

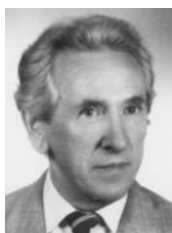
Palinologiczne i diatomologiczne badania osadów interglacjalu mazowieckiego z odsłonięcia w kopalni Bełchatów

Zofia Balwierz*, Jan Goździk*, Barbara Marciniak**

Pollen and diatom analysis of the Mazovian Interglacial deposits from the open-cast mine “Bełchatów” (Central Poland). *Prz. Geol.*, 54: 61–67.



Z. Balwierz



J. Goździk



B. Marciniak

Summary. The thickness of Pleistocene deposits in the Kleszczów Graben reach 300 m. Data from these deposits are important for stratigraphic schemes of the Pleistocene of Poland. However, up to now the Mazovian Interglacial deposits were recognized from boreholes only, not from the exposures in the open-cast mine and they comprise incomplete interglacial successions. The present analysis of organic deposits from closed depression exposed on the escarpment of the mine, reveals almost the full pollen succession of the Mazovian Interglacial. The succession started with dominance of birch forest followed by birch-pine and afterwards birch-pine forest with increasing share of alder, spruce and thermophilous trees that led to development of mixed forest which corresponded to climatic interglacial optimum. First there were forests with

share of yew which later were replaced by hornbeam and fir. The fir-hornbeam phase closed the climatic optimum. The distinctly colder pine phase following fir-hornbeam phase ended the interglacial succession of plants in Folwark 93K site. On the basis of changes in diatom composition and relative (percentage) diatom frequency in this site it was determined that the fossil lake sediments represent the diatom succession of the Mazovian Interglacial. The diatom succession from Folwark has been divided into 7 local diatom assemblage zones (LDAZ Fd 1–Fd7). These zones represent four stages of paleolake development and correspond to the local and regional pollen assemblage zones of the Mazovian Interglacial. The Mazovian Interglacial age of the organic deposits from the site Folwark

*Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź; zbalw@geo.uni.lodz.pl; gozdzik@geo.uni.lodz.pl; **Instytut Nauk Geologicznych PAN, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; bmarcini@twarda.pan.pl

93K implies the revision of the stratigraphical position of some lithostratigraphic units from the Middle Pleistocene in the Kleszczów Graben. The obtained results indicate also that at least some intensive deformations of the Lower Pleistocene deposits were completed before the Mazovian Interglacial.

Key words: pollen and diatom stratigraphy, palynology, Mazovian Interglacial, Middle Pleistocene, Central Poland

W rozważaniach dotyczących plejstocenu w Polsce osady występujące w rowie Kleszczowa odgrywają istotną rolę. Przy ustalaniu porządku stratygraficznego tych osadów, niezwykle pomocne były badania paleobotaniczne i ustalenia biostratygraficzne. Rozległe prace wielu badaczy w odsłonięciach kopalni Bełchatów, pozwoliły stwierdzić kilkanaście miejsc z występowaniem osadów z interglacjału eemskiego i kilka z interglacjału ferdynadowskiego, natomiast dotychczas nie opisano żadnego z interglacjału mazowieckiego. Jedyne osady przypisane tutaj do ostatnio wymienionego interglacjału pochodzą nie z odsłonięcia, lecz z profilu wiertniczego nr 65/15 (Krzyszkowski, 1989). Analizy palinologiczne osadów organicznych z tego profilu wykonała Janczyk-Kopikowa (1987b). W profilu nie ma odzwierciedlenia całej sukcesji interglacjałnej. Pomimo braku zapisu górnej części tego okresu Krzyszkowski uznał za wystarczające informacje paleobotaniczne do zaliczenia osadów do interglacjału mazowieckiego. Ścisłejsze ustalenie pozycji stratygraficznej oznaczonych osadów w stosunku do innych jednostek stratygraficznych z rowu Kleszczowa na podstawie materiałów z wierceń było bardzo utrudnione. Wymieniony autor (Krzyszkowski, 1989, 1995) lokował te osady w obrębie formacji Czyżów, do której zaliczał także osady interglacjału ferdynadowskiego i uważał, że między utworami obydwu interglacjałów nie było żadnych osadów pochodzenia glacialnego. Krzyszkowski zdawał sobie sprawę, że wniosek taki nie jest w pełni uzasadniony i wskazywał na potrzebę dalszych badań osadów z tych okresów.

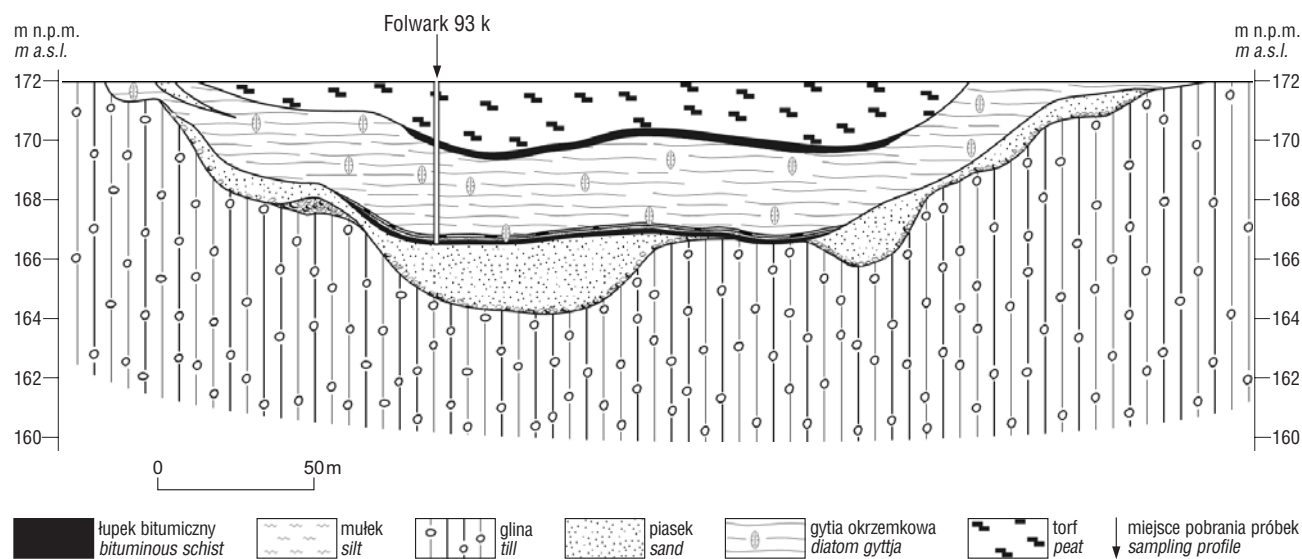
W części kopalni położonej na NW od wiercenia 65/15 opracowanego przez Krzyszkowskiego (1989), w toku eksploatacji w latach 1994–1998, odsłaniane były osady organiczne złożone w kilku zagłębieniach bezodpływowych. Badania palinologiczne z pierwszego odsłonięcia tych osadów (stanowisko „Folwark A” z 1994 r.) ukazały sukcesję roślinną charakterystyczną dla tzw. „ciepłego interstadiału”, ale nie interglacjału (Goździk i in., 1998; Balwierz & Goździk, 2000). Sukcesja pyłkowa wykazywała podobieństwa do tej stwierdzonej w stanowiskach formacji

Chojny (Janczyk-Kopikowa, 1987a; Goździk & Balwierz, 1993; Krzyszkowski & Nita, 1995). Rzeczne osady tej formacji usytuowane są w bliskim sąsiedztwie omawianego stanowiska, przy północnym brzegu kopalni. Z później odsłanianych (w czerwcu 1996 r.) osadów organicznych, występujących w dużym zagłębieniu bezodpływowym, pobrano kolejne próbki do analiz paleobotanicznych. Zagłębienie to znajdowało się na terenie miejscowości Folwark i było usytuowane przy studni 93K, dlatego stanowisko nazwano „Folwark 93K”. Z próbek wykonano analizy palinologiczne i diatomologiczne, których wyniki stanowią przedmiot tej pracy.

Budowa geologiczna w rejonie stanowiska „Folwark 93K”

W stanowisku „Folwark 93K” nie udało się, niestety uzyskać ciągłego profilu od powierzchni terenu. Eksploatacja w kopalni prowadzona jest stopniami (poziomymi eksploatacyjnymi) o wysokości ok. 20–25 m. W omawianym stanowisku osady organiczne, złożone w zagłębieniu bezodpływowym, występowały na pograniczu 1. i 2. poziomów eksploatacyjnych. Do analiz pobrano próbki osadów odsłoniętych w 2. poziomie eksploatacyjnym, a więc z niższej części zagłębienia (ryc. 1).

W rejonie omawianego stanowiska zagłębienie bezodpływowe powstało w stropie warstwy gliny o miąższości przekraczającej miejscami 40 m. Na ryc. 1 jest widoczna górna część tej gliny, która została złożona na stropie kompleksu silnie zdeformowanych osadów pliocenu i starszego plejstocenu, kilkudziesięciometrowej miąższości. Gлина ta stanowi tutaj najwyższe ogniwo utworów środkowego piętra z trzech zasadniczych pięter strukturalnych wyróżnianych w rowie Kleszczowa (Gotowała & Hałuszczak, 2004). Budowa kompleksu silnie zdeformowanych utworów widoczna była także w odsłonięciach położonych bezpośrednio na wschód od studni 93K i przedstawiono ją na



Ryc. 1. Przekrój geologiczny przez zagłębienie z osadami organicznymi z interglacjału mazowieckiego w stanowisku „Folwark 93K”
Fig. 1. Geological section trough the depression with Mazovian Interglacial organic sediments at the “Folwark 93K” site

opublikowanych przekrojach (Goździk i in., 1998; Balwierz & Goździk, 2000).

W synkinalnym obniżeniu w stropie gliny (ryc. 1), bezpośrednio na masywnie glinie spoczywają piaski średnio- i drobnoziarniste z równoległą laminacją, ze żwirikami — szczególnie w spągu. Akumulacja piasków przyczyniła się do wyrównania dna zagłębienia. Bezpośrednio na piaskach zdeponowana została gytia okrzemkowa z przewarstwieniami łupku, mułku i torfu o miąższości 0,3 m. Wyżej występuje 2,7 m warstwa laminowanej gytii okrzemkowej, a na niej spoczywa 2,5 m torfu, którego tylko niższa część widoczna jest na przekroju, zaś wyższa znajdowała się w obrębie 1. poziomu eksploatacyjnego.

Na podstawie obserwowanych ścian z 1. poziomu z bliskiego sąsiedztwie profilu 93K, odtworzony został prawdopodobny porządek litostratygraficzny osadów, które występowały wprost powyżej utworów przedstawionych na ryc. 1. Bardziej szczegółowa charakterystyka osadów z 1. poziomu eksploatacyjnego w rozleglejszej strefie kopalni podana zostanie w pracy przygotowywanej do druku. Tutaj pragniemy przedstawić najważniejsze kwestie łączące się z omawianym terenem. Torfy wieńczące osady przedstawione na ryc. 1, kontynuowały się jeszcze w 1. poziomie mając tu miąższość 1–2 m. Na torfach spoczywały mułki i drobne piaski z domieszką materiału organicznego, a wyżej występowały mułki o miąższości 2–3 m, bez materiału organicznego. Osady mułkowe przykrywała warstwa gliny morenowej, która należy do najniższego ogniwa for-

macji Rogowiec, wiodącej wśród utworów górnego piętra strukturalnego w rowie Kleszczowa. Kolejne ogniwa w wymienionej formacji w tym miejscu stanowią grube piaski ze żwirami, mułki, piaski i ponownie mułki a ogniwem zamykającym była tzw. górna glina warciańska. Łączna miąższość omawianej formacji wynosiła ok. 18 m. Opisana wyżej sukcesja litostratygraficzna jest dosyć typowa dla formacji Rogowiec, której geneza jest wiązana ze zlodowaceniami środkowopolskimi.

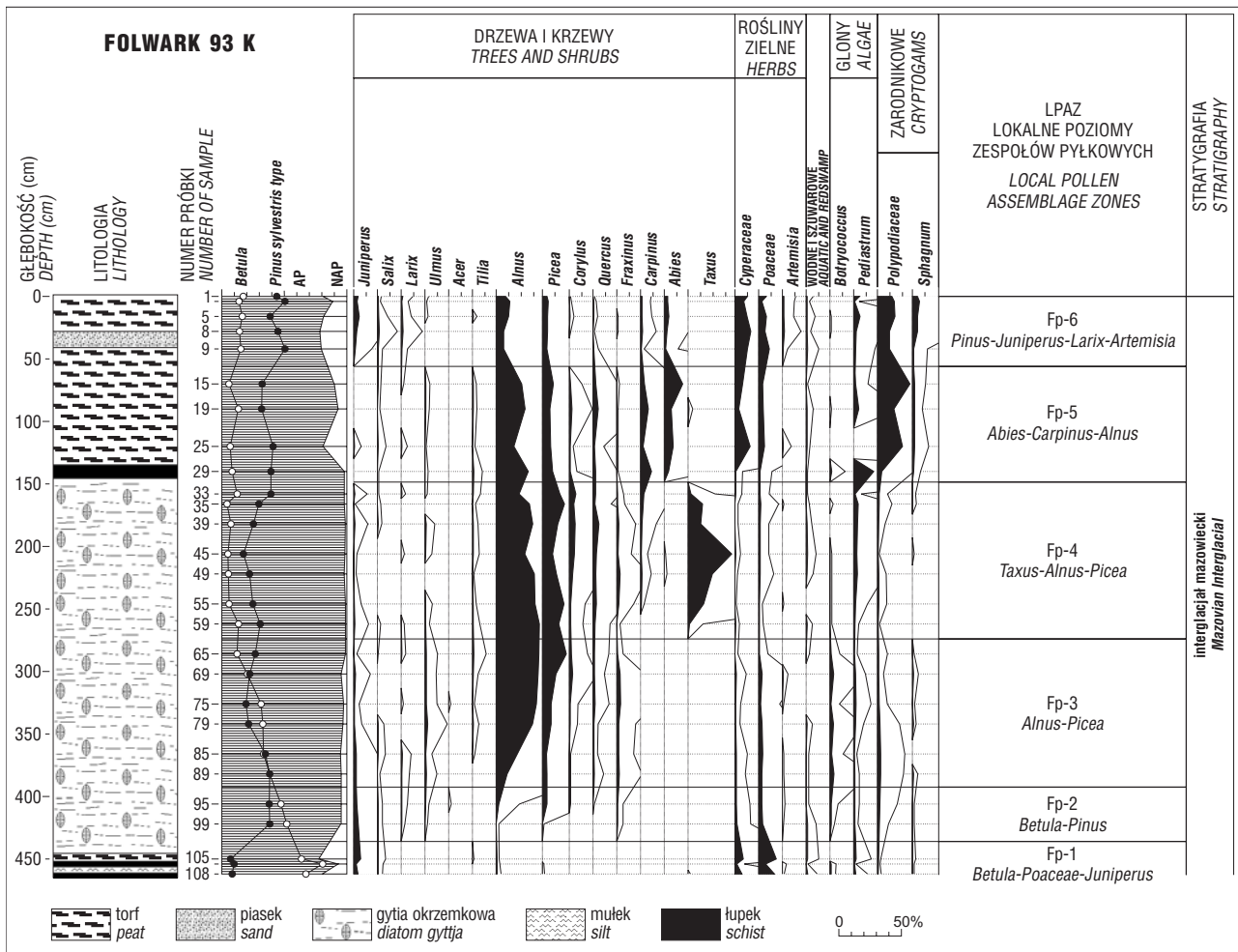
Analiza pyłkowa

Metodą analizy pyłkowej opracowano 27 próbek. Wyniki zestawiono w postaci uproszczonego diagramu pyłkowego (ryc. 2), w którym wyróżniono 6 lokalnych poziomów pyłkowych (L PAZ).

F-1 *Betula-Juniperus-Poaceae* L PAZ — maksymalna wartość krzywej *Betula* (80,8%), *Juniperus* (5,4%), wartości *Pinus* nie przekraczają 10%. Wśród zielnych dominują *Poaceae* i *Cyperaceae*. Górną granicę poziomu wyznacza wzrost krzywej AP i spadek krzywej *Betula*.

F-2 *Betula-Pinus* L PAZ — wzrost udziału pyłku *Pinus*, początek ciągłych krzywych *Picea*, *Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus* i *Corylus*. Krzywa *Alnus* nieznacznie wzrasta. Górną granicę poziomu wyznacza dalszy spadek wartości *Betula* a wzrost *Alnus* i *Picea*.

F-3 *Alnus-Picea* L PAZ — maksymalne wartości *Alnus* (34,3%), pierwsze maksimum krzywej *Picea*. Pojawia się ciągła krzywa *Tilia*. Obecny jest pyłek roślin, których krzywe



Ryc. 2. Uproszczony diagram pyłkowy osadów interglacjału mazowieckiego ze stanowiska „Folwark 93K”
Fig. 2. Simplified pollen diagram of the Mazovian Interglacial deposits at "Folwark 93K"

pojawily się w poprzednim poziomie. Górną granicę z kolejnym poziomem wyznacza pojawienie się krzywej *Taxus*.

F-4 *Taxus-Alnus-Picea* L PAZ — krzywa *Taxus* osiąga wartość 35,1%. Maksymalne, choć nie bardzo wysokie wartości osiąga również krzywa *Corylus* i *Quercus*. Powolny spadek krzywej *Alnus*, *Corylus* i *Fraxinus*. Zanika ciągła krzywa *Ulmus*, a pojawia się ciągła krzywa *Carpinus*. Górną granicę poziomu wyznacza zanik ciągłej krzywej *Taxus* a pojawienie się ciągłej krzywej *Abies*.

F-5 *Abies-Carpinus-Alnus* L PAZ — spadek udziału pyłku AP. Wśród AP dominuje pyłek *Alnus*. Krzywa *Abies* i *Carpinus* osiągają maksymalne wartości (14,6% i 8,6%). Krzywa *Picea* nie przekracza 10%. Utrzymują się też niewielkie ilości *Quercus*. Wzrasta znaczenie roślin zielnych, głównie Cyperaceae i Poaceae. Górną granicę poziomu wyznacza całkowity zanik krzywej *Corylus* i *Tilia*, spadek wartości *Alnus*, *Picea*, *Carpinus* i *Abies*, a ponowne pojawienie się krzywej *Larix*, *Juniperus* i *Artemisia*.

F-6 *Pinus-Juniperus-Larix-Artemisia* L PAZ — wzrasta krzywa *Pinus* i nieznacznie również *Betula*. Pojawia się krzywa pyłku *Larix*, *Juniperus* i roślin zielnych, w tym *Artemisia*.

Uwagi o rozwoju roślinności

Przedstawiona powyżej sukcesja pyłkowa jest typu interglacjalnego. W okolicy stanowiska „Folwark 93K” rozpoczęła się ona od panowania lasów brzoźowych (Fp-1 *Betula-Poaceae-Juniperus* L PAZ) z dużym udziałem światłożądnych krzewów i roślin zielnych. Ich obecność świadczy o nie całkiem zwartym charakterze tych lasów. Na siedliskach bardziej wilgotnych rosła olsza. Następnie zwartość lasów wzrasta i zmienia się ich struktura. Lasy brzoźowe zastępowane są przez lasy brzoźowo-sosnowe (Fp-2 *Betula-Pinus* L PAZ) z niewielkim udziałem modrzewia, w których stopniowo pojawia się również, świerk, wiąz, jesion i dąb i lesz-

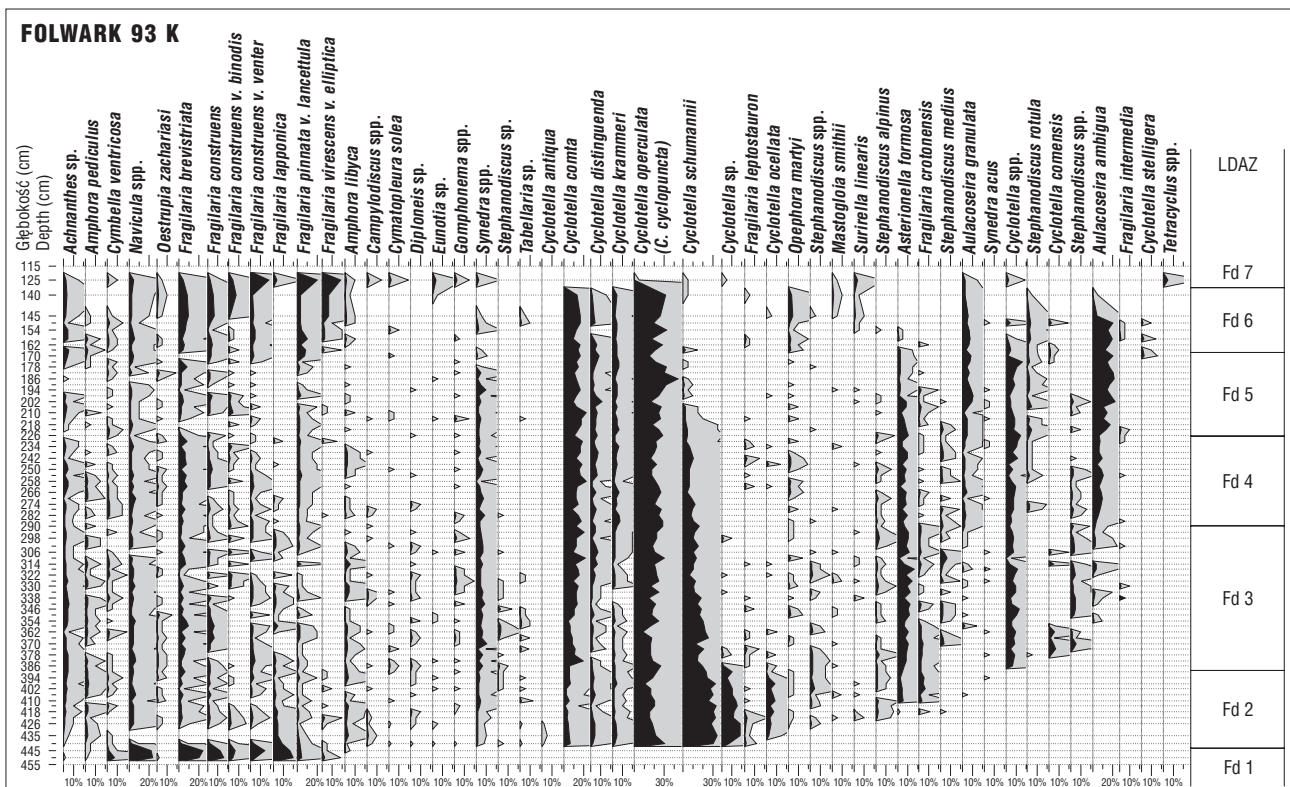
czyzna. Kolejny etap to wzrost znaczenia olszy a następnie również świerka (Fp-3 *Alnus-Picea* L PAZ). Lasy świerkowo-olszowe dominują na badanym obszarze. Zmniejsza się rola sosny i brzozy. Wzrasta znaczenie drzew o wyższych wymaganiach termicznych i leszczyny. Pojawia się lipa. Trzy opisane powyżej etapy rozwoju roślinności należy zaliczyć do początku interglacjału. Panował wówczas klimat borealny przechodzący do borealno-umiarkowanego (Krupiński, 1995).

Kolejne dwa lokalne poziomy pyłkowe (Fp-4 *Taxus-Alnus-Picea* i Fp-5 *Abies-Carpinus-Alnus*) odpowiadają optimum klimatycznemu interglacjału. W czasie jego trwania doszło do rozwoju lasów mieszanych. Początkowo były to lasy świerkowe z udziałem cisa, a następnie być może również lasy cisowe. Domieszkę stanowiła leszczyna, dąb, lipa, wiąz i jesion. Na wilgotnych siedliskach w dalszym ciągu panującym drzewem była olsza. W drzewostanach pojawia się również grab. Na schyłek panowania lasów cisowych przypada wzrost znaczenia graba i pojawienie się jodły przy utrzymujących się w składzie lasów drzewach występujących wcześniej. W optimum klimatycznym interglacjału panował klimat umiarkowany (Krupiński, 1995).

Ostatni lokalny poziom pyłkowy (Fp-6 *Pinus-Juniperus-Larix-Artemisia* L PAZ) można już zaliczyć do schyłkowej części interglacjału. Choć w składzie drzewostanów utrzymuje się jeszcze zarówno świerk, jodła, grab, olsza a nawet niewielkie ilości dębu, to wyraźnie wzrasta rola sosny i nieznacznie również brzozy. Ponownie pojawia się modrzew. Zwarcie drzewostanów zmniejsza się, co przejawia się pojawieniem zbiorowisk jałowca i bylicy. Klimat ponownie nabiera cech klimatu borealnego (Krupiński, 1995).

Uwagi na temat wieku osadu

Zasadnicze cechy opisanej powyżej sukcesji takie jak mniej więcej równoczesne pojawienie się świerka i olszy,



Ryc. 3. Uproszczony diagram okrzemkowy osadów interglacjału mazowieckiego ze stanowiska „Folwark 93K”
Fig. 3. Simplified diatom diagram of the Mazovian Interglacial deposits at "Folwark 93K"

wyraźna dominacja cisa, następnie pojawienie się jodły i graba są charakterystyczne dla sukcesji mazowieckiej. Powtarzają się one w diagramach z różnych stanowisk z terenu Polski (Krupiński, 2000). Do cech charakterystycznych dla interglacjalu mazowieckiego należy również obecność ciepłolubnych taksonów takich jak: *Pterocarya*, *Azolla*, *Salvinia*, *Celtis*. W materiale z profilu „Folwark 93K” nie znaleziono ich. Trzeba jednak pamiętać o tym, że przedstawione w niniejszym artykule opracowanie jest typu ekspertyzowego, a odległości między badanymi próbkami wahają się od kilku do 30 cm. Są stanowiska, w których *Pterocarya* występuje w niewielkich czy wręcz śladowych ilościach. Należy do nich między innymi stanowisko Brus i Zdany (Pidek, 2003), Białe Ługi (Ludwikowska-Kędzia & Nita, 2002), Kasyldów (Żarski i in., 2005). Różny też bywa udział grabu w fazie grabowo-jodłowej od wartości wysokich w takich stanowiskach jak Ossówka (Krupiński, 1995), Poznań (Winter, 1991), Wilczyn (Bińka i in., 1997) do nie przekraczających wartości 5% w Jamnie (Brzeziński & Janczyk-Kopikowa, 1991) czy położonym bardzo blisko stanowiska „Folwark 93K” wierceniu z Pola Bełchatów 65/15 (Janczyk-Kopikowa, 1987; Krzyszkowski, 1989) i innych z terenu środkowej Polski. Możliwe, że małe ilości grabu w diagramach z Polski środkowej są cechą regionalną (Brzeziński & Janczyk-Kopikowa, 1991). Tego rodzaju obserwacje dotyczą również innych taksonów jak choćby udziału cisa czy jodły. Nie zmienia to jednak faktu, że wiek analizowanego osadu w stanowisku „Folwark 93K” można określić na interglacjal mazowiecki mimo braku jej niektórych cech, jak wspomniany powyżej brak *Pterocarya*. Na ryc. 4 przedstawiono wstępną korelację lokalnych poziomów pyłkowych z Folwarku z regionalnymi poziomami pyłkowymi opisanymi przez Krupińskiego (1995) dla rejonu Białej Podlaskiej. Niemożność ścisłej korelacji lokalnych poziomów pyłkowych z regionalnymi wynika z ekspertyzowego opracowania profilu pyłkowego z „Folwarku 93K”.

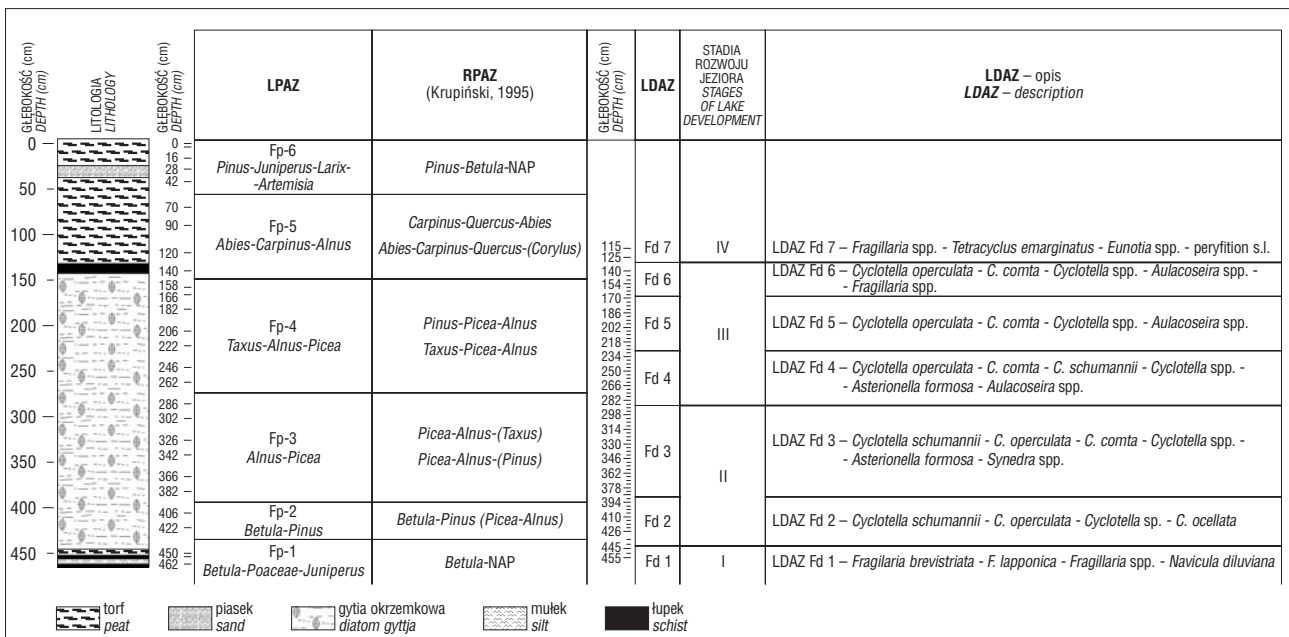
Analiza diatomologiczna

W celu opracowania diatomostratygrafii osadów organicznych stanowiska Folwark 93K, wykonano macerację i przygotowano stałe preparaty z 80 próbek do badań mikroskopowych. Następnie w wyniku analizy jakościowej i ilościowej okrzemek w badanych próbkach (z głęb. 1,15–4,55 m) zidentyfikowano 177 taksonów, wśród których najliczniejsze są rodzaje *Cyclotella*, *Fragilaria* i *Aulacoseira* reprezentujące podobny przebieg sukcesji okrzemek jak w przypadku interglacjalu mazowieckiego w profilu z Adamówki (Marciniak, 2004). Wstępne wyniki analizy pyłkowej i okrzemkowej badanych osadów jeziornych potwierdziły interglacjalny typ roślinności i sukcesji okrzemek w stanowisku Folwark 93K (Balwierz i in., 2005). Na podstawie zmian składu gatunkowego i relatywnej frekwencji okrzemek w analizowanym profilu wyróżniono siedem lokalnych poziomów okrzemkowych (*Local Diatom Assemblage Zones*: L DAZ Fd 1–Fd 7). Poziomy te (ryc. 4) reprezentują sukcesję okrzemek i charakteryzują rozwój kopalnego jeziora w Folwarku.

W pierwszym poziomie (L DAZ Fd 1 — *Fragilaria brevistriata*-*F. lapponica*-*Fragilaria* spp.-*Navicula diluviana*) dominowały okrzemki litoralne, peryfitonowe sensu lato, alkalifilne, przy zupełnym braku okrzemek planktonowych.

W drugim poziomie pojawiły się bardzo licznie okrzemki planktonowe, oligohalobowe z rodzaju *Cyclotella*, (L DAZ Fd 2 — *Cyclotella schumannii*-*C. operculata*-*Cyclotella* sp.-*C. ocellata*), które są częste w borealnych jeziorach typu oligotroficznego. *Cyclotella schumannii* (Grunow) Håkansson, którą we wcześniejszych opracowaniach zidentyfikowano jako *C. vorticosus* A. Berg, obecnie oznaczono według opisu podanego w opracowaniu Kramera & Lange-Bertalota (1991).

Trzeci poziom L DAZ Fd 3 — *Cyclotella schumannii* -*C. operculata*-*C. compta*-*Cyclotella* spp.-*Asterionella formosa*-*Synedra* spp.) charakteryzuje lekki wzrost udziału



Ryc. 4. Korelacja lokalnych poziomów pyłkowych, regionalnych poziomów pyłkowych, lokalnych poziomów okrzemkowych i stadiów rozwoju jeziora w stanowisku „Folwark 93K”

Fig. 4. Correlation of local pollen assemblage zones, regional assemblage zones, local diatom assemblage zones and stages of lake development at "Folwark 93K"

Cyclotella comta (Ehrenberg) Kützing, (głównie *C. comta* var. *lichvinensis* (Jous) Loginova, *C. comta* var. *pliocaenica* Krasske), *Asterionella formosa* Hassal i *Synedra* spp. oraz niewielkie zmniejszenie liczebności *Cyclotella schumannii* — gatunku najliczniejszego w poprzednim poziomie. Notowano tu także obecność *C. temperiana* (Loginova) Loginova i *C. michiganiana* var. *parvula* Loginova.

W czwartym poziomie obserwowano zmianę składu gatunkowego okrzemek planktonowych w obrębie rodzaju *Cyclotella* (L DAZ Fd 4 — *Cyclotella operculata* -*C. comta*-*C. schumannii*-*Asterionella formosa*-*Aulacoseira* spp.). Zmiana ta była związana przede wszystkim z dalszym zmniejszeniem frekwencji *Cyclotella schumannii* i połączona z niewielkim wzrostem liczebności *Aulacoseira* spp. odnotowanym w środkowej części profilu.

Piąty poziom (L DAZ Fd 5 — *Cyclotella operculata*-*C. comta*-*C. schumannii*-*Aulacoseira* spp.) charakteryzuje, obok dominujących tu gatunków z rodzaju *Cyclotella* (z wyjątkiem *C. schumannii*), zmniejszanie się frekwencji *Asterionella formosa*. Równocześnie następuje dalszy wzrost liczebności *Aulacoseira* spp., które obecnie często występują w letnim fitoplanktonie jezior eutroficznych.

W szóstym poziomie okrzemkowym (L DAZ Fd 6 — *Cyclotella operculata*-*C. comta*-*Fragilaria* spp.-*Aulacoseira* spp.) obok okrzemek planktonowych (*Cyclotella* i *Aulacoseira*) występują także dość licznie gatunki okrzemek litoralnych, peryfitonowych należących do rodzaju *Fragilaria* sensu lato.

W siódmym poziomie (L DAZ Fd 7 — *Fragilaria* spp.-*Tetracyclus emarginatus*-*Eunotia* spp. - peryfiton s.l.) dominują głównie okrzemki peryfitonowe sensu lato, wśród których przeważają *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow z odmianami i *F. pinnata* Ehrenberg (sensu Hustedt 1931–1966; Zabelina i in., 1951; Siemińska, 1964; Krammer & Lange Bertalot, 1991). Jest to schyłkowy okres sukcesji okrzemek, w którym nieliczne są okrzemki planktonowe występujące w poprzednich poziomach okrzemkowych w Folwarku.

Rozwój jeziora

Na podstawie sukcesji okrzemek opisanej w siedmiu poziomach okrzemkowych (ryc. 4) można scharakteryzować cztery główne stadia (I–IV) rozwoju kopalnego jeziora w Folwarku w nawiązaniu do wyżej przedstawionych wyników analizy pyłkowej (ryc. 4).

W stadium pierwszym, w czasie panowania lasów brzoźowych z dużym udziałem światłożądnych krzewów i roślin zielnych, reprezentowanym przez poziom okrzemkowy L DAZ Fd 1 dominowały okrzemki litoralne (głównie *Fragilaria* spp.). Jest to typowy obraz ubogiej gatunkowo, słabo zróżnicowanej, pionierskiej mikroflory okrzemek zasiedlającej zazwyczaj płytkie jeziora późnoglacialne i wczesnointerglacialne.

Pojawienie się w drugim stadium rozwoju jeziora (reprezentowanym przez poziomy okrzemkowe L DAZ Fd 2 i L DAZ Fd 3) bardzo licznych okrzemek planktonowych, oligohalobowych z rodzaju *Cyclotella* (początkowo głównie *Cyclotella schumannii*), a następnie wzrost udziału *Asterionella formosa* i *Synedra* spp., można łączyć ze stopniową poprawą warunków termicznych i znacznym pogłębieniem jeziora w porównaniu z pierwszym, inicjalnym stadium jego rozwoju. Zmiany te wskazują na przejściowy, oligo-mezotroficzny typ ówczesnego jeziora, w czasie gdy początkowo dominują lasy brzoźowo-świerkowe, a następnie świerkowo-olszowe i wzrasta znaczenie drzew o wyższych wymaganiach termicznych.

W trzecim stadium (L DAZ Fd 4–L DAZ Fd 6) obserwowano zmniejszenie się frekwencji *Cyclotella schumannii* i początkowo niewielki wzrost liczebności *Aulacoseira* spp. W środkowej części tego stadium obok dominujących tu gatunków z rodzaju *Cyclotella* — *C. operculata* (Agardh) Kützing lub *C. cyclopuncta* Håkansson & Carter, *C. comta* (Ehrenberg) Kützing następuje dalszy wzrost liczebności gatunków *Aulacoseira*, obecnie często występujących w letnim fitoplanktonie jezior eutroficznych. Może to wskazywać na znaczne podniesienie się temperatury wody w jeziorze w sezonie letnim i jego eutrofizację właściwą dla jezior interglacialnych w czasie optimum klimatycznego. U schyłku trzeciego stadium obok okrzemek planktonowych (*Cyclotella* i *Aulacoseira*) występują także dość licznie okrzemki litoralne, peryfitonowe należące do rodzaju *Fragilaria* s.l. wskazujące na stopniowe zarastanie i spływanie jeziora. Był to okres rozwoju lasów mieszanych odpowiadający optimum klimatycznemu interglacialu mazowieckiego, początkowo były to lasy świerkowe, a następnie zapewne lasy cisowe. Domieszkę stanowiły leszczyna, dąb, lipa, wiąz i jesion, pojawił się również grab.

W czwartym stadium (L DAZ Fd 7) przeważają *Fragilaria construens* z odmianami i *F. pinnata* oraz niewiele innych gatunków okrzemek typowych dla litoralnej strefy jezior lub płytkich, zatorfionych, zarośniętych makrofitami, małych zbiorników wodnych. Stadium to dokumentuje zapewne krótkotrwały okres chłodny, w którym następował zanik jeziora i tworzenie się torfowiska. Okres ten przypada w czasie wzrostu znaczenia graba i pojawienia się jodły u schyłku panowania lasów cisowych, przy utrzymujących się w składzie lasów drzewach występujących wcześniej. W tym czasie wzrasta też znaczenie roślin zielnych.

Przedstawiony wyżej przebieg sukcesji okrzemek zwłaszcza w środkowej części analizowanych osadów z Folwarku (w II i III stadium rozwoju jeziora) może wskazywać na zmiany warunków środowiska zachodzące w jeziorze pod wpływem niewielkich wahań lub dość stabilnych warunków paleoekologicznych i stopniowych zmian klimatycznych w czasie interglacialu mazowieckiego w rejonie Bełchatowa.

W kilku równowiekowych stanowiskach tego interglacialu, pomimo dużego oddalenia geograficznego analizowanych stanowisk, obserwowano podobny przebieg sukcesji okrzemek zarówno w południowo-wschodniej Polsce — w inicjalnej fazie i w starszej części interglacialu mazowieckiego w profilu z Adamówki (Kotlina Sandomierska), jak też w Rosji — w profilu interglacialu lichwińskiego z Czekalina (w rejonie Tuskim) oraz w stanowiskach interglacialu aleksandryjskiego Matwiejew Row 2 i Gwoźnica na Białorusi (Gruzman i in., 1975; Loginova, 1979, 1982; Khursevich, 1999; Khursevich & Fedenya, 1998; Khursevich & Loginova, 1980; Bińka i in., 1987; Marciniak, 1986, 1998; Khursevich & Marciniak, 1998; Marciniak & Khursevich, 2002).

Porównawcze badania diatomologiczne wykazały w wymienionych stanowiskach liczne występowanie okrzemek należących do rodzaju *Cyclotella* (głównie *C. comta* var. *lichvinensis* (Jousé) Loginova, *C. comta* var. *pliocaenica* Krasske, *C. temperiana* (Loginova) Loginova, *C. michiganiana* var. *parvula* Loginova (lub *C. parvula* Loginova), które są typowe dla równowiekowych odpowiedników interglacialu mazowieckiego (m.in. Loginova, 1979, 1982; Marciniak, 1986, 1998; Khursevich & Marciniak, 1998; Khursevich, 1999; Marciniak & Khursevich, 2002). Taksony te są wskaźnikami biochronologicznymi nie tylko dla stanowisk osadów jeziornych interglacialu mazowieckiego i jego odpowiedników (interglacialu aleksandryjskiego i lichwińskiego), w których są bardzo liczne, lecz także dla wielu innych nie wymienionych tu stanowisk ze

środkowej i wschodniej Europy, w których okrzemki te występują mniej licznie. Nawet ich nieliczne występowanie pozwala na określenie przynależności tych stanowisk do wymienionych interglacjałów na podstawie okrzemek.

Uwagi końcowe

Wyniki analizy pyłkowej i okrzemkowej wykazały, że sedymentacja osadów ze stanowiska „Folwark 93K” nastąpiła w czasie interglacjału mazowieckiego. Jest to pierwszy interglacjał tego wieku opisany z odkrywki bełchatowskiej. Wniosek ten zmusza do ponownego rozważenia pozycji chronostratygraficznej niektórych jednostek litostratygraficznych. Szczególnie dotyczy to jednostek ze środkowego plejstocenu. Prace zmierzające do ponownego uporządkowania tych jednostek wymagają nie tylko ponownego przejrzenia publikacji, lecz także rozległych materiałów archiwalnych, niestety nie zawsze łatwo osiągalnych. Wiele wniosków już się nasuwa, ale będą one przedstawione w pracy przygotowywanej do druku, a jeden z ważniejszych dotyczy datowania silnych deformacji osadów plioceno-plejstocenich środkowego piętra strukturalnego. Nie zaburzone osady interglacjału mazowieckiego, spoczywające na kompleksie utworów silnie zdeformowanych, dowodzą, że przynajmniej jedna z faz deformacji zakończyła się przed omawianym interglacjałem, a nie dopiero w stadiale Pilicy, jak przyjmowano dotychczas (Gotowała, 1982; Hałaszcak, 1982; Krzyszkowski, 1995; Gotowała & Hałaszcak, 2002).

Literatura

- BALWIERZ Z. & GOŹDZIK J. 2000 — Jeziorno-bagienne osady organiczne interstadiału prewarciańskiego w odsłonięciach kopalni „Bełchatów”. *Prz. Geol.*, 48: 320–324.
- BALWIERZ Z., GOŹDZIK J. & MARCINIAK B. 2005 — Wstępne wyniki analizy palinologicznej i diatomologicznej osadów jeziornych z nowego profilu w stanowisku Folwark 93K w rowie Kleszczowa (centralna Polska). II Polska Konf. Paleobot. Czwartorzędu. 10–13 maja 2005. Okuninka (Polesie Lubelskie). Streszczenia i przewodnik wycieczek terenowych : 4–6.
- BIŃKA K., LINDNER L. & NITYCHORUK J. 1997 — Geologic-floristic setting of the Mazovian Interglacial sites in Wilczyn and Lipnica in southern Podlasie (eastern Poland) and their palaeogeographic connections. *Geol. Quarter.*, 41: 381–394.
- BIŃKA K., MARCINIAK B. & ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M. 1987 — Analiza palinologiczna i diatomologiczna osadów interglacjału mazowieckiego w Adamówce (Kotlina Sandomierska). *Kwart. Geol.*, 31: 453–474.
- BRZEZIŃSKI M. & JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1991 — Interglacjał mazowiecki w Jammie k. Łowicza. *Prz. Geol.*, 39: 292–298.
- GOTOWAŁA R. 1982 — Tektonika i wykształcenie strukturalne czwartorzędu w rejonach Piaski i Buczyzna–Chojny. [In:] Baraniecka M. D., Brodzikowski K. & Kasza L. (red.), *Przew. Symp. Czwartorzęd rejonu Bełchatowa*. Wrocław–Warszawa: 41–65.
- GOTOWAŁA R. & HAŁUSZCZAK A. 2002 — The Late Alpine structural development of the Kleszczów Graben (Central Poland) as a results of reactivation of the pre-existing, regional dislocations. *EGV Stephan Mueller Spec. Publ. Ser.*: 137–150.
- GOŹDZIK J. & BALWIERZ Z. 1993 — Utwory organiczne w spągu i stropie osadów uznawanych za warciańskie w kopalni Bełchatów. *Acta Geogr. Lodz.*, 65: 49–72.
- GOŹDZIK J., BALWIERZ Z., SZYNKIEWICZ A. & LESIAK M. A. 1989 — Quaternary deposits overlying the brown coal sedimentation. The 5th European Paleobotanical and Palynological Conference, June 26–30, 1998, Cracow, Poland. Guide to Excursion 2, Tertiary-Quaternary (Pleistocene) floras of Bełchatów (Middle Poland) and several localities in south-western Poland: 16–26.
- GRUZMAN G. G., KONDRATENE O. P. & KHURSEVICH G. K. 1975 — Raschleneniye antropogenovoy tolschi v razreze skv. 7 (s. Gvoznitsa Maloritskogo rayona Bretskoy oblasti). [In:] *Stratigraphiya y paleogeografiya antropogena*. Nauka y Tekhnika. Minsk: 210–223.
- HAŁUSZCZAK A. 1982 — Zarys budowy geologicznej czwartorzędu w rejonach Piaski oraz Buczyzna—Chojny. [In:] Baraniecka M. D., Brodzikowski K. & Kasza L. (ed.), *Przew. Symp. Czwartorzęd rejonu Bełchatowa*. Wrocław–Warszawa: 14–35.
- HUSTEDT F. 1931–1966 — Die Kieselalgen Deutschlands, sterreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. [In:] Rabenhorst L. (ed.), *Kryptogamen-flora*. Band VII. Leipzig.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1987a — Wyniki analizy pyłkowej osadów serii Chojny na przykładzie stanowiska Buczyzna Phn. *Przew. II Symp. Czwartorzęd Rejonu Bełchatowa*, Wrocław–Warszawa: 91–92.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1987b — Wyniki analizy pyłkowej z wiercenia z Pola Bełchatów. *CAG Państw. Inst. Geol.*
- KHURSEVICH G. K. 1999 — Diatom communities from the Middle Pleistocene deposits of Belarus. [In:] *Proc. 14th Int. Diatom Symp.*, 1996, Sh. Mayama, Sh. Idei & I. Koizumi (eds), Koeltz Scientific Books, Koenigstein: 591–601.
- KHURSEVICH G. K. & FEDENYA S. A. 1998 — Microstratigraphy of the Alexandrian Interglacial deposits Mikrostratigrafia aleksandrijskikh mezhdlednikovyx otloozheniyi po dannym diatomovogo analiza. *Dokl. Nat. Akad. Nauk Belarusi*, 42: 107–112.
- KHURSEVICH G. K. & LOGINOVA L. P. 1980 — The fossil diatom flora of Belarus (the systematic review). *Nauka y Tekhnika*. Minsk: 1–122.
- KHURSEVICH G. K. & MARCINIAK B. 1998 — Correlation of the Alexandrian (Matveev Rov 2, Belarus) and the Mazovian (Adamówka 1, Poland) interglacial profiles based on the diatom analysis. *Lithosphere*, 9: 15–24.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1991 — Bacillariophyceae 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. [In:] Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & D. Mollenhauer (eds), *Süswasserflora von Mitteleuropa* 2, Teil 3, Fischer, Stuttgart.
- KRUPIŃSKI K. 1995 — Stratygrafia pyłkowa i sukcesja roślinności interglacjału mazowieckiego. *Acta Geogr. Lodz.*, 70: 1–200.
- KRUPIŃSKI K. 2000 — Korelacja palinostratygraficzna osadów interglacjału mazowieckiego z obszaru Polski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 169: 1–61.
- KRZYSZKOWSKI D. 1989 — The Deposits of Mazovian (Holsteinian) Interglacial in The Kleszczów Graben (Central Poland). *Bull. Pol. Acad. Sc., Earth Sc.*, 37: 121–130.
- KRZYSZKOWSKI D. 1995 — An outline of the Pleistocene Stratigraphy of the Kleszczów Graben, Bełchatów outcrop, Central Poland. *Quater. Sc. Rev.*, 14: 61–83.
- KRZYSZKOWSKI D. & NITA M. 1993 — Nowe stanowiska interstadiału Pilicy (formacja Chojny) w odkrywce Bełchatów. *Prz. Geol.*, 41: 788–797.
- LOGINOVA L. P. 1979 — Paleogeography of the Likhvinian Interglacial of the central zone of the East-European plain (based on the diatom analysis), (In Russian). *Nauka y Tekhnika*, 138. Minsk.
- LOGINOVA L. P. 1982 — The Likhvin diatom flora from the Central Part of the East-European Plain, its paleogeographical and stratigraphical significance. *Acta Geol. Hung.*, 25: 149–160.
- LUDWIKOWSKA-KĘDZIA M. & NITA M. 2002 — Osady interglacjału mazowieckiego w rejonie torfowiska Białe Ługi (Góry Świętokrzyskie). *Prz. Geol.*, 50: 875–878.
- MARCINIAK B. 1980 — Middle Pleistocene diatoms from lacustrine deposits from Kępice (Lublin Upland). *Kwart. Geol.*, 24: 349–360.
- MARCINIAK B. 1983 — Diatoms in the Mazovian Interglacial of the Lublin Upland. *Bull. Acad. Pol. Sc., Sc. Terre*, 30: 77–85.
- MARCINIAK B. 1986 — Diatoms in the Mazovian (Holstein, Likhvin) Interglacial sediments of south-eastern Poland. [In:] *Proc. 8th Int. Diatom Symp.* 1984, M. Ricard (ed.), O. Koeltz, Koenigstein: 483–494.
- MARCINIAK B. 1998 — Diatom stratigraphy of the Mazovian Interglacial lacustrine sediments in southeastern Poland. *Studia Geol. Pol.*, 113: 7–64.
- MARCINIAK B. 2004 — Diatomostratygrafia organicznych osadów interstadialnych sprzed zlodowacenia Warty w stanowisku Folwark (k. Bełchatowa). *Polska Akademia Nauk, Inst. Nauk Geol. Sprawozdanie z działalności w 2004 r.*, Warszawa, luty 2005: 16.
- MARCINIAK B. & KHURSEVICH G. 2002 — Comparison of diatom successions from Mazovian (Poland) and Alexandrian (Belarus) lacustrine interglacial deposits. *Geol. Quarter.*, 46: 59–68.
- PIDEK I. A. 2003 — Mesopleistocene vegetation history in the northern foreland of the Lublin Upland based on palaeobotanical studies of the profiles from Zdany and Brus sites. *Wyd. UMCS, Lublin*: 1–93.
- SIEMIŃSKA J. 1964 — Bacillariophyceae — Okrzemki. [In:] *Flora słodkowodna Polski*, 6. PWN.
- WINTER H. 1991 — Results of pollen analysis of the Poznań 1 profile (Kock vicinity, Eastern Poland). *Kwart. Geol.*, 35: 133–140.
- ZABIELINA M. M., KISELEV I. A., PROSHKINA-LAVRENKO A. I. & SHESHUKOVA V. S. 1951 — Diatomovye vodorosli. *Opredelitel presnovodnykh vodorosley SSSR*. Gosud. Izd. Sov. Nauka. Moskva, 4: 1–619.
- ŻARSKI M., NITA M. & WINTER H. 2005 — Nowe stanowiska interglacialne w rejonie dolin Wilgi i Okrzejki na Wysoczyźnie Żelechowskiej (Polska południowo-wschodnia). *Prz. Geol.*, 53: 137–144.