

OKRZEMKI W OSADACH ORGANOGENICZNYCH INTERGLACJAŁU FERDYNANDOWSKIEGO
W PODŁODOWIE (POLSKA ŚRODKOWA)

UKD 561.26:552.581:551.793(438.15)

Stanowisko Podłodów znajduje się w odległości około 18 km na zachód od Kocka (ryc. 1). Jest ono reprezentowane przez kredę jeziorną odsłaniającą się w zboczu doliny potoku Świnka uchodzącego do Wieprza poniżej Podłodowa. Kreda ta została odkryta przez J. Łyczewską (14), która skorelowała ją z utworami interglacialnymi w Ferdynandowie. Sugestię tę potwierdziły wstępne wyniki analizy pyłkowej wykonanej przez Z. Janczyk-Kopikową (4, 7, 14), które wykazały, że kreda jeziorna z Podłodowa odpowiada poziomowi osadów z dolnego optimum klimatycznego interglacjalnego ferdynandowskiego (fitofaza 3) w profilu Ferdynandów B (3, 7). Osady tego interglacjalnego były w Polsce umieszczane pomiędzy zlodowaczeniem warty i odry (14), a ostatnio pomiędzy zlodowaczeniem wilgi i sanu (5, 6) lub pomiędzy zlodowaczeniem sanu 1 i sanu 2 (13). Na Białorusi odpowiednikiem tego interglacjalnego jest zapewne interglacjal białowiecki (10, 11, 15), a w Niemczech interglacjal Voigtstedt (2).

Do analizy diatomologicznej kredy jeziornej z Podłodowa przeznaczono 16 próbek (z głęb. 0,1–1,6 m), które macerowano metodą najczęściej stosowaną w przypadku, gdy osady zawierają dużo substancji organicznych (por. 20). Liczne okrzemki stwierdzono w 10 próbkach (na głęb. 0,5–1,3 m i 1,6 m). Po przeliczeniu około 1000

okazów okrzemek w większości badanych próbek (z wyjątkiem próbek nr 9 i 10, w których z powodu słabej frekwencji liczone odpowiednio 500 i 200 okazów) zestawiono diagram ilustrujący procentowy udział okrzemek dominujących w profilu (ryc. 2).

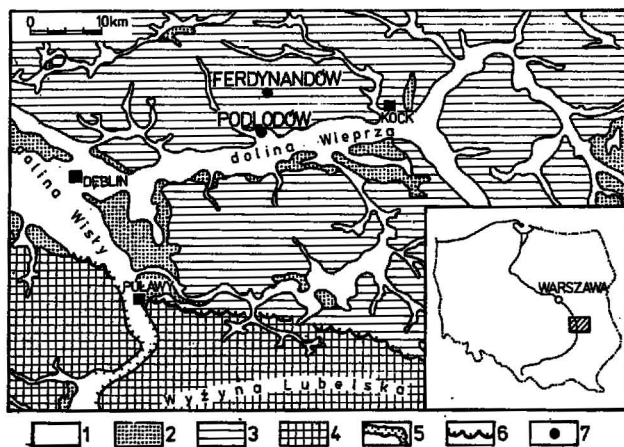
SUKCESJA OKRZEMEK

Na podstawie relatywnej frekwencji okrzemek, dominujących w analizowanym profilu, wyróżniono cztery fazy rozwoju okrzemek (diatomofazy PD1–PD4, gdzie litera P oznacza skrót nazwy stanowiska Podłodów, a litera D – skrót diatomofazy).

Diatomofaza PD1. Diatomofazę tę reprezentują próbki nr 1 i 2 (głęb. 1,5–1,6 m) pochodzące z najniższej części profilu (ryc. 2). W próbce nr 1 okrzemki są liczne, natomiast w próbce nr 2 występują tylko pojedyncze skorupki, których nie uwzględniono na diagramie, a w próbce nr 3 nie napotkano okrzemek.

W próbce nr 1 zaznacza się przewaga rodzaju *Aulacoseira* Thwaites (*A. ambigua* (Grunow) Simonsen ok. 27%, *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen 22%) nad rodzajem *Cyclotella* Kützing (ok. 37%) oraz niewielka frekwencja *Stephanodiscus* Ehrenberg spp., *Synedra ulna* (Nitzsch)

Ehrenberg i *Amphora libyca* Ehrenberg (ryc. 2). Znaczny udział *Aulacoseira ambigua* i *A. granulata*, okrzemek kosmopolitycznych, obecnie szeroko rozprzestrzenionych w planktonie zbiorników słodkowodnych, głównie eutroficznych (22), wskazuje na głębokowodną fację osadów jeziornych oraz umiarkowanie eutroficzny lub mezo-eutroficzny charakter jeziora w Podlodowie w fazie PD1.



Ryc. 1. Szkic lokalizacyjny stanowiska Podlodów według (14)

1 - doliny i obniżenia holoceny, 2 - tarasy rzeczne piaszczysto-żwirowe, 3 - wysoczyzny polodowcowe, 4 - wyżyna kredowa, 5 - przełomowe odcinki dolin, 6 - krawędź Wyzyny Lubelskiej, 7 - stanowiska interglacjału ferdynandowskiego

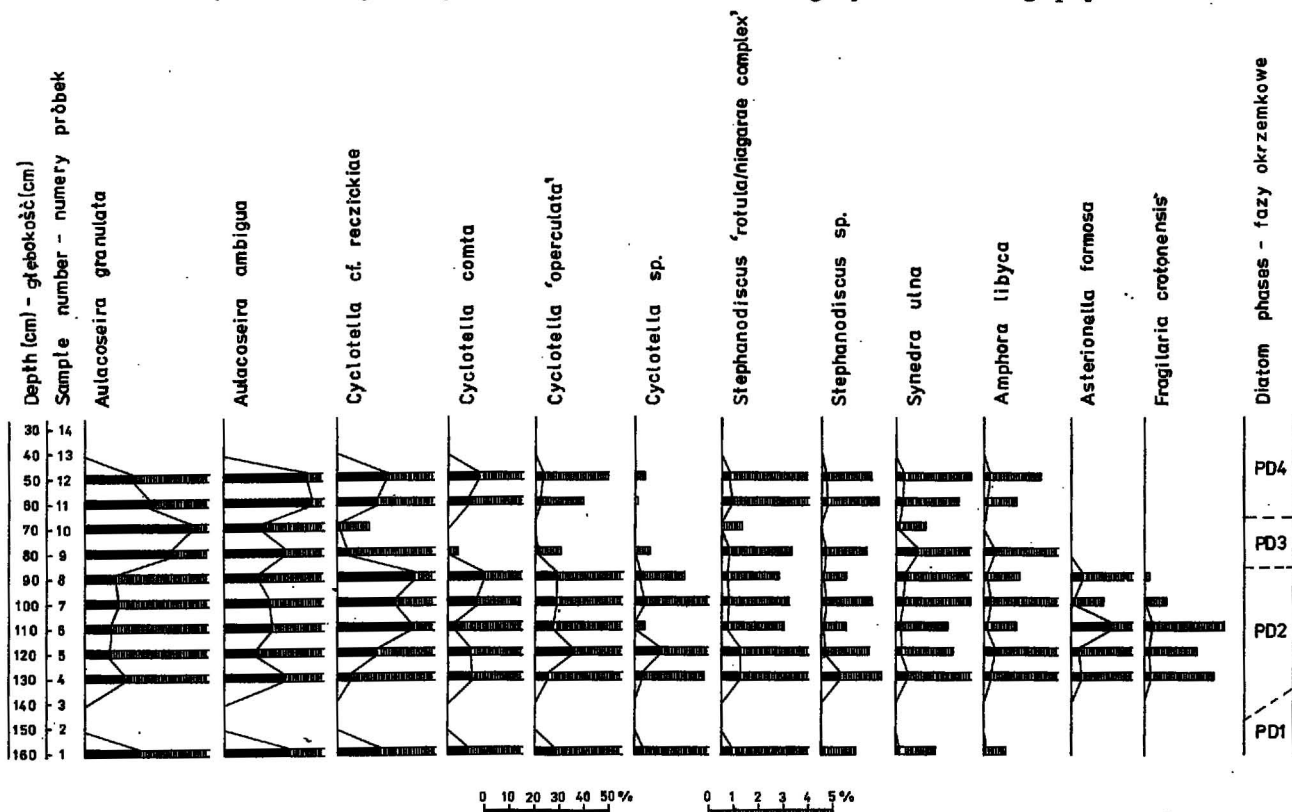
Fig. 1. Location sketch of the Podlodów site after (14)

1 - Holocene valleys and depressions, 2 - sandy-gravel river terraces, 3 - morainic plateau, 4 - Cretaceous upland, 5 - valley gorges, 6 - edge of the Lublin Upland, 7 - sites of the Ferdynandów Interglacial age

Diatomofaza PD2. Diatomofazę tę (próbki nr 4–8, głęb. 0,9–1,3 m) charakteryzuje zwiększenie liczebności *Cyclotella* spp. oraz zmniejszenie ilości *Aulacoseira ambigua* i *A. granulata*. Wśród okrzemek subdominujących początkowo wzrasta udział *Stephanodiscus* spp. (maksymalnie do 16%), a następnie rozwija się *Asterionella formosa* Hassal (ok. 16%), która podobnie jak *Fragilaria crotonensis* Kitton stanowi tu nowy składnik fitoplanktonu. *Asterionella formosa* jest gatunkiem typowo jeziornym, oligosaprobowym, obecnie szeroko rozpowszechnionym zwłaszcza w jeziorach eutroficznych podobnie jak *Fragilaria crotonensis*, która w czystych wodach często występuje masowo i jest gatunkiem halofilnym, euryhalinowym (20, 22).

W diatomofazie PD2 obserwuje się najpełniejsze spektrum okrzemek planktonowych łączące się ze wzrostem form nannoplanktonowych (*Cyclotella* spp. z przewagą *Cyclotella* cf. *reczickiae*), które w tej fazie osiągają maksimum występowania w badanych osadach. Napotykane tu najczęściej okazy *Cyclotella* są bardzo podobne do *Cyclotella reczickiae* Chursevich et Loginova, która prawdopodobnie jest gatunkiem wymarłym, charakterystycznym dla jezior interglacjału białowieskiego i ferdynandowskiego (9–11, 15–17, 19).

Bardzo trudne do identyfikacji za pomocą mikroskopu świetlnego są okazy włączone do grupy *Stephanodiscus* „*rotula/niagarae* complex” sensu E. Theriot i in. (21). Są one częste na początku fazy PD2. W tej grupie znajdują się dwa typy okryw *Stephanodiscus* (ryc. 3), które są bardzo zbliżone do *Stephanodiscus rotula* (Kützing) Hendey i *S. niagarae* Ehrenberg, a zwłaszcza do *S. niagarae* var. *insuetus* Chursevich et Loginova znajdujących głównie w osadach interglacjału białowieskiego i ferdynandowskiego (por. 8, 10, 11, 15–17, 19). Taksony te mogą być przydatne, jako wskaźniki biochronologiczne dla interglacjałów środkowego plejstocenu. Konieczne



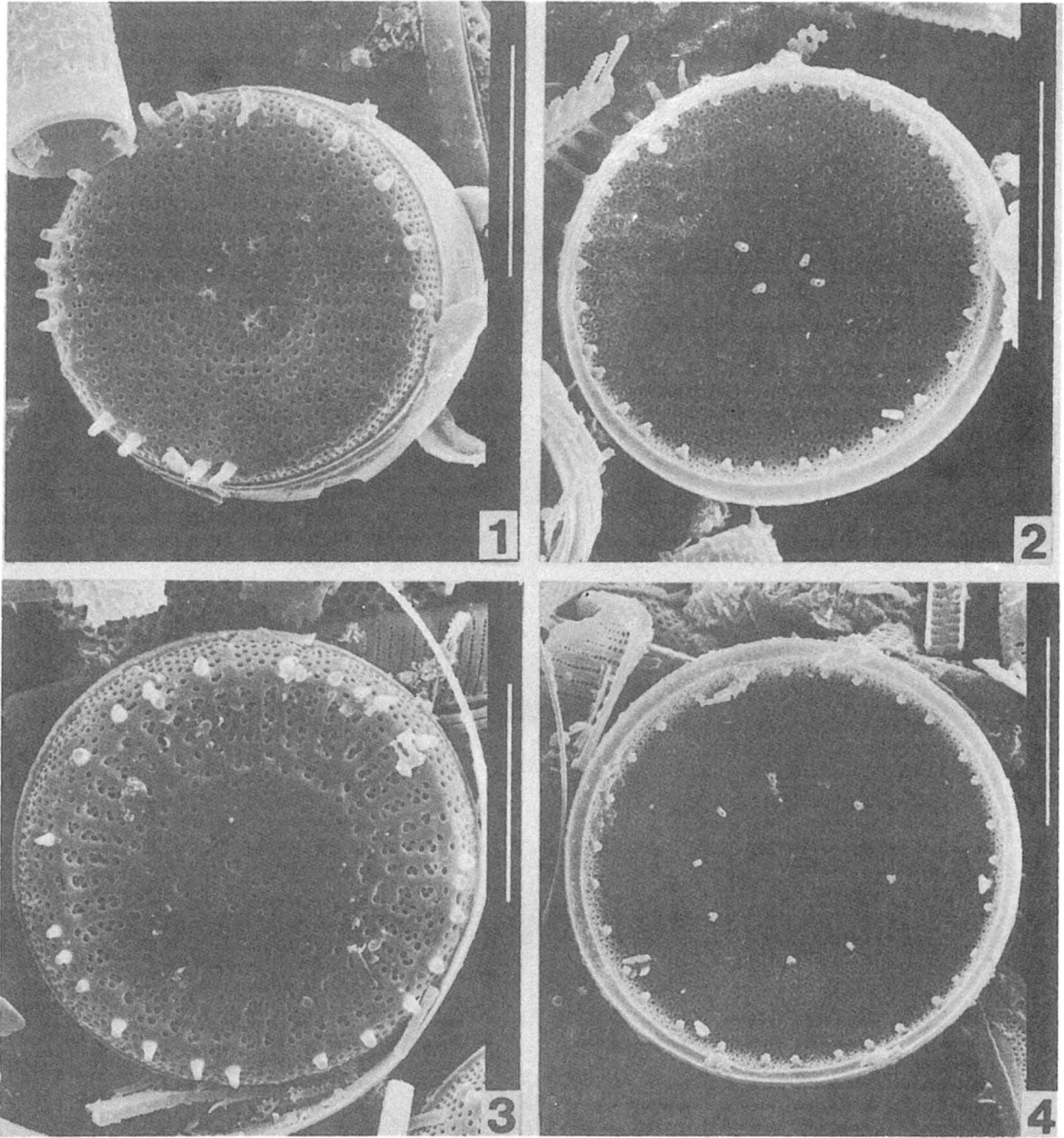
Ryc. 2. Diagram okrzemek dominujących w profilu osadów jeziornych interglacjału ferdynandowskiego w Podlodowie

Fig. 2. Diatoms predominant in the section of lake sediments of the Ferdynandów Interglacial at Podlodów

jest jednak ściśle określenie pozycji systematycznej tych taksonów na podstawie badań statystycznych za pomocą mikroskopu elektronowego. Badania winny objąć jak największą liczbę okazów *Stephanodiscus* pochodzących ze stanowisk interglacjału mazowieckiego i ferdynandowskiego.

Zmiany składu okrzemek w obrębie diatomofazy PD2 obecnie trudno jest w pełni ocenić pod względem ekologicznym. W fazie tej przewagę zdobywają okrzemki

z rodzaju *Cyclotella*, których wymagania ekologiczne odnośnie warunków edaficznych i siedliskowych w środowisku wodnym nie są znane. Pozostała część flory okrzemek reprezentuje eutroficzny lub mezo-eutroficzny typ jeziora. Sukcesja okrzemek tej fazy charakteryzuje się maksymalnym występowaniem okrzemek planktonowych w analizowanym profilu, a tym samym jest zapewne świadectwem optymalnego rozwoju kopalnego jeziora w Podludowie. Okres ten prawdopodobnie przypadła



Ryc. 3. Zdjęcia mikroskopowe okrzemek z osadów kopalnego jeziora w Podludowie. Dwa typy okryw *Stephanodiscus* „rotula/niagarae complex” (sensu E. Theriot i in.; 21)

1, 2 – *Stephanodiscus* sp., typ 1 (*S. rotula* (Kützing) Hendej według G.K. Khursevich; 8), 3, 4 – *Stephanodiscus* sp., typ 2 (*S. rotula* (Kützing) Hendej według F.E. Round; 18) lub *S. niagarae* var. *insuetus* Chursevich et Loginova według G.K. Khursevich (8), 1, 3 – zewnętrzna strona okrywy; 2, 4 – wewnętrzna strona okrywy; skala = 10 μ m

Fig. 3. Microscopic photos of diatoms from the buried lake sediments at Podludów. Two valve types of *Stephanodiscus* „rotula/niagarae complex” (sensu E. Theriot et al.; 21)

1, 2 – *Stephanodiscus* sp., type 1 (*S. rotula* (Kütz.) Hendej after G.K. Khursevich; 8), 3, 4 – *Stephanodiscus* sp., type 2 (*S. rotula* (Kütz.) Hendej after F.E. Round; 18) or *S. niagarae* var. *insuetus* Khursevich et Loginova after G.K. Khursevich (8), 1, 3 – outer valve side, 2, 4 – inner valve side; scale = 10 μ m

w czasie głównego optimum klimatycznego (3 faza rozwoju roślinności lądowej) w interglacjale ferdynandowskim podobnie jak w stanowiskach z Ferdynandowa i Bełchatowa, których osady były badane palinologicznie i diatomologicznie (3, 5, 11, 12, 16, 17).

Diatomofaza PD3. Diatomofazę tę cechuje ogólne zmniejszenie liczebności okrzemek (próbki nr 9, 10, głęb. 0,8–0,9 m), zwiększenie udziału *Aulacoseira granulata* (maksymalnie do 53%), *A. ambigua* (do 25%), *Synedra ulna* (9%) oraz gwałtowny spadek relatywnej frekwencji *Cyclotella* spp. (ryc. 2).

Wyraźna przewaga *Aulacoseira granulata* w tej, zapewne krótkotrwałej fazie, wskazuje na podniesienie się statusu troficznego oraz wzrost zasadowości wód jeziora, jako że według B.J. Cholnoky (1), optimum rozwoju tego gatunku mieści się w zakresie pH 7,9–8,2. Powyższe zmiany mogą być odbiciem naturalnej sukcesji okrzemek lub wynikiem zniszczenia w środowisku silnie zasadowym części okrzemek o bardzo delikatnej budowie skorupki. Świadczyć o tym może nie tylko słaba frekwencja, ale również zły stan zachowania części okrzemek, noszących niekiedy wyraźne ślady korozji. Taki stan zachowania okrzemek mógł też być spowodowany silnym zwietrzeniem osadów w okresie późniejszym wskutek silnego ochłodzenia lub kontynentalizacji klimatu. Znaczny stopień skorodowania okrzemek stwierdzono także w stanowisku osadów interglacjalnych ferdynandowskiego w okolicy Bełchatowa (16, 17).

Diatomofaza PD4. W diatomofazie tej (próbki nr 11, 12, głęb. 0,5–0,6 m) zanotowano maksymalne w badanym profilu zwiększenie relatywnej frekwencji *Aulacoseira ambigua* (do 36%) oraz dość znaczny udział *A. granulata* (do 26%).

W porównaniu z poprzednią fazą (PD3) nastąpiło tu ogólne zwiększenie ilości okrzemek, w tym ponowny rozwój *Cyclotella* spp. (maksymalnie do 35%) oraz mniej licznych gatunków *Stephanodiscus*, *Synedra ulna* i *Amphora libyca* (ryc. 2).

Wzrost liczebności *Aulacoseira ambigua*, *Cyclotella* spp. oraz zmniejszenie udziału *Aulacoseira granulata* w fazie PD4 można łączyć z nieznacznym obniżeniem trofii jeziora lub też niewielkim podniesieniem poziomu wody w jeziorze. Procentowy udział oraz skład okrzemek w fazie PD4 jest najbardziej zbliżony do fazy PD1 poprzedzającej okres ich optymalnego rozwoju.

Przyczyn powyższych zmian jakościowych i ilościowych w występowaniu okrzemek najliczniejszych w fazie PD4 należy upatrywać głównie w grupie czynników paleoekologicznych i paleoklimatycznych. Można sądzić, że warunki paleohydrologiczne towarzyszące akumulacji osadów (odpowiadających zapewne schyłkowej części optimum interglacjalnego ferdynandowskiego), pozostawały na podobnym poziomie lub tylko niewiele się zmieniły. Okrzemki dominujące reprezentują tu przede wszystkim pelagialną, głębszą strefę jezior o wodach zasadowych, bogatych w składniki pokarmowe.

PODSUMOWANIE

W wyniku jakościowej i ilościowej analizy okrzemek w stanowisku osadów jeziornych w Podludowie wyróżniono 4 fazy rozwoju okrzemek (diatomofazy PD1–PD4 na ryc. 2), w których stwierdzono bardzo liczne występowanie *Aulacoseira granulata* i *A. ambigua*. Są to gatunki słodkowodne, kosmopolityczne, obecnie szeroko rozpowszechnione w planktonie różnych zbiorników wodnych, głównie eutroficznych (22).

W badanych osadach, a zwłaszcza w fazie PD2, napotkano także bardzo liczne okrzemki *Cyclotella* cf. *reczickiae* oraz mniej liczne okazy wstępnie określone na podstawie badań w mikroskopie elektronowym (ryc. 3) jako *Stephanodiscus „rotula/niagarae complex” sensu E. Theriot i in.* (21). W tej grupie znajdują się zapewne okrzemki wymarłe, najbardziej zbliżone do taksonów opisanych z osadów interglacjalnych białowieskiego na Białorusi (por. 8, 10, 15). Są one również liczne w osadach interglacjalnych ferdynandowskiego w Ferdynandowie (11).

W porównaniu z dotychczas zbadanymi palinologicznie i diatomologicznie stanowiskami interglacjalnymi białowieskiego i ferdynandowskiego, profil w Podludowie reprezentuje głównie głębokowodną fację osadów jeziornych. Osady te utworzyły się w czasie panowania szczególnie korzystnych warunków dla rozwoju bogatej, różnorodnej flory okrzemek planktonowych i nannoplanktonowych (diatomofaza PD2). Warunki takie mogły istnieć w Podludowie, podobnie jak w Ferdynandowie i Bełchatowie przede wszystkim w czasie optimum klimatycznego interglacjalnego ferdynandowskiego (por. 3, 5, 11, 12, 16, 17).

Badania okrzemek z organogenicznych osadów jeziornych stanowiska w Podludowie podjęto z inicjatywy dr J. Rzechowskiego (Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie), któremu autorka składa podziękowanie za przekazanie próbek oraz informacje dotyczące położenia tych osadów.

L I T E R A T U R A

1. Cholnoky B.J. — Die Okologie der Diatomeen in Binnengewässern. J. Cramer, Lehre, 1968.
2. Erd K. — Schriftenr. Geol. Wiss., 1978 vol. 9 s. 99–119.
3. Janczyk-Kopikowa Z. — Biul. Inst. Geol., 1975 nr 290 s. 5–94.
4. Janczyk-Kopikowa Z. — Przew. seminarium teren.: Stratygrafia i chronologia lessów oraz utworów glacialnych dolnego i środkowego plejstocenu Polski SE., Lublin, 23–29 września 1980 s. 29–30.
5. Janczyk-Kopikowa Z., Mojski J.E., Rzechowski J. — Biul. Inst. Geol., 1981 nr 355 s. 65–79.
6. Janczyk-Kopikowa Z., Mojski J.E., Rzechowski J. — Przew. seminarium teren.: Stratygrafia i chronologia lessów oraz utworów glacialnych dolnego i środkowego plejstocenu Polski SE., Lublin, 23–29 września 1980 s. 35–36.
7. Janczyk-Kopikowa Z., Rzechowski J. — Ibidem, 1980 s. 93–94.
8. Khursevich G.K. — Atlas vidov *Stephanodiscus* y *Cyclostephanos* (Bacillariophyta) iz vierkhne-kainozoiskikh otlozheniy SSSR. F.J. Velichkevich red., Nauka i Tekhnika, Minsk, 1989.
9. Khursevich G.K., Loginova L.P. — Doklady Akademii Nauk BSSR, 1984 vol. 28 s. 52–55.
10. Khursevich G.K., Loginova L.P. — [W:] Pleistotsen Rechartsogo Pridneprovya Byelorusii. Nauka i Tekhnika, Minsk, 1986 s. 76–142.
11. Khursevich G.K., Przybyłowska-Lange W., Loginova L.P. — Doklady Akademii Nauk BSSR, 1990 vol. 34 nr 2 s. 179–183.
12. Krzyszkowski D., Kuszell T. — Przew. II Sympozjum Czwartorzęd Rejonu Bełchatowa, Wrocław–Warszawa, 1987 s. 125–134.

13. Lindner L. — Acta Geol. Pol., 1988 nr 1–4 s. 63–83.
14. Łyczewska J. — Kwart. Geol., 1977 nr 1 s. 119–140.
15. Makhnach N.A., Khursevich G.K. i in. — [W:] Neogenovye otlozheniya Byelorussii, Nauka i Tekhnika, Minsk, 1982 s. 37–53.
16. Marciniak B. — Diatoms of the Ferdynandovian Interglacial in the Belchatów region Central Poland (preliminary report). Fol. Quater., 1990 (w druku).
17. Marciniak B. — Dominant diatoms in the interglacial lake sediments of the Middle Pleistocene in Central and Eastern Poland. Hydrobiologia, 1990 (w druku).
18. Round F.E. — Arch. Protistenk., 1981 nr 124 s. 455–470.
19. Ryłova T.B., Khursevich G.K. — Doklady Akademii Nauk BSSR, 1989, vol. 33 nr 11 s. 1025–1027.
20. Siemińska J. — Chrysophyta II. Bacillariophyceae — Okrzemki. Flora słodkowodna Polski. 6. PWN. Warszawa, 1964.
21. Theriot E., Qi Y., Yang J., Ling L. — Diat. Res., 1988 vol. 3 z. 1 s. 159–167.
22. Zabielińska M.M., Kiselev J.A., Proshkina-Lavrenko A.I., Sheshukova V.S. — Diatomovye vodorosli, Opredelitel' presnovodnykh vodorosli SSSR, 4, Sovetskaya Nauka, Moskva, 1951.

SUMMARY

The site Podlodów is located about 18 km to the west of Kock (Fig. 1). It is represented by lake marl exposed at valley slope of the Świnka rivulet, a tributary to the Wierz downstream from Podlodów. The marl was found by J. Łyczewska (14) who correlated it with interglacial sediments at Ferdynandów. This suggestion was con-

firmed by results of a preliminary pollen analysis by Z. Janczyk-Kopikowa (cf. 4, 7, 14) that indicated the lake marl from Podlodów to correspond to sediments of the lower climatic optimum of the Ferdynandów Interglacial (phytophase 3) in the section Ferdynandów B (3, 4). Sediments of this interglacial in Poland were located between the Warta and the Odra glaciations (14), and lately between the Wilga and the San glaciations (5, 6) or between the San 1 and the San 2 glaciations (13). It corresponds presumably to the Białowieża Interglacial in Byelorussia (10, 11, 15) and to Voigtstedt Interglacial in Germany (2).

Quantitative and qualitative analysis of diatoms from the lake sediments at Podlodów enabled to distinguish 4 development phases (diatom phases PD1 – PD4 in Fig. 2), in which numerous *Aulacoseira granulata* and *A. ambigua* were distinguished. They are freshwater and cosmopolitan species, at present common in plankton of different, mainly eutrophic reservoirs (22).

The studied sediments contained, especially in the phase PD2, very common valves of *Cyclotella* cf. *reczickiae* and less common specimens, preliminary defined with use of electron microscope (Fig. 3) as *Stephanodiscus „rotula/niagarae complex” sensu E. Theriot et al.* (21). This group contains probably extinct diatoms, very close to the taxons described from sediments of the Białowieża Interglacial in Byelorussia (cf. 8, 10, 15). They are also common in lake sediments of the Ferdynandów Interglacial at Ferdynandów (11) and less common at Belchatów (16, 17).

If compared with the previously studied sites of the Białowieża and Ferdynandów interglacials, the section at Podlodów represents mainly a deep facies of lake sediments. They were deposited during particularly favorable conditions for development of rich and varying flora of planktonic and nannoplanktonic diatoms (diatom phase PD2). Such conditions could exist at Podlodów, similarly as at Ferdynandów and Belchatów, particularly during the climatic optimum of the Ferdynandów Interglacial (3, 5, 11, 12, 16, 17).