently connected with the distinct increase of the time of the vegetation period and warming of climate.

The younger part of the protocratic stage of the Eemian interglacial in Płock Upland (E2 — R PAZ — *Pinus*) is characterised by moderately compact and compact pine woods, initially with significant participation of the arborescent *Betula*, subordinate *Juniperus*, *Salix*, and later with relatively abundant mesocratic deciduous trees: *Quercus*, *Ulmus* and *Fraxinus*. *Hedera* begins to appear as well. The vegetation periods were long and increasingly humid, winters were short and moderately humid.

The sediments of the mesocratic Eemian Interglacial were found in all the investigated locations. Their thickness is distinctly variable; it ranges from 0.68 to 5.73 m (Figs. 7–13). Their small thickness at Śniedzanowo was caused by partial

destruction by peatbog fire at that time. The sediments in most of the locations have biolimnogenic character, and in the upper zone and at Lubowidz and Zieluń they are of terrigenous type. At Śniedzanowo at the depth of 5.26–5.50 m (Fig. 10) there occur dark gray, rich in ash (90–91%) clayey sediments, being the remnants of a fire of peatbog of those days.

In the sediments of this stage of the Eemian Interglacial in the studied locations a variable amount of L PAZ's were distinguished, from 8 at Studzieniec to only 3 at Lubowidz (Table 1, Figs. 7–13).

In the palynostratigraphy of the sediments of the mesocratic stage of the Eemian Interglacial in the Płock Upland three R PAZ's were distinguished:

- E3 — *Quercus* with the sub-level *Pinus*–*Fraxinus*, *Fraxinus* and *Corylus*;
- E4 — *Corylus* with the sub-level *Quercus*–(*Tilia*), *Taxus*–(*Tilia*–*Alnus*), *Tilia*–*Alnus* i *Carpinus*–*Tilia*–*Alnus*;
- E5 — *Carpinus* with the sub-level *Corylus*–*Tilia*–*Alnus*, *Corylus*–*Alnus* and *Alnus*–(*Picea*–*Abies*).

Their correlation with the units distinguished earlier by other authors is given in Table 1.

In the first, oldest part (E3 — R PAZ — *Quercus*) of the mesocratic stage of the Eemian Interglacial the forest assemblages of the northern Mazowsze were well formed and compact. Initially they were mixed forests and woodlands with dominating *Quercus*, important *Ulmus* and *Fraxinus*, and quickly diminishing *Pinus*, later they changed to multi-component mixed deciduous forests (*Quercus*, *Fraxinus* and *Ulmus*) with increasing importance of *Corylus*. In their brushwood and undergrowth there occurred among others: *Humulus*, *Hedera*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum*, *Frangula alnus*, and in the tree coronas — *Viscum*. The vegetation periods were long and moderately humid, and the winter periods of rest — relatively short and moderately humid as well.

In the second, middle part (E4 — R PAZ — *Corylus*) of the mesocratic stage of this interglacial in the area of the Płock Upland there occurred compact, well formed, of variable habitats and with the composition changing in time, multi-component deciduous forests with dominating *Corylus*. Initially they were mixed oak forests with important participation of *Corylus*, *Fraxinus* and appearing *Tilia* and *Alnus*, later assemblages of hazel-grove with linden and towering coronas of *Quercus*, *Fraxinus* and *Ulmus*. In the humid habitats *Alnus* and periodically *Taxus* occurred abundantly. Contents of the pollen of *Taxus* in the pollen spectra reach 9%. In the youngest stage the habitats of *Tilia*–*Carpinetum* formed, with increasing abundance of *Carpinus*. In the forest habitats of the boggy terrains *Alnus* prevailed. In the brushwood and undergrowth of these habitats there occurred *Hedera*, *Ligustrum*, *Humulus* and *Frangula alnus*, occasionally the Mediterranean *Ilex*, and in the tree coronas — *Viscum*. The climate had long, humid vegetation period and temperate, moderately humid rest period.

Forest assemblages of the third, youngest part (E5 — R PAZ — *Carpinus*) of the mesocratic stage of the Eemian Interglacial had complex and changing in time characteristics and composition. Compact, well formed, multi-component mixed deciduous forests *Tilia*–*Carpinetum* prevailed with abundant *Corylus*, less abundant *Quercus*, *Fraxinus*, *Taxus*,

Acer and with *Humulus*, *Hedera*, *Frangula alnus*, *Cornus sanguinea*, occasionally with *Ligustrum* and *Ilex* in the undergrowth and *Viscum* in the tree coronas. In the swampy habitats *Alnus* prevailed, with variable participation of *Ulmus*, *Fraxinus*, *Taxus* and in the underwood — *Humulus* and *Frangula alnus*, depending on the type of the habitat. In the middle part there prevailed almost mono-component, compact hornbeam with decreasing content of *Corylus* and scant *Tilia*, *Quercus*, *Fraxinus* and *Ulmus*, without undergrowth or with very scarce one. Gradually *Humulus* lost its importance. In the youngest part of the period *Carpinus* still prevailed. However, the decrease of the participation of *Corylus*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus* and *Tilia* is apparent; *Picea* and *Abies* appeared and quickly became important components. Most of the earlier present bushes, which had relatively elevated climatic requirements, retreated. In the peatbog at Śniedzanowo a sub-surface fire developed. It resulted in lack of the sediments or their relic state in the investigated core. The elucidation of the reasons of the fire is very important: whether the cause was natural, e.g. lightning, or could be related to the appearance of the Neanderthal man in this area (Sobolewska, 1961; Krupiński, 1973, 2002b).

Forest assemblages of the third, youngest part of the mesocratic stage of this interglacial indicate distinct cooling and increasing humidity of climate. The vegetation period became distinctly shorter. The changing climate was recorded by migration and expansion of the telocratic conifers, mainly *Picea* and *Abies* (Krupiński, 1986, 1988, 1992c; Niklewski, Krupiński, 1992).

Sediments of the telocratic stage of the Eemian Interglacial were found in the cores no. 5 and 6 of the investigated locations. They were not recognised at Lubowidz. Their thickness in significant and distinctly variable. It ranges from 1.31 to 2.77 m (Figs. 7–13). The distinguished local palynostratigraphic units, from 2 to 5 (Table 1), allowed to determine two R PAZ in the telocratic stage of the Eemian Interglacial in Płock Upland:

- E6 — *Picea* with the sub-levels *Abies*–*Carpinus*–*Alnus*, *Alnus*–(*Carpinus*) and *Pinus*–(*Alnus*) in its lower part, and
- E7 — *Pinus* with the sub-level NAP–*Juniperus* in its upper part (see Table 1).

In the first, older part (E6 — R PAZ *Picea*), the earlier occurring in the Płock Upland multi-component deciduous forests with dominating *Carpinus* were replaced by multi-component deciduous-coniferous and coniferous-deciduous forests with important or prevailing participation of *Picea*. Compact, well formed multi-component mixed and spruce woodlands developed, initially with relatively important *Carpinus*, and variable but distinctly highest in the region of Nadolnik and Zieluń participation of *Abies* and increasing frequency of *Pinus*. Abundant wet habitats still were occupied by assemblages with dominating *Alnus*. Certain loosening of the forest assemblages and better exposure to light, and the ongoing process of the swamp formation and degradation of soils caused the development of the herbaceous plants and swampy habitats. This was indicated by expansion of *Calluna* (Ericaceae), which evidenced strong leaching and souring of the soil cover. Filling of many basins by the sediments of the biogenic accumulation lead to the increase of the wet land

area and appearance of new plants of the swampy habitats, e.g. *Comarum*, *Menyanthes*, *Valeriana*; also habitats of small and shallow lakes (with *Utricularia*, *Stratiotes*, *Nuphar* and *Nymphaea*) were quite common within the intermediate and high peatbogs, where *Sphagnum* was one of the main plants. The climate of that days was the boreal one with vanishing features of the temperate climate.

Plant assemblages of the second, younger part (E7 — R PAZ — *Pinus*) of the telocratic stage of the Eemian Interglacial in the Płock Upland had different composition and were of another type. They were mixed and pine woodlands, which gradually lost their compactness, and later only patches of them with dominating *Pinus* and decreasing presence of *Picea*, rare *Betula* and occasionally survived *Abies*, *Carpinus*, *Alnus*, *Quercus* and *Corylus*. Among the well-developed brushwood *Juniperus* and *Salix* appeared. In the vividly developing undergrowth or in the areas between the forest patches, there occurred Gramineae, Cyperaceae, *Artemisia*, and various other bushes and herbaceous plants from the families and genera: Ericaceae, *Calluna*, Ranunculaceae, Rosaceae, Rubiaceae, *Thalictrum*, *Rumex*, *Polygonum*, including the first heliophilic taxa (*Gentiana*, *Pleurospermum*, *Empetrum*, *Helianthemum*, *Gypsophila*, *Sanguisorba officinalis*, *Saxifraga*, *Plantago*). Further increase of the importance of the swampy habitats and plants was observed. Distinctly limited flow of the well-insolated waters in declining small lakes favoured the development of algae of the genus *Pediastrum*.

Climate of the younger part of the telocratic stage of the Eemian Interglacial was distinctly differentiated. Initially it was the boreal climate, which in the final period became cooler and more arid and the vegetation period shortened. These were already the features of the boreal-subarctic climate.

Sediments of the first forest-free stage of the early Vistulian EV1 which came after the Eemian Interglacial, were found only in the cores from three locations. Their thickness is distinctly differentiated, from 0.20 to 0.80 m (Figs. 7–10). These are the peaty sediments and well-decomposed, sandy peat. In the sediments from Studzieniec one distinguished two L PAZ's and in other locations only one L PAZ (Table 1, Figs. 7–10). Plant assemblages of the first part of the early Vistulian EV1 of the Płock Upland are characterised by one R PAZ: — NAP–*Artemisia*, with the sub-level *Pinus* in its lower section and *Betula* in its upper section. They were of the forest-free type, the plants formed park tundra. In the older part, there were the assemblages consisting mainly of Gramineae, Cyperaceae and *Artemisia*, with other various herbaceous plants, including the heliophilic ones (*Helianthemum*, *Pleurospermum austriacum*, *Plantago media*, *Valeriana*, *Chamaenerion*, *Menyanthes*, *Polygonum bistorta*/*P. viviparum*), with photophilous bushes (*Juniperus*, *Salix*, *Hippophaë*) and survived loose groups of bushy or arborescent plants, mainly *Pinus*, and less common *Betula* and *Picea*. In the younger part the remnant patches of the forest assemblages decreased even more, in which *Pinus* strongly declined and *Betula* became more abundant. Moreover, *Larix*, uncommon *Picea* and declining *Juniperus* were to be found. The climate was subarctic, with the mean temperature of the warmest month of 10 to 11°C.

Sediments of the first forest stage within the early Vistulian EV2 were recognised only in the core from Studzieniec and in part from Dąbrówki. Their thickness at Studzieniec reached 2.45 m and at Dąbrówki 0.20 m. They consist of gray and olive-gray calcareous gyttja, and sands with peat, well-decomposed peat and peat with sand. In the sediments from Studzieniec one distinguished two L PAZ's, and in those from Dąbrówki only the older one. These units allow to recognise for the first interstadial warming within the early Vistulian EV2 (called the Studzieniec I Interstadial, see Table 1) two R PAZ's:

- EV2a — *Betula*–(*Pinus*), and
- EV2b — *Pinus*–*Betula*–(*Larix*–*Artemisia*).

In the area of the Płock Upland there occurred in the older part the moderately compact birch forests with pine, appearing larch occasional remnant spruce, alder and oak, declining juniper and relatively abundant in undergrowth, but not numerous in taxa, herbaceous plants. Moss of the genus *Sphagnum* disappeared almost completely. In the younger part of the above period the sedimentation of terrigenous material: peat, and peat with variable sand content, took place again. After a short break, the moss peatbogs with abundant *Sphagnum* developed repeatedly. The forest assemblages were less compact. They were relatively loose pine forests with larch, declining birch and uncommon spruce, occasional juniper and willow. In the undergrowth of those light and rather not compact forests there occurred abundant grass, cyperaceous plants, mugworts (2 to 6% in the pollen spectra), and in distinctly larger amounts and variety other brushy and herbaceous plants, occasionally also the photophilous ones (*Armeria*, *Euphorbia*, *Polygonum bistorta* and *P. viviparum*). Distinct decrease of the surface of the aqueous basins due to the drying of the climate resulted in apparent decline of the role of algae of the genus *Pediastrum*. Climate of that interstadial warming EV2 in the area of the Płock Upland was differentiated. In the older part of that period it was distinctly more humid (moderately humid) and warmer.

The sediments of the second forest-free stage after the Eemian Interglacial in early Vistulian called EV3 were found only in the core from Studzieniec. It is gray peaty silt of the thickness of 0.45 m. One distinguished in these sediments one L PAZ — St-21 — NAP–*Artemisia*–(*Larix*), which should be correlated with EV3 — Gramineae–*Artemisia*–*Betula nana* (Mamakowa, 1989), Zgierz-Rudunki ZR11-13a — NAP and ZR11-13b — NAP–*Pinus*–*Betula* (Jastrzębska-Mamełka, 1985), NAP I (Tobolski, 1991) or VS2 — NAP (Grüger, 1979a–c; Menke, Tynni, 1984; Behre, Lade, 1986). Plant assemblages of the Płock Upland are represented by R PAZ — NAP–*Artemisia*–(*Larix*), as shown in Table 1. They were of the park type, formed mainly by Gramineae, Cyperaceae, *Artemisia* (in the spectra up to 7%), with the significant participation of other various families and genera like Caryophyllaceae, Umbelliferae, Ranunculaceae, Compositae, Rubiaceae, *Thalictrum*, *Ledum*. The heliophilic plants were also present, one may list *Helianthemum*, *Plantago*, *Rumex*, *Rosa*. In a limited amount *Pinus* still survived, *Larix* was already rare, both of them occurred as single trees forming park landscape. The expansion of the plants of the swampy habitats is apparent (*Menyanthes*, *Filipendula*, and the values for *Typha angustifolia* typ reached 9% of the pollen spectrum). The role of

the cryptogamic plants, especially *Sphagnum*, become less important. Small lakes, which were well insulated and had almost stagnant water, became occupied by *Pediastrum*. Climate was moderately dry with short vegetation periods.

Sediments of the second interstadial or inter-phase warming EV4 within the early Vistulian were found only in the core from Studzieniec. They are well-decomposed and non-decomposed peats of the thickness of 0.85 m. They represent one L PAZ — ST-22 — *Pinus*, with the sub-level *Betula* in the lower part and with the sub-level *Larix* in the upper one (Table 1, Fig 7). This warming, which has been named the Interstadial Studzieniec II (R PAZ — *Pinus* with the sub-levels *Betula* and *Larix*), should be correlated with V-II — *Pinus*–*Betula* and *Pinus* (Tobolski, 1991), EV4 — *Pinus*–*Betula* (Mamakowa, 1989), Zgierz-Rudunki ZRII-14 — *Pinus*–*Betula* (Jastrzębska-Mamełka, 1985) or may be connected with the Odderade warming in the area of Germany (Grüger, 1979a–c; Menke, Tynni, 1984; Behre, Lade, 1986; Litt, 1990) or with the St. Germain II warming in the southern France (Beaulieu, Reille, 1984, 1989). The area of the Płock Upland was possessed second time during the early Vistulian initially by loose or patchy pine forests and pine-birch assemblages, subsequently by moderately compact pine forests and in the final phase by gradually less compact and less abundant pine forests with more important larch. Undergrowth of those light and poorly compact pine forests (NAP 9–23%) was taxonomically limited. It consisted almost exclusively of grass, cyperaceous plants, with small content of mugworts. Distinctly arid climate caused almost complete disappearance of the rush and water plants, *Pediastrum* inclusively. Mean temperature of the warmest month was close to or slightly higher than that occurring presently at the northern or mountainous forest borderline.

Chronostratigraphic position of the third forest-free stage EV5 after the Eemian Interglacial is presented by various modes. Mamakowa (1988, 1989) considered it as the youngest unit of the early Vistulian, whereas Tobolski (1991) and other authors (Behre, Lade, 1986; Litt, 1990) described it as the oldest unit of the middle Vistulian. Sediments representing this cool section of the Younger Pleistocene were found only in the core from Studzieniec. They consist of moderately decomposed peat, sand with peat or peated organic matter, dark gray peaty silt and light gray sands of the total thickness of 1.65 m (Fig. 7). Within them two L PAZ's were distinguished: ST-23 — NAP–*Pinus*–(*Larix*–*Artemisia*) of the thickness of 1.25 m and ST-24 — NAP–(*Artemisia*–*Pinus*–*Sphagnum*) of the thickness of 0.40 m. They should be correlated with EV5 — R PAZ — Gramineae–*Betula nana* (Mamakowa, 1988, 1989), with the level *Salix*–*Equisetum* (Tobolski, 1991) or with Zgierz-Rudunki ZRII-15 — NAP–*Betula* cf. *nana* (Jastrzębska-Mamełka, 1985), or linked to the cooling and disap-

pearance of the forest assemblages VS 3 (Schalkholtz) in the area of Germany or to the cooling Ognon II in the area of France.

Plant assemblages of this section of the Younger Pleistocene of the Płock Upland are characterised by R PAZ — NAP–(*Artemisia*–*Pinus*). Steppe-tundra type of greensward prevailed in that period, with surviving enclaves or patches of the light and loose tree clusters, mainly pine and larch. Greensward consisted mainly of Gramineae, Cyperaceae, *Artemisia* and a number of subordinate species including the heliophilic ones. *Salix*, *Hippophaë*, *Ephedra distachya* typ and *Bruckenthalia* were the important components of these assemblages. Distinct climate cooling and decrease of the surface evaporation yielded growth of the soil humidity and increase of importance of the plants of the swampy habitats with abundant *Sphagnum*. Decreasing coverage of the land surface by plant assemblages stimulated the erosion-denudation processes. This resulted in increase of the destruction of the deposited sporomorphs and lesser abundance of the sporomorphs in the accumulated sediments. The climate was humid, arctic-subarctic with very short vegetation period.

Above the biogenic sediments of the Eemian Interglacial or early Vistulian in the majority of the studied locations (at Dąbrówki, Śniedzanowo, Studzieniec and Nadolnik) one stated the occurrence of the gray or green-gray muds, sandy muds, clayey muds and rarer clays of the varve type. These sediments contain distinctly wasted and undoubtedly re-deposited sporomorphs of Tertiary and Quaternary plants, those of exotic plants, and marine plankton of the group of Hystrichosphaeridae. One distinguished in the sediments from Śniedzanowo the L PAZ — SN-15 — *Pinus*–NAP–(*Artemisia*) + redeposition, and in those from Dąbrówki the L PAZ — DB-16 — *Pinus*–*Betula* should be considered as layers in the geological sense but not in the palynostratigraphic understanding. Their spectra have typically high contents of the redeposited sporomorphs, probably of various age. For this reason they were not included into the reconstruction of the plant assemblages and climate. Occurrence of the mentioned sediments of a marginal lake found in many drilling cores in the area of the Płock Upland, and their position above the palaeobotanically documented sediments of the Eemian Interglacial or early Vistulian, indicated the occurrence of a large, middle- or early-Vistulian marginal lake basin, maybe connected with the huge Warsaw marginal lake. The sediments occur at the similar hypsometric level as the analogous sediments in the shore zone of the Warsaw marginal lake. Accepting this interpretation, the line of the northern extent of this huge marginal lake should be moved to the north, thus it would include at least the northern part of the "Raciaz proglacial stream valley".

Translated by Andrzej Kozłowski

Korelacja wyróżnionych podstawowych jednostek palinostratygraficznych z jednostkami cechującymi eemską i wczesnovistuliańską sukcesję pyłkową według różnych autorów
Correlation of the local pollen assemblages zones (L PAZ) with characteristic zones of the Eemian Interglacial and Early Vistulian succession after different authors

Tobolski (1991) region Konina R PAZ		Mamakowa (1988, 1989) R PAZ		Krupiński (Krupiński, Morawski, 1993 z późniejszymi uzupełnieniami; Krupiński, 2002a) Warszawa Wawrzyszew R PAZ		Krupiński Wysoczyzna Płocka R PAZ		Studzieniec ST.1/99 L PAZ		Dąbrówki DB.1/99 L PAZ		Śniedzanowo SN.1/99 L PAZ		Nadolnik NK.1/99 L PAZ		Zieluń ZN.1/00 L PAZ		Lubowidz LB.1/00 L PAZ		
Środkowy vistulian	stadial (Ebersdorf) V-III interstadial (Oerel)	NAP II 3 <i>Betula nana</i> - <i>Empetum</i> 2 <i>Betula alba</i> - <i>Artemisia</i> 1 <i>Betula nana</i> -NAP																		
	stadial (Schalkholtz)	<i>Salix-Equisetum</i>		EV5		Gramineae- <i>Betula nana</i> stadial 3		EV5		NAP-(<i>Artemisia</i> - <i>Pinus</i>) stadial		ST-24 - NAP-(<i>Artemisia</i> - <i>Pinus</i> - <i>Sphagnum</i>) ST-23 - NAP- <i>Pinus</i> -(<i>Larix</i> - <i>Artemisia</i>)								
Wczesny vistulian	V-II interstadial	2 <i>Pinus</i> 1 <i>Pinus</i> - <i>Betula</i>		EV4		<i>Pinus</i> - <i>Betula</i> <i>Betula</i> interstadial Odderade		EV4		<i>Larix</i> <i>Pinus</i> <i>Betula</i> interstadial Studzieniec II (Odderade, Rudunki)		ST-22 - <i>Pinus</i> <i>Betula</i> interstadial Studzieniec II								
	stadial Rederstall	NAP I		EV3		Gramineae- <i>Artemisia</i> - <i>Betula nana</i> stadial 2		EV3		NAP- <i>Artemisia</i> -(<i>Larix</i>) stadial		ST-21 - NAP- <i>Artemisia</i> -(<i>Larix</i>)								
	V-I interstadial Brørup Amersfoort	4 <i>Pinus</i> 3 <i>Betula</i> -NAP 2 <i>Betula</i> - <i>Larix</i> 1 NAP- <i>Betula</i>		EV2		<i>Betula</i> - <i>Pinus</i> interstadial Brørup (Amersfoort)		EV2		b a <i>Pinus</i> - <i>Betula</i> -(<i>Larix</i> - <i>Artemisia</i>) <i>Betula</i> -(<i>Pinus</i>) interstadial Studzieniec I (Brørup, Rudunki)		ST-20 - <i>Pinus</i> -(<i>Larix</i> - <i>Artemisia</i>) ST-19 - <i>Betula</i> -(<i>Pinus</i>) interstadial Studzieniec I		DB-14 - <i>Betula</i> -NAP- <i>Artemisia</i>						
	stadial (Herning)	<i>Artemisia</i> -NAP		EV1		Gramineae- <i>Artemisia</i> - <i>Betula nana</i> stadial 1		EV1		a b <i>Betula</i> <i>Pinus</i> NAP- <i>Artemisia</i>		ST-18 - NAP-(<i>Betula</i> - <i>Pinus</i>) ST-17 - NAP- <i>Pinus</i> - <i>Artemisia</i>		DB-13 - NAP- <i>Artemisia</i> -(<i>Pinus</i> - <i>Betula</i>)		SN-13 - NAP- <i>Artemisia</i> -(<i>Pinus</i> - <i>Betula</i>)				
Interglacial eemski	III	7	<i>Pinus</i>	późny	E7	<i>Pinus</i>	późny	E7	b a <i>Betula</i> -NAP <i>Pinus</i> <i>Picea</i>	stadium telokratyczne	E7	b a NAP- <i>Juniperus</i> <i>Pinus</i> <i>Picea</i> - <i>Alnus</i>	ST-16 - <i>Pinus</i> -(<i>Juniperus</i> -NAP- <i>Sphagnum</i>) ST-15 - <i>Pinus</i> -(<i>Nymphaea</i>) ST-14 - <i>Pinus</i> -(<i>Picea</i> - <i>Alnus</i>)	DB-12 - <i>Pinus</i> -NAP-(<i>Picea</i>) DB-11 - <i>Pinus</i> - <i>Picea</i> -(NAP)	SN-12 - <i>Pinus</i> - <i>Picea</i> -(NAP- <i>Juniperus</i>)	NK-14 - <i>Pinus</i> -(<i>Picea</i> -NAP) NK-13 - <i>Pinus</i> - <i>Salix</i> -NAP NK-12 - <i>Pinus</i> -(NAP)	ZN-9 - <i>Pinus</i> -(NAP- <i>Picea</i> - <i>Sphagnum</i>) ZN-8 - <i>Pinus</i> -(NAP- <i>Sphagnum</i>)			
		6	<i>Picea</i> - <i>Abies</i>	E6	<i>Picea</i> - <i>Abies</i> - <i>Alnus</i> <i>Carpinus</i>	E6	c b a <i>Pinus</i> -(<i>Carpinus</i>) <i>Picea</i> <i>Abies</i> -(<i>Carpinus</i>) <i>Abies</i> - <i>Carpinus</i>	E6	c b a <i>Pinus</i> -(<i>Alnus</i>) <i>Picea</i> <i>Alnus</i> -(<i>Carpinus</i>) <i>Abies</i> - <i>Carpinus</i> - <i>Alnus</i>	ST-13 - <i>Picea</i> -(<i>Abies</i> - <i>Alnus</i>)	DB-10 - <i>Picea</i> -(<i>Abies</i> - <i>Carpinus</i>)	SN-11 - <i>Picea</i> - <i>Pinus</i> -(<i>Abies</i>) SN-10 - <i>Pinus</i> -(<i>Cyperaceae</i> - <i>Picea</i>)*	NK-11 - <i>Picea</i> -(<i>Pinus</i> - <i>Alnus</i>) NK-10 - <i>Abies</i> - <i>Picea</i> - <i>Carpinus</i>	ZN-7 - <i>Picea</i> - <i>Abies</i> -(<i>Carpinus</i> - <i>Alnus</i>)						
	II	5	<i>Carpinus</i>	E5	<i>Carpinus</i> - <i>Corylus</i> - <i>Alnus</i>	E5	c b a <i>Picea</i> -(<i>Abies</i>) <i>Carpinus</i> <i>Corylus</i> -(<i>Picea</i>) <i>Corylus</i> - <i>Tilia</i>	E5	c b a <i>Alnus</i> -(<i>Picea</i> - <i>Abies</i>) <i>Carpinus</i> <i>Corylus</i> - <i>Alnus</i> <i>Corylus</i> - <i>Tilia</i> - <i>Alnus</i>	ST-12 - <i>Carpinus</i> -(<i>Alnus</i> - <i>Corylus</i> - <i>Picea</i>) ST-11 - <i>Carpinus</i> -(<i>Corylus</i> - <i>Alnus</i>) ST-10 - <i>Carpinus</i> - <i>Corylus</i> -(<i>Tilia</i> - <i>Alnus</i>)	DB-9 - <i>Carpinus</i> -(<i>Alnus</i> - <i>Picea</i>) DB-8 - <i>Carpinus</i> -(<i>Corylus</i> - <i>Alnus</i>) DB-7 - <i>Carp.</i> - <i>Coryl.</i> -(<i>Tilia</i> - <i>Alnus</i>)	SN-9 - <i>Carpinus</i> -(<i>Corylus</i> - <i>Alnus</i>) SN-8 - <i>Pinus</i> -NAP*	NK-9 - <i>Carpinus</i> -(<i>Corylus</i> - <i>Alnus</i>) NK-8 - <i>Carpinus</i> -(<i>Corylus</i> - <i>Tilia</i> - <i>Alnus</i>)	ZN-6 - <i>Carpinus</i> -(<i>Picea</i> - <i>Abies</i> - <i>Alnus</i>) ZN-5 - <i>Carpinus</i> -(<i>Corylus</i> - <i>Alnus</i>) ZN-4 - <i>Carpinus</i> -(<i>Corylus</i> - <i>Tilia</i>)	LB-5 - <i>Carpinus</i> -(<i>Picea</i> - <i>Abies</i> - <i>Alnus</i>) LB-4 - <i>Carpinus</i> - <i>Corylus</i> -(<i>Tilia</i> - <i>Alnus</i>)					
		4	<i>Corylus</i>	E4	<i>Corylus</i> - <i>Quercus</i> - <i>Tilia</i>	E4	d c b a <i>Carpinus</i> - <i>Tilia</i> - <i>Alnus</i> <i>Tilia</i> - <i>Alnus</i> <i>Taxus</i> - <i>Tilia</i> <i>Corylus</i>	E4	d c b a <i>Carpinus</i> - <i>Tilia</i> - <i>Alnus</i> <i>Tilia</i> - <i>Alnus</i> <i>Taxus</i> -(<i>Tilia</i> - <i>Alnus</i>) <i>Corylus</i>	ST-9 - <i>Corylus</i> -(<i>Tilia</i> - <i>Alnus</i>) ST-8 - <i>Corylus</i> -(<i>Taxus</i> - <i>Tilia</i>)	DB-6 - <i>Corylus</i> -(<i>Tilia</i> - <i>Alnus</i>) DB-5 - <i>Corylus</i> -(<i>Taxus</i> - <i>Tilia</i>)	SN-6 - <i>Corylus</i> -(<i>Taxus</i> - <i>Tilia</i>)	NK-7 - <i>Corylus</i> -(<i>Tilia</i> - <i>Carpinus</i> - <i>Alnus</i>) NK-6 - <i>Corylus</i> -(<i>Taxus</i> - <i>Tilia</i>)	ZN-3 - <i>Corylus</i> -(<i>Taxus</i> - <i>Tilia</i> - <i>Alnus</i>)	LB-3 - <i>Corylus</i> -(<i>Taxus</i> - <i>Tilia</i> - <i>Alnus</i>)					
		3	<i>Quercus</i>	E3	<i>Quercus</i> - <i>Fraxinus</i> - <i>Ulmus</i> <i>Pinus</i>	E3	c b a <i>Corylus</i> -(<i>Alnus</i>) <i>Quercus</i> <i>Fraxinus</i> -(<i>Corylus</i>) <i>Pinus</i> - <i>Fraxinus</i>	E3	c b a <i>Corylus</i> <i>Quercus</i> <i>Fraxinus</i> <i>Pinus</i> - <i>Fraxinus</i>	ST-6 - <i>Quercus</i> - <i>Corylus</i> ST-5 - <i>Quercus</i> - <i>Fraxinus</i> -(<i>Corylus</i>)	DB-4 - <i>Quercus</i> - <i>Fraxinus</i> -(<i>Corylus</i>)	SN-5 - <i>Quercus</i> - <i>Fraxinus</i> -(<i>Corylus</i>)	NK-4 - <i>Quercus</i> -(<i>Pinus</i> - <i>Corylus</i>)	ZN-2 - <i>Quercus</i> -(<i>Pinus</i> - <i>Fraxinus</i> - <i>Ulmus</i>)						
	I	2	<i>Pinus</i> - <i>Betula</i>	E2	<i>Pinus</i> - <i>Betula</i> - <i>Ulmus</i>	E2	b a <i>Quercus</i> - <i>Ulmus</i> <i>Pinus</i> <i>Betula</i> -(<i>Ulmus</i>)	E2	b a <i>Quercus</i> - <i>Ulmus</i> <i>Pinus</i> <i>Betula</i> -(<i>Ulmus</i>)	ST-4 - <i>Pinus</i> - <i>Betula</i> -(<i>Quercus</i>)	DB-3 - <i>Pinus</i> - <i>Betula</i> -(<i>Quercus</i>)	SN-4 - <i>Pinus</i> - <i>Betula</i> -(<i>Ulmus</i> - <i>Quercus</i>)	NK-3 - <i>Pinus</i> - <i>Betula</i> -(<i>Quercus</i>)	ZN-1 - <i>Pinus</i> -(<i>Quercus</i> -NAP)						
		1	<i>Betula</i>	E1	<i>Pinus</i> - <i>Betula</i>	E1	<i>Betula</i> - <i>Pinus</i> -NAP	E1	a <i>Betula</i> <i>Pinus</i> -(NAP- <i>Juniperus</i>)	ST-3 - <i>Betula</i> -(<i>Ulmus</i> - <i>Quercus</i>)	DB-2 - <i>Betula</i> - <i>Pinus</i> -(NAP)	SN-3 - <i>Pinus</i> - <i>Betula</i> -(<i>Ulmus</i>) SN-2 - <i>Betula</i> -(NAP- <i>Juniperus</i>)	NK-2 - <i>Betula</i> - <i>Pinus</i>							
	Późny glacial zlod. warty			późny glacial zlod. warty	NAP- <i>Hippophaë</i> - <i>Juniperus</i>		NAP- <i>Juniperus</i> - <i>Artemisia</i> - <i>Hippophaë</i>		NAP- <i>Juniperus</i> - <i>Pinus</i> -(<i>Artemisia</i>)		ST-2 - <i>Juniperus</i> - <i>Artemisia</i> - <i>Pinus</i>		DB-1 - NAP- <i>Juniperus</i> - <i>Pinus</i> -(<i>Artemisia</i>)		SN-1 - <i>Pinus</i> -(NAP- <i>Juniperus</i>)		NK-1 - NAP- <i>Juniperus</i> - <i>Pinus</i> -(<i>Artemisia</i>)		LB-1 - NAP-(<i>Pinus</i> - <i>Artemisia</i>)	
					Hippophaë- <i>Betula</i>		<i>Betula</i> Hippophaë- <i>Betula</i> Hippophaë		NAP- <i>Juniperus</i> - <i>Artemisia</i>		ST-1 - NAP- <i>Juniperus</i> - <i>Artemisia</i>									
					NAP- <i>Juniperus</i>		Hippophaë- <i>Salix</i> -NAP													
		Warszawa Wawrzyszew		Polska pln. wsch.																

* SN-8 — *Pinus*-NAP — poziom pyłkowy uwarunkowany pożarem torfowiska i sukcesją popożarową; SN-10 — *Pinus*-(*Cyperaceae*-*Picea*) — poziom pyłkowy uwarunkowany lokalną nadreprezentacją *Pinus*, będącą efektem drugiego pożaru torfowiska i sukcesji popożarowej lub drugiego etapu wcześniejszej sukcesji popożarowej
SN-8 — *Pinus*-NAP — L PAZ resulted from peatbog fire and post-fire succession; SN-10 — *Pinus* — (*Cyperaceae*-*Picea*) — L PAZ resulted from local overrepresentation of *Pinus*, being the effect of the second fire of the peatbog and post-fire succession of the second stage of the earlier post-fire succession

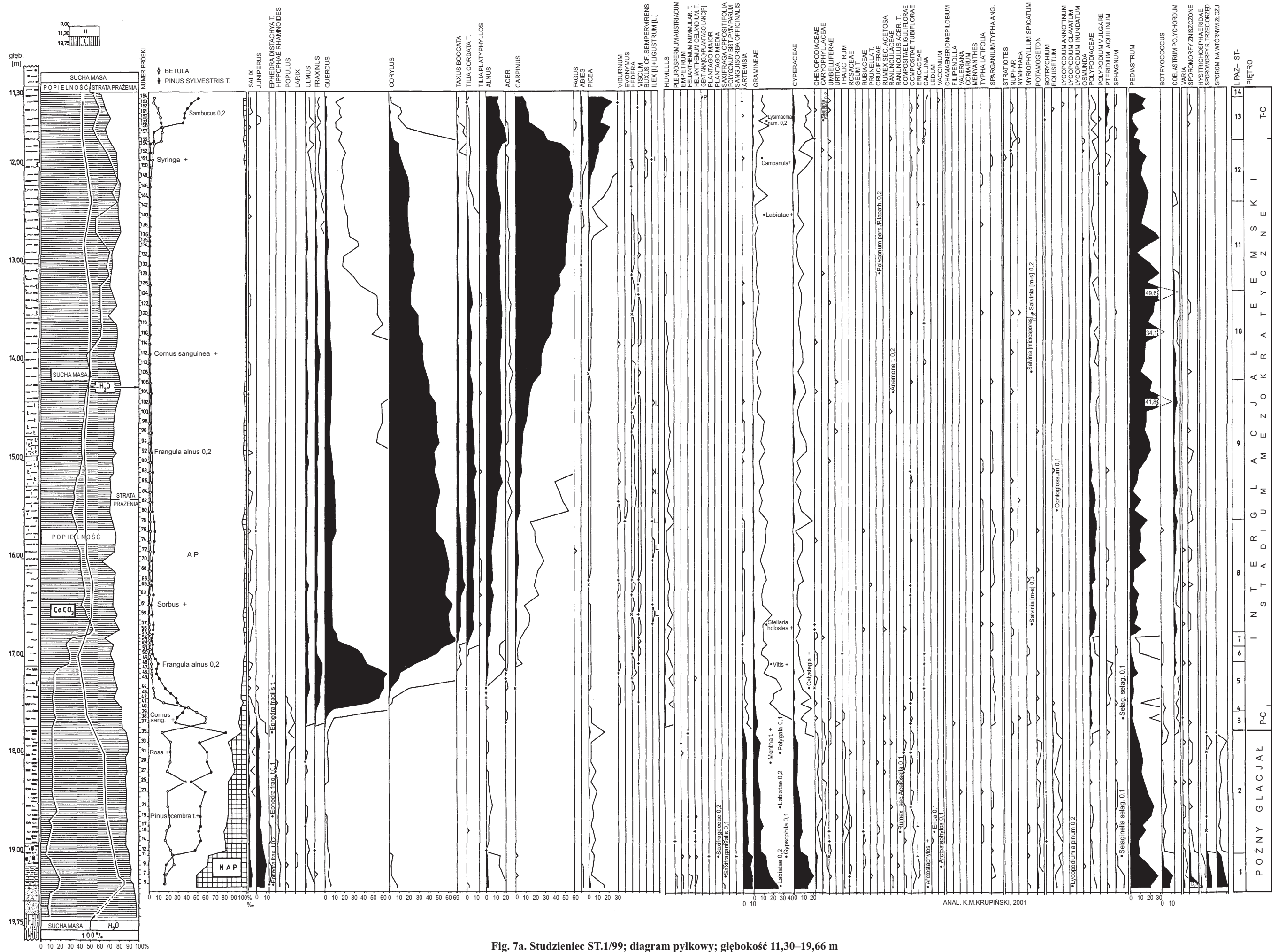


Fig. 7a. Studzieniec ST.1/99; diagram pyłkowy; głębokość 11,30–19,66 m

L PAZ: ST-1 — NAP–Juniperus–Artemisia; ST-2 — Juniperus–Artemisia–Pinus; ST-3 — Betula–(Ulmus–Quercus); ST-4 — Pinus–Betula–(Quercus); ST-5 — Quercus–Fraxinus–(Corylus); ST-6 — Quercus–Corylus; ST-7 — Corylus–(Quercus–Tilia); ST-8 — Corylus–(Taxus–Tilia); ST-9 — Corylus–(Tilia–Alnus); ST-10 — Carpinus–Corylus–(Tilia–Alnus); ST-11 — Carpinus–(Corylus–Alnus); ST-12 — Carpinus–(Alnus–Corylus–Picea); ST-13 — Picea–(Abies–Alnus); ST-14 — Pinus–(Picea–Alnus); pozostałe objaśnienia przy figurze 13

Studzieniec ST.1/99; pollen diagram; depth 11.30–19.66 m

For explanations see Figure 13

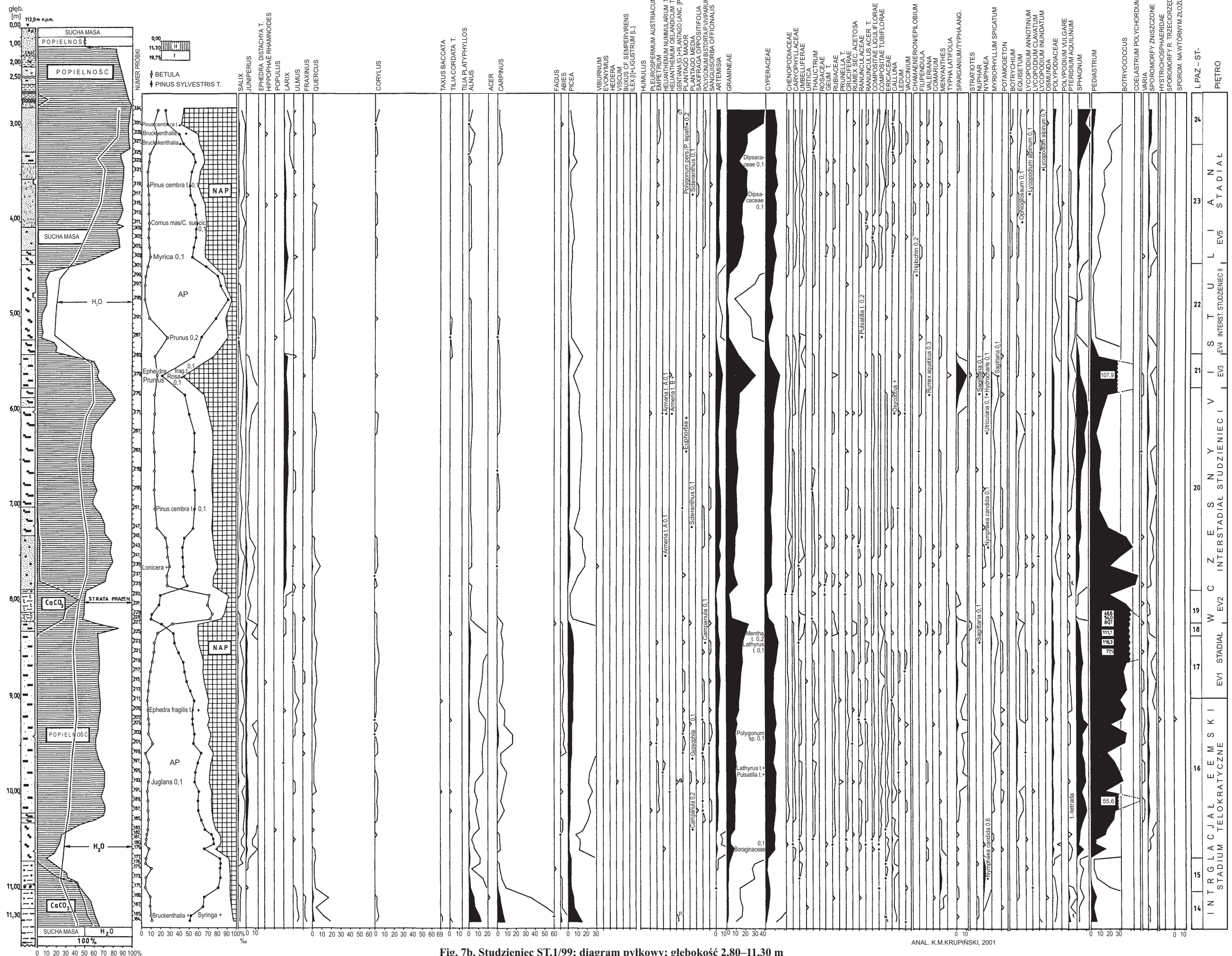


Fig. 7b. Studzieniec ST.1/99; diagram pyłkowy; głębokość 2,80–11,30 m

L PAZ: ST-14 — *Pinus*–(*Picea*–*Alnus*); ST-15 — *Pinus*–(*Nymphaea*); ST-16 — *Pinus*–(*Juniperus*–*NAP*–*Sphagnum*); ST-17 — *NAP*–*Pinus*–*Artemisia*; ST-18 — *NAP*–(*Betula*–*Pinus*); ST-19 — *Betula*–(*Pinus*); ST-20 — *Pinus*–(*Larix*–*Artemisia*); ST-21 — *NAP*–*Artemisia*–(*Larix*); ST-22 — *Pinus* z podzoniem *Betula* i *Larix*; ST-23 — *NAP*–*Pinus*–(*Larix*–*Artemisia*); ST-24 — *NAP*–(*Artemisia*–*Pinus*–*Sphagnum*); pozostałe objaśnienia przy figurze 13

Studzieniec ST.1/99; pollen diagram; depth 2.80–11.30 m
ST-22 — *Pinus* with subzones *Betula* and *Larix*; for explanations see Figure 13

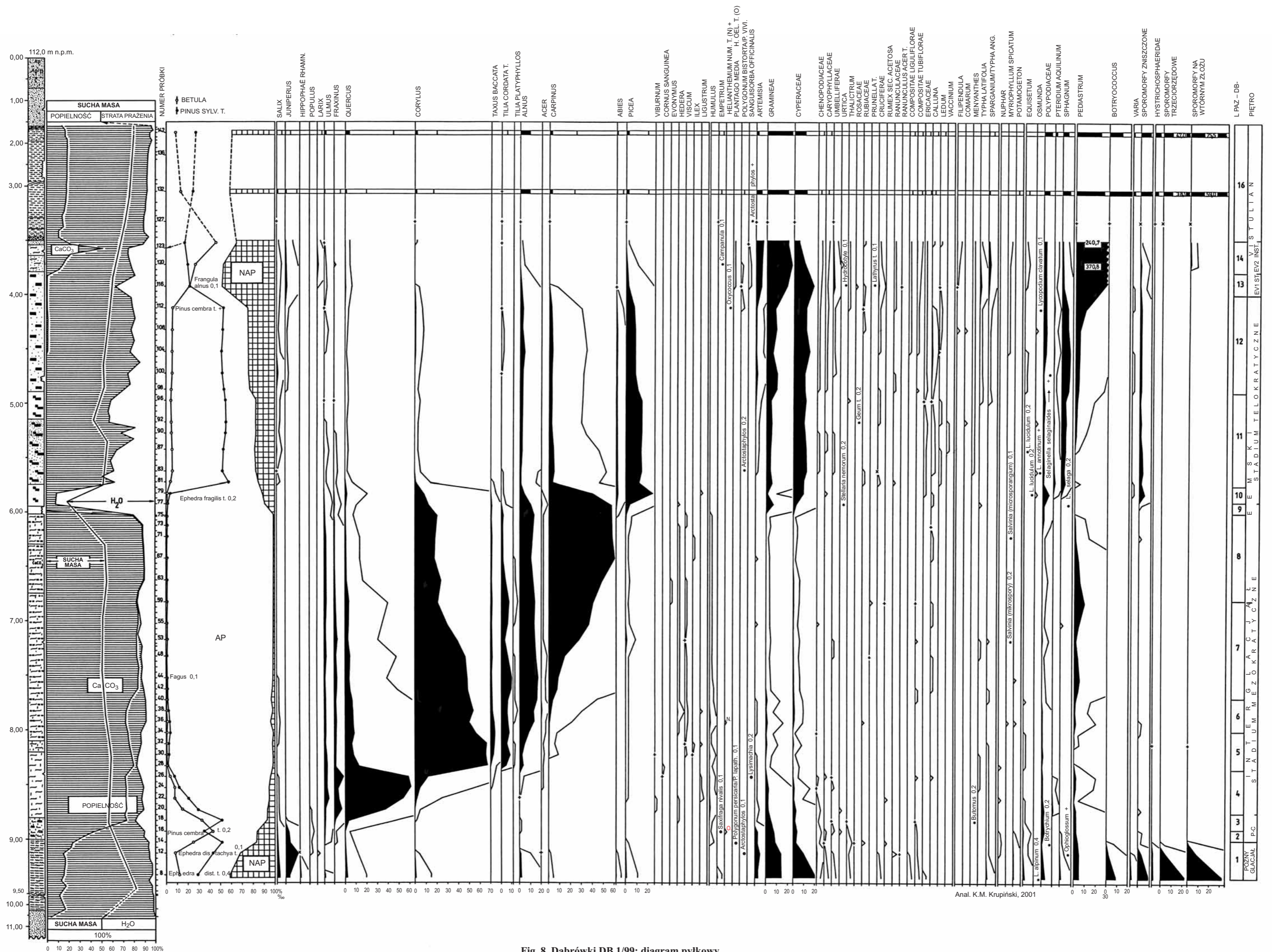


Fig. 8. Dąbrówka DB.1/99; diagram pyłkowy

L.PAZ: DB-1 — NAP–Juniperus–Pinus–(Artemisia); DB-2 — Betula–Pinus–(NAP); DB-3 — Pinus–Betula–(Quercus); DB-4 — Quercus–Fraxinus–(Corylus); DB-5 — Corylus–(Taxus–Tilia); DB-6 — Corylus–(Tilia–Alnus); DB-7 — Carpinus–Corylus–(Tilia–Alnus); DB-8 — Carpinus–(Corylus–Alnus); DB-9 — Carpinus–(Alnus–Picea); DB-10 — Picea–(Abies–Carpinus); DB-11 — Pinus–Picea–(NAP); DB-12 — Pinus–NAP–(Picea); DB-13 — NAP–Artemisia–(Pinus–Betula); DB-14 — Betula–NAP–Artemisia; DB-16 — Pinus–Betula i zreponowane sporomorfy roślin trzeciorzędowych; pozostałe objaśnienia przy figurze 13

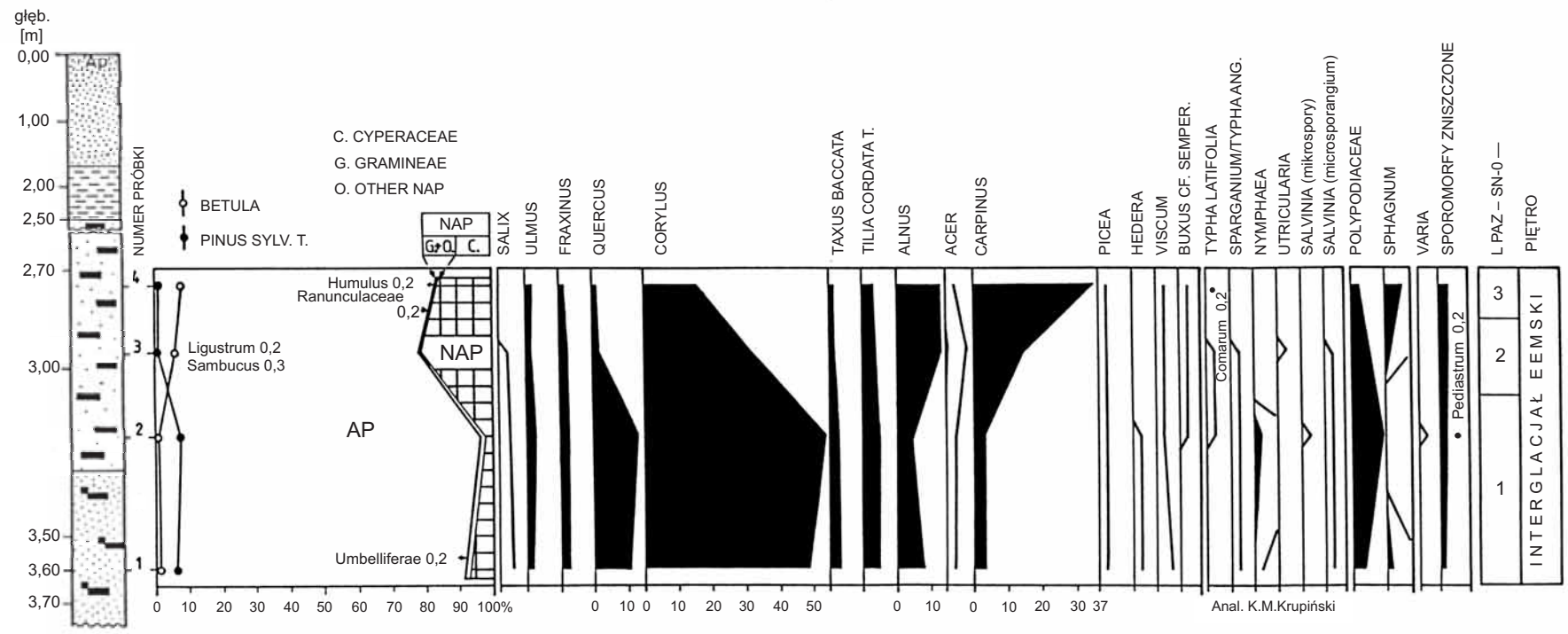


Fig. 9. Śniedzanowo SN.0/99; diagram pyłkowy

L PAZ: SN-0 — 1 — *Corylus-(Quercus-Taxus-Tilia)*; SN-0 — 2 — *Corylus-Alnus-Carpinus*; SN-0 — 3 — *Carpinus-(Corylus-Alnus)*; pozostałe objaśnienia przy figurze 13

Śniedzanowo SN.0/99; pollen diagram

For explanations see Figure 13

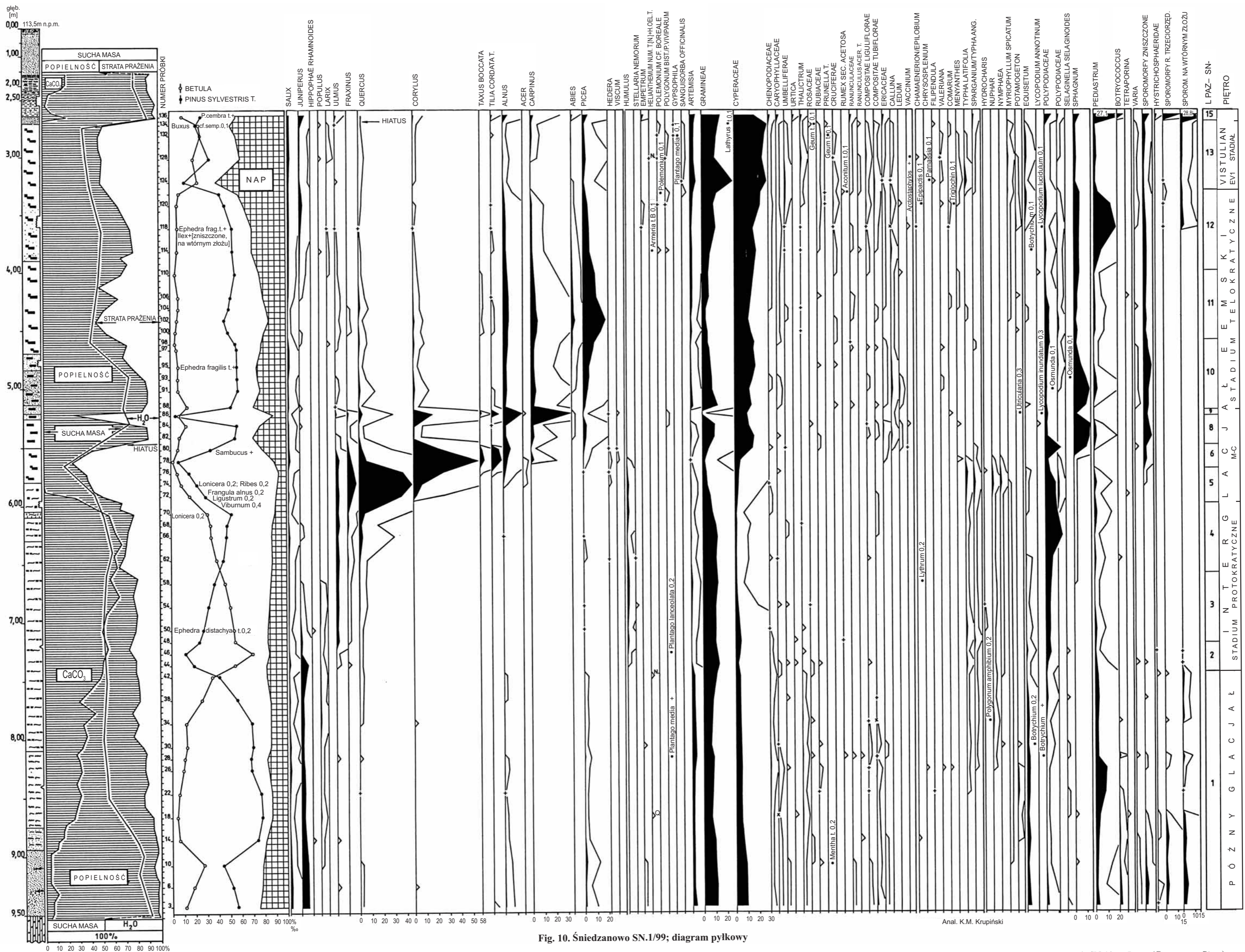


Fig. 10. Śnieżanowo SN.1/99; diagram pyłkowy

L PAZ: SN-1 — *Pinus*-(*NAP*-*Juniperus*); SN-2 — *Betula*-(*NAP*-*Juniperus*); SN-3 — *Pinus*-*Betula*-(*Ulmus*); SN-4 — *Pinus*-*Betula*-(*Ulmus*-*Quercus*); SN-5 — *Quercus*-*Fraxinus*-(*Corylus*); SN-6 — *Corylus*-(*Taxus*-*Tilia*); SN-8 — *Pinus*-*NAP*; SN-9 — *Carpinus*-(*Corylus*-*Alnus*); SN-10 — *Pinus*-(*Cyperaceae*-*Picea*); SN-11 — *Picea*-*Pinus*-(*Abies*); SN-12 — *Pinus*-*Picea*-(*NAP*-*Juniperus*); SN-13 — *NAP*-*Artemisia*-(*Pinus*-*Betula*); SN-15 — *Pinus*-*NAP*-(*Artemisia*) i zreponowane sporomorfy roślin trzecieorzędowych; pozostałe objaśnienia przy figurze 13

Śnieżanowo SN.1/99; pollen diagram

SN-15 — *Pinus*-*NAP*-(*Artemisia*) and redeposited Tertiary sporomorphs; for other explanations see Figure 13

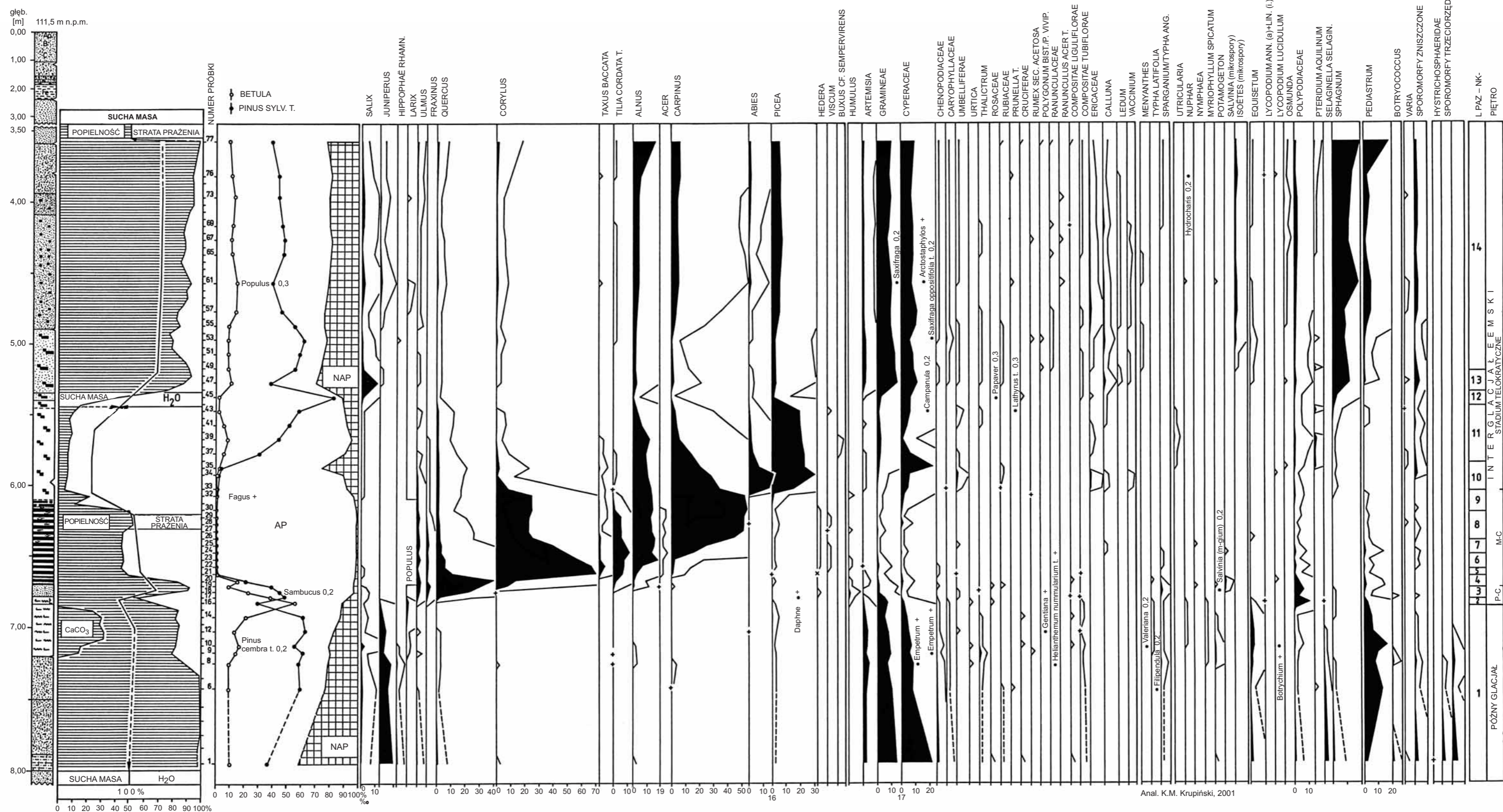


Fig. 11. Nadolnik NK.1/99; diagram pykowy

L PAZ: NK-1 — NAP—Juniperus—Pinus—(Artemisia); NK-2 — Betula—Pinus; NK-3 — Pinus—Betula—(Quercus); NK-4 — Quercus—(Pinus—Corylus); NK-5 — Corylus—(Quercus—Tilia); NK-6 — Corylus—(Taxus—Tilia); NK-7 — Corylus—(Tilia—Carpinus—Alnus); NK-8 — Carpinus—(Corylus—Tilia—Alnus); NK-9 — Carpinus—(Corylus—Alnus); NK-10 — Abies—Picea—Carpinus; NK-11 — Picea—(Pinus—Alnus); NK-12 — Pinus—(NAP); NK-13 — Pinus—Salix—NAP; NK-14 — Pinus—(Picea—NAP); pozostałe objaśnienia przy figurze 13

Nadolnik NK.1/99; pollen diagram
For explanations see Figure 13

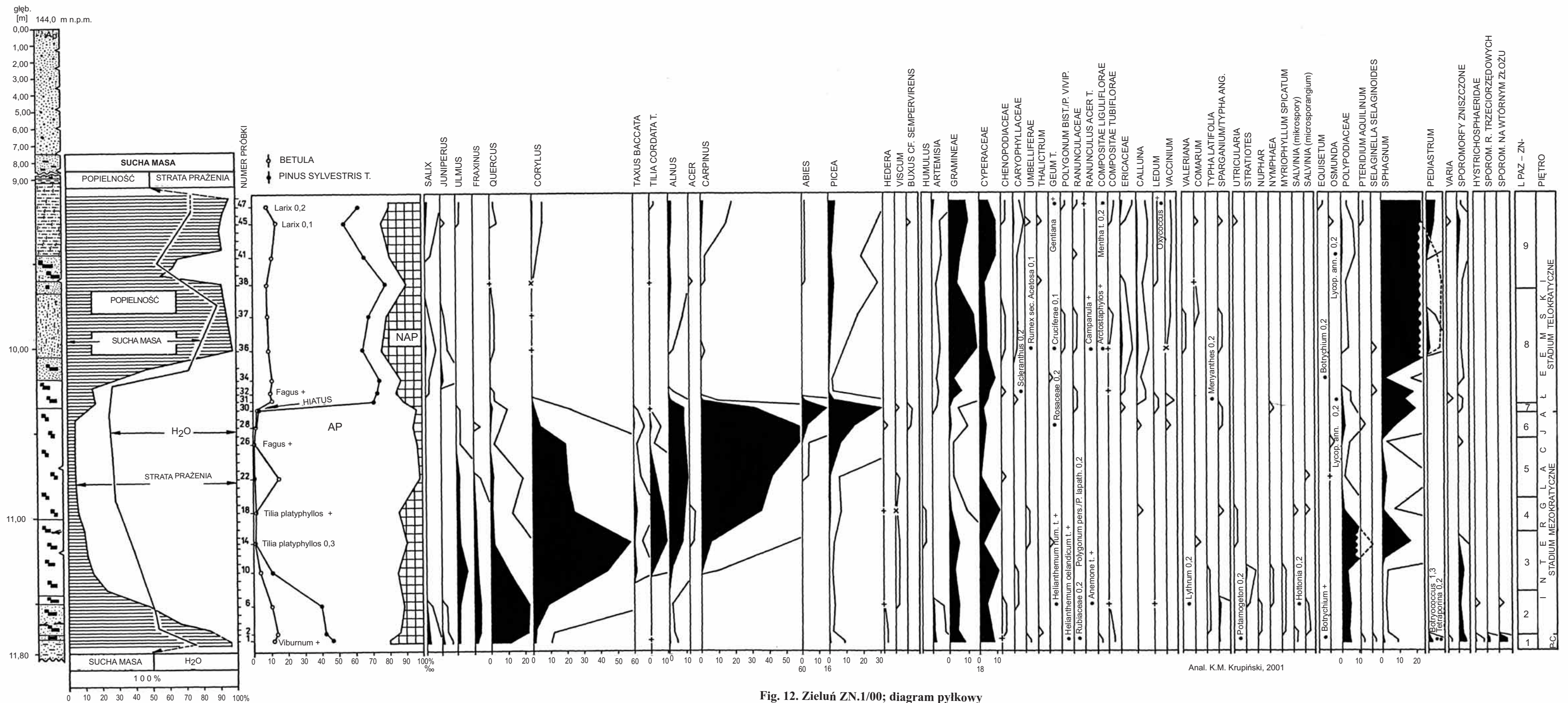
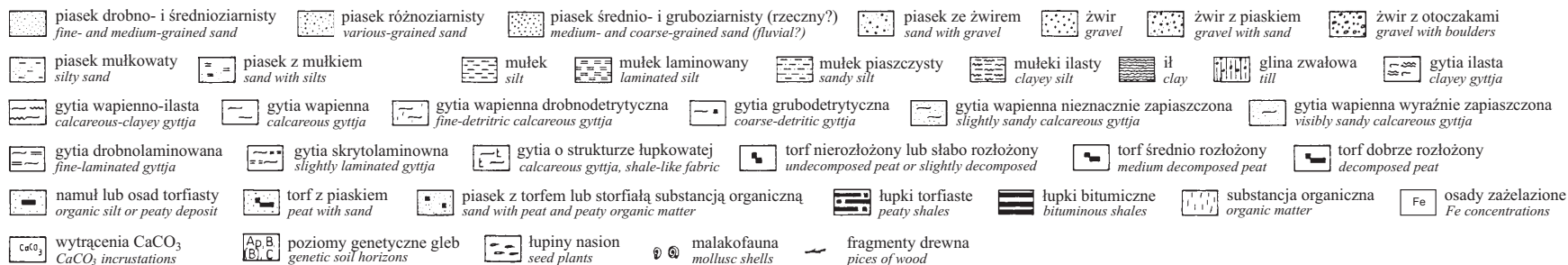
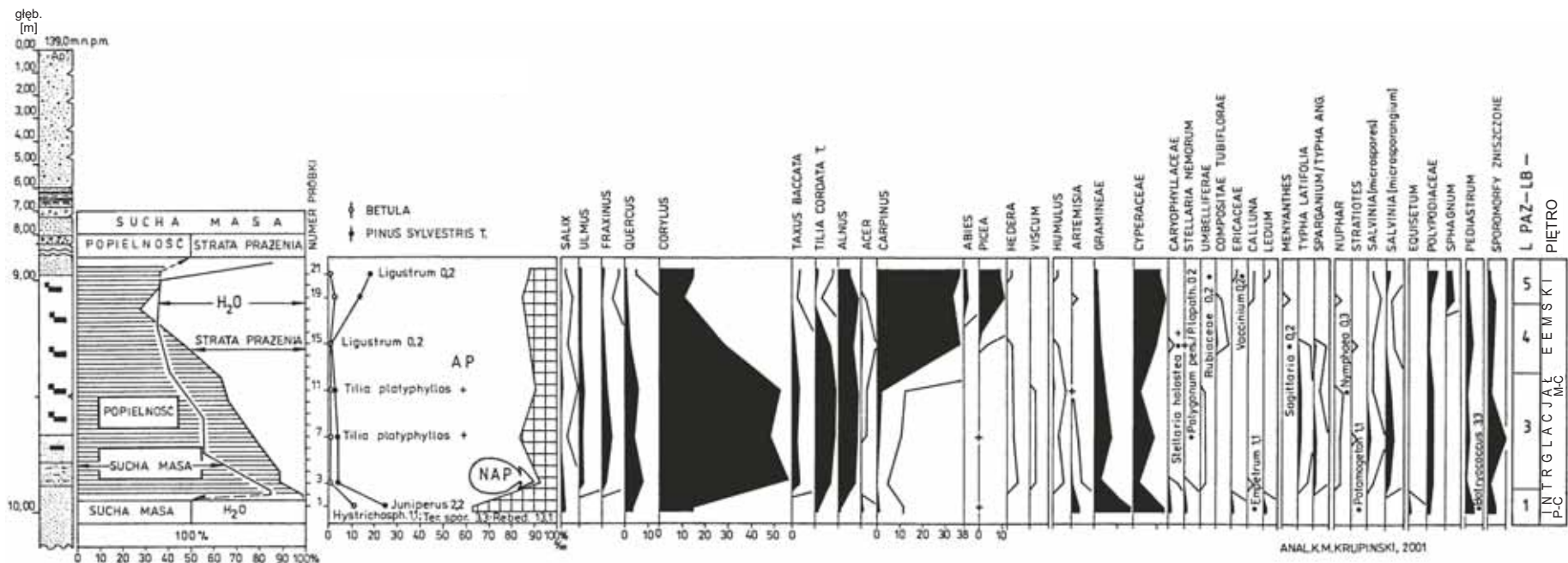


Fig. 12. Zieluń ZN.1/00; diagram pyłkowy

L PAZ: ZN-1 — *Pinus*-(*Quercus*-NAP); ZN-2 — *Quercus*-(*Pinus*-*Fraxinus*-*Ulmus*); ZN-3 — *Corylus*-(*Taxus*-*Tilia*-*Alnus*); ZN-4 — *Carpinus*-(*Corylus*-*Tilia*); ZN-5 — *Carpinus*-(*Corylus*-*Alnus*); ZN-6 — *Carpinus*-(*Picea*-*Abies*-*Alnus*); ZN-7 — *Picea*-*Abies*-(*Carpinus*-*Alnus*); ZN-8 — *Pinus*-(NAP-*Sphagnum*); ZN-9 — *Pinus*-(NAP-*Picea*-*Sphagnum*); pozostałe objaśnienia przy figurze 13

Zieluń ZN.1/00; pollen diagram
For explanations see Figure 13



Inne: + — odnotowanie obecności jednej sporomorfy w czasie przeglądania dodatkowych preparatów mikroskopowych; x — odnotowanie dwóch lub więcej sporomorf w czasie przeglądania dodatkowych preparatów mikroskopowych; P-C — stadium protokratyczne, M-C — stadium mezokratyczne, T-C — stadium telokratyczne
Others: + — single sporomorph out of pollen total found during extra reviewal of a sample; x — two or more sporomorph out of pollen total found during extra reviewal of a sample; P-C — protocratic stage, M-C — mesocratic stage, T-C — telocratic stage

Fig. 13. Lubowidz LB.1/00; diagram pyłkowy

L PAZ: LB-1 — NAP—(*Pinus–Artemisia*); LB-3 — *Corylus–(Taxus–Tilia–Alnus)*; LB-4 — *Carpinus–Corylus–(Tilia–Alnus)*; LB-5 — *Carpinus–(Picea–Abies–Alnus)*

Lubowidz LB.1/00; pollen diagram