

# Systemy piętrowych nor krewetek-alfeuszy i ich znaczenie środowiskowe w oksfordzie i kimerydzie Gór Świętokrzyskich

## Tiered burrows of alpheid shrimps and their eco-taphonomic significance in the Oxfordian and Kimmeridgian of the Holy Cross Mountains

Urszula RADWAŃSKA i Andrzej RADWAŃSKI

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

**Key words:** Alpheid burrows, echinoderms, sedimentary and taphonomic traps, storm agitation, Oxfordian, Baltów, Kimmeridgian, Małogoszcz.

**ABSTRACT:** To the activity of alpheid shrimps (genus *Alpheus* Weber, 1795) ascribed are the tiered burrows of a gridlike appearance from Lower Kimmeridgian oolitic shoals and Middle Oxfordian nearshore micritic limestones of the Holy Cross Mountains, Central Poland. The burrow networks are confined to beds of the soft or hard bottom type, the upper parts of which are more or less deeply truncated, to indicate erosional events of storm agitation. At low stand, the open burrows served as traps for solutions derived from the nearby hypersaline lagoons of the sabkha type, to cause precipitation either of dolomite, or of silica gel.

At high stand, the open burrows, exemplified by the Małogoszcz section (Lower Kimmeridgian), became taphonomic traps and/or crevice habitats for diverse biota, the echinoderms in particular, to form their graveyards (Echinodermenlagerstätten). In these, represented are echinoids (tests, some spine-coated, all either empty, or sediment-filled; broken tests and their fragments, spines), stalkless crinoids (cusps, centrodorsals, radials, brachials, cirrals), stalked crinoids (columnals, pluricolumnals), starfish (marginalia, ambulacral plates), and ophiuroids (vertebrae, arm plates). Eco-taphonomic pathways for particular echinoderms (21 taxa taxonomically recognised) are interpreted since their death to burial in open burrows. Spine-coated echinoids were entrapped alive, others were swept into during successive storms which acted as a lethal agent. The storms, catastrophic for echinoderm communities, have prevailed through a longer timespan, when the alpheid-burrowed shoal evolved from the soft bottom to the hardground colonized by a successive echinoderm community dominated by stalked crinoids.

CZĘŚĆ I: KREWETKI-ALFEUSZE I ICH NORY  
(napisał Andrzej RADWAŃSKI)

Przedmiotem pierwszej części niniejszej pracy jest przedstawienie problematyki specyficznych systemów nor znajdujących w osadach węglanowych oksfordu i kimerydu Gór Świętokrzyskich,

a morfologicznie niemal identycznych z norami dzisiejszych alfeuszy, t. j. krewetek z rodzaju *Alpheus* Weber, 1795. Obecność takich nor, tworzących piętrowe systemy, zaanonsowano uprzednio (Radwański 2003) w obrębie ogniwa wapieni pasia-  
stych dolnego kimerydu Małogoszcza i okolic. Aby ułatwić zrozumienie genezy nie opisywanych

dotąd form z innego ogniwa (oolit górny) w Małogoszcu, oraz ze środkowego oksfordu Bałtowa, przypomnieć tu należy najważniejsze dane aktualistyczne, częściowo przytaczane już poprzednio (Radwański 2003).

Współcześnie krewetki-alfeusze występują, miejscami szczególnie masowo, w strefie międzyplywowej oraz płytko-poniżejplywowej na obszarach sedymentacji mułów węglanowych mórz ciepłych i gorących. Znane są z masowych wystąpień u wybrzeży Florydy i Bahamów (Shinn 1968), Georgii (Bromley i Frey 1974, Howard i Frey 1975, Basan i Frey 1977), oraz Mozambiku (Macnae i Kalk 1962), a także Atolu Aldabra (Farrow 1971) i Seszeli (Braithwaite i Talbot 1972) na Oceanie Indyjskim. Znamiennym jest, że różne gatunki alfeuszy z tych obszarów wykazują odmienne adaptacje troficzne, zmieniające się od drapieżnictwa aż po vegetarianizm bądź mulożerność (patrz Fürsich i Palmer 1975, str. 176-177). Pod względem morfologicznym, wiele gatunków alfeuszy charakteryzuje się (patrz Moore i McCormick 1969, fig. 24: 3a-3b oraz 38: 4a-4b) wyraźną heterochelią, t. j. silniejszym rozwojem jednego szczyzca (patrz fig. 1b). Silniejszy szczypec staje się nie tylko elementem oręża, ale także organem

wywołującym swym klapaniem donośny hałas; stąd nazwy pospolitych gatunków amerykańskich – *pistol shrimp* (krewetka strzelająca, *Alpheus californiensis*) lub *snapping shrimp* (krewetka klapiąca, *Alpheus heterochaelis*).

Sposób kopania nor przez alfeusze z wybrzeży Florydy i Bahamów, zarówno w terenie jak i w akwariach, przedstawił znamienity badacz nor dzisiejszych skorupiaków, Eugene A. Shinn (1968), który stał się prekursorem „trójwymiarowego” pozyskiwania ich odlewów przy pomocy szybko tężejących chemikaliów wtłaczanych do wnętrza nor. Shinn (1968, str. 882) spostrzegł także, że jeden system nor budowany jest pracowicie przez parę alfeuszy, zapewne dobraną płciowo.

Jeszcze bardziej zdumiewającym zjawiskiem z domeny eto- i ekologii alfeuszy jest ich behavior polegający na symbiozie z rybkami-babkami (rodzina Gobiidae). Stosunek symbiozy osiąga tu rangę mutualizmu (*sensu* Ager 1963), a więc świadczenia sobie wzajemnych usług i czerpania stąd wzajemnych korzyści: alfeusz umożliwia babce schronienie w swej norze, babka zaś opiekuje się słabo widzącym alfeuszem towarzysząc mu w wędrówkach po dnie i ostrzegając przed zbliżającym się niebezpieczeństwem, przed którym oboje szybko chowają

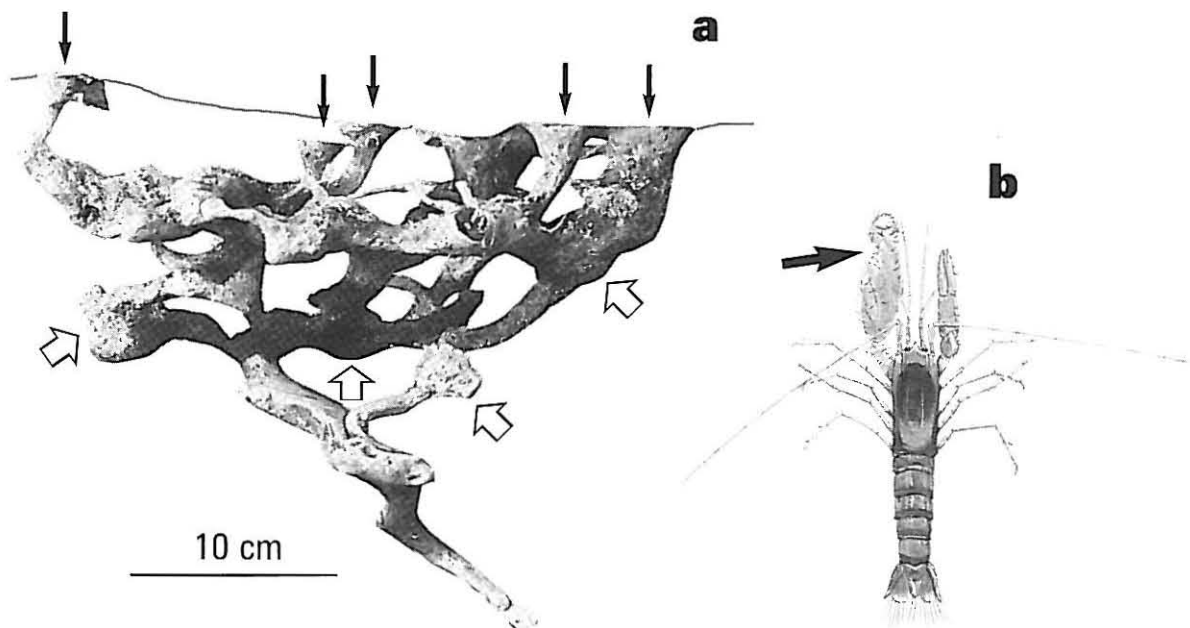


Fig. 1. Krewetka-alfeusz i jej nora: a – Płytowy system nory dzisiejszej krewetki-alfeusza *Alpheus heterochaelis* Say, 1818, z wybrzeży Georgii (adoptowane z: Basan i Frey 1977, pl. 3a), wskazane są Y-kształtne ujścia (strzałki pełne) oraz komory dla obrotu zwierzęcia (strzałki puste); b – ogólny widok dzisiejszego alfeusza *Alpheus edwardsi* (Audouin, 1827) z wybrzeży Hong-Kongu (z: Morton 1989, pl. 36), wskazany (strzałką) jest dobrze wykształcony szczypec „klapiący”.

się do nory. Zjawisko to obserwował u wybrzeży Morza Czerwonego Luther (1958), który zanotował, że w warunkach laboratoryjnych babki także towarzyszą alfeuszom, gdy te wędrują po dnie w poszukiwaniu żeru, i roztaczają nad nimi swoistą opiekę nawet przy braku jakiegokolwiek zagrożenia. Fakt tego zjawiska potwierdził Farrow (1971) obserwując je u wybrzeży Atolu Aldabra na Oceanie Indyjskim, a także komentując podobne doniesienia

z Mozambiku (Macnae i Kalk 1962) oraz z Zatoki Perskiej (Palmer 1963).

Skomplikowany system nor dzisiejszych alfeuszy (patrz Shinn 1968) składa się z licznych korytarzy rozprzestrzeniających się piętrowo, często ze ślepych odgałęzieniami i rozszerzeniami (dla obrotu zwierzęcia), a połączonych przejściami skośnymi lub niemal pionowymi. Korytarze mają z reguły gładkie dno, a mocno podrapaną (niewy-

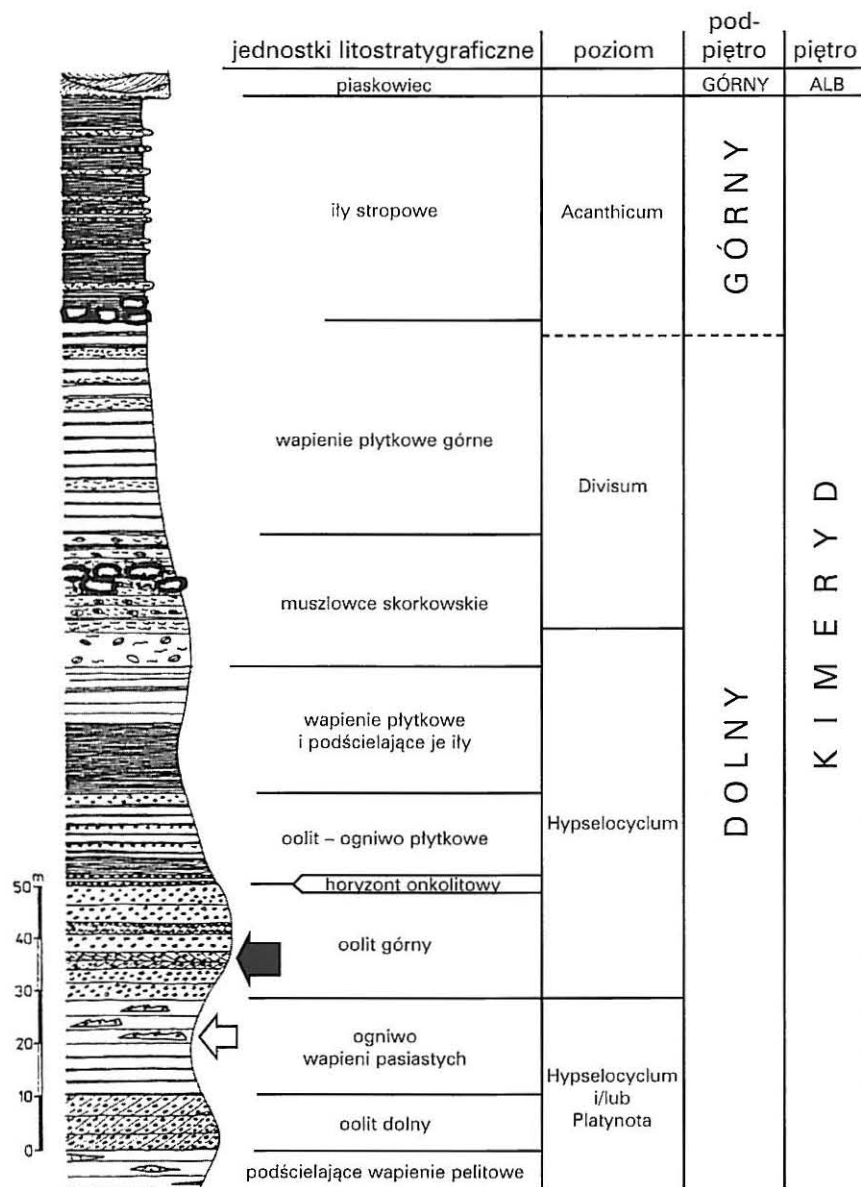


Fig. 2. Profil odstaniający się w kamieniołomie Malogoszcz (adoptowany z: Kutek, Matyja, Radwański i Wierzbowski 1992, fig. 5; patrz także Radwańska i Radwański 2005, fig. 2), ze wskazaniem (strzałka pełna) w wyższej części oolitu górnego ławic oolitowych silnie przekopanych norami krewetek-alfeuszy; zaznaczona jest także (strzałka pusta) sekwencja w obrębie wapieni pasiastych, zawierająca nory krewetek-alfeuszy wypełnione krzemionką (patrz Radwański 2003).

gładzoną) powalę. Taki piętrowy system posiada kilka skośnych ujść do powierzchni dna, zakończonych rozdwojonymi (Y-kształtnymi) aperturami, zaś ku dołowi kończy się dosyć długim, pojedynczym korytarzem prowadzącym do małej komory (mieszkalnej), utrzymującej wodę w czasie odpływu. Najlepszą ilustrację całego systemu nory alfeusza (patrz fig. 1a) pokazali Basan i Frey (1977, pl. 3a), wydobywając okaz u wybrzeży Georgii, skąd pochodził także podobny okaz przedstawiany już wcześniej (Bromley i Frey 1974, fig. 8 =Howard i Frey 1975, pl. 10, fig. 46).

Szansę rozpoznania podobnych systemów nor piętrowych w zapisie kopalnym nie są wielkie. Możliwym jest to w zasadzie tylko w przypadku wydobycia całego systemu, bądź jego znaczącej

części. Nastąpić to może, gdy system wypełniony jest osadem zdiagenezowanym silniej niż osad otaczający. Taki przypadek ma miejsce w profilu Baltowa, gdzie nory są wypełnione dolomitom, a otaczający osad jest wapienisto-marglisty. W innych przypadkach ani rozłożyste kanały poziome, ani też pionowe, a uwidaczniające się na powierzchniach śródlawicowych lub na przekrojach ławic, nie różnicują się w stosunku do pojedynczych lub rozgałęzionych nor innych skorupiaków (patrz Shinn 1968, Förster i Barthel 1978).

W stanie kopalnym systemy nor piętrowych mogące być dziełem alfeusza z batonu (Great Oolite) Cotswolds w Anglii przedstawili Fürsich i Palmer (1975, fig. 1 oraz str. 176), którzy jednocześnie wspomnieli, że podobną genezę mogą

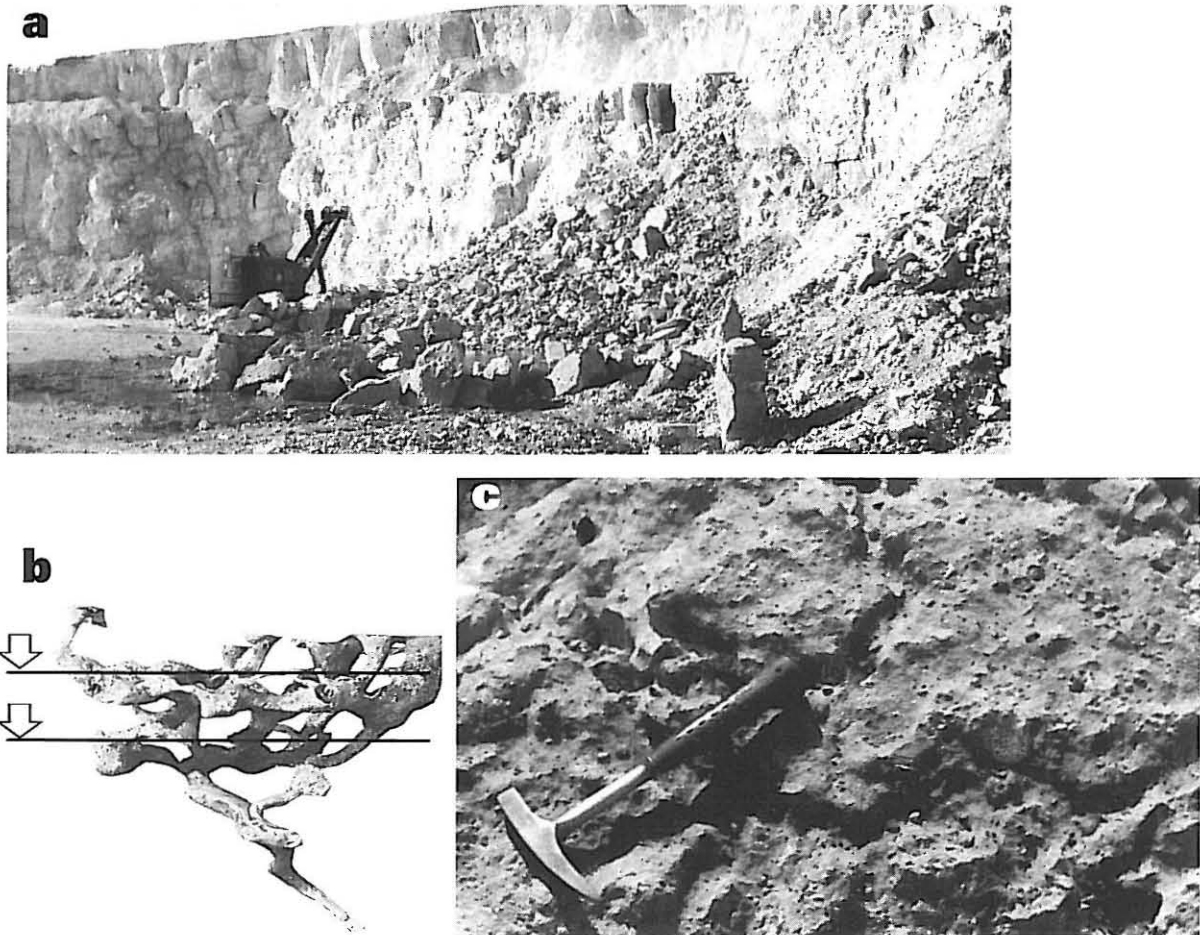


Fig. 3. Nory krewetek-alfeusza w oolicie górnym Malogoszcz: a – Ogólny widok wyrobiska w kamieniołomie Malogoszcz w czasie intensywnej eksploatacji wapieni ogniwa oolitu górnego (lipiec 1999 r.), umożliwiającej obserwację nor krewetek-alfeusza na większych blokach skalnych; b – ideogram, ukazujący piętrowy system nory dzisiejszego alfeusza (ten sam jak na fig. 1a, zmniejszony; adoptowane z: Basan i Frey 1977, pl. 3a) ze wskazaniem (strzałki puste) prawdopodobnych poziomów erozji dających ściętej norze obraz porównywalny z widocznym na powierzchni ławicy oolitowej z Malogoszcz (patrz fig. 3c oraz 6); c – widok stropowej powierzchni ławicy oolitowej z Malogoszcz, o charakterze twardego dna powstałego po erozyjnym rozcięciu ławicy i zawartego w niej piętrowego systemu nory alfeusza do poziomu odpowiadającemu któremuś ze wskazanych na schemacie (fig. 3b).

mieć niektóre systemy nor opisywane dawniej (Kennedy 1967) z kredy (Lower Chalk) południowej Anglii, co zresztą sugerował już także Farrow (1971, str. 485).

W przypadku ogniwa wapieni pasiastych dolnego kimerydu Małogoszcza rozpoznanie obecności

nor było możliwe dzięki wypełnieniu ich krzemionką (patrz Radwański 2003, pl. 1, fig. 1-2), powstałą i wytraconą w specyficznych warunkach środowiskowych znamionujących wysokie pH i bliskość przybrzeżnych facji typu sebkha. Tak zsylikowane nory rozpoznawalne były na powierzchniach

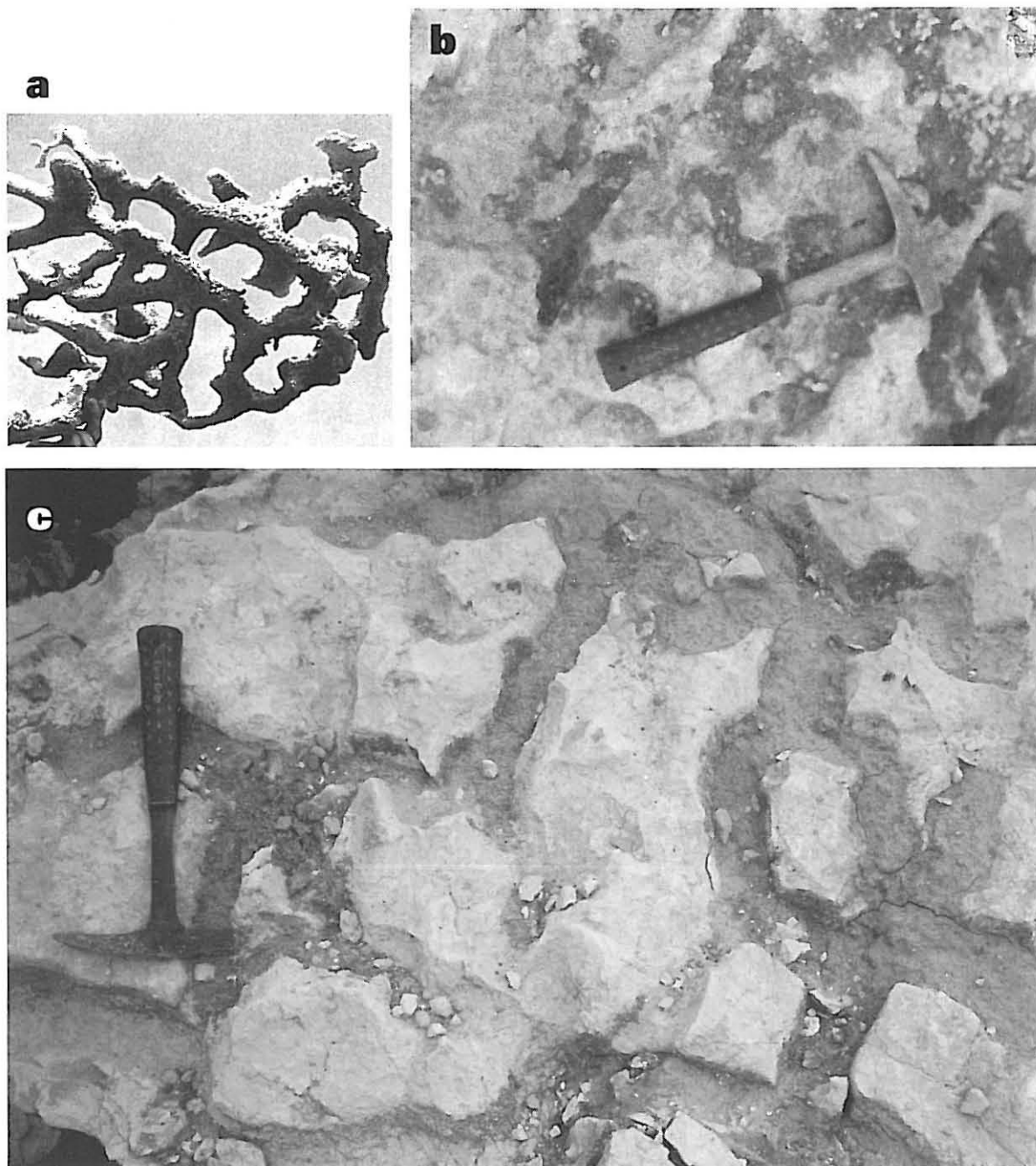


Fig. 4. Nory krewetek-alfeuszy w oolicie górnym Małogoszcza: a – Widok skośny części (skala około 1: 10) dzisiejszej nory *Alpheus heterochaelis* Say, 1818, z wybrzeży Georgii (adoptowane z: Bromley i Frey 1974, fig. 8), pokazany dla porównania z norami Małogoszcza; b-c – dwa przykłady piętrowego systemu nor alfeuszy z oolitów Małogoszcza, widoczne w obrębie bloków skalnych na powierzchniach mniej lub bardziej prostopadłych do ulawienia oolitów (druzgot skalny w wypełnieniu nor jest rezultatem kruszenia w czasie prac eksploatacyjnych).

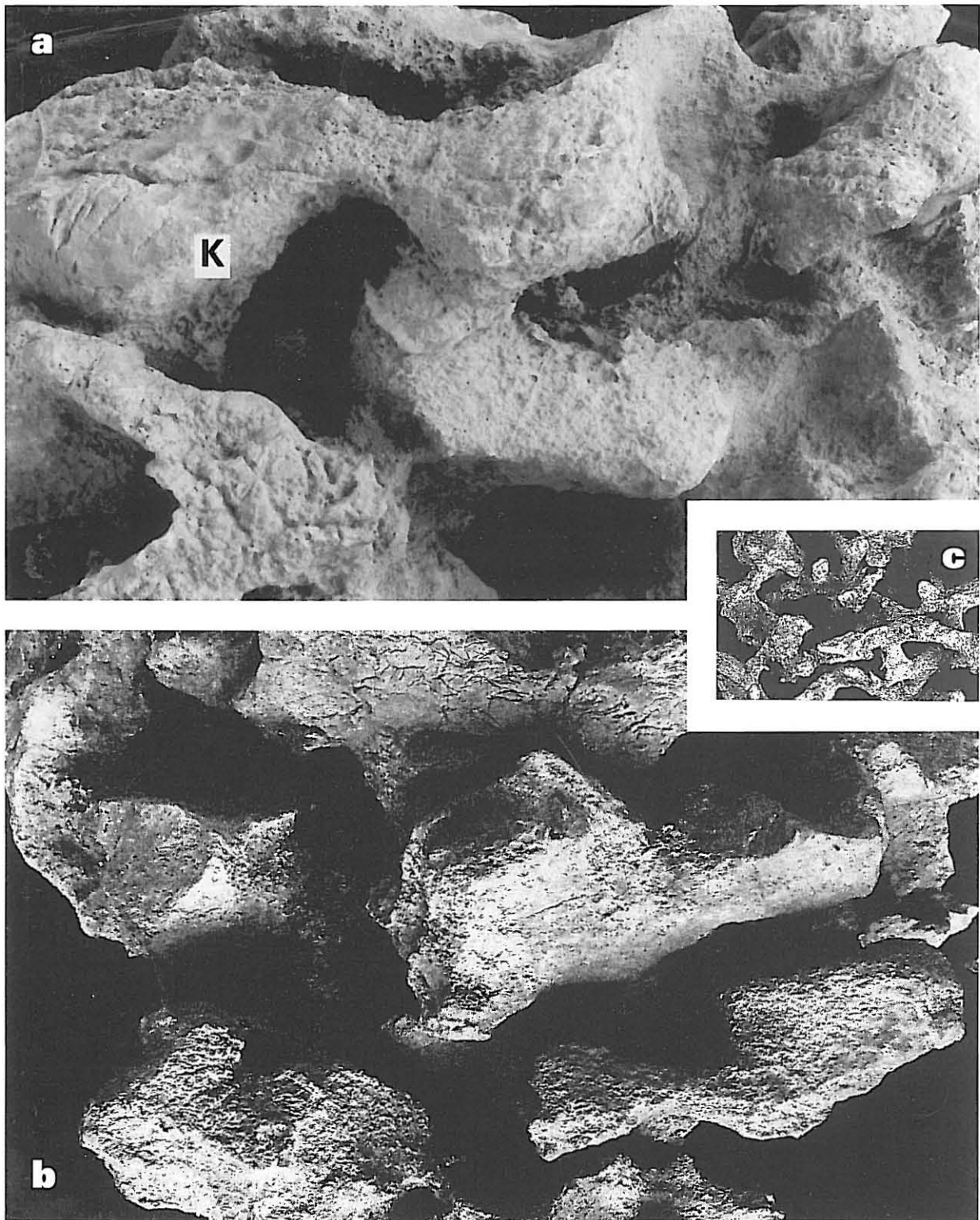


Fig. 5. Wypełnienie nory krewetki-alfeusza z oksfordu Bałtowa: a – fragment systemu piętrowych korytarzy połączonych skośnymi i niemal pionowymi kanałami oraz z komorą (K) dla obrotu zwierzęcia, wielk. nat.; b – inny fragment tej samej nory, z przewagą piętrowo ułożonych korytarzy, wielk. nat.; c – porównywalny morfologicznie fragment piętrowego systemu nory dzisiejszego *Alpheus floridanus* Kingsley z wybrzeży Florydy (adoptowane z: Shinn 1968, pl. 109, fig. 1, znacznie zmniejszone).

śródlawicowych, dostępnych w kamieniołomie Małogoszcz tylko w czasie intensywnej eksploatacji górniczej przy użyciu materiałów wybuchowych, rozsadzających grube ławice oolitów. Przy pobieżnym przeglądzie odsłoneń, intersekcyjny obraz nor alfeuszy jawi się na przekrojach ławic jako mniej lub bardziej soczewkowate białe krzemienie, których obecność uważano już dawniej (Kutek 1962, 1968) za immanentną cechę całego ogniwa wapieni pasiastych.

Podczas systematycznej analizy sedymentologicznej i eko-tafonomicznej utworów dolnego kimerydu w profilu Małogoszcza (patrz fig. 2; także Radwański 1995, Radwańska 1999, Radwańska i Radwański 2003) okazało się, że nory alfeuszy pojawiają się równie licznie, a miejscami nawet masowo w obrębie ogniwa oolitu górnego (fig. 3, 4 i 6). W kilku ławicach powodują one silną, niekiedy nawet kilkakrotną bioturbację osadu, łatwo rozpoznawalną na powierzchniach bloków skalnych powstałych w wyniku eksploatacji górniczej.

W profilu oolitu górnego w Małogoszczu (patrz Kutek 1968, 1969; Kutek i in. 1992) systemy piętrowych nor alfeuszy rozpoznać można dzięki ich wypełnieniu albo oolitem o innej frakcji, strukturze (stopniu wysortowania ooidów) lub zawartości bioklastów, albo też pelitem marglistym, ooidów niemal pozbawionym. Bogactwo szczątków organicznych w tych norach pozwala sądzić, że na dnie późnojurajskiego morza stanowiły one pułapki sedymentacyjne i tafonomiczne dla nadzwyczaj bogatej biocenozy zdominowanej przez rozmaite szkarłupnie (jeżowce, wolno-żyjące i łądkowe liliowce, węzowidła i rozgwiazdy), wśród których wiele taksonów nie było dotąd notowanych z osadów jurajskich Polski (patrz druga część niniejszej pracy).

Pojedynczy system nor z oolitu górnego Małogoszcza, który można przypisać jednemu alfeuszowi, czy też parze alfeuszy, obejmuje przestrzeń dochodzącą do prawie jednego metra sześciennego (!), co odpowiada zarówno wielkości około 1m<sup>2</sup> zajętego przez korytarze widoczne na powierzchniach śródlawicowych, jak i osiągowi około 80 do 90 cm głębokości pionowych i skośnych kanałów. Rozmiary te są podobne do rozpoznanych wśród nor dzisiejszych alfeuszy z atlantyckich wybrzeży Florydy (patrz Shinn 1968) oraz Georgii (patrz Bromley i Frey 1974, Howard i Frey 1975).

Nory rozpoznane w Bałtowie, w profilu wapieni mikrytowych oksfordu środkowego (patrz Gutow-

ski 1992, 1998) na Zarzeczcu, poniżej sławnego kompleksu biohermy koralowej (patrz Roniewicz i Roniewicz 1971), wypełnione są dolomitem, dzięki czemu dobrze kontrastują z wapnistym, lekko kredowatym otoczeniem (fig. 5). Dolomit jest tutaj najprawdopodobniej minerałem pierwotnym (synsedymentacyjnym), który wytrącał się tylko w obrębie nor, gdzie utrzymywał się chemizm wód odmienny od panującego powyżej dna. Sedymentacja odbywała się w warunkach ekstremalnie płytkomorskich, okresowo być może nawet emersyjnych, a związanych z przybrzeżnymi facjami typu sebkha. Na samą obecność dolomitu w różnych ogniwach sekwencji Bałtowa i jego związek z bliskością hypersalinarnych lagun zwracano uwagę już dawniej (Pożaryski 1948; Roniewicz i Roniewicz 1971).

W obu rozpoznanych stanowiskach Bałtowa i Małogoszcza systemy nor pozbawione są ujęć ku powierzchni osadu, a obraz ich na powierzchniach ławic odpowiada „środkowym“ piętrom w norach alfeuszy dzisiejszych. Wskazuje to wyraźnie, że systemy nor w tych stanowiskach są erozyjnie ścięte (patrz fig. 3b-c). Tworzeniu nor w profilach Bałtowa i Małogoszcza (oolit górny) towarzyszyć musiało zatem twarzenie osadu, który był ścinany wraz z zawartymi w nim norami, częściowo lub całkowicie już wypełnionymi. Wydaje się, że w Bałtowie erozja nastąpiła w stanie dna jeszcze miękkiego (ang. *soft bottom*), podczas gdy w Małogoszczu (oolit górny) dna już twardego (ang. *hard-ground*), umożliwiającego zasiedlenie liliowcom cementującym się do podłoża (patrz niżej).

Problem nazewnictwa omawianych systemów nor piętrowych krewetek-alfeuszy pozostaje otwarty. W zakresie skamieniałości śladowych (ang. *trace fossils*), do których nory te oczywiście należą, powinno się wyróżnić je osobną kategorią nomenklatoryczną na szczeblu ichnorodza. Najpełniej rozwinięte systemy tych nor, po wypełnieniu ich szybkoztwardniejącymi chemikaliami, wydobyto z osadów dzisiejszych i wśród nich należałoby poszukiwać okazu typowego i wskazać typowy ichnogatunek.

Mając na względzie niejasność rozdziału nomenklatury dla form dzisiejszych, subfosylnych lub stratygraficznie względnie młodych (czwartorzędowych bądź neogeńskich) oraz dla form starszych (patrz Radwański 1977, Rindsberg 1990), a także pamiętając o skomplikowanym problemie taksonomii nor dzisiejszych skorupiaków dziesięcionogich (patrz Bromley i Frey 1974, str. 320) oraz analogicznych nor kopalnych (patrz Fürsich 1973,

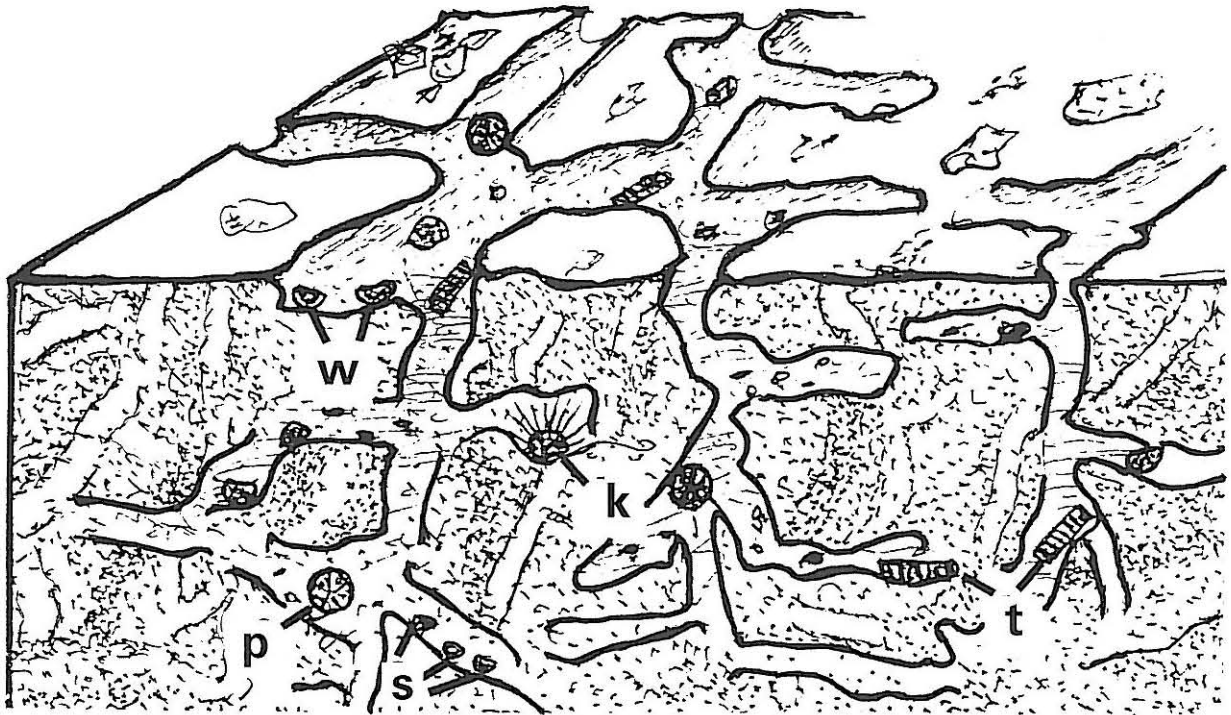


Fig. 6. Unikatowe stanowisko nor alfeuszy stanowiących sedimentacyjną i tafonomiczną pułapkę dla rozlicznych szkarłupni (liliowców, wężowideł, rozgwiazd, jeżowców) i ich szczątków w kilkakrotnie silnie bioturbowanej lawicy oolitowej dolnego kimerydu (ogniwo oolitu górnego) Małogoszcza, zwieńczonej powierzchnią omisyjną o charakterze twardego dna (nory alfeuszy ścięte do równej powierzchni), skala około 1:5. Objaśnienia: p – puste pancerze jeżowców, k – pancerze jeżowców z okrywą kolców, w – liliowce wolnożyjące (komatulidy), t – ulamki łodyżek liliowców, s – okrucchy różnych szkarłupni.

str. 730-731), trudno dokonać satysfakcjonującego wszystkich wyboru. Można też wyrażać przekonanie, że w przypadku form kopalnych bezpiecznym wyjściem może być zaoferowanie własnej dla nich osobnej nazwy. W takim ujęciu, system nor z Bałtowa (patrz fig. 5), choć wydobyty fragmentarycznie, ale w stanie niczym z dzisiejszej plaży, godzien byłby obdarzenia go nazwą nawiązującą do miejsca jego pozyskania: *Baltovia*, ichnogen. nov., od neo-złatinizowanej nazwy Bałtowa, z gatunkiem typowym *Baltovia sanctacrucensis* ichnosp. nov., wskazującym obszar świętokrzyski (neo-lac. *sanctacrucensis* świętokrzyska).

Przy takim ujęciu może się jednak okazać, że inni autorzy odmawiają proponowanej nazwie *Baltovia sanctacrucensis* prawa priorytetu wskazując, iż wśród wielu kopalnych nor (jurajskich bądź kredowych), ilustrowanych już od początku XIX wieku (S. Woodward 1830, *vide* Fürsich 1973) nie brak podobnych, które można przypisać alfeuszom. Takie mniej lub bardziej skomplikowane systemy rozmaicie rozprzestrzeniających się nor, lub ich fragmenty, praktycznie niemożliwe dziś do weryfikacji, ukrywają się w wielu dawniejszych

ilustracjach bądź opisach. Przynajmniej części z nich można doszukiwać się wśród form klasyfikowanych jako ichnogatunek *paradoxa* S. Woodward, 1830, zaliczanego w nowszych czasach zwykle do ichnorodzaju *Spongiomorpha* Saporta, 1887, lub do *Thalassinoides* Ehrenberg, 1944 (patrz Kennedy 1967, Fürsich 1973, Fürsich i Palmer 1975).

Przyjmując zasadę aktualizmu (uniformitaryzmu) wnioskować należy, że sekwencje osadów w obrębie późnojurajskiej platformy węglanowej Gór Świętokrzyskich (patrz Kutek i in. 1984; Matyja 1985, 1991), w których rozpoznano nory krewetek-alfeuszy, powstawały w warunkach ekstremalnie płytkomorskich, okresowo nawet emersyjnych, co mogło ułatwić ich wczesną lityfikację i utrzymywanie się systemu tych nor przez pewien czas w stanie trwałym. Utrwalone nory stawały się bądź pułapką dla szczątków organicznych (oolit górny w Małogoszczu, patrz niżej), bądź dla wytrącających się w nich substancji mineralnych dolomitu (oksford Bałtowa) lub krzemionki (wapienie pasiaste Małogoszcza i okolic, patrz Radwański 2003).



Występowanie wszelkich nor skorupiaków, nie tylko krewetek-alfeuszy Małogoszcza i Bałtowa, ale też i innych nor w całym profilu oksfordu/kimerydu Gór Świętokrzyskich zawsze związane jest z powierzchniami omisyjnymi (o charakterze miękkiego lub twardego dna), które zwykle cechują się erozyjnym ścięciem wierzchnich partii wszelkich struktur biogenicznych (patrz Kaźmierczak i Pszczółkowski 1968, Kutek 1969). Erozyjne ścięcie w większości, jeśli nie we wszystkich przypadkach przypisać należy czynnikom sztormowym.

## CZĘŚĆ II: NORY KREWETEK-ALFEUSZY JAKO PUŁAPKI SZKARŁUPNI (napisała Urszula RADWAŃSKA)

Przedmiotem drugiej części niniejszej pracy jest przedstawienie bogatego taksonomicznie zespołu szkarłupni i interpretacja ich stanu zachowania w obrębie nor alfeuszy w wielokrotnie silnie bioturbowanej ławicy oolitowej z ogniwa oolitu górnego w profilu dolnego kimerydu Małogoszcza (patrz fig. 1). Nory te stanowiły nie tylko naturalne schronienie dla ich budowniczych, t. j. krewetek z rodzaju *Alpheus* Weber, 1795, ale także stały się śmiertelnymi pułapkami dla szkarłupni namiatających do ich wnętrza w czasie sztormów. Czas funkcjonowania nor jako pułapek trwał od momentu ich wygrzebania aż do ostatecznego ich zasypania przez osad kolejnego wzniesienia sztormowego.

Obfity materiał rozmaitych szkarłupni zgromadzony w norach alfeuszy (patrz fig. 6) zachowany jest w różnym stopniu. Wszystkie okazy charakteryzują się lekkim nadtrawieniem/rozpuszczeniem powierzchni płytek budujących szkielety, jak również różnym stopniem zsylikowania. Wydzielonych wzorem Smitha (1984) zostało szereg typów stanu zachowania w obrębie rozpoznanych grup taksonomicznych, które są omawiane poniżej.

### Jeżowce

**A** – Całe pancerze, bez kolców, bez aparatu szczękowego (latarni Arystotelesa), z zachowaną tarczą szczytową lub bez tarczy szczytowej, całkowicie puste wewnątrz (pl. 1: 11-12, 14).

Stan zachowania pancerzy wskazuje, że jeżowce te wpadały do nor-pułapek, namiecione w czasie sztormu zapewne jako żywe osobniki, i to na tyle głęboko, że nie mogły się już z nich wydostać.

Nory te dla jeżowców z zachowaną pełną szatą kolców działały zatem podobnie jak tzw. „żaki“ zastawiane na ryby, umożliwiające tylko ruch w głąb pułapki. Złapanec w pułapkę jeżowce zdychały na jej dnie i nieprzykryte osadem, a jednocześnie chronione przed działalnością fal i większością nekrofagów, podlegały pośmiertnemu rozkładowi. W efekcie rozkładu części miękkich, m. in. gonad wypełniających prawie w całości wnętrze pancerza, a także włókien kolagenowych łączących poszczególne płytki i kolce, wewnątrz pancerza stawało się puste, a od jego powierzchni odpadały wszystkie kolce, latarnia Arystotelesa oraz płytki tarczy szczytowej. Tarcze szczytowe zachowały się tylko u tych gatunków, *Hemicidaris intermedia* i *Pseudosalenia malogostiana*, u których z reguły zachowują się one w stanie kopalnym (patrz Radwańska 1999). Taki stan zachowania jest typowy dla środowisk spokojnych, gdzie od śmierci do momentu pogrzebania upływa dłuższy czas (patrz Smith 1984), a jednocześnie brak dostaw osadu uniemożliwia wypełnienie wnętrza pancerza. Obecność całych, pustych i niepokruszonych pancerzy wskazuje, że śmierć osobników nastąpiła wewnątrz nor, i była efektem uwięzienia, gdyż na powierzchni, podczas silnego falowania krusze pancerze martwych jeżowców ulegają szybkiemu pokruszeniu.

**B** – Całe pancerze, bez latarni Arystotelesa, bez tarczy szczytowej lub z zachowaną tarczą szczytową, częściowo wypełnione osadem pochodzącym z otoczenia nor (pl. 1: 4, 13).

Stan zachowania pancerzy częściowo wypełnionych osadem tego samego typu co osad otaczający nory wskazuje, że jeżowce podobnie jak w typie A, padły ofiarą nor-pułapek. Jednocześnie, częściowe wypełnienie pancerzy osadem (oolitem) wskazuje, że jeżowce te wpadły do nor, kiedy osad otaczający je nie był jeszcze skonsolidowany, a nory mogły być jeszcze zamieszkiwane przez swoich budowniczych. Osad, który częściowo wypełnił pancerze, mógł też dostać się do wnętrza po śmierci jeżowców i dostarczony był do wnętrza nor w efekcie kolejnego, tym razem bardzo silnego wzburzenia sztormowego, dostarczającego kolejne ofiary (typ C) jak i pewną porcję osadu.

**C** – Pancierz prawie całkowicie wypełniony osadem, z częściowo zachowaną tarczą szczytową i większością kolców głównych i skrobikularnych, ułożonych w jednym kierunku (pl. 1: 15).

Stan zachowania wskazuje, iż jeżowiec ten zginął śmiercią gwałtowną w wyniku szybkiego pogrzebienia za życia (patrz Aslin 1968, Smith 1984). Jednokierunkowe ułożenie kolców może być wynikiem ich uczesania w trakcie spadania jeżowca na dno nory. Osobnik ten namieciony został do nory-pułapki z dużą ilością wzniesionego przez falowanie osadu, który go pogrzebał, a po śmierci i wygniciu części miękkich w znacznej części wypełnił.

**D** – Fragmenty pustych pancerzy, bez kolców, popękane wzdłuż naturalnych szwów łączących płytki (pl. 1: 6).

Stan zachowania tych jeżowców, stanowi dalszy etap rozpadu pancerzy reprezentujących typ A oraz B, u których stopień dezintegracji został dalej posunięty i dotyczył również połączeń między płytkami pasów korony (patrz Smith 1984). Większość tak zachowanych fragmentów należy do przedstawicieli gatunków *Rhabdocidaris orbignyana* oraz *Trochotiara kongieli*, co wynika z konstrukcji ich pancerzy, wyrażającej się m. in. relatywnie cieńszymi płytkami i słabszymi ich połączeniami.

**E** – Fragmenty pustych pancerzy, bez kolców, popękane w poprzek płytek.

Stan zachowania tych jeżowców wskazuje, że pęknięcia pancerza nastąpiły za ich życia, kiedy włókna kolagenowe łączące płytki jeszcze funkcjonowały i były zdolne przekazywać nacisk (Smith 1984). Fragmenty tych płytek należą głównie do przedstawicieli dwóch gatunków, *Hemicidaris intermedia* oraz *Pygaster morrissi*, reprezentujących formy o pancerzach stosunkowo masywnych. Przyczyną śmierci jeżowców mógł być atak drapieżników bądź, co bardziej prawdopodobne, działalność silnego falowania o charakterze sztormowym. Pokruszone pancerze, być może z fragmentami ciała, zostały namiecione do nor, a po wygniciu części miękkich i odpadnięciu kolców, nie zostały przysypane osadem i spoczęły na dnie nor chronione przed dalszym zniszczeniem.

**F** – Całe, bądź oblamane kolce (pl. 1: 5, 7-9) oraz rozseparowane płytki latarni Arystotelesa (pl. 1: 1-3).

Prostą konsekwencją istnienia poprzednich typów stanu zachowania jest obecność w badanym zespole kolców i elementów latarni Arystotelesa. W przypadku mało diagnostycznych elementów latarni Arystotelesa, ich obecność w zespole potwierdza tylko tezę, że część jeżowców wpadała do nor z zachowanymi i funkcjonującymi jeszcze mięśniami, które są m. in. odpowiedzialne za mocowanie latarni Arystotelesa na pasie okołoszczekowym.

W przypadku kolców można oznaczyć ich przynależność gatunkową, która w większości przypadków pokrywa się z gatunkami reprezentowanymi przez pancerze. Kolce, którym nie można przypisać całych, bądź fragmentarycznie zachowanych pancerzy (patrz pl. 1: 8-9) należy uznać za materiał allochtoniczny, namieciony z dalszej odległości, choć zważywszy na ich dobry stan zachowania, nie był to z pewnością transport długotrwały.

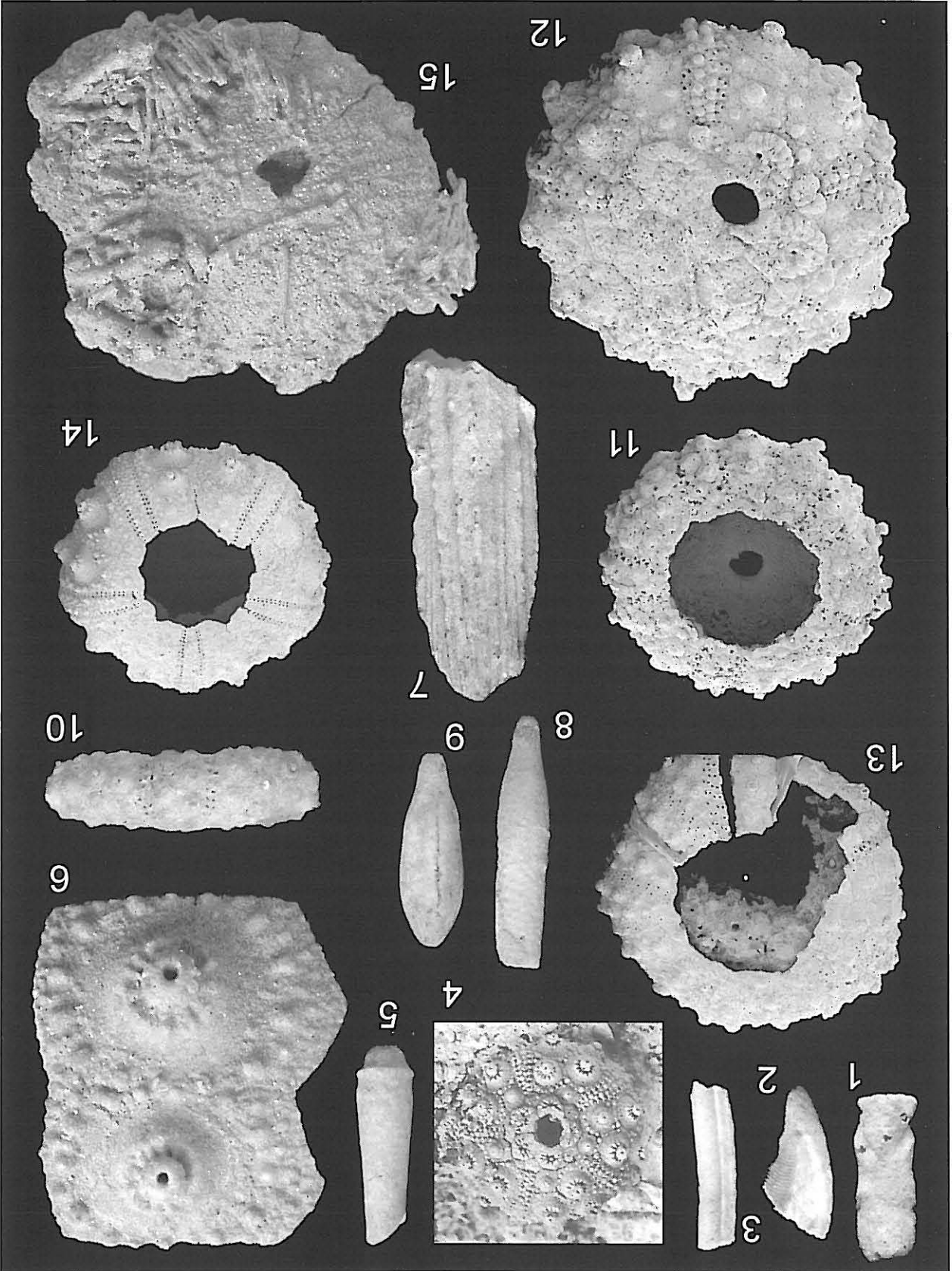
Większość kolców, które można przypisać określonym pancerzom jest pokruszona, co jest wynikiem silnej dynamiki wód. Kolce, które trafiły do nor-pułapek, w całości znacznie przekraczały swą długością średnicę nor, co mogło wpływać na selekcję wpadającego materiału. Długie, często kruche kolce przyłączone do całych pancerzy lub ich fragmentów, w trakcie opadania na dno nory były także narażone na uderzenia, a w konsekwencji złamania.

**G** – Cysty widłonogów (Copepoda).

Cysty w większości odseparowane od pancerzy (tylko jedna cysta przyzeczona jest do fragmentu pasa ambulakralnego, który można przypisać rodzajowi *Hemicidaris*) stanowią w tym zespole niewątpliwie ciekawostkę i są przedmiotem osobnego opracowania (Radwańska i Radwański 2005). Ich izolowany stan zachowania można tłumaczyć znacznym osłabieniem struktury pancerza w miejscu ich wzrostu, a tym samym większą podatnością na odpadanie po śmierci jeżowca.

#### PLANSZA 1

Jeżowce z nor alfeuszy w oolicie górnym Malogoszczka: 1-3 – Elementy latarni Arystotelesa, pow. x5: 1 – rotula, 2 – półpiramida, 3 – fragment zęba; 4-5 – *Hemicidaris intermedia* (Fleming, 1828): 4 – widok osobnika młodocianego częściowo wypełnionego oolitem, pow. x5, 5 – fragment kolca głównego, pow. x2; 6-7 – *Rhabdocidaris orbignyana* (L. Agassiz, 1840): 6 – fragment pasa interambulakralnego, pow. x5, 7 – fragment kolca głównego, pow. x2; 8-9 – *Pseudocidaris sanctacrucensis* Radwańska, 1999: kolce główne, pow. x2; 10 *Trochotiara kongieli* Radwańska, 1999, fragment pustego pancerza, widok od pasa ambulakralnego, pow. x5; 11-12 *Pseudosalenia malogostiana* Radwańska, 1999: 11 – osobnik młodociany, widok od strony oralnej pustego wnętrza pancerza, pow. x10, 12 – widok od strony aboralnej pustego wnętrza pancerza, pow. x10; 13 *Phymosoma supracorallinum* (Cotteau, 1865), widok wnętrza pancerza osobnika młodocianego, częściowo wypełnionego oolitem, pow. x5; 14-15 *Acrosalenia angularis* (L. Agassiz, 1840): 14 – widok pustego wnętrza pancerza osobnika młodocianego, pow. x5, 15 – pancerz wraz z zachowanymi kolcami głównymi i skrobikularnymi, pow. x5.



Obecność cyst wskazuje, że w obrębie zebranych jeżowców istniały osobniki zainfekowane pasożytami rozpoznanymi (patrz Radwańska i Radwański 2005) jako przedstawiciele skorupiaków widłonogów (rząd Copepoda). Znaleździ 5-ciu cyst w jednym miejscu, przy generalnie niewielkiej frekwencji zainfekowanych pancerzy w całym materiale kopalnym pochodzącym z jury (patrz Radwańska i Radwański 2005), skłania do konkluzji, że zjawisko pasożytnictwa widłonogów było prawdopodobnie szczególnie pospolite wśród populacji jeżowców z osadów oolitu górnego.

Uwaga ogólna dotycząca wszystkich typów stanu zachowania dotyczy proporcji form młodocianych w stosunku do form dorosłych. Obserwacja całego zespołu wykazuje, że większość badanych jeżowców stanowią formy młodociane lub nie w pełni wyrosnięte (patrz pl. 1: 4, 10-15), co jest cechą zespołów o charakterze tanatocenozy. Mniejszy udział osobników dorosłych może być także wynikiem pewnej selekcji związanej ze średnicą samych nor (4-5 cm), która mogła stanowić barierę dla większych jeżowców (zwłaszcza z zachowanymi kolcami) o średnicy zbliżonej do średnicy nor lub większej. Niezależnie od tego czynnika, podkreślić trzeba, że udział form młodocianych jest wyjątkowo duży i z pewnością nie jest on przypadkowy.

Zespół jeżowców z nor alfeuszy jest identyczny z występującym w obrębie całego profilu Małogoszcza (patrz Radwańska 1999). Zwrócić można uwagę, że jeden z najmniejszych jeżowców Małogoszcza, *Pseudosalenia malogostiana* Radwańska, 1999, znajdowany jest dotąd wyłącznie w obrębie omawianych nor. Chociaż znaczna część badanego zespołu jeżowców zachowana jest w okrucach (pancerza, aparatu szczękowego, koleców), ich rozpoznanie taksonomiczne było możliwym podobnie jak w przypadku szczegółowo analizowanych zespołów dzisiejszych (patrz Nebelsick 1992) i kopalnych (patrz Smith 1984, Gordon i Donovan 1992).

### Liliowce wolnożyjące

Całe kielichy (pl. 2: 5a-5b, 11), płytki centrodorsalne (pl. 2: 3, 6, 12), luźne płytki radialne (pl. 2: 4), rozmaite płytki ramieniowe i cirralia.

Obecność w norach wszystkich podstawowych typów płytek budujących szkielet liliowców wolnożyjących sugeruje, że liliowce te wpadały do nor jako całe, żywe osobniki i na dnie nory-pułapki, nie przysypane osadem, ulegały śmierci i rozpadowi na poszczególne elementy. Dezintegracja szkieletu liliowców na poszczególne płytki jest zdecydowanie bardziej zaawansowana niż u jeżowców, co wynika z budowy anatomicznej liliowców, wyrażającej się bardziej elastycznym, a zarazem luźnym połączeniem wszystkich płytek. Najbardziej zintegrowaną (zwartą) częścią szkieletu są kielichy, które składają się z płytki centrodorsalnej, 5-ciu płytek bazalnych i 5-ciu płytek radialnych. Zachowanie w stanie kopalnym całych kielichów, mających znaczenie diagnostyczne jest zatem bardziej prawdopodobne niż zachowanie całych ramion czy cirrusów, o ile nie mamy do czynienia z gwałtownym pogrzebaniem w osadzie żywego osobnika.

Rozpoznane liliowce wolnożyjące z rzędu Comatulida (patrz fig. 7) stanowią unikatowy, bogaty zespół dotychczas nie notowany z jury Polski.

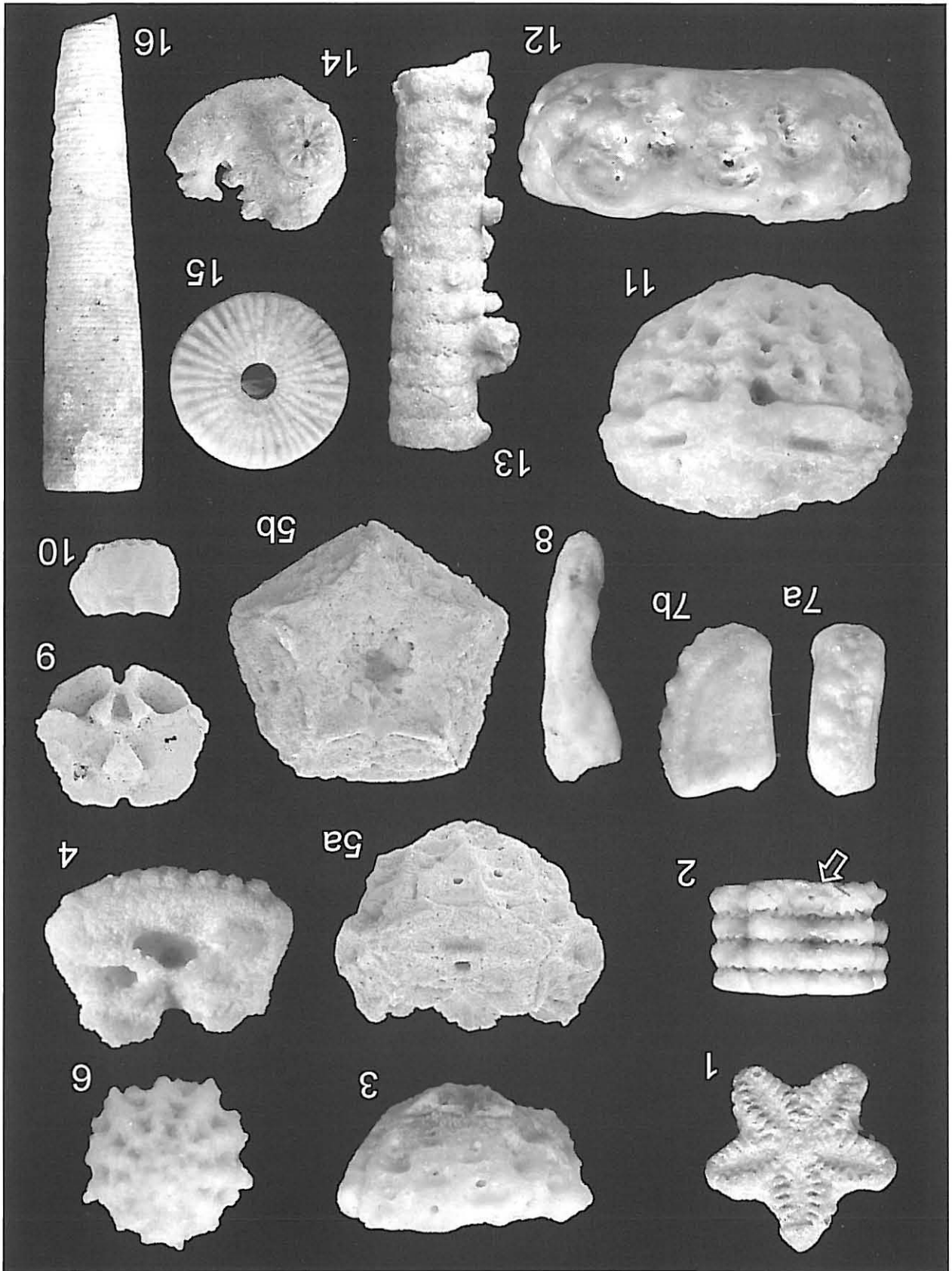
### Liliowce łożkowe

Fragmenty łożki (pl. 2: 2, 13, 16), jeden fragment łożki zainfekowany (patrz Radwańska i Radwański 2005) przez wieloszczeta myzostomida, luźne trochity (pl. 2: 1, 15), części korzeniowe (pl. 2: 14), cirralia i prawdopodobnie płytki ramieniowe (te ostatnie mało diagnostyczne, stanowią mieszanekę z płytkami ramieniowymi liliowców wolnożyjących).

W badanym zespole liliowców można wyróżnić za Klikushinem (1996) dwa ekotypy: (1) liliowce długołożkowe, z licznymi cirrusami, (2) długo- lub krótkołożkowe, bez cirrusów, cementujące się

### PLANSZA 2

Inne szkarłupnie z nor alfeuszy w górnym oolicie Małogoszcza: (1-2, 13-16 – liliowce łożkowe; 3-6, 11-12 – liliowce wolnożyjące; 7-8 – rozgwiady; 9-10 – węzowidła); 1-2 – *Isocrinus amblyscalaris* (Thurmann, 1862): 1 – trochit (nodal), widok powierzchni artykulacyjnej, pow. x7, 2 – fragment łożki, składający się z trzech internodali i jednego nodala z widocznym śladem po cirrusie (wskazane strzałką), pow. x7; 3-4 – *Comatulina beltermieuxi* (de Loriol, 1889): 3 – widok z boku płytki centrodorsalnej, pow. x7, 4 – widok powierzchni artykulacyjnej płytki radialnej, pow. x10; 5 – *Solanocrinites* sp.: 5a – widok kielicha z boku od strony płytki radialnej, pow. x10, 5b – widok kielicha od góry, pow. x10; 6 – *Comatulina costata* (Goldfuss, 1829), widok od spodu płytki centrodorsalnej osobnika młodocianego, pow. x7; 7-8 – *Pentasteria longispina* Hess, 1968: 7a – widok zewnętrzny płytki marginalnej, pow. x7, 7b – widok z boku płytki marginalnej, pow. x7, 8 – płytka ambulakralna, pow. x10; 9 – *Ophiopetra? oertlii* Hess, 1966, widok kręgu od strony proksymalnej, pow. x10; 10 – *Ophioderma? spectabilis* Hess, 1966: płytka pokrywowa, pow. x10; 11 – *Comatulina peroni* (de Loriol, 1889), widok kielicha z boku od strony płytki bazalnej, pow. x7; 12 – *Paleocomaster vagnasensis* (de Loriol, 1889), widok z boku płytki centrodorsalnej, pow. x7; 13-14 – *Angulocrinus echinatus* (Schlotheim, 1820): 13 – fragment łożki ozdobiony „korzonkami”, pow. x5, 14 – partia korzeniowa, osobnika młodocianego, pow. x5; 15-16 – *Liliocrinus* sp.: 15 – trochit, widok powierzchni artykulacyjnej, pow. x5, 16 – fragment łożki, z licznymi trochitami pozbawionymi cirrusów, wielk. nat.



	JEŻOWCE	Rodzaj płytek		
		P	Fp	K
1.	<i>Rhabdocidaris orbignyana</i> (L. Agassiz, 1840)	–	4	26
2.	<i>Plegiocidaris crucifera</i> (L. Agassiz, 1840)	–	–	3
3.	<i>Acrosalenia angularis</i> (L. Agassiz, 1840)	2	1	–
4.	<i>Pseudosalenia malogostiana</i> Radwańska, 1999	2	–	–
5.	<i>Hemicidaris intermedia</i> (Fleming, 1828)	2	44	22
6.	<i>Pseudocidaris sanctacrucensis</i> Radwańska, 1999	–	–	10
7.	<i>Trochotiara kongieli</i> Radwańska, 1999	2	–	–
8.	<i>Phymosoma supracorallinum</i> (Cotteau, 1865)	1	–	–
9.	<i>Polycyphus distinctus</i> (L. Agassiz, 1840)	–	3	–
10.	<i>Pygaster morrissi</i>	–	3	–
	LILIEWCE WOLNOŻYJĄCE	Rodzaj płytek		
		Ki	C	R
11.	<i>Comatulina costata</i> (Goldfuss, 1829)	3	7	3
12.	<i>Comatulina peroni</i> (de Loriol, 1889)	4	6	3
13.	<i>Comatulina beltermieuxi</i> (de Loriol, 1889)	–	1	1
14.	<i>Paleocomaster vagnasensis</i> (de Loriol, 1889)	1	–	–
15.	<i>Solanocrinites</i> sp.	5	4	1
	LILIEWCE ŁODYŻKOWE	Rodzaj płytek		
		Ł	T	Ko
16.	<i>Isocrinus amblyscalaris</i> (Thurmann, 1862)	23	6	–
17.	<i>Angulocrinus echinatus</i> (Schlotheim, 1820)	6	–	2
18.	<i>Liliocrinus/Apiocrinus</i> sp.	55	10	–
	WĘŻOWIDŁA	Rodzaj płytek		
		Kr	Pp	–
19.	<i>Ophioderma? spectabilis</i> Hess, 1966	–	12	
20.	<i>Ophiopetra? oertlii</i> Hess, 1966	4	–	
	ROZGWIAZDY	Rodzaj płytek		
		Pm	Pa	
21.	<i>Pentasteria longispina</i> Hess, 1968	10	1	

Fig. 7 Tabela przedstawiająca opisywany materiał. Objasnienia skrótów: P – pancerz, Fp – fragment pancerza, K – kolec, Ki – kielich, C – centrodorsale, R – płytki radialna, Ł – lodyga, T – trochit, Ko – partia korzeniowa, Kr – krąg, Pp – płytki pokrywowa, Pm – płytki marginalna, Pa – płytki ambulakralna.

do podłoża. W obu przypadkach dominują fragmenty łodyg lub luźne trochity, brak jest zupełnie kielichów czy nawet tylko samych płytek je budujących. Pojawienie się w norach części korzeniowych, cementujących liliowce do podłoża (choć dotyczy to form małych/młodoocianych) wskazuje, że namiecione one zostały w czasie silniejszych sztormów, które były w stanie oderwać je od dna. Brak kielichów w tym zespole można tłumaczyć oderwaniem ich od łodyg i przetransportowaniem w czasie sztormu na dalsze obszary poza rejon występowania nor. Większość liliowców łodyżkowych można wiązać z fazą zasiedlania już twardego, skonsolidowanego dna.

Gatunek *Isocrinus amblyscalaris*, rozpoznany w tym zespole, zaliczany jest do grupy liliowców długołodyżkowych, których łodyżka pokryta była licznymi wąsami (cirrusami), dzięki którym zwierzę przytwierdzało się do dna (patrz Klikushin 1996: 3). Liliowce te miały zdolność autotomii (odrzućcia części ciała; patrz Oji 2001, Oji i Okamoto 1994) i w czasie sztormu zapewne wyjątkowo łatwo całe fragmenty łodyg wraz z kielichami ulegały oderwaniu. Na miejscu pozostawały tylko partie dystalne łodygi.

Liliowce pozbawione cirrusów, przytwierdzające się za pomocą cementacji do dna (patrz Klikushin 1996), a zaliczane do rodzajów *Angulocrinus*, *Apiocrinus* oraz *Liliocrinus*, posiadały stosunkowo sztywne łodygi, które w czasie silnych sztormów łatwo ulegały obłamaniu, a na miejscu pozostawały tylko najbardziej dystalne ich części, które następnie roznoszone prądami mogły dostawać się do nor.

### Wężowidła i rozgwiazdy

Wężowidła kręgi i płytki pokrywowe ramion (pl. 2: 9-10), rozgwiazdy płytki marginalne, płytki ambulakralne (pl. 2: 7a-7b, 8).

Obecność rozseparowanych płytek przedstawicieli obu tych grup wiąże się z namiecieniem przez prądy do nor bądź całych zwierząt, bądź ich pośmiertnych szczątków. W obu przypadkach, szkarłupnie te rozpadały się po śmierci na osobne elementy, co wynikało z luźnego połączenia ich elementów szkieletowych.

### WNIOSKI EKO-TAFONOMICZNE

Badany zespół szkarłupni (patrz fig. 7) ma charakter zespołu kolejnych dwóch lub więcej tanatocenoz, gdzie głównym czynnikiem przyno-

szącym gwałtowną śmierć była działalność fal podczas sztormów, mogąca przyczynić się bezpośrednio do uśmiercania zamieszkujących dno zwierząt, ale przede wszystkim była siła, która porywała z dna i namiatała żywe osobniki do nor alfeuszy. Na charakter zespołu jako tanatocenozę wskazuje również młodociany wiek wielu uśmierconych osobników, a także stan zachowania wszystkich szczątków (np: puste pancerze, pancerz z zachowanymi kolcami).

Nory alfeuszy funkcjonowały jako śmiertelne pułapki na całe, żywe zwierzęta, a jednocześnie w dalszym etapie jako zaciszne enklawy, których wnętrze chroniło pośmiertne szczątki przed całkowitą dezintegracją w wyniku działalności sztormów i nekrofaagów. Bogactwo zespołu szkarłupni, które były niewątpliwie dominującą grupą zasiedlającą dno zbiornika, wynika z długotrwałego procesu gromadzenia szczątków, który postępował przez cały okres funkcjonowania nor, t. j. od momentu wygrzebania ich w miękkim oolicie, przez etap omisji i twardego dna, aż do przysypania przez kolejną warstwę osadu. Długi okres funkcjonowania nor jako pułapek związany był z pewnością z wieloma epizodami sztormowymi, łącznie z epizodem rozmycia górnej powierzchni nor (patrz fig. 3b-c oraz 6).

Okres funkcjonowania nor jako pułapek można podzielić na dwa etapy: (1) etap początkowy, kiedy nory były wygrzebane w miękkim oolicie aż do momentu rozmycia (omisji) górnej powierzchni nor; (2) etap skonsolidowania osadu i ukształtowania się twardego dna.

Z pierwszego etapu pochodzi zapewne większość zgromadzonych szczątków jeżowców, liliowców wolnożyjących, rozgwiazd i wężowideł. Zdecydowanie najliczniej pod względem ilości rozpoznanych gatunków (patrz tab. 1) reprezentowane są jeżowce, których stan zachowania części pancerzy świadczy o tym, że śmierć a następnie częściowe pogrzebanie lub wypełnienie osadem (pl. 1: 4, 13, 15) miało miejsce jeszcze na etapie dna nieskonsolidowanego. Zwrócić należy uwagę, że zespół jeżowców zdominowany jest przez gatunek *Hemicidaris intermedia* (patrz tab. 1), typowy dla jurajskich facji oolitowych nie tylko w Polsce (Wright 1855-59).

Obserwacje terenowe innych stanowisk, np: ławicy oolitowej z oolitu górnego w Głuchowcu koło Małogoszcza (materiał w opracowaniu), również wskazują na współwystępowanie jeżowców *Hemicidaris intermedia* z liliowcami wolno-

żyjącymi. Zjawisko to zatem nie jest przypadkowe, lecz związane ze zbliżonymi wymaganiami środowiskowymi tych szkarłupni. W innych stanowiskach z dolnego kimerydu (Gołuchów, Góra Łysa w Korytnicy) jeżowce z gatunku *Hemicidaris intermedia* spotykane są także w warstwach wapienia onkolitowego, występując często w gniazdowych nagromadzeniach (patrz Radwańska 1999). Wskazuje to na wyraźne przywiązanie tego gatunku do środowiska płytkiego, o wysokiej dynamice wód, o dnie ustatym piaskiem ooidowym, bądź drobnymi onkoidami.

Analiza funkcjonalna pancerzy jeżowców z gatunku *Hemicidaris intermedia* potwierdza, że jeżowce te były dobrze przystosowane do życia w środowisku o wysokiej dynamice wód (patrz Radwańska 1999), choć jednocześnie wzburzenia sztormowe bywały na tyle intensywne, że pokonywały ich naturalną zdolność do obrony. Podobne preferencje środowiskowe wykazuje także większość jeżowców rozpoznanych w tym zespole (patrz Radwańska 1999).

Spośród liliowców łądżykowych, nieskonsolidowane dno mogło być zasiedlone przez gatunek *Isocrinus amblyscalaris*, dla którego długa, powyginana i płoząca się po dnie łądżka z licznymi cirrusami stanowiła rodzaj kotwicy. Zdolność autotomii stwierdzona u tego gatunku (patrz Klikushin 1996) powodowała, że w czasie zagrożenia lub silnych sztormów, łądżki ulegały przerwaniu i liliowce te mogły zmienić miejsce swojego pobytu lub być wymiecione przez silne prądy.

Z drugiego etapu funkcjonowania nor-pułapek pochodzą pozostałe liliowce łądżkowe, które osiedlały się już po skonsolidowaniu dna, do którego się cementowały. W okresie zamieszkiwania twardego dna przez te liliowce zdarzały się jednak silne wzburzenia, powodujące obłamywanie łądżek i wyносzenie ich fragmentów wraz z kielichami poza obszar nor-pułapek.

Wśród całego zespołu taksonomicznie rozpoznanych szkarłupni (patrz fig. 7) zwraca uwagę obecność wolnożyjących liliowców-komatulidów (typu dzisiejszy *Antedon*), nie znanych dotychczas z osadów jurajskich Polski, a także wężowideł. Te ostatnie, w postaci izolowanych kręgów ramion, były już jednak rozpoznane z rozmaitych osadów (także jako jądra ooidów lub mikroonkoidów) dolnego kimerydu północno-wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich oraz z wierceń na Niżu (Głazek i Radwański 1968, str. 94 oraz pl. 4, fig. 2-5). Podobne płytki rozsegregowanych szkieletów wężo-

widel znane są z górnego oksfordu Szwajcarii, gdzie miejscami występują masowo (patrz Hess 1975b).

Zespół wolnożyjących liliowców-komatulidów zwraca uwagę obecnością aż 5 gatunków co, uwzględniając niewielki przecież obszar badań, stanowi liczbę znaczącą. Przypuszczać też można, że w otaczających osadach mogą się jeszcze ukrywać znacznie bogatsze zespoły tych liliowców, porównywalne do późnojurajskich zespołów innych krajów europejskich (patrz Goldfuss 1829, Lorient 1889), zespołów mioceńskich (patrz Radwańska 1987, 2003), a także unikatowych zespołów dzisiejszych z wybrzeży Morza Czerwonego (patrz Magnus 1963) oraz przede wszystkim Wielkiej Rify Barrierowej w Australii (patrz Meyer i Macurda 1977, Macurda i Meyer 1983).

Wśród fauny towarzyszącej szkarłupniom w badanych norach alfeuszy interesująca jest obecność niewielkiego zespołu rozmaitych drobnych ślimaków z zachowaną skorupką (? aragonitową), acz trudnych do taksonomicznej interpretacji. Zastanawiającym jest, że zespoły takich drobnych ślimaków znane są z wystąpień nie tylko w rozmaitych syndepozycyjnych szczelinach w sekwencjach jurajskich z Alp, ale także w szczelinach typu żył neptunicznych w późnodewońskiej biohermie Kadzielni (patrz Szulczewski 1971, str. 87 oraz pl. 31, fig. 2). Pozwala to sądzić, że omawiane nory alfeuszy z Małogoszcza mogły funkcjonować jako siedlisko życia dla drobnej („skarłatej”) fauny szczelinowej (ang. *crevice fauna*, *cryptic fauna*).

Cały omawiany materiał szkarłupni z nor alfeuszy w Małogoszczu zwraca uwagę swoją obfitością zarówno pod względem ilości elementów jak i różnorodności taksonomicznej (patrz tab. 1) i stanowi tym samym zespół unikatowy dla osadów późnej jury Polski. Stanowi on jednocześnie przykład *cmentarzysk szkarłupni (Echinodermlagerstätten*, patrz C. A. Meyer 1984), nie notowanych dotychczas z terenu Polski, a utworzonych w wyniku wozbrań sztormowych gwałtownych i nie rzadkich w środkowej i późnej jurze także innych obszarów europejskich (patrz Aslin 1968; Hess 1975a; Smith 1984; C. A. Meyer 1984, 1990).

#### LITERATURA

- Ager, D. V. 1963. Principles of Paleoecology, 1-371. McGraw-Hill, New York – San Francisco – Toronto – London.
- Aslin, C. J. 1968. Echinoid preservation in the Upper Estuarine Limestone of Blisworth, Northamptonshire. *Geological Magazine*, **105**, 6: 506-518.
- Basan, B. P. i Frey, R. W. 1977. Actual palaeontology and neoichnology of salt marshes near Sapelo Island, Georgia. W: Crimes, T. P. i Harper, J. C. (red.), Trace Fossils 2. *Geological Journal Special Issue*, **9**: 41-70.
- Braithwaite, C. J. R. i Talbot, M. R. 1972. Crustacean burrows in the Seychelles, Indian Ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **11**, 4: 265-285.
- Bromley, R. G. i Frey, R. W. 1974. Redescription of the trace fossil *Gyrolithes* and taxonomic evaluation of *Thalassinoides*, *Ophiomorpha* and *Spongiomorpha*. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, **23**, 4: 311-335.
- Farrow, G. E. 1971. Back-reef and lagoonal environments of Aldabra Atoll distinguished by their crustacean burrows. *Symposia of the Zoological Society of London*, **28**: 455-500.
- Förster, R. i Barthel, K. W. 1978. On recent and fossil *Thalassina* (Decapoda, Crustacea) and their burrows. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, Jahrgang 1978*, **5**: 291-306.
- Fürsich, F. T. 1973. A revision of the trace fossils *Spongiomorpha*, *Ophiomorpha* and *Thalassinoides*. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, Jahrgang 1973*, **12**: 719-735.
- Fürsich, F. T. i Palmer, T. J. 1975. Open crustacean burrows associated with hardgrounds in the Jurassic of the Cotswolds, England. *Proceedings of the Geologists' Association*, **86**, 2: 171-181.
- Głazek, J. i Radwański, A. 1968. Determination of brittle star vertebrae in thin sections. *Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences, Série des Sciences Géologiques et Géographiques*, **16**, 2: 91-96.
- Goldfuss, A. 1829. Petrefacta Germaniae. Część 1, 160-205. Dsseldorf.
- Gordon, C. M. i Donovan, S. K. 1992. Disarticulated echinoid ossicles in paleoecology and taphonomy: The Last Interglacial Falmouth Formation of Jamaica. *Palaios*, **7**: 157-166.
- Gutowski, J. 1992. Górny oksford i kimeryd północno-wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. 1-208. Rozprawa doktorska, niepublikowana; Archiwum Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego.



- Gutowski, J. 1998. Oxfordian and Kimmeridgian of the northeastern margin of the Holy Cross Mountains, Central Poland. *Geological Quarterly*, **42**, 1: 59-72.
- Hess, H. 1975a. Die fossilen Echinodermen des Schweizer Juras. *Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum Basel*, **8**: 5-130.
- Hess, H. 1975b. Mikropalontologische Untersuchungen an Ophiuren; VII. Die Ophiuren aus den Humeralis-Schichten (Ober-Oxford) von Raedersdorf (Ht-Rhin). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **68**, 3: 603-612.
- Howard, J. D. i Frey, R. W. 1975. Estuaries of the Georgia Coast, U.S.A.: Sedimentology and biology, II – regional animal-sediment characteristics of Georgia estuaries. *Senckenbergiana Maritima*, **7**: 33-103.
- Kaźmierczak, J. i Pszczółkowski, A. 1968. Nicciągłości sedymentacyjne w dolnym kimerydzie południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. *Acta Geologica Polonica*, **18**, 3: 587-612.
- Kennedy, W. J. 1967. Burrows and surface traces from the Lower Chalk of Southern England. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology*, **15**, 3: 127-167.
- Klikushin, V. G. 1996. Late Jurassic crinoids from Sudak environs (Crimea). *Palaeontographica*, **238A**, 5-6: 97-151.
- Kutek, J. 1962. Osuwiska podmorskie i krzemienie w dolnokimerydzkich wapieniach okolic Małogoszcza. *Acta Geologica Polonica*, **12**, 3: 377-391.
- Kutek, J. 1968. The Kimmeridgian and Uppermost Oxfordian in the SW margins of the Holy Cross Mts (Central Poland); Part I – Stratigraphy. *Acta Geologica Polonica*, **18**, 3: 493-586.
- Kutek, J. 1969. The Kimmeridgian and Uppermost Oxfordian in the SW margins of the Holy Cross Mts (Central Poland); Part II – Paleogeography. *Acta Geologica Polonica*, **19**, 2: 221-321.
- Kutek, J., Matyja, B. A. i Wierzbowski, A. 1984. Late Jurassic biogeography in Poland and its stratigraphical implications. W: Michelsen, O. i Zeiss, A. (red.), *International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, **3**: 743-754.
- Kutek, J., Matyja, B. A., Radwański, A. i Wierzbowski, A. 1992. Large quarry of cement works at Małogoszcz; Kimmeridgian. W: Matyja, B. A., Wierzbowski, A. i Radwański, A. (red.), Oxfordian i Kimmeridgian Joint Working Groups Meeting: Guide Book i Abstracts. 30-34, Institute of Geology, University of Warsaw, Warszawa.
- Loriol, P. 1889. Crinoides; Familie des Comatulides. W: G. Masson (red.), Paléontologie française, ou description des fossiles de la France, Série 1, Animaux invertébrés, Terrain jurassique; **11**, 2, Feuilles 23-37: 431-542. Paris.
- Luther, W. 1958. Symbiose von Fischen (Gobiidae) mit einem Krebs (*Alpheus djiboutensis*) im Roten Meer. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, **15**, 2: 175-177.
- Macnae, W. i Kalk, M. 1962. The fauna and flora of sand flats at Inhaca Island, Moçambique. *The Journal of Animal Ecology*, **31**, 1: 93-128.
- Macurda, D. B. i Meyer, D. L. 1983. Sea lilies and feather stars. *American Scientist*, **71**, 4: 354-365.
- Matyja, B. A. 1985, 1991. Jurassic. W: Belka Z., Matyja B. A. i Radwański A. (red.), Field-Guide of the geological excursion to Poland. 65-70, Institute of Geology, University of Warsaw, Warszawa.
- Meyer, C. A. 1984. Palkologie und Sedimentologie der Echinodermenlagerstätte Schofgraben (mittleres Oxfordian, Weissenstein, Kt. Solothurn). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **77**, 3: 649-673.
- Meyer, C. A. 1990. Depositional environment and palaeoecology of crinoid-communities from the Middle Jurassic Burgundy-Platform of Western Europe. W: Ridder C., Dubois P., Lahaye M-C i Jangoux M. (red.), Echinoderm Research. 25-31, Balkema, Rotterdam.
- Meyer, D. L. i Macurda, D. B. 1977. Adaptive radiation of the comatulid crinoids. *Paleobiology*, **3**, 1: 74-82.
- Moore, R. C. i McCormick, L. 1969. General features of Crustacea. W: Moore R. C. (red.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R (Arthropoda 4, Vol. 1). R57-R120, Lawrence, Kansas.
- Morton, B. 1989. Partnerships in the sea: Hong Kong's marine symbioses. 1-124, Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Nebelsick, J. H. 1992. The Northern Bay of Safaga (Red Sea, Egypt): An actuopalaeontological approach; III, Distribution of echinoids. *Beiträge zur Paläontologie von sterreich*, **17**: 1-79.
- Oji, T. 2001. Fossil record of echinoderm regeneration with special regard to crinoids. *Microscopy Research and Technique*, **55**: 397-402.
- Oji, T. i Okamoto, T. 1994. Arm autotomy and arm branching pattern as anti-predatory adapta-

- tions in stalked and stalkless crinoids. *Paleobiology*, **20**, 1: 27-39.
- Palmer, G. 1963. A record of the gobiid fish *Cryptocentrus lutheri* Klausewitz from the Persian Gulf, with notes on the genus *Cryptocentrus*. *Senckenbergiana Biologica*, **44**, 6: 447-450.
- Pożaryski, W. 1948. Jura i kreda między Radomiem, Zawichostem i Kraśnikiem. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **46**: 1-141.
- Radwańska, U. 1987. Free-living crinoids from the Korywnica Clays (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). *Acta Geologica Polonica*, **37**, 3-4: 113-129.
- Radwańska, U. 1999. Lower Kimmeridgian echinoids of Poland. *Acta Geologica Polonica*, **49**, 4: 287-364.
- Radwańska, U. 2003. *Sievertsella*, a replacement name for *Sievertsia* Radwańska, 1987 (Echinodermata, Crinoidea), preoccupied by *Sievertsia* Smith i Paul, 1982 (Echinodermata, Cyclozoosteoidea). *Acta Geologica Polonica*, **53**, 4: 321.
- Radwańska, U. i Radwański, A. 2003. Siedlisko życia, miejsce pogrzebania oraz epibionty ramienionogów *Sellithyris subsella* (Leymerie, 1846) z muszlowców dolnego kimerydu Małogoszcza. *Tomy Jurańskie*, **1**: 85-92.
- Radwańska, U. i Radwański, A. 2005. Myzostomid and copepod infestation of Jurassic echinoderms: A general approach, some new occurrences, and/or re-interpretation of previous reports. *Acta Geologica Polonica* (złożone do druku).
- Radwański, A. 1977. Present-day types of trace in the Neogene sequence; their problems of nomenclature and preservation. W: Crimes, T. P. i Harper, J. C. (red.), Trace Fossils 2, *Geological Journal Special Issues*, **9**. 227-264.
- Radwański, A. 1995. A unique, „trilobite-like“ fossil the isopod *Cyclosphaeroma malogostianum* sp.n. from the Lower Kimmeridgian of the Holy Cross Mountains, Central Poland. *Acta Geologica Polonica*, **45**, 1-2: 9-25.
- Radwański, A. 2003. Wapicenie pasiaste dolnego kimerydu Gór Świętokrzyskich: przykłady prolapsji, diastazy, oraz systemu nor piętrowych. *Tomy Jurańskie*, **1**: 71-76.
- Rindsberg, A. K. 1990. Ichnological consequences of the 1985 International Code of Zoological Nomenclature. *Ichnos An International Journal for Plant and Animal Traces*, Vol. 1, 1. 59-63. Harwood Academic Publishers, Chur London.
- Roniewicz, E. i Roniewicz, P. 1971. Upper Jurassic coral assemblages of the Central Polish Uplands. *Acta Geologica Polonica*, **21**, 3: 399-422.
- Shinn, E. A. 1968. Burrowing in Recent lime sediments of Florida and the Bahamas. *Journal of Paleontology*, **42**, 4: 879-894.
- Smith, A. B. 1984. Echinoid Palaeobiology. 1-190. George Allen i Unwin, London.
- Szulczewski, M. 1971. Upper Devonian conodonts, stratigraphy and facial development in the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica*, **21**, 1: 1-129.
- Wright, T. 1855-1859. A monograph on the British fossil Echinodermata of the Oolitic Formations; Part 1, The Cidaridae, Hemicidaridae, and Diademmatidae; Part 2, The Diademmatidae, Echinidae, Salenidae, and Echinoconidae; Part 3, The Collyritidae, Echinobrissidae, and Echinolampidae. Monographs of the Palaeontographical Society. 1-481. London.