

OSADY INTERGLACJALNE W FAŁĘCICACH ORAZ ICH ZNACZENIE DLA STRATYGRAFII PLEJSTOCENU W DORZECZU DOLNEJ PILICY (POLSKA ŚRODKOWA)

Leszek Lindner¹, Barbara Marciniak²
& Maria Ziemińska-Tworzydło¹

¹*Instytut Geologii Podstawowej Uniwersytetu Warszawskiego, Al. Żwirki i Wigury 93,
02-089 Warszawa*

²*Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, Al. Żwirki i Wigury 93,
02-089 Warszawa*

Lindner L., Marciniak B. & Ziemińska-Tworzydło M., 1991. Osady interglacjalne w Fałęcicach oraz ich znaczenie dla stratygrafii plejstocenu w dorzeczu dolnej Pilicy (Polska Środkowa). Interglacial sediments at Fałęcice and their significance to stratigraphy of the Pleistocene in the Lower Pilica drainage basin (Central Poland). (In Polish, English summary). *Ann. Soc. Geol. Polon.*, 61: 231-256.

Abstract: Palynological studies of intra-till mineral and organic sediments in the site Fałęcice on the Lower Pilica River enabled to refer their deposition to the first (in a broad sense) climatic optimum (pollen periods I – IV) of the Ferdynandovian Interglacial (Byelovezhian, Voigtstedt). Diatomological analyses indicate presence of sporadic diatoms in the middle part of these sediments only (diatom horizons A – F). Noted diatoms document a short existence of an eutrophic lake in a younger part of the first optimum of this interglacial. Interglacial sediments of the Fałęcice site were laid down at the time of the maximum extent of the ice sheet of the Wartanian Glaciation. The till underlying these sediments represents the Sanian 1 Glaciation whereas the overlying tills correspond to the glaciations Sanian 2, Odranian and Wartanian according to Lindner (1988a, b).

Key words: Pleistocene, stratigraphy, interglacial deposits, pollen analysis, diatomological analysis, Central Poland

Manuscript received 7 July 1989, revised and accepted 2 October 1991

Abstrakt: Badania palinologiczne międzymorenowych osadów mineralnych i organogenicznych stanowiska Fałęcice nad dolną Pilicą pozwalają odnieść ich akumulację do pierwszego, szeroko pojętego optimum klimatycznego (okresy pyłkowe I – IV) interglacja ferdynandowskiego (= białowieskiego, voigtstedt). Badania diatomologiczne wykazały obecność nielicznych okrzemek jedynie w środkowej części tych osadów (poziomy okrzemkowe A – F). Stwierdzone okrzemki charakteryzują krótkotrwały okres istnienia jeziora eutroficznego w młodszej części pierwszego optimum wymienionego interglacjału. Osady interglacjalne stanowiska Fałęcice znajdują się w strefie maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia Warty. Gлина zwałowa występująca poniżej tych osadów reprezentuje zlodowacenie Sanu 1 a zachowane nad nimi gliny zwałowe odpowiadają zlodowaceniom: Sanu 2, Odry i Warty w ujęciu Lindnera (1988a, b).

WSTĘP

Celem pracy jest prezentacja wyników analizy palinologicznej i wstępnych wyników analizy diatomologicznej interglacialnych osadów mineralnych i organogenicznych występujących między poziomami glin zwałowych w Fałecicach nad Pilicą (Fig. 1) oraz określenie ich wieku a tym samym pozycji stratygraficznej starszych i młodszych od nich osadów plejstocenijskich w dorzeczu dolnej Pilicy. Osady te pobrano przy pomocy wiercenia badawczego, wykonanego w 1963 roku dla Katedry Geologii Czwartorzędu Uniwersytetu Warszawskiego, dzięki uprzejmości Prezesa Centralnego Urzędu Geologii. Wiercenie zlokalizowano na obszarze opracowanym szczegółowo w latach

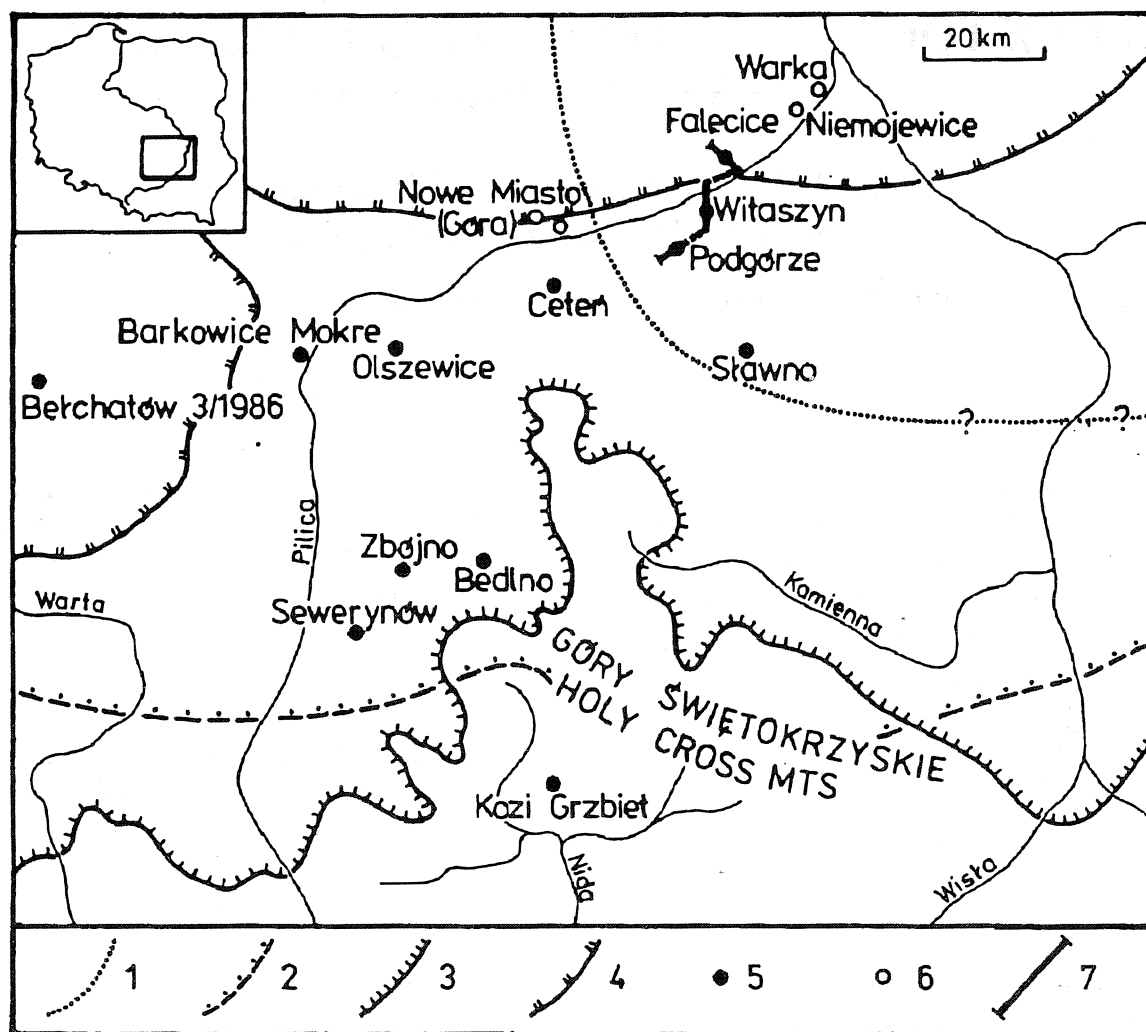


Fig. 1 Położenie stanowiska Fałecice oraz innych stanowisk interglacialnych w południowej części Polski Środkowej na tle zasięgów zlodowaceń skandynawskich według Lindnera (1988a). 1 – zlodowacenie Narwi; 2 – zlodowacenie Nidy; 3 – zlodowacenie Odry; 4 – zlodowacenie Warty; 5 – stanowiska interglacialne; 6 – ważniejsze odsłonięcia osadów plejstocenijskich; 7 – linia przekroju geologicznego (por. Fig. 5)

Fig. 1 Location of the Fałecice site and of other interglacial sites in southern Central Poland against extents of Scandinavian glaciations after Lindner (1988a). 1 – Narevian Glaciation; 2 – Nidanian Glaciation; 3 – Odranian Glaciation; 4 – Wartanian Glaciation; 5 – interglacial sites; 6 – exposures of Pleistocene sediments; 7 – line of geologic section (cf. Fig. 5)

1959-1960 w ramach pracy magisterskiej Wysoczańskiego-Minkowicza (1961). Wyniki wstępnych badań palinologicznych (Dr J. Niklewski) wydobytych osadów pozwoliły wiązać ich akumulację z interglacją wielką = mazowiecką w rozumieniu S. Z. Różyckiego (por. Wysoczański-Minkowicz, 1966). Dokładniejsza analiza palinologiczna osadów z wiercenia w Fałęcicach wykonana w Zakładzie Paleontologii Uniwersytetu Warszawskiego przez Wróblewską (1970) w ramach pracy magisterskiej pod kierunkiem prof. Mikołaja Kostyniuka, wykazała podobieństwo sukcesji roślinności do obrazu znanego z profilów Ferdynandowa (por. Janczyk-Kopikowa, 1963, 1975) i Łukowa (por. Sobolewska, 1969).

Późniejsze uznanie stanowiska Ferdynandów za stratotyp nowego interglacjalu ferdynandowskiego (por. Janczyk-Kopikowa *et al.*, 1981) skłoniło autorów niniejszej pracy do odszukania w 1988 roku próbek wcześniej zmacerowanych (Wróblewska, 1970) osadów interglacjalnych z Fałecic i poddania ich ponownej analizie paleobotanicznej w celu określenia korelacji stwierdzonych okresów i faz rozwoju roślinności z sukcesją roślinności w Ferdynandowie.

SYTUACJA GEOLOGICZNA BADANYCH OSADÓW

W rejonie Fałecic osady plejstocenyjskie osiągają 15-30 m miąższości i leżą na wysokości 118-146 m n.p.m. na piaskach i mułkach protoplejstocenyjskich (eoplejstocenyjskich w ujęciu Wysoczańskiego-Minkowicza, 1966). Budują one południową część Wysoczyzny Rawskiej, obciętej od południa krawędzią doliny Pilicy.

Profil syntetyczny osadów plejstocenyjskich tego regionu w dużym stopniu pokrywa się z profilem otworu wiertniczego w Fałecicach (Fig. 2-5). Najstarszym osadem plejstocenyjskim jest tu szara glina zwałowa o miąższości do 5,8 m, z gładzikami o średnicy do 2-3 cm, zaliczona przez Wysoczańskiego-Minkowicza (1966) do młodszego stadiału zlodowacenia krakowskiego.

Glinę tę przykrywa kompleks osadów mineralnych i organogenicznych o miąższości do 6,4 m, który w interpretacji cytowanego autora miał reprezentować interglacjal wielki (Fig. 2). Kompleks ten od dołu rozpoczyna piasek średnio i gruboziarnisty barwy szarej oraz wyżej leżące ropy niebieskoszare z plamami czarnoniebieskimi. Nad nimi występuje szary muł i wyżej leżący szary, gliniasty piasek średnio i gruboziarnisty z gładzikami o średnicy do 5 cm. Środkową część wymienionego kompleksu stanowią organogeniczne osady jeziorne, które rozpoczyna ciemnobrunatny, zwarty ropy o strukturze łupkowej, przechodzący ku górze w plastyczny ropy z wkładkami czarnego torfu oraz wyżej występujący czarny muł torfiasty z kawałkami drewna a nad nim brunatnoszary ropy plastyczny z czarnymi smugami. Górną część opisywanego kompleksu reprezentuje cienka (80 cm miąższości) warstwa zwarty, zielonkawoszarej gliny zwałowej, którą Wysoczański-Minkowicz (1966) określa jako osad soliflukcyjny.

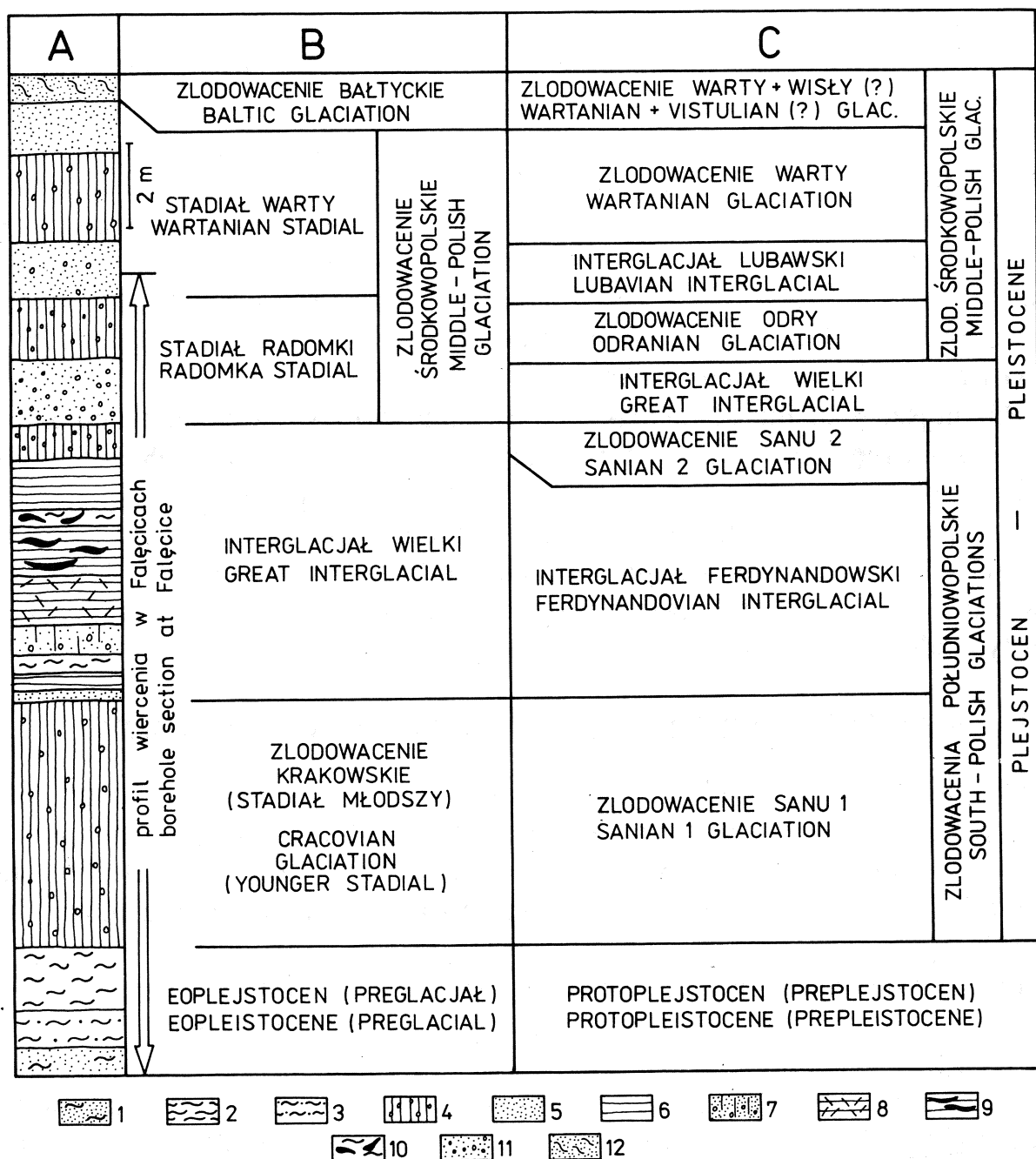


Fig. 2 Profil syntetyczny osadów plejstocenijskich w rejonie Fałęcic nad Pilicą. Litologia (A) i wiek (B) według Wysoczańskiego-Minkowicza (1966) oraz wiek (C) według autorów. 1 – piasek mulasty, warstwowany; 2 – muł; 3 – muł piaszczysty; 4 – glina zwałowa; 5 – piasek; 6 – ił; 7 – piasek gliniasty; 8 – ił o strukturze łupkowej (łupek bitumiczny); 9 – ił z wkładkami torfu; 10 – muł torfiasty z kawałkami drewna; 11 – żwir z piaskiem; 12 – piasek pokrywowy i zboczowy

Fig. 2 Synthetic section of Pleistocene sediments near Fałęcice on the Pilica River. Lithology (A) and age (B) after Wysoczański-Minkowicz (1966) and age (C) after the authors. 1 – stratified silty sand; 2 – silt; 3 – sandy silt; 4 – till; 5 – sand; 6 – clay; 7 – clayey sand; 8 – shaly clay (bituminous shale); 9 – clay with peat intercalations; 10 – peaty silt with wood pieces; 11 – gravel with sand; 12 – covering and slope sand

Ponad interglacialnym kompleksem osadów mineralnych i organogenicznych w rejonie Fałęcic występuje żwir z piaskiem gruboziarnistym, o miąższości do 4 m, przemyty, barwy brunatnożółtej, w dole z gładzikami o średnicy

do 15 cm. Nad nim leży kolejny poziom brunatnożółtej gliny zwałowej o miąższości do 1,6 m, słabo zwięzłej z głazikami o średnicy 5-15 cm. W interpretacji Wysoczańskiego-Minkowicza (1966) zarówno wymieniony żwir jak i przykrywająca go glina zwałowa mają reprezentować stadiał Radomki w obrębie zlodowacenia środkowopolskiego (Fig. 2).

Młodszy osadami opisywanego rejonu są piaski ze żwirem uznane przez cytowanego autora za fluwioglacjalne i zaliczane przez niego, wraz z wyżej leżącą gliną zwałową i piaskami nadglinowymi, do stadiału Warty w obrębie zlodowacenia środkowopolskiego (Fig. 2). Najmłodszy osadami plejstoceńskimi są tu piaski pokrywowe i zboczowe, których powstanie związane jest ze zlodowaceniem bałtyckim (Wysoczański-Minkowicz, 1966).

WYNIKI ANALIZY PALINOLOGICZNEJ

Wykonana przez Wróblewską (1970) analiza badanych osadów interglacjalnych metodą Troels-Smitha (1955) wykazała, że zawierają one 50%, a miejscami i więcej części mineralnych w postaci iłu, mułu, piasku i żwiru. Ponadto stwierdzono w środkowej części analizowanego profilu stosunkowo dużą domieszkę związków żelaza (do 25%) w postaci drobnych konkrecji lub osadu homogenicznego o frakcji poniżej 0,1 mm. Wykazano udział związków humusowych do 25% oraz bardzo skąpy udział (do 12,5%) detrytusu roślinnego. Opis makroskopowy osadów serii interglacjalnej (mineralno-organogenicznej) został wykonany przez Wysoczańskiego-Minkowicza (1966). Kompletny opis przedstawiony poniżej zawiera uzupełnienia w postaci symbolów wg Troels-Smitha (1955).

- 4,6 - 5,6 m ił szarobrazowy, plastyczny z ziarnami kwarcu i skaleni o różnym stopniu obtoczenia z wkładkami czarnego iłu i drobnymi konkrecjami związków żelaza
Ag 1,5, As 1,5, Sh 0,5, Lf 0,5, Ga +, Gs +
- 5,6 - 5,8 m to samo co powyżej z dodatkiem białych i różowych skaleni o średnicy 1 mm, bez konkrecji żelazistych
Ag 2, As 1,5, Sh 0,5, Ga +, Gs +
- 5,8 - 6,1 m muł torfiasty czarnobrunatny, lekki, porowaty, gruzełkowaty, nieplastyczny, zawierający detrytus roślinny
As 1, Ag 1, Sh 1, Dg 0,5, Ld 0,5, Ga +
- 6,1 - 6,6 m ił szaromlecznobrazowy, początkowo z wkładkami mułu ciemnobrunatnego, zawierającego domieszkę piasku różnych frakcji
Ag 2, As 1,5, Sh 0,5, Ld +, Ga +
- 6,6 - 7,2 m muł torfiasty, ciemnobrunatny, porowaty, lekko gruzełkowaty, po zwilżeniu czarny, z domieszką piasku kwarcowo-skaleniowego o różnej frakcji, zawiera detrytus roślinny i fragmenty drewna
Ag 3, As 0,5, Sh 0,5, Dg +, Ga +, Gs +

- 7,2 - 7,3 m łupek ilasty, zwięzły, ciemnobrunatny do czarnego, z detrytusem roślinnym
Ag 2, Sh 1, As 0,5, Dg 0,5, Ld +, Gs +
- 7,3 - 7,6 m łupek ilasty ciemnobrunatny do czarnego, z domieszką piasku kwarcowo-skaleniewego, zawiera wkładki mułowcowe
Ag 1,5, As 1, Sh 1, Lf 0,5, Dg +, Ld +, Ga +, Gs +
- 7,6 - 8,0 m łupek ilasty, zwięzły, ciemnobrunatny do czarnego, z domieszką piasku kwarcowo-skaleniewego, z udziałem okruchów wapiennych i skupieniami związków żelaza w postaci konkrecji, zawiera wkładki mułowcowe
Ag 1,5, Sh 1, As 0,5, Lf 0,5, Ga 0,5, Gs +
- 8,0 - 8,5 m ił czarny zwięzły o zatartej strukturze łupkowej, z wkładkami piasku kwarcowo-skaleniewego drobno i średnioziarnistego
Ag 2,5, Sh 0,5, Lf 0,5, As 0,5, Ld +, Ga +, Gg +
- 8,5 - 8,9 m piasek kwarcowy, żółty, drobno i średnioziarnisty, z udziałem związków żelaza tworzących żółte plamy oraz wkładkami czarnobrunatnego iłu
Ga 3,5, Ag 0,5, Sh +, Dg +, Gs +, Gg +
- 8,9 - 9,4 m piasek jak wyżej z wkładkami mułu i iłu o zabarwieniu kawowym spowodowanym zawartością substancji humusowych
Ga 2,5, As 1, Ag 0,5, Sh +, Gs +
- 9,4 - 9,6 m osad ilasto-piaszczysty złożony z drobnego piasku kwarcowego oraz frakcji drobniejszej, o barwie mlecznokawowej spowodowanej obecnością substancji humusowych
Ga 2,5, As 1, Ag 0,5, Sh +, Gs +
- 9,6 - 10,0 m ił mlecznoszary, bezwapnisty, zbity, z domieszką drobnego piasku z rdzawymi plamami związków żelaza
As 3,5, Ag 0,5, Sh +, Lf +, Ga +, Gs +
- 10,0 - 10,2 m piasek drobny i mulasty, zwięzły, z plamami związków żelaza
As 1,5, Ga 1,5, Ag 0,5, Gs 0,5, Sh +, Lf +
- 10,2 - 10,35 m glina zwałowa szara, z dużą domieszką piasku drobno i średnioziarnistego oraz żwiru
As 3,5, Ag 0,5, Ga +, Gs +, Gg +

Znaczenie symboli wprowadzonych wg Troels-Smitha (1955)

Sh - *Substantia humosa* - składa się z rozłożonych substancji organicznych lub strąconych kwasów huminowych, bez zachowanej struktury makroskopowej

Dg - *Detritus granosus* - rozdrobnione fragmenty naziemnych części roślin (liście, pędy, fragmenty drewna o średnicy 0,1-2,0 mm)

Ld - *Limus detrituosus* - osad jednorodny, elastyczny, złożony ze szczątków mikroorganizmów lub roślin naczyniowych o średnicy < 0,1 mm

Lf - *Limus ferrugineus* - osad jednorodny złożony z tlenków żelaza pochodzenia organicznego lub nieorganicznego o średnicy < 0,1 mm (powyżej 0,1 mm - Gf. *Grana ferrugineae*)

As - *Argilla steatodes* - osad frakcji ilastej złożony ze strąconych koloidów lub ziarn o średnicy $< 0,002$ mm

Ag - *Argilla granosa* - osad o frakcji mułowej, średnicy ziarn 0,06-0,002 mm

Ga - *Grana arenosa* - piasek drobnoziarnisty o średnicy ziarn 0,06-0,6 mm

Gs - *Grana saburralia* - piasek o średnicy ziarn 0,6-2,0 mm

Gg - *Grana glareosa* - żwir o średnicy ziarn $> 2,0$ mm

Ponownie podjęte (Dr M. Ziemińska-Tworzydło) badania palinologiczne osadów profilu Fałęcice wykazały, że wiele wcześniejszych oznaczeń pyłku wykonanych przez Wróblewską (1970) było błędnych. Dotyczy to szczególnie wyróżnienia przez nią pyłku graba, którego w trakcie ponownej analizy nie stwierdzono. W poziomach jego rzekomego występowania stwierdzono natomiast wcześniej nie oznaczone ziarna pyłku *Celtis*.

Wyniki ponownej analizy pyłkowej osadów profilu Fałęcice zestawiono w uproszczonym diagramie (Fig. 3). Widać na nim, że osady te tworzyły się w czasie pełnego rozwoju interglacjalnej sukcesji roślinności od tundry i lasotundry przez bardzo ciepłe optimum z rodzajami egzotycznymi wśród bogatych lasów liściastych, aż do ponownego zubożenia i rozrzedzenia lasu. Rozwój ten charakteryzuje sześć faz (= poziomów zespołu pyłkowego według Janczyk-Kopikowej, 1987) ujętych w cztery okresy (= fazy rozwoju szaty roślinnej według Janczyk-Kopikowej, 1987). Wymienione okresy (I-IV) i fazy (1-6) oznaczono w analogiczny sposób jak w przypadku sukcesji florystycznej stanowiska Ferdynandów (por. Janczyk-Kopikowa, 1975) celem pełniejszego porównania profilu Fałęcice ze stanowiskiem Ferdynandów (por. Janczyk-Kopikowa *et al.*, 1981).

Okres I (faza 1) – lasotundra (9,6-10,2 m)

W osadach piaszczystych i ilasto-piaszczystych ze śladami substancji humusowej, występujących w profilu Fałęcice na głębokości 9,6-10,2 m (Fig. 3), stwierdzono liczne ziarna pyłku. Wśród nich dominują sporomorfy charakterystyczne dla starszego trzeciorzędu (*Tricolporopollenites cingulum fusus*, *Cicatricosisporites* itp.) o bardzo grubej i odpornej egzynie. Obok nich występuje pyłek drzew charakterystycznych dla cieplejszych okresów czwartorzędu (*Corylus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*) oraz ziarna pyłku roślin zielnych przestrzeni otwartych i zbiorowisk tundrowo-alpejskich (Gramineae, Cyperaceae, *Artemisia*, *Saxifraga*). Ponadto dość licznie w tej fazie pojawia się pyłek sosny (48%), wierzby (6-8%) i brzozy karłowatej (ok. 20%). Skład spektrów absolutnie nie odzwierciedla składu ówczesnej roślinności.

Dla możliwości wyeliminowania ze spektrów elementów wtórnego złoża zrobiona została analiza pyłkowa próbki z głębokości 10,35 m z gliny zwałowej podścielającej analizowane osady. Stwierdzono w niej podobny skład sporomorf trzeciorzędowych i drzew "czwartorzędowych" co w wyżej leżących osadach piaszczystych. W spektrum kontrolnym nie napotkano natomiast pyłku traw, turzyc i składników roślinności tundrowej. Na tej podstawie można uznać, że roślinność pokrywająca teren wokół małego jeziora, z dna którego

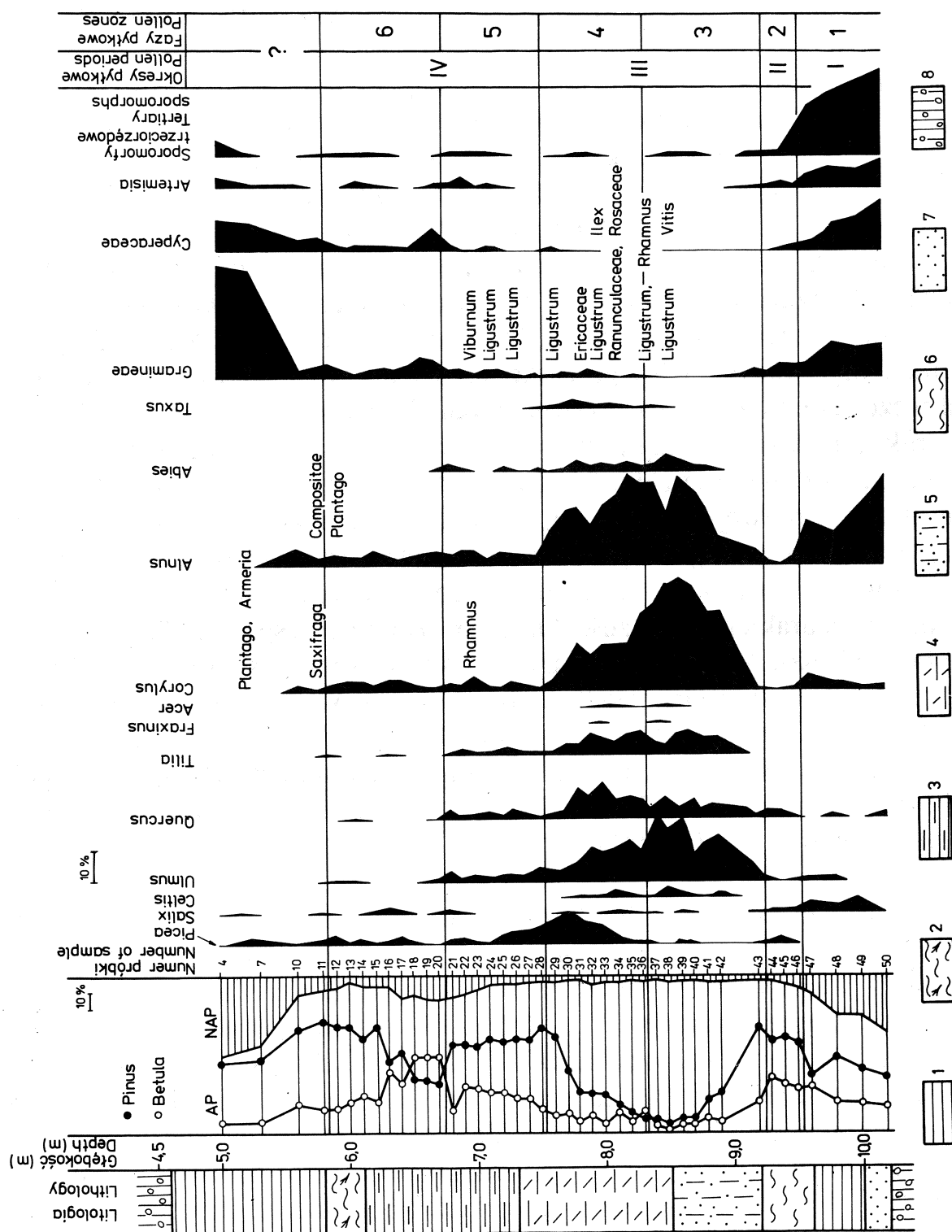


Fig. 3 Diagram palinologiczny osadów interglacialnych stanowiska Fałecice nad Pilicą. 1 – il; 2 – muł torfiasty; 3 – il z wkładkami torfu; 4 – il o strukturze łupkowej (łupek bitumiczny); 5 – piasek gliniasty; 6 – muł; 7 – piasek; 8 – glina zwalowa

Fig. 3 Palynological diagram of interglacial sediments of the Fałecice site on the Pilica River. 1 – clay; 2 – peaty clay with wood pieces; 3 – clay with peat intercalations; 4 – shaly clay (bituminous shale); 5 – clayey sand; 6 – silt; 7 – sand; 8 – till

pochodzi osad piaszczysty odłożony w fazie 1, była roślinnością lasotundrową bądź tundrową z udziałem krzewinek (pyłek na złożu pierwotnym), zaś sporomorfy trzeciorzędowe i pyłek drzew "czwartorzędowych" dostały się do osadu z rozmytej gliny zwałowej w okresie słabego zwarcia pokrywy roślinnej i wzmożonych procesów denudacyjnych. Przy uwzględnieniu poprawki w obliczeniach procentowych (to znaczy wyeliminowaniu ze spektrów ziarn pyłu wtórnego złoża), wyraźnie zwiększa się procentowy udział pyłku roślin zielnych (NAP) do blisko 70% i spektra stają się charakterystyczne dla obszarów bezleśnych.

Okres II (faza 2) – borealne lasy mieszane, bory mieszane (9,2-9,6 m)

Na głębokości 9,2-9,6 m w osadzie ilasto-piaszczystym z zawartością związków humusowych obraz pyłkowy ulega wyraźnej zmianie. Zmniejsza się wyraźnie udział pyłku na złożu wtórnym, co świadczy o zmniejszonej erozji, a więc pokryciu powierzchni terenu przez bardziej zwartą szatę roślinną. Jednocześnie zmniejsza się również udział pyłku otwartych obszarów (trawy, turzyce, bylice). Pyłek brzozy karłowatej (*Betula nana*) całkowicie jest zastąpiony przez pyłek brzozy drzewiastych (*Betula verrucosa*, *B. pubescens*). Maksymalny udział osiąga pyłek sosny (*Pinus*). Nielicznie, lecz konsekwentnie pojawiają się ziarna pyłku drzew liściastych (poza brzozą) pochodzące prawdopodobnie z okazów, które rozpoczęły ekspansję na obszary lasów borealnych w pierwszym okresie ocieplenia postglacjalnego.

Osad tworzący się w tej fazie jest małej miąższości, lecz zawiera liczne informacje o powstawaniu lasów mieszanych. W lasach tych dominuje sosna, duży jest udział brzozy oraz notuje się obecność świerka (do 2%). Stopniowo zwiększa się udział pyłku drzew liściastych z kolejnością wchodzenia: dąb, wiąz, olcha i leszczyna. Wyraźnie zmniejszył się udział pyłku roślin zielnych w stosunku do poprzedniej fazy. Maksymalnie stanowi on ok. 5-8% całego udziału pyłku. Są jeszcze rośliny światłolubne i przestrzeni otwartych – trawy, turzyce, rokitnik i bylice. Pod koniec fazy udział pyłku roślin zielnych spada do 2%.

Okres III (faza 3 i 4) – lasy liściaste (7,5-9,2 m)

Osady tego okresu występują na głębokości 7,5-9,2 m. Jest to czas panowania lasów liściastych z wyraźną dwudzielnością w udziale procentowym pyłku poszczególnych rodzajów.

Faza 3 – lasy liściaste z leszczyną i wiązem (8,4-9,2 m)

Faza ta charakteryzuje się gwałtownym spadkiem udziału sosny i brzozy i intensywnym rozwojem lasów liściastych z leszczyną (absolutne max. 35%) i wiązem (do 20%). W tym okresie zbiorowiska roślinne mają charakter mezofilnych lasów o stosunkowo dużym bogactwie rodzajów. Występują w nich, oprócz typowego dla wszystkich okresów interglacjalnych dębu, lipy, jesionu i klonu, jeszcze dodatkowo *Celtis* oraz w warstwie krzewów *Vitis*, *Ligustrum*,

Rhamus i *Hedera*. Z roślin iglastych zasługuje na uwagę pojawienie się w dość dużej ilości pyłku jodły – do 5% i początek krzywej cisa. Rośliny zielne występują w ilościach śladowych – do 2%.

Faza 4 – lasy liściaste z jodłą, cisem i świerkiem (7,5-8,4 m)

Faza ta jest w dalszym ciągu czasem rozwoju lasów liściastych lecz w nieco zmienionej postaci. Udział pyłku wiązu i leszczyny wyraźnie spada a zwiększa się udział pyłku dębu. W całym okresie występuje pojedynczo pyłek *Celtis*, *Ligustrum* i *Ilex*. Warstwa runa (rośliny zielne) daje zaledwie 2% pyłku, wśród którego występują *Ericaceae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae*. Najbardziej godne uwagi jest występowanie w tym okresie pyłku świerka w ilości do 10% (absolutne maksimum) i ciągła krzywa pyłku cisa z max. 2%.

Okres IV (faza 5 i 6) – iglaste lasy borealne (5,8-7,5 m)

Przejście między okresem III i IV jest bardzo gwałtowne. Na granicy załamują się krzywe drzew liściastych i wzrasta do ponad 60% udział sosny i do 15% udział brzozy. Jest to okres rozwoju lasów iglastych z dominującą sosną i niewielką domieszką wśród iglastych jodły i świerka, zachowanych w osadzie na głębokości 5,8-7,5 m.

Faza 5 – bory sosnowe (6,75-7,5 m)

Faza ta reprezentuje okres rozwoju borów sosnowych z dużą jeszcze początkowo domieszką drzew liściastych: dębu, wiązu, lipy i leszczyny. Stosunkowo dużo jest jeszcze pyłku świerka (6,5% w części początkowej poziomu), choć i on stopniowo obniża swoje wartości. W warstwie krzewów występuje jeszcze *Rhamnus*, *Ligustrum* oraz *Viburnum*. Roślin zielnych początkowo jest niewiele, lecz stopniowo udział ich powiększa się do 10%, są to głównie trawy, turzyce i bylice. W poziomie tym ponownie, choć nielicznie, zaczynają pojawiać się sporomorfy trzeciorzędowe na wtórnym złożu.

Faza 6 – luźne lasy sosnowe z brzozą (5,8-6,75 m)

W pierwszej części tej fazy gwałtownie wzrasta udział brzozy a spada sosny, w drugiej jej części wzrasta bardzo wyraźnie rola roślin zielnych reprezentujących zbiorowiska łąkowe – trawy, turzyce oraz *Compositae*, *Plantago* itp. Wśród roślin drzewiastych pyłek świerka występuje konsekwentnie lecz w niewielkiej domieszce, z liściastych pyłek wierzby, olchy i leszczyny. Obraz pyłkowy tej fazy świadczy o załamaniu klimatu, jego wyraźnym ochłodzeniu i zaostrzeniu, co doprowadziło do powstania luźnych lasów sosnowo-brzozowych z płatami roślinności światłolubnej.

Najwyższa część diagramu (gł. 5,0-5,8 m) nasuwa najwięcej wątpliwości przy odtwarzaniu szaty roślinnej. Ziarna pyłku w osadzie są nieliczne, ponownie dość dużo jest sporomorf na wtórnym złożu. Obraz pyłkowy świadczy o bardzo znacznym rozluźnieniu szaty roślinnej. W pyłku dominują zielne, a wśród nich trawy i turzyce oraz rodzaje światłolubne (*Armeria*). Bezpośrednio

na osadach reprezentujących roślinność ubogiej tundry, bo tak można interpretować ten obraz, leżą osady gliny zwałowej.

Wnioski korelacyjne

Zmiany roślinności i przebieg krzywych w diagramie z Fałęcic przypominają bardzo wyraźnie zmiany roślinności zanotowane przez Z. Janczyk-Kopikową (1975) w stanowisku Ferdynandów. Tak podobny obraz pozwolił na zastosowanie takich samych oznaczeń cyfrowych okresów i faz pyłkowych dla poszczególnych odcinków profilu w Fałęcicach jakie proponowała Janczyk-Kopikowa (1975) dla stanowiska Ferdynandów. Różnica polega na wcześniejszym pojawieniu się pyłku jodły i cisa w Fałęcicach niż w Ferdynandowie.

W porównaniu z Ferdynandowem profil Fałęcic obejmuje tylko dolny odcinek rozwoju roślinności, to znaczy pierwsze optimum klimatyczne i poptymalne pogorszenie warunków klimatycznych, aż do rozwoju luźnych lasów sosnowo-brzozowych. Natomiast najwyższy odcinek rozwoju roślinności w Fałęcicach, czyli rozwój zbiorowisk tundrowych w profilu ferdynandowskim nie był obserwowany. Tego typu zbiorowiska roślinne w Ferdynandowie występują dopiero po drugim optimum.

W Polsce diagramy pyłkowe o podobnym typie sukcesji roślinności znane są (poza Ferdynandowem) z Łukowa (Sobolewska, 1969), z Podgórza (Jurkiewiczowa *et al.*, 1973) oraz z Podlódowa i Białobrzegów (Janczyk-Kopikowa, 1980) i z okolic Bełchatowa ("Buczyna pod brukiem" – Janczyk-Kopikowa, 1982), Wola Grzymalina i Ławki 7 (Krzyszkowski & Kuszell, 1987). Wszystkie one charakteryzują interglacjał ferdynandowski oddzielający zlodowacenie Sanu 1 od zlodowacenia Sanu 2 = Wilgi (por. Lindner, 1988a, b).

W europejskiej części Związku Radzieckiego osady interglacjalne o podobnym typie sukcesji roślinności zaliczane są do interglacjału przedlichwińskiego (Machnacz & Ryłowa, 1986) = białowieskiego (Chursewicz & Łeginowa, 1986) mającego oddzielać zlodowacenie serweckie (dońskie) od zlodowacenia berezyńskiego (oki) w rozumieniu Zubakowa (1986). We wschodniej części Niemiec z sukcesją ferdynandowską korelowany jest interglacjał voigtstedt (por. Erd, 1978) oddzielający tam zlodowacenie elstery I od zlodowacenia elstery II (por. Wiegank, 1982; Cepek, 1986).

WYNIKI ANALIZY DIATOMOLOGICZNEJ

Wstępną analizą okrzemek objęto (dr B. Marciniak) w profilu Fałęcice 27 próbek pobranych z głębokości 4,8-10,35 m. Macerację tych próbek wykonano najczęściej stosowaną metodą preparowania okrzemek (por. Siemińska, 1964). W dolnej części profilu, w próbkach nr 40, 43, 45, 48, 50 (z głębokości

8,7-10,35 m) oraz w górnej części profilu, w próbkach nr 3, 5, 10, 15 (z głębokości 4,8-6,3 m) okrzemek nie stwierdzono.

Wstępne badania wykazały, że okrzemki występują w 18 próbkach pochodzących ze środkowej części profilu (głębokość 6,5-8,6 m) reprezentowanej przez ił zwięzły, ciemnobrunatny o strukturze łupkowej oraz ił szary z odcieniem brunatnym, plastyczny z wkładkami torfu (Fig. 4). Stanowią one bardzo ubogą jakościowo lecz zróżnicowaną ilościowo florę. Stan ten może być wynikiem znacznej przewagi w badanych osadach składników mineralnych oraz zapewne mechanicznego zniszczenia części okrzemek o delikatnych i cienkich skorupkach. Na podstawie zmian zawartości najliczniejszych taksonów wyróżniono sześć poziomów (A – F) występowania okrzemek (Fig. 4).

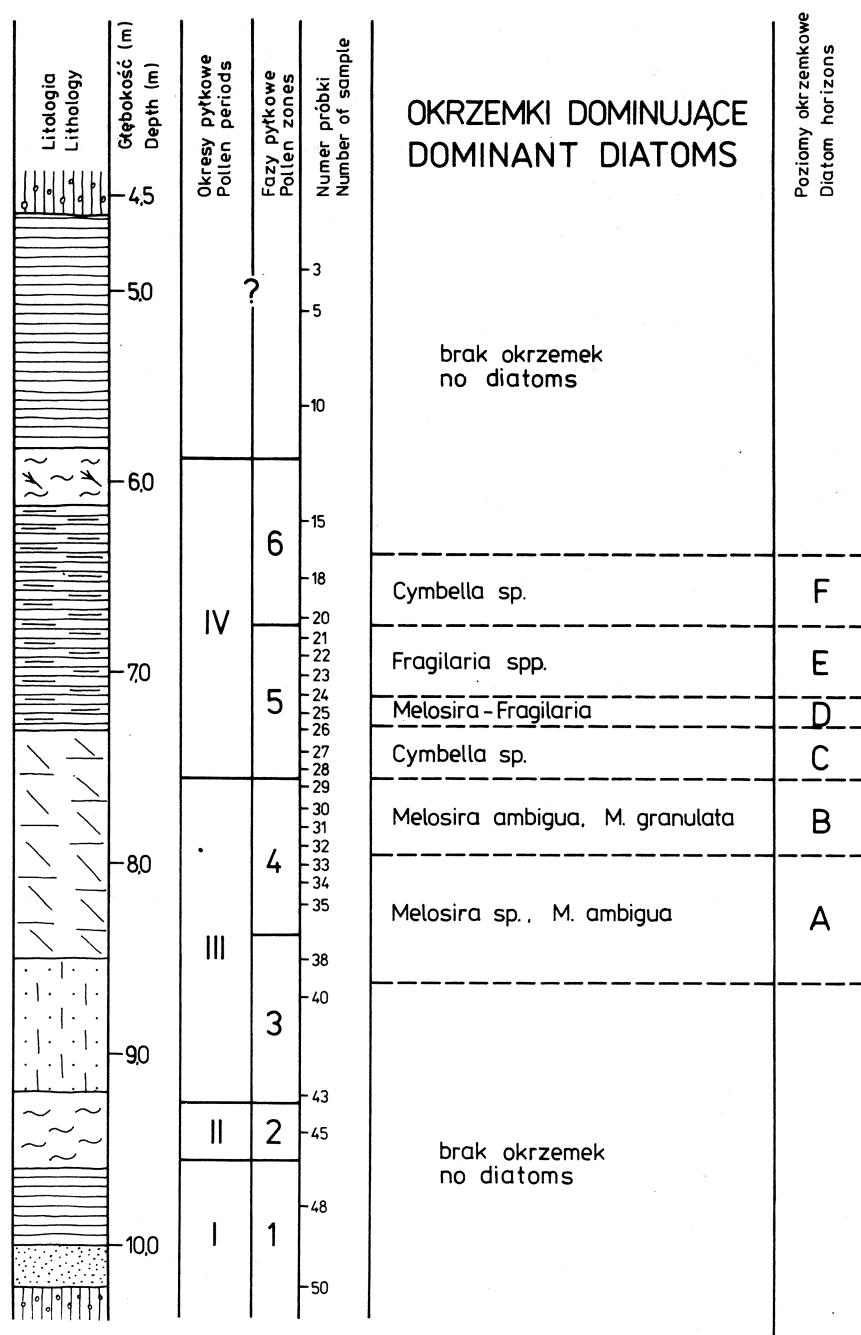


Fig. 4 Okrzemki dominujące w osadach interglacialnych stanowiska Fałęcice nad Pilicą. Litologia jak na Fig. 3

Fig. 4 Diatoms predominant in interglacial sediments of the Fałęcice site on the Pilica River. For lithology see Fig. 3

Poziom A

W osadach położonych na głębokości 8,1-8,6 m (próbki nr 34, 35, 38) okrzemki są bardzo nieliczne. Napotymano tu tylko pojedyncze, zwykle bardzo zniszczone okazy, najbardziej zbliżone do *Melosira* (*Aulacoseira*) sp. oraz *M. ambigua*, która jest gatunkiem słodkowodnym, kosmopolitycznym, szeroko rozprzestrzenionym w planktonie stojących i płynących wód niżowych i górskich (por. Zabelina *et al.*, 1951; Siemińska, 1964).

Poziom B

W osadach leżących na głębokości 7,6-7,9 m (próbki nr 29-31) obok *Melosira* sp. i *M. ambigua* występuje również dość licznie *M. granulata*. Jest to gatunek słodkowodny, kosmopolityczny, szeroko rozprzestrzeniony w planktonie eutroficznych, niżowych, rzadziej górskich, zbiorników wodnych (por. Zabelina *et al.*, 1951; Siemińska, 1964).

Poziom C

Osad na głębokości 7,3-7,6 m (próbki nr 26-28) charakteryzuje się prawie zupełnym zanikiem występowania okrzemek, a szczególnie form planktonowych z rodzaju *Melosira* (*Aulacoseira*) oraz obecnością tylko śladowych ilości niewielkich fragmentów okrzemek litoralnych, głównie *Cymbella*. Zmiany te mogą świadczyć o znacznym obniżeniu poziomu wody w ówczesnym zbiorniku.

Poziom D

Na głębokości 7,2-7,3 m (w próbce nr 25) zaznaczyła się strefa przejściowa, w której występują zarówno okrzemki planktonowe, częste uprzednio w poziomie B (*Melosira ambigua* i *M. granulata*), jak również liczna jest flora litoralna (głównie *Fragilaria construens* var. *venter* i *F. construens* var. *binodis*).

Poziom E

Osady występujące na głębokości 6,8-7,2 m (próbki nr 21-24) zawierają okrzemki alkalifilne, litoralne, żyjące na dnie i w poroślach przybrzeżnej strefy jezior lub w małych zbiornikach śródlądowych. Należą one do rodzajów *Fragilaria*, *Cymbella*, *Amphora*, *Gyrosigma*, *Navicula*, natomiast formy planktonowe (*Melosira*, *Stephanodiscus*) są tu nieliczne.

Poziom F

W osadach na głębokości 6,5-6,8 m (próbki nr 18 i 20) ponownie, podobnie jak w poziomie C, obserwowano tylko nieliczne, bardzo zniszczone fragmenty okryw należących do rodzaju *Cymbella*. Bardzo zły stan zachowania okrzemek w tych osadach może świadczyć o nagłym spłyceńiu zbiornika, prawdopodobnie związanym z pogorszeniem warunków klimatycznych (ochłodzeniem i osuszeniem ?), które zaznaczyło się szczególnie wyraźnie w

poziomie F gwałtownym spadkiem relatywnej frekwencji okrzemek. Nie można także wykluczyć tu przerw w sedymentacji osadów jeziornych lub ich niewielkiego przemieszczenia.

Opisane wyżej zmiany zawartości okrzemek w środkowej części profilu Fałęcice można ściśle skorelować z wynikami analizy pyłkowej oraz ze szczegółową charakterystyką składu litologicznego badanych osadów.

Z powodu braku okrzemek w dolnej części profilu, w osadach ilasto-piaszczystych (bardzo zróżnicowanych litologicznie), niemożliwe jest określenie historii interglacialnego zbiornika fałęcickiego we wczesnych, postglacialnych okresach palinologicznych (I, II) reprezentujących rozwój lasotundry oraz borealnych lasów mieszanych, jak również na początku okresu III, gdy panowały mezofilne lasy liściaste a rośliny zielne występowały w ilościach śladowych (Fig. 3). Pierwszy etap rozwoju jeziora w Fałęcicach zaznaczony niewielką obecnością okrzemek (poziom A) miał miejsce dopiero w środkowej części III okresu pyłkowego (przełom 3 i 4 fazy), określonego jako czas funkcjonowania lasów liściastych z leszczyną i wiązem, a później z jodłą, cisem i świerkiem (por. Fig. 3).

Najpełniejszy rozwój jeziora (poziom B) nastąpił pod koniec okresu III, w czwartej fazie, gdy panowały lasy liściaste z jodłą, cisem i świerkiem (Fig. 3). Ocena zawartości okrzemek w tej części profilu wskazuje, że najbardziej sprzyjające warunki dla rozwoju typowych form planktonowych (żyjących swobodnie w strefie wolnej wody i tworzących nitkowate kolonie) istniały tu w czasie sedymentacji środkowej warstwy poziomemu B. Prawdopodobnie w tym czasie jezioro miało największą głębokość. Panowały wtedy optymalne warunki troficzne, gdyż w poziomie B obok *Melosira ambigua* dość licznie występowała *M. granulata*, która podobnie jak *M. ambigua* jest gatunkiem częstym w jeziorach żyznych, bogatych w składniki pokarmowe, czyli w jeziorach eutroficznych. *Melosira granulata* maksimum swojego rozwoju osiąga zwykle w pełni lub u schyłku lata (por. Hustedt, 1930).

Przejęściowy etap w rozwoju jeziora reprezentują poziomy C oraz D, w których początkowo prawie zupełnie spada lub zanika udział okrzemek a następnie wzrasta frekwencja głównie form litoralnych. W tym czasie zarejestrowano gwałtowną zmianę roślinności, załamanie krzywych wszystkich rodzajów drzew liściastych oraz wzrost udziału sosny i brzozy, co jest charakterystyczne dla starszej części okresu IV, oznaczonej jako piąta faza pyłkowa (Fig. 3).

Ostatni etap sukcesji okrzemek zaznaczony jest nagłym spadkiem frekwencji oraz znacznym zniszczeniem skorupki okrzemek w poziomie F, który przypada na początek młodszej części okresu IV, określonej jako szósta faza pyłkowa, wyrażona wzrostem udziału brzozy oraz roślin zielnych. Obraz pyłkowy tej fazy wskazuje na załamanie klimatu, jego ochłodzenie i zaostrenie (Fig. 3), które zapewne doprowadziło do nagłego spłylenia i zupełnego zaniku jeziora w schyłkowej części okresu IV.

W podsumowaniu wyników analizy diatomologicznej należy podkreślić brak okrzemek w osadach reprezentujących w stanowisku Fałęcice przedoptimalne fazy pyłkowe (1 i 2) interglacjału ferdynandowskiego i początek optimum tego interglacjału (starszą część fazy 3), a także w osadach górnej części opisywanego stanowiska, charakteryzujących już warunki tundrowe (Fig. 3).

Porównanie występowania okrzemek oraz sukcesji pyłkowej w fazach 4 i 5 oraz na początku fazy 6, w których notowano bardzo zmienną liczebność okrzemek wskazuje, że największy rozwój jeziora w Fałęcicach nastąpił dopiero w drugiej części optimum klimatycznego, co zapewne można łączyć ze zwilgotnieniem klimatu. W tym czasie rozwijało się jezioro eutroficzne, które bardzo szybko uległo spłyceniu a następnie zanikowi, prawdopodobnie u schyłku fazy 6.

Bardzo podobny skład oraz zły stan zachowania okrzemek notowano u schyłku fazy pyłkowej III₄ w profilu Ławki 7, którego osady są również zaliczane do interglacjału ferdynandowskiego (Krzyszkowski & Kuszell, 1987). W profilach Ławki 7 i Wola Grzymalina 59, położonych w odkrywcę Kopalni Węgla Brunatnego "Bełchatów", na uwagę zasługuje liczne występowanie okrzemek typowych dla interglacjału białowieskiego (por. Machnacz *et al.*, 1982; Chursewicz & Łeginowa, 1986) korelowanego z interglaciałem ferdynandowskim (Machnacz & Ryłowa, 1986; Marciniak, w druku). Wstępne badania okrzemek, wykonane dotychczas jedynie przy pomocy mikroskopu optycznego, nie wykazały obecności tych form w profilu Fałęcice.

Różnice w składzie okrzemek w wymienionych, równowiekowych stanowiskach są zapewne w znacznym stopniu uwarunkowane czynnikami lokalnymi, które wynikają z odmiennego położenia geograficznego, innej sytuacji geologicznej, różnych rozmiarów, głębokości i jakości wód oraz innego czasu trwania jezior w tych stanowiskach. Jezioro w Fałęcicach powstało zapewne znacznie później niż jezioro w rejonie Bełchatowa, a ponadto było ono płytsze, mniejsze i wypełnione osadami zawierającymi znacznie więcej składników mineralnych. Okrzemki charakteryzują tu dość krótką, końcową część optimum interglacjału ferdynandowskiego, którą można porównać jedynie ze schyłkowym stadium jeziora w okolicy Bełchatowa.

ZARYS STRATYGRAFII PLEJSTOCENU W POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI DORZECZA DOLNEJ PILICY

Uznanie osadów stanowiska Fałęcice za reprezentujące interglacjał ferdynandowski stwarza możliwość ich korelacji wiekowej, w pierwszej kolejności z wcześniej opisywanym stanowiskiem tego interglacjału w pobliskim Podgórzu (por. Jurkiewiczowa *et al.*, 1973; Lindner, 1987) a tym samym jest podstawą dla niżej przedstawionego, nowego spojrzenia na stratyografię osadów plejstocenijskich w południowej części dorzecza dolnej Pilicy (Fig. 5 i 6). W porównaniu do wcześniejszych opracowań stratygraficznych plejstocenu tego rejonu (por. Ciuk & Rühle, 1952; Ruszczyńska-Szenajch, 1966a i b;

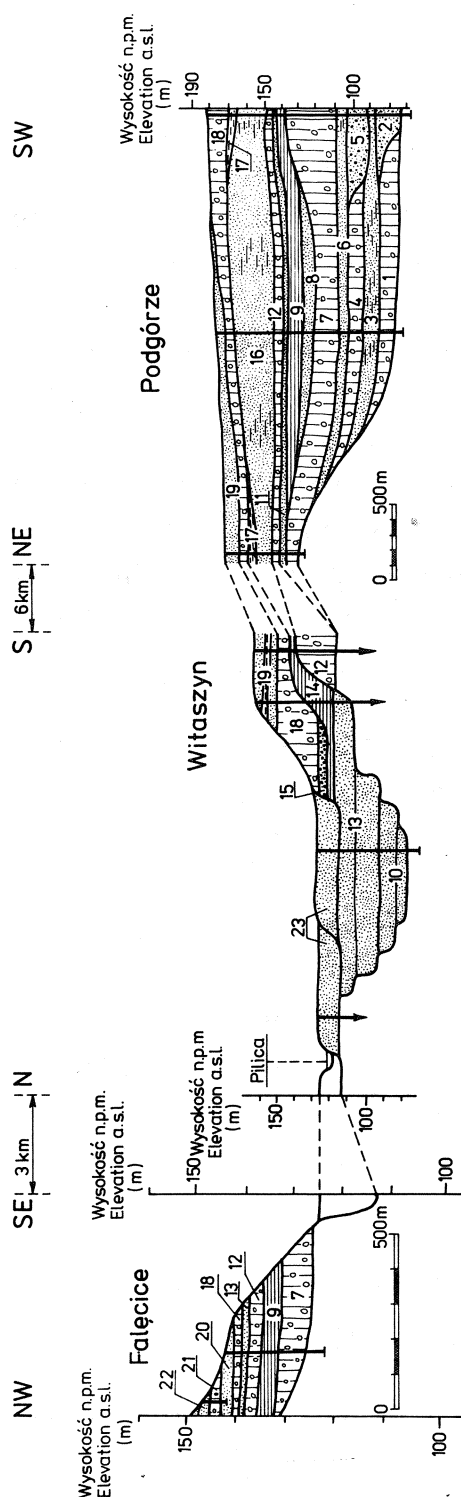


Fig. 5 Przekrój geologiczny przez osady plejstocenyjskie w dorzeczu dolnej Pilicy, na podstawie materiałów Ciuka & Rühle (1952), Wysoczański-Minkowicz (1966), Różycki (1972), Jurkiewiczowej *et al.* (1973) i Lindnera (1981). Zlodowacenie Narwi: 1 – glina zwałowa; interglacjał podlaski: 2 – żwir i piaski rzeczne; zlodowacenie Nidy: 3 – piaski fluwioglacjalne i mulki zastoiskowe; 4 – glina zwałowa; interglacjał małopolski: 5 – żwir i piaski rzeczne; zlodowacenie Sanu 1: 6 – piaski fluwioglacjalne i mulki zastoiskowe; 7 – glina zwałowa; interglacjał ferdynandowski: 8 – piaski jeziorne; 9 – mulki, muły i piaski jeziorne oraz torfy, gytie i łupki bitumiczne; 10 – piaski i żwir rzeczne; zlodowacenie Sanu 2: 11 – piaski fluwioglacjalne; 12 – glina zwałowa; interglacjał mazowiecki: 13 – piaski i żwir rzeczne; zlodowacenie Odrzy: 14 – iły i mulki z florą i szczątkami malakofauny; interglacjał Zbójna: 15 – piaski i żwir rzeczne; zlodowacenie Odry: 16 – piaski fluwioglacjalne i mulki zastoiskowe; 17 – mulki zbiornikowe; 18 – glina zwałowa; 19 – piaski fluwioglacjalne z wkładkami mulków; interglacjał lubawski: 20 – piaski i żwir rzeczne; zlodowacenie Warty: 21 – piaski fluwioglacjalne; interglacjał eemski i zlodowacenie Wisły: 22 – piaski i żwir rzeczne

Fig. 5 Geologic section across Pleistocene sediments in the Lower Pilica valley based on materials of Ciuk & Rühle (1952), Wysoczański-Minkowicz (1966), Różycki (1972), Jurkiewiczowa *et al.* (1973) and Lindner (1981). Narevian Glaciation: 1 – till; Podlavian Interglacial: 2 – fluvial gravels and sands; Nidanian Glaciation: 3 – glaciofluvial sands and ice-dam silts; 4 – till; Malopolian Interglacial: 5 – fluvial gravels and sands; Sanian 1 Glaciation: 6 – glaciofluvial sands and ice-dam silts; 7 – till; Ferdynandovian Interglacial: 8 – lake sands; 9 – lake silts and sands, peats, gyttjas and bituminous shales; 10 – fluvial sands and gravels; Sanian 2 Glaciation: 11 – glaciofluvial sands; 12 – till; Mazovian Interglacial: 13 – fluvial sands and gravels; Liviecnian Glaciation: 14 – clay and silts with flora and mollusc remains; Zbójnian Interglacial: 15 – fluvial sands and gravels; Odranian Glaciation: 16 – glaciofluvial sands and ice-dam silts; 17 – reservoir silts; 18 – till; 19 – glaciofluvial sands with silt intercalations; Lubavian Interglacial: 20 – fluvial sands and gravels; Wartanian Glaciation: 21 – till; 22 – glaciofluvial sands; Eemian Interglacial and Vistulian Glaciation: 23 – fluvial sands and gravels

Wysoczański-Minkowicz, 1966; Lindner & Grzybowski, 1982) daje to możliwość wyróżnienia tu większej liczby jednostek glacialnych i interglacialnych (Fig. 7).

W południowej części dorzecza dolnej Pilicy najstarszym osadem plejstocеным jest według Lindnera (1987) glina zwałowa (warstwa 1 na Fig. 5) występująca w rejonie Podgórza na głębokości 100-110 m poniżej powierzchni terenu. Leży ona na utworach trzeciorzędowych, osiąga do 10 m miąższości i wiązana jest ze zlodowaceniem Narwi (Lindner, 1988a). Glina ta rozcięta jest kopalną doliną rzeczna wypełnioną żwirami i piaskami o miąższości do kilkunastu metrów (warstwa 2 na Fig. 5), reprezentującymi interglacjał podlaski, którego schyłkową część zdają się dokumentować osady organogeniczne w Ceteniu nad Drzewiczką (Borówko-Dłużakowa, 1977; Makowska, 1977; Lindner, 1988a). W rejonie Podgórza wyżej występują piaski fluwioglacjalne i mułki zastoiskowe (warstwa 3 na Fig. 5), które wraz z przykrywającą je gliną zwałową (warstwa 4 na Fig. 5) reprezentują zlodowacenie Nidy (Lindner, 1988a). Glina tego zlodowacenia rozcięta jest przez młodszą, kopalną dolinę rzeczna wypełnioną przez żwiry i piaski (warstwa 5 na Fig. 5) o miąższości do 15 m, reprezentujące interglacjał małopolski (Lindner, 1988a) udokumentowany szczątkami faunistycznymi w stanowisku Kozi Grzbiet na obszarze Gór Świętokrzyskich (Głazek *et al.*, 1976). Wyżej leżące piaski fluwioglacjalne i mułki zastoiskowe (warstwa 6 na Fig. 5) oraz przykrywająca je glina zwałowa o miąższości do 30 m (warstwa 7 na Fig. 5) zostały uznane przez Lindnera (1988a) za odpowiednik zlodowacenia Sanu 1. Glina ta zachowana jest również po północnej stronie doliny Pilicy (Fig. 5) gdzie w Fałęcicach nie przekracza 10 m miąższości, leży na osadach protoplejstocеных (Fig. 6) i była wiązana z młodszym stadiem zlodowacenia krakowskiego (por. Wysoczański-Minkowicz, 1966).

Na południe i na północ od doliny dolnej Pilicy glina ta stanowi podłoże osadów interglacjału ferdynandowskiego. Zarówno w rejonie Podgórza jak i Fałęcicach osady te wypełniają kopalne zbiorniki jeziorne utworzone w powierzchni tej gliny i reprezentowane są przez piaski (warstwa 8 na Fig. 5) przechodzące ku górze w mułki i muły oraz torfy, gytie i łupki bitumiczne (warstwa 9 na Fig. 5). W strefie obecnej doliny dolnej Pilicy z wymienionym, dwuoptymalnym interglacjałem ferdynandowskim należy wiązać osady żwirowo-piaszczyste (warstwa 10 na Fig. 5) dwóch najstarszych cykli akumulacji rzecznej interglacjału wielkiego (por. Różycki, 1964, 1972). Podobną interpretację wiekową tej części aluwów interglacjału wielkiego przedstawiono ostatnio dla przełomowego odcinka doliny Wisły przez wyżyny środkowopolskie (por. Pożaryski & Mojski, 1987).

Osady jeziorne wymienionego interglacjału w rejonie dorzecza dolnej Pilicy przykryte są piaskami fluwioglacjalnymi (warstwa 11 na Fig. 5) i gliną zwałową (warstwa 12 na Fig. 5) z okresu zlodowacenia Sanu 2 w nomenklaturze Lindnera (1988a i b). W rejonie Fałęcicach glina ta (Sa 2 na Fig. 6) była określona przez Wysoczańskiego-Minkowicza (1966) jako osad soliflukcyjny

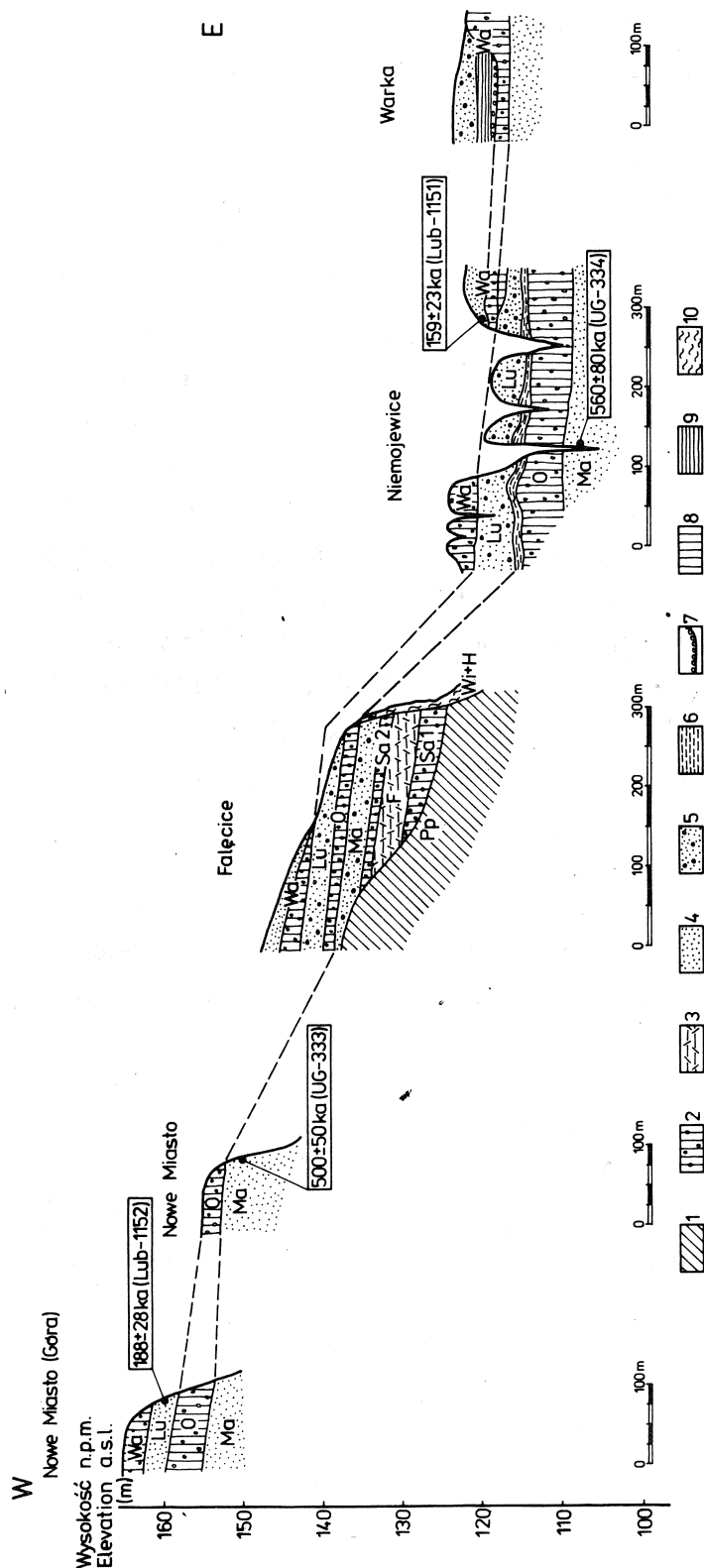


Fig. 6 Profile osadów plejstocenyjskich budujących wysoczyznę lodowcową w strefie północnej krawędzi doliny Pilicy na podstawie materiałów Ruszczyńskiej-Szenajch (1966b), Wysoczyńskiego-Minkowicza (1966) oraz Lindnera & Grzybowski (1982) i wiek TL tych osadów na podstawie materiałów Lindnera *et al.* (1987) i nowych danych. 1 – osady przedglacjalne; 2 – glina zwalowa; 3 – piaski, muły, mulki, ropy i łupki bitumiczne z florą; 4 – piaski; 5 – piaski i żwir; 6 – ropy i żwir; 7 – bruk głazowy; 8 – less; 9 – mulki i ropy i ropy; 10 – piaszczysto-mułkowe pokrywy deluwialne; Pp – protoplejstocen; Sa 1 – zlodowacenie Sanu 1; F – interglacjał ferdynandowski; Sa 2 – zlodowacenie Sanu 2; Ma – interglacjał mazowiecki; O – zlodowacenie Odry; Lu – interglacjał lubawski; Wa – zlodowacenie Warty; Wi + H – zlodowacenie Wisły i holocen

Fig. 6 Sections of Pleistocene sediments of the morainic plateau at northern edge of the Lower Pilica valley on the basis of materials of Ruszczyńska-Szenajch (1966b), Wysoczyński-Minkowicz (1966), Lindner & Grzybowski (1982): TL age after data of Lindner *et al.* (1987) and new materials. 1 – pre-glacial deposits; 2 – till; 3 – sands, silts, clays and bituminous shales with flora; 4 – varved silts and clays; 5 – loess; 6 – boulder lag; 7 – sandy-silty deluvial covers; Pp – Protopleistocene; Sa 1 – Sanian 1 Glaciation; F – Ferdynandovian Interglacial; Sa 2 – Sanian 2 Glaciation; Ma – Mazovian Interglacial; O – Odranian Glaciation; Lu – Lubawski Interglacial; Wa – Wartanian Glaciation; Wi + H – Vistulian glaciation and Holocene

akumulowany w schyłkowej części interglacjału wielkiego. W rejonie Podgórza jest ona (warstwa 12 na Fig. 5) reprezentowana przez drugi od powierzchni poziom glacialny. W rejonie Witaszyna osiąga ona swą maksymalną miąższość (do 20 m) i rozcięta jest przez młodszą dolinę rzeczną, zidentyfikowaną tu przez Ciuka i Rühlego (1952) oraz Różyckiego (1964). Dolinę tę wypełniają dwucykliczne aluwia interglacjału mazowieckiego, reprezentowane przez osady piaszczysto-żwirowe (warstwa 13 na Fig. 5). W strefie północnej krawędzi doliny dolnej Pilicy osady te (Ma na Fig. 6) odsłaniają się w Nowym Mieście i Niemojewicach. Zostały one wydutowane tam metodą TL na 500 ± 50 ka i na 560 ± 80 ka (Lindner *et al.*, 1987). W rejonie Fałęcic za odpowiednik tego interglacjału wypada uznać osady piaszczysto-żwirowe z głazami o średnicy do 15 cm w spągu, oddzielające gliny zwałowe zlodowacenia Sanu 2 i Odry (Fig. 3, 5 i 6).

W rejonie Witaszyna osady rzeczne interglacjału mazowieckiego przykryte są serią ilasto-mułkową ze szczątkami "chłodnej" flory i malakofauny (warstwa 14 na Fig. 5). Seria ta reprezentuje akumulację w zastoisku dolnej Pilicy. Utworzenie tego zastoiska, sięgającego aż po Kotlinę Warszawską, warunkował ówczesny rozwój łądłodu skandynawskiego, który według Różyckiego (1972) miał przypadać na przedmaksymalny stadią zlodowacenia środkowopolskiego a według Lindnera (1984, 1988a) na zlodowacenie Liwca, w czasie którego łądłód ten dotarł jedynie do centralnej części Niecki Mazowieckiej (Lindner, 1988b). Osady wymienionego zastoiska były w rejonie Witaszyna rozcięte przez rzekę, której śladem są piaski i żwiry (warstwa 15 na Fig. 5) z okresu interglacjału Zbójna (Lindner & Brykczyńska, 1980; Lindner, 1988a), leżące bezpośrednio pod gliną zwałową zlodowacenia Odry w nomenklaturze Lindnera (1984, 1988a, b).

W rejonie Podgórza moment zbliżania się łądłodu zlodowacenia Odry na obszar dorzecza dolnej Pilicy dobrze dokumentują piaski fluwioglacjalne i mułki zastoiskowe (warstwa 16 na Fig. 5) oraz zbiornikowe (warstwa 17 na Fig. 5), zaś okres przykrycia tego rejonu przez wymieniony łądłód dokumentuje glina zwałowa (warstwa 18 na Fig. 5), stanowiąca najmłodszy poziom glacialny Równiny Radomskiej (Lindner, 1988a). Zarówno w rejonie Podgórza jak i Witaszyna glina ta przykryta jest piaskami fluwioglacjalnymi z wkładkami mułów (warstwa 19 na Fig. 5), akumulowanymi w czasie zaniku łądłodu zlodowacenia Odry. W rejonie Fałęcic (Fig. 5) oraz w pozostałej strefie północnej krawędzi doliny dolnej Pilicy glina zwałowa zlodowacenia Odry tworzy jednolity poziom o miąższości od 2 do 8 m, przykryty w rejonie Niemojewic ilami warwowymi (Fig. 6). W odsłonięciu w Nowym Mieście reprezentuje ona prawie w całości glinę typu *melt-out* (Ruszczyńska-Szenajch & Lindner, 1976). Glina ta była tam objęta interglacjalnymi procesami wietrzeniowo-glebowymi, których śladem są nagromadzenia w niej plazmy o strukturze *lattiseptic* - w dolnej części profilu i plazmy o strukturze *vosepic* - w górnej części profilu (Konecka-Betley & Ruszczyńska-Szenajch, 1977). Zróżnicowanie to może dowodzić objęcia tej gliny dwukrotnymi procesami

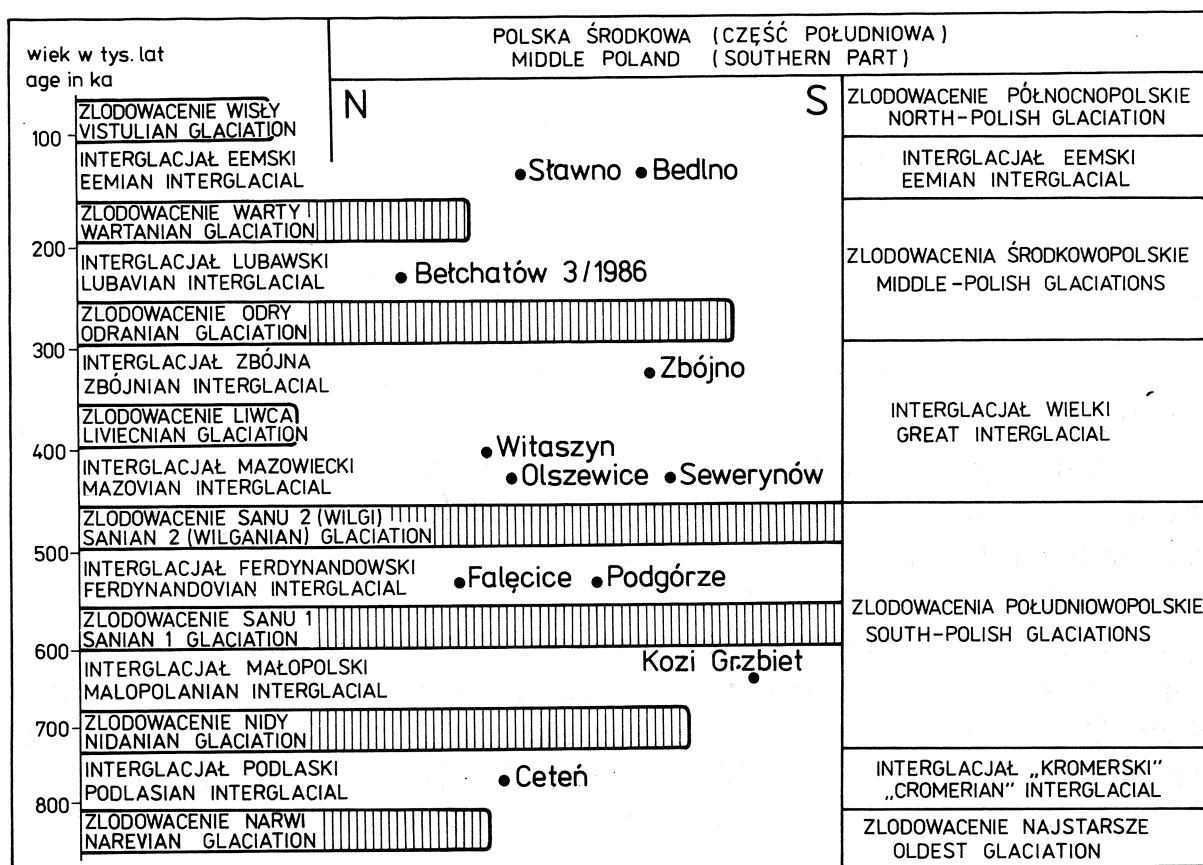


Fig. 7 Schemat chronostratygraficzny głównych jednostek = poziomów glacialnych (pionowe kreski) i interglacialnych (udokumentowanych stanowiskami paleontologicznymi – czarne kropki) na obszarze południowej części Polski Środkowej

Fig. 7 Chronostratigraphic scheme of main units = glacial horizons (vertically hatchured) and interglacial horizons (with examined paleontologic sites – black dots) in southern Central Poland

glebotwórczymi: w okresie interglacjału lubawskiego następującym bezpośrednio po zlodowaceniu Odry i ponownie w czasie interglacjału eemskiego.

Okres interglacjału lubawskiego = lubelskiego = grabówki w rejonie Podgórza wyraził się głównie procesami erozyjno-denudacyjnymi. W strefie północnej krawędzi doliny Pilicy udokumentowany jest on akumulacją osadów piaszczystych i piaszczysto-żwirowych (Lu na Fig. 6) a bardziej na zachód w rejonie Bełchatowa (Fig. 1) osadami organogenicznymi stanowiska Bełchatów 3/1986 (Krupiński *et al.*, 1987). W odslonięciu Góra na przedmieściu Nowego Miasta osady piaszczyste tego interglacjału zostały wydатовane metodą TL na 188 ± 28 ka (Lub-1152). W rejonie Niemojewic przykryte są one cienką warstwą lessu podmorenowego (Fig. 6), który wraz z wyżej leżącą gliną zwałową, stwierdzoną także w rejonie Nowego Miasta (Góra) i Fałecic (warstwa 21 na Fig. 5), nadległymi mułkami i ilami warwowymi oraz piaskami fluwioglacjalnymi (Warka) reprezentują już zlodowacenie Warty. W rejonie Niemojewic nadmorenowe piaski fluwioglacjalne tego zlodowacenia wydato-

wano metodą TL na 159 ± 23 ka (Lub-1151). Na południe od Nowego Miasta i Witaszyna, a więc w zachodniej części Równiny Radomskiej, nie stwierdzono obecności osadów lodowcowych zlodowacenia Warty (Lindner, 1988a). Według Baranieckiej (1984) z ich obecnością należy liczyć się jedynie w północno-wschodniej części Równiny Radomskiej, na południe od Fałęcic, Niemojewic i Warki (Fig. 1).

Podczas interglacjału eemskiego obszary wysoczyzn lodowcowych zarówno na północ jak i na południe od doliny dolnej Pilicy objęte były głównie procesami erozyjno-denudacyjnymi i wietrzeniowo-glebowymi (Nowe Miasło). W samej dolinie Pilicy doszło wówczas początkowo do erozji wgłębnej a następnie do akumulacji osadów piaszczysto-żwirowych (warstwa 23 na Fig. 5), które w czasie zlodowacenia Wisły utworzyły powierzchnie dwóch tarasów nadzalewowych. Akumulacji tej towarzyszyły procesy zboczowe, które w strefach krawędzi wysoczyznowych sprzyjały tworzeniu rozwijających się do dziś piaszczysto-mułkowych pokryw deluwialnych (Wi + H na Fig. 6).

UWAGI KOŃCOWE

Wyżej przedstawione wyniki analizy palinologicznej osadów kopalnego zbiornika jeziornego w Fałęcicach pozwalają odnieść funkcjonowanie tego zbiornika do pierwszego, szeroko pojętego, optimum klimatycznego interglacjału ferdynandowskiego (okresy I-IV). Wstępne badania diatomologiczne tych osadów wykazały, że ówczesne (postglacjalne) okresy funkcjonowania zbiornika fałęcickiego o przewadze płytkowodnej i zapewne okresowo rozwijającej się akumulacji mineralnej nie są udokumentowane obecnością flory okrzemek. Początek rozwoju jeziora, wyrażony obecnością okrzemek, nastąpił dopiero w środkowej części III okresu pyłkowego, a najpełniejszy moment jego funkcjonowania (poziom okrzemkowy B) nastąpił pod koniec III okresu pyłkowego w czasie fazy 4, gdy wokół zbiornika panowały lasy liściaste z jodłą, cisem i świerkiem. W późniejszym okresie (IV) zanik okrzemek a potem wzrost frekwencji form litoralnych może dowodzić znacznych zmian głębokości jeziora fałęcickiego, prowadzących do szybkiego spłylenia, wyrażonego występowaniem znacznie zniszczonych skorup okrzemek (poziom okrzemkowy F) w początku 6 fazy pyłkowej, wskazującej na ochłodzenie klimatu. Brak okrzemek w wyżej występujących osadach zdaje się wskazywać na zanik analizowanego jeziora u schyłku 6 fazy pyłkowej.

Powyższe fakty dowodzą, że jezioro fałęcickie było zbiornikiem bardziej krótkotrwałym i płytszym, niż dalej na południu zachowane, w rejonie Podgórza, jezioro interglacjału ferdynandowskiego i wypełnione tam osadami dokumentującymi zarówno pierwsze jak i drugie optimum klimatyczne tego interglacjału. Bliskość doliny rzecznej powodowała, że jedynie w pierwszym (głównym) optimum klimatycznym ilość opadów mogła gwarantować istnienie fałęcickiego zbiornika jeziornego. W późniejszych okresach obejmujących ochłodzenie międzyoptymalne i drugie optimum klimatyczne interglacjału

ferdynandowskiego opisywane jezioro mogło być już wciągnięte w sieć odpływu powierzchniowego, nawiązującego do doliny pra-Pilicy.

Uznanie osadów jeziora fałęckiego za równowiekowe interglacjałowi ferdynandowskiemu jest niezwykle ważne dla stratygrafii i paleogeografii plejstocenu Polski. Występowanie bowiem osadów interglacjału ferdynandowskiego w Fałęcicach, w strefie maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia Warty, a ponadto pod trzema poziomami glin zwałowych, z których jedynie najmłodsza jest wieku warciańskiego i nie sięga do Podgórza, wyklucza często dyskutowaną możliwość umieszczenia osadów tego interglacjału w pozycji między glinami zlodowaceń środkowopolskich (por. Łyczewska, 1977). Fakt ten nie wyklucza oczywiście możliwości występowania między zlodowaceniami środkowopolskimi (Odry i Warty) również dwuoptimalnego interglacjału (por. Lindner, 1988b) czego zdają się dowodzić także badania nad florami białowieskimi (roślawskimi) i szkłowskimi w Związku Radzieckim.

Należy podkreślić, że stanowisko interglacjału ferdynandowskiego w Fałęcicach jest niezwykle ważnym ogniwem w podziale klimatostratygraficznym plejstocenu południowej części Polski Środkowej na 8 jednostek glacialnych i 7 jednostek interglacialnych (Fig. 7). Najstarszymi jednostkami są tu zlodowacenie Narwi (najstarsze) i interglacjał podlaski (= "kromerski" = kijewicki). Trzy z wymienionych jednostek glacialnych (Nida, San 1, San 2) reprezentują grupę zlodowaceń południowopolskich oddzielonych dwoma interglacjałami (małopolskim = przasnyskim, ferdynandowskim). Dwie młodsze jednostki interglacialne (mazowiecki, Zbójna) oddziela zlodowacenia Liwca a dwie jeszcze młodsze jednostki glacialne (Odry, Warty) oddziela interglacjał lubawski. Najmłodszymi jednostkami podziału plejstocenu są interglacjał eemski i zlodowacenie Wisły. W południowej części Polski Środkowej wszystkie wyżej wymienione interglacjały udokumentowane są paleontologicznie w szeregu stanowiskach florystycznych i faunistycznych a 6 jednostek glacialnych udokumentowanych jest odrębnymi kompleksami osadów lodowcowych (Fig. 7). Przedstawiony schemat stratygraficzny posiada pełne uzasadnienie w następstwie jednostek glacialnych i interglacialnych w Europie (por. Lindner, 1988b).

PODZIĘKOWANIE

Autorzy serdecznie dziękują Dr Zofii Janczyk-Kopikowej (Państwowy Instytut Geologiczny) za zainteresowanie niniejszą pracą oraz uwagi i dyskusje dotyczące problematyki palinologicznej. Dr Jerzemu Butrymowi (Instytut Nauk o Ziemi Uniwersytetu im. M. Curie-Skłodowskiej w Lublinie) dziękujemy za oznaczenie wieku TL dwóch próbek opisywanych osadów.

LITERATURA CYTOWANA – REFERENCES

- Baraniecka, M. D., 1984. Niż Polski i wyżyny środkowopolskie. In: Sokołowski S. & Mojski J. E. (eds.) *Budowa Geologiczna Polski*. T. 1. *Stratygrafia, część 3b, Kenozoik, Czwartorzęd*. Wyd. Geol., Warszawa, pp. 154 – 192.
- Borówko-Dłużakowa, Z., 1977. Diagram palinologiczny z profilu Ceteń nad Drzewiczką. In: Lindner L. & Michalska Z. (eds.) *Czwartorzęd zachodniej części regionu świętokrzyskiego*. Wyd. Geol., Warszawa, p. 127.
- Cepek, A. G., 1986. Quaternary Stratigraphy of the German Democratic Republic. In: Šibrava V., Bowen D. Q. & Richmond G. R. (eds.) *Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere*. *Quatern. Sci. Rev.*, 5: 359 – 364.
- Chursewicz, G. K. & Łeginowa, L. P., 1986. Wzrost i paleogeograficzskie uślowia formirowanija drewnioziernych otłozhenii Rieczickowo Pridnieprowija (po danym izuczenija diatomej). In: *Plejstocen Rieczickowo Pridnieprowija Bielorusii*, Nauka i Technika, Mińsk, pp. 76 – 142.
- Ciuk, E. & Rühle, E., 1952. Dwa przekroje geologiczne przez dolinę Pilicy pod Białobrzegami. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 68: 199 – 274.
- Erd, K., 1978. Pollenstratigraphie im Gebiet der Skandinavischen Vereisungen. *Schriftenr. Geol. Wiss.*, 9: 99 – 119.
- Głazek, J., Lindner, L. & Wysoczański-Minkowicz, T., 1976. Interglacial Mindel I/Mindel II in fossil-bearing karst at Kozi Grzbiet in the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Polon.*, 26: 377 – 393.
- Hustedt, F., 1930. Die Kieselalgen: Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Band VII *Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen - Flora von Deutschland, Österreich, und der Schweiz*, Leipzig, pp. 1 – 920.
- Janczyk-Kopikowa, Z., 1963. Analiza pyłkowa osadów czwartorzędowych z Ferdynandowa. *Komunikat wstępny. Kwart. Geol.*, 7: 639 – 644.
- Janczyk-Kopikowa, Z., 1975. Flora interglacjału mazowieckiego w Ferdynandowie. *Biul. Inst. Geol.*, 290: 5 – 86.
- Janczyk-Kopikowa, Z., 1980. Podstawy paleobotaniczne stratygrafii dolnego i środkowego plejstocenu Polski SE. In: Maruszczak H. (ed.) *Stratygrafia i chronologia lessów oraz utworów glacialnych dolnego i środkowego plejstocenu w Polsce SE*, Lublin, pp. 29 – 30.
- Janczyk-Kopikowa, Z., 1982. Flory kopalne rejonu Bełchatowa. In: Baraniecka M. D., Brodzikowski K. & Kasza L. (eds.) *Czwartorzęd rejonu Bełchatowa, I Symp. Głównie kierunki i wstępne wyniki badań w zakresie stratygrafii i struktur osadów*. Wyd. Geol., Warszawa, pp. 36 – 40.
- Janczyk-Kopikowa, Z., 1987. Uwagi na temat palinostratygrafii czwartorzędu. *Kwart. Geol.*, 31: 155 – 162.
- Janczyk-Kopikowa, Z., Mojski, J. E. & Rzechowski, J., 1981. Position of the Ferdynandów Interglacial, Middle Poland, in the Quaternary Stratigraphy of the European Plain. *Biul. Inst. Geol.*, 335: 65 – 79.
- Jurkiewiczowa, I., Mamakowa, K. & Rühle, E., 1973. Utwory środkowego plejstocenu na południe od Wyśmierzyc – obok Nowego Miasta nad Pilicą. *Folia Quatern.* 43: 1 – 26.
- Karaszewski, W., 1952. Stratygrafia utworów czwartorzędowych i występowanie lessów podmornych w rejonie Warki nad dolną Pilicą. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 66: 309 – 334.
- Konecka-Betley, K. & Ruszczyńska-Szenajch, H., 1977. Reliktowa gleba płowa (lessivé) wytworzona z gliny zwałowej maksymalnego stadiału zlodowacenia środkowopolskiego w Nowym Mieście nad Pilicą. In: Lindner, L. & Michalska, Z. (eds.) *Czwartorzęd zachodniej części regionu świętokrzyskiego*. Wyd. Geol., Warszawa, pp. 127 – 132.
- Krupiński, K. M., Marks, L. & Szyrkiewicz, A., 1987. Three New Sites of the Middle Pleistocene Fossil Floras from the Bełchatów Mine, Central Poland. *Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci.*, 35: 359 – 377.
- Krzyszowski, D. & Kuszell, T., 1987. Nowe stanowisko interglacjału ferdynandowskiego w odkrywcę Bełchatów. In: Baraniecka, M. D., Brodzikowski, K. & Kasza, L. (eds.) *Czwartorzęd*

- rejonu Belchatowa, II Symp. *Plejstocenyjskie serie rzeczne i jeziorne oraz bieżące kierunki badań*. Państw. Inst. Geol., Wrocław-Warszawa, pp. 125 – 134.
- Lindner, L., 1981. Organogenic deposits of the Mazovian Interglacial (Mindel II/Riss I) in the middle Vistula basin, compared to coeval European localities. *Acta Geol. Polon.*, 31: 111 – 126.
- Lindner, L., 1984. An outline of Pleistocene chronostratigraphy in Poland. *Acta Geol. Polon.*, 34: 27 – 49.
- Lindner, L., 1987. Main Stratigraphic Problems in the Pleistocene of Poland. *Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci.*, 35: 343 – 358.
- Lindner, L., 1988a. Jednostki glacialne i interglacialne w plejstocenie regionu świętokrzyskiego. *Przegl. Geol.*, 1: 31 – 39.
- Lindner, L., 1988b. Stratigraphy and extents of Pleistocene continental glaciations in Europe. *Acta Geol. Polon.*, 38: 63 – 83.
- Lindner, L. & Brykczyńska, E., 1980. Organogenic deposits at Zbójno by Przedbórz, western slopes of the Holy Cross Mts and their bearing on Stratigraphy of the Pleistocene of Poland. *Acta Geol. Polon.*, 30: 153 – 163.
- Lindner, L., Fedorowicz, S. & Olszak, I. J., 1987. Nowe oznaczenia wieku TL (metodą gdańską) plejstocenyjskich osadów podglinowych w południowej części Polski Środkowej. *Przegl. Geol.*, 12: 618 – 624.
- Lindner, L. & Grzybowski, K., 1982. Middle-Polish glaciations (Odranian, Wartanian) in southern Central Poland. *Acta Geol. Polon.*, 32: 191 – 206.
- Łyczewska, J., 1977. Ocena interglacjalna z Ferdynandowa na tle ewolucji facjalnej osadów plejstocenyjskich przedpola Wyżyny Lubelskiej. *Kwart. Geol.*, 21: 119 – 140.
- Machnac, N. A., Chursewicz, G. K., Łoginowa, L. P. & Bogomołowa, L. N., 1982. Nowyje paleobotaniceskije issledowanija driewneozimnych plejstocenowych otłożenii razrieza Krasnaja Dubrawa. In: *Neogenowyje otłożenija Bietorussii*. Nauka i Technika, Mińsk. pp 37 – 53.
- Machnac, N. A. & Ryłowa, T. B., 1986. Stratigraficeskoje rozczlenienie driewneozimnych plejstocenowych otłożenii Reczickowo Pridnieprowija (po materiałam nowych palinologiczieskich issledowanii). In: *Plejstocen Rieczickowo Pridndieprowija Bietorussii*. Nauka i Technika, Mińsk. pp 56 – 75.
- Makowska, A., 1977. Staroplejstocenyjskie osady organogeniczne w Ceteniu nad Drzewiczką. In: Lindner, L. & Michalska, Z. (eds.) *Czwartorzęd zachodniej części regionu świętokrzyskiego*. Wyd. Geol., Warszawa, pp. 118 – 126.
- Marciniak, B., (w druku). Diatoms of the Ferdynandovian Interglacial in the Belchatów region, Central Poland (Preliminary report). *Folia Quatern.*
- Pożaryski, W. & Mojski, J. E., 1987. Plejstocen przełomu Wisły środkowej w świetle nowej stratygrafii czwartorzędu. *Przegl. Geol.*, 3: 117 – 123.
- Różycki, S. Z., 1964. Les oscillations climatiques pendant le "Grand Interglaciaire". *Repts VIth Intern. Congress INQUA, Łódź*, 2: 211 – 225.
- Różycki, S. Z., 1972. *Plejstocen Polski Środkowej*. Państw. Wyd. Nauk., Warszawa, 315 pp.
- Ruszczyńska-Szenajch, H., 1966a. Stratygrafia plejstocenu i paleogeomorfologia rejonu dolnej Pilicy. *Studia Geol. Polon.*, 22: 1 – 100.
- Ruszczyńska-Szenajch, H., 1966b. Główne rysy budowy geologicznej i stratygrafii czwartorzędu lewobrzeżnej Pilicy. *Acta Geol. Polon.*, 16: 249 – 259.
- Ruszczyńska-Szenajch, H. & Lindner, L., 1976. Pleistocene melt-out till at Nowe Miasto on the Pilica River (Middle Poland). In: Stankowski, W. (ed.) *Till its genesis and diagenesis. Geografia UAM*. 12: 149 – 153.
- Siemińska, J., 1964. Chrysophyta II. Bacillariophyceae – okrzemki, *Flora słodkowodna Polski*, 1, Państw. Wyd. Nauk., Warszawa. 610 pp.
- Sobolewska, M., 1969. Osady interglacialne w Łukowie na Podlasiu w świetle analizy pyłkowej. *Biul. Inst. Geol.*, 220: 105 – 114.
- Troels-Smith, J., 1955. Karakterisering af løse jordarter. *Danmarks Geol. Undersøgelse*. IV Reakke 3: 173 – 251.

- Wiegank, F., 1982. Ergebnisse magnetostratigraphischer Untersuchungen im hohen Kanozoikum der DDR. *Zt. Geol. Wiss.*, 10: 737 – 744.
- Wróblewska, M., 1970. Interglacial w Fałęcicach koło Białobrzegów w świetle analizy pyłkowej. *Arch. Inst. Geol. Podst. Uniw. Warsz.* (nieopublikowane-unpublished).
- Wysoczański-Minkowicz, T., 1961. Czwartorzęd okolic Promny nad Pilicą. *Arch. Inst. Geol. Podst. Uniw. Warsz.* (nieopublikowane-unpublished).
- Wysoczański-Minkowicz, T., 1966. Czwartorzęd okolic Promny nad Pilicą. *Acta Geol. Polon.*, 16: 313 – 323.
- Zabelina, M. M., Kiselev, I. A., Proshkina-Lavrenko, A. I. & Sheshukova, V. S., 1951. Diatomovye vodorosli. *Opredelitel presnovodnykh vodorosley SSSR*. Gosud. Izd. Sov. Nauka, 4: Moskva, 419 pp.
- Zubakow, W. A., 1986. *Globalnyje klimaticzeskije sobytia plejstocena*. Gidromietieoizdat, Leningrad, 287 pp.

SUMMARY

INTERGLACIAL SEDIMENTS AT FAŁĘCICE AND THEIR SIGNIFICANCE FOR STRATIGRAPHY OF THE PLEISTOCENE IN THE LOWER PILICA DRAINAGE BASIN (CENTRAL POLAND)

Leszek Lindner, Barbara Marciniak
& Maria Ziemińska-Tworzydło

The paper presents geological setting of intra-till mineral and organic sediments in the Fałęcice section on the Lower Pilica River (Figs 1 and 2) and results of palynological (Fig. 3) and of preliminary diatomological (Fig. 4) analyses of these sediments. Palynological analysis indicates that changes in vegetation and curves in the diagram from Fałęcice (Fig. 3) represent the first climatic optimum (periods I-IV) of the Ferdynandovian Interglacial (Byelovezhian, Voigtstedt) that in Poland separates the Sanian 1 Glaciation (Donian, Elsterian I) from the Sanian 2 Glaciation (Okanian, Elsterian II). Rare diatoms were found in the middle part of the section only (diatom horizons A-F). These diatoms characterize a short development period of eutrophic lake during younger part of the first climatic optimum of the Ferdynandovian Interglacial (Fig. 4).

Conclusions resulting from paleobotanical analyses of the Fałęcice site sediments enable age correlation (Fig. 6) with the Ferdynandovian Interglacial deposits of the neighbouring Podgórze site (Fig. 1) examined earlier by Jurkiewiczowa *et al.* (1973). The palaeobotanical data supplemented with TL data (Fig. 6), enabled to elaborate a more precise stratigraphy of Pleistocene sediments in the southern part of Central Poland (Fig. 7). Tills of the oldest (Narevian) glaciation and alluvia of the Podlasian Interglacial filling erosive incisions in till are the oldest sediments there. The South Polish Glaciations (Nidanian, Sanian 1, Sanian 2) are represented by three tills, separated by

alluvia of Malopolanian Interglacial and lake sediments of the Ferdynandovian Interglacial. The Great Interglacial is marked by alluvia of the Mazovian Interglacial, ice-dam sediments of the Liviecnian Glaciation and younger alluvia of the Zbójnian Interglacial. The Middle Polish Glaciation ice sheets deposited two tills. The older till of the Odranian Glaciation reaches the Lower Pilica valley in the south and the younger one of the Wartanian Glaciation extends slightly south of the valley only east of Fałecice. Both tills are separated by sands with gravels of the Lubavian Interglacial (Figs 5-7). During the Eemian Interglacial a morainic plateau of this area was subjected to erosive-denudation and weathering-soil processes. In the pra-Pilica valley deposition of alluvia occurred at that time. These sediments pass upwards into fluvial sands and gravels of the Vistulian Glaciation (Fig. 5).

Translated by L. Marks