

Problem granicy pliocen/plejstocen w słodkowodnych osadach Mizernej na Podhalu

Ewa Zastawniak-Birkenmajer¹, Krzysztof Birkenmajer²



E. Zastawniak-
-Birkenmajer



K. Birkenmajer

Problem of the Pliocene/Pleistocene boundary in fresh-water deposits at Mizerna, West Carpathians. *Prz. Geol.*, 60: 276–283.

Abstract. The Mizerna site (Polish Western Carpathians) is one of the most important Pliocene palaeobotanic sites in Central Europe. Its fresh-water deposits, laid down in a buried river valley, were studied in detail more than half a century ago in natural exposures and shallow boreholes, prior to partial drowning of the area by an artificial lake. The deposits yielded a very rich macrofossil plant collection elaborated in detail by Szafer (1954) who claimed that they represented a continuous succession of the Pliocene through Early Pleistocene plant communities. First palynological examination of the Mizerna deposits (by Oszastr) was made more than half a century ago. Re-evaluation of stratigraphic and palaeoclimatic significance of macrofossil plant remains, along with a reassessment of palaeoenvironmental and sedimentary conditions during formation of the Mizerna fresh-water deposits, is in progress. This may help elucidate the problem whether the Mizerna sediments represent both the Pliocene and Early Pleistocene or, solely, the Pliocene successions.

Re-evaluation of stratigraphic and palaeoclimatic significance of macrofossil plant remains, along with a reassessment of palaeoenvironmental and sedimentary conditions during formation of the Mizerna fresh-water deposits, is in progress. This may help elucidate the problem whether the Mizerna sediments represent both the Pliocene and Early Pleistocene or, solely, the Pliocene successions.

Keywords: palaeobotanic site, Mizerna, West Carpathians, Pliocene, ?Early Pleistocene

Bogate w dobrze zachowane szczątki roślinne stanowisko Mizerna we wschodniej części Kotliny Nowotarskiej na Podhalu, u wrót górskiego pasma Pienin Czorsztyńskich (ryc. 1), jest jednym z najważniejszych młodokenozoicznych stanowisk paleobotanicznych Polski i Europy Środkowej. Zdaniem Szafera (Szafer, 1949, 1952b, 1954; Szafer & Oszastr, 1964) można w nim prześledzić rozwój szaty roślinnej i następstwo zespołów florystycznych w śródgórskiej kotlinie podtatrzańskiej w czasie pliocenu i wczesnego plejstocenu.

OSADY PALEOBOTANICZNEGO STANOWISKA W MIZERNEJ

Słodkowodne utwory ilasto-piaszczyste, często z drobnymi okruchami piaskowców fliszowych, o miąższości dochodzącej w wierceniach do 39 m, bogate w słabo zwęglone szczątki roślin, zostały osadzone w wąskiej rynnicy erozyjnej o długości 600 m (ryc. 2), wyrodowanej w silnie sfałdowanym paleogeńskim fliszu magurskim (płaszczywinie magurskiej) na południowych zboczach górskiego pasma Górców (Birkenmajer, 1954, 1958, 1961, 1963, 1979). Utwory te pochodzą zarówno ze słabo przemytych zwietrzelin piaskowców i łupków fliszowych naniesionych do zbiornika jeziornego przez potoki spływające z Górców, jak i ze spływów i z osuwisk zwietrzliny zboczowej. Paleojezioro mizerniańskie powstało w pliocenie we wschodniej części Kotliny Nowotarskiej wskutek zatamowania odpływu głównej rzeki regionu, Dunajca, przez dźwigający się w tym czasie górski masyw Pienin.

W niższej części profilu osadów Mizernej pomiędzy osadami ilasto-piaszczystymi pojawia się wkładka żwirowo-piaszczysta o miąższości do 1,7 m (ryc. 3, 4), składająca się

głównie z dobrze obtoczonych fragmentów dolnotriasowego kwarcytu, a także z granitu i pegmatytu pochodzenia tatrzańskiego. Jest to pierwszy sygnał, że po rozcięciu liczącej kilka tysięcy metrów osadowej pokryw paleogeńskiego fliszu podhalańskiego oraz sfałdowanego płaszczowinowo kompleksu mezozoicznego (kreda-trias) rzeki dotarły do krystalicznego trzonu górotworu tatrzańskiego (por. Birkenmajer, 1954, 2009). Unikalne pojawienie się tych dunajcowych żwirów w raczej monotonnym, przeważnie ilastym kompleksie osadów jeziornych świadczy też o niestabilności lustra wodnego, a nawet o okresowym drenażu paleojeziora mizerniańskiego, zapewne wywołanym nierównomiernym dźwiganiem się grzbietu Pienin forsowanego przez Dunajec.

Osady typu mizerniańskiego stwierdzono również na głębokości ok. 100 m pod powierzchnią terenu, pod kompleksami fluwioglacjalnych żwirów środkowego plejstocenu (prawdopodobnie mindel i riss) nawierconymi w tektonicznym zapadlisku Frydmana, na południowy zachód od stanowiska Mizernej (Niedzielski, 1971; Birkenmajer, 1978).

Większość naturalnych odsłoneń osadów mizerniańskich, z wyjątkiem tych, które znajdują się w górnej części potoku Koproc w Mizernej (patrz ryc. 2–4), została zalana wodami sztucznego zbiornika czorsztyńskiego (Birkenmajer, 2010).

PALEOFLORA STANOWISKA W MIZERNEJ

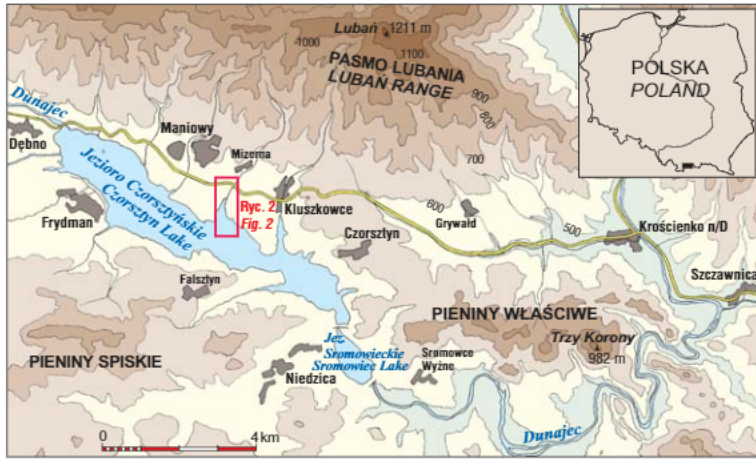
Zarys wcześniejszych badań

Flora kopalna z Mizernej była obiektem badań Szafera. Została opisana i udokumentowana w monografii pt. „Pliocenna flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do plejstocenu”

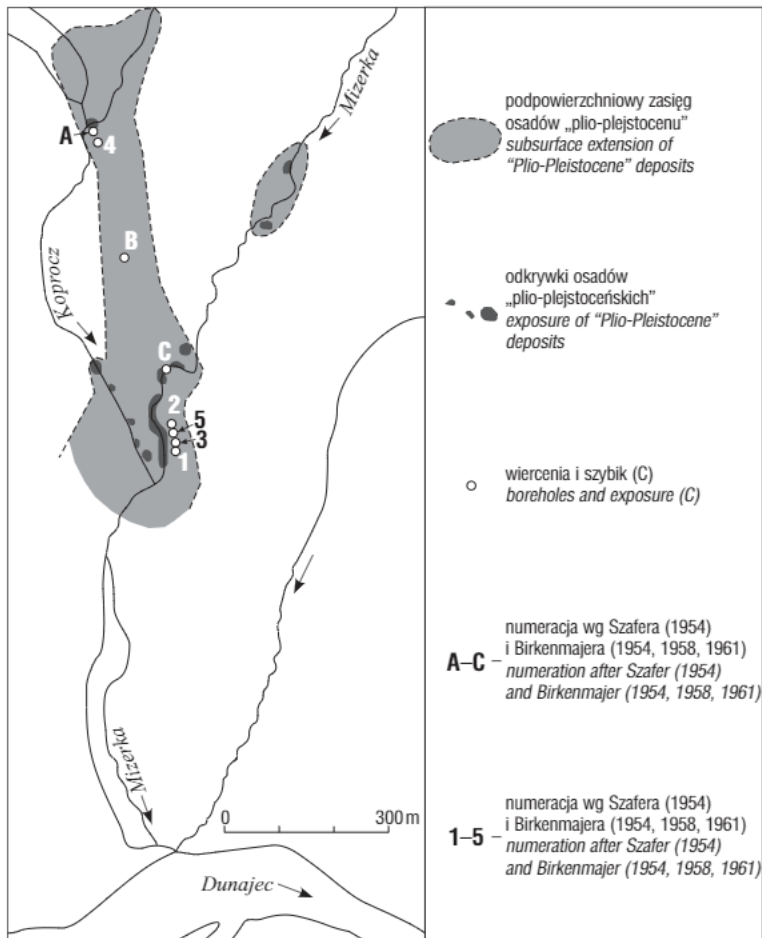
¹Institut Botaniki im. Władysława Szafera Polskiej Akademii Nauk, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków; e.zastawniak@botany.pl.

²Institut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, Ośrodek Badawczy w Krakowie, ul. Senacka 1, 31-002 Kraków; ndbirken@cyf-kr.edu.pl.

(Szafer, 1954). Makroszczątki roślin kopalnych pochodzą z odkrywek, z tzw. studni oraz ścianki, natomiast badania palinologiczne były wykonane dla profilu A (ryc. 2–4) o miąższości 28 m (Szafer, 1954; Szafer & Osztast, 1964; Osztast, 1973).



Ryc. 1. Położenie stanowiska Mizerna na Podhalu. Małym prostokątem zaznaczono obszar przedstawiony na ryc. 2
Fig. 1. Location of the Mizerna site at Podhale. Small rectangle denotes area shown in Fig. 2



Ryc. 2. Mizerna – kopalna dolina rzeczna wypełniona słodkowodnymi osadami pliocenu (i ?starszego plejstocenu)
Fig. 2. Mizerna site – buried river valley filled with fresh-water Pliocene (and ?Early Pleistocene) deposits

Opracowanie Szafera (1954) zawiera wyniki badań makroszczątków roślin nie tylko z Mizernej, ale także z położonego ok. 20 km na północny zachód od niej stanowiska w Hubie koło Czorsztyna, uważanego początkowo również za plioceńskie. W wyniku późniejszych badań okazało się jednak, że flora z Huby jest starsza, górnomiocenska (Osztast, 1973; Osztast & Stuchlik, 1977; Birkenmajer, 1979).

Kopalne szczątki owoców i nasion z Mizernej były później także obiektem badań nad zmiennością roślin. Zmienność owoców grąba *Carpinus betulus* L. i ich cechy anatomiczne były badane przez Białobrzeską (1964), kopalne nasiona *Menyanthes* z Mizernej przez Jentys-Szaferową i Truchanowiczównę (1953) oraz Truchanowiczównę (1964) owoce *Dulichium* z Mizernej i Dziadowych Kątów (Grywałdu) przez Truchanowiczównę (1973). Poszczególne taksony roślin z Mizernej były ponadto tematem osobnej publikacji Szafera (1952a: *Eucommia*), Janickiej-Bałut (1954: *Stewartia*) oraz Łańcuckiej-Środoniowej (1967: *Hemiptelea*).

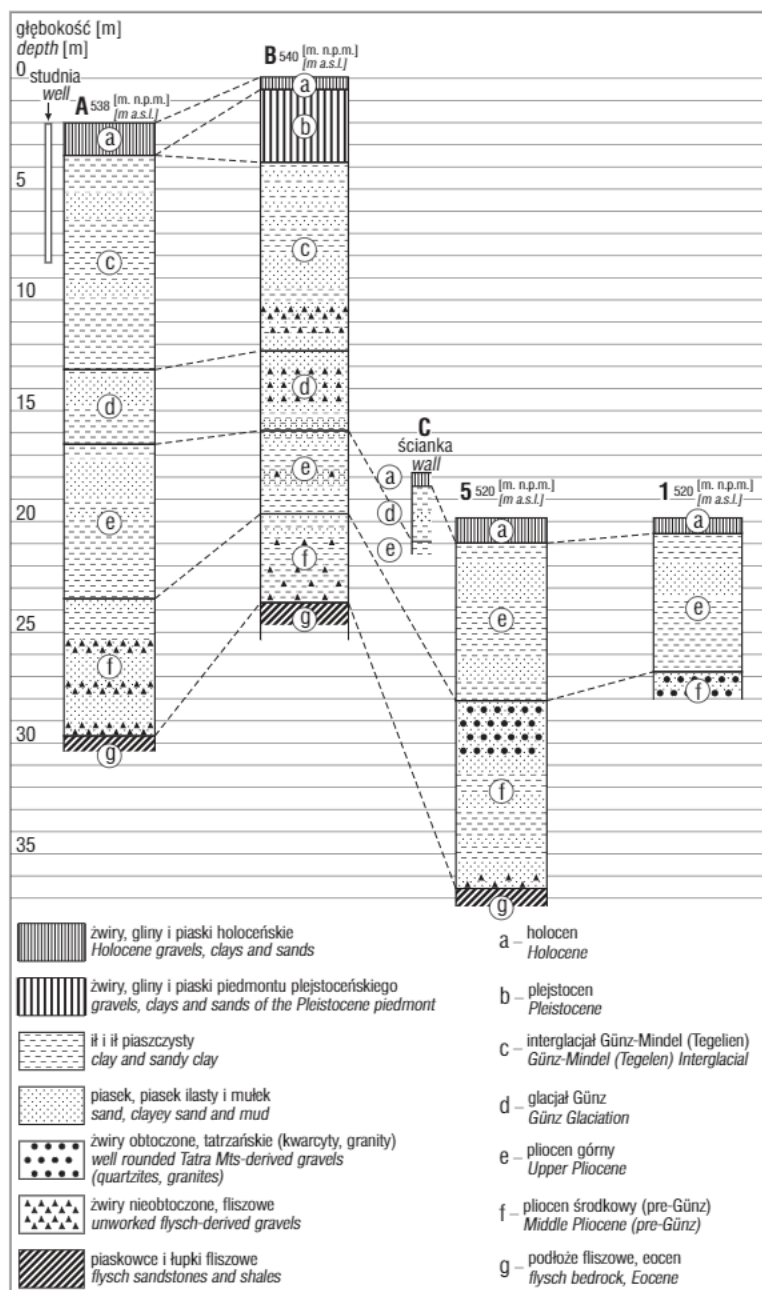
W 1979 r., przed napełnieniem zbiornika czorsztyńskiego i definitywnym zalaniem stanowiska w Mizernej, z inicjatywy Birkenmajera wykonano nowe wiercenie i pobrano dodatkowe materiały z tego stanowiska (Mizerna Nowa), z których dotychczas oznaczono endokarpy rodzaju *Potamogeton* (Velichkevich & Lesiak, 1996), ważnego dla stratygrafii osadów młodszego neogenu i plejstocenu. Badania palinologiczne rdzenia osadowego o długości ok. 39 m z wiercenia Mizerna Nowa są aktualnie prowadzone przez Worobiec (2011).

Owocowo-nasienna flora kopalna Mizernej³

Flora Mizernej liczy ok. 200 taksonów drzew, krzewów i roślin zielnych. Skład florystyczny znalezionych w niej szczątków owoców i nasion jest typowy dla formacji leśnej charakterystycznej dla neogenu Europy Środkowej, tzw. *mixed mesophytic forest*. Były to bogate gatunkowo lasy, z przeważającym udziałem liściastych drzew i krzewów zrzucających liście i ze zmiennym udziałem drzew szpilkowych (Mai, 1995). W Mizernej sąsiadowały z nimi zróżnicowane zbiorowiska roślin zielnych, przede wszystkim roślin wodnych i błotnych (Szafer, 1954). Rosnące w ówczesnych zbiorowiskach rośliny były reprezentowane zarówno przez gatunki obecnie wymarłe, jak i bliskie współczesnym (ryc. 5). Takie współwystępowanie gatunków wymarłych i współczesnych – zarówno drzew i krzewów, jak i roślin zielnych – jest cechą charakterystyczną kopalnych zespołów florystycznych odpowiadających schyłkowi neogenu w Europie.

Lasy okolic Mizernej tworzyły w przeszłości głównie kopalne gatunki świerka (*Picea excelsa* (Lam.) Link. foss., *P. polita* Carr., *P. rubra*

³Według Szafera (1954), z uwzględnieniem wyników rewizji oryginalnych materiałów przeprowadzonej przez M. Łańcucką-Środoniową, D. H. Maia i F. J. Wieliczkiwicza (niepubl. mat. arch. Instytutu Botaniki im. Władysława Szafera Polskiej Akademii Nauk).



Ryc. 3. Struktura geologiczna słodkowodnych osadów „plio-plejstocenu” w Mizernej (wg Birkenmajera, w: Szafer, 1954, Fig. 2, nieco zmienione); b–e – wiek na podstawie florystycznej wg Szafera (1954). Numeracja otworów wiertniczych i odkrywek jak na ryc. 2

Fig. 3. Geological structure of the "Plio-Pleistocene" fresh-water deposits at Mizerna (after Birkenmajer, in: Szafer, 1954, Fig. 2, slightly modified); b–e – ages after Szafer (1954). Location of boreholes and exposures – see Fig. 2

Link.), a także jodła (*Abies*), modrzew (*Larix europaea* Lam. & DC. foss. Geyley & Kinkelin) oraz modrzewnik (*Pseudolarix amabilis* (Nels.) Rehd.). Towarzyszyły im liczne drzewa i krzewy z rodzajów, których znacząca większość jest obca dzisiejszej florzycie Europy, jak np. *Acitini-dia*, *Aesculus*, *Ampelopsis*, *Aralia*, *Berberis*, *Carya*, *Corylopsis*, *Eleutherococcus*, *Eucommia*, *Fatsia*, *Hemiptelea*, *Liquidambar*, *Liriodendron*, *Magnolia*, *Meliosma*, *Phello-dendron*, *Pterocarya*, *Pseudolarix*, *Sinomenium*, *Stephanandra*, *Stewartia*, *Styrax* oraz *Tsuga*, a z roślin zielnych *Brasenia*, *Dulichium*, *Proserpinaca* oraz kopalne rodzaje *Aracispermum* i *Pseudoeuryale*. Z rodzimych rodzajów

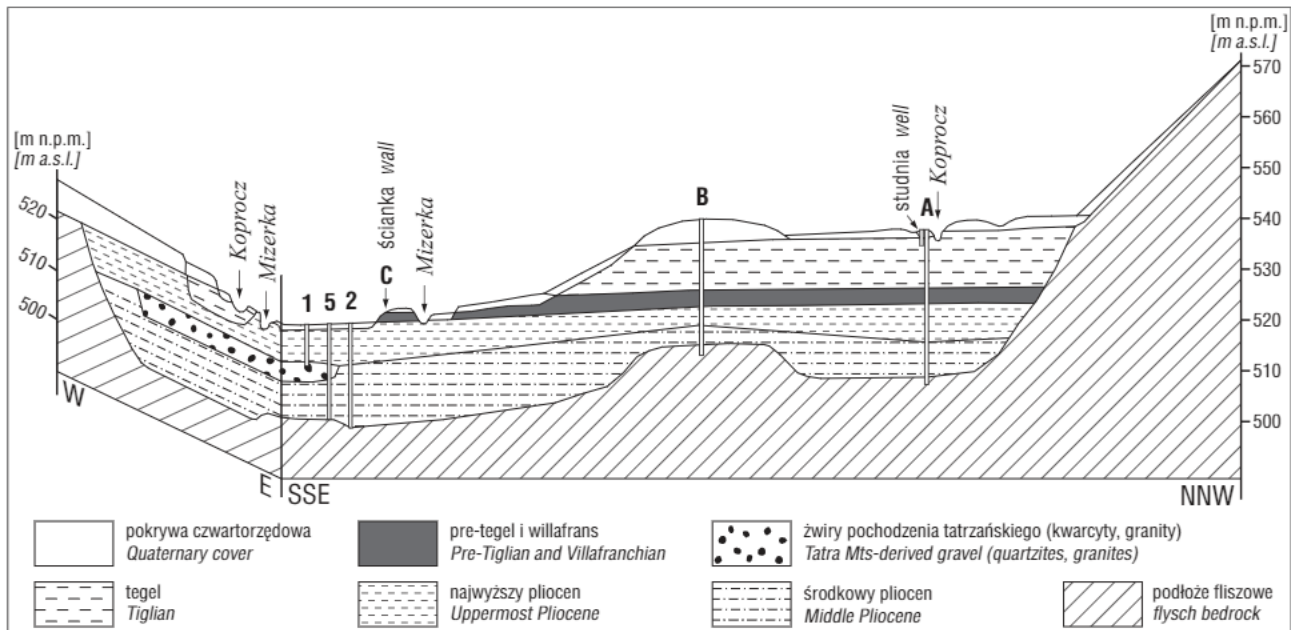
drzew i krzewów we florzycie Mizernej oznaczono owoce i nasiona takich rodzajów jak *Abies*, *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Cornus*, *Corylus*, *Crataegus*, *Fagus*, *Hedera*, *Juglans*, *Larix*, *Malus*, *Picea*, *Pirus*, *Prunus*, *Quercus*, *Rosa*, *Rubus*, *Sambucus*, *Staphylea*, *Swida*, *Tilia*, *Viburnum* i *Vitis*. W wielu przypadkach są to gatunki wymarłe lub zbliżone do współczesnych (ale nie identyczne z nimi). Do tych pierwszych należą m.in. *Acer campestrianum* Dorof., *Fagus decurrens* Reid, *Prunus girardi* Kirchh., *P. persicoides* Szafer, *Rubus polevskoyanus* Dorof., *Sambucus pulchella* C. & E. M. Reid, *Staphylea pliocae-nica* Kink., *Swida krauseli* Geissert, Gregor & Mai, *Tilia tuberculata* Szafer i *Viburnum her-cynicum* Mai. Spośród taksonów bliższych współ-czesnym we florzycie Mizernej oznaczono: *Acer platanoides* L. foss., *Alnus incana* (L.) Moench. foss., *A. glutinosa* Gaertner foss., *Betula alba* L. foss., *Larix europaea* Lam. & DC. foss. Geyl. & Kink., *Picea excelsa* (Lam.) Link. foss., *P. polita* Carr. foss., *Pirus communis* L. foss., *Prunus spi-nosa* L. foss., *Rubus fruticosus* L. foss., *Quercus pubescens* Willdenow foss., *Sambucus nigra* L. foss., *S. racemosa* L. foss., *Staphylea pinnata* L. foss. oraz *Vitis sylvestris* Gmelin foss.

Szczególnie obficie w florzycie Mizernej występują szczątki roślin wodnych i błotnych, i to zarówno dwuliściennych (*Batrachium*, *Brasenia*, *Ceratophyllum*, *Cicuta*, *Cirsium*, *Hippuris*, *Lycopus*, *Menyanthes*, *Myriophyllum*, *Nuphar*, *Oenanthe*, *Proserpinaca* i *Pseudoeuryale*), jak i jednoliściennych (*Alisma*, *Aracispermum*, *Carex rostrata*, *Dulichium*, *Eriophorum*, *Heleocharis*, *Luronium*, *Najas*, *Sagittaria*, *Schoenoplectus*, *Scirpus*, *Sparganium* i *Stratiotes*). Tę bogatą listę uzupełniają gatunki roślin zielnych suchszych siedlisk z rodzajów *Ajuga*, *Aster*, *Carex*, *Dianthus*, *Euphorbia*, *Hyoscyamus*, *Lactuca*, *Mentha*, *Potentilla*, *Polygonum*, *Pulmonaria*, *Ranunculus*, *Rumex*, *Scabiosa*, *Silene*, *Solanum*, *Thalictrum*, *Thesium*, *Urtica* i *Valeriana*.

Datowanie stanowiska w Mizernej na podstawie flory kopalnej

Flora Mizernej, należąca do najbogatszych flor późnego neogenu w Europie środkowej, jest, zdaniem Szafera (1954), zapisem rozwoju szaty roślinnej w pliocenie i najstarszym plejstocenie. Na podstawie składu florystycznego szczątków roślin znalezionych w Mizernej Szafer (op. cit.) wyróżnił kilka faz rozwoju roślinności, odpowiadających kolejnym fazom klimatycznym i zmieniającym się warunkom środowiskowym u schyłku neogenu i na pograniczu pliocenu i plejstocenu. Szafer (op. cit.) scharakteryzował w Mizernej siedem kompleksów florystycznych odpowiadających różnym fazom klimatycznym. Zostały one datowane następująco: Mizerna I, II – pliocen środkowy i górny, Mizerna II/III – plio-plejstocen oraz Mizerna III, III/IV i IV – starszy plejstocen.

Kompleksy te nie mają odniesienia do żadnego z wykonanych wierceń. Większość opracowanego przez Szafera (1954) materiału pochodziła z odkrywek, z tzw. studni oraz ścianki (ryc. 3).



Ryc. 4. Przekrój geologiczny słodkowodnych osadów „plio-plejstoceńskich” w Mizernej (wg Birkenmajera, 1961, 1979). Numeracja wierceń i odkrywek jak na ryc. 2

Fig. 4. Geological cross-section of the "Plio-Pleistocene" fresh-water deposits at Mizerna (after Birkenmajer, 1961, 1979). Numeration of boreholes and exposures – see Fig. 2

Ocena wieku osadów z Mizernej była przedmiotem badań palinologicznych Oszastr (w: Szafer & Oszastr, 1964; Oszastr 1973). W diagramie pyłkowym z tego stanowiska zaznaczył się, zdaniem Oszastr, wyraźny stopniowy ilościowy i jakościowy spadek elementu ciepłolubnego, tzw. drzew trzeciorzędowych, który w górze profilu zachowuje w spektrach udział sięgający nawet 10%. Towarzyszący mu wyraźny wzrost udziału pyłku roślin zielnych (do 60%) wskazuje, zdaniem Oszastr (op. cit.), na czwartorzędowy wiek osadów w górnej części profilu.

W latach późniejszych dokonywano rewizji wieku poszczególnych kompleksów Mizernej. Mai (1995) określił wiek kompleksów Mizernej I, I/II, II i III na pliocen górny, wskazując jednocześnie na brak w składzie ubogich florystycznie kompleksów Mizerna III/IV i IV, uznanych przez Szafera (1954) za wczesnoplejstoceńskie, taksonów typowych dla tej epoki geologicznej.

Skład florystyczny i datowanie poszczególnych kompleksów Mizernej były analizowane także przez Velichkevicha (w: Velichkevich & Lesiak, 1996). Wynikiem rewizji ważnego dla stratygrafii osadów neogeńskich i czwartorzędowych rodzaju *Potamogeton* była konkluzja, że najwyższe dwa kompleksy, Mizerna III/IV i IV, mogłyby odpowiadać wiekowi granicy pliocenu/plejstocenu czy nawet początkowi plejstocenu (Velichkevich & Lesiak, op. cit.).

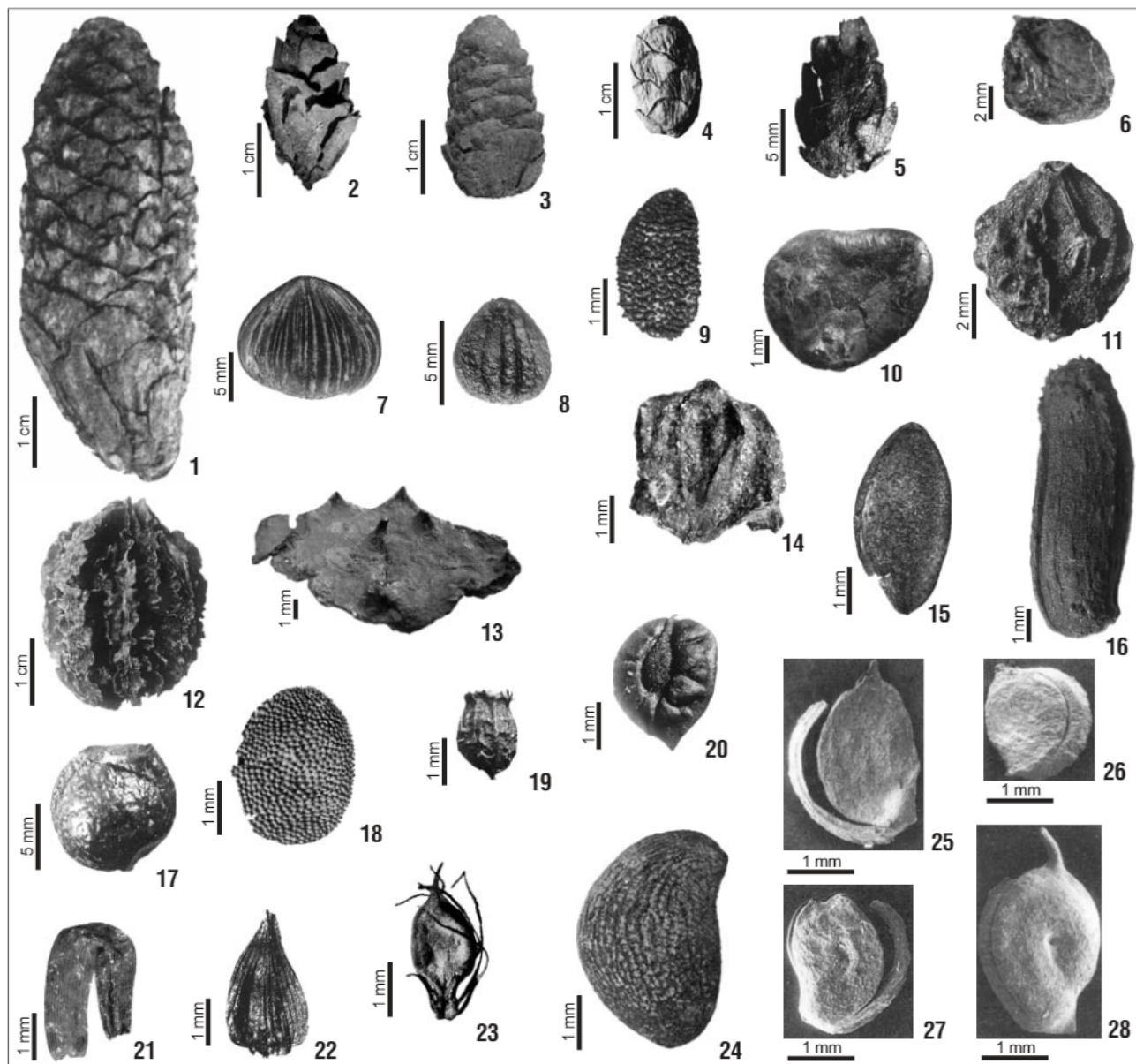
Późniejsze badania Wieliczkiwicza, dotyczące nieopracowanych wcześniej przez Szafera materiałów z Mizernej, przechowywanych w Muzeum Botanicznym Instytutu Botaniki im. Władysława Szafera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, w kontekście znanych flor pliocenu Europy wschodniej, przede wszystkim ze stanowisk Dworzec i Chołmecz na Białorusi (Wieliczkiwicz, 1990; Velichkevich & Zastawniak, 2003), umożliwiły bardziej precyzyjną ocenę datowania poszczególnych kompleksów florystycznych Mizernej.

I tak, zdaniem Wieliczkiwicza (w: Velichkevich & Zastawniak, 2003), obecność w kompleksie Mizerna II licznych kopalnych gatunków *Potamogeton* (*P. tataricus* Dorof.

ex Wieliczki., *P. obtusatus* Dorof., *P. squamatus* Dorof., *P. cf. aculeatus* Dorof., *P. peregrinus* Dorof., *P. compressoides* Dorof., *P. pseudoacutifolius* Dorof., *P. cf. pliocenicus* Dorof., *P. cf. heterocarpus* Dorof.) jednoznacznie określa wiek tego kompleksu na wczesny pliocen. Taki wiek dodatkowo potwierdza kilka nieoznaczonych wcześniej gatunków kopalnych innych rodzajów roślin zielnych, a mianowicie *Carex*, *Eleocharis*, *Nuphar*, *Scirpus* i *Sparganium*. Także do pliocenu należy zaliczyć kompleksy Mizerna II/III oraz III, natomiast kompleksy Mizerna III/IV oraz IV, z nielicznymi szczątkami drzew i krzewów z rodzajów *Picea*, *Pinus*, *Juniperus*, *Larix* i *Salix*, Velichkevich (op. cit.) uznał za czwartorzędowe.

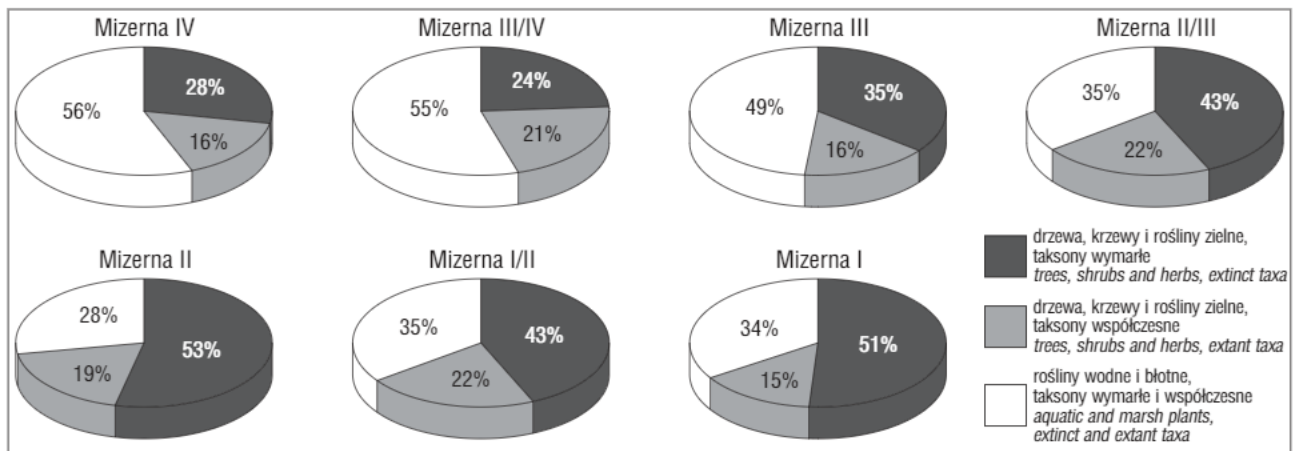
Na uwagę zasługuje fakt, że w młodszych kompleksach Mizernej znaleziono *Selaginella selaginoides* (L.) P. Beauv. ex Schrank & Mart., który jest typowym składnikiem flor arktyczno-borealnych. Megaspory tego gatunku Wieliczkiwicz (w: Velichkevich & Zastawniak, 2003) oznaczył w nieopracowanych materiałach z Mizernej. W kompleksach tych nie znaleziono natomiast innych gatunków charakterystycznych dla flor borealnych, np. *Sparganium hyperboreum* Laest., *Betula humilis* Schrank, *B. nana* L., czy *Salix* ex gr. *herbacea* L. Warunki klimatyczne istniejące w okresie trwania najmłodszych faz klimatycznych w Mizernej (Mizerna III/IV i IV) wykluczyły wprawdzie udział w zbiorowiskach roślinnych ciepłolubnych drzew i krzewów, ale jeszcze nie warunkowały pojawienia się w nich gatunków roślin charakterystycznych dla klimatu chłodnego. W każdym razie szczątków takich roślin brak w spisie taksonów flory Mizernej (Szafer, 1954).

Należy dodać, że lokalizacja megaspor *Selaginella*, a także wszystkich innych kopalnych szczątków roślin w całej sekwencji osadów Mizernej jest niemożliwa ze względu na brak niezbędnych danych, zarówno w pracy Szafera (1954), jak i w materiałach archiwalnych i muzealnych. Dotyczy to wszystkich oznaczonych taksonów roślin, w tym również poszczególnych gatunków *Potamogeton*, zarówno typowo plioceńskich, jak i gatunków najmłod-



Ryc. 5. Wybrane gatunki roślin kopalnych znalezione w osadach Mizernej: 1 – szyszka świerka *Picea excelsa* (Lam.) Link. foss.; 2, 3 – szyszki świerka *Picea rubra* Link.; 4 – szyszka choiny *Tsuga europaea* (Menzel) Szafer; 5 – szyszka modrzewia *Larix europaea* Lam. & DC. foss. Geyl. & Kink.; 6 – owoc (bez skrzydelka) klonu *Acer campestrianum* Dorof.; 7 – orzech leszczyny *Corylus avellana* L.; 8 – orzeszek graba *Carpinus betulus* L.; 9 – nasienie bzu *Sambucus pulchella* C. & E. M. Reid; 10 – nasienie magnolii *Magnolia cor* Ludwig; 11 – pestka śliwy *Prunus padus* L. foss. Szafer; 12 – orzech *Juglans tephrodes* Unger; 13 – fragment owocu kasztanowca *Aesculus hippocastanum* L. foss.; 14 – owoc skrzydłorzecha *Pterocarya limburgensis* C. & E. M. Reid; 15 – nasienie jezierzki *Najas marina* L.; 16 – nasienie osoki *Stratiotes intermedius* (Hartz) Chandler; 17 – nasienie kłokoczki *Staphylea pinnata* L. foss. Dubois; 18 – nasienie aktinidii *Actinidia faveolata* C. & E. M. Reid; 19 – owoc pelzaczki *Proserpinaca europaea* Dorof.; 20 – nasienie winobluszczu *Ampelopsis malvaeformis* (Schlotheim) Mai; 21 – nasienie strzałki wodnej *Sagittaria sagittifolia* L.; 22 – owoc turzycy *Carex flagellata* C. & E. M. Reid; 23 – owoc *Dulichium vespiforme* C. & E. M. Reid; 24 – nasienie korkowca *Phellodendron elegans* C. & E. M. Reid; 25–28 – endokarpy rdestnic (25 – *Potamogeton obtusatus* Dorof., 26 – *P. squamatus* Dorof., 27 – *P. natans* L., 28 – *P. tataricus* Dorof. & Wieliczka.). Ryc. 1, 5, 7, 8, 11–13, 17, 20, 23 z: Szafer (1954); ryc. 25–28 z: Velichkevich & Lesiak (1996); pozostałe fot. K. Cywa

Fig. 5. Selected fossil plant species found in the Mizerna sediments: 1 – spruce cone, *Picea excelsa* (Lam.) Link. foss.; 2, 3 – spruce cones, *Picea rubra* Link.; 4 – eastern hemlock cone, *Tsuga europaea* (Menzel) Szafer; 5 – larch cone, *Larix europaea* Lam. & DC. foss. Geyl. & Kink.; 6 – maple fruit (without wing), *Acer campestrianum* Dorof.; 7 – hazel nut, *Corylus avellana* L.; 8 – hornbeam nut, *Carpinus betulus* L.; 9 – elder seed, *Sambucus pulchella* C. & E. M. Reid; 10 – magnolia seed, *Magnolia cor* Ludwig; 11 – Bird Cherry stone, *Prunus padus* L. foss. Szafer; 12 – nut, *Juglans tephrodes* Unger; 13 – fragment of the horse chestnut, *Aesculus hippocastanum* L. foss.; 14 – wingnut fruit, *Pterocarya limburgensis* C. & E. M. Reid; 15 – spiny naiad seed, *Najas marina* L.; 16 – water soldier seed, *Stratiotes intermedius* (Hartz) Chandler; 17 – bladdernut seed, *Staphylea pinnata* L. foss. Dubois; 18 – seed, *Actinidia faveolata* C. & E. M. Reid; 19 – mermaidweed fruit, *Proserpinaca europaea* Dorof.; 20 – seed, *Ampelopsis malvaeformis* (Schlotheim) Mai; 21 – arrowhead seed, *Sagittaria sagittifolia* L.; 22 – sedge fruit, *Carex flagellata* C. & E. M. Reid; 23 – fruit, *Dulichium vespiforme* C. & E. M. Reid; 24 – phellodendron seed, *Phellodendron elegans* C. & E. M. Reid; 25–28 – pond-weed endocarps (25 – *Potamogeton obtusatus* Dorof., 26 – *P. squamatus* Dorof., 27 – *P. natans* L., 28 – *P. tataricus* Dorof. & Wieliczka.). Figs 1, 5, 7, 8, 11–13, 17, 20, 23 from: Szafer (1954); figs 25–28 from: Velichkevich & Lesiak (1996); others – phot. K. Cywa



Ryc. 6. Udziały procentowe roślin wymarłych i współczesnych oraz taksonów roślin wodnych i błotnych w poszczególnych kompleksach florystycznych Mizernernej

Fig. 6. Proportional composition of the extinct, extant and aquatic/marsh plant taxa in the floristic complexes of Mizerna

szych, współczesnych lub blisko spokrewnionych ze współczesnymi (Velichkevich & Lesiak, 1996).

W swoim opracowaniu Szafer (1954) podkreślił rosnącą liczbę gatunków wodnych i błotnych w młodszych kompleksach Mizernernej, poczynając od kompleksu Mizerna II/III. Wchodziły one na siedliska zajmowane wcześniej przez liczne gatunki kopalne drzew, krzewów i roślin zielnych, co szczególnie wyraźnie zaznacza się w kompleksach Mizerna III, III/IV oraz IV. Zmiany te ilustruje zestawienie malejącego udziału taksonów kopalnych w stosunku do taksonów współczesnych oraz rosnącej liczby taksonów roślin wodnych i błotnych (ryc. 6). W kompleksach Mizerna III/IV i IV brak szczątków ciepłolubnych gatunków drzew i krzewów. Wycofywanie się flory leśnej na korzyść zbiorowisk roślin zielnych, głównie wodnych i błotnych, w młodszych kompleksach Mizernernej zostało odnotowane także w badaniach palinologicznych (Oszast, 1973). Zaistniałe przemiany szaty roślinnej wskazują na znaczącą zmianę warunków siedliskowych w kierunku przede wszystkim zwilgotnienia terenu i zwiększenia powierzchni wodnych (Szafer, 1954).

PROBLEM GEOLOGICZNEJ GRANICY PLIOCEN/PLEJSTOCEN

Określenie geologicznego wieku granicy pliocen/plejstocen, a zarazem granicy neogen/czwartorzęd, i wyznaczenie światowego wzorcowego profilu geologicznego, do którego można by odnosić stratygraficzne standardy regionalne, jest zadaniem nadzwyczaj trudnym. Tradycyjnie, przez wiele dziesiątków lat, przeciwstawiano tutaj starsze osady lądowe z ciepłą florą i fauną neogenu (plioceńską – trzeciorzędu) młodszym utworom okresów glacialnych i interglacialnych „epoki lodowej” (czwartorzędu – plejstocenu i holocenu).

Na terytorium Polski, w czasie epoki lodowej kilkakrotnie pokrytym skandynawską czaszą lądolodu, która pozostawiła po sobie ogromnie zróżnicowane osady glacialne i proglacialne, plejstocenijskie stanowiska florystyczne interglacialne i interstadialne nie należą do rzadkości, natomiast „czwartorzędowe stanowiska proglacialne” są nieliczne (np. Różce, Ponurzyca, Otwock, Celestynów – Lindner & Marks, 2008). Stąd też takie „proglacialne” stanowiska jak Mizerna, gdzie według Szafera (1954) było możliwe wyznaczenie granicy pliocen/czwartorzęd na podsta-

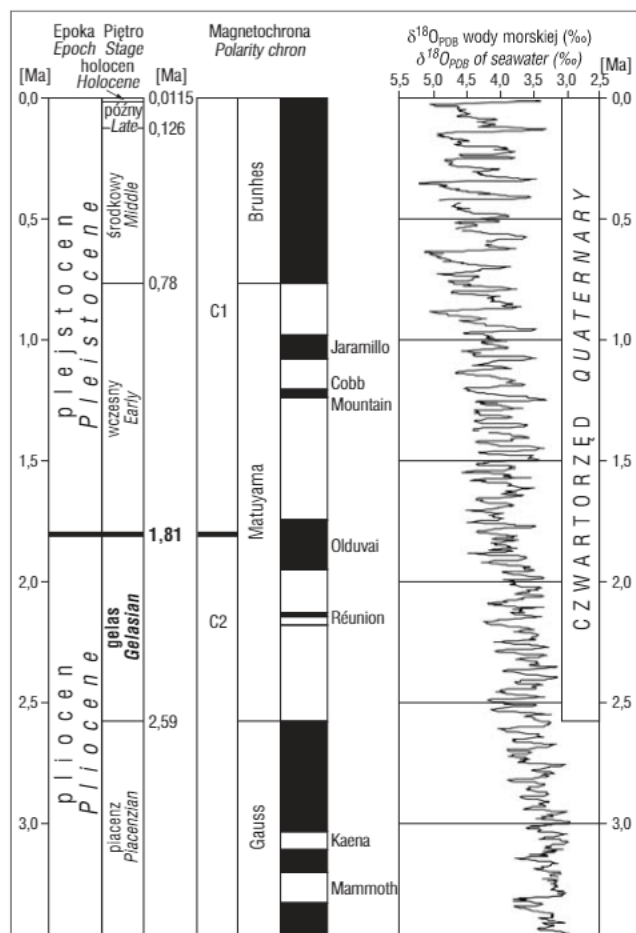
wie paleobotanicznej (jeśli wziąć pod uwagę skład flory kopalnej i jej znaczenie dla odtworzenia paleoklimatu), zyskują rangę światowego wzorca chronostratygraficznego.

Jak wynika jednak z dyskusji przytoczonej w poprzednich rozdziałach, dane florystyczne nie są jednoznaczne dla postawienia granicy pliocen/plejstocen w Mizernernej, a geologia nie dostarcza w tym przypadku dostatecznych przesłanek (patrz Birkenmajer, 1954). Kompleks tych osadów wykazuje bowiem raczej jednolity charakter, niewskazujący na jakąś istotną zmianę, która mogłaby usprawiedliwiać ustalenie w nim granicy dwóch ważnych epok geologicznych – pliocenu i plejstocenu.

Abstrahując od problemu, czy holocen (ostatnie 10 ka) na półkuli północnej jest najmłodszym interglacjalnym czwartorzędem, czy też epoką już „postglacialną”, należy podkreślić, że istotne z punktu widzenia geochronologii jest określenie daty początku czwartorzędu, a zarazem plejstocenu, metodą radiometryczną oraz wyznaczenie miejsca i podanie profilu wzorcowego. Z wyjątkiem nielicznych ciągłych profilów osadów jeziornych jest to bardzo trudne do osiągnięcia w osadach terygenicznych, w których z reguły obserwujemy liczne przerwy sedymentacyjne wywołane erozją, ruchami masowymi itp., a przydatne dla stratygrafii świadectwa paleobotaniczne, paleozoologiczne oraz daty radiometryczne uzyskane z równowiekowych produktów wulkanicznych są rzadkością.

Utożsamianie plejstocenu z epoką lodową (poprzednio „epoką dyluwialną” – synonimem biblijnego potopu) powoduje nieporozumienia, gdyż kenozoiczne zlodowacenie północnej Grenlandii rozpoczęło się już w pliocenie, 3,4 Ma BP, a kontynentalne zlodowacenie Antarktydy jeszcze znacznie wcześniej – ok. 50 Ma BP w Antarktydzie Wschodniej, a ok. 32 Ma BP (zlodowacenie polonez) w Antarktydzie Zachodniej. Współczesne zlodowacenie Antarktydy, choć znacznie mniejsze niż we wczesnym oligocenie, jest tylko niewiele mniejsze niż w plejstocenie. Z „antarktycznego punktu widzenia” Ziemia ciągle jeszcze znajduje się w epoce lodowej – w jej interglacjale holocenijskim (Birkenmajer, 1998).

Odniesienie się do ciągłych profilów wiertniczych rdzeni osadów otwartego morza stwarza możliwość uzyskania krzywych izotopowych tlenu, nie wykazują one jednak żadnej gwałtownej zmiany, która mogłaby stać się podstawą do wyznaczenia granicy pliocen/plejstocen (ryc. 7). Eustatyczne fluktuacje poziomu morza, rozpoznane w utworach



Ryc. 7. Epoka plejstocenska wg propozycji Międzynarodowej Komisji Stratygrafii (Gradstein i in., 2004, uproszczone)

Fig. 7. Pleistocene Epoch after proposal by the International Commission on Stratigraphy (Gradstein et al., 2004, simplified)

neogenu i czwartorzędu, przynajmniej w części korelują się z epokami progresji czap lodowych i lodowców Antarktyki i Arktyki – gromadzenie się lodu na lądzie następowało bowiem na koszt oceanu światowego, powodując obniżanie się jego poziomu (por. Haq i in., 1987). Te eustatyczne sygnały trudno jednak odnieść do osadów zlodowaceń na lądzie.

Te i inne kryteria, w tym astronomiczne, były brane pod uwagę przy przyjęciu granicy pliocen/plejstocen na 1,81 Ma przez Międzynarodową Komisję Stratygrafii w 2004 r. Granica ta odpowiadała zarazem granicy chronów paleomagnetycznych C2/C1, a w osadach morskich – granicy poziomów wapiennego nanoplanktonu NN18/NN19 oraz CN12/CN13 (Gradstein i in., 2004, Fig. 5a, 5b). Nie pozostawała ona jednak oczywiście w żadnym stosunku do epoki lodowej plejstocenu półkuli północnej, gdyż epoka ta, obejmująca na Niżu Polskim sześć zlodowaceń skandynawskich, rozpoczęła się dopiero blisko milion lat później (por. Lindner & Marks, 2008, Fig. 2; Lindner, 2009, ryc. 6).

Uniezależnienie od kryterium klimatycznego w definiowaniu granicy pliocen/plejstocen widać też w decyzji Podkomisji Stratygrafii Międzynarodowej Unii Nauk Geologicznych (IUGS – International Union of Geological Sciences) podjętej w 2009 r. (Gibbard i in., 2009) – rycina 8. W myśl tej decyzji granica pliocen/plejstocen została obniżona do 2,59 Ma, czyli do granicy chronów paleomagnetycznych Gauss/Matuyama (2,59 Ma). Wynika stąd, że obecność lądolodów skandynawskich na Niżu Polskim

Era Era	Okres Period	Epoka i podepoka Epoch and Subepoch	Wiek Age	Wiek Age [Ma]	
k e n o z o i c	czwartorzęd Quaternary	holocen Holocene			
		plejstocen Pleistocene	późny Late	tarant Tarantian	0,012
			środkowy Middle	ion Ionian	0,126
			wczesny Early	kalabr Calabrian	0,781
				gelas Gelasian	1,806
		neogen Neogene	pliocen Pliocene	piacenz Piacenzian	2,588
	zankl Zanclean			3,600	
	miocen Miocene		messyn Messinian	5,332	
			torton Tortonian	7,246	
			serrawal Serravalian	11,608	
			lang Langhian	13,65	
			burdygał Burdigalian	15,97	
			akwitan Aquitanian	20,43	
				23,03	

Ryc. 8. Epoki neogenu i plejstocenu według Międzynarodowej Unii Nauk Geologicznych, IUGS, 2009 (Gibbard i in., 2009, uproszczone)

Fig. 8. Neogene and Pleistocene epochs after International Union of Geological Sciences, 2009 (Gibbard et al., 2009, simplified)

(epoka lodowa), trwająca ok. 1,4 Ma (por. Lindner & Marks, 2008; Lindner, 2009), stanowi tylko ok. połowę epoki plejstocenu. Poprzedza je prawie równie długie „stadium preglacjalne”, włącznie z epoką Gelasian (2,59–1,81 Ma), uprzednio zaliczaną do późnego pliocenu. W efekcie pojęcie „preglacjału”, obejmujące obecnie znaczną część uprzednio definiowanego pliocenu, traci tu jakiegokolwiek znaczenie stratygraficzne, a problem granicy pliocen/plejstocen w nowym ujęciu – tj. 2,59 Ma – przestaje być istotnym elementem debaty w zagadnieniach paleoklimatologicznych odnoszących się do zespołów kopalnej roślinności późnego kenozoiku.

W świetle decyzji Podkomisji Stratygrafii Czwartorzędu IUGS z 2009 r. o przesunięciu piętra Gelasian z późnego pliocenu do wczesnego plejstocenu dyskusja o „młodo-pliocenijskim” lub „staroplejstocenijskim” wieku młodszych kompleksów florystycznych Mizernerj stała się bezprzedmiotowa. Dla wyjaśnienia kwestii, czy osady w Mizernerj reprezentują w całości pliocen czy też pliocen i warstwy graniczne pliocenu/plejstocenu oraz dolny plejstocen, należałoby przeprowadzić badania magnetostratygraficzne w nowym, specjalnie w tym celu uzyskanym rdzeniu wiertniczym (por. Zastawniak-Birkenmajer & Birkenmajer, 2011).

Doktor Marii Ziemińskiej-Tworzydło dziękujemy za konstruktywne uwagi w recenzji naszego artykułu, a mgr inż. Agnieszce Sojce za techniczną pomoc w przygotowaniu rycin do druku.

LITERATURA

- BIAŁOBRZESKA M. 1964 – Wpływ różnych czynników na wielkość i kształt kopalnych owoców graba. *Acta Palaeobot.*, 5: 3–23.
- BIRKENMAJER K. 1954 – Sprawozdanie z badań geologicznych przeprowadzonych nad neogenem na Podhalu w latach 1949–1951. *Biul. Inst. Geol.*, 86: 59–79.
- BIRKENMAJER K. 1958 – Przewodnik geologiczny po pienińskim pasie skałkowym, 4 t. Wyd. Geol., Warszawa.
- BIRKENMAJER K. 1961 – Mizerna near Czorsztyn: Pliocene and Older Pleistocene deposits. *INQUA VIth Congress Guide-Book of Excursions. From the Baltic to the Tatras*, part 3, South Poland. Państw. Wyd., Nauk., Łódź: 151–155.
- BIRKENMAJER K. 1963 – Mapa geologiczna pienińskiego pasa skałkowego 1 : 10 000, ark. Czorsztyn. *Inst. Geol., Warszawa.*
- BIRKENMAJER K. 1978 – Neogene to early Pleistocene subsidence close to the Pieniny Klippen Belt, Polish Carpathians. *Stud. Geomorphol. Carpatho-Balcanica*, 12: 17–28.
- BIRKENMAJER K. 1979 – Przewodnik geologiczny po pienińskim pasie skałkowym. *Wyd. Geol., Warszawa*: 1–236.
- BIRKENMAJER K. 1998 – Zlodowacenia Antarktydy w kenozoiku. *Kosmos*, 47: 397–407.
- BIRKENMAJER K. 2009 – Quaternary glacial deposits between the Biała Woda and the Filipka valleys, Polish Tatra Mts, in the regional context. *Stud. Geol. Pol.*, 132: 91–115.
- BIRKENMAJER K. 2010 – Utracone i ocalone zabytki przyrody nieożywionej w rejonie zbiorników wodnych Czorsztyn-Sromowce. *Monogr. Pien.*, 2: 43–51.
- GIBBARD P.L., HEAD M.J., WALKER J.C. & THE SUBCOMMISSION ON QUATERNARY STRATIGRAPHY 2009 – Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *J. Quatern. Sc.*, 25: 96–102.
- GRADSTEIN F.M., OGG J.G., SMITH A.G., BLEEKER W. & LOURENS L.J. 2004 – A new geologic time scale with special reference to the Precambrian and Neogene. *Episodes*, 27: 83–100.
- HAQ B.U., HARDENBOL J. & VAIL P.R. 1987 – Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235: 1156–1167.
- JANICKA-BAŁUT H. 1954 – Rodzaj *Stewartia* w polskim pliocenie. *Biul. Inst. Geol.*, 71: 195–200.
- JENTYS-SZAFEROWA J. & TRUCHANOWICZÓWNA J. 1953 – Nasiona *Menyanthes L.* w Polsce od pliocenu po okres współczesny. *Pr. Inst. Geol.*, 10: 37–59.
- LINDNER L. 2009 – Granica Brunhes-Matuyama a liczba i wiek zlodowaceń skandynawskich w czwartorzędzie Polski. [W:] Boguckij A., Gozik P., Łanczot M., Madeyska T., Jełowiczowa J. & Krawczuk J. (red.) *Lessy najstarsze Podola i Pokucia: problemy genezy, stratygrafii i paleogeografii*. Monografia Naukowa. XVI Ukraińsko-Polskie Seminarium, Skała Podolska, 13–16 września 2009 r. *Wyd. LUN im. I. Franko, Lwów*: 194–207.
- LINDNER L. & MARKS L. 2008 – Pleistocene stratigraphy of Poland and its correlation with stratotype sections in the Volhynian Upland (Ukraine). *Geochronometria*, 31: 31–37.
- ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M. 1967 – Two new genera: *Hemiptelea* Planch. and *Weigela* Thunb. in the younger Tertiary of Poland. *Acta Palaeobot.*, 8(3): 3–19.
- MAI D.H. 1995 – Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. *Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York*: 1–691.
- NIEDZIELSKI H. 1971 – Tektoniczne pochodzenie wschodniej części Kotliny Nowotarskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 61: 397–408.
- OSZAST J. 1973 – The Pliocene profile of Domański Wierch near Czarny Dunajec in the light of palynological investigations (Western Carpathians, Poland). *Acta Palaeobot.*, 14: 3–42.
- OSZAST J. & STUCHLIK L. 1977 – Roślinność Podhala w neogenie. *Acta Palaeobot.*, 18: 45–86.
- SZAFER W. 1949 – Przewodnik do wycieczki na Podhale XXII Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego w 1949 r. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 19: 505–508.
- SZAFER W. 1952a – Rodzina *Eucommiaceae* w trzeciorzędzie europejskim. *Kosmos, Ser. A*, 66, 1–3: 378–409.
- SZAFER W. 1952b – Młodszy trzeciorząd Podhala i jego stosunek do plejstocenu. *Biul. Inst. Geol.*, 56: 555–556.
- SZAFER W. 1954 – Pliocenińska flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do plejstocenu. *Pr. Inst. Geol.*, 11: 1–238.
- SZAFER W. & OSZAST J. 1964 – The decline of Tertiary plants before the maximal glaciation of the West Carpathians. *Report of the VIth INQUA Congress*, part 2, Palaeobotanic Section. *Państw. Wyd. Nauk., Łódź*: 479–482.
- TRUCHANOWICZÓWNA J. 1964 – Kopalne nasiona rodzaju *Menyanthes* z Europy i Azji. *Acta Palaeobot.*, 5 (1): 25–53.
- TRUCHANOWICZÓWNA J. 1973 – Variability of the recent and fossil fruits of the genus *Dulichium*. *Acta Palaeobot.*, 14: 119–143.
- VELICHKEVICH F.Yu. & LESIAK M.A. 1996 – Fossil *Potamogeton* species of Mizerna. *Acta Palaeobot.*, 36: 79–95.
- VELICHKEVICH F.Yu. & ZASTAWNIAK E. 2003 – The Pliocene flora of Kholmec, south-eastern Belarus and its correlation with other Pliocene floras of Europe. *Acta Palaeobot.*, 43: 137–259.
- WIELICZKIEWICZ F.J. 1990 – Południopliocenowa flora Dworca na Dnieprze. *Nawuka i Technika, Minsk*: 3–99.
- WOROBIEC E. 2011 – Nowe badania palinologiczne stanowiska w Mizernej – doniesienie wstępne. *Sesja Naukowa „Bioróżnorodność flor w neogenie Europy Środkowej”*, Kraków, 2 czerwca 2011 r. *Abstrakty. Inst. Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków*: 21.
- ZASTAWNIAK-BIRKENMAJER E. & BIRKENMAJER K. 2011 – Stanowisko Mizerna, aspekty stratygraficzne i paleobotaniczne. *Sesja Naukowa „Bioróżnorodność flor w neogenie Europy Środkowej”*, Kraków, 2 czerwca 2011 r. *Abstrakty. Inst. Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków*: 22.

Praca wpłynęła do redakcji 12.09.2011 r.

Po recenzji akceptowano do druku 28.12.2011 r.

