

STRATYGRAFIA MAKROSZCZĄTKÓW ROŚLIN ZE STANOWISKA CZARNUCHA (RÓWNINA AUGUSTOWSKA, PÓŁNOCNO-WSCHODNIA POLSKA)

STRATIGRAPHY OF MACROSCOPIC PLANT REMAINS FROM CZARNUCHA SECTION (AUGUSTÓW PLAIN, NORTHEASTERN POLAND)

RENATA STACHOWICZ-RYBKA¹

Abstrakt. W profilu Czarnucha metodą analizy makroskopowych szczątków roślin została zbadana seria osadów jeziornych i jeziorno-rzecznych z głębokości 100,25–130,25 m.

Przeanalizowano 58 próbek, w których zidentyfikowano 97 taksonów różnej rangi. Stwierdzono gatunki niewystępujące obecnie na terenie Polski i gatunki wymarłe, spośród których kilka oznaczono po raz pierwszy dla plejstocenu Polski.

W diagramie makroszczątków roślin wydzielono 8 lokalnych poziomów oznaczonych Cza MAZ, charakteryzujących się obecnością lub wzrostem liczebności taksonów znaczących pod względem ilościowym oraz taksonów wskaźnikowych. Na podstawie składu taksonomicznego wydzielonych poziomów, podjęto próbę rekonstrukcji rozwoju roślinności w zbiorniku i jego najbliższym otoczeniu oraz zmian klimatu, a także wahań poziomu wody i trofii.

Sukcesja makroszczątków roślin nawiązuje do wyników badań palinologicznych profilu wskazujących, że analizowana seria jeziorna powstała w interglacjale augustowskim (= Bavelian Complex lub Cromerian I), w którym udokumentowane są ciepłe i zimne okresy tego interglacjału oraz jednostki związane z glacjałami narwi i nidy.

Słowa kluczowe: makroskopowe szczątki roślin, interglacjał augustowski, plejstocen, Równina Augustowska.

Abstract. A series of lacustrine and lacustrine-fluvial deposits from a depth of 100.25–130.25 m was examined in the Czarnucha section by means of macroscopic plant remains analysis. The analysis covered 58 samples in which 97 taxa of various ranks were identified. These included species currently absent in the area of Poland, as well as extinct species. Some of them were determined for the first time in the Pleistocene of Poland.

Eight local zones, denoted as Cza MAZ, were distinguished in the diagram of plant macroremains. They were all characterized by either the presence or increase in the number of indicator taxa and quantitatively significant taxa. On the basis of taxonomic composition of the zones, an attempt was made to reconstruct the development of vegetation in the basin and its closest surrounding, climate changes, and the fluctuations in water level and trophy.

The succession of macroscopic plant remains corresponds with the results of palynological study of the section, indicating that the examined lake series was accumulated in the Augustovian Interglacial (= Bavelian Complex or Cromerian I), for which warm and cold periods, as well as units associated with the Narevian and Nidanian Glaciation, are documented.

Key words: macroscopic plant remains, Augustovian Interglacial, Pleistocene, Augustów Plain.

¹ Instytut Botaniki Polskiej Akademii Nauk, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków; e-mail: r.stachowicz@botany.pl

WSTĘP

Badania geologiczne Polski północno-wschodniej, szczególnie Równiny Augustowskiej, dotyczące opracowania arkuszy Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Ber, 2007, 2008; Ber i in., 2002; Krzywicki, 2002;

Kacprzak, Lisicki, 2007; Włodek i in., 2007;) dostarczyły wielu materiałów do badań paleobotanicznych tego obszaru.

W profilu otworu wierniczego Czarnucha, położonego 4,5 km na południowy wschód od Augustowa (fig. 1), na-

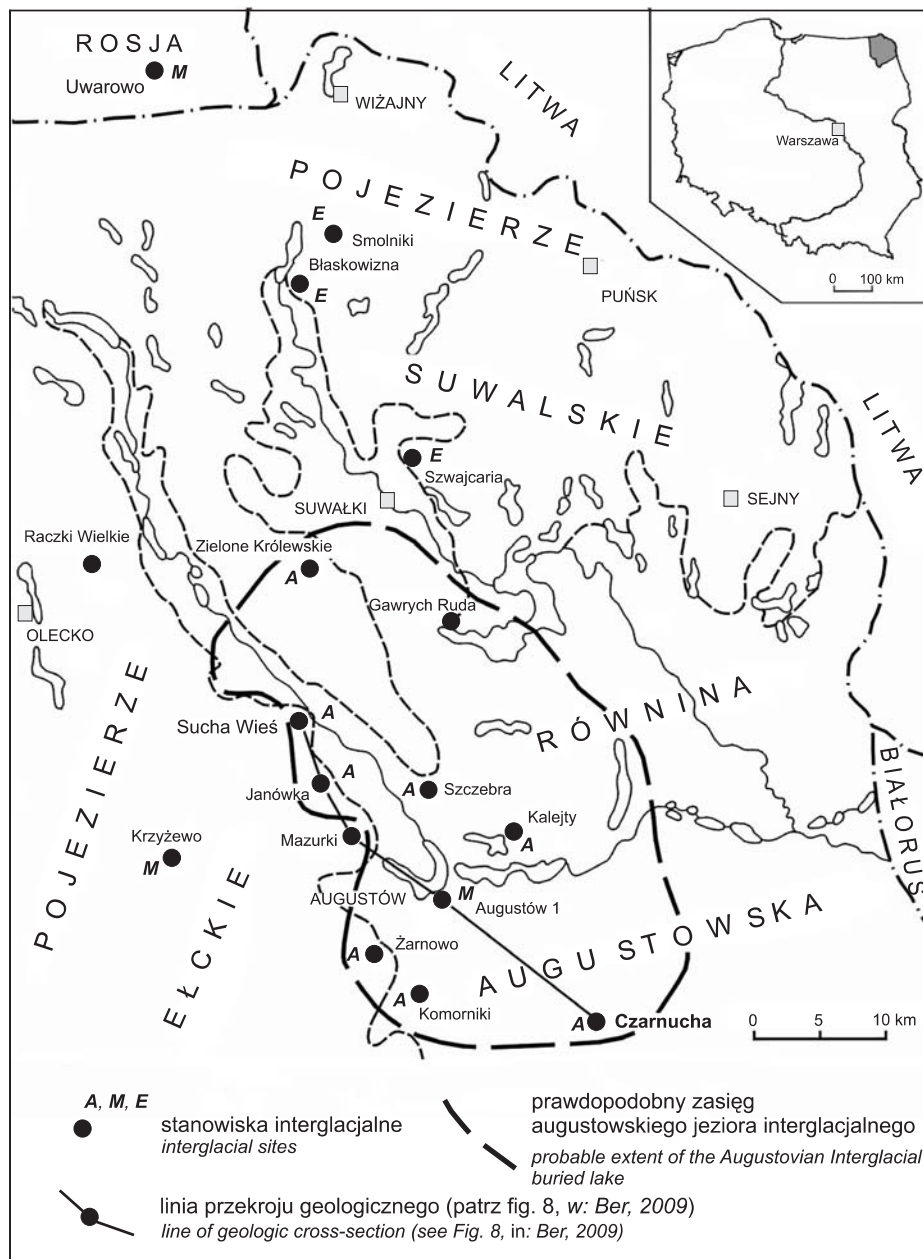


Fig. 1. Szkic sytuacyjny stanowisk interglacjalnych w północno-wschodniej Polsce (Ber, 2009)

A – interglacjał augustowski, M – interglacjał mazowiecki, E – interglacjał eemski

Location of interglacial sites in northeastern Poland (Ber, 2009)

A – Augustovian Interglacial, M – Mazovian Interglacial, E – Eemian Interglacial

trafiono na organogeniczne osady jeziorne o miąższości 26,60 m, które powstały w rozległym zbiorniku zasilanym przez rzeki i strumienie niosące materiał piaszczysty. Okresowo zbiornik zarastał i tworzyły się warstwy torfu. Utwory jeziorne leżą na osadach zlodowacenia narwi, a przykryte są osadami zlodowacenia nidy (Ber, 2000).

Sukcesja szcątków makroskopowych roślin nawiązuje do wyników badań palinologicznych profilu wskazujących, że analizowana seria jeziorna powstała w interglacjale augustowskim, w którym udokumentowane są ciepłe i zimne okresy tego interglacjału (Winter, Stachowicz-Rybka, 2002; Lisicki, Winter, 2004; Ber, Lisicki, Winter, 2009).

METODYKA BADAŃ

Materiał do badań pochodzi z wiercenia wykonanego przez Państwowy Instytut Geologiczny dla potrzeb Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000.

Przeanalizowano 58 próbek, z czego 40 w ramach projektu KBN 6 PO4 D 082 21, a 18 w ramach projektu KBN 6 PO4 D 028 17.

Próbki do analizy makroskopowych szcątków roślin pobierano z profilu Czarnucha w ścisłej korelacji z próbkami do analizy pyłkowej, tzn. każda próbka do analizy pyłkowej (Winter, 2009) została pobrana w środku 10 cm odcinka, wytypowanego do analizy makroskopowych szcątków roślin.

Opis litologiczny profilu Czarnucha (wg Winter, 2009, zmieniony), z którego pobrano próbki do badań makroskopowych szcątków roślin przedstawia się następująco:

Głębokość [m]	Opis osadu
100,25–100,40	mulek piaszczysty
100,40–100,55	mulek ilasty
102,45–102,80	mulek ilasty z pojedynczymi skorupkami
102,80–102,90	torf
102,90–103,10	mulek piaszczysty przepelniony substancją roślinną z przewarstwieniami torfu
103,10–103,20	torf
103,20–103,35	mulek piaszczysty przepelniony substancją organiczną
114,80–114,90	ił zatorfiony
114,90–115,00	mulek torfiasto-piaszczysty z pojedynczym detrytusem skorup
115,00–115,20	mulek piaszczysty, brunatny z gniazdami mułku ilastego z substancją roślinną i skorupkami mięczaków
115,20–116,10	mulek ilasto-piaszczysty z substancją roślinną
116,10–116,50	mulek ilasty z nagromadzeniami skorup
116,50–117,10	mulek ilasty z nagromadzeniami detrytusu roślinnego
117,10–119,60	mulek ilasty, miejscami ilasto-piaszczysty, na głęb. 117,70–117,90 m nagromadzenie skorupki mięczaków

119,60–120,70	mulek piaszczysto-ilasty z detrytusem roślinnym
120,70–121,00	mulek torfiasty w części spagowej z muszlami mięczaków
121,00–123,30	piasek pylasty
123,30–124,00	mulek piaszczysto-pylasty
124,00–124,10	mulek piaszczysty z substancją roślinną i detrytusem muszli
124,10–123,30	mulek torfiasty przechodzący w torf
124,30–124,40	mulek z przewarstwieniami torfiastymi
124,40–125,10	mulek piaszczysty
125,10–125,50	mulek piaszczysto-pylasty, zatorfiony; stopień zatorfienia spada ku stropowi warstwy
125,50–126,10	torf zbity
126,10–126,80	piasek drobnoziarnisty
126,80–127,15	piasek bardzo drobnoziarnisty, głównie kwarcowo-glaukonitowy, zielonoszary
129,00–130,35	mulek ilasty, zielonkawoszary, laminowany mułkiem piaszczystym, jasnoszarym

Próbki o objętości 200 ml osadu poddano maceracji z zastosowaniem 10% roztworu KOH i detergentów (w przypadku bardzo zwięzłych mułków), a po całkowitym rozgotowaniu osadu próbki szlamowano na sicie o średnicy oczek 0,2 mm. Pozostały na sicie materiał przebiegano pod lupą binokularną, wydobywając wszystkie nadające się do identyfikacji szcątki roślinne i umieszczano je w mieszanke gliceryny, wody i alkoholu etylowego w stosunku 1:1:1 z dodatkiem tymolu.

Metodą analizy makroskopowych szcątków roślin, zostały zbadane organiczne osady jeziorne i jeziorno-rzeczne.

Wydobyte szcątki roślin: nasiona, owoce, szpilki i inne części wegetatywne identyfikowano przy pomocy kluczy, atlasów i innych publikacji, zbioru porównawczego współczesnych nasion i owoców oraz kopalnych kolekcji flor Muzeum Paleobotanicznego Instytutu Botaniki im W. Szafera PAN w Krakowie. Dobrze zachowane szcątki oznaczano do poziomu gatunku, a nazwy roślin naczyniowych podano głównie według Mirka i in. (2002).

Jakościowe i ilościowe wyniki oznaczeń są prezentowane na diagramie (fig. 2), wykreślonym przy użyciu programu komputerowego POLPAL for Windows (Walanus, Nalepka, 1996). Przy podziale kierowano się obecnością jednego lub kilku najbardziej licznych lub charakterystycznych takso-

nów dla danego poziomu. Taksony te nadają nazwę poziomom. Granice pomiędzy nimi zostały wyznaczone na podstawie pojawienia się, zaniku, wzrostu lub spadku liczebności taksonów znaczących pod względem ilościowym lub wskaźnikowym.

STRATYGRAFIA MAKROSZCZĄTKÓW ROŚLIN

W diagramie wydzielono 8 lokalnych zespołów makroskopowych szczątków roślin (*Macrofossil Assemblage Zones*) (fig. 2), które ponumerowano od spągu do stropu profilu i opisano jako **Cza MAZ 1–8**.

Poziom jałowy (126,05–130,25 m). Odcinek profilu na tej głębokości jest bardzo ubogi w szczątki roślin. Oznaczono tylko pojedyncze endokarpy *Potamogeton panormitanus* Biv. oraz szczątki *Rumex maritimus* L. i *Typha* sp.

Poziom Cza MAZ 1 *Betula* sec. *Albae*–*Azolla filiculoides*–*Scirpus atroviroides* (123,85–126,05 m). Liczne szczątki drzew i krzewów: *Betula* sec. *Albae* (tabl. I, fig. 1), której orzeszki osiągają w tym poziomie maksimum występowania, także *B. nana* L. (tabl. I, fig. 3, 4), *B. humilis* Schrank (tabl. I, fig. 5), szpilek *Pinus sylvestris* L., *Juniperus communis* L. i *Larix* sp. Obficie reprezentowane są rośliny miejsc otwartych, otaczających zbiornik wodny, takie jak *Scirpus atroviroides* Dorof. (tabl. I, fig. 9), *Urtica dioica* L., *Potentilla supina* L., *Bidens tripartita* L., *Mentha aquatica* L., *Polygonum lapathifolium* L. i in. Pojawiają się tu także szczątki roślin torfowiskowych i bagiennych, zwłaszcza z rodziny Cyperaceae, jak różne gatunki *Carex*, *Eleocharis palustris* L. Roem. et Schult., a także *Menyanthes trifoliata* L. (tabl. I, fig. 19), *Ranunculus sceleratus* L., *Rumex maritimus* L., *Typha* sp. Z roślin wodnych obecne są *Lemna trisulca* L., *Alisma plantago-aquatica* L., liczne gatunki *Potamogeton* oraz megaspory paproci wodnych *Azolla filiculoides* Lam. foss. (tabl. I, fig. 7), *Salvinia natans* (L.) All. (tabl. I, fig. 6) oraz *Selaginella helvetica* (L.) Spring (tabl. I, fig. 8).

Poziom Cza MAZ 2 *Ranunculus sceleratus*–*Urtica dioica* (120,35–123,85 m). Szczątki drzew i krzewów są mniej liczne i zróżnicowane, nadal jest wiele światłożądnych roślin porastających brzeg zbiornika, zwłaszcza *Urtica dioica* L., *Ranunculus sceleratus* L. i *Scirpus atroviroides* Dorof. Znacznie mniej niż w poziomie CzaMAZ 1 jest roślin torfowiskowych, bagiennych i wodnych. Ku stropowi poziomu rośliny te zanikają niemal zupełnie.

Poziom Cza MAZ 3 *Zannichellia palustris*–*Bidens tripartita*–*Ranunculus sceleratus* (118,25–120,35 m). Makrofosylia *Zannichellia palustris* L., *Batrachium* sp., *Myriophyllum spicatum* L., *Potamogeton pusillus* L. (tabl. I, fig. 14) występują dość liczne w dolnej części poziomu. Bardzo wiele jest szczątków roślin otwartych siedlisk, otaczających zbiornik wodny, takich jak *Bidens tripartita* L., *Ranunculus sceleratus* L., *Urtica dioica* L., *Rorippa palustris* (L.) Besser. Rośliny torfowiskowe i bagienne reprezentują pojedyncze okazy *Typha* sp., *Mentha aquatica* L.

i *Hippuris vulgaris* L. Zanikają szczątki drzew, oznaczono tylko jeden fragment szpilki *Larix* sp. Stropową część poziomu charakteryzuje wyraźnie zubożenie szczątków roślin zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Stosunkowo liczny jest *Carex paucifloroides* Wieliczk., pojedynczo występuje *Eleocharis palustris* L. Roem. et Schult. Roślinność lądową reprezentują *Rumex maritimus* L. i *Urtica dioica* L.

Poziom Cza MAZ 4 *Oenanthe aquatica*–*Eleocharis palustris* (117,25–118,25 m). W spągu tego poziomu najliczniej z całego profilu występują szczątki roślin torfowiskowych i bagiennych. Należą do nich *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Carex paucifloroides* Wieliczk. (tabl. I, fig. 13), *Eleocharis palustris* L. Roem. et Schult., a także *Ranunculus sceleratus* L. Najobfitszym składnikiem roślin lądowych była *Urtica dioica* L. i *U. laetevirens* Maxim. Z roślin wodnych oznaczono megaspory *Azolla filiculoides* Lam. foss. i *Salvinia natans* (L.) All., a znaczący udział miała *Lemna trisulca* L. W poziomie są obecne pojedyncze orzeszki *Betula nana* L., *B. sec. Albae* i *Salix* sp.

Poziom Cza MAZ 5 *Azolla filiculoides*–*Salvinia natans*–*Euryale* sp. (114,85–117,25 m). Poziom charakteryzuje dominacja szczątków roślin wodnych. W dolnej części maksimum liczebności osiągają megaspory *Azolla filiculoides* Lam. foss., *Salvinia natans* (L.) All. oraz orzeszki *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Scirpus kreczetoviczii* Wieliczk. (tabl. I, fig. 12). Sporadycznie notowane są owoce *Trapa natans* L. s.l., kolce *Euryale* sp. i *Stratiotes* sp. oraz endokarpy *Potamogeton nodosus* Poir. Z roślin szuwarowych i bagiennych maksimum liczebności osiąga *Typha* sp., znaczący udział mają także *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Cyperus glomeratus* L., *Eleocharis premaximoviczii* Dorof. (tabl. I, fig. 11), a także *Scirpus atroviroides* Dorof. Roślinność lądową reprezentują *Rumex maritimus* L., *Urtica dioica* L. i *Polygonum lapathifolium* L. Oznaczono pojedyncze szczątki drzew, m.in.: owocki *Betula* sec. *Albae*, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (tabl. I, fig. 2), *Picea* sp. (tabl. I, fig. 16). W tym poziomie pojawiają się szpilki *Abies* sp. W górnej części spada liczebność i zróżnicowanie szczątków roślin z wszystkich grup ekologicznych. Z roślin torfowiskowych występują *Elatine hydropiper* L. emend. Oeder, *Mentha aquatica* L., *Cyperus glomeratus* L. (tabl. I, fig. 10), a przybrzeżnych *Bidens tripartita* L., *Scirpus atroviroides* Dorof., *Urtica dioica* L. Oznaczono również jedną szpilkę *Picea* sp.

Poziom Cza MAZ 6 *Alnus glutinosa*–*Alnus incana*–*Larix* sp. (113,85–114,85 m). Z drzew i krzewów naj-

liczniej występują w tym poziomie orzeszki *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *A. incana* (L.) Moench, szpilki *Larix* sp. oraz szczałki *Betula nana* L., *B. humilis* Schrank, *B. sec. Albae* i *Salix* sp. Z roślin torfowiskowych i bagiennych obecne są głównie *Carex 2-sided*, *Eleocharis palustris* L. Roem. et Schult., *Hippuris vulgaris* L., *Caltha palustris* L. oraz *Comarum palustre* L. Rośliny lądowe obficie reprezentuje *Rumex maritimus* L. Szczałki roślin wodnych niemal zanikają. Oznaczono tylko pojedyncze endokarpy *Potamogeton rutilus* Wolfg. i *Sparganium emersum* Rehm.

Poziom Cza MAZ 7 *Alisma plantago-aquatica*–*Azolla filiculoides* (112,35–113,85 m). W porównaniu do poprzedniego poziomu Cza MAZ 6 maleje liczba i zróżnicowanie szczałków roślin we wszystkich grupach ekologicznych. Z roślin wodnych obecne są megaspory *Azolla filiculoides* Lam. foss., *Salvinia natans* (L.) All. oraz *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Potamogeton natans* L. i *Sagittaria sagittifolia* L. (tabl. I, fig. 15). *Alisma plantago-aquatica* L., *Typha* sp., *Carex paucifloroides* Wielczk. i *Eleocharis premaximoviczii* Dorof., które reprezentują roślinność szuwarową i torfowiskową.

ROZWÓJ ZBIORNIKA, ROŚLINNOŚCI JEZIORNEJ I NAJBLIŻSZEGO OTOCZENIA JEZIORA

Poziom z głębokości 126,05–130,25 m niemal nie zawiera makroszczałków roślin. Osady piaszczyste i piaszczysto-mułkowe wskazują, że zbiornik w Czarnusze był w fazie inicjalnej, a roślinność, która go otaczała nie tworzyła zwartej pokrywy. Na miejscach podmokłych rósł *Rumex maritimus* L., obecnie występujący zwykle na brzegach silnie zeutrofizowanych zbiorników. W brzeżnej części tworzył się pas szuwarów z *Typha* sp., a wody otwarte zasiedlał *Potamogeton panormitanus* Biv.

Pomimo inicjalnej fazy zbiornika poziom eutrofizacji musiał być już dość wysoki, a ubogi skład gatunkowy wskazuje na niekorzystne warunki klimatyczne.

Poziom Cza MAZ 1. Nastąpiła zmiana osadu z piaszczystego na mułki z przewarstwieniami torfów w spągu tego poziomu. Obecność wielu gatunków drzew, krzewów, roślinności szuwarowej, torfowiskowej i bagiennnej wskazuje, że zbiorowiska roślinne były w tym czasie urozmaicone na wszystkich siedliskach wokół jeziora, a w samym jeziorze obniżył się poziom wody i wytworzył się bogaty pas szuwaru z *Typha* sp., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Alisma plantago-aquatica* L. i *Elatine hydropiperoides* (Dorf.) Wielczk. Poza pasem szuwaru rosły zarówno rośliny ciepłolubne, takie jak *Lemna trisulca* L., *Azolla filiculoides* Lam. foss. i *Salvinia natans* (L.) All., jak i *Potamogeton dvinensis* Wielczk. (tabl. I, fig. 17), *P. gramineus* L., *P. filiformis* Pers., *P. pectinatus* L. (tabl. I, fig. 18), które sugerują surowsze warunki klimatyczne.

Las brzoźowo-sosnowy z domieszką modrzewia zbliżył się prawdopodobnie do brzegów jeziora. W miejscach otwartych rosły *Betula nana* L. i *Juniperus communis* L., a wśród roślinności zielnej występowały m.in.: *Urtica dioica* L., *Po-*

Poziom jałowy (103,05–112,35 m). W odcinku profilu na tej głębokości oznaczono jedynie makrofosylia *Eupatorium canabium* L. i *Triglochin maritimum* L.

Poziom Cza MAZ 8 *Carex* sp. div.–*Azolla filiculoides*–*Potamogeton* sp. div. (102,35–103,05 m). W poziomie dominują szczałki roślin szuwarowych, bagiennych i wodnych. Rośliny torfowiskowe i bagiennie reprezentują szczałki z rodzaju *Carex*, a także *Typha* sp., *Menyanthes trifoliata* L., *Calitriche* sp., *Comarum palustre* L. Liczne gatunki *Potamogeton*: *P. gramineus* L., *P. filiformis* Pers., *P. natans* L., *P. rutilus* Wolfg. były ważnym składnikiem roślinności wodnej obok *Nymphaea alba* L., *Sparganium emersum* Rehm. i *S. minimum* Wallr. Z roślin lądowych oznaczono *Potentilla anserina* L., *Cirsium arvense* L. i *Urtica dioica* L., a także orzeszki *Betula sec. Albae*, *B. humilis* Schrank i *B. nana* L.

Poziom jałowy (100,25–103,05 m). W tym odcinku profilu stwierdzono jedynie pojedyncze szczałki *Polygonum aviculare* L. i *Plantago media* L.

tentilla anserina L., *Potentilla supina* L., *Bidens tripartita* L., *Polygonum lapathifolium* L. oraz *Scirpus atroviroides* Dorof., który jest wskaźnikiem umiarkowanie ciepłego klimatu.

Obecność w tym samym poziomie bioindykatorów klimatu chłodnego, m.in. takich jak: *Betula nana* L., *Potamogeton pectinatus* L. oraz ciepłego, np.: *Lemna trisulca* L., *Azolla filiculoides* Lam. foss. i *Salvinia natans* (L.) All., daje bardzo sprzeczny obraz warunków temperaturowych. Wydaje się jednak, że były one na tyle korzystne, że poziom ten można uznać za pierwszy okres ciepły interglacjału augustowskiego AI.

Poziom Cza MAZ 2 i Cza MAZ 3. Spadek liczebności szczałków drzew i krzewów w obu tych poziomach, a także stopniowa zmiana charakteru osadu w poziomie Cza MAZ 2, od spągu reprezentującego mułki z dużą zawartością substancji organicznej do mułków zapiaszczonych, wskazuje na niewielkie pogłębienie zbiornika i najprawdopodobniej odsunięcie się zbiorowisk drzew i krzewów dalej od brzegów jeziora. Wśród roślinności zielnej występującej na siedliskach bogatych w azot dominowała *Urtica dioica* L., a skrajnie eutroficzne, okresowo wynurzane brzegi zasiedlały *Ranunculus sceleratus* L. i *Rumex maritimus* L. Obydwa poziomy cechuje dość liczne występowanie *Zannichellia palustris* L., preferującej wody o wysokiej eutrofizacji lub częściowo zasolone (Matuszkiewicz, 2001). U schyłku poziomu Cza MAZ 2 oraz w poziomie Cza MAZ 3 całkowicie zanikają szczałki drzew, co świadczy o pogorszeniu się warunków klimatycznych. Schyłek poziomu Cza MAZ 2 i poziom Cza MAZ 3 można zaliczyć do okresu chłodnego interglacjału augustowskiego AI/II.

Poziom Cza MAZ 4 i Cza MAZ 5. Początek bardziej bujnego rozwoju roślinności zaznacza się już w spągu poziomu Cza MAZ 4. Stopniowo pojawiają się ponownie drzewa takie jak brzozy i wierzby. W poziomie Cza MAZ 4 udokumentowane jest kolejne wypłylenie jeziora, o czym świadczy masowe pojawianie się *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Carex paucifloroides* Wieliczek., *Eleocharis palustris* L. Roem. et Schult. oraz *Ranunculus sceleratus* L.

W spągu poziomu Cza MAZ 5 zmiany nastąpiły we wszystkich zbiorowiskach roślinnych. Bardzo licznie reprezentowana grupa roślin wodnych wskazuje na pogłębienie jeziora. Jego powierzchnię prawdopodobnie pokrywało pleustonowe zbiorowisko z *Salvinia natans* (L.) All. i *Azolla filiculoides* Lam. foss. Płytsze miejsca zajęły zbiorowiska z *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Trapa natans* L. s.l., *Euryale* sp., *Stratiotes* sp. oraz *Potamogeton nodosus* Poir. Powrót ciepłolubnych gatunków roślin wodnych, a także pojawienie się wśród roślinności lądowej *Cyperus glomeratus* L. i *Scirpus atroviroides* Dorof., świadczy o ociepleniu i zwilgotnieniu klimatu, które sprzyjało rozwojowi roślinności siedlisk mokrych.

Na swoich siedliskach nieprzerwanie trwały *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Carex paucifloroides* Wieliczek., *Cyperus glomeratus* L., *Eleocharis premaximoviczii* Dorof., a także *Scirpus atroviroides* Dorof. W pobliżu jeziora pojawiła się brzoza, olsza i świerk, a także jodła, potwierdzająca panowanie umiarkowanie ciepłego klimatu. Obecność licznych taksonów będących wskaźnikami ciepłego klimatu, jak np. *Salvinia natans* (L.) All., *Azolla filiculoides* Lam. foss., *Trapa natans* L. s.l., *Euryale* sp., pozwala zaliczyć ten poziom do drugiego okresu ciepłego sukcesji augustowskiej AII.

Poziom Cza MAZ 6. Obecność warstwy torfu w tym poziomie zawierającej szczątki drzew, krzewów, zielnych roślin lądowych, szuwarowych i torfowiskowych, sugeruje znaczne obniżenie poziomu wody w zbiorniku. W wyniku stopniowego wypłylenia jeziora na teren poszerzającego się pasa torfowiska wkroczyło wiele gatunków drzew m.in.: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *A. incana* (L.) Moench, *Betula* sec. *Albae* i *Salix* sp. Pogorszenie się klimatu spowodowało także powrót *Betula nana* L. i *B. humilis* Schrank, których owocki, wskazują na pojawienie się w otoczeniu jeziora płatów roślinności tundrowej.

W miejscach zatorfionych mogły rozwinąć się zbiorowiska szuwaru wielkoturzycowego, w którym oprócz licznych gatunków *Carex*, występowały *Menyanthes trifoliata* L. i *Comarum palustre* L. Pas szuwarów zdominowały *Eleocha-*

ris palustris L. Roem. et Schult. i *Hippuris vulgaris* L. Ostatni z wymienionych gatunków, występujący jeszcze przy minimalnej temperaturze lipca +10°C, w Wielkiej Brytanii i Skandynawii pojawia się jako jedna z pierwszych roślin na początku późnego glacjału (Wasylikowa, 1964). W omawianym poziomie wyraźnie ubożeje skład roślinności wodnej.

Pojawienie się *Betula nana* L. i *B. humilis* Schrank, a także *Hippuris vulgaris* L., który jest indykatorem chłodnego klimatu, sugeruje schyłek interglacjału i wstępną fazę zlodowacenia nidy.

Poziom Cza MAZ 7. Warunki klimatyczne pogorszyły się na tyle, że drzewa ponownie wycofały się z okolicy jeziora. Szczątki *Betula* sec. *Albae* dowodzą, że mogli przetrwać tylko nieliczni ich reprezentanci. Obecność wśród roślinności wodnej *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Potamogeton natans* L. i *Sagittaria sagittifolia* L., a także zmiana osadu z mułków ilastych na mułki piaszczyste i piaski sugeruje podniesienie się poziomu wody w jeziorze. Gwałtowne zubożenie roślinności w porównaniu z poprzednim poziomem i to na wszystkich siedliskach sugeruje pogorszenie warunków klimatycznych i natężenie procesów soliflukcyjnych. Poziom ten można zaliczyć do wstępnej fazy zlodowacenia nidy.

Osady piaszczyste z głębokości 103,05–112,35 m, zawierające tylko sporadyczne szczątki roślin, świadczą o dalszym pogarszaniu się warunków klimatycznych, zaniku lądowej pokrywy roślinnej, roślinności wodnej oraz wzmożonej soliflukcji.

Poziom Cza MAZ 8. Po całkowitym niemal zaniku lądowej i wodnej roślinności, w trakcie odkładania się osadów piaszczystych i mułkowo-piaszczystych, na głębokości 102,85–103,25 m, w zbiorniku powstała cienka warstwa torfu. Jej skład roślinny dowodzi, że w otoczeniu zbiornika ponownie pojawiły się brzozy: *Betula nana* L., *B. humilis* Schrank, *B. sect. Albae*. Powrót roślinności wodnej i występowanie gatunków, takich jak *Potamogeton gramineus* L., *P. filiformis* Pers., *P. natans* L., *P. rutilus* Wolfg. i *Nymphaea alba* L., sugeruje, że głębokość wody mogła dochodzić do ok. 4 m. Warstwa mułków i torfów ponad kilkumetrowym kompleksem piasków dokumentuje być może jeden z okresów interstadialnych zlodowacenia nidy.

Osady piaszczyste i piaszczysto-mułkowate na głębokości 100,25–103,05 m oraz sporadycznie występujące w nich szczątki roślin sugerują kolejne pogorszenie warunków klimatycznych i całkowity już zanik roślinności zarówno lądowej, jak i wodnej.

WNIOSKI

W wydzielonych lokalnych zespołach makroszczątków roślinnych obecność bioindikatorów, takich jak: *Azolla filiculoides* Lam. foss., *Salvinia natans* (L.) All., *Trapa natans* L. sl., *Euryale* sp. oraz *Betula nana* L. i *B. humilis* Schrank, *Hippuris vulgaris* L. (Stachowicz-Rybka, 2005) oraz zróżni-

cowanie gatunków w obrębie grup ekologicznych, pozwala na wyróżnienie ciepłych i zimnych jednostek interglacjału augustowskiego i jednostek związanych z glacjałami narwi i nidy.

W poziomach Cza MAZ 1 i Cza MAZ 2, jednoczesne występowanie w tym samym poziomie bioindikatorów kli-

matu chłodnego i ciepłego, daje sprzeczny obraz warunków klimatycznych. Wydaje się jednak, że były one na tyle korzystne, że poziom ten można odnieść do pierwszego okresu ciepłego interglacjału augustowskiego AI.

Schyłek poziomu Cza MAZ 2 i poziom Cza MAZ 3, gdzie całkowicie zanikają szczytki drzew i pogorsza się klimat, można zaliczyć do okresu chłodnego interglacjału augustowskiego AI/II.

Schyłek poziomu Cza MAZ 4 i poziom Cza MAZ 5 charakteryzują się najbardziej bujnym rozwojem roślinności podczas trwania całego interglacjału i reprezentują drugi okres ciepły interglacjału augustowskiego AII.

Okres interstadialny w obrębie glacjału nidy jest zapisany w poziomie Cza MAZ 8.

Zmiany charakteru roślinności wodnej i porastającej brzegi zbiornika, a także zmiany w litologii osadu dokumen-

tują wahania poziomu wody w jeziorze. Najbardziej wyraźnymi poziomami wypłyca się jeziora jest spąg poziomu Cza MAZ 1 oraz Cza MAZ 4, gdzie znacznie wzrosła udział płytkowodnych roślin szuwarowych oraz poziom Cza MAZ 6, w którym doszło do wkroczenia wielu gatunków drzew na teren poszerzającego się pasa torfowiska.

W badanych osadach oznaczono gatunki tolerujące zwiększoną zawartość NaCl w środowisku, takie jak *Zannichellia palustris* L. i *Triglochin maritimum* L. Profil Czarnucha obfituje również w gatunki nie występujące obecnie na terenie Polski, takie jak: *Azolla filiculoides* Lam. foss., *Euryale* sp., *Urtica laetevirens* Maxim. i *Cyperus glomeratus* L. oraz gatunki wymarłe: *Potamogeton dvinensis* Wieliczek., *Carex paucifloroides* Wieliczek., *Scirpus atroviroides* Dorof., *Eleocharis praemaximoviczii* Dorof., *Elatine hydropiperoides* (Dorof.) Wieliczek.

LITERATURA

- BER A., 2000 — Plejstocen Polski północno-wschodniej w nawiązaniu do głębszego podłoża i obszarów sąsiednich. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **170**: 1–89.
- BER A., 2007 — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Augustów (147). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- BER A., 2008 — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Wieliczki (146). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- BER A., 2009 — Litologia i sytuacja geologiczna osadów interglacjału augustowskiego z profili Sucha Wieś (Pojezierze Elckie) i Czarnucha (Równina Augustowska). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **345**: 3–22.
- BER A., LISICKI S., WINTER H., 2009 — Stratygrafia dolnego plejstocenu północno-wschodniej Polski na podstawie badań osadów jeziornych z profili Sucha Wieś (Pojezierze Elckie) i Czarnucha (Równina Augustowska) w nawiązaniu do obszarów Rosji, Litwy i Białorusi. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **435**: 23–36.
- BER A., LISICKI S., WINTER H., JANCZYK-KOPIKOWA Z., MARCINIAK B., NAWROCKI J., NITYCHORUK J., SKOMPSKI S., STACHOWICZ-RYBKA R., 2002 — Stratygrafia dolnego plejstocenu Polski NE na podstawie badań interglacialnych osadów jeziornych z profili: Sucha Wieś i Czarnucha (Równina Augustowska) w nawiązaniu do obszarów Rosji, Litwy i Białorusi. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KACPRZAK L., LISICKI S., 2007 — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Sztabin (186). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- KRZYWICKI T., 2002 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Stacja Augustów (148). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- LISICKI S., WINTER H., 2004 — Rewizja pozycji stratygraficznej osadów dolnego i środkowego plejstocenu północno-wschodniej Polski. *W: Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych. T. 4* (red. A. Kostrzewski). *Ser. Geogr. UAM*, **68**: 259–283. Poznań.
- MATUSZKIEWICZ W., 2001 — Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A., ZAJĄC M., 2002 — Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist (Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski). Inst. Bot. PAN im. W. Szafera, Kraków.
- STACHOWICZ-RYBKA R., 2005 — Reconstruction of climate and environment in the Augustovian Interglacial on the basis of select plant macrofossil taxa. *Pol. Geol. Inst. Sp. Papers*, **16**: 127–132.
- WALANUS A., NALEPKA D., 1996 — Program POL-PAL Palynological Data Base. Users Guide (1994). Inst. Bot. PAN im. W. Szafera, Kraków.
- WASYLIKOWA K., 1964 — Roślinność i klimat późnego glacjału w środkowej Polsce na podstawie badań w Witowie koło Łęczycy. *Biul. Perygl.*, **13**: 262–417.
- WINTER H., STACHOWICZ-RYBKA R., 2002 — Changes of environment recorded in the Lower Pleistocene sediments from the Czarnucha section (NE Poland) based on palaeobotanical data. *W: Book of abstracts 6th European Paleobotany-Palynology Conference Athens, 29.08–02.09.*
- WINTER H., 2009 — Sukcesja pyłkowa z profilu Czarnucha (Równina Augustowska) i jej znaczenie dla stratygrafii dolnego plejstocenu północno-wschodniej Polski. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **435**: 109–120.
- WŁODEK M., ADAMSKI M., BER A., 2007 — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Woźnawieś (185). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]

SUMMARY

A series of lacustrine and lacustrine-fluvial deposits from a depth of 100.25–130.25 m was examined in the Czarnucha section by means of macroscopic plant remains analysis. The succession of macroscopic plant remains corresponds with the results of palynological study of the section, indicating that the examined lake series was accumulated in the Augustovian Interglacial, for which warm and cold periods are documented (Winter, Stachowicz-Rybka, 2002; Winter, 2009).

In the plant macroremains diagram, 8 local zones, denoted as Cza MAZ, were distinguished. In the zones, the occurrence of bioindicators (such as *Azolla filiculoides* Lam. foss., *Salvinia natans* (L.) All., *Trapa natans* L. s.l., *Euryale* sp., *Betula nana* L., *B. humilis* Schrank and *Hippuris vulgaris* L.), together with the diversity of species within ecological groups, allows a distinction between warm and cold units of the Augustovian Interglacial, as well as between units associated with the Narevian and Nidanian Glaciation.

In the Cza MAZ 1 and Cza MAZ 2 zones, both cool and warm climate bioindicators occur simultaneously, giving contradictory images of climatic conditions. However, it seems that the conditions were so advantageous that the zones can be related to the first warm period of the Augustovian Interglacial (AI).

The close of the Cza MAZ 2 and Cza MAZ 3 zones, with no tree remains and deteriorated climatic conditions, can be considered the cool period of the Augustovian Interglacial (AI/II).

The close of the Cza MAZ 4 and Cza MAZ 5 zones demonstrates the most luxuriant vegetation development in the interglacial and represents the second warm period of the Augustovian Interglacial (AII).

An interstadial period within the Nidanian Glaciation is recorded in the Cza MAZ 8 zone.

Transformations of the aquatic flora and the basin's shore vegetation, together with changes in the lithology, are the evidence for fluctuations in the lake's water level. The lake shallowing is most distinctly visible at the bases of Cza MAZ 1 and Cza MAZ 4 zones (both with a significant increase in shallow-water rush plants participation) as well as in the Cza MAZ 6 zone (with numerous tree species encroaching the broadening peat bog area).

The Czarnucha section abounds also in species currently absent in the area of Poland, such as *Azolla filiculoides* Lam. foss., *Euryale* sp., *Urtica laetevirens* Maxim. and *Cyperus glomeratus* L., as well as extinct species: *Potamogeton dvinensis* Wieliczk., *Carex paucifloroides* Wieliczk., *Scirpus atroviroides* Dorof., *Eleocharis praemaximoviczii* Dorof. and *Elatine hydropiperoides* (Dorof.) Wieliczk.

TABLICE

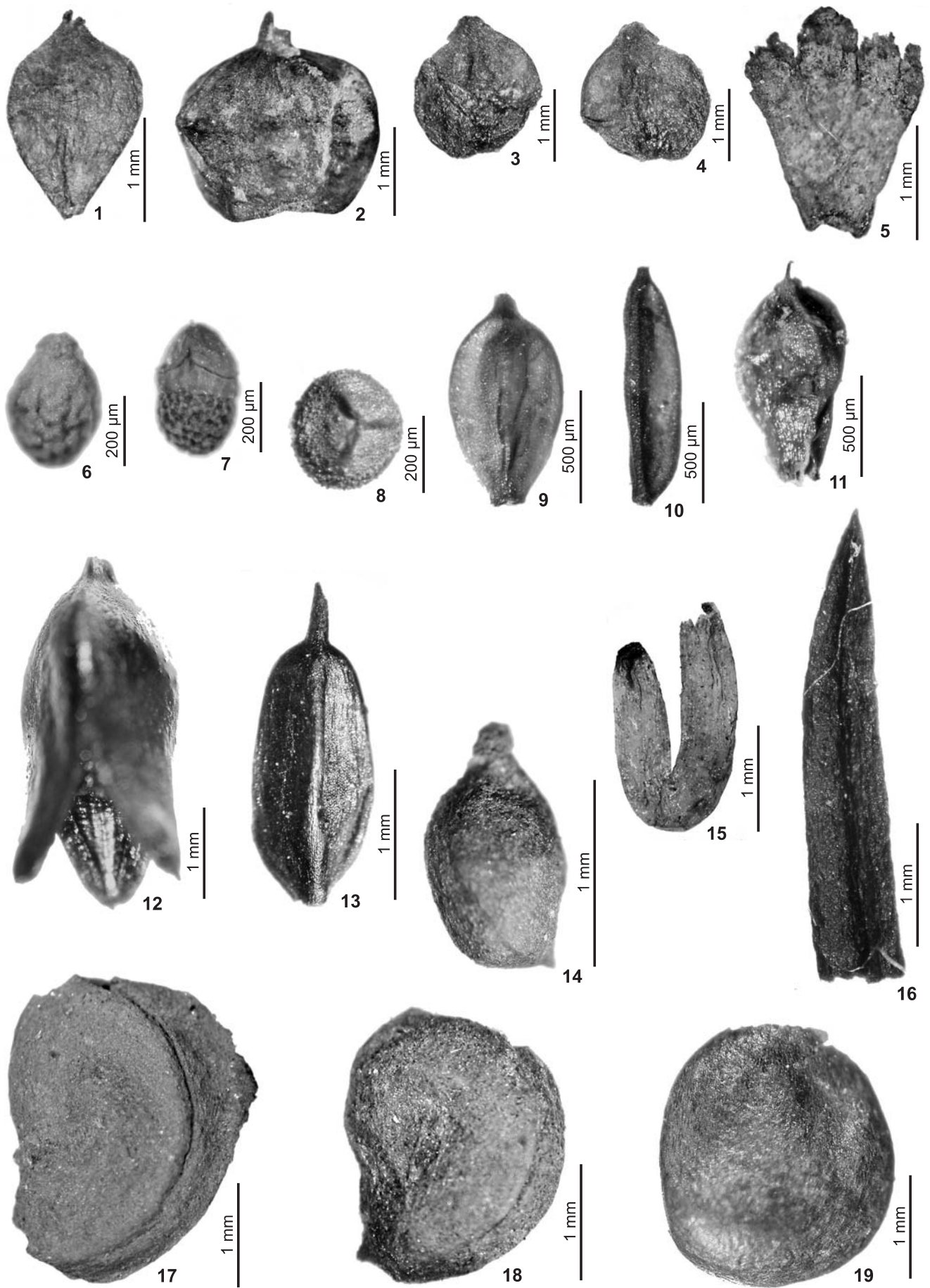
PLATES

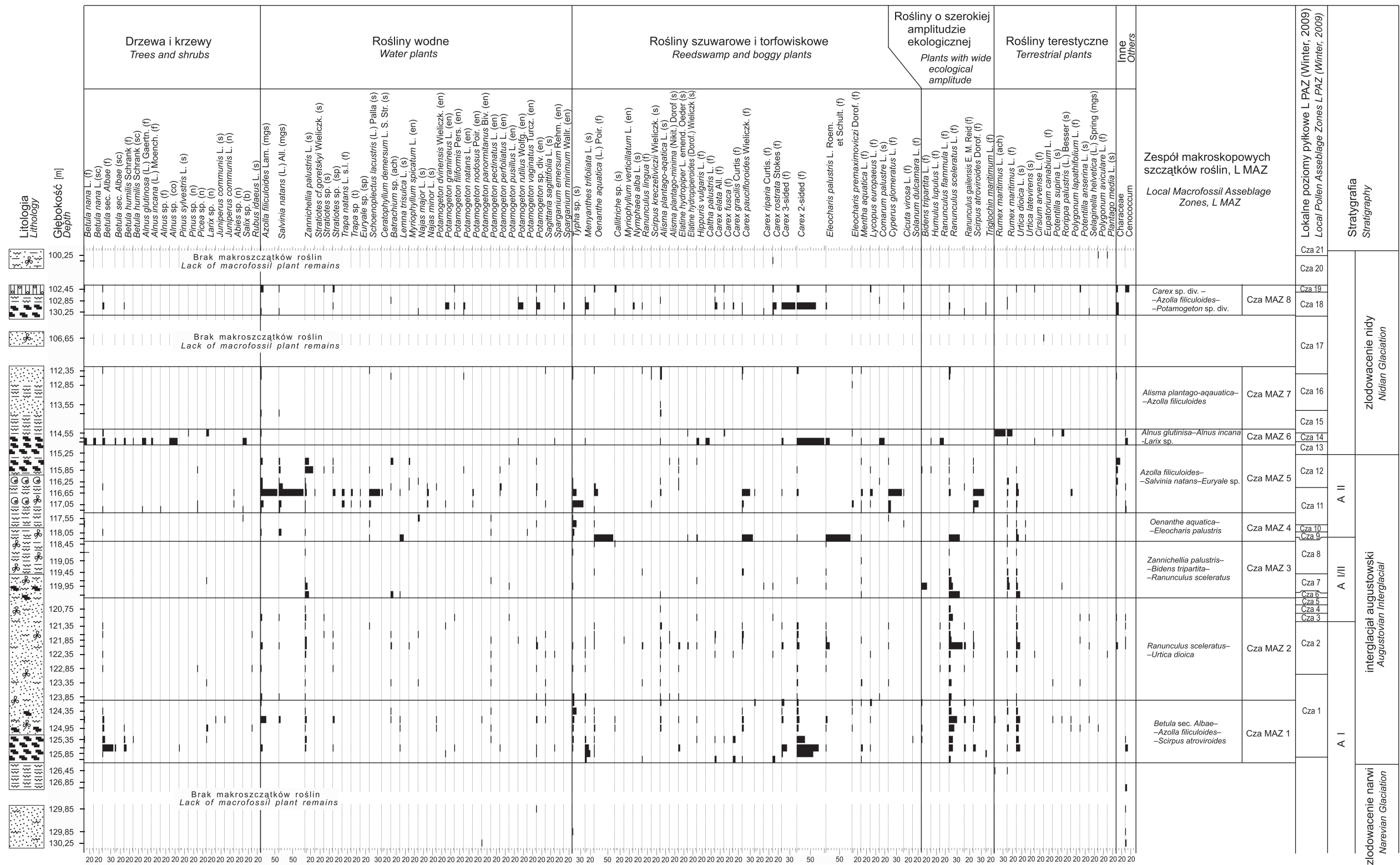
TABLICA I

- Fig. 1. *Betula* sec. *Albae*; owoc/ fruit
- Fig. 2. *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.; owoc/ fruit
- Fig. 3. *Betula nana* L.; dwa owoce/ two fruits
- Fig. 4. *Betula nana* L.; dwa owoce/ two fruits
- Fig. 5. *Betula humilis* Shrank; łuska nasienna/ fruit scale
- Fig. 6. *Salvinia natans* (L.) All.; megaspóra/ megaspore
- Fig. 7. *Azolla filiculoides* Lam. foss.; megaspóra/ megaspore
- fig. 8. *Selaginella helvetica* (L.) Spring; megaspóra/ megaspore
- Fig. 9. *Scirpus atroviroides* Dorof.; owoce/ fruits
- Fig. 10. *Cyperus glomeratus* L.; owoc/ fruit
- Fig. 11. *Eleocharis premaximoviczii* Dorof.; owoc/ fruit
- Fig. 12. *Scirpus kreczetoviczii* Wielicz.; owoc/ fruit
- Fig. 13. *Carex paucifloroides* Wielicz.; owoc/ fruit
- Fig. 14. *Potamogeton pusillus* L.; endokarp/ endocarp
- Fig. 15. *Sagittaria sagittifolia* L.; nasiono/ seed
- Fig. 16. *Picea* sp.; szpilka/ needle
- Fig. 17. *Potamogeton dvinensis* Wielicz.; endokarp/ endocarp
- Fig. 19. *Potamogeton pectinatus* L.; owoc/ fruit

Fig. 1–19. fot. R. Stachowicz-Rybka

Phot. R. Stachowicz-Rybka





Analizowała R. Stachowicz-Rybka, 2003

Objaśnienia skrótów

Explanations of abbreviations (f) – owoc, fruit; (s) – nasiono, seed; (sc) – łuska nasienna, fruit scale; (n) – szpilka, needle; (mgs) – megaspóra, megaspore; (en) – endokarp, endocarp; (sp) – kolec, spine; (b) – puszka, box; (co) – szyszka, cone

Liczba okazów

Number of specimens



Litologia

Lithology



Fig. 2. Diagram makroszczątków roślin z profilu Czarnucha

Macrofossil of plant diagram from the Czarnucha section