

# Eko-tafonomia serpulitów tytonu Brzostówki i Sławna na tle badań wieloszczetów dzisiejszych

Urszula RADWAŃSKA

Instytut Geologii Podstawowej, Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa;  
e-mail: ularadw@geo.uw.edu.pl

## WSTĘP

Wieloszczety (gromada Polychaeta typu Annelida — pierścienice) reprezentują bentoniczne, zawieszonożerne, w większości morskie bezkręgowce. Znaczna część z nich należąca do rodziny Serpulidae (serpule) z rzędu Sedentaria (wieloszczety osiadłe) otacza swoje ciało zewnętrznym szkieletem w postaci wapiennej rurki, którą (poza nielicznymi wyjątkami) przycementowują się do stabilnego podłoża (skał, pancerzy innych zwierząt, lub w szczególnych przypadkach roślin). Serpule należą do najpospolitszych epibiontów porastających elementy dna morskiego, zarówno kopalnych (znane są od syluru), jak i współczesnych. Większość z nich występuje w postaci pojedynczych rurek lub drobnych skupisk kilku lub kilkunastu osobników (Jäger 1983; Radwańska 1996), niektóre zaś gatunki mają znaczenie rafotwórcze, gdzie stanowią główną masę budulcową (ten Hove i van den Hurk 1993).

## EKOLOGIA SERPUL

Serpule zasiedlają obecnie środowisko wodne o bardzo różnym stopniu zasolenia, od wód brakicznych do hypersalinarnych (55‰). Większość gatunków to zwierzęta morskie, żyjące w wodach o pełnym zasoleniu. Tylko jeden gatunek, *Marifugia cavatica*, jest słodkowodny i notowany z jaskiń krasowych z obszaru Bośni i Hercegowiny (ten Hove i van den Hurk 1993).

Serpule w większości przechodzą rozwój złożony i wytwarzają stadium larwalne, tzw. trochofore, które może trwać od kilku godzin do kilku miesięcy; są też gatunki rozmnażające się drogą wegetatywną, mogące tworzyć kolonie. Planktoniczne lub semi-bentoniczne larwy osiadają na dnie i rozpoczynają

budowę rurki mieszkalnej będącej w przyszłości osłoną ciała dorosłego osobnika. W rurce nie wyróżnia się protokonchy, tak charakterystycznej np. dla rurkowatych (serpulopodonych) muszli ślimaków z rodzaju *Vermetus* i pokrewnych. U większości serpul (99%), rurki są mocno przycementowane do podłoża. Tylko gatunki z rodzaju *Ditrupa* Berkeley, 1835, zarówno kopalne jak i dzisiejsze posiadają przez całe swoje życie rurkę częściowo zagrzebaną w miękkim osadzie (Bianchi 1981, Radwańska 1994a), czym przypominają łódkonogi. Wewnątrz rurki tkwi większość segmentowanego ciała serpul, zaś na zewnątrz wystaje pióropusz szczecinek, który u dzisiejszych form stanowi bardzo barwny element kontrastujący z szarą lub białą rurką (Bianchi 1981). Zwierzę zajmuje tylko górną część rurki, ale gdy jest niepokojone może ukryć się w niej bardzo głęboko wraz ze szczecinkami. Serpule nigdy nie opuszczają swoich rurek, zaś wyciągnięte nie są w stanie ich zregenerować i bardzo szybko zdychają. Szczecinki służą do zdobywania pokarmu i oddychania. U większości gatunków rurki zamykane są przez wieczko (*operculum*), które osadzone jest na jednej ze specjalnie zmodyfikowanych szczecinek (Radwańska 1994b, fig. 1). Oprócz funkcji obronnej przed drapieżnikami, wieczko może także spełniać funkcję inkubatora dla jaj, lub u gatunków zasiedlających strefę międzyplywową zabezpieczać przed wysychaniem (ten Hove i van den Hurk 1993).

Tempo wzrostu rurek jest u różnych gatunków różne i zależy od czynników endogennych, środowiskowych i/lub gęstości populacji (ten Hove i van den Hurk 1993), jednak w stadium młodocianym jest ono z reguły najintensywniejsze i maleje wraz ze starzeniem się osobnika. Długość życia poszczególnych gatunków waha się od kilku miesięcy do kilku lat (4-8), zaś maksymalnie do 30 lat żyją osobniki gatunku *Spirobranchus giganteus*.

## MORFOLOGIA RURKI MIESZKALNEJ

Taksonomia dzisiejszych serpul oparta jest na budowie części miękkich, m. in. odcinka głowowego czy szczecinek, zaś budowa towarzyszących rurek jest traktowana przez biologów marginesowo. Taksonomia form kopalnych oparta jest siłą rzeczy, prawie wyłącznie na morfologii, sposobie ukształtowania oraz przyczepu do podłoża rurek mieszkalnych (Jäger 1983; Radwańska 1994a, fig. 1), które niosą dość niewielką liczbę cech, a zatem ich potencjał taksonomiczny jest ograniczony. Znacznie precyzyjniejszym narzędziem służącym do rozpoznawania gatunków są wieczka (Radwańska 1994b; Gatto i Radwańska 1996, 2000). Elementy te zbudowane mogą być z chityny, aragonitu lub kalcytu, ale w stanie kopalnym występują stosunkowo rzadko, zaś do wyjątków należą znaleziska, gdzie wieczko tkwi w rurce i oba te elementy można wspólnie zaklasyfikować. Najczęściej spotykanym, często jedynym elementem szkieletowym serpul pozostają zatem same rurki mieszkalne, zbudowane z kalcytu i/lub aragonitu. Badając formy kopalne trzeba odwoływać się do cech rurek dzisiejszych serpul, pamiętając jednak o tym, że wśród dzisiejszych rodzajów istnieją różne gatunki o identycznych rurekach (ten Hove i van den Hurk 1993, fig. 3), zaś zasadnicze różnice wyrażają się tylko w budowie części miękkich.

Niezależnie od problemów taksonomicznych, serpule są dość dobrym narzędziem służącym do interpretacji środowiskowych (Jäger 1983, ten Hove i van den Hurk 1993, Radwańska 2004), zaś spośród rozmaitych form na szczególną uwagę zasługują te gatunki, które posiadają zdolność tworzenia większych skupisk, często o charakterze rafowym.

## MASOWE WYSTĘPOWANIE SERPUL W MORZACH DZISIEJSZYCH

W dzisiejszych morzach znaleźć można liczne przykłady masowego występowania serpul, gdzie rurki nagromadzonych, żywych bądź martwych osobników stanowią albo znaczący procent osadu, albo też stają się elementem dominującym, tworzącym pozytywne budowle typu rafowego (ten Hove i van den Hurk 1993).

Do tej pierwszej grupy można zaliczyć nagromadzenia osobników z rodzaju *Ditrupa* Berkeley, 1835, notowane z obszaru szelfu kontynentalnego, od stref klimatu ciepłego do tropikalnego na obszarze całego

globu (Wilson 1979; ten Hove i Smith 1990; *vide* ten Hove i van den Hurk 1993). Na obszarach tych udział całych bądź pokruszonych rurek *Ditrupa* w obrębie osadu osiąga wartość 50-70%. Tak duże nagromadzenie rurek tłumaczy się zarówno pośmiertnym transportem martwych osobników i złożeniem ich szkieletów na jednym obszarze, jak i masowym pojawianiem się larw i zasiedlaniem przez nie tych samych obszarów.

Drugą grupę stanowią nagromadzenia serpul, które stają się dominującym elementem pozytywnych budowli, obdarzonym często nazwą „raf serpulowych“. Rify tego typu występują z reguły na obszarach zatok i lagun, a często osiągają długość kilku kilometrów przy grubości kilku metrów. Budowniczych tego typu struktur można podzielić na trzy kategorie, z których każda zasiedla określone środowisko i z reguły reprezentowana jest przez określony typ morfologiczny reprezentujący gatunki różne, acz blisko ze sobą spokrewnione (ten Hove i van den Hurk 1993).

(a) Pierwsza kategoria to zespoły serpul występujące w strefie międzyplywowej otwartego morza zdominowane m. in. przez rodzaje *Galeolaria*, *Pomatoceros*, *Spirobranchus*. W strefie tej zasiedlające ją gatunki tworzą gęsto upakowane wiązki, mniej lub bardziej równoległe ułożonych rurek, zcementowanych na całej długości. Dzięki takiej budowie tworzą się zwarte agregaty bardzo odporne na niszczące działanie fal, i stąd na otaczających obszarach dna pokruszone fragmenty rurek stanowią rzadkość.

(b) Druga kategoria to serpule z rodzajów *Serpula*, *Hydroides* oraz *Vermiliopsis* zasiedlające laguny o zmiennym zasoleniu. Na obszarze lagun odciętych od otwartego morza, których zasolenie waha się w zależności od dostawy wody słodkiej, rozwój struktur rafowych odbywa się na niedużych głębokościach od 2 do 30 m. W początkowym stadium zasiedlonych jest tylko ok. 5% podłoża, a pierwsze osobniki budują rurki wyciągnięte ku górze, które w przyszłości stanowią będą główny rdzeń rify. Nowe pokolenia larw osiadają na tych wzniesionych rurekach i tworzą gęszcz kolejno wznoszących się ku górze rurek. W budowlach takich (często nawet na długości 1 m), rurki nie przylegają ściśle do siebie, a w efekcie kępy rafowe nie stanowią zbitej masy. Proces rozbudowy kęp rafowych odbywa się wielokrotnie i trwa dość długo, tak że w pewnym momencie najstarsza część rify osłabiona m. in. działalnością drążących i ogryzających organizmów kruszy się, a duże jej fragmenty opadają na dno

powiększając obszar stabilnego podłoża zasiedlanego przez kolejne pokolenia larw. W miarę rozwoju rafy zasiedlony przez nią obszar obejmuje ok. 25% dna laguny.

(c) Trzecia kategoria to serpule zasiedlające obszary spokojnych zatok lub lagun o zmiennym zasoleniu od średnio do hypersalinarnego i zdominowana przez gatunki z rodzaju *Ficopomatus*. Zasolenie wody waha się od 28 do 47‰, temperatura 10-30°C, a głębokość nie przekracza często 2 m. Rafy na tych obszarach dorastające do powierzchni wody, mają charakter kęp lub mikroatoli o średnicy od 1 do 3 m, zaś wyjątkowo mogą osiągać długość do 750 m. Początek budowy rafy zaczyna się od zasiedlania drobnych stabilnych fragmentów dna morskiego i formowania się drobnych kęp. Dalszy rozwój rafy odbywa się na obrzeżach tych kęp, tak że wewnątrz ich stanowią rurki obumarłych osobników, co wynika z ograniczonej dostępności pokarmu. Struktura rafy jest krucha, lecz ze względu na niską dynamikę wód na tych obszarach, udział pokruszonych fragmentów rurek w otaczającym mulistym osadzie jest niski (<5%), natomiast znaczny udział stanowią skorupki towarzyszących ślimaków, małży, wąsonogów i małżoraczków.

Obecne budowle serpulowe tworzone są w środowiskach morskich, na obszarach o grząskim dnie i zmiennym zasoleniu, często hypersalinarnym, na głębokościach od 0,6 do 30 m. Największe rafy serpulowe znane są z wybrzeży Antarktyki (Ellis Fjord) gdzie pojawiają się na przestrzeni 8 km, na głębokości od 8 do 30 m, i tworzą struktury o grubości 1,5 m.

#### BUDOWLE SERPULOWE W MEZOZOIKU NA OBSZARZE EUROPY

Kopalne utwory o charakterze tzw. „raf serpulowych“ znane są z kilku stanowisk w Europie (ten Hove i van den Hurk 1993), a na szczególną uwagę zasługują te z południowej Hiszpanii oraz północno-zachodnich Niemiec.

Rafy serpulowe zbudowane przez wieloszczety z gatunku *Filograna socialis* (Goldfuss, 1831) notowane są z triasowo-liasowych osadów na obszarze południowej Hiszpanii (Braga i Lopez-Lopez 1989). Największe ciała rafowe osiągają maksymalnie długość 75 m, a wysokość 25 m. Tak duża miąższość rafy osiągnięta została w wyniku sukcesywnego dobudowywania się poszczególnych rurek, przy jednoczesnej, szybkiej akumulacji osadów otaczających rafę, tak że żywa część rafy musiała nadażać za

akumulacją i ocenia się, że wystawała ponad osad zaledwie kilka centymetrów. Rafa powstawała stosunkowo głęboko, ale jeszcze w obrębie strefy fotycznej.

Na obszarze północno-zachodnich Niemiec w okolicach Hannoveru rozpoznawane są dwa poziomy wapieni serpulowych zwanych też „serpuli-tami“ z „górnego malmu“ i będące przedmiotem kompleksowej analizy sedimentologicznej i środowiskowej (ten Hove i van den Hurk 1993). Dolny poziom (LSL — Lower Serpulid Limestones) o miąższości 5 m, zawiera tylko rurki gatunku *Serpula coacervata* Blumenbach, 1804, otoczone wapiennym matriksem. Rurki tych serpul są relatywnie małe, 12 mm długie o średnicy 1 mm. Występują w postaci małych zlepów, a wiele rurek wypełnionych jest teleskopowo mniejszymi. Rurki ułożone są równolegle na powierzchni warstwy i towarzyszą im często zmarszczki prądowe. Rurki złożone były zatem w środowisku płytkomorskim o relatywnie niezbyt wysokiej energii, o czym świadczy obecność zmarszczek prądowych, ułożenie rurek i ich teleskopowe występowanie. Zasolenie wód było zmienne z tendencją do hypersalinarnego, na co wskazywać może w podścielających jak i nadległych warstwach obecność soli i gipsu. Monospecyficzność zespołu oraz ułożenie rurek wskazuje na złożenie ich w wyniku transportu selektywnego. Materiał serpulowy mógł być zdeponowany w zagłębieniu na dnie laguny, prawdopodobnie w kanale odpływowym.

Górny poziom (ULS — Upper Serpulid Limestones) ma całkowicie odmienny charakter i zbudowany jest z naprzemian występujących wapieni serpulowych, stromatolitów, wapieni stromatolito-wo-serpulowych, wapieni piaszczystych i margli. Wszystkie elementy biogeniczne jak stromatolity, serpule, małże i małżoraczkki są pokruszone i zerodowane. Fakt ten, jak i obecność licznych ooidów, wskazują na wysoką dynamikę środowiska. Fragmenty rurek, bądź zlepki serpulowe stawały się zarodkami dla rozwoju onkoidów, kiedy zaś onkoidy stawały się za ciężkie, aby mogły być obracane przez falowanie, rozwijały się w zakotwiczone stromatolity. Nie ma jednak dowodów na to, aby stromatolity stawały się podłożem dla rozwoju serpul. Rafy serpulowe pokrywane były przez stromatolity, kiedy warunki środowiskowe stawały się niesprzyjające dla dalszego rozwoju raf lub nawet powodowały jej zamieranie. Takimi czynnikami mogło być długotrwałe podwyższenie temperatury lub zasolenia, które często są efektem całkowitej izolacji zbiornika, np. mniej lub bardziej otwartych lagun.



Fig. 1. Lokalizacja profili (Brzostówka, Sławno) zawierających serpulity tytonu/wołgu na pograniczu sekwencji jurajskiej (J3) oraz kredowej (K) w synklinie tomaszowskiej, na północno-zachodnim krańcu mezozoicznego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (adoptowane z: Kutek 1994, fig. 1B).

## PÓŹNOJURAJSKIE WAPIENIE SERPULOWE NA OBSZARZE POLSKI

Na obszarze Polski (fig. 1) późnojurańskie (tyton/wołg) wapienie serpulowe określane mianem „serpulitów” znane są już od dość dawna (Lewiński 1923; Kutek 1962, 1967; Kubiawicz 1977) z profili Brzostówki i Sławna koło Tomaszowa Mazowieckiego — na północno-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Wapienie te zbudowane są w 25-30% z rurek serpul zaliczanych do gatunku *Serpula coacervata* Blumenbach, 1804 (pl. 1, fig. 4), a także do gatunków z rodzaju *Filograna* Oken, 1815 (pl. 1, fig. 1-3).

Serpule z gatunków *Filograna sarcinella* (Regenhardt, 1961) oraz *Filograna socialis* (Goldfuss, 1831) budujące charakterystyczne kolonie wiązkowe (pl. 1, fig. 2b, 3), notowane są z dolnych partii profilu Sławna, gdzie współwystępują z inną fauną o pełnomorskim charakterze, takich jak ramienionogi czy amonity (Zielińska 2003). Wiazki te zbudowane są ze ściśle upakowanych, ułożonych równolegle, zcementowanych rurek tworzących zwarte agregaty przypominają swą budową zespoły dzisiejszych serpul (ten Hove i van den Hurk

1993) ujmowane powyżej w kategorię (a). Serpule te są dobrym wskaźnikiem środowiskowym i należą do form stenobatecznych, przywiązanych do nieznacznych głębokości (Jäger 1983).

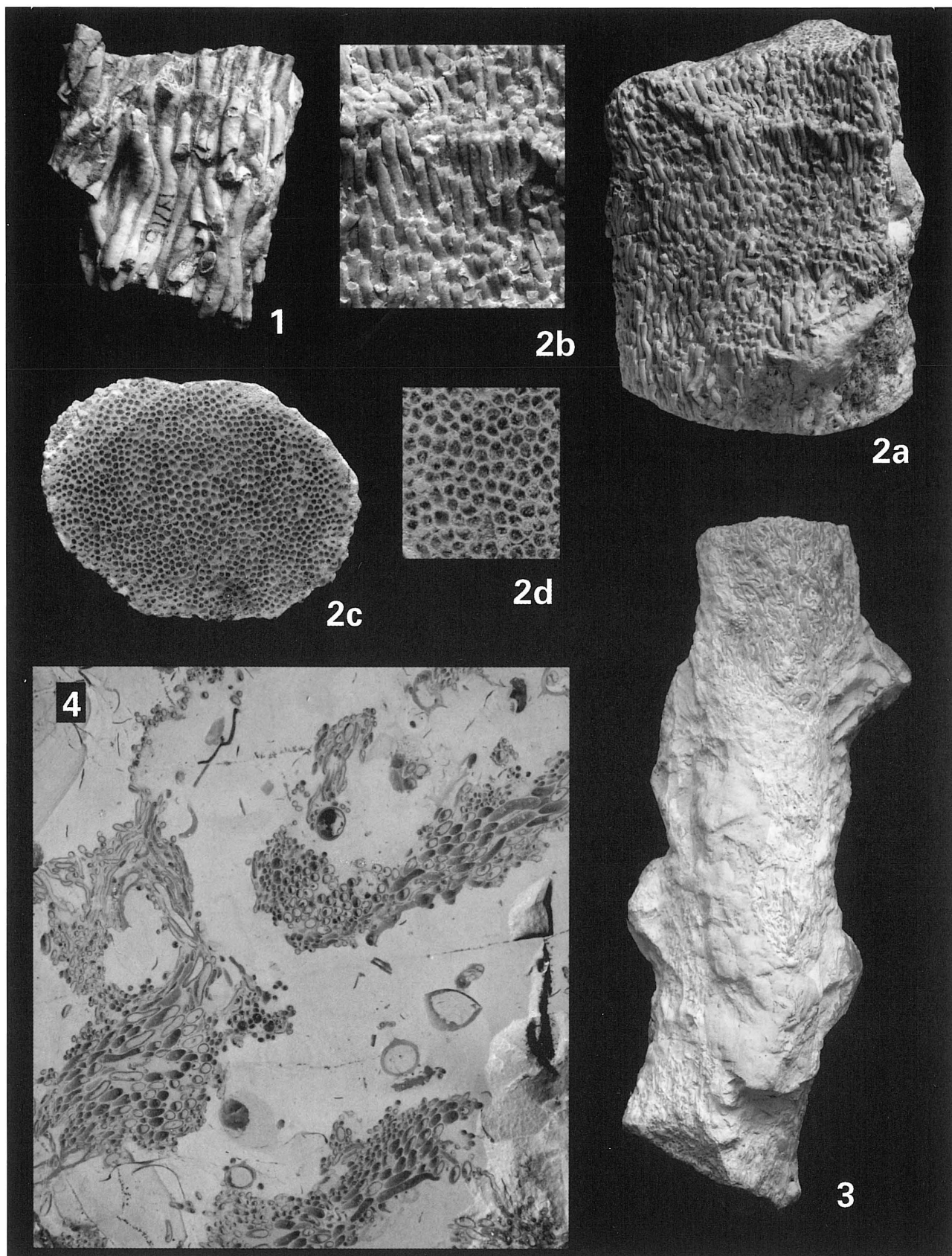
W wyższych partiach obu profili występują wyłącznie serpule z gatunku *Serpula coacervata* Blumenbach, 1804, które zaobserwować można prawie wyłącznie na nadwietrzalnych powierzchniach serpulitu. Serpule te tworzą agregaty o znacznie mniej uporządkowanym charakterze, choć rurki w nich nadal są ściśle upakowane lecz ich przebieg w wiązce jest zmienny (pl. 1, fig. 4). Zmiana przebiegu części rurek w obrębie jednej wiązki wynika zapewne z potrzeby dogodniejszego ustawienia się poszczególnych osobników w celu efektywniejszego zdobywania pokarmu. Wraz z pojawieniem się tych serpul następuje względne zubożenie fauny towarzyszącej, spowodowane dominacją serpul w obrębie masy osadu, co może wskazywać na pogorszenie warunków środowiskowych, np. pokarmowych. Zarówno w Brzostówce, jak i Sławnie pełnomorska fauna występuje aż do stropu odsłaniającego się profilu (Kutek 1962, 1967, 1994; Kubiawicz 1977; Zielińska 2003). Wyrazić można zatem pogląd, że rozważane serpule nie znamionują *per ipse* warunków odmiennych od pełnomorskich. Korelacja tych profili z facjami ewaporatowymi tytonu, znanymi z wierceń na Niżu Polskim, pozostaje jednakże sprawą otwartą (patrz Kutek, Matyja i Wierzbowski 1984), podobnie jak również z facjami serpulitowymi „górnego malmu” północno-zachodnich Niemiec (patrz ten Hove i van den Hurk 1993).

## LITERATURA

- Bianchi, C. N. 1981. Policheti Serpuloidei. *Consiglio Nazionale delle Ricerche; Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane*, Vol. 5, 1-187.
- Braga, J. C. i Lopez-Lopez, J. R. 1989. Serpulid bioconstructions at the Triassic-Liassic boundary in southern Spain. *Facies*, Vol. 21, 1-10.
- Gatto, R. i Radwańska, U. 1996. Opercoli calcarei di policheti (Annelida) nell'Eocene superiore italiano. 13th Convegno della Societa Paleontologica

## PLANSZA 1

1 — *Filograna sarcinella* (Regenhardt, 1961), pow. x2, Brzostówka, okaz z kolekcji Z. PAL. V. IV/16 (por. Pugaczewska 1970); 2 — *Filograna socialis* (Goldfuss, 1831), okaz ze Sławna: 2a — widok kolonii z boku, pow. x2; 2b — fragment tej kolonii, pow. x4; 2c — przekrój poprzeczny tej samej kolonii, pow. x2; 2d — wycinek przekroju poprzecznego, pow. x4; 3 — *Filograna socialis* (Goldfuss, 1831), kolonia ze Sławna, wielk. nat.; 4 — *Serpula coacervata* Blumenbach, 1804, fragment wapienia (serpulitu) ze Sławna zawierającego liczne kolonie, widoczne w przekrojach poprzecznych rurek, pow. x2. Fot. U. Radwańska.



- Italiana, Parma 1996; 75-76. Centro Grafico Università di Parma; Parma.
- Gatto, R. i Radwańska, U. 2000. Serpulid opercula (Annelida: Polychaeta) from the Upper Eocene of Possagno, NE Italy: taxonomy, taphonomy and palaeobiological significance. *Acta Geologica Polonica*, Vol. 50 (3), 343-354.
- Jäger, M. 1983. Serpulidae (Polychaeta sedentaria) aus der norddeutschen höheren Oberkreide Systematik, Stratigraphie, Ökologie. *Geologisches Jahrbuch*, Vol. 68A, 1-29.
- Kubiatowicz, W. 1977. Ostracodes of the Volgian „Serpulite“ from Brzostówka near Tomaszów Mazowiecki, Central Poland. *Acta Geologica Polonica*, Vol. 27(1), 65-74.
- Kutek, J. 1962. Données stratigraphiques nouvelles sur le Bononien de Tomaszów Mazowiecki. *Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences, Série des Sciences Géologiques et Géographiques*, Vol. 10 (3), 145-151.
- Kutek, J. 1967. On the age of the „Serpulite“ from Tomaszów Mazowiecki (Central Poland). *Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences, Série des Sciences Géologiques et Géographiques*, Vol. 15 (1), 41-46.
- Kutek, J. 1994. The Scythicus Zone (Middle Volgian) in Poland: its ammonites and biostratigraphic subdivision. *Acta Geologica Polonica*, Vol. 44 (1/2), 1-33.
- Kutek, J., Matyja, B. A. i Wierzbowski, A. 1984. Late Jurassic biogeography in Poland and its stratigraphical implications. W: O. Michelsen i A. Zeiss (red.), *International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, Vol. 3, 743-754.
- Lewiński, J. 1923. Monographie géologique et paléontologique du Bononien de la Pologne. *Mémoires de la Société Géologique de France*, Vol. 24, 1-108.
- Pugaczewska, H. 1970. Traces of the activity of bottom organisms on the shells of the Jurassic ostreiform pelecypods of Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, Vol. 15 (4), 425-444.
- Radwańska, U. 1994a. Tube-dwelling polychaetes from the Korytnica Basin (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). *Acta Geologica Polonica*, Vol. 44 (1/2), 35-81.
- Radwańska, U. 1994b. A new group of microfossils: Middle Miocene (Badenian) opercular caps (calottae) of the tube-dwelling polychaetes *Vermiliopsis* Saint-Joseph, 1894. *Acta Geologica Polonica*, Vol. 44 (1/2), 83-96.
- Radwańska, U. 1996. Tube-dwelling polychaetes from some Upper Cretaceous sequences of Poland. *Acta Geologica Polonica*, Vol. 46 (1/2), 61-80.
- Radwańska, U. 2004. Tube-dwelling polychaetes from the Upper Oxfordian sequence of Wapienno/Bielawy, Couiavia region, north-central Poland. *Acta Geologica Polonica*, Vol. 54 (złożono do druku).
- ten Hove, H. A. i van den Hurk, P. 1993. A review of Recent and fossil serpulid „reefs“; actuopalaeontology and the „Upper Malm“ serpulid limestones in NW Germany. *Geologie en Mijnbouw*, Vol. 72, 23-67.
- Zielińska, M. 2003. Ewolucja środowiska węglanowej sedymentacji późnego tytonu w profilu Sławno-Owadów w synklinie tomaszowskiej. Niepublikowana praca magisterska. Zakład Geologii Dynamicznej, Instytut Geologii Podstawowej UW.