

STANOWISKO OSADÓW JEZIORNICH INTERGLACJAŁU MURAWIŃSKIEGO (EEMSKIEGO) W RUMLÓWCE KOŁO GRODNA (BIAŁORUŚ)

A LOCALITY WITH LACUSTRINE DEPOSITS REPRESENTING THE MURAVIAN (EEMIAN) INTERGLACIAL IN RUMLÓWKA NEAR GRODNO (BELARUS)

BARBARA MARCINIAK¹, JADWIGA JEŁOWICZEWA², LESZEK LINDNER³, ALEKSANDER SAŃKO⁴

Abstrakt. Przedstawiono główne wyniki badań interdyscyplinarnych osadów jeziornych w Rumłówce koło Grodna. Osady te reprezentowane są przez kredę i mułki ilaste, a przykryte są przez piaski i piaski ze żwirem stanowiące osady fluwioperyglacialne i deluwialne najwyższego (VI) tarasu Niemna. Badaniami palinologicznymi objęto górną część kredy i mułku ilastego w profilu Rumłówka 2. Obejmują one młodszą część (od fazy *Carpinus* do fazy *Betula+Pinus+NAP*) interglacjału murawińskiego (eemskiego) i najstarszą część zlodowacenia poozerskiego (wisły). Badania diatomologiczne młodszej części osadów interglacjału murawińskiego pozwoliły na wydzielenie w nich pięciu lokalnych poziomów okrzemkowych (Local Assemblage Zones L DAZ DR-1 do DR-5), a na ich podstawie pięciu stadiów rozwoju ówczesnego jeziora, od głębokiego, oligotroficznego przez oligomezotroficzne, z często zmieniającym się poziomem wody, do eutroficznego, wyraźnie się wypływającego. Analiza licznych szczątków malakofauny oraz zębów i kości ssaków, zachowanych zarówno w wymienionych osadach jeziornych, jak i przykrywających je osadach rzecznych, wykazała wzajemne przenikanie się form ciepłolubnych i zimnolubnych. Jest to zjawisko typowe dla schyłkowej części ostatniego interglacjału (murawińskiego, eemskiego) i początkowej części ostatniego zlodowacenia (poozerskiego, wisły) na obszarze środkowej Europy.

Słowa kluczowe: palinologia, okrzemki, fauna, interglacjał murawiński (eemski), zlodowacenie poozerskie (wisły).

Abstract. The paper presents results of multi-disciplinary studies of the lacustrine deposits from Rumłówka near Grodno. Geological studies show that the strata are represented by marls and clayey silts and are covered by sands and sands with gravel representing of the fluvioperiglacial and deluvial accumulation of the highest (VI) terrace of Niemen. Pollen analyses were conducted in the upper part of the marls and clayey silts in the Rumłówka 2 section. These deposits correspond to the younger part (from the *Carpinus* to the *Betula+Pinus+NAP* phase) of the Muravian (Eemian) Interglacial and the oldest part of the Poozerian (Vistulian) Glaciation. Diatom analyses of the younger part of the Muravian Interglacial allowed distinguishing five Local Assemblage Zones L DAZ DR-1 to DR-5, and as a result, also five stages of the lake evolution, from deep basin (oligotrophic lake), through a reservoir with oscillating water level (oligomesotrophic lake), to a distinctly shallowing environment (eutrophic lake). The analysis of abundant malacofauna along with teeth and bones of mammals preserved both in the lake deposits as well as in the overlying fluvial deposits indicated intermingling of thermo- and cryophilous forms. This phenomenon is typical of the terminal part of the last interglacial (Muravian, Eemian) and the initial part of the last glaciation (Poozerian, Vistulian) in Central Europe.

Key words: pollen, diatom and faunal studies, Muravian (Eemian) Interglacial, Poozerian (Vistulian) Glaciation.

¹ Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa

² Wydział Geograficzny Państwowego Uniwersytetu Białoruskiego, ul. Skoriny 4, 220050 Mińsk

³ Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

⁴ Katedra Geografii Fizycznej Białoruskiego Uniwersytetu Pedagogicznego, ul. Sowieckaja 18, 220010 Mińsk

WSTĘP

Celem pracy jest przedstawienie wyników badań interdyscyplinarnych stanowiska osadów jeziornych ostatniego interglacjału (murawińskiego, eemskiego) w Rumłówce koło Grodna na Białorusi (fig. 1). Odkrycie tego stanowiska zawdzięczamy Ludwikowi Sawickiemu, prowadzącemu tu badania geologiczno-geomorfologiczne w latach 1937 i 1939 (Halicki, 1951). W tym też czasie osady tego stanowiska zostały opróbowane dla potrzeb paleobotanicznych przez B. Jaronia i uznane przez B. Halickiego za równowiekowe z wcześniej opisanymi przez Szafera (1926) i Dyakowską (1936) osadami w Poniemuniu. Wspomina o tym Środoń (1950), stwierdzając ponadto, że w świetle wykonanej przez niego analizy pyłkowej i szczątków makroskopowych z „jednego kawałka kredy jeziornej” z Rumłówki osady te

„należą do ostatniego interglacjału”. W latach późniejszych osady z Rumłówki były przedmiotem szczegółowych badań palinologicznych (Jełowiczewa, 1978, 2001), makroszczątkowych (Wieliczekiewicz, 1982) i malakologicznych (Wozniaczk, 1959; Sańko, 1999) oraz oceny sytuacji geologicznej i geomorfologicznej ich występowania w dolinie Niemna (Gorecki, 1980; Karabanow, 1987). W ostatnim czasie niektóre wyniki badań interdyscyplinarnych osadów interglacialnych z Rumłówki były przedmiotem prezentacji na Field Symposium on Quaternary Geology and Geodynamics in Belarus (Sanko i in., 2002) oraz zostały objęte badaniami diatomologicznymi (Marciniak, 2005, 2007). Były także zaprezentowane na XIV Konferencji „Stratygrafia plejstocenu Polski” (Lindner i in., 2007).

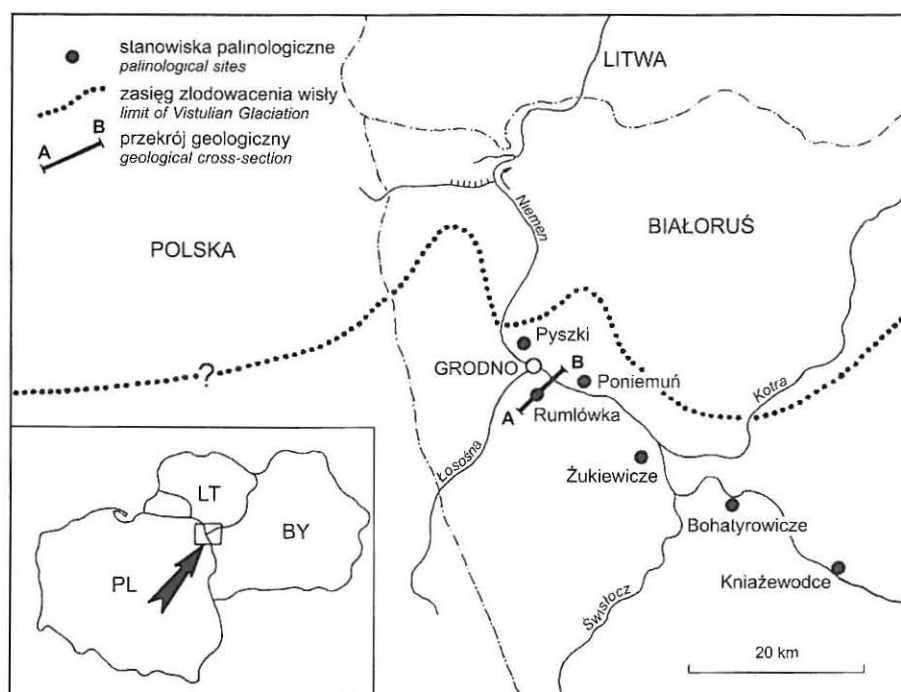


Fig. 1. Szkic lokalizacyjny stanowisk palinologicznych interglacjału murawińskiego (eemskiego) w rejonie Grodna

Location sketch-map of the pollen sites of the Muravian (Eemian) Interglacial near Grodno

SYTUACJA GEOLOGICZNA

Osady interglacjału murawińskiego (eemskiego) stwierdzone w Rumłówce (mr na fig. 2) reprezentowane są przez kredę jeziorną o miąższości do 7–8 m, zachowaną na lewym brzegu doliny Niemna na wysokości 106–115 m n.p.m., tj. ok. 14–21 m nad poziom tej rzeki. Kreda ta leży na piaskach i piaskach ze żwirem oraz glinie lodowcowej z okresu zlodowacenia dnierprzańskiego — dn (odry). Jest przykryta cienką warstwą mułku, piaskami ze żwirem oraz wkładką mułku ilastego o łącznej miąższości 7,5 m (fig. 2 i 3), utworzonych w czasie zlodowacenia poozierskiego — po (wisły) jako

osady fluwioperyglacialne i deluwialne najwyższego (VI) tarasu Niemna. W górnej części kredy jeziornej oraz w obrębie przykrywających ją osadów tarasowych zachowane są liczne szczątki malakofauny i ssaków. Datowania TL dolnej części osadów tarasowych na 94 ± 10 ka i 96 ± 12 ka (Sanko i in., 2002) wskazują na ich akumulację w początkowej części zlodowacenia poozierskiego (wisły), zaś zachowane w ich górnej części kliny lodowe (fig. 3) mogą dowodzić zakończenia tej akumulacji w warunkach peryglacialnych ostatniego zlodowacenia.

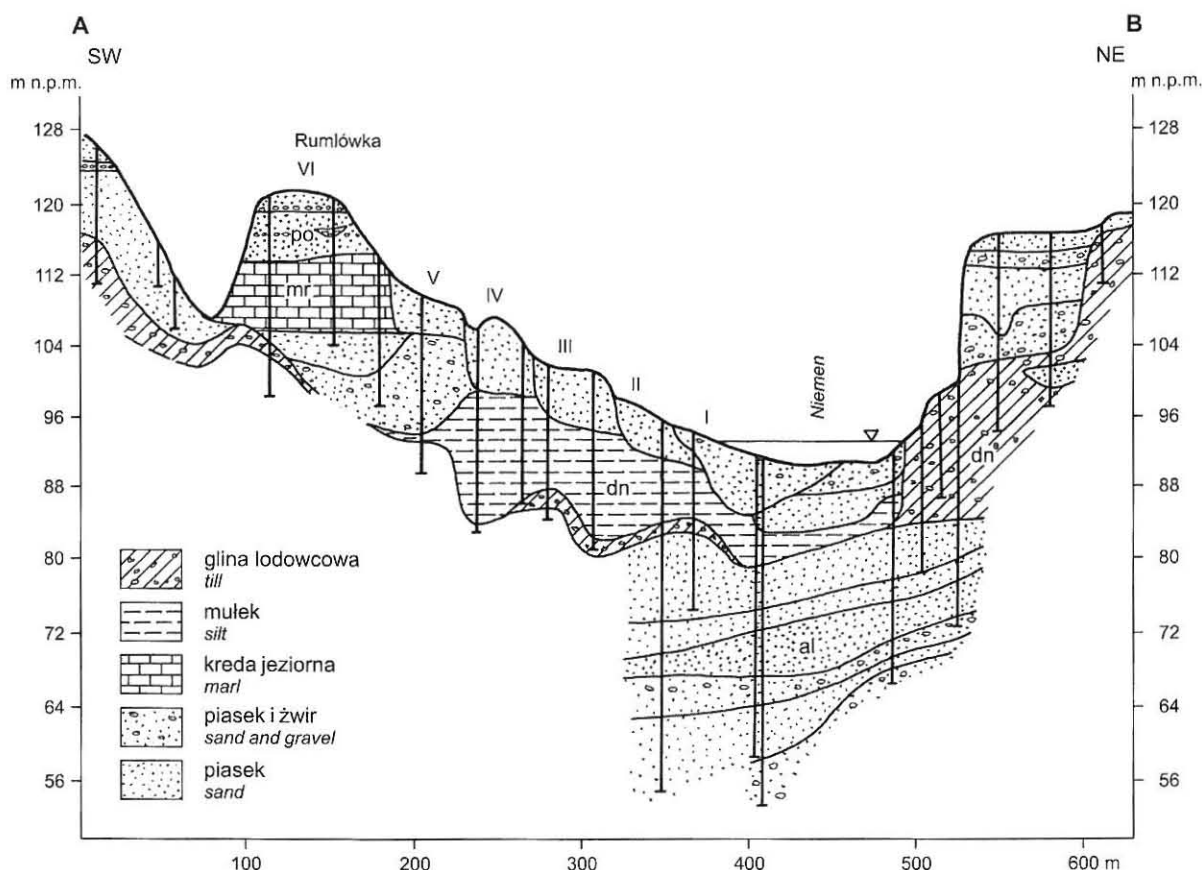


Fig. 2. Przekrój geologiczny przez osady czwartorzędowe w dolinie Niemna koło Rumłóvky (wg Goreckiego, 1980, uzupełniony) al — interglacjał aleksandryjski (mazowiecki), dn — zlodowacenie dnieprzańskie (odra), mr — interglacjał murawiński (eemski), po — zlodowacenie poozerskie (wisła), I–VI — tarasy rzeczne

Geological cross-section through Quaternary deposits in the Niemen valley near Rumłówka (after Gorecki, 1980, supplemented)

al — Alexandrian (Mazovian) Interglacial, dn — Dnieperian (Odranian) Glaciation, mr — Muravian Interglacial (Eemian), po — Poozerian (Vistulian) Glaciation, I–VI — river terraces

W 2000 r. autorzy wstępnie opróbowali kredę jeziorną w stanowisku Rumłówka (Lindner i in., 2007) w obrębie wąwozu ciągnącego się z zachodu na wschód na przestrzeni kilkuset metrów. Wąwóz ten rozcina osady VI tarasu Niemna i niżej leżącą kredę jeziorną w dnie wąwozu

(fig. 3), przechodzącego w powierzchnię I tarasu zalewowego tej rzeki. Miejsce późniejszego (Sanko i in., 2002), szczegółowego opróbowania tej kredy dla potrzeb analizy palinologicznej i diatomologicznej oznaczono jako profil Rumłówka 2.

ANALIZA PALINOLOGICZNA

W profilu Rumłówka 2 analizą palinologiczną objęto 92 próbki pochodzące z kredy jeziornej oraz przykrywającego ją mułku (Jełowiczewa, 2001; Yelovicheva w: Sanko i in., 2002). Uzyskane tą drogą wyniki stały się podstawą do wyróżnienia w obrębie analizowanego profilu (z głębokości 5,7–10,4 m) 9 palinokompleksów (PC), z których najmłodszy (PC-9) reprezentuje początkową część zlodowacenia poozerskiego, a pozostałe dokumentują poszczególne fazy pyłkowe w obrębie młodszej części interglacjału murawińskiego (fig. 4). Symbole literowe tych faz (mr) są zgodne z przyjętymi na Białorusi zasadami ich oznaczeń dla sukcesji pyłkowej interglacjału murawińskiego (Yelovicheva,

Sanko, 1999; Jełowiczewa, 2001; Yelovicheva w: Sanko i in., 2002).

Faza *Carpinus* — mr-6-a (PC-1) obejmuje osad z głębokości 9,28–10,4 m. Wartość AP w tej fazie stanowi 96–100%, NAP — 0,5–2%, spory 0,5–4%. Dominują drzewa liściaste 63–88%, głównie *Carpinus* 49–84%, mniejsze wartości osiągają *Quercus* 0,5–3%, *Tilia* 1–4%, *Ulmus* 0,5–4%, *Acer* 0,5–1%, *Fraxinus* 0,5–2%. Frekwencja pyłku *Picea* sect. *Eupicea* wynosi 1–31%, *Pinus* 1–13%, *Betula* sect. *Albae* 0,5–5%, *Alnus* 0,5–15%, *Abies* 0,5–1%, *Larix* 0,5% oraz *Corylus* 1–20%. Niewielki, lecz zróżnicowany jest tu udział pyłku roślin zielnych, roślin wodnych i glonów nale-

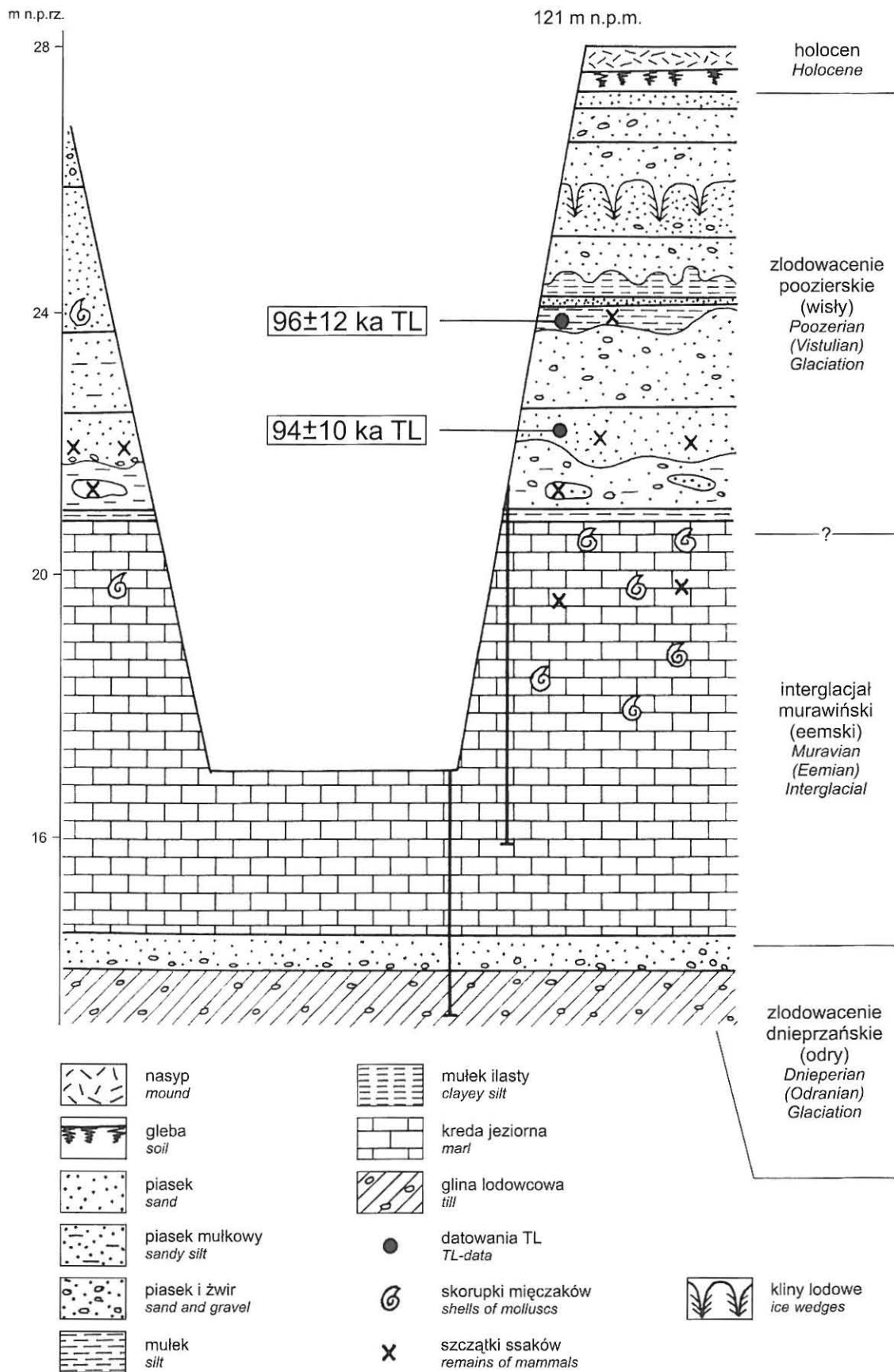


Fig. 3. Litologia i wiek osadów w profilu Rumłówka 2 (wg Sanko w: Sanko i in., 2002, uzupełniony)

Lithology and age of deposits in the Rumłówka 2 section (after Sanko in: Sanko *et al.*, 2002, supplemented)

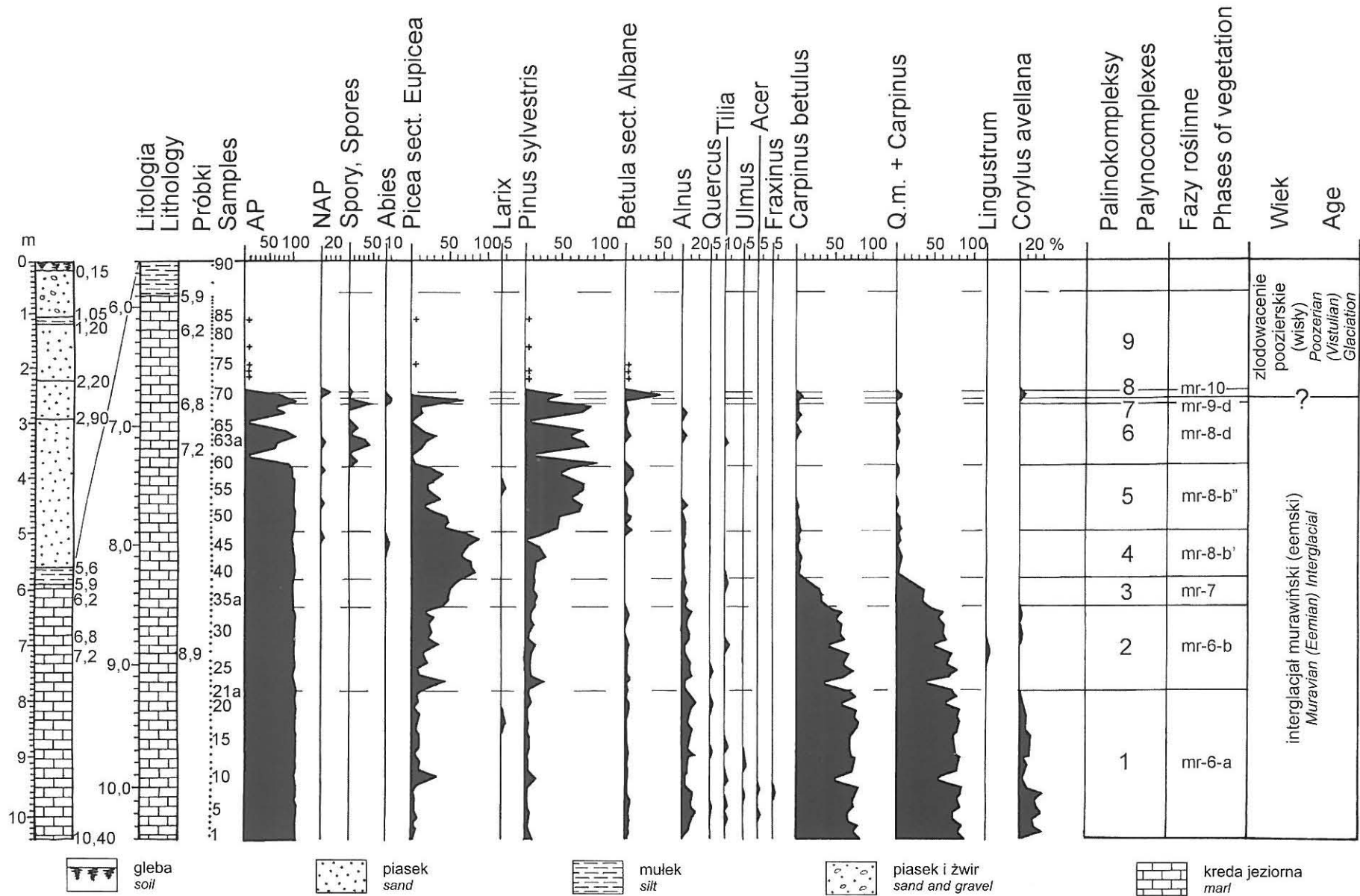


Fig. 4. Diagram palinologiczny osadów jeziornych z profilu Rumłowka 2 (wg Yelovicheva w: Sanko i in., 2002, uproszczony)

Pollen diagram of the lacustrine deposits from the Rumłowka 2 section (after Yelovicheva in: Sanko *et al.*, 2002, simplified)

żących do zielenic (*Pediastrum* spp.). Lasy grabowe z udziałem świerka, olszy i leszczyny charakteryzują klimatyczne optimum interglacjału murawińskiego (eemskiego) (Yelovicheva w: Sanko i in., 2002).

Faza *Carpinus + Picea* — **mr-6-b** (PC-2) obejmuje osad z głębokości 8,52–9,22 m. Wartość AP w tej fazie stanowi 90–100%, NAP — 0,5–3%, spor 0,5–2,5%. Drzewa liściaste mają tu duży udział 33–80%, *Carpinus* 31–77%, *Quercus* 0,5–3%, *Tilia* 0,5–6%, *Ulmus* 0,5–2%, *Acer* 1%. Wzrasta frekwencja pyłku *Picea* sect. *Eupicea* 6–42%, *Pinus* 3–22%, ten sam udział jak w poprzedniej fazie ma *Betula* sect. *Albae* 0,5–5% i *Abies* 0,5–1%, natomiast spada frekwencja pyłku *Alnus* 2–11% oraz *Corylus* 1–3%. Mniej zróżnicowany jest w tej fazie udział pyłku roślin zielnych, roślin wodnych i glonów należących do zielenic (*Pediastrum* spp.), które występują tu sporadycznie (Yelovicheva w: Sanko i in., 2002). Powyższe zmiany roślinności wskazują, że w młodszej części klimatycznego optimum interglacjału murawińskiego (eemskiego) dominują lasy grabowe i świerkowe z udziałem sosny i olszy.

Faza *Picea + Carpinus* — **mr-7** (PC-3) obejmuje osad z głębokości 8,29–8,52 m. Wartość AP w tej fazie stanowi 95–96%, NAP — 1–2%, spory 3–4%, znacząco wzrasta frekwencja pyłku *Picea* sect. *Eupicea* 42–61%, natomiast spada udział drzew liściastych 21–42%, w tym *Carpinus* 19–41%, *Quercus* 1–2%, *Tilia* 0,5–3%, *Ulmus* 1%, *Acer* 0,5%. Zmniejsza się także udział *Pinus* 10–13%, *Betula* sect. *Albae* 0,5–2% i *Alnus* 1–4% oraz *Corylus* 0,5–2%, a frekwencja pyłku *Abies* 1% pozostaje na stałym poziomie. Pyłek roślin zielnych oraz zielenice występują pojedynczo. W końcowej części optimum interglacjału murawińskiego (eemskiego) dominują lasy świerkowe i grabowe z udziałem sosny.

Faza *Picea* — **mr-8-b'** (PC-4) obejmuje osad z głębokości 7,89–8,25 m. W tej fazie wartość AP stanowi 92–99%, NAP — 0,5–4%, spor 0,5–4%, następuje tu maksymalny wzrost frekwencji pyłku *Picea* sect. *Eupicea* 63–82%, *Abies* 0,5–2% i *Pinus* 11–25%, stały jest poziom udziału pyłku *Betula* sect. *Albae* 0,5–2% i *Alnus* 0,5–4%. Zmniejsza się znacznie udział drzew liściastych 2–8%, w tym *Carpinus* 2–7%, *Quercus* 0,5–1%, *Tilia* 0,5–1%, *Acer* 0,5%, bardzo mała jest też frekwencja pyłku *Corylus* 1%. Fazę tę z końcowej części interglacjału murawińskiego, należącą do palinokompleksu PC-4, reprezentują lasy świerkowe z udziałem sosny.

Faza *Pinus + Picea* — **mr-8b''** (PC-5) obejmuje osad z głębokości 7,34–7,89 m, w którym udział AP stanowi 93–99%, NAP — 0,5–5%, spor 0,5–2%. Dominuje *Pinus*

41–76%, mniej liczna jest *Picea* sect. *Eupicea* 13–41%, *Abies* stanowi 0,5% i *Larix* 1%. Zmniejsza się udział drzew liściastych 0,5–7%, w tym *Carpinus* 0,5–6%, *Quercus* 0,5–1%, *Tilia* 0,5–1%, *Acer* 0,5%, frekwencja pyłku *Corylus* nie przekracza 0,5–1%. Lekko wzrasta poziom udziału pyłku *Betula* sect. *Albae* 0,5–10% i *Alnus* 0,5–7%. Fazę tę z końcowej części interglacjału murawińskiego (eemskiego), należącą do palinokompleksu PC-5, reprezentują lasy sosnowe i świerkowe z udziałem brzozy i olszy.

Faza *Pinus + Picea + spory* — **mr-8-d** (PC-6) obejmuje osad z głębokości 6,8–7,34 m, w którym udział AP stanowi 95–98%, NAP 0,5–4%, spor 0,5–43%. Dominuje *Pinus* 56–94%, mniej liczna jest *Picea* sect. *Eupicea* 3–31%, *Abies* stanowi 0,5–1%. Udział drzew liściastych wynosi 1–5%, w tym *Carpinus* 1–5%, *Quercus* 0,5%, *Tilia* 1–3%, *Ulmus* 0,5%, *Betula* sect. *Albae* 1–7% i *Alnus* 1–6%. Frekwencja pyłku *Corylus* nie przekracza 0,5–2%. Pyłek roślin zielnych jest nieliczny, masowo występują spory Polypodiaceae (86–100%). Rozwój lasów sosnowych ze świerkiem i bogatym udziałem paproci w podszyciu charakteryzuje końcową część interglacjału murawińskiego (eemskiego), należącą do palinokompleksu PC-6.

Faza *Picea + Abies* — **mr-9-d** (PC-7) obejmuje osad z głębokości 6,75–6,8 m, w którym udział AP stanowi 100%, *Picea* sect. *Eupicea* 71%, *Pinus* 24%, *Abies* 5%. W końcowej części interglacjału murawińskiego (eemskiego) w fazie należącej do palinokompleksu PC-7 dominują lasy świerkowe z udziałem jodły i sosny.

Faza *Betula + Pinus + NAP* — **mr-10** (PC-8) obejmuje osad z głębokości 6,7–6,75 m. Wartość AP w tej fazie wynosi 74%, NAP — 21%, spor — 5%, wśród drzew największy udział ma pyłek *Pinus* 46% i *Betula* sect. *Albae* 46%, natomiast *Carpinus* i *Corylus*, które osiągają 8%, są zapewne na wtórnym złożu. U schyłku interglacjału murawińskiego (eemskiego) występowały rozrzedzone lasy sosnowo-brzozowe i brzozowo-sosnowe oraz zbiorowiska roślin zielnych na terenach otwartych.

Palinokompleks określony jako PC-9, który obejmuje osady z głębokości 5,9–6,7 m, zawiera tylko pojedyncze ziarna pyłku drzew (*Picea*, *Pinus*, *Betula* sect. *Albae*), roślin zielnych (głównie Gramineae) oraz spor Polypodiaceae. Osady te tworzyły się zapewne w warunkach ochłodzenia u schyłku interglacjału murawińskiego i na początku zlodowacenia poozijskiego.

W wyżej leżących osadach piaszczystych z głębokości 5,6–5,9 m nie znaleziono szczątków roślinnych.

ANALIZA MAKROSZCZĄTKÓW ROŚLINNYCH

Makroszczątki roślinne stwierdzono w najwyższej partii analizowanych osadów jeziornych (2,5 m miąższości), reprezentujących najmłodsze fazy roślinne (*Picea + Abies* — **mr-9-d**, *Betula + Pinus + NAP* — **mr-10**) interglacjału murawińskiego i palinokompleks 9, charakteryzujący początkową część zlodowacenia poozijskiego (Velichkevich w: Sanko i in., 2002). Reprezentują one 48 gatunków drzew, krzewów

i roślin zielnych. W obrębie drzew dokumentują makroszczątki *Pinus*, *Picea*, *Betula alba*, *Carpinus betulus* i *Alnus* sp. W najwyższej warstwie dominują szczątki roślin zielnych (*Potamogeton rutilus*, *P. praelongus*, *P. alpinus*, *P. filiformis*, *Selaginella selaginoides*, *Myriophyllum spicatum*, *Hippuris vulgaris*), zwiastujących początek ochłodzenia klimatycznego związanego z ostatnim zlodowaceniem (poozijskim, wisły).

ANALIZA DIATOMOLOGICZNA

Do analizy diatomologicznej wytypowano 37 próbek pobranych z głębokości 7,15–10,50 m. Zidentyfikowano 157 taksonów okrzemek, wśród których najliczniejszy jest rodzaj *Cyclotella*, znacznie mniejszy udział mają rodzaje *Synedra*, *Asterionella*, *Stephanodiscus*, *Fragilaria* i *Aulacoseira*. Procentowy udział wybranych taksonów okrzemek (głównie okrzemek dominujących) występujących w profilu Rumłówka 2 przedstawiono na diagramie (fig. 5).

SUKCESJA OKRZEMEK

Na podstawie zmian składu gatunkowego i relatywnej frekwencji okrzemek (udziału procentowego) w analizowanym profilu wyróżniono pięć lokalnych poziomów okrzemkowych (Local Diatom Assemblage Zones: L DAZ DR-1 do DR-5). Poziomy te reprezentują pięć etapów sukcesji okrzemek, które charakteryzują pięć stadiów rozwoju kopalnego jeziora w Rumłówece i w znacznym stopniu nawiązują do sukcesji roślinności w czasie interglacjału eemskiego (murawińskiego) opisaną na podstawie analizy pyłkowej tego samego profilu (Yelowicheva w: Sanko i in., 2002).

W **pierwszym etapie** sukcesji okrzemek, reprezentowanym przez lokalny poziom okrzemkowy L DAZ DR-1 *Cyclotella*, odnotowano maksymalny udział procentowy (do ok. 90%) okrzemek planktonowych *Cyclotella* spp. (głównie *C. operculata* (Agardh) Kützing lub *C. cyclopuncta* Håkansson et Carter). *Cyclotella operculata* jest gatunkiem słodkowodnym, występującym obecnie nie często w litoralu i pelagialu zbiorników stojących. W pierwszym etapie często napotymano również okrywy *C. operculata* var. *unipunctata* Hustedt i *C. operculata* var. *mesoleia* Grunow. Dominacja wymienionych taksonów flory *Cyclotella* wskazuje na oligotroficzny charakter dość głębokiego jeziora z wodą o odczynie lekko zasadowym. Był to okres rozwoju lasów grabowych, odnotowany w fazie pyłkowej *Carpinus* — **mr-6-a** (PC-1) z wysokim udziałem graba 49–84%, przypadający w czasie optimum klimatycznego interglacjału murawińskiego.

Drugi etap (poziom L DAZ DR-2 *Cyclotella*–*Synedra*–peryfiton) charakteryzuje się w porównaniu z poprzednim etapem niewielkim obniżeniem frekwencji *Cyclotella* spp. i lekkim wzrostem liczebności *Synedra* spp. (*S. acus* Kützing et *S. acus* var. *angustissima* Grunow). *Synedra acus* jest gatunkiem słodkowodnym, szeroko rozprzestrzenionym zwłaszcza w litoralu stojących zbiorników nizinnych, jej odmiana często występuje w planktonie jezior. Wśród okrzemek planktonowych lekko wzrasta też udział *Stephanodiscus minutulus* (Kützing) Cleve et Möller, *Fragilaria crotonensis* Kitton i *Asterionella formosa* Hassal, które obecnie występują masowo w jeziorach eutroficznym. W grupie okrzemek peryfitonowych znajdują się tylko bardzo nieliczne, pojedynczo występujące gatunki epifityczne i denne. Te niewielkie zmiany ilościowe zanotowane w drugim etapie, głównie w obrębie okrzemek planktonowych, wskazują na słabo zaznaczoną eutrofizację ówczesnego dość głębokiego jeziora i przejście od oligotroficznego do oligomezotroficznego typu jeziora.

Drugi etap sukcesji okrzemek odpowiada górnej części pierwszej fazy pyłkowej *Carpinus* **mr-6-a** (PC-1) i dolnej części drugiej fazy pyłkowej *Carpinus* + *Picea* — **mr-6-b** (PC-2) w czasie rozwoju lasów grabowo-świerkowych z udziałem sosny i olszy w młodszej części optimum klimatycznego interglacjału murawińskiego.

W **trzecim etapie** (L DAZ DR-3 *Cyclotella*–peryfiton–*Fragilaria*–*Synedra*–*Stephanodiscus*) zaznaczył się wyraźny wzrost udziału peryfitonu łącznie z kilkoma gatunkami *Fragilaria* s. l. oraz spadek udziału najliczniejszych w poprzednich poziomach gatunków *Cyclotella*. Wyjątek stanowi tu *C. comta* (Ehrenberg) Kützing, której liczebność lekko wzrasta. Na podobnym poziomie jak w poprzednim etapie utrzymuje się frekwencja *Synedra* spp. i lekko zmniejsza się liczebność innych gatunków wchodzących w skład euplanktonu, np. *Asterionella formosa* Hassal i *Fragilaria crotonensis* Kitton, a bardzo nieznacznie wzrasta liczba *Stephanodiscus* spp. Powyższe zmiany ilościowe w obrębie okrzemek peryfitonowych, litoralnych oraz planktonowych świadczą o niestabilnych warunkach paleohydrologicznych łączących się z wahaniami poziomu wody w jeziorze. Wahania te wskazują na dwukrotnie dość znaczne obniżenie poziomu wody, w początkowej i końcowej fazie tego etapu.

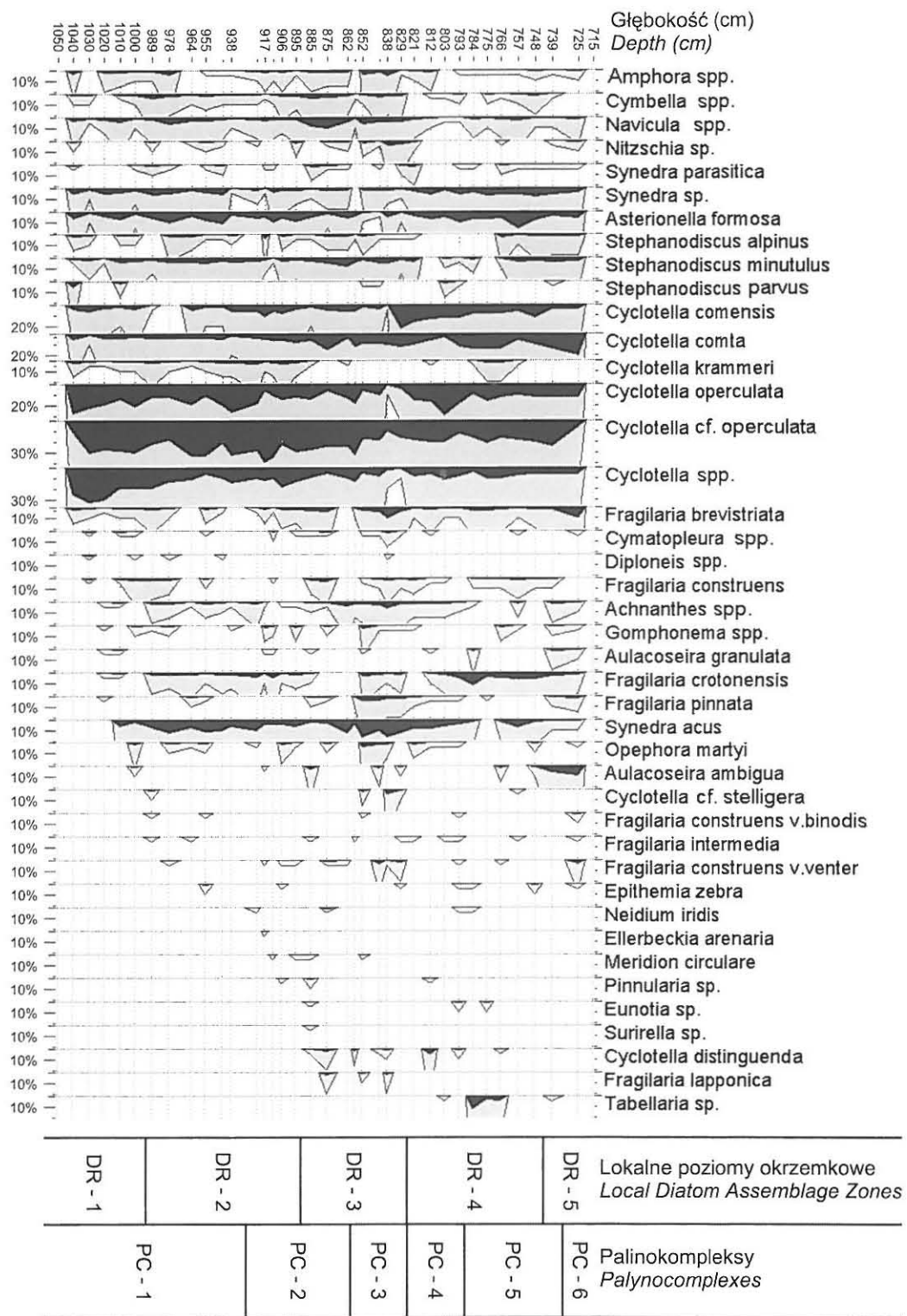
Trzeci etap sukcesji okrzemek w Rumłówece odpowiada młodszej części fazy pyłkowej *Carpinus* + *Picea* — **mr-6-b** (PC-2) w czasie rozwoju lasów grabowo-świerkowych oraz fazie *Picea* + *Carpinus* — **mr-7** (PC-3), która reprezentuje okres rozwoju lasów świerkowo-grabowych z udziałem sosny. Jest to końcowa faza klimatycznego optimum interglacjału murawińskiego.

W **czwartym etapie** (L DAZ DR-4 *Cyclotella*–euplankton–*Synedra*) początkowo znacznie zwiększa się przewaga rodzaju *Cyclotella*, spada liczebność peryfitonu i *Synedra* spp., a następnie wzrasta udział okrzemek euplanktonowych, typowych dla jezior eutroficznym (*Fragilaria crotonensis* Kitton i *Asterionella formosa* Hassal), które w poprzednim etapie miały mniejszą frekwencję. Znaczną przewagę rodzaju *Cyclotella* w początkowej fazie czwartego etapu można łączyć z podniesieniem poziomu wody i reoligotrofizacją jeziora (jego zubożeniem troficznym). Zwiększenie udziału okrzemek euplanktonowych, pojawienie się *Tabellaria* spp. w drugiej, młodszej fazie tego etapu należy wiązać ze wzrostem trofii jeziora, jego mezotroficznym charakterem i tylko niewielkimi wahaniami poziomu wody.

Początkowej, starszej fazie czwartego etapu sukcesji okrzemek odpowiada maksimum występowania lasów świerkowych z udziałem sosny w fazie pyłkowej *Picea* — **mr-8-b'** (PC-4), a młodsza faza czwartego etapu przypada już w czasie, gdy wokół jeziora dominują lasy sosnowe i świerkowe z udziałem olszy i brzozy w końcowym odcinku interglacjału reprezentowanym przez fazę pyłkową *Pinus* + *Picea* — **mr-8-b''** (PC-5).

W **piątym, ostatnim etapie** sukcesji okrzemek w Rumłówece, reprezentowanym przez piąty lokalny poziom okrzemkowy (L DAZ DR-5 *Cyclotella*–*Fragilaria*–*Aula-*

Fig. 5. Diagram diatomologiczny osadów jeziornych z profilu Rumlówka 2 (wg Marciniak, 2005, uproszczony)
 Diatom diagram of the lacustrine deposits from the Rumlówka 2 section (after Marciniak, 2005, simplified)



coseira), charakterystyczne jest lekkie zwiększenie udziału *Aulacoseira* spp. (głównie *A. ambigua* (Grunow) Simonsen i *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen, gatunków obecnie często występujących w letnim fitoplanktonie jezior eutroficznych) i *Fragilaria* s.l. W związku ze znacznym udziałem *Cyclotella* spp., zwłaszcza *C. comta*, i sezonowym zróżnicowaniem składu gatunkowego okrzemek planktonowych etap ten łączył się z dalszą stopniową eutrofizacją jeziora i jego sploteniem.

Piąty etap sukcesji okrzemek przypada w diagramie pyłkowym na schyłek fazy pyłkowej *Pinus + Picea* — mr-8-b-2 (PC-5). Był to jeszcze okres dominacji lasów sosnowych i świerkowych, a następnie początek rozwoju lasów sosnowych ze zmniejszonym udziałem świerka, reprezentowany w fazie pyłkowej *Pinus + Picea* + spory — mr-8-d (PC-6), w końcowej części interglacjału murawińskiego (Yelowicheva w: Sanko i in., 2002).

ROZWÓJ JEZIORA

Przedstawiony wyżej przebieg sukcesji okrzemek zapisany w osadach kredy jeziornej profilu Rumłówka 2 (fig. 5), notowany w lokalnym poziomie okrzemkowym L DAZ DR-1, wskazuje, że zmiany warunków środowiska wodnego w **pierwszym stadium** rozwoju jeziora w Rumłówece zachodziły początkowo w dość głębokim jeziorze o odczynie zasadowym, w raczej stabilnych warunkach ekologicznych i klimatycznych. Stadium to reprezentują występujące tu masowo okrzemki nannoplanktonowe, wskazujące na oligotroficzny typ jeziora (z przewagą *Cyclotella* spp.) w czasie przewagi lasów grabowych, w optimum klimatycznym interglacjału murawińskiego.

Drugie stadium rozwoju jeziora charakteryzuje się niewielkim obniżeniem frekwencji *Cyclotella* spp. i lekkim wzrostem ilości *Synedra* spp., *Asterionella formosa* i *Fragilaria crotonensis* (w poziomie L DAZ DR-2), wskazującym na oligomezotroficzny typ jeziora. Było to w początkowej fazie rozwoju lasów grabowo-świerkowych, dominujących w młodszej części optimum interglacjału murawińskiego.

Trzecie stadium rozwoju jeziora charakteryzuje dwustopniowy wzrost peryfitonu wraz z kilkoma gatunkami

Fragilaria s.l. oraz zmniejszenie udziału gatunków *Cyclotella*, zarejestrowane w poziomie L DAZ DR-3 *Cyclotella*-peryfiton-*Fragilaria*-*Synedra*-*Stephanodiscus*. Stadium to jest związane z niestabilnymi warunkami hydrologicznymi, które zapewne łączyły się z obniżeniem i/lub wahaniami poziomu wody w jeziorze. Zmiany te nastąpiły w drugiej, młodszej fazie rozwoju lasów grabowo-świerkowych oraz w czasie przewagi lasów świerkowo-grabowych z udziałem sosny. Jest to końcowa faza klimatycznego optimum interglacjału murawińskiego.

Czwarte stadium jest reprezentowane przez czwarty lokalny poziom okrzemkowy (L DAZ DR-4 *Cyclotella*-euplankton-*Synedra*), w którym początkowo ponownie zwiększyła się przewaga rodzaju *Cyclotella*, spadł udział peryfitonu *sensu lato* i *Synedra* spp., a następnie wzrosła liczebność okrzemek euplanktonowych, typowych dla jezior eutroficznych. Znaczną przewagę rodzaju *Cyclotella* w początkowej fazie tego stadium można łączyć z podniesieniem poziomu wody i reoligotrofizacją jeziora (jego zubożeniem troficznym). Natomiast zwiększenie udziału okrzemek euplanktonowych w jego drugiej, młodszej fazie można wiązać ze zmianami sezonowymi rozwoju fitoplanktonu, wzrostem trofii jeziora i tylko niewielkimi wahaniami poziomu wody. Zmiany te zachodziły początkowo w czasie maksimum występowania lasów świerkowych z udziałem sosny, a następnie w czasie dominacji lasów sosnowych i świerkowych w poptymalnej części interglacjału murawińskiego.

W **piątym stadium** rozwoju jeziora, reprezentowanym przez piąty lokalny poziom okrzemkowy (L DAZ DR-5 *Cyclotella*-*Fragilaria*-*Aulacoseira*), charakterystyczne jest lekkie zwiększenie udziału gatunków *Aulacoseira* spp., obecnie często występujących w fitoplanktonie jezior eutroficznych, i *Fragilaria* s.l. W związku ze znacznym jeszcze udziałem *Cyclotella* spp., zwłaszcza *C. comta*, i sezonowym zróżnicowaniem składu gatunkowego okrzemek planktonowych stadium to łączy się z dalszą eutrofizacją jeziora i jego sploteniem. Zmiany te przypadały na schyłek dominacji lasów sosnowych i świerkowych, a następnie na początek rozwoju lasów sosnowych ze zmniejszonym udziałem świerka, notowanym w końcu interglacjału murawińskiego (Yelowicheva w: Sanko i in., 2002).

ANALIZA FAUNISTYCZNA

MALAKOFAUNA

Szczałki mięczaków zachowane w górnej części analizowanych osadów jeziornych (fig. 2) reprezentują według Sanko i in. (2002) bogaty zespół małży i ślimaków, między innymi Clausiliidae gen., *Punctum pygmaeum* (Draparnaud), Limnaceae gen., *Valvata cristata* (Müller), *Lymnaea peregra* (Müller), *Valvata piscinalis* (Müller), *V. piscinalis antiqua* (Soverby), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus), *Gyraulus albus* (Müller), *G. laevis* (Alder), *Sphaerium corneum* (Linnaeus), *Pisidium ponderosa* Stelfox, *P. moitessierianum* Paladilhe, *P. nitidum* Jenyns, *Unio* sp. Ta szeroko rozprzestrzeniona

obecnie fauna zawiera 36 taksonów (10 lądowych i 26 słodkowodnych gatunków). Wśród gatunków lądowych należących do zespołu lessowego stwierdzono *Pupilla muscorum densegrata* Ložek, *Vallonia tenuilabris* (Braun), *Vertigo genesii* (Gredler), *V. geyeri* Lindholm. Obecność wymienionych gatunków lądowych dowodzi nieinterglacjalnych warunków klimatycznych, gdy tymczasem fauna słodkowodna wskazuje na warunki interglacjalne.

Typowym przedstawicielem fauny interglacjalnej jest *Belgrandia marginata* (Michaud) — ślimak charakterystyczny dla atlantyckich warunków klimatycznych. Obecnie zasiedla on źródła i małe strumienie we Francji i Hiszpanii,

a w plejstocenie sięgał po obszar środkowej Europy, gdzie tylko w optimum interglacjału murawińskiego (eemskiego) docierał na terytorium Polski, Litwy i Białorusi. Na terytoriach tych *Belgrandia marginata* (Michaud) ma znaczenie stratygraficzne, z uwagi na brak występowania w starszych dla interglacjałów. Według Skompskiego (1983) obecność tego ślimaka w interglacjale eemskim ograniczała lipcowa izoterma 18°C.

Fauna słodkowodna jest podobna do interglacialnej, co potwierdza także obecność *Planaorbarius corneus* (Linnaeus), *Anisus vortex* L., *Bathyomphalus contortus* (Linnaeus), *Lymnea stagnalis* (Linnaeus) i innych gatunków typowych dla wód stojących, bogatych w roślinność wodną. O zróżnicowaniu wiekowym tej fauny świadczy obecność rodzaju *Bithynia*. I tak *Bithynia tentaculata* (Linnaeus) charakteryzuje warunki interglacialne, a *B. leachi* Sheppard faunę pooziorską. Współwystępowanie mięczaków lessowych z gatunkami wód relatywnie ciepłych może dowodzić rozwoju tej fauny w analogicznej części zlodowacenia pooziorskiego. Wyższa część badanego profilu poprzez zubożenie fauny i brak gatunków ciepłolubnych może wskazywać na warunki pleniglacialne. Ten moment akumulacji osadów powinien być korelowany z wczesnymi interstadiałami zlodowacenia pooziorskiego.

SSAKI

Kości i zęby małych ssaków zostały znalezione razem ze skorupkami ślimaków powyżej osadów interglacjału murawińskiego. Według Motuzko (Sanko i in., 2002) reprezentują one szczątki *Sorex* sp., *Neomus fodiens* Pennant, *Citellus suslicus*, *Dicrostonyx* sp., *Lemmus sibiricus* Kerr, *Lagurus* sp., *Clethrionomus* cf. *glareolus*, *Arvicola* aff. *terrestris* L., *Microtus gregalis* Pallas, *M. oeconomus* Pallas, *M. agrestis* L., *Microtus* sp. Fauna ta odpowiada wczesnej części zlodowacenia pooziorskiego. Potwierdza to obecność licznych lemingów. Kości dużych ssaków stwierdzone zostały niżej, na pograniczu osadów jeziornych i przykrywających je piasków — to jest na granicy mułków i podścielającej je kredy jeziornej oraz nadległych osadów zlodowacenia pooziorskiego (fig. 2). W osadach tych występowały między innymi szczątki kostne niedźwiedzia brunatnego i jeleni, typowe dla środowiska leśnego interglacjału murawińskiego. Nie udało się niestety dokładnie określić lokalizacji znalezionych szczątków kostnych. Można przypuszczać, że pewne gatunki, jak na przykład mamut, nosorożec włochaty, renifer, koń i lemingi, występowały w tundrze lub w stepie peryglacialnym w starszej części zlodowacenia pooziorskiego.

UWAGI KOŃCOWE

Badaniami florystycznymi (palinologicznymi, makroszczątków roślinnych i diatomologicznymi) i faunistycznymi (mięczaków i ssaków) objęto górną część osadów stanowiska Rumłówka. Zostały one oznaczone jako profil Rumłówka 2, obejmujący osady jeziorne z młodszej części interglacjału murawińskiego (eemskiego) i początkowej części zlodowacenia pooziorskiego (wisły) oraz wyżej leżące osady fluwioperyglacialne i deluwialne ze wstępującej części pełni wymienionego zlodowacenia.

Zarejestrowana w tym profilu interglacialna sukcesja pyłkowa rozpoczyna się lasami grabowymi z udziałem świerka, olszy i leszczyny (faza *Carpinus*), a kończy fazą brzoźowo-sosnową z coraz liczniejszym udziałem roślin zielnych (faza *Betula* + *Pinus* + NAP) oraz coraz liczniejszym udziałem makroszczątków drzew i roślin zielnych, kontynuującym się aż do początków ochłodzenia zwiastującego okres glacialny.

Badania diatomologiczne wymienionego profilu pozwoliły na odtworzenie sukcesji okrzemek, poczynając od poziomu *Cyclotella* do poziomu *Cyclotella-Fragilaria-Aulacoseira*. Sukcesja ta reprezentuje stadia rozwoju kopalnego jeziora w Rumłówce — od dość głębokiego, oligotroficznego jeziora o odczynie zasadowym przez obniżanie i/lub wahania poziomu wody oraz zmiany trofii początkowo w kierunku oligo-mezotrofii, a następnie aż do jego eutrofizacji i spłycenia. Ponadto porównanie wyników analizy diatomologicznej profilu Rumłówka 2 z wynikami analizy okrzemek profilu Poniemuń 3 (por. Demidova, Khursevich, 2001) wykazało obecność analogicznego zestawu okrzemek

w obu profilach położonych po przeciwnych stronach doliny Niemna (fig. 1). Zmusza to tym samym do odpowiedzi na pytanie, czy profile te, a także korelujące się wiekowo z nimi profile w Pyszkach, Żukiewiczach, Bohatyrowiczach i Kniażewodcach reprezentują jeden czy kilka zbiorników jeziornych interglacjału murawińskiego w grodzieńskim odcinku doliny Niemna?

Z badań szczątków faunistycznych profilu Rumłówka 2 wynika, że w górnej części analizowanych osadów jeziornych zachowany jest bogaty zespół malakofauny, którego gatunki słodkowodne wskazują na warunki interglacialne, a gatunki lądowe dowodzą klimatu chłodniejszego. Być może fakt ten należy tłumaczyć często zmieniającymi się warunkami środowiskowymi na granicy interglacjału murawińskiego i zlodowacenia pooziorskiego. Jeśli chodzi o szczątki drobnych i dużych ssaków zachowanych na pograniczu osadów jeziornych i przykrywających je piasków, również daje się zaobserwować jakby wzajemne przenikanie się zwierząt typowych dla interglacialnego środowiska leśnego oraz gatunków charakterystycznych dla stepu lub tundry peryglacialnej, właściwej starszej części ostatniego zlodowacenia.

Mając na uwadze wyżej przedstawione dane, należy uznać stanowisko Rumłówka — dokumentujące osady jeziorne młodszej części interglacjału murawińskiego (eemskiego), osady z przełomu tego interglacjału i zlodowacenia pooziorskiego (wisły) oraz osady fluwioglacialne tego zlodowacenia — za dostarczające nowych, niezwykle istotnych danych dla rozważań nad warunkami młodoczwartorzędowego rozwoju doliny Niemna w rejonie Grodna.

Opracowanie wykonano w ramach zadania badawczego 7.1. „Sukcesja okrzemek w osadach jeziornych interglacjału eemskiego w Rumłówce koło Grodna, Białoruś” (B. Marciniak) i tematu BW-1726/03 (L. Lindner) oraz w ramach

polsko-białoruskiego tematu „Bio- i litostratygrafia osadów czwartorzędowych środkowej i wschodniej Polski oraz zachodniej Białorusi”, włączonego w Program Międzyrządowy (B. Marciniak, L. Lindner, J. Jełowiczewa, A. Sańko).

LITERATURA

- DEMIDOVA S., KHURSEVICH G.K., 2001 — Diatom succession in the Muravian (Eemian) freshwater deposits at Ponemun (north-western Belarus). *W: Proc. 16th Intern. Diatom Symp.*: 445–450. Univ. Athens, Greece.
- DYAKOWSKA J., 1936 — Interglacjał w Poniemuniu pod Grodnem. *Starunia*, 14: 1–11.
- GORECKI G.J., 1980 — Osobiennosti paleopotamologii lednikowych obłastiej (na primiere Belarusskowo Poniemania). *Nauka i Technika*. Minsk.
- HALICKI B., 1951 — Podstawowe profile czwartorzędu w dorzeczu Niemna. *Acta Geol. Pol.*, 2, 1–2: 5–101.
- JEŁOWICZEWA J.K., 1978 — Palinologiczeskije obosnowaniye murawinskowo wozrasta diatomitow wskrytych w rejonie Grodna. *W: Mat. Geol. Izucz. Ziemnoj Kory Belarusi*: 104–107. Nauka i Technika. Minsk.
- JEŁOWICZEWA J.K., 2001 — Ewolucija prirodnoj sredy antropogena Belarusi (po palinologiczeskim dannym). BELSENS. Minsk.
- KARABANOW A.K., 1987 — Grodnienskaja Wozwyszennost; strojenie, relief, etapy formirowanija. *Nauka i Technika*. Minsk.
- LINDNER L., SAŃKO A., JEŁOWICZEWA J., MARCINIAK B., 2007 — Sytuacja geologiczna, palinologia i okrzemki w stanowisku osadów jeziornych interglacjału murawińskiego (eemskiego) w Rumłówce koło Grodna na Białorusi. *W: Plejstocen Kujaw i dynamika lobu Wisły w czasie ostatniego zlodowacenia. XIV Konf. Stratygrafia plejstocenu Polski*: 77–80. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- MARCINIAK B., 2005 — Sukcesja okrzemek w osadach jeziornych interglacjału eemskiego w Rumłówce koło Grodna (Białoruś). Sprawozd. z działalności Inst. Nauk Geol. PAN w 2005 roku: 24–25. Warszawa.
- MARCINIAK B., 2007 — Diatomostratygrafia osadów jeziornych interglacjału eemskiego w Rumłówce koło Grodna (Białoruś). *Mat. III Polskiej Konf. Paleobotaniki Czwartorzędu*: 22–23.
- SANKO A., YELOVICHEVA Y., MOTUZKO A., VELICHKEVICH F., 2002 — Muravian (Eemian) lacustrine deposits at Rumlovka. *Excursion Guide Field Symp. on Quatern. Geol. and Geodynamics in Belarus*: 46–52. Minsk.
- SAŃKO A., 1999 — Fauna molluskow glacijoplejstocena i gołocena na Białorusi. *Inst. Geol. Nauk, Nacjonal. Acad. Nauk Belarusi*. Minsk.
- SKOMPSKI S., 1983 — Mięczaki z interglacjału eemskiego w Żmigrodzie nad Baryczą. *Kwart. Geol.*, 21, 1: 151–188.
- SZAFER W., 1926 — O florze i klimacie okresu międzyzłodowcowego pod Grodnem. *Spraw. Kom. Fizjogr. PAU*, 60: 1–40. Kraków.
- ŚRODOŃ A., 1950 — Rozwój roślinności pod Grodnem w czasie ostatniego interglacjału. *Acta Geol. Pol.*, 1, 4: 365–400.
- WIELICZKIEWICZ F., 1982 — Pleistocene flora of the glaciated areas at the East Russian Plain. *Nauka i Technika*. Minsk.
- WOZNIACZUK L.N., 1959 — Umowy zalaganija ris-wiurmskich odkładanij u Grodzienskoj wobłasci i sumieżnych rajonach Litwy i Polsczy. *Wiesci AN BSSR, Ser. Fiz.-Techn. Nawuk*, 4: 108–126. Minsk.
- YELOVICHEVA Y., SANKO A., 1999 — Palynostratigraphy of the Poozerje Glaciation (Vistulian) in Belarus. *Geol. Quart.*, 43, 2: 203–212.

SUMMARY

The lacustrine deposits in Rumłówka near Grodno have been discovered by Ludwik Sawicki, and based on preliminary palaeobotanic analyses (Środoń, 1950; Halicki, 1951) assigned to the last interglacial (Muravian, Eemian). Detailed pollen studies were conducted by Jełowiczewa (1978, 2001). The floral remains were studied by Wieliczekiewicz (1982), malacofauna — by Wozniaczuk (1959) and Sańko (1999), whereas mammal remains were described by Motuzko (Sanko *et al.*, 2002). Preliminary results of these studies were presented during the “Field Symposium on Quaternary Geology and Geodynamics in Belarus” (Sanko *et al.*, 2002). Recently, lacustrine deposits from Rumłówka were subject to diatom analysis (Marciniak, 2005, 2007), and along with previous conclusions, the results were presented during the XIV Conference “Stratigraphy of the Polish Pleistocene” (Lindner *et al.*, 2007).

The lacustrine deposits of the Muravian (Eemian) Interglacial in Rumłówka (Figs. 1–3) are represented by marls covered by a thin bed of clayey silts, whereas the overlying sands and sands with gravels represent the highest (VI) fluvioperiglacial and deluvial deposits terrace of Niemen from the Poozerian (Vistulian) Glaciation. During this research the deposits were sampled and measured in the Rumłówka 2 section (Figs. 3–4).

Pollen data from the lacustrine part of the succession indicate that the section represents only the younger part of the Muravian Interglacial (palynocomplexes PC-1 to PC-8 in Fig. 4) and the oldest part of the Poozerian Glaciation (palynocomplex PC-9 in Fig. 4). These interglacial palynocomplexes correspond to pollen phases (vegetations). The first represents the *Carpinus* Phase mr-6-a (PC-1) characterized by the prevalence of hornbeam forests with spruce, alder and

hazel, and the last is the *Betula + Pinus + NAP* Phase mr-10 (PC-8), characterized by the predominance of birch and pine with a growing participation of herbaceous plants. This phase is accompanied by the rising participation of remains of trees and herbaceous plants. This rise continues next in deposits of palinocomplex PC-9 indicating the onset of the Poozerian Glaciation.

Diatom studies in the lacustrine deposits from the Rumłówka 2 section (Fig. 5) allowed distinguishing five Local Assemblage Zones L DAZ DR-1 to DR-5 representing five stages of diatom development and indicating five stages of evolution of the ancient lake in Rumłówka in the younger part of the Muravian Interglacial. In the first stage, during the prevalence of hornbeam forests in the climatic optimum of the interglacial, the lake was rather deep and oligotrophic (with the domination of *Cyclotella* spp.). During the second and third stage in the younger and terminal part of the climatic optimum of the Muravian Interglacial, a gradual decrease in the abundance of *Cyclotella* spp. with a simultaneous increase in the abundance of *Synedra* spp., *Asterionella* and *Fragilaria* took place, what indicates rather unstable hydrological conditions linked with lowering and/or oscillations of water level and the oligo-mesotrophic type of the lake. The fourth stage is marked at first by the higher abundance of *Cyclotella*, decrease in the abundance of *Synedra* spp., and the increase in the abundance of eu planktonic diatoms, typical of eutrophic lakes, pointing to seasonal changes or increased water-level in the lake at the beginning of the post-optimal part of the interglacial. The fifth stage taking place

during the dominance of pine and spruce forests at the end of the interglacial, is linked with further eutrophisation of the lake, marked by the higher abundance of *Aulacoseria* spp. and shallowing of the lake, what is evidenced by the development of littoral alkaliphilous diatoms, belonging mainly to *Fragilaria* s.l.

Comparison of diatom data from the Rumłówka 2 section with data from the Poniemun 3 section (cf. Demidova, Khursevich, 2001) indicated similar specific composition of the assemblages with the prevalence of *Cyclotella* spp. in both sections lying on the opposite sides of the Niemen valley (Fig. 1).

Analysis of malacofauna from the Rumłówka 2 succession indicates in the upper part of the analysed lacustrine deposits the presence of freshwater species pointing to interglacial conditions, along with terrestrial species pointing to cooler climate. A similar situation occurs here in the case of the remains of small and large mammals, where at the boundary between lacustrine and fluvial deposits occur assemblages of animals typical of interglacial forest environments intermingling with those of steppe or tundra environments typical of the last glaciation. These facts seem to evidence oscillations of environmental and climatic conditions at the boundary between the Muravian Interglacial and Poozerian Glaciation, and particularly the faster appearance of terrestrial fauna (small rodents, mammoths, reindeer) with regard to the gradual disappearance of thermophilous freshwater malacofauna, or the gradual retreat of such mammals as brown bears or deer — typical of interglacial forests.