

Osady jeziorne interglacjału eemskiego w Leszczynie — Wysoczyzna Płocka

Krzysztof Michał Krupiński*, Jędrzej Kotarbiński*, Sylwester Skompski*



K.M. Krupiński J. Kotarbiński S. Skompski

Lacustrine sediments of Eemian Interglacial at Leszczyno (Płock Upland — Central Poland). *Prz. Geol.*, 54: 632–638.

S u m m a r y. Eemian Interglacial lacustrine sediments at Leszczyno are situated within the area of the Warta Glaciation and slightly to the east from the maximal extent of the Vistulian Glaciation (Fig. 1). These sediments are situated in a wide depression left by dead ice; its origin was controlled by tectonic and glaciotectionic conditions. Lacustrine silts and calcareous gyttja (about 2.7 m thick overlie the Warta Glacial till, and are covered by sands, silts and of the Vistulian Glaciation (about 7.6 m thick — Figs. 3, 4). Palynostratigraphically, the biogenic lake sediments include 7 local pollen assemblage zones (L PAZ). Their spectra represent succession of the plant

assemblages nearly of the whole protocratic stage, mesocratic stage and older segment of the telocratic stage of the Eemian Interglacial. Pollen diagram of the sediments from Leszczyno represents the north Masovian variant of the Eemian Interglacial succession, characterized by values of *Abies* (3%). Those of *Taxus* reach 5%.

Key words: Eemian Interglacial, Płock Upland, lacustrine sediments, pollen analysis, freshwater Pleistocene fauna, stratigraphy, palynostratigraphy

W czasie opracowywania arkuszy Sierpc, Żuromin, Biezuń SMGP 1 : 50 000 stwierdzono i udokumentowano na obszarze Wysoczyzny Płockiej, zwanej również Płocką lub w jej sąsiedztwie szereg stanowisk kopalnych osadów jeziornych (Kotarbiński, 1999a, b, c, 2000, 2001, 2003; Kotarbiński & Krupiński, 1995, 2000a, b, c). Wyniki wstępnych badań paleobotanicznych tych osadów pozwoliły uznać, iż pochodzą one z interglacjału eemskiego i wczesnego vistulu (Krupiński, 1995a, 1999a, b, 2004). Ich atrakcyjność sprawiła, że osady te stały się przedmiotem odrębnego geologiczno-paleobotanicznego opracowania (Krupiński & Kotarbiński, 2002; Krupiński, 2005). Biogeniczne osady jeziorne występujące w Leszczynie zostały stwierdzone i pobrane w trakcie wiercenia geologicznego wykonywanego na potrzeby arkusza Starożreby SMGP (Różański & Kotarbiński, 2003).

Sytuacja geologiczna i geomorfologiczna

Główne cechy rzeźby prawie całej Wysoczyzny Płockiej zostały ukształtowane z osadów pozostawionych w czasie recesji lądolodu zlodowacenia warty. Do jej północno-zachodniej granicy dotarł również lądolód zlodowacenia wisły. Opinie badaczy dotyczące przebiegu linii maksymalnego zasięgu tego lądolodu nie zawsze są zgodne. Roszko (1968) i Lamparski (1996) wyznaczyli południkowy przebieg linii maksymalnego zasięgu lądolodu tego zlodowacenia nieznacznie na zachód od Sierpca, Kotarbiński natomiast, na podstawie dobrze udokumentowanych paleobotanicznie stanowisk osadów interglacjału eemskiego, powyżej których stwierdzono lub nie odnotowano obecności osadów glacialnych (Kotarbiński & Krupiński, 1995; Krupiński & Kotarbiński, 2002) nieznacznie na wschód od tego miasta (ryc. 1).

Leszczyno jest położone w pobliżu linii maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia wisły lub nieznacznie na wschód od tej granicy. Stanowisko biogenicznych osadów jeziornych interglacjału eemskiego (LE.2/00) występuje w obrębie rozległego obniżenia po martwym lodzie (ryc. 2), którego geneza uwarunkowana została tektonicznie i glacitektonicznie (Różański & Kotarbiński, 2003). Obniżenie to otoczone jest od wschodu morenami martwego lodu, od południa i zachodu wysoczyzną morenową, a od północnego zachodu równiną sandrową. Miąższość osadów jeziornych w otworze LE. 2/00 wynosi 2,70 m. Są to: mułki jeziorne i gytie wapienne, w stropie torfiaste, występujące na głębokości 7,60–10,30 m. Zalegają one na glinie zwałowej zlodowacenia warty. Przykrywają je: piaski pylaste, mułki i piaski zlodowacenia wisły (ryc. 3).

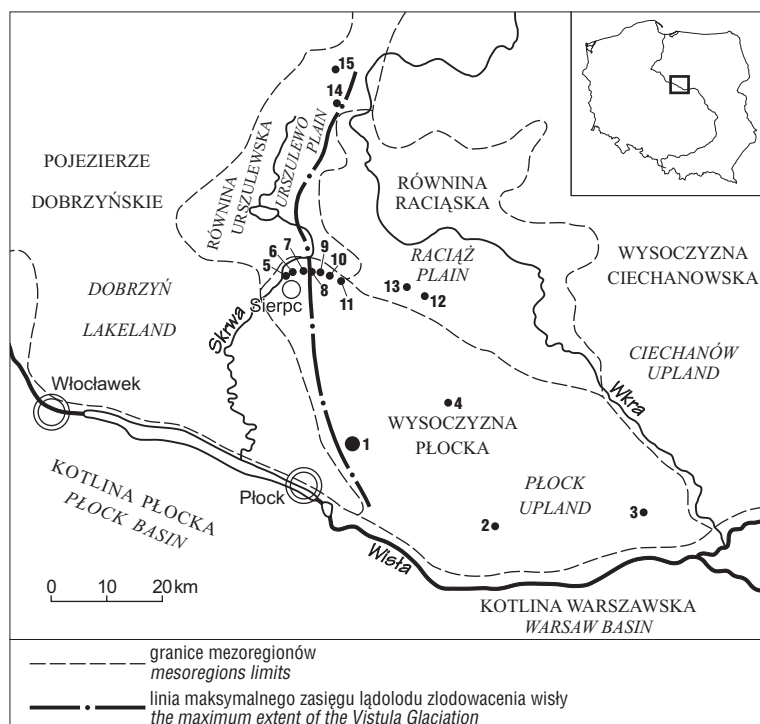
Opis górnego odcinka osadów stwierdzonych w tym wierceniu J. Kotarbiński przedstawia:

0,00–3,00 m piasek różnoziarnisty, z przewagą drobnego, pojedyncze ziarna żwiru do 2 cm średnicy,
3,00–5,00 m piasek różnoziarnisty, mułkowaty,
5,00–7,50 m mułki piaszczyste, + HCl,
7,50–7,55 m namuł torfiasty, czarny,
7,55–9,80 m gytia wapienna, do 9,0 m jasnoszara, niżej szara, w spągowej części laminowana, +++HCl,
9,80–10,00 m mułek, +++HCl,
10,00–11,00 m il jasnobrązowy, +++HCl,
11,00–11,50 m glina zwałowa, szarobrązowa, +++HCl.

Wiercenie zakończone na 172,20 m.

Z przytoczonego opisu jednoznacznie wynika, że powyżej biogenicznych osadów jeziornych interglacjału eemskiego nie stwierdzono w Leszczynie osadów glacialnych. Odnotowane w pobliżu tego otworu w niektórych płytkich wierceniach cienkie warstwy osadów gliniastych lub gliny (Różański & Kotarbiński, 2003) mogą być gliną spływową.

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; Krzysztof.Krupinski@pgi.gov.pl



Ryc. 1. Szkic lokalizacyjny oraz stanowiska osadów biogenicznych interglacjału eemskiego

Fig. 1. Location sketch and sites of biogenic deposits of Eemian Interglacial: 1 — Leszczyno, 2 — Główczyń, 3 — Falbogi, 4 — Sokolniki Stare, 5–6 — Studzieniec, 7–8 — Babiec Piaseczny, 9 — Nadolnik, 10 — Dąbrówki, 11 — Śniedzianowo, 12 — Rostowa, 13 — Pozga, 14 — Lubowidz, 15 — Zieluń

Metodyka badań

Badany paleobotanicznie rdzeń biogenicznych osadów jeziornych z otworu Leszczyno LE.2/00 został pobrany urządzeniem URB. Odpowiednio zabezpieczony odcinek osadów biogenicznych został niezwłocznie opisany i opróbowany przez autora części geologicznej i paleobotanicznej tego opracowania. Łącznie z tego odcinka rdzenia pobrano 61 próbek osadów do badań paleobotanicznych i kilka większych próbek do badań faunistycznych. W ramach realizowanego arkusza Starożreby wykonano analizę pyłkową 20 próbek (Krupiński, 2002). W późniejszym terminie badania te rozszerzono. Wykonano analizę pyłkową dalszych 15 próbek i przeprowadzono badania mięczaków i małżoraczków. Rdzeń ten oznaczono LE.2/00.

Lokalna stratygrafia pyłkowa

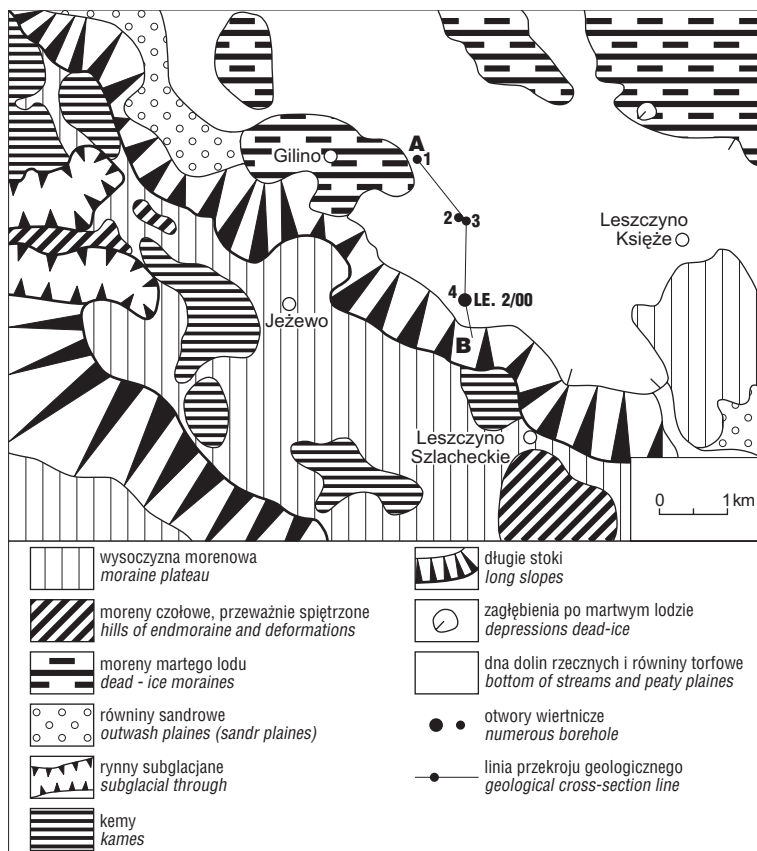
Na podstawie wyników badań palinologicznych pierwszych 20 próbek osadów biogenicznych z otworu wiertniczego Leszczyno LE. 2/00 wyróżniono 7 lokalnych poziomów pyłkowych (L PAZ; Krupiński, 2002): *Betula* (próbka nr 7); *Quercus–Pinus* (9); *Quercus* (11–17); *Corylus* (19–29); *Corylus–(Tilia–Carpinus)* — (33–41); *Carpinus–(Corylus)* — (45–57) i *Carpinus–(Abies–Picea)* — (60). Wyniki badań dalszych 15. próbek sprawiły, że nazwy taksonomiczne i granice wcześniej wyróżnionych lokalnych jednostek palinostratygraficznych uległy nieznacznej zmianie. W obrębie niektórych z nich wydzielono

dosyć liczne podpoziomy. Dotyczy to w szczególności poziomów, których spektra cechują się znacznymi wartościami pyłku: *Quercus*, *Corylus* i *Carpinus*. Wcześniej wyróżnionemu L PAZ — *Quercus* odpowiada L PAZ—LE—4—*Quercus–Fraxinus–Ulmus*, z podpoziomem *Pinus* w części dolnej i *Corylus* w górnej strefie, natomiast L PAZ—*Corylus* i L PAZ—*Corylus–(Tilia–Carpinus)* odpowiada L PAZ—LE—5—*Corylus*, z wydzielonymi w jego obrębie czterema podpoziomami: *Quercus–Alnus*; *Taxus–Tilia–Alnus*; *Tilia–Alnus* i *Carpinus–Alnus*. Wcześniej wyróżnionemu L PAZ—*Carpinus–Corylus* i *Carpinus–(Abies–Picea)* odpowiada L PAZ—LE—6—*Carpinus*, w obrębie którego wyróżniono dwa podpoziomy: w dolnej strefie *Corylus–Alnus*, w górnej zaś *Alnus–Picea–Abies*. Spektrum najwyższej usytuowanej w badanym odcinku rdzenia próbki nr 61 reprezentuje nowy, wcześniej nie wydzielony L PAZ—LE—7—*Picea–Pinus–Abies*. W dolnym, wcześniej nie opracowanym odcinku rdzenia (próbki nr 3–6) wyróżniono L PAZ—LE—1—*Pinus–NAP–(Artemisia)*.

W nowo opracowanym diagramie Leszczyno LE. 2/00 wyróżniono 7 L PAZ (ryc. 4).

L PAZ—LE—1—*Pinus–NAP–(Artemisia)* — (próbki nr 3–6; głęb. 10,05–10,30 m; szary mułek, strefowo piaszczysty lub ilasty; +++HCl; w dolnej części koncentracja silnie zmniejszonych sporomorf jest słaba lub bardzo słaba, w górnej stan zachowania sporomorf i ich frekwencja są dobre) cechuje stała obecność sporomorf roślin egzotycznych (0,4–5%), planktonu morskiego z grupy Hystrichosphaeridae (0,2–0,5%) oraz drzew mezo- i oligokratycznych staro- i młodokenozoicznych (*Quercus*, *Alnus*, *Corylus*, *Picea*, *Ulmus*). Podobne cechy wykazują spektra pyłkowe osadów spągowych odcinków również innych profili tego i innych interglacjałów (Krupiński, 1995b; Krupiński & Morawski, 1993). Wielkość redepozycji w spektrach osadów tych próbek osadów z Leszczyna oceniono na 1–13%. Znikoma ilość materiału i sporomorf wydzielona z osadu próbki nr 3 nie pozwoliła opracować jej spektrum. Liczbę zidentyfikowanych sporomorf zaznaczono w diagramie liczbami bezwzględными. Spektra pozostałych próbek cechują znaczne wartości pyłku: *Pinus sylvestris* typ (34–66%), *Betula* (13–18%) i NAP (14–40%). Wartości *Artemisia* wahają się od 2,2 do 4,3%, *Salix* od 0,5 do 1,3%, *Juniperus* od 0,9 do 3,2%. Odnotowano również nieliczne ziarna pyłku roślin heliofilnych: *Ephedra distachya* typ, *Hippophaë rhamnoides*, *Empetrum*, *Helianthemum*, sporę *Selaginella selaginoides*. W obrębie NAP dominują Gramineae (7–21%) i Cyperaceae (3–11%). Górną granicę tego poziomu wyznacza obniżenie dużych wartości *Pinus*, podniesienie krzywej *Betula*, pojawienie się ziaren pyłku *Ulmus* i *Quercus* oraz wyraźne zmniejszenie wartości zredeponowanych sporomorf.

L PAZ—LE—2—*Pinus–Betula* (próbka nr 7; głęb. 10,00–10,05 m; jasnoszare, drobnodziarniste piaski; koncentracja i stan zachowania sporomorf jest dobry) cechują znaczne wartości *Pinus sylvestris* typ (50%) i *Betula* (32%) oraz znaczące NAP (15%). Spektrum nie ma czysto



Ryc. 2. Szkic geomorfologiczny z przebiegiem linii przekroju geologicznego
Fig. 2. Geomorphological sketch with the location of geological cross section

plejstoceno-holocenońskich cech. W dalszym ciągu są obecne zredeponowane sporomorfy roślin egzotycznych (1,5%). Łączna wielkość redepozycji nie przekracza 2,8%. W niskich wartościach odnotowano pyłek: *Hippophaë rhamnoides*, *Juniperus*, *Larix* i *Populus*. Zróżnicowanie taksonomiczne NAP jest znaczne. Dominuje tu pyłek: Gramineae (8%), znaczące wartości mają Cyperaceae (3%) i *Artemisia* (2,2%), znikome: Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Ranunculaceae, Rubiaceae, *Thalictrum*, Umbelliferae. Górną granicę tego poziomu wyznacza wzrost wartości: *Quercus*, *Ulmus*, *Pinus*, pojawienie się ciągłej krzywej *Sparganium/Typha angustifolia*, obniżenie krzywej *Betula* i NAP oraz zanik krzywej wartości zredeponowanych sporomorf roślin egzotycznych.

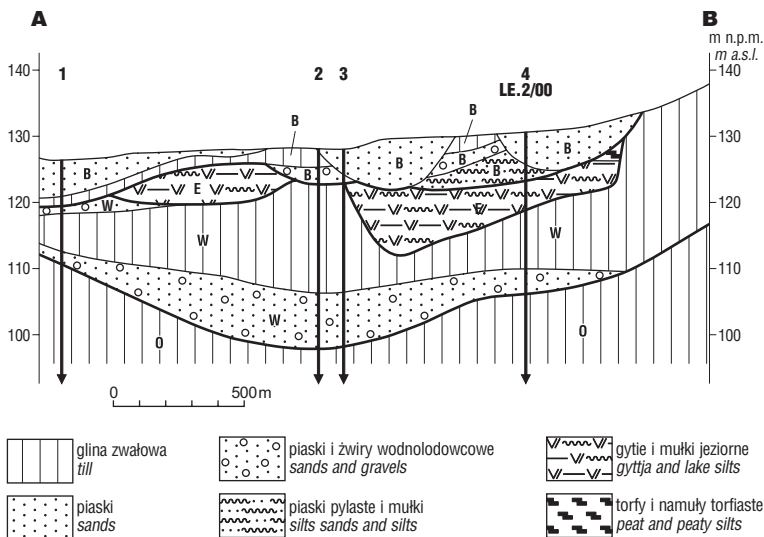
L PAZ—LE—3—*Pinus*—(*Ulmus*) (próbka nr 8; głęb. 9,95–10,00 m: szary mułk lub nieznacznie zapiaszczona gytia wapienna) cechują duże lub znaczne wartości *Pinus sylvestris* typ (69%) i *Betula* (21%). Wartości NAP uległy obniżeniu do 4,6%, w tym *Artemisia* do 0,5%. Jego spektrum ma czysto czwartorzędowe cechy. Zyskał na znaczeniu lub pojawił się pyłek: *Quercus* (3%), *Ulmus* (2%), *Fraxinus*, *Humulus* i *Viburnum*, zanikł *Juniperus*, wzrosły wartości Polypodiaceae. Jego górną granicę wyznacza: gwałtowne podniesienie krzywej *Quercus*, w mniejszym stopniu *Fraxinus*, skorelowane z załamaniem krzywej wysokich wartości *Pinus* oraz zanikiem ziaren pyłku *Juniperus*.

L PAZ—LE—4—*Quercus*—*Fraxinus*—*Ulmus*, z podpoziomem *Pinus* w dolnej części i podpoziomem *Quercus* w jego górnym odcinku (próbki nr 9–17; głęb. 9,50–9,95 m: szara lub popielata, w dolnej części zapiaszczona gytia

wapienna) cechują duże lub znaczne, największe w diagramie wartości *Quercus* (24–52%), *Fraxinus* (5–12%) oraz *Ulmus* (1,8–3,6%). Zaznaczył się stopniowy spadek wartości *Pinus* i *Betula*, odpowiednio z 43 do 9% i z 18 do 2% oraz wzrost udziału *Corylus* z 0,2 do 23%. W jego górnym odcinku pojawił się *Taxus* i *Alnus*. Wartości NAP wahają się od 4 do 8%. Jest to prawie wyłącznie pyłek Gramineae, Cyperaceae i *Humulus*. Wartości ostatniego taksonu dochodzą do 1,6%. Odnotowano pierwsze ziarna pyłku: *Hedera*, *Viburnum*, *Cornus sanguinea*. Jego górną granicę wyznacza: dalszy wzrost wartości *Corylus*, w mniejszym stopniu *Alnus*, skorelowany z załamaniem krzywej wysokich wartości *Quercus* i *Fraxinus* oraz zanikiem ciągłej krzywej *Sparganium/Typha angustifolia*.

L PAZ—LE—5—*Corylus*, z czterema subzonami: a — *Quercus*—*Alnus*, b — *Taxus*—*Tilia*—*Alnus*, c — *Tilia*—*Alnus* i d — *Carpinus*—*Alnus* (próbki nr 18–41; głęb. 8,40–9,50 m; kremowo-różowa próbka 19 i popielata lub jasnopopielata, strefowo drobno-laminowana, w górnym odcinku szara, drobno-detrytyczna gytia wapienna) cechują największe w diagramie wartości *Corylus* (41–62%) oraz zróżnicowane w poszczególnych jego odcinkach wartości: (*Quercus* 22–4%), *Taxus* (0,9–4,8%), *Tilia cordata* typ (0,1–8,1%), *Carpinus* (0–24%) i *Alnus* (11–21%) uzasadniające wyróżnienie wcześniej wymienionych podpoziomów. We wszystkich lub prawie wszystkich próbkach stwierdzono pyłek: *Fraxinus* (1,5–3,4%), *Pinus* (1–5%), *Betula* (0,3–1%), *Acer* (0,2–0,5%), *Hedera*, *Humulus*, w nielicznych *Viscum*, *Tilia platyphyllos*. Wartości *Ulmus* wynoszą 1–3%, jedynie w próbce nr 21 — 5,8%. Może to uzasadniać wydzielenie kolejnego podpoziomu. Wartości NAP nie przekraczają 2%. Jest to prawie wyłącznie pyłek: Gramineae, Cyperaceae i *Humulus*. Górna granica tego poziomu jest niewyraźna i przebiega łagodnie. Wyznacza ją przecięcie się krzywych: opadającej *Corylus* i wznoszącej *Carpinus*.

L PAZ—LE—6—*Carpinus*, z subzonami: *Corylus*—*Alnus* w części dolnej i *Alnus*—*Picea*—*Abies* w górnym odcinku (próbki nr 42–60; głęb. 7,62–8,40 m: jasnopopielata gytia wapienna, w górnym odcinku szara, drobno-detrytyczna z piaskiem) cechują duże, stopniowo wzrastające i największe w diagramie wartości *Carpinus* (35–51%) oraz znaczne, stopniowo malejące *Corylus* (30–5%) i zbliżone *Alnus* (15–19%). Stale występuje pyłek: *Tilia cordata* typ (1–5%), *Quercus* (1–4%), *Fraxinus* (1–2%), *Ulmus* (0,6–2,6%), *Taxus baccata* (0,5–1,7%), *Pinus* (1–7%), *Betula* (1–3%), *Acer* (0,2–0,6%), *Viscum*, *Hedera*, sporadycznie: *Ilex*, *Frangula alnus*, *Tilia platyphyllos*, *Syringa*, *Evonymus*. W górnym odcinku tego poziomu pojawia się pyłek *Abies* i *Picea*. Ich wartości w spektrach próbek nr 59 i 60 wynoszące odpowiednio: 2,1–4,5% i 8–15% przesądziły o wyróżnieniu podpoziomu *Alnus*—*Picea*—*Abies*. Wartości NAP wynoszą 1–2%. Jest to prawie wyłącznie pyłek: Gramineae, Cyperaceae i *Humulus*. W obrębie wspomnianego podpoziomu wartości NAP



Ryc. 3. Leszczyno. Przekrój geologiczny; B — zlodowacenie wisły, E — interglacjał eemski, W — zlodowacenie warty, O — zlodowacenie odry

Fig. 3. Leszczyno. Geological section; B — Wistulian Glacial, E — Eemian Interglacial, W — Warta Glacial, O — Odra Glacial

wzrastają one do 3,8%. Na podpoziom ten przypada pojawienie się nowych taksonów (*Calluna*, *Lysimachia nummularia*, *Artemisia*, Compositae Tubiflorae, Ranunculaceae, Rubiaceae, *Sphagnum* lub zanik innych (*Acer*, *Fraxinus*, *Taxus*, *Hedera*, *Viscum*, *Humulus*, *Pteridium aquilinum*). Górną granicę tego poziomu wyznacza: wzrost wartości *Pinus* i NAP oraz załamanie krzywych wysokich wartości *Carpinus*, znacznych *Alnus*, wyraźne obniżenie wartości lub zanik pyłku: *Quercus*, *Corylus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Fraxinus* i *Taxus*. Na granicę tę przypada zmiana charakteru litologicznego i genetycznego osadów. Występujące wyżej osady cechują się zdecydowanie większą zawartością piasku i nie rozłożonej substancji organicznej.

L PAZ—LE—7—*Picea-Pinus-Abies* (próbka nr 61; głęb. 7;60–7,62 m; szara lub ciemnoszara, drobnodetryczna gyttja wapienna z piaskiem) cechują znaczne wartości *Picea* (13%), *Pinus* (49%), *Abies* (2,4%) i NAP (13%) oraz wyraźnie mniejsze: *Carpinus* (7%), *Alnus* (5%), *Betula* (34%), *Corylus* (3%), *Quercus* (1%), *Tilia* (1%), *Ulmus* (0,4%) i znaczące *Salix* (1%). Sporomorfy wykazują znaczny stopień zniszczenia. Z tego powodu nie oznaczono ponad 3% sporomorf. Wyraźnie wzrosły wartości i różnorodność taksonomiczna NAP. Oprócz dominującego tu pyłku Gramineae (6%) i Cyperaceae (5%) pojawiły się nowe taksony: *Artemisia* (1%), Chenopodiaceae, Compositae Tubiflorae, Ericaceae, *Ledum*, *Vaccinium*, *Polygonum bistorta/P.viviparum*, Ranunculaceae, *Thalictrum*, Umbelliferae, *Osmunda* i *Equisetum*. Wyraźnie wzrosły wartości Polypodiaceae i *Sphagnum*, odpowiednio do 4,8 lub 3,4%. Zaleganie na osadach biogenicznych reprezentujących ten poziom pyłkowy, jasnych mułków z piaskiem pozwala spodziewać się, że akumulacja osadów biogenicznych została przerwana przez zupełnie odmienne procesy związane z akumulacją osadów mineralnych lub, że procesy związane z akumulacją osadów mineralnych mogły spowodować zniszczenie wcześniej zdeponowanych osadów biogenicznych, młodszych od zachowanych w stropie badanego odcinka rdzenia.

Rekonstrukcja zbiorowisk roślinnych i klimatu

Spektra biogenicznych osadów jeziornych z Leszczyna odzwierciedlają sukcesję zbiorowisk roślinnych typu interglacjałnego. Występujące elementy florystyczne i cechy sukcesji zbiorowisk roślinnych pozwalają wiązać ich pochodzenie z interglacjałem eemskim. Ich diagram pyłkowy odzwierciedla sukcesję zbiorowisk roślinnych niemalże całego stadium protokratacznego, stadium mezokratacznego i starszy odcinek stadium telokratacznego interglacjału eemskiego. Brak osadów młodszego odcinka stadium telokratacznego lub młodszych, może być uwarunkowany ich zniszczeniem przez procesy postsedymentacyjne lub przynajmniej częściowym ich straceniem w czasie odwiercania. Na taką możliwość wskazują obserwacje górnego odcinka osadów biogenicznych w pobranych urządzeniach URB rdzeniu, a w szczególności kontaktu tych osadów z przykrywającymi je piaskami. Granica pobranych

odcinków rdzeni pochodzących z kolejnych wierceń (marszów) przypadająca tuż poniżej kontaktu tych osadów sprawiła, że część występujących w tym otworze wierciowym osadów biogenicznych mogła być stracona, a obserwacje dotyczące ich wzajemnego kontaktu były wyraźnie utrudnione, a ich zniekształcony obraz.

Zbiorowiska roślinne stadium protokratacznego odzwierciedlają spektra L PAZ—LE—1—*Pinus-NAP-(Artemisia)*, L PAZ—LE—2—*Pinus-Betula* i L PAZ—LE—3—*Pinus-(Ulmus)*. Początkowo były to widne i luźne zbiorowiska zarośli lub płaty oraz skupienia drzewiastych i krzewiastych gatunków lub form sosny, brzoź, pomiędzy którymi dominowały otwarte przestrzenie opanowane przez roślinność krzewiastą, krzewinkową i zielną, w tym heliofilną. Ich głównym składnikiem były różnorakie rośliny z rodzin i rodzajów: trawy, turzycowate, bylice, komosowate, baldaszkowate, rutewki, jaskrowate, wrzosowate, jałowiec, wierzby, z heliofilnych: bażyna (*Empetrum*), posłonek (*Helianthemum*), prześl (*Ephedra distachya* typ), rokitnik (*Hippophae*) i subarktyczna widliczka ostrozębna (*Selaginella selaginoides*). Słabo zwarte i uformowane lokalne zbiorowiska roślinne produkowały stosunkowo mało lub mało materiału pyłkowego. Niedostateczny stopień opanowania utworów powierzchniowych przez te zbiorowiska sprawiło, że były one narażone na procesy denudacji i soliflukcji. Efektem tego jest obecność w akumulowanych wówczas — w szybkim tempie — osadach zredeponowanych sporomorf roślin neogeńskich lub starszych, pochodzących ze zniszczenia dawnych utworów oraz znaczny stopień ich zniszczenia i mała koncentracja sporomorf, zwłaszcza pochodzących z lokalnego deszczu pyłkowego w zdeponowanych wówczas osadach. Panujący wówczas subarktyczny klimat (*Selaginella selaginoides*) był zbliżony do panującego na granicy późnego glacjału, ustępującego zlodowacenia i początku stadium protokratacznego interglacjału eemskiego.

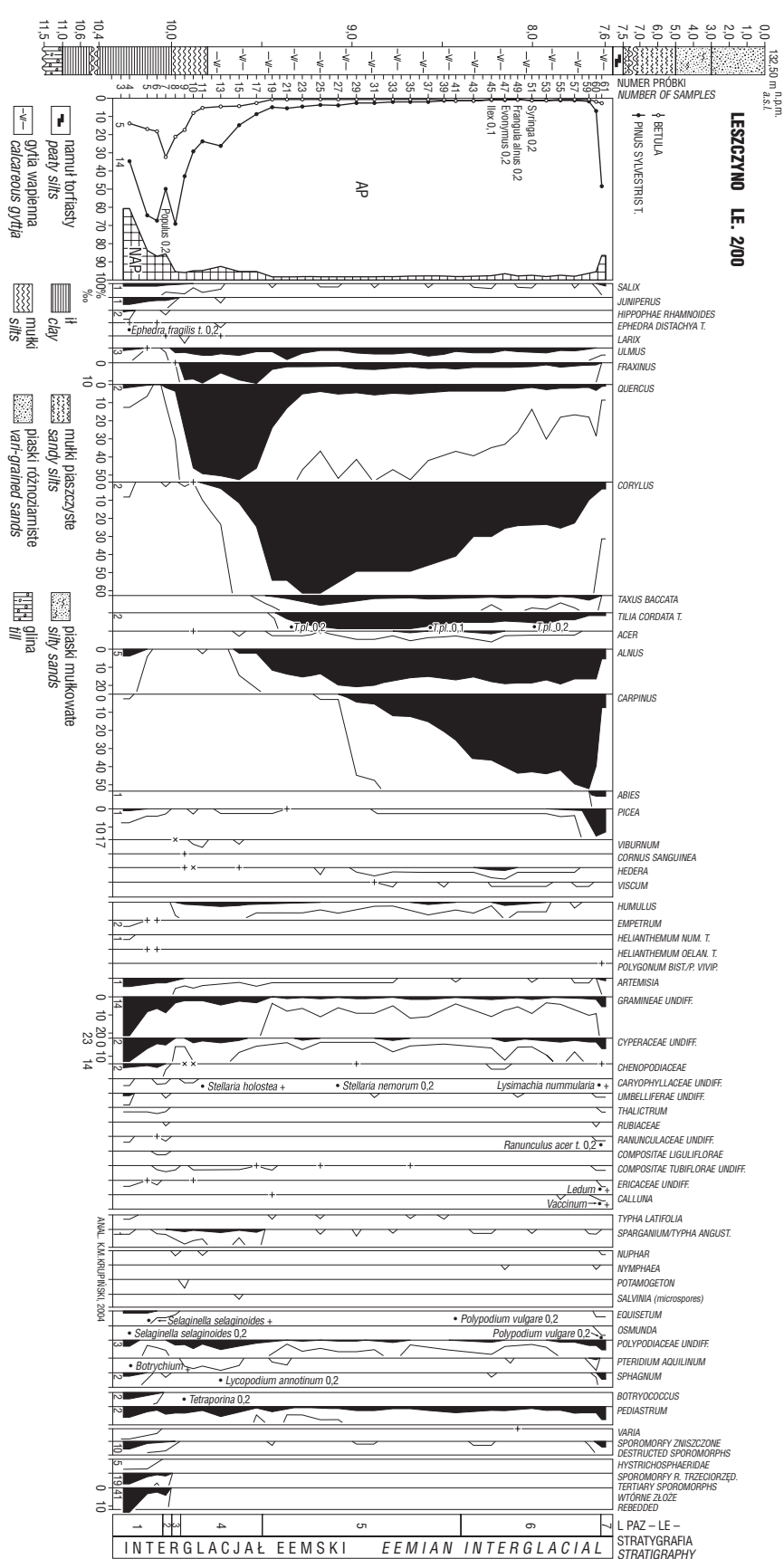
Spektra L PAZ—LE—2—*Pinus-Betula* odzwierciedlają występowanie niezupełnie lub słabo zwartych borów sosnowych z drzewiastymi gatunkami lub formami brzoź oraz nielicznie obec-

nym modrzewiem (*Larix*). W ich podszyciu nielicznie występował jałowiec, zaś w runie trawy, turzycowate, bylice i inne wcześniej wymienione taksony. Na nielicznie przetrwałych otwartych przestrzeniach nie opanowanych przez zbiorowiska leśne i na dobrze utrwalonych utworach powierzchniowych jeszcze stosunkowo licznie przetrwały bylice (*Artemisia*), na siedliskach zasobnych w CaCO₃ rokitnik zwyczajny (*Hippophaë rhamnoides*; Krupański, 1992a). Występowanie tych zbiorowisk należy wiązać z warunkami klimatu dolnoborealnego, panującymi w starszej lub środkowej części stadium protokratycznego interglacjału eemskiego.

L PAZ—LE-3—*Pinus*—(*Ulmus*) odzwierciedla występowanie zwarłych borów mieszanych, utworzonych głównie przez sosnę, z wyraźnym mniejszym udziałem drzewiastych brzoź oraz nieznacznym dębem, wiązami i jesionem oraz ze sporadycznie przetrwałym jałowcem i wierzbami. Wśród nielicznie przetrwałych w runie i podszyciu roślin pojawił się, związany głównie z siedliskami łęgowymi, chmiel (*Humulus*), a na siedliskach podmokłych doszło do nieznacznego rozprzestrzenienia paprotkowatych (Polypodiaceae), zaś w strefie brzeżnej lub płycizn tego zbiornika wodnego jeżogłówki (*Sparganium*) lub pałki wąskolistnej (*Typha angustifolia*). Wyraźne ocieplenie klimatu i wydłużenie okresu wegetacyjnego przejawiało się migracją mezokratycznych drzew liściastych, dominujących w zbiorowiskach leśnych następnego — mezokratycznego stadium interglacjału eemskiego.

Stadium mezokratyczne tego interglacjału odzwierciedlają spektra trzech L PAZ, a w ich obrębie licznych podpoziomów. Wcześniejsza akumulacja osadów mineralno-biogenicznych typu piasków, z substancją organiczną i mułków, została zastąpiona sedymentacją wysoko wapiennych, jasnoszarych, popielatych, strefowo kremowych lub drobnodetrytycznych gytii wapiennych.

W pierwszym — najstarszym jego etapie (L PAZ—LE-4—*Quercus*—*Fraxinus*—*Ulmus*) występowały zwarte, dobrze uformowane mieszane lasy dębowe, początkowo ze znacznym udziałem sosny, jesionu i wiąz, a później ze znaczącym udziałem zyskującej na znaczeniu leszczyny.



Siedliska łąkowe zostały opanowane przez zbiorowiska jesionowe z dębem i wyraźnie mniejszym udziałem wiązu, a w końcowej części z leszczyną i pojawiającą się olszą. Ważnym klimatycznie, lecz nielicznym ilościowo składnikiem tych zbiorowisk był: bluszcz (*Hedera*), dereń właściwy (*Cornus sanguinea*), orlica pospolita (*Pteridium aquilinum*) i już wcześniej obecny chmiel. W płytkich wodach lub strefach tego zbiornika stale występowała jeżogłówka.

W drugim jego etapie reprezentowanym przez L PAZ—LE—5—*Corylus*, z wyróżnionymi czterema podpoziozami (a — *Quercus-Alnus*; b — *Taxus-Tilia-Alnus*; c — *Tilia-Alnus* i d — *Carpinus-Alnus*) panowały zwarte, dobrze uformowane zbiorowiska mieszanych lasów liściastych, z dominującą leszczyną. Kolejno ważnymi elementami tych zbiorowisk były: dąb i olsza, cis, lipa i olsza, lipa i olsza, oraz grab, olsza, lipa, wiąz i jesion. Stale występowały, lecz w zdecydowanie mniejszych ilościach klon i sosna.

Zbiorowiska leśne najmłodszego etapu stadium mezokratycznego interglacjału eemskiego były dobrze uformowane i miały zwarty charakter. Dominował w nich grab (L PAZ—LE—6—*Carpinus*). Licznie występowała, zwłaszcza początkowo leszczyna i lipa oraz olsza, a w końcowym odcinku pojawiły się i zyskały na znaczeniu jodła i świerk. Udział pozostałych elementów naszej rodzimej dendroflory liściastej (dębu, wiązu, jesionu, klonu) był wyraźnie, mniejszy. W dobrze zacienionym podszyciu tych drzewostanów stale występował chmiel i bluszcz, sporadycznie śródziemnomorski ostrokrzew (*Ilex*), trzmielina (*Evonymus*), kruszyna (*Frangula alnus*), bez lilak (*Syringa*). Klimat stadium mezokratycznego tego interglacjału był wyraźnie zróżnicowany. W pierwszym — najstarszym etapie cechował się umiarkowaną wilgotnością i stosunkowo długim okresem wegetacyjnym oraz umiarkowanie chłodnymi okresami zimowymi, w środkowym — drugim etapie okres wegetacyjny uległ wyraźnemu dalszemu wydłużeniu i zwilgotnieniu, a zimy były wyjątkowo łagodne, zaś w najmłodszym — trzecim etapie uległ on dalszemu zwilgotnieniu i nieznacznemu ochłodzeniu. Okresy zimowe uległy wyraźnemu wydłużeniu, a średnia temperatura, zwłaszcza w końcowym odcinku, uległa wyraźnemu obniżeniu.

Fragment stadium telokratycznego interglacjału eemskiego w diagramie osadów z Leszczyna jest reprezentowany przez L PAZ—LE—7—*Picea-Pinus-Abies*. W zbiorniku wodnym w Leszczynie zaznaczył się akumulacją drobnodetrytycznej gytii wapiennej. Wydaje się że część osadów, które mogły pochodzić z tego okresu akumulacji została stracona w czasie ich odwiercania. Nie można wykluczyć luki sedymentacyjnej między osadami (z piaskiem) reprezentowanymi przez próbkę nr 59 i 61. W diagramie jest brak spektrów odzwierciedlających ten fragment sukcesji zbiorowisk roślinnych. Opracowane spektrum pyłkowe zaledwie jednej próbki (nr 61) reprezentującej ten L PAZ odzwierciedla występowanie zwartych borów mieszanych. Tworzyły je głównie świerk i sosna, z małym udziałem jodły, grabu, olszy, leszczyny, znikomym dębem, wiązu, lipy. W ich runie prawie wyłącznie i dosyć licznie występowały rośliny z rodzin i rodzajów: trawy i

turzycowate, sporadycznie bylica, komosowate, baldaszkowate, jaskrowate, rutewka i liczni przedstawiciele wrzosowatych (wrzos, bagno, borówki). Pojawienie się spor torfowców (*Sphagnum*) wskazuje na początek zakładania torfowiska mszystego. Występujące elementy florystyczne wskazują na wyraźne ochłodzenie klimatu, obniżenie średniej temperatury najcieplejszego i najchłodniejszego miesiąca do poziomu cechującego współczesny obszar Polski północno-wschodniej w zasięgu świerka.

Badania mięczaków i małżoraczków

W słodkowodnych osadach wapiennych z Leszczyna stwierdzono znaczną ilość fauny i mikrofauny w postaci skorupki mięczaków i małżoraczków. Wśród mięczaków odnotowano obecność preferujących małe i płytkie zbiorniki wód stojących z obfitą roślinnością (*Armiger crista nautilius*, *Valvata cristata*) oraz gatunki dobrze znoszące ruch wody (*Bithynia tentaculata*, *Gyraulus albus*, *Valvata piscinalis*, *Pisidium nitidum*). W badanych osadach z Leszczyna zdecydowanie przeważają małżoraczki związane z wodami stojącymi i wolno płynącymi: *Candona alexandri*, *C. compressa*, *C. insculpta*, *C. lozeki*, *C. levanderi*, *C. marchica*, *C. neglecta*, *C. protzi*, *C. welneri*, *Limnocythere sanctipatricii*, *Cypridopsis brincki* i *Metacypris cordata* (Fuhrmann & Pietrzeniuk, 1990; Skompski, 1991). Stwierdzone gatunki mięczaków i małżoraczków pozwalają wiązać akumulację jeziornych osadów biogenicznych w Leszczynie z panowaniem klimatu umiarkowanego. Dokumentują to również wyniki badań paleobotanicznych.

Wnioski końcowe

Dotychczas na obszarze Wysoczyzny Płockiej stwierdzono i udokumentowano paleobotanicznie 11 stanowisk biogenicznych osadów jeziornych interglacjału eemskiego. Zdecydowanie największa ich liczba i skupienie występuje w rejonie Sierpca, na obszarze północnej części tej wysoczyzny (ryc. 1). W zdecydowanej większości stanowisk są to kolejno: mułki, gytie wapienne, torfy oraz przeważnie już pochodzące z wczesnego vistulu mułki torfiaste lub namuły. Miąższość tych osadów przeważnie waha się od 3 do 7 m. Zdecydowanie największą miąższość ponad 15,50 m osiągają one w Studzieńcu i Babcu Piasecznym (Krupiński, 2004, 2005; Krupiński & Kotarbiński, 2002). Również stwierdzony w osadach pochodzących z tych stanowisk zapis obejmuje najdłuższy odcinek przemian klimatyczno-florystycznych w środowisku przyrodniczym młodszego plejstocenu tego rejonu Polski (Krupiński, 2005). Obejmuje on znaczny odcinek późnego glacjału zlodowacenia warty, cały interglacjal eemski i cały wczesny vistul, z wyróżnionymi w jego obrębie ciepłymi oscylacjami klimatycznymi. Zdecydowanie mniej stanowisk osadów tego interglacjału stwierdzono na obszarze południowej części Wysoczyzny Płockiej. Jest to: Głowczyn k. Wyszogrodu (Niklewski, 1968) i zbadane zaledwie ekspertyzowo osady z Falbogów (Baraniecka, 1974). Na obszarze środkowej części tej wysoczyzny są

położone Sokolniki Stare (Baraniecka & Janczyk-Kopikowa, 1991), a przy zachodniej granicy Leszczyna i nie umieszczone na ryc. 1 Olszyny (ok. 12 km na NE od Leszczyna), w których Baraniecka (1995) stwierdziła płytko występujące i nie mające przykrycia morenowego osady biogeniczne, umieszczając je w opracowanym przekroju geologicznym w pozycji stratygraficznej interglacjału eemskiego.

Występujące na obszarze Wysoczyzny Płockiej osady biogeniczne interglacjału eemskiego, w niektórych również wczesnego vistulu (Krupiński, 2005), przeważnie zalegają w interwale głębokościowym 3–9 m, wyraźnie płyciej w Głównicy i Sokolnikach Starych, schodząc najgłębiej do prawie 20 m w Studzieńcu i Babcu Piasecznym, osiągając tu również zdecydowanie największe i bardzo duże miąższości. W większości badanych stanowisk w obrębie osadów przykrywających nie stwierdzono gliny zwałowej, jedynie w Studzieńcu i Babcu Piasecznym odnotowano jej rezydium lub z interpretacji przekrojów geologicznych wynika, że glina ta występuje nad tymi osadami obocznie (Kotarbiński, 1999a, b; Krupiński, 2005; Krupiński & Kotarbiński, 2002).

Diagramy pyłkowe osadów interglacjału eemskiego, pochodzących z Wysoczyzny Płockiej reprezentują wariant północnomazowiecki tej sukcesji. Cechuje się on małymi w spektrach wartościami pyłku *Abies*, z reguły nie przekraczającymi 3%, chociaż spektra osadów pochodzących nawet z sąsiednich stanowisk wykazują pod tym względem znaczne różnice (Krupiński & Kotarbiński, 2002; Krupiński, 2005). Można się spodziewać, że przez obszar północnej części tej wysoczyzny w czasie tego interglacjału przebiegała północna granica zasięgu tego drzewa (Krupiński, 1992b; Środoń, 1983).

Literatura

- BARANIECKA M.D. 1974 — Plejstocen nad dolną Wkrą. Biul. Inst. Geol., 268: 5–89.
- BARANIECKA M.D. 1995 — O pozycji stratygraficznej iłów pstrych w podłożu czwartorzędu na Mazowszu. Prz. Geol., 47: 576–580.
- BARANIECKA M.D. & JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1991 — Deposits and pollen analysis of the Eemian Interglacial section at Sokolniki Stare (Plock Upland). Geol. Quater., 35: 27–36.
- FUHRMANN R. & PIETRZENIUK E. 1990 — Die Ostracodenfauna des Interglazials von Grabschutz (Kreis Delitsch). Altenburger Naturwiss. Forsch., 3: 202–227.
- KOTARBIŃSKI J. 1999a — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Sierpc. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J. 1999b — Objasnienia do arkusza Sierpc SMGP 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J. 1999c — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Żuromin. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J. 2000 — Objasnienia do arkusza Żuromin SMGP 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J. 2001 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Biezuń. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J. 2003 — Objasnienia do arkusza Biezuń SMGP 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOTARBIŃSKI J. & KRUPIŃSKI K.M. 1995 — Osady interglacjału eemskiego w Studzieńcu i Babcu Piasecznym k. Sierpca. Prz. Geol., 43: 565–571.
- KOTARBIŃSKI J. & KRUPIŃSKI K.M. 2000a — Pierwsze stanowiska osadów biogenicznych interglacjału eemskiego na Równinie Urszulewskiej. Prz. Geol., 48: 596–600.
- KOTARBIŃSKI J. & KRUPIŃSKI K.M. 2000b — Osady interglacjału eemskiego w Nadolniku koło Sierpca. Mat.VII konf. Stratygrafia plejstocenu Polski. Łączyńno.
- KOTARBIŃSKI J. & KRUPIŃSKI K.M. 2000c — Jeziorny charakter Wysoczyzny Płockiej w czasie interglacjału eemskiego. Mat.V Zjazd Geomorfologów Polskich: 64–65. Toruń.
- KRUPIŃSKI K.M. 1992a — Significance of *Hippophaë rhamnoides* in evolution of the Eemian Interglacial flora in Warsaw area. Acta Soc. Bot. Pol., 61: 131–144.
- KRUPIŃSKI K.M. 1992b — Flora młodoplejstocenska z Kotliny Łomży. Stud. Geol. Pol., 99: 61–91.
- KRUPIŃSKI K.M. 1995a — Orzeczenie paleobotaniczne dotyczące próbek osadów organicznych z otworu wiertniczego Studzieniec i Babiec Piaseczny, ark. Sierpc. Państw. Inst. Geol. CAG 42103/95.
- KRUPIŃSKI K.M. 1995b — Stratygrafia pyłkowa i sukcesja roślinności interglacjału mazowieckiego w świetle badań osadów z Podlasia. Acta Geogr. Lodz., 70.
- KRUPIŃSKI K.M. & MORAWSKI W. 1993 — Geological position and pollen analysis of Eemian Interglacial sediments of Warsaw Wawrzyszew. Acta Palaeobot., 33: 5–42.
- KRUPIŃSKI K.M. 1999a — Orzeczenie paleobotaniczne dotyczące wybranych próbek osadów ze stanowiska Zieluń i Lubowidz, ark. Żuromin. Państw. Inst. Geol. CAG 182/99.
- KRUPIŃSKI K.M. 1999b — Orzeczenie paleobotaniczne dotyczące próbek osadów z otworu wiertniczego: Rostowa i Pozga, ark. Biezuń. Państw. Inst. Geol., CAG 733/2000.
- KRUPIŃSKI K.M. 2002 — Opracowanie zawartości paleobotanicznej wybranych próbek osadów biogenicznych z otworu wiertniczego Leszczyna LE. 2/00, ark. Starożreby. Państw. Inst. Geol. CAG 105/2003.
- KRUPIŃSKI K.M. 2004 — Wyniki wstępnych badań palinologicznych osadów z Babca Piasecznego BP. 1/99 i BP.1/00 (w opracowaniu).
- KRUPIŃSKI K.M. 2005 — Badania paleobotaniczne młodoplejstocenskich osadów jeziornych Wysoczyzny Płockiej. Pr. Państw. Inst. Geol., 184: 1–58.
- KRUPIŃSKI K.M. & KOTARBIŃSKI J. 2002 — Młodoplejstocenske osady jeziorne Wysoczyzny Płockiej w świetle badań palinologicznych ich osadów. 6.20.9109.00.0. Państw. Inst. Geol., CAG 1717/2005.
- 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 czwartorzędu Polski Środkowej. Wyd. UW: 54–58. Warszawa.
- NIKLEWSKI J. 1968 — Interglacjał eemski w Głównicy koło Wyszogrodu. Monogr. Bot., 27: 125–185.
- ROSZKO L. 1968 — Recesja ostatniego lądolodu z terenu Polski. Pr. Geogr., 74: 65–100.
- RÓŻAŃSKI P. & KOTARBIŃSKI J. 2003 — Materiały archiwalne do arkusza Starożreby (445) SMGP 1 : 50 000. Państw. Inst. Geol., CAG 105/2003.
- SKOMPSKI S. 1991 — Fauna czwartorzędowa Polski. Bezkręgowce. Wyd. UW, Warszawa.
- ŚRODOŃ A. 1983 — Jodła pospolita w historii naszych lasów. [W:] Nasze drzewa leśne, 4: 9–40. PWN.

Praca wpłynęła do redakcji 25.02.2005 r.

Akceptowano do druku 08.05.2006 r.