

## BIOSTRATYGRAFIA UTWORÓW MIOCENU ŚRODKOWEGO W OTWORZE BADAWCZYM TROJANOWICE 2 NA PODSTAWIE NANOPLANKTONU WAPIENNEGO

### BIOSTRATIGRAPHY OF THE MIDDLE MIOCENE DEPOSITS IN THE BOREHOLE TROJANOWICE 2 SECTION BASED ON CALCAREOUS NANNOPLANKTON INVESTIGATIONS

MAŁGORZATA GARECKA<sup>1</sup>

**Abstrakt.** Celem opracowania jest rozpozniowanie utworów miocenu środkowego w profilu Trojanowice 2 na podstawie zespołów nanoplanktonu wapiennego. W zespołach nanoplanktonu dominują gatunki długowieczne należące do Coccolithaceae i Prinsiaceae. Mniej licznie występują: Helicosphaeraceae, Sphenolithaceae i Discoasteraceae. Na podstawie oznaczonych w próbkach gatunków: *Sphenolithus heteromorphus*, *Sphenolithus abies*, *Helicosphaera walbersdorfensis*, *Discoaster exilis*, *Calcidiscus macintyreii*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Reticulofenestra pseudumbilica*, *Umbilicosphaera rotula*, oraz niewielkich rozmiarów form należących do rodzajów *Reticulofenestra* i *Helicosphaera* badane utwory odniesiono do poziomów kokolitowych NN5 i NN6 w standardowej zonacji Martini'ego.

**Słowa kluczowe:** nanoplankton wapienny, biostratygrafia, baden, miocen środkowy.

**Abstract.** The aim of the study was to recognize the Middle Miocene sediments in Trojanowice 2 profile, basing on calcareous nannoplankton investigations. The long-ranging, belonging to the Coccolithaceae (*Coccolithus pelagicus*) and Prinsiaceae (small reticulofenestrids, *R. pseudumbilica*) families were dominated. Helicosphaeraceae (small helicosphaerids, *H. kamptneri*), Sphenolithaceae and Discoasteraceae important for stratigraphic conclusions occurred less frequently. Based on the co-occurrence of *Sphenolithus heteromorphus*, *Sphenolithus abies*, *Helicosphaera walbersdorfensis*, *Discoaster exilis*, *Calcidiscus macintyreii*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Reticulofenestra pseudumbilica*, *Umbilicosphaera rotula*, as well as small forms belonging to *Reticulofenestra* and *Helicosphaera* species, the studied sediments are included into NN5 and NN6 calcareous nannoplankton zones *sensu* Martini.

**Key words:** calcareous nannoplankton, biostratigraphy, Badenian, Middle Miocene.

## WSTĘP

Osady miocenu środkowego w rejonie Krakowa zostały opracowane na początku lat 60. ubiegłego wieku przez Alexandrowicza (1963), który rozdzielił te utwory na podstawie badań litologicznych, makro- i mikrofaunistycznych (poziomy biostratygraficzne wydzielone na podstawie zespołów mikrofauny otwornicowej). Opol dolny (odpowiadający w nowych schematach karpatów) jest reprezentowany przez wapienie i margle ostrygowe (przegorzalskie) oraz

margle i ily słodkowodne. Na północ od Krakowa utwory te przechodzą facyjnie w piaski heterosteginowe, margle i wapienie litotamniowe. Opol górny (odpowiadający w nowych schematach badenowi dolnemu) jest wykształcony, jako szare ily margliste (ze skorupkami ostryg i liczną mikrofauną) z wkładkami drobnoziarnistych i pylastych piasków. Wiekowo (ale nie litologiczne) osady te odpowiadają warstwowi baranowskiemu, które Gaździcka (1994) na podstawie ozna-

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków; e-mail: malgorzata.garecka@pgi.gov.pl

czeń nanoflory wapiennej odniosła do poziomu NN6. Dlatego ilaste utwory górnego opolu okolic Krakowa (iły margliste i iły z wkładkami piasków) i iły podgipsowe Zagłębia Górnośląskiego Alexandrowicz (1963) nazwał warstwami skawińskimi. Na podstawie oznaczeń nanoflory wapiennej utwory te odniesiono do poziomów NN5, NN5/NN6 (część środkowa), NN6 (część stropowa podsolna) (m.in. Dudziak, Łaptaś, 1991; Dudziak, Łuczowska, 1992; Peryt, 1996; 1997; Garecka, Olszewska, 1998; Garecka, Jugowiec, 1999; Gaździcka, Czapowski, 2000). Torton górny (baden górny) według Alexandrowicza (1963) jest reprezentowany przez szare, plastyczne iły (niezbyt bogaty zespół otwornic plankto-

nicznych) z wkładkami drobnoziarnistych i pylastych piasków z bardzo cienkimi wkładkami bentonitów. Utwory te odpowiadają warstwom chodenickim (ogniwo iłów chodenickich, Jasionowski, 1997) wyróżnionym przez Niedźwiedzkiego (w: Alexandrowicz, 1961) na wschód od Krakowa. Są to szare, warstwowane iły zawierające miejscami laminy drobnoziarnistych piasków, cienkie wkładki dolomitów oraz tufitów. Charakterystyczna dla tych utworów jest obecność licznych radiolari, elementów szkieletowych gąbek, szczątków ryb, pteropodów *Spirialis* i otwornic planktonicznych. Nanoplanktonu wapiennego nie badano. Ku górze utwory te przechodzą w warstwy grabowieckie.

## METODY BADAŃ

W ramach realizacji przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy zadania badawczego, pt. „Zintegrowany program płytkich wierceń badawczych dla rozwiązania problemów budowy geologicznej Polski” i do rozwiązania problemu pt. „Geologiczno-strukturalne rozpoznanie strefy rozłamu Kraków–Lubliniec na odcinku krakowskim” wykonano na północ od Krakowa w miejscowości Zielonki, otwór badawczy Trojanowice 2. Szczegółowy opis obejmujący położenie otworu na tle jed-

nostek tektonicznych i opis litologiczny przewierconych utworów zawiera praca Habryn i in. (2014). Do analizy otrzymano 22 próbki z głębokości: 70,5; 69,5; 68,0; 67,5; 67,0; 66,5; 66,0; 64,0; 60,0; 56,0; 48,0; 44,0; 40,0; 34,0; 30,0; 24,4; 19,5; 14,0; 8,0; 6,0; 4,0; 2,0 m. Z tych próbek sporządzono preparaty do badań mikroskopowych, wykonane standardową metodą opisaną przez Báldi-Beke (1984), które oglądano pod mikroskopem świetlnym typu Eclipse E 400 Pol firmy Nikon przy użyciu powiększenia  $\times 1000$ .

## CHARAKTERYSTYKA MIKROPALEONTOLOGICZNA PRÓBEK

W próbkach dominują gatunki o długich zasięgach stratygraficznych: *Coccolithus pelagicus* (Wallcih) Schiller, *Cyclargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry, *Helicosphaera kamptneri* Hay et Mohler, *Reticulofenestra pseudoumbilica* Gartner, *Umbilicosphaera rotula* (Kamptner) Varol, *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth (tabl. 1). Zdecydowanie przeważają taksony należące do rodzajów *Coccolithus* (*C. pelagicus*) i *Reticulofenestra* (tzw. „small reticulofenestrads” – czyli drobne formy z rodzaju *Reticulofenestra*). *C. pelagicus* to gatunek preferujący chłodne, bogate w nutrienty wody (temperatury 0–15°, optimum 2–12°). To jedyny gatunek, który w trakcie ewolucji zmienił swoje preferencje klimatyczne migrując z klimatu ciepłego do zimniejszego. Rodzaj *Reticulofenestra* nie ma wyraźnych preferencji środowiskowych, jednak obecność licznych niewielkich rozmiarów form z rodzaju *Reticulofenestra* wskazuje na chłodniejsze wody strefy umiarkowanej (Gaździcka, Czapowski, 2000). Są to formy o długich zasięgach stratygraficznych, odporne na rozpuszczanie i tym należy tłumaczyć ich dużą liczebność w próbkach. W ubogich trzeciorzędowych zespołach są to często jedyne znajdowane formy. Z wyjątkiem *C. pelagicus* pozostałe Coccolithaceae występują sporadycznie (*Calcidiscus leptoporus* (Murray et Blackman) Loeblich et Tappan, *C. macintyreii* (Bukry et Bramlette) Loeblich et Tappan, *C. premacintyreii* Theodoridis, *Coronocyclus nitescens*

(Kamptner) Bramlette et Wilcoxon, *Umbilicosphaera jafarii* Müller)). Helicosphaeraceae nie są tak liczną grupą, niemniej jednak zwraca uwagę (w niektórych próbkach) duża liczebność niewielkich rozmiarów helikolitów (*Helicosphaera* sp.), których stan zachowania i wielkość uniemożliwiały oznaczenie gatunkowe. Sporadycznie występują: *Helicosphaera burkei* Black, *H. californiana* Bukry, *H. intermedia* Martini, *H. mediterranea* Müller, *H. scissura* Miller, *H. sellii* Bukry et Bramlette, *H. aff. stalis* Theodoridis, *H. walbersdorfensis* Müller, *H. waltrans* Theodoridis.

Helicosphaeraceae są uważane za gatunki preferujące ciepłe wody (wyjątkiem jest długowieczny *H. kamptneri* – gatunek bardziej przystosowany do wód chłodniejszych). Rodzaje *Sphenolithus* i *Discoaster* preferują ciepłe (tropikalne i subtropikalne) wody, zdecydowanie nieliczne, a nawet wcale nie występują w strefach chłodniejszych. Ich kształt i zróżnicowanie taksonomiczne mogą się zmieniać w związku ze zmianą temperatury wód. Rodzaj *Discoaster* w klasyfikacji Bukry’ego (1981) jest uznawany za najbardziej odporny na rozpuszczanie. W próbkach odnotowano występowanie: *Discoaster exilis* Martini et Bramlette, *D. musicus* Stradner i *D. variabilis* Martini et Bramlette. Według Aubry (1984) *D. variabilis* jest formą związaną nie tylko z wodami ciepłymi, ale preferuje też temperatury umiarkowane, a w przypadku gatunku *D. exilis* nawet chłodniejsze. Obec-



ność form typu *D. exilis* w zespole sugeruje powolną zmianę w charakterze zespołów asterolitów – zaczynają się pojawiać formy o wydłużonych, cienkich ramionach ze zredukowanym obszarem centralnym, co wskazuje na wyraźny trend ochłodzeniowy (Lehotayova, Molčikova, 1978). Wśród sfenolitów zajmujących czołowe miejsca klasyfikacji Bukry'ego (1981) po asterolitach i plakolitach jest kilka gatunków odpornych na rozpuszczanie (Wei, Srinivasan, 1984), w tym obecny w próbkach *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre (tabl. 1). Rodzaje *Braarudosphaera*, *Micrantholithus*, *Pontosphaera* preferują środowiska przybrzeżne i są dość tolerancyjne jeśli chodzi o zmiany (spadki) zasolenia, choć pontosfery wymagają bardziej stabilnych warunków do rozwoju (duża liczebność tych form sugeruje dość płytkie i stabilne środowisko). W próbkach rodzaj *Pontosphaera* jest reprezentowany przez gatunek *P. multipora* (najczęściej znajdowano jego fragmenty). W próbce z głębokości 19,5 m (próbka 10) bardzo licznie jest reprezentowany *Braarudosphaera bigelowii* (Gran et Braarud) Deflandre i *Micrantholithus vesper* Deflandre (tabl. 1).

**Próbka 1/ głęb. 2,0 m** – zawiera ubogi pod względem liczebności i zróżnicowania taksonomicznego zespół nanoplanktonu wapiennego. Liczebnie dominuje *C. pelagicus* (tabl. 1, fig. 1, 2). Oznaczono także *R. pseudoumbilica*, *H. scissura* oraz (liczne) formy redeponowane z osadów paleogenu i kredy. Stan zachowania określono, jako zły (formy są zachowane w sposób fragmentaryczny).

**Próbka 2/ głęb. 4,0 m** – w próbce zaznacza się wyraźna dominacja gatunku *C. pelagicus* nad pozostałymi. Powszechnie występują również niewielkie helikosfery. Mniej licznie są reprezentowane: *C. floridanus*, *H. burkei*, *H. kamptneri*, *H. waltrans*, *P. multipora* (fragmenty), *R. pseudoumbilica* (tabl. 1, fig. 3, 4), *S. abies*, *U. rotula* oraz formy z paleogenu i kredy. Stan zachowania (w przeciwieństwie do próbki z głębokości 2,0 m) określono, jako słaby (możliwa była identyfikacja wielu form na szczeblu gatunkowym mimo widocznych zniszczeń i wtórnych zmian). Tak jak w próbce z głębokości 2,0 m nie odnotowano obecności gatunku diagnostycznego dla utworów miocenu środkowego *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre.

**Próbka 3/ głęb. 6,0 m** – najliczniej reprezentowane są: *C. pelagicus*, *D. exilis*, *H. kamptneri* (tabl. 1, fig. 5), *U. rotula* i niewielkie retikulofenestry, których identyfikacja nawet przy tak dużym powiększeniu, jakie zastosowano do obserwacji była niezwykle utrudniona. Dlatego opisano te formy jako „small – sized reticulofenestrads” (za Peryt, 1987). Sporadycznie w próbce występują: *C. leptoporus* (tab. 1, fig. 6, 7), *C. premacintyreii*, *Hayella challengerii* (Müller) Theodoridis, *H. burkei*, *H. sellii*, *H. waltrans*, *P. multipora* (tabl. 1, fig. 8, 9), *R. pseudoumbilica* i *Syracosphaera pulchra* Lohmann. Nie odnotowano również obecności gatunku *Sphenolithus heteromorphus*. Opisano także gatunki redeponowane z paleogenu i kredy.

**Próbka 4/ głęb. 8,0 m** – w próbce zwraca uwagę duża liczebność *C. pelagicus*, *H. kamptneri*, drobnych retikulofenestr i helikosfer. W zespole odnotowano także: *C. nitescens* (tabl. 1, fig. 10, 11), *C. floridanus* (tabl. 1, fig. 12, 13),

*H. challengerii*, *H. californiana*, *H. sellii*, *P. multipora*, *R. pseudoumbilica*, *S. abies*, *S. heteromorphus* (sporadyczne wystąpienia), *S. pulchra* i *U. rotula*. Nie znaleziono przedstawicieli rodzaju *Discoaster*.

**Próbka 7/ głęb. 14,0 m** – pod względem liczebności, zróżnicowania taksonomicznego i zachowania zespół nanoplanktonu jest niezwykle ubogi. Wyróżniono jedynie pojedyncze: *B. bigelowii*, *C. premacintyreii*, *C. pelagicus* (najliczniej), *C. floridanus*, *P. multipora*, *R. pseudoumbilica*, *S. abies*, *S. heteromorphus* oraz formy z paleogenu.

**Próbka 10/ głęb. 19,5 m** – zwraca uwagę obecność bardzo licznych, chociaż najczęściej zachowanych, jako fragmenty form z rodzaju *Braarudosphaera* (*B. bigelowii*, tabl. 1, fig. 14, 15) i *Micrantholithus* (*M. vesper*). *C. pelagicus* występuje mniej licznie niż w próbkach z głębokości 2,0; 6,0; 8,0 m. Sporadycznie występują: *H. kamptneri* i *C. floridanus* oraz *C. nitescens* (okrągłe formy), *H. intermedia*, *Holodiscolithus macroporus* (Deflandre) Roth, *P. multipora* (fragmenty), *R. pseudoumbilica*, *S. abies*, *S. pulchra*, formy z paleogenu i kredy.

**Próbka 13/ głęb. 24,4 m** – zwraca uwagę dominacja *C. pelagicus* i niewielkich form z rodzaju *Reticulofenestra*. Dość licznie (niemal w każdym polu obserwacji są to 1, 2 okazy) występują fragmenty dyskoostrów oznaczonych ze względu na stan zachowania, jako grupa *D. variabilis* – *exilis*. Odnotowano także obecność: *B. bigelowii* (fragmenty), *C. nitescens*, *Cy. floridanus*, *D. exilis*, *D. musicus*, *D. variabilis*, *H. kamptneri*, *P. multipora*, *S. heteromorphus* (tabl. 1, fig. 16, 17) oraz formy z paleogenu i kredy. Znaleziono również drobne kawałeczki radiolarii.

**Próbki: 16/ gł. 30,0 m; 18/ gł. 34,0 m; 25/ gł. 48,0 m; 28/ gł. 56,0 m, 30/ gł. 60,0 m** – ich cechą wspólną jest wyraźna dominacja gatunku *Coccolithus pelagicus* i drobnych form z rodzaju *Reticulofenestra*.

**Próbka 16/ głęb. 30,0 m** – licznie występują przedstawiciele rodzajów *Discoaster* i *Helicosphaera* o nieokreślonej ze względu na stan zachowania przynależności gatunkowej oraz formy oznaczone, jako *D. variabilis* – *exilis*. Ponadto odnotowano obecność: *B. bigelowii*, *C. miopelagicus* (tabl. 1, fig. 18, 19), *C. floridanus*, *D. variabilis*, *H. kamptneri*, *P. multipora*, *R. pseudoumbilica*, *S. heteromorphus* i *U. rotula* (tabl. 1, fig. 20).

**Próbka 18/ głęb. 34,0 m** – w próbce odnotowano obecność: *C. macintyreii* (tab. 1, fig. 21), *C. floridanus*, *D. exilis* (tab. 1, fig. 22), *H. californiana*, *H. kamptneri*, *H. walbersdorfensis*, *P. multipora* (fragmenty), *S. pulchra*, *U. rotula* oraz formy z paleogenu i kredy. Bardzo licznie występują *Helicosphaera* sp. Nie odnotowano obecności gatunku *Sphenolithus heteromorphus*.

**Próbka 21/ gł. 40,0 m** – bardzo licznie reprezentowane są formy z paleogenu i w mniejszym stopniu z kredy. Zespół mioceni tworzą występujące sporadycznie: *C. pelagicus*, *C. macintyreii*, *C. floridanus*, *H. kamptneri*, *P. multipora*, *S. abies* i *S. heteromorphus*.

**Próbka 25/ głęb. 48,0 m** – w próbce oznaczono *H. walbersdorfensis*, *H. minuta*, *H. aff. stalis*, *Rhabdosphaera sicca* Stradner. Ponadto występują: *C. floridanus*, *H. kamptneri*,

*P. multipora*, *R. pseudoumbilica* (drobne formy) *S. heteromorphus* (tab. 1, fig. 23, 24) i *U. rotula*.

**Próbka 28/ głęb. 56,0 m** – zwraca uwagę duża liczebność (oprócz *C. pelagicus* i drobnych retikulofenestr) niewielkich helikosfer (*Helicosphaera* sp.) i pontosfer (fragmenty *P. multipora*).

**Próbka 30/ głęb. 60,0 m** – analogicznie jak w próbce z głębokości 56,0 m obserwowano dużą liczebność *Helicosphaera* sp. Bardzo licznie występuje *H. kamptneri*. Odnotowano także obecność: *C. floridanus*, *D. musicus*, *D. variabilis*, *H. californiana*, *H. sellii*, *H. waltrans*, *R. pseudoumbilica*, *S. heteromorphus* oraz formy z paleogenu i sporadycznie z kredy.

**Próbka 32/ głęb. 64,0 m** – zwraca uwagę ogromna masa zniszczonego, pokruszonego materiału (niewykluczone, że mogą to także być kokolity). Nanoplankton jest bardzo źle zachowany, z reguły są to fragmenty płytek.

**Próbki: 33/ głęb. 66,0 m, 34/ głęb. 66,5 m, 36/ głęb. 67,0 m, 37/ głęb. 67,5 m, 38/ głęb. 68,0 m, 40/ głęb. 69,5 m, 41/ głęb. 70,5 m** – zawierały jedynie fragmenty kokolitów lub nie zawierały nanoplanktonu wapiennego. Jedyne w próbce najgłębszej (**próbka 41/ głęb. 70,5 m**) odnotowano nieliczne fragmenty *B. bigelowii*, *C. pelagicus*, *C. floridanus*, *H. sp.*, *R. pseudoumbilica* i *U. rotula*.

## UWAGI STRATYGRAFICZNE

Stratygrafia miocenu środkowego jest wyznaczona na podstawie rodzajów: *Discoaster*, *Helicosphaera*, *Sphenolithus* i *Cyclicargolithus*.

W badanych próbkach występują przedstawiciele wszystkich wymienionych rodzajów, przy czym przeważają formy o długich zasięgach stratygraficznych (*C. pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *C. premacintyreii*, *C. nitescens*, *C. floridanus*, *P. multipora*, *R. pseudoumbilica* i *U. rotula*). Według Gartnera (1992) *C. leptoporus* pojawia się razem z *S. heteromorphus* w poziomie NN4, podobnie *C. premacintyreii* (Theodoridis, 1984), natomiast według Gaździckiej (1996) dopiero od poziomu NN5. Problemem jest zasięg *C. macintyreii*, który według jednych autorów pojawia się już w poziomie NN5, a według innych na przełomie NN6/NN7 (Rio i in., 1990; Raffi i in., 1995). Nagymarosy (1985) wymienia *C. macintyreii* w zespole poziomu NN7 (obszar Węgier). Rzadkie osobniki pojawiają się według Müller (1981) już w NN4 i NN5. Według Peryt *C. macintyreii* występuje razem z *S. heteromorphus* już w zespole nanoplanktonu poziomu NN5 i razem z *D. exilis*, *H. walbersdorfensis* i licznymi drobnymi formami z rodzaju *Reticulofenestra* w NN6. Spośród diskoastrów obecnych w próbkach, znaczenie stratygraficzne przypisuje się gatunkowi *D. exilis*. Gatunek uważany za indeksowy dla poziomu NN6, jest opisywany już w zespole poziomu NN5 (Dudziak, Łaptaś, 1991; Gaździcka, 1996; Mărunteanu, 1999; Young, 1998). Według Chira i Balc (2001) pierwsze pojawienie się *D. exilis* (i/lub ostatnie *Helicosphaera ampliaptera*) definiuje dolną granicę poziomu NN5 (moraw). Lehotayova i Molčikova (1978) wymieniają *D. exilis* w zespole badenu dolnego razem z *B. bigelowii*, *C. leptoporus*, *C. pelagicus*, *C. floridanus*, *U. rotula*, *D. variabilis*, *P. multipora*, *R. pseudoumbilica*, *M. vesper*, *C. nitescens* i *S. pulchra*. W próbkach odnotowano również liczne formy, które ze względu na stan zachowania oznaczono, jako *Discoaster* sp. (grupa *Discoaster variabilis* – *exilis*). Fornaciari (w: Fornaciari i in., 1996) opisała z regionu śródziemnomorskiego liczne tego typu „formy” z poziomów MNN5 i MNN6 (= NN5, NN6).

*D. variabilis* jest wymieniany już od najwyższej części poziomu NN4 do poziomu NN9 (Gaździcka, 1996). Według innych autorów występuje dopiero od poziomu NN5 (Aubry, 1984.), a nawet od NN9 (Young, 1998). Ogólnie jest to gatunek o długim zasięgu stratygraficznym. *D. musicus* jest wymieniany w zespole poziomów NN5-NN6 (Aubry, 1984; Perch-Nielsen, 1985). Sphenolithaceae są reprezentowane głównie przez dwa gatunki: *S. heteromorphus* i *S. abies*. Ostatnie pojawienie się *S. heteromorphus* definiuje górną granicę poziomu NN5 (Martini, 1971; Perch-Nielsen, 1985; Theodoridis, 1984). Gatunek ten bardzo licznie występuje w utworach miocenu środkowego, ale, co podkreślają Andreyeva-Grigorovich i in. (2003) jest dość podatny na redepozycję. Trudno czasem ocenić, czy brak tej formy jest spowodowany warunkami, jakie panowały w basenie, czy przyczyną jest wymarcie. Inne obserwacje pokazują również, że sporadycznie może się pojawiać w zespołach poziomu NN6 i NN7 (Müller, 1981). Peryt (1996) osady podgipsowe zawierające ten gatunek zaliczyła do poziomu NN6. W analizowanych próbkach *S. heteromorphus* występuje rzadko lub nie odnotowano jego obecności (tabl. 1). Według Peryt zespoły miocenu środkowego są złożone głównie z gatunków tolerujących zmiany temperatury i zasolenia, a takie rodzaje jak *Discoaster* czy *Sphenolithus* są gatunkami bardziej wymagającymi. *S. abies* to forma łatwa do zidentyfikowania w dobrze zachowanym materiale, ale jej rozróżnienie w materiale zniszczonym nastęrcza poważne trudności. Problematyczny jest również zasięg stratygraficzny tej formy. Jest opisywany z poziomów NN6-NN7 Paratetydy Centralnej (Lehotayova, Molčikova, 1978), od poziomu NN4 regionu śródziemnomorskiego (Theodoridis, 1984). Bukry (1973) wymienia ten gatunek z poziomu NN5, a Perch-Nielsen (1985) dopiero z NN9. Według Gaździckiej (1996) zasięg *S. abies* obejmuje górną część poziomu NN5 – NN9. Dudziak (w: Dudziak, Łuczowska, 1991) utwory formacji z Wieliczki zaliczył na podstawie obecności *S. abies* do poziomu NN6. Spośród Helicosphaeraceae znaczenie dla stratygrafii ma gatunek *H. walbersdorfensis*. Pozostałe formy to gatunki o długich zasięgach, formy o lokalnym znaczeniu

dla stratygrafii (*H. waltrans*), bądź formy o nieustalonym do końca zasięgu (np. *H. sellii*). Mărunteanu (1999) wymienia *H. walbersdorfensis* z górnej części poziomu NN6a (aż do poziomu NN9). Theodoridis (1984) wyróżnia podzonę *H. walbersdorfensis* w obrębie zony Eu- *Discoaster exilis* co odpowiada dolnej części poziomu NN6 Martini'ego. Natomiast Fornaciari i in. (1996) opisują *H. walbersdorfensis* już z górnej części poziomu MNN5a (= NN5). W zespole podzony MNN5a gatunek ten występuje rzadko, natomiast liczniej w podzonie MNN5b (razem z *U. rotula*). Podobnego zdania są między innymi Gaździcka (1996) i Young (1998). Lehotayova i Molčikova (1978), Müller (1978, 1981) wymieniają *H. walbersdorfensis*, jako gatunek charakterystyczny dla poziomów NN6-NN7 Paratetydy Centralnej. W polskich Karpatach fliszowych w próbkach z poziomu łupkowego z Niebylca gatunek

ten pojawia się już w zespole poziomu NN3 (Garecka, Malata, 2001; Ślęzak i in., 1995a, b). Ostatnie pojawienie się *C. floridanus* definiuje górną granicę poziomu NN6 i zarazem dolną poziomu NN7 (pod nieobecność *Discoaster kugleri*).

Według Lehotayovej i Molčikovej (1978) w badenie dolnym charakterystycznymi gatunkami są: *B. bigelowii*, *C. pelagicus*, *C. leptoporus*, *C. floridanus*, *U. rotula*, *D. exilis*, *D. variabilis*, *P. multipora*, *R. pseudoumbilica*, *M. vesper*, *C. nitescens*, *S. heteromorphus*, *S. pulchra*. W badenie środkowym jest obecnych dużo form z dolnego badenu (między innymi *B. bigelowii*, *M. vesper* i *P. multipora*) nie ma natomiast *S. heteromorphus*. W badenie górnym zespół jest bardziej bogaty i urozmaicony, dołącza do niego *H. walbersdorfensis*.

## WIEK NA PODSTAWIE ZESPOŁÓW NANOPLANKTONU WAPIENNEGO

Badane próbki odniesiono do dwóch nierozdzielnych poziomów nanoplanktonowych NN5 i dolnej części NN6. Na taki wiek wskazuje obecność w próbkach *C. macintyreii*, *C. floridanus*, *D. exilis*, *H. walbersdorfensis*, *S. abies*, *S. heteromorphus* wraz z gatunkami towarzyszącymi: *C. leptoporus*, *P. multipora*, *R. pseudoumbilica*, *U. rotula*, small-sized reticulofenestrads i maleńkie helikolity. Nie można wykluczyć, że formy takie jak *D. exilis* czy *S. heteromorphus* biorąc pod uwagę ich odporność na rozpuszczanie stanowią element redeponowany w tym zespole. Dotyczy to również gatunków o długich zasięgach stratygraficznych (*C. pelagicus*, *R. pseudoumbilica*, *H. kamptneri* i *C. floridanus*). W próbce 13 (głęb. 24,4 m) pojawiają się radiolarie charakterystyczne dla warstw chodenickich. Wiekowo utwory te

odpowiadają warstwom skawińskim i chodenickim, z którymi można je przypuszczalnie korelować. Według Müller (1981) obecność licznych maleńkich helikosfer (*H. walbersdorfensis*, *H. minuta*) jest charakterystyczna dla poziomu *Discoaster exilis* (NN6). Natomiast drobne retikulofenestry stanowią element dominujący w osadach środkowej części formacji z Machowa (przy granicy z warstwami z Abra), odpowiadający późnemu badenowi (Gaździcka, Czapowski, 2000). Zdaniem Gaździckiej diskoastry (*D. exilis*, *D. variabilis*, *D. musicus*) pojawiają się licznie w poziomie NN6. Nie odnotowano w próbkach obecności gatunku *Discoaster deflandrei*, który według Martini'ego licznie występuje w poziomie NN5.

## LITERATURA

- ALEXANDROWICZ S.W., 1961 — Stratygrafia warstw chodenickich i grabowieckich w Chełmie nad Rabą. *Kwart. Geol.*, **5**, 3: 646–667.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1963 — Zarys stratygrafii miocenu okolic Krakowa. *Spraw. Z Pos. Kom. PAN Oddz. w Krakowie*, **6**, 2: 520–523.
- ANDREYEVA-GRIGOROVICH A. S., OSZCZYPKON., SAVITSKAYA N.A., ŚLĄCZKA A., TROFIMOVICH N. A., 2003 — Correlation of the Late Badenian Salts of the Wieliczka, Bochnia and Kalush Areas (Polish and Ukrainian Carpathian Foredeep). *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **73**: 67–89.
- AUBRY M. P., 1984 — Handbook of Cenozoic calcareous nanoplankton, Book 1: Ortholithae (Discoasters). *Micropaleontology*: 1–266.
- BÁLDI-BEKE M., 1984 — The Nannoplankton of the Transdanubian Palaeogene formations. *Geologica Hungarica*, **43**: 1–307.
- BUKRY D., 1973 — Low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **15**: 685–703.
- BUKRY D., 1981 — Cenozoic coccoliths from the Deep Sea Drilling Project. *W: The DSDP: A Decade of Progress*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication No. 32 (red. J.E. Warme i in.): 335–353. Soc. of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa.
- CHIRA C., BALC R., 2001 — Miocene calcareous nannofossils from Dej – Reteag – Ciceu Area (Transylvanian Basin, Romania): biostratigraphical importance and palaeocological data. *Acta Paleontol. Romaniaae* **V**, 3: 53–65.
- DUDZIAK J., ŁAPTAŚ A., 1991 — Stratigraphic position of Miocene carbonate – siliciclastic deposits near Chmielnik (Świętokrzyskie Mountains area, central Poland) based on calcareous nannofossils. *Bull. Pol. Acad. Sci. Earth Sci.*, **39**, 1: 55–66.
- DUDZIAK J., ŁUCZKOWSKA E., 1992 — Biostratigraphic correlation of Foraminiferal and Calcareous nannoplankton Zones, Early–Middle Badenian (Miocene), southern Poland. *Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci.*, **39**, 3: 199–214.
- FORNACIARI E., DI STEFANO A., RIO D., NEGRI A., 1996 — Middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostrati-

- graphy in the Mediterranean region. *Micropaleontology*, **42**, 1: 37–63.
- GARECKA M., JUGOWIEC M., 1999 — Wyniki badań biostratygraficznych miocenu zapadliska przedkarpackiego na podstawie nanoplanktonu wapiennego. *Pr. Państw. Inst. Geol.* **168**: 29–42.
- GARECKA M., OLSZEWSKA, 1998 — Biostratigraphy of the early Miocene of the Southern Poland based on planktic foraminifera and calcareous nanoplankton. *Prz. Geol.*, **46**, 8/2: 712–720.
- GARECKA M., MALATA T., 2001 — Nannoplankton wapienny serii nenilitowo-krośnieńskiej jednostki skolskiej (rejon na północ od Leska). *Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **57**, 9: 89–91.
- GARTNER S., 1992 — Miocene nannofossil chronology in the North Atlantic, DSDP Site 608. *Marine Micropaleontology*, **18**: 307–331.
- GAŹDZICKA E., 1994 — Nannoplankton stratigraphy of the Miocene depositions in Tarnobrzeg area (northeastern part of the Carpathian Foredeep). *Kwart. Geol.* **38**, 3: 553–570.
- GAŹDZICKA E., 1996 — Gromada Chrysophyta. *W: Budowa Geologiczna Polski, tom III. Atlas skamieniałości przewodnich i charakterystycznych. część 3a, Kenozoik, Trzeciorząd, Neogen* (red. Malinowska L., Piwocki M.): 765–773. Warszawa.
- GAŹDZICKA E., CZAPOWSKI G., 2000 — Zmiany środowiska sedymentacji środkowomiocenskiej sukcesji osadowej w północnej części zapadliska przedkarpackiego – zapis nanoplanktonowy. XVII Konferencja Paleontologów pt. „Historia basenów sedymentacyjnych a zapis paleontologiczny”: 29–31.
- HABRYN R., BUŁA Z., NAWROCKI J., 2014 — Strefa tektoniczna Kraków–Lubliniec na odcinku krakowskim w świetle danych uzyskanych z nowych otworów badawczych Trojanowice 2 i Cianowice 2. *Biul. Państw. Inst. Geol.* **459**: 45–60.
- JASIONOWSKI M., 1997 — Zarys litostratygrafii osadów miocenijskich wschodniej części zapadliska przedkarpackiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **375**: 43–60.
- LEHOTÁHOVA R., MOLČÍKOVÁ V., 1978 — Das Nannoplankton in der Tschechoslowakei. *W: Chronostratigraphie und Neostatotypen Miozän der Zentralen Paratetys*, (red. A. Papp i in.): 481–486.
- MARTINI E., 1971 — Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proceedings of the II Planktonic Conference Roma*, **1970**: 264–785.
- MĂRUNTEANU M., 1999 — Litho- and biostratigraphy (calcareous nannoplankton) of the Miocene deposits from the Outer Moldavides. *Geologica Carpathica*, **50**, 4: 313–324.
- MÜLLER C., 1978 — Neogene calcareous nannofossils from the Mediterranean – Leg 42A of the Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **42**, 1: 727–750.
- MÜLLER C., 1981 — Beschreibung neuer *Helicosphaera* – Arten aus dem Miozän und Revision biostratigraphischer Reichweiten einiger neogener Nannoplankton – Arten. *Senckenbergiana Lethaea*, **61**: 427–435.
- NAGYMAROSY A., 1985 — The correlation of the Badenian in Hungary based on nannofloras. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös-nominatae Separatum Sectio Geologica*, **25**: 33–86.
- PERCH-NIELSEN K., 1985 — Cenozoic calcareous nannofossils. *W: Plankton Stratigraphy* (red. H.M. Bolli i in.): 427–554. Cambridge University.
- PERYT D., 1987 — Middle Miocene calcareous Miocene stratigraphy of the Roztocze Region. *Bull. Pol. Acad. Sci. Earth. Sci.*, **35**, 4: 391–401.
- PERYT D., 1996 — Biostratygrafia nanoplanktonowa miocenu w otworze wiertniczym B4 z rejonu Wieliczki. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- PERYT D., 1997 — Calcareous nanoplankton stratigraphy of the Middle Miocene in the Gliwice area (Upper Silesia, Poland). *Bull. Pol. Acad. Sci. Earth Sci.*, **45**, 2–4: 119–131.
- RAFFI I., RIO D., ATRI A., FORNACIARI E., ROCHETTI S., 1995 — Quantitative distribution patterns and biomagnetostratigraphy of middle and late Miocene calcareous nannofossils from western equatorial Indian and Pacific Oceans (Legs 115, 130 and 138). *Proc. of the ODP, Sc. Results*, **138**: 479–502.
- RIO D., FORNACIARI E., RAFFI I., 1990 — Late Oligocene through Early Pleistocene calcareous nannofossils from western equatorial Indian Ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **115**: 175–235.
- ŚLĘZAK J., AUBRY M. P., NOWAK W., 1995a — Calcareous nannoplankton from the Niebylec Shaly Member (Polish Carpathians). *5<sup>th</sup> INA Conference in Salamanca*, red: J.A. Flores, F. J. Sierro: 261–265.
- ŚLĘZAK J., KOSZARSKI A., KOSZARSKI L., 1995b — Calcareous nannoplankton stratigraphy of the terminal flysch deposits from the Skole nappe, (Oligocene–Miocene, Polish Carpathians, Krosno Beds). *5<sup>th</sup> INA Conference in Salamanca* (red. J.A. Flores, F.J. Sierro): 267–277.
- THEODORIDIS S.A., 1984 — Calcareous nannofossil biozonation of the Miocene and revision of the helicoliths and discoasters. *Utrecht Micropaleont. Bull.*, **32**: 1–271.
- WEI K.Y., SRINIVASAN M.S., 1984 — Miocene calcareous nannofossils from Colebrook, North Passage and Great Nicobar Islands, Northern Indian Ocean. *Revista Esp. de Micropal.*, **XVI**: 345–366.
- YOUNG J.R., 1998 — Neogene. *W: Calcareous nannoplankton biostratigraphy* (red. P.R. Bown): 225–265. *British Micropal. Soc. Publ. Sc.*

## SUMMARY

Within the Middle Miocene formation in the Kraków area Alexandrowicz (1963) recognized the Upper Opolian (Lower Badenian) grey marly silts with fine-grained and dusty sands (the Skawina Beds). These deposits contain abundant microfauna. The Upper Tortonian (Upper Badenian) is represented by grey, clastic silts with some fine-grained and dusty sands with intercalations of very thin bentonites (the Chodenice Beds). These sediments are characterized by

abundance of radiolaria, sponge spicule, fish remnants, and pteropods from the *Spirialis* genera, as well as planktonic forams. Basing on calcareous nannoplankton analysis the Skawina Beds were referred to the NN5, NN5/NN6, and NN6 zones. The Chodenice Beds according to the microfaunal studies were ascribed to the upper Badenian and Sarmatian. For calcareous nannoflora analysis 21 samples from the depth interval 2.0–70.5 m were designated. The deepest ones

contained no nannoplankton at all, or only single and badly preserved specimens. The rest of the sediment samples were dominated by *C. pelagicus*, small reticulofenestrids and small helicosphaerids. Bad preservation of the latter ones did not allow for their closer identification. Among stratigraphically important the Middle Miocene species were noted: *C. macintyreii*, *Cy. floridanus*, *D. exilis*, *H. walbersdorfensis*,

*S. abies*, *S. heteromorphus*. The cooccurrence of these species permitted for correlation of the studied sediments with two unseparated coccoliths zones the NN5 and the lower part of the NN6. Studied deposits in Trojanowice 2 profile could be (probably) referred to the Skawina Beds and to the lower part of the Chodenice Beds.

## Appendix

### ALFABETYCZNA LISTA OZNACZONYCH GATUNKÓW:

- Braarudosphaera bigelowii* (Gran et Braarud, 1935) Deflandre (1947)  
*Calcidiscus leptoporus* (Murray et Blackmann, 1898) Loeblich et Tappan (1978)  
*Calcidiscus macintyreii* (Bukry et Bramlette, 1969) Loeblich et Tappan (1978)  
*Calcidiscus premacintyreii* Theodoridis (1984)  
*Coccolithus miopelagicus* Bukry (1971)  
*Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller (1930)  
*Coronocyclus nitescens* (Kamptner, 1963) Bramlette et Wilcoxon (1967)  
*Cyclicargolithus floridanus* (Roth, 1967) Bukry (1971)  
*Discoaster exilis* Martini et Bramlette (1963)  
*Discoaster musicus* Stradner (1959)  
*Discoaster variabilis* Martini et Bramlette (1963)  
*Hayella challengerii* (Müller, 1974) Theodoridis (1984)  
*Helicosphaera burkei* Black (1971)  
*Helicosphaera californiana* Bukry (1981)  
*Helicosphaera intermedia* Martini (1965)  
*Helicosphaera kamptneri* Hay et Mohler (1967)  
*Helicosphaera minuta* Müller, 1981)  
*Helicosphaera scissura* Miller (1981)  
*Helicosphaera sellii* Bukry et Bramlette (1969)  
*Helicosphaera* aff. *stalis* Theodoridis (1984)  
*Helicosphaera walbersdorfensis* Müller (1974)  
*Helicosphaera waltrans* Theodoridis (1984)  
*Holodiscolithus macroporus* (Deflandre, 1954) Roth (1971)  
*Micrantholithus vesper* Deflandre, 1950  
*Pontosphaera multipora* (Kamptner, 1948), Roth (1970)  
*Pyrocyclus hermosus* Roth et Hay (1967)  
*Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner, 1967) Gartner (1969)  
*Rhabdosphaera sicca* Stradner (1963)  
*Sphenolithus abies* Deflandre (1954)  
*Sphenolithus heteromorphus* Deflandre (1953)  
*Syracosphaera pulchra* Lohmann (1902)  
*Umbilicosphaera jafarii* Müller (1974)  
*Umbilicosphaera rotula* (Kamptner, 1956), Varol (1982)



## TABLICE

### PLATES

## TABLICA I

### Nanoplankton wapienny w otworze wiertniczym Trojanowice FIG 2

CN – światło spolaryzowane, NL – światło przechodzące, skala – 5  $\mu\text{m}$

### Calcareous nannoplankton in Trojanowice FIG 2 well

CN – crossed nicols, NL – normal light, scale bar is 5  $\mu\text{m}$

- Fig. 1. *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, próbka 1/ głęb. 2,0 m – CN  
*Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, sample 1/ depth 2.0 m – CN
- Fig. 2. *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, próbka 1/ głęb. 2,0 m – NL  
*Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, sample 1/ depth 2.0 m – NL
- Fig. 3. *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, próbka 2/ głęb. 4,0 m – CN  
*Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, sample 2/ depth 4.0 m – CN
- Fig. 4. *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, próbka 2/głęb. 4,0 m – NL  
*Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, sample 2/ depth 4.0 m – NL
- Fig. 5. *Helicosphaera kamptneri* Hay et Mohler, próbka 3/ głęb. 6,0 m – CN  
*Helicosphaera kamptneri* Hay et Mohler, sample 3/ depth 6.0 m – CN
- Fig. 6. *Calcidiscus leptoporus* (Murray et Blackman) Loeblich et Tappan, próbka 3/ głęb. 6,0 m – CN  
*Calcidiscus leptoporus* (Murray et Blackman) Loeblich et Tappan, sample 3/ depth 6.0 m – CN
- Fig. 7. *Calcidiscus leptoporus* (Murray et Blackman) Loeblich et Tappan, próbka 3/ głęb. 6,0 m – NL  
*Calcidiscus leptoporus* (Murray et Blackman) Loeblich et Tappan, sample 3/ depth 6.0 m – NL
- Fig. 8. *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, próbka 3/ głęb. 6,0 m – CN  
*Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, sample 3/ depth 6.0 m – CN
- Fig. 9. *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, próbka 3/ głęb. 6,0 m – NL  
*Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, sample 3/ depth 6.0 m – NL
- Fig. 10. *Coronocyclus nitescens* (Kamptner) Bramlette et Wilcoxon, próbka 4/ głęb. 8,0 m – CN  
*Coronocyclus nitescens* (Kamptner) Bramlette et Wilcoxon, sample 4/ depth 8.0 m – CN
- Fig. 11. *Coronocyclus nitescens* (Kamptner) Bramlette et Wilcoxon, próbka 4/ głęb. 8,0 m – NL  
*Coronocyclus nitescens* (Kamptner) Bramlette et Wilcoxon, sample 4/ depth 8.0 m – NL
- Fig. 12. *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry, próbka 4/ głęb. 8,0 m – CN  
*Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry, sample 4/ depth 8.0 m – CN
- Fig. 13. *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry, próbka 4/ głęb. 8,0 m – NL  
*Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry, sample 4/ depth 8.0 m – NL
- Fig. 14. *Braarudosphaera bigelowii* (Gran et Braarud) Deflandre, próbka 10/ głęb. 19,5 m – CN  
*Braarudosphaera bigelowii* (Gran et Braarud) Deflandre, sample 10/ depth 19.5 m – CN

- Fig. 15. *Braarudosphaera bigelowii* (Gran et Braarud) Deflandre, próbka 10/ głęb. 19,5 m – NL  
*Braarudosphaera bigelowii* (Gran et Braarud) Deflandre, sample 10/ depth 19.5 m – NL
- Fig. 16. *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, próbka 13/ głęb. 24,4 m – CN (0°)  
*Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, sample 13/ depth 24.4 m – CN (0°)
- Fig. 17. *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, próbka 13/ głęb. 24,4 m – CN (45°)  
*Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, sample 13/ depth 24.4 m – CN (45°)
- Fig. 18. *Coccolithus miopelagicus* Bukry, próbka 16/ głęb. 30,0 m – CN  
*Coccolithus miopelagicus* Bukry, sample 16/ depth 30.0 m – CN
- Fig. 19. *Coccolithus miopelagicus* Bukry, próbka 16/ głęb. 30,0 m – NL  
*Coccolithus miopelagicus* Bukry, sample 16/ depth 30.0 m – NL
- Fig. 20. *Umblicosphaera rotula* (Kamptner) Varol, próbka 16/ głęb. 30,0 m – CN  
*Umblicosphaera rotula* (Kamptner) Varol, sample 16/ depth 30.0 m – CN
- Fig. 21. *Calcidiscus macintyreii* (Bukry et Bramlette) Loeblich et Tappan, próbka 16/ głęb. 30,0 m – CN  
*Calcidiscus macintyreii* (Bukry et Bramlette) Loeblich et Tappan, sample 16/ depth 30.0 m – CN
- Fig. 22. *Discoaster exilis* Martini et Bramlette, próbka 16/ głęb. 30,0 m – NL  
*Discoaster exilis* Martini et Bramlette, sample 16/ depth 30.0 m – NL
- Fig. 23. *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, próbka 25/ głęb. 48,0 m – CN (0°)  
*Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, sample 25/ depth 48.0 m – CN (0°)
- Fig. 24. *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, próbka 25/ głęb. 48,0 m – CN (45°)  
*Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, sample 25/ depth 48.0 m – CN (45°)



