Nr 6
2014

# ROCZNIK MUZEUM EWOLUCJI

INSTYTUTU PALEOBIOLOGII PAN

ISSN 1689-8540
Warszawa 2014

# MUZEUM EWOLUCJI

**INSTYTUTU PALEOBIOLOGII PAN**

Prezentujemy:

- **szkielety wielkich dinozaurów z Mongolii**
- **modele płazów i gadów z krasiejowskiego cmentarzyska**
- **realistyczną rekonstrukcję australopiteka Lucy**
- **wystawę Kto mi dał nogi? Podbój lądów przez kręgowce**

Organizujemy
**lekcje muzealne** ilustrowane
prezentacjami multimedialnymi,
**warsztaty edukacyjno-plastyczne**
oraz **urodziny wśród dinozaurów**
(konieczna rezerwacja telefoniczna **22 656 66 37**)
Szczegóły na miejscu lub na **www.muzewol.pan.pl**

**GODZINY OTWARCIA**
wtorek – piątek: **8.00 – 16.00**
sobota i niedziela: **10.00 – 17.00**
poniedziałek i dni świąteczne } **nieczynne**

**MUZEUM EWOLUCJI Instytutu Paleobiologii PAN**
Pałac Kultury i Nauki, Plac Defilad 1, 00-110 Warszawa
(wejście od ul. Świętokrzyskiej przez Pałac Młodzieży)
telefon: **(22) 656 66 37**, fax: **(22) 620 62 25**,
e-mail: **muzewol@paleo.pan.pl, www.muzewol.pan.pl**

# Od redaktora

Niniejszym przedstawiam szóste wydanie zapoczątkowanej w 2009 roku serii wydawniczej Muzeum Ewolucji. Zawiera ono pięć artykułów o tematyce paleobiologicznej. Zgodnie z duchem czasu, niniejsze wydanie Rocznika dostępne jest tylko w wersji online.

Pierwszy tekst opisuje – w entuzjastyczny sposób – ewolucję bocianów. Drugi przedstawia najstarsze skamieniałości zwierząt z terenu Polski. Trzeci opowiada o bezłodyżkowych liliowcach, które żyły w tropikalnym morzu pokrywającym w jurze teren obecnych Gór Świętokrzyskich. Z czwartego tekstu możemy się dowiedzieć, jak rzeczywiście wyglądał „strasznoręki" dinozaur, którego niekompletne szczątki znaleziono przed laty na pustyni Gobi. To nasz, instytutowy akcent – zmontowane kończyny przednie bohatera tej powieści stanowią jeden z najbardziej frapujących eksponatów w Muzeum Ewolucji. Wreszcie piąty tekst opowiada o „nie całkiem umarłym" jurajskim liliowcu w kontekście badań nad zjawiskiem regeneracji szkieletu szkarłupni.

Zapraszam do lektury oraz do zwiedzania Muzeum Ewolucji!

Marcin Machalski
redaktor Rocznika

Instytut Paleobiologii PAN
ul. Twarda 51/55
00-818 Warszawa
mach@twarda.pan.pl

# Ewolucja bocianów

Piotr GRYZ

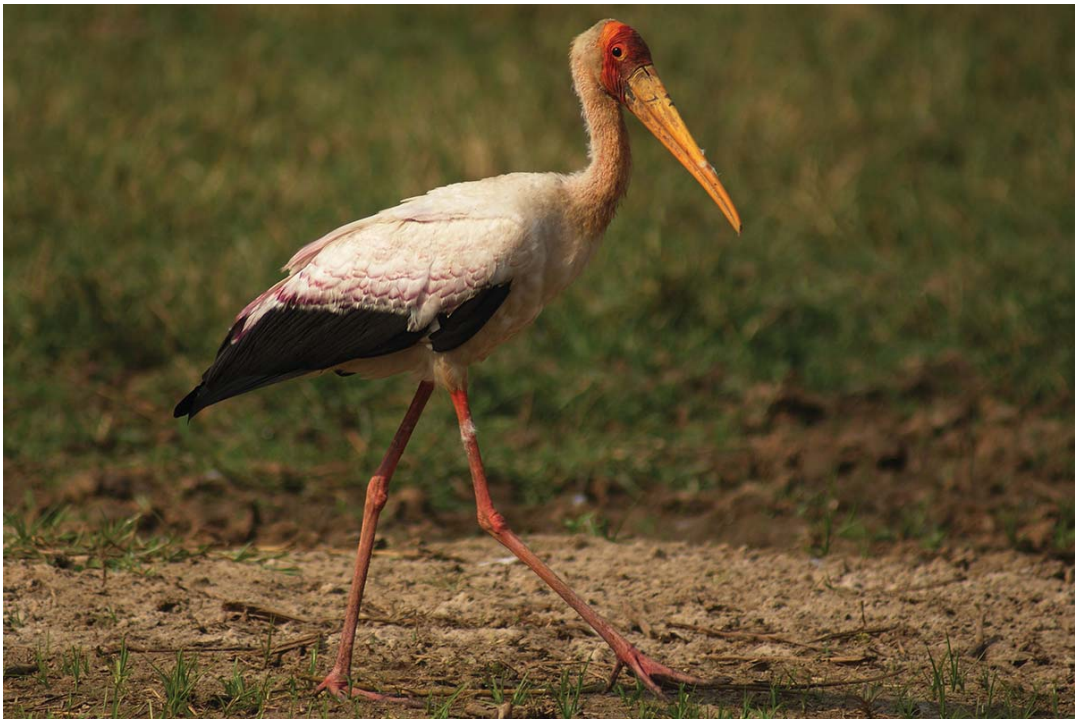
**Bociany to grupa ptaków obejmująca obecnie 19 gatunków, które zamieszkują wszystkie kontynenty prócz Antarktydy. Są to ptaki średnich lub dużych rozmiarów, o długich szyjach, nogach i dziobach. Ze względu na kształt dzioba rodzinę bocianowatych dzieli się tradycyjnie na trzy szczepy: dławigady, bociany właściwe i marabuty. Choć wszystkie te ptaki tworzą dość jednolitą grupę, ich wzajemne pokrewieństwo oraz powiązania z innymi ptakami są wciąż przedmiotem dyskusji. Równie niejasna jest wczesna ewolucja bocianów, o której przebiegu świadczą nieliczne, mocno fragmentaryczne i zagadkowe skamieniałości.**

W ostatnich latach modnym tematem są kopalne ptaki z czasów dinozaurów. Kolejne odkrycia sprawiają, że coraz lepiej poznajemy ich ewolucję (np. Godefroit i in. 2013). Niestety, z dzisiejszymi gatunkami jest pod tym względem znacznie gorzej. Jeśli wybierzemy jakiś współczesny gatunek i zapytamy o jego pochodzenie, to zwykle nie otrzymamy jednoznacznej odpowiedzi, a jedynie ogólne hipotezy dotyczące ewolucji całej grupy, do której należy. Dobrym przykładem są przedstawiciele rodziny bocianowatych (Ciconidae).

Początki i wczesna ewolucja bocianów są owiane mrokiem tajemnicy. Paleontolodzy szacują (głównie na podstawie badań molekularnych), że bociany pojawiły się na Ziemi w eocenie (ok. 50–40 mln lat temu), a nieco później, bo w oligocenie, miała miejsce radiacja współcześnie żyjących rodzajów tych ptaków. Niestety skamieniałości z obu tych epok są bardzo nieliczne. Najstarsze pochodzą ze środkowego eocenu, z terenu Chin. Są to fragmenty kończyn tylnych przypisane do dwóch form: *Eociconia sangequanensis* i *Sanshuiornis zhangi*. Niekompletność tych szczątków sprawia jednak, że nie ma pewności co do tego, czy były to rzeczywiście bociany. Taką pewność mamy już w przypadku egipskich skamieniałości z oligocenu, należących do *Palaeoephippiorhynchus dietrichi*. Pośród szczątków tego ptaka zachował się prawie kompletny dziób, który przypomina kształtem dziób jednego ze współczesnych bocianów – żabiru, od których jednak egipski „prabocian" różnił się krótszymi kończynami tylnymi. Podobnie jak żabiru, *P. dietrichi* był gatunkiem silnie związanym ze środowiskiem wodnym i osiągającym podobne rozmiary. Potwierdziły to nieco młodsze szczątki kolejnego przedstawiciela rodzaju – *Palaeoephippiorhynchus edwardsi*, pochodzące z miocenu Francji i Libii.

## W poszukiwaniu krewniaków

Opisane wyżej skamieniałości są jedynymi dokumentami wczesnej ewolucji bocianów. Pewną dodatkową wskazówką co do jej przebiegu może być szczątkowa błona pławna, którą mają dzisiejsze bociany. Jej obecność sugeruje, że przodkami bocianów były ptaki pływające, które posiadały w pełni rozwiniętą błonę. Pogląd ten znalazł również odzwierciedlenie we współczesnej systematyce tej grupy, która wciąż jest zmorą taksonomów. Na podstawie anatomii początkowo uważano, że bocianom najbliżej do podobnych warug, trzewikodziobów, ibisowatych, czaplowatych i flamingów



Dławigad afrykański (*Mycteria ibis*) (fot. P. Gryz).

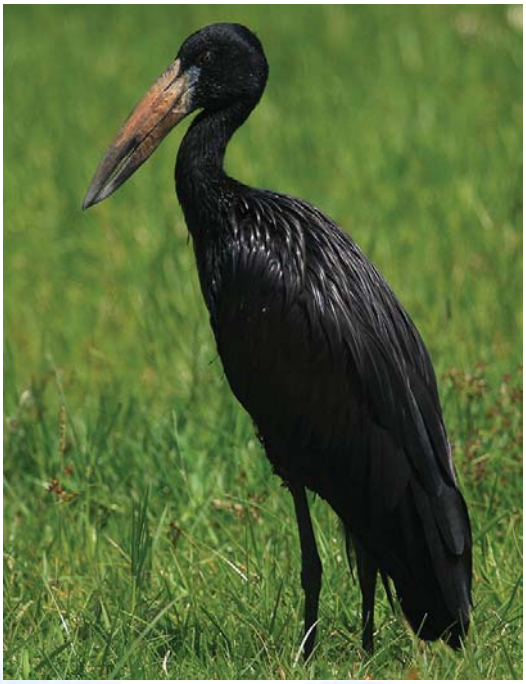
(a więc długonogich ptaków brodzących). Badania pokrewieństwa molekularnego wykazały jednak bliższe związki tych rodzin z pelikanami, a flamingów z perkozami. Wysuniętej na podstawie porównań osteologicznych (czyli porównań szkieletu) hipotezy, według której kondory (Cathartidae) są grupą siostrzaną bocianów, nie potwierdziły późniejsze badania. Ze względu na problemy w klasyfikacji bocianowatych ptaki te zgrupowano w odrębny rząd Ciconiiformes, lecz ta klasyfikacja nie utrzymała się długo. Najnowsze badania (Dickinson i Ramsen 2013) potwierdziły pokrewieństwo bocianów, warug, czapli, głuptaków, pelikanów i kormoranów, dlatego włączono wszystkie te grupy do wielkiego rzędu pelikanowych (Pelecaniformes). Aby jednak zaznaczyć odmienność bocianów, pelikanowe podzielono na dwa podrzędy: bocianowce (Ciconii), z jedną rodziną bocianowatch (Ciconiidae) oraz pelikanowce (Pelecani), zawierający wszystkie pozostałe gatunki, zgrupowane w dziewięciu rodzinach. Same bociany, głównie ze względu na budowę dzioba, podzielono na trzy szczepy: dławigady (Mycterini), bociany właściwe (Ciconiini) i marabuty (Leptoptilini).

## Dławigady i kleszczaki

Dławigady (*Mycteria*) i kleszczaki (*Anostomus*) to dwa rodzaje tworzące szczep dławigadów (Mycterini), który obejmuje dzisiaj sześć gatunków zamieszkujących tropiki Starego Świata (wyjątkiem jest dławigad amerykański *M. americana*). Oba rodzaje charakteryzują się silną specjalizacją pokarmową, wyrażoną przez kształt dzioba, który u dławigadów jest nieco wykrzywiony, a u kleszczaków przyjął unikalny kształt, będący źródłem nazwy ptaków. Jest on bocznie spłaszczony, a obie połówki (fragment górnej jest karbowany) sty-

kają się ze sobą jedynie u nasady i na samym końcu, tworząc pośrodku szeroką owalną szparę, Tak zbudowany dziób przypomina do złudzenia dziadka do orzechów i na dodatek pełni podobną funkcję – ułatwia ptakowi kruszenie skorup małżów i ślimaków, którymi się żywi.

Zapis kopalny linii ewolucyjnej dławigadów obejmuje jedynie przedstawicieli rodzaju *Mycteria*, których najstarsze skamieniałości pochodzą z wczesnego miocenu Arabii Saudyjskiej. Są one tak łudząco podobne do analogicznych fragmentów u dzisiejszego dławigada malajskiego (*M. cinerea*), że brakowało podstaw, by opisać na ich podstawie nowy gatunek. Jeśli arabskie szczątki reprezentują rzeczywiście dławigada malajskiego, to gatunek ten ma za sobą co najmniej 16 milionów lat istnienia. Niestety, może on zniknąć z Ziemi na naszych oczach. Jego populacja liczy nie więcej niż 5,5 tys. osobników i zmniejsza się w zastraszającym tempie za sprawą niszczenia siedlisk, polowań oraz umyślnego niepokojenia w koloniach lęgowych.



Kleszczak afrykański (*Anastomus lamelligerus*) (fot. P. Gryz).

Zdecydowanie lepiej ma się inny współcześnie żyjący gatunek – dławigad amerykański (*M. americana*) znany dzisiaj z Ameryki Północnej. Znalezione w Brazylii skamieniałości tego ptaka sugerują jednak, że pochodzi on z Ameryki Południowej, skąd w plejstocenie rozpoczął kolonizację Ameryki Środkowej i Północnej. Według hipotezy Storrsa Lovejoya Olsona, emerytowanego kustosza Smithsonian Institution oraz słynnego badacza kopalnych ptaków, dławigad amerykański konkurując o pokarm przyczynił się do wyginięcia większego kuzyna (*M. wetmorei*) żyjącego w plejstocenie na obszarze Kalifornii, Florydy oraz Kuby. Z późnego miocenu pochodzi materiał kopalny zbliżonego wielkością gatunku *M. milleri*. Oba osiągały prawdopodobnie do 116 cm długości ciała, czyli więcej niż największy z dzisiejszych przedstawicieli rodzaju, dławigad indyjski *M. leucocephala*. Poza dławigadami, obie Ameryki zamieszkiwały też inne bociany.

## Prawdziwe „boćki"

Do szczepu bocianów właściwych (Ciconiini) należy wszystkich siedem dzisiejszych gatunków rodzaju *Ciconia*, w tym doskonale znany bocian biały (*C. ciconia*). Mniejsze rozmiary oraz brak „udziwnień" w budowie dzioba wskazują na to, że mamy do czynienia z ptakami wszechstronnymi, o niezbyt wygórowanych preferencjach pokarmowych (del Hoyo i in. 1992). Na podstawie różnic w wielkości i morfologii, paleontolodzy wydzielili dwie nieformalne grupy w obrębie bocianów właściwych. Pierwsza to tzw. „grupa bociana białego" (tzw. *Ciconia alba* group), druga to „małe bociany" (ang. *small storks*). Do każdej z tych grup zaliczono są po trzy dzisiejsze gatunki. Problematycznym taksonem jest tutaj nasz bocian czarny (*Ciconia nigra*). Zdania co do jego pokrewieństwa z innymi grupami są bowiem podzielone. „Małe bociany", jak wskazuje na-

Porównanie wielkości kopalnych przedstawicieli rodzaju *Ciconia* z bocianem białym, od lewej: *Ciconia minor*, *C. ciconia* (bocian biały), *C. maltha*, *C. gaudryi* (rys. P. Gryz).

zwa, są mniejsze i zamieszkują obecnie tropiki Starego Świata. Co ciekawe, w ich upierzeniu dominuje barwa czarna, w przeciwieństwie do bieli u przedstawicieli drugiej grupy. Należy do nich między innymi najmniejszy z dziś żyjących bocianów – bocian białobrzuchy (*C. abdimii*). Obie wymienione grupy pojawiają się w zapisie kopalnym jednocześnie, a ich kopalni przedstawiciele różnili się w niewielkim stopniu od obecnie występujących gatunków. Dobrym przykładem są skamieniałości znalezione w utworach miocenu na Wyspie Rusinga na Jez. Wiktorii (Kenia), które opisano jako dwa gatunki. Nie można wykluczyć, że szczątki pierwszego należały do bociana białego – gdyby się to potwierdziło, historia naszego „boćka" liczyłaby sobie przynajmniej 11 mln lat. Drugi gatunek (*C. minor*) był najmniejszym znanym bocianem, prawie o połowę mniejszym od bociana białego. Jego skamieniałości są nieco starsze i pochodzą sprzed 18 mln lat.

Za najstarsze szczątki rodzaju *Ciconia* uważa się skamieniałości przypisane do australijskiego *C. louisebolesae* (Boles 2005). Pochodzą one sprzed ok. 23 mln lat (późny oligocen/wczesny miocen) i reprezentują gatunek zbliżony do grupy małych bocianów, lecz większy, o rozmiarach bociana białego. Inne mioceńskie znaleziska są bardzo niekompletne i pochodzą z Czech, Rumunii (gatunek *C. sarmatica*) oraz Karoliny Płn. (USA).

Na początku pliocenu niektóre bociany osiągnęły pokaźne rozmiary. Największym znanym gatunkiem jest *Ciconia gaudryi*, którego nieliczne szczątki znaleziono w Grecji. Zakładając, że posiadał on podobne proporcje jak bocian

biały, co jest bardzo prawdopodobne, *C. gaudryi* osiągał ok. 165 cm wzrostu, przewyższając pod tym względem największe z dziś żyjących marabutów Niewiele mniejsi byli jego kuzyni: *C. kahli* z RPA, *C. lucida* z Mongolii i *C. maltha* z obu Ameryk. Ten ostatni gatunek, nazywany „bocianem asfaltowym" (ze względu na właściwości miejsca znalezienia), jest najlepiej poznany. Stało się tak za sprawą wyjątkowości stanowiska paleontologicznego, w którym go znaleziono – Rancho La Brea w Kalifornii. Naturalna masa bitumiczna ( „asfalt" ) wypływała w tym rejonie przez dziesiątki tysięcy lat tworząc setki lepkich jeziorek będących pułapką dla różnych zwierząt, w tym bocianów. Tylko z tego miejsca wydobyto przeszło 300 okazów, reprezentujących wszystkie elementy szkieletu (Howard 1942).

Szczątki „bociana asfaltowego" znaleziono także w innych miejscach USA (Arizona, Teksas, Floryda, Idaho, Nebraska), a także na Kubie i w Boliwii. Ten prehistoryczny bocian bardzo przypominał bociana białego, przy czym jego nogi i dziób były dłuższe i bardziej wysmukłe. Cechowały go też znaczne różnice w wielkości pomiędzy różnymi osobnikami, przy czym warto zaznaczyć, że największe osobniki dorastały do ok. 155 cm wysokości (bocian biały ma średnio ok. 103 cm). W ówczesnym świecie, zdominowanym przez megafaunę (np. mamuty i tygrysy szablastozębne), ptak ten zastępował prawdopodobnie nieobecne tam marabuty. Skamieniałości z Nebraski, Kuby i Boliwii sugerują również, że północne populacje (jak te z Nebraski, patrz Feduccia i Rich 1972) mogły wędrować zimą na południe, podobnie jak nasze rodzime bociany. Najstarsze szczątki tego gatunku pochodzą z późnego pliocenu (ok. 3,6 mln lat temu), a najmłodsze sprzed ok. 10 tys. lat. W końcu jednak bocian ten wyginął razem z pozostałą megafauną. Podobny los spotkał też dwa inne, lecz mniejsze bociany epoki lodowej – *C. stehlini* z Węgier oraz *C. nana* z Australii a także niektóre inne gatunki bocianowatych.

## Bociany „z piekła rodem"

Szczep marabutów (Leptoptilini) obejmuje dziś sześć największych gatunków rodziny bocianowatych, zgrupowanych w trzech rodzajach. Rodzaje *Ephippiorhynchus* i *Jabiru* znane są pod wspólną nazwą żabiru. Ich przedstawiciele osiągają nieco mniejsze rozmiary i są smuklejsi od przedstawicieli trzeciego rodzaju – marabutów (*Leptoptilos*), mają też proporcjonalnie dłuższe nogi i dzioby, które pomagają im w chwytaniu ryb podczas brodzenia w wodzie. Dziś żabiru są szeroko rozprzestrzenione w tropikach wszystkich kontynentów. Niestety, ich ewolucja jest słabo udokumentowana i znane są jedynie dwie kopalne formy tych ptaków. Pierwszą jest *Ephippiorhynchus pakistanensis* z Pakistanu, którego szczątki przypominają dzisiejszego żabiru czerwonogiego (*E. asiaticus*) i pochodzą z późnego miocenu. Skamieniałości należące do drugiego gatunku, *Jabiru codorensis* są nieco młodsze i pochodzą z wczesnego pliocenu. Również i one przypominają dzisiejszy gatunek – żabiru amerykańskiego (*Jabiru mycteria*).

Kość mogolskiego bociana *Ciconia lucida* – prawa kość nadgarstkowo-śródręczna z dolnego pliocenu formacji Hirgis-Nur; okaz w Muzeum Paleontologii im. Orłowa Instytutu Paleontologicznego RAN w Moskwie (fot. P. Gryz).

Porównanie wielkości największych, kopalnych przedstawicieli rodzaju *Leptoptilos* ze współczesnym marabutem indyjskim, kolejno od od lewej *Leptoptilos dubius* (marabut indyjski), *L. robustus* oraz *L. falconeri* (rys. P. Gryz).

Właściwe marabuty (*Leptoptilos*) są największymi bocianami, a ich ogromny, rosnący całe życie dziób to jeden z najstraszniejszych rodzajów broni w świecie ptaków (del Hoyo i in. 1992). Właściwe marabuty pojawiły się w miocenie i już wkrótce stały się szeroko rozpowszechnione. Szczątki z tego okresu znaleziono na terenie Pakistanu (zagadkowa forma „*Leptoptilos siwalicensis*" ), Tunezji (*L. richae*) i Argentyny (*L. patagonicus).* Szczególnie to ostatnie znalezisko jest interesujące, ponieważ wskazuje, że niegdyś ptaki te były szerzej rozprzestrzenione niż dziś (obecnie marabuty nie występują w Ameryce, a nawet w plejstocenie zastępowały je wspomniane wyżej duże bociany, takie jak *C. maltha*). Wszystkie te skamieniałości należały do ptaków przypominających dzisiejszego marabuta afrykańskiego (*L. crumeniferus*), jednak z początkiem pliocenu, podobnie jak u bocianów właściwych, pojawiły się formy gigantyczne.

Największym, najlepiej poznanym i najszerzej rozprzestrzenionym przedstawicielem tych olbrzymich form był *Leptoptilos falconeri.* Jego szczątki znamy z różnowiekowych utworów Etiopii, Czadu, Indii i Ukrainy. Ten bocian „z piekła rodem" osiągał wysokość ok. 2,0 m i masę ciała ok. 20 kg (dla porównania marabut afrykański osiąga ok. 1,5 m i waży ok. 9 kg.). Część osobników była jednak o 15–20% mniejsza (podobnie jak u wspomnianego *C. maltha*), co może świadczyć o znacznym zróżni-

## Bociany i ludzie

**Już od niepamiętnych czasów bociany towarzyszą ludziom i cieszą się ich sympatią, przynajmniej w naszym kręgu kulturowym. Ich skamieniałości są znajdowane często w pobliżu szczątków naszych przodków. W Afryce obok szczątków wielkich marabutów znaleziono skamieniałości *Ardipithecus ramidus*, wczesnego gatunku *Homo* sp. oraz aż trzech gatunków z rodzaju *Australopithecus* (Louchart i in. 2005), na Jawie człowieka wyprostowanego (*Homo erectus*) a na Flores *Homo floresiensis* (zwanego „hobbitem"). Nasi przodkowie mogli stanowić pożywienie dla tych żarłocznych ptaków. Dla *L. robustus*, uzbrojonego w gigantyczny dziób i osiągającego 1,8 m, zabicie metrowej wysokości „hobbita z Flores" zapewne nie było problemem. Jednakże mogło też być na odwrót – to nasi przodkowie uzbrojeni w narzędzia mogli zabijać marabuty. Istnieje też możliwość, że ptaki gromadziły się w bezpośredniej bliskości hominidów, by żerować na pozostawianych resztkach pożywienia. Być może nigdy nie dowiemy się, jak było naprawdę – wielkie bociany stosunkowo niedawno (w skali geologicznej) zniknęły z naszego globu. Teraz od człowieka zależy, czy ich los podzielą inne ptaki, takie jak bliski kuzyn olbrzymich marabutów i największy z dziś żyjących bocianów – marabut indyjski (*Leptoptilos dubius*). Jest on zagrożony wyginięciem, a jego liczebność jest szacowana na zaledwie 1200–1800 osobników. Jeszcze gorzej ma się przepiękny bocian garbaty (*Ciconia stormi*) z Sumatry, Borneo i Płw. Malajskiego. Jego liczebność szacuje się na zaledwie 400–500 osobników! Na Czerwonej Liście gatunków zagrożonych figuruje też jego kuzyn, bocian czarnodzioby (*C. boyciana*) z Japonii i Dalekiego Wschodu, a kolejne sześć gatunków najprawdopodobniej wkrótce też się tam znajdzie. Miejmy więc nadzieję, że te przepiękne ptaki nie znikną z powierzchni naszej planety.**

cowaniu w obrębie populacji lub o wyraźnym dymorfizmie płciowym. Ze względu na swoje rozmiary, ptaki te prawdopodobnie prowadziły naziemny tryb życia i najwyraźniej były nielotne. Wskazują na to mniejsze proporcje kończyn przednich w stosunku do tylnych niż u dzisiejszych gatunków (Louchart i in. 2005). *L. falconeri* wyginął z końcem pliocenu. Bociany „z piekła rodem" nie powiedziały jednak ostatniego słowa – w plejstocenie pojawiły się ich mniejsze gatunki: *L. titan* z Jawy, *L. robustus* z Flores i *L. lüi* z pn-wsch Chin.

## Literatura cytowana


Boles, W.E. 2005. A review of the Australian fossil storks of the genus *Ciconia* (Aves: Ciconiidae), with the description of a new species. *Records of the Australian Museum* 57 (2): 165–178.

del Hoyo, J., Elliot, A. i Sargatal, J. (red.) 1992. *Handbook of the Birds of the World. Tom 1. Ostrich to Ducks.* Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

Dickinson, E. C. i Remsen Jr., J.V. (red.). 2013. *The Howard and Moore Complete Checklist of the Birds of the World. 4th. Edition, Vol. 1 Non-passerines*. Aves Press, Eastbourne, U.K.

Feduccia, A. i Rich, P. V. 1972. Avifauna from the Keim Formation, Brown County, Nebraska. w: M.F. Skinner i C.W. Hibbard (red.), Early Faunas of North Central Nebraska. *Bulletin American Museum of Natural History* 148 (1):72–76.

Godefroit, P., Cau, A., Dong-Yu, H., Escuillié, F., Wenhao, W. i Dyke, G. 2013. A Jurassic avialan dinosaur from China resolves the early phylogenetic history of birds. *Nature* 498: 359–362.

Howard, H. 1942. A review of the American fossil storks. *Carnegie Institution of Washington, Contributions to Paleontology* 530: 189–203.

Louchart, A., Vignaud, P., Likius, A., Brunet, M. i White, T.D. 2005. A large extinct marabou stork in African Pliocene hominid sites, and a review of the fossil species of *Leptoptilos. Acta Palaeontologica Polonica* 50 (3): 549–563.

# Najstarsze polskie skamieniałości

Michał STACHACZ

**Skamieniałości wczesnokambryjskie, a więc pochodzące z początków „wielkiej eksplozji" tkankowców, występują w kilku regionach Polski. W okolicach Kotuszowa w Górach Świętokrzyskich odsłaniają się mułowce, które zawierają hiolity, akritarchy oraz skamieniałe ślady działalności zwierząt. W zapewne równowiekowych piaskowcach z Ociesęk występują trylobity i ramienionogi bezzawiasowe; rozpoznano też 80 form skamieniałych śladów dawnych organizmów. Wapienie wojcieszowskie z Sudetów zawierają z kolei intrygujące skamieniałości archeocjatów. Jednak najciekawsze wczesnokambryjskie skamieniałości pochodzą z głębokich odwiertów wykonanych przed laty na północy i wschodzie kraju. W rdzeniach wierceń Kościerzyna IG-1 oraz Wyszków IG-1 stwierdzono skamieniałości wczesnych stawonogów: „miękkociałe" trylobity, a także fragment anomalokaryda. Swym stanem zachowania przypominają one skamieniałości ze słynnych łupków w Burgess. Szkoda tylko, że występują tysiące metrów pod ziemią.**

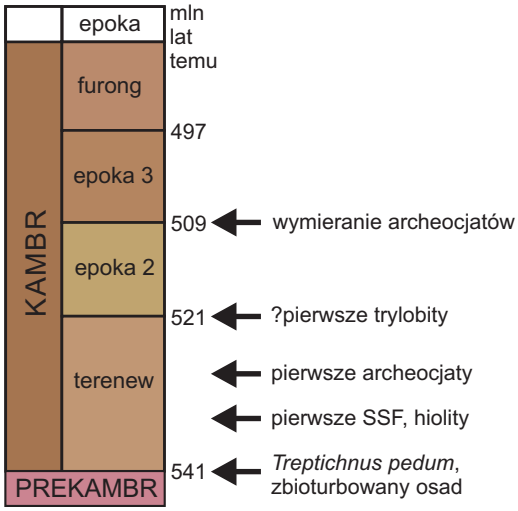
Jeszcze przed kilkudziesięciu laty w prosty sposób odróżniano skały kambru od starszych utworów. Pojawienie się w skałach makroskamieniałości, a zwłaszcza pancerzy trylobitów, pozwalało przyjąć ich kambryjski wiek. Natomiast skały bez takich skamieniałości uznawano za prekambryjskie. Obecnie jednak znamy liczne makroskamieniałości prekambryjskie, choćby przedstawicieli słynnej „fauny" ediakarskiej, zwanych też wendobiontami (Seilacher 1989).

Obecnie stratygrafowie definiują początek kambru pojawieniem się zbioturbowanego osadu oraz skamieniałości śladowej *Treptichnus pedum* (Brasier i in. 1994).

## Szkielety: małe i duże

Istotnym krokiem w ewolucji zwierząt było pojawienie się szkieletów. Drobne skamieniałości szkieletowych organizmów rozpoznano początkowo na Syberii, następnie w innych miejscach; szczególnie obficie występują one w Chinach. Te małe skamieniałości znane są w literaturze jako SSF (ang. *small shelly fossils*, czyli małe skamieniałości skorupkowe) lub jako fauna tommocka (od miasta Tommot na Syberii, od którego zapożyczono lokalne wydzielenie kambru o tej samej nazwie). Skamieniałości te obejmują zróżnicowane, fosforanowe i wapienne formy, np. stożki, rurki, płytki i kolce. Niektóre z tych skamieniałości reprezentują prymitywne mięczaki, gąbki, szkarłupnie, inne prawdopodobnie robaki, a także niezidentyfikowane organizmy (Dzik 1994).

W tommocie pojawiły się również archeocjaty, tworzące kubkowate, osobnicze lub kolonijne szkielety. Organizmy te są obecnie uważane za specyficzne gąbki. Archeocjaty pospolicie występowały dopiero w drugiej epoce kambru, kiedy tworzyły rafy zasiedlane także przez inne organizmy. Wraz z końcem terenewu (pierwszej epoki kambru, około 521 mln lat temu), pojawiły się pierwsze trylobity. Ten fakt stał się powodem wydzielenia drugiej epoki kambru, jednakże epoka ta do tej




Współczesny podział kambru (wg ISCS 2013) z zaznaczeniem najważniejszych wydarzeń biotycznych. Druga i trzecia epoka kambru pozostają nadal bez nazwy i definicji. Terenew i druga epoka odpowiada „wczesnemu kambrowi" według trójdzielnego podziału, który stosowano dawniej.

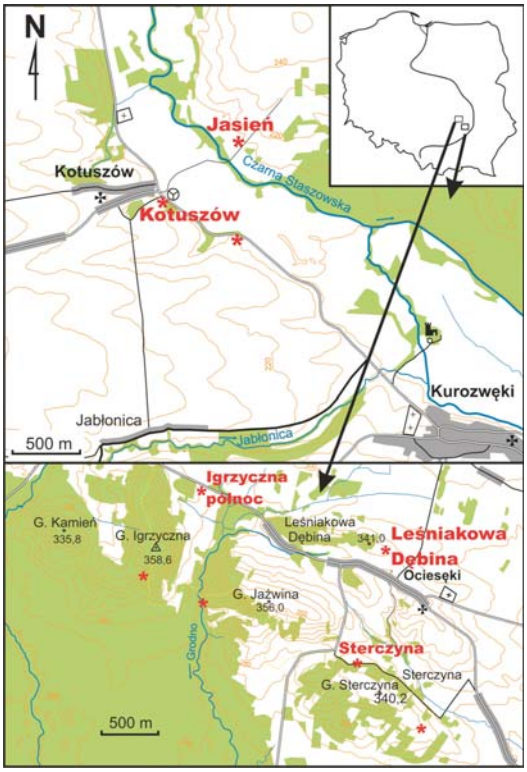
pory nie została nazwana (zob. ISCS 2013). Jak widać, współczesna definicja dolnej granicy kambru różni się od tej sprzed lat, gdy utożsamiano ją z pojawieniem się trylobitów.

## Tajemnice łupków Czarnej

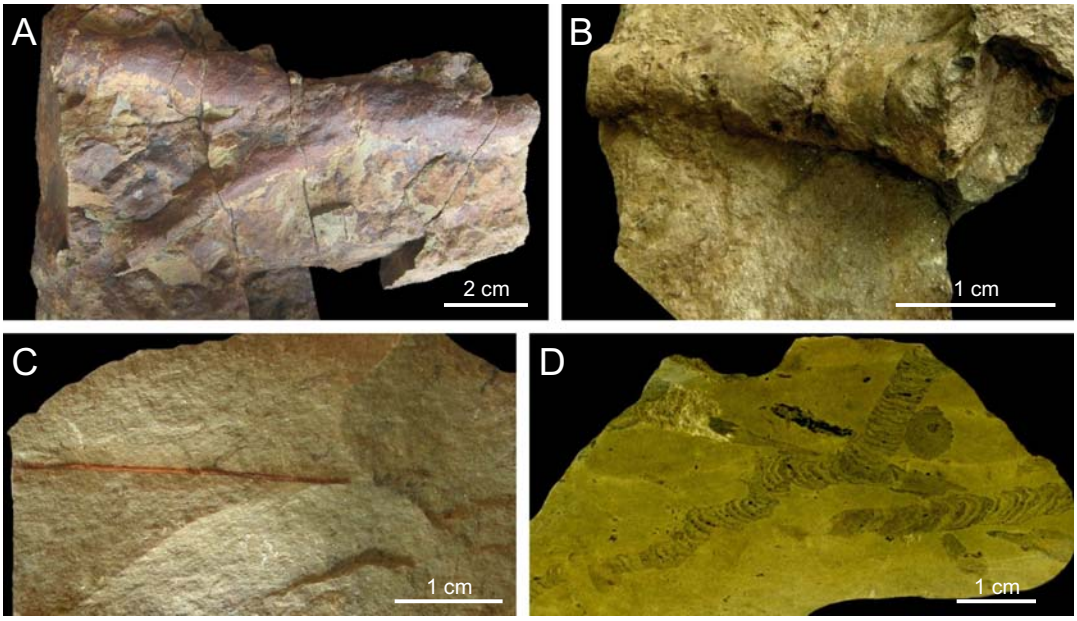
Na południowym obrzeżu Gór Świętokrzyskich, poza zwartym obszarem wychodni paleozoiku, w okolicach Kotuszowa i Kurozwęk, odsłaniają się mułowce, łupki mulaste i ilaste przeławicone piaskowcami. Skały te zaliczane są do formacji łupków Czarnej (Orłowski 1975). Przez długi czas uważano je za prekambryjskie (wendyjskie), lecz ostatecznie zostały uznane za dolnokambryjskie (541–509 mln lat temu). Według różnych interpretacji omawiane utwory geologiczne wiekowo reprezentują terenew, lub drugą epokę kambru (*Series* 2 wg tabeli stratygraficznej ISCS 2013). W łupkach Czarnej znaleziono zróżnicowane mikro- i makroskamieniałości, jednakże występują one w nielicznych warstwach i są trudne do interpretacji. Właśnie z powodu ubóstwa skamieniałości, przez długi czas przyjmowano prekambryjski wiek tych utworów.

Skały najniższego ogniwa tej formacji, reprezentujące ogniwo łupków kotuszowskich, odsłaniają się obok przystanku PKS w Kotuszowie. Są one niemal zupełnie pozbawione skamieniałości. Zawierają jedynie skamieniałości śladowe *Planolites* oraz plamy, reprezentujące zapewne struktury bioturbacyjne (Stachacz 2012b).

Badania wyższych ogniw formacji łupków Czarnej ujawniły bardziej wyrazisty zapis życia. W odsłonięciu pomiędzy Kotuszowem a Jasieniem, na lewym brzegu rzeki Czarnej Staszowskiej, występują łupki, w których stwierdzono skamieniałości hiolitów (wymarłe




Lokalizacja odsłonięć najstarszych skał kambru w Górach Świętokrzyskich. Gwiazdką oznaczone wychodnie opisanych skał.




Skamieniałości śladowe z łupków odsłoniętych między Kotuszowem a Jasieniem. A, B. *Planolites beverleyensis*. C. *Trichichnus linearis*. D. ? *Taenidium* isp. (fot. M. Stachacz).

mięczaki bentoniczne o podłużnych, zbliżonych do stożka muszlach), reprezentujących rodzaje *Hyolithes* i *Alatheca* (Orłowski i Waksmundzki 1986). Ponadto opisano z tych utworów skamieniałości *Sabellidites* i *Coleoloides* o niejasnej pozycji systematycznej, zaliczane do robaków bądź otwornic (Pajchlowa 1990; Żakowa i Jagielska 1970). Na podstawie wymienionych skamieniałości skały formacji łupków Czarnej zaliczono do poziomu *Hyolithes-Alatheca* najstarszego kambru przedtrylobitowego, czyli uznano je za starsze od najstarszych znanych warstw z trylobitami (Orłowski i Waksmundzki 1986; Kowalski 1983). Badania akritarchów wskazały jednak znacznie młodszy, "trylobitowy" wiek formacji łupków Czarnej (np. Kowalczewski i in. 1987), a zatem kwestia wieku dyskutowanych skał wciąż pozostaje otwarta. Łupki formacji Czarnej nie zawierają skamieniałości trylobitów, a umiejscowienie ich w trylobitowych poziomach *Schmidtiellus-Holmia* i *Protolenus-Issafeniella* opiera się wyłącznie na badaniach akritarchów z grupy *Skiagia* (np. Kowalczewski i in. 1987).

W najwyższej części formacji łupków Czarnej obecne są natomiast ślady działalności życiowej organizmów (ang. *trace fossils*) wytworzone przez stawonogi, być może reprezentujące trylobity. Pojawienie się takich skamieniałości śladowych w najwyższej części formacji może sugerować, że końcowy etap osadzania się tej formacji miał miejsce w czasie, gdy pojawiły się już pierwsze trylobity (początek drugiej epoki kambru, około 521 milionów lat temu).

Nawet jeżeli skały formacji Czarnej z rejonu Kotuszowa reprezentują kambr trylobitowy, a nie przedtrylobitowy, są one jednymi z najstarszych skał w Polsce, w których można znaleźć makroskamieniałości. Oprócz wspomnianych wcześniej skamieniałości szkieletowych hyolitów i małych organizmów skorupkowych, stwierdzono w nich glony i zróżnicowane skamieniałości śladowe, reprezentujące głównie ślady żerowania organizmów w osadzie. Najczęściej występują pospolite, proste formy *Pla-*

*nolites beverleyensis*, *P. montanus* i *Palaeophycus* isp. Rzadziej występują bardziej złożone ślady żerowiskowe bądź mieszkalno-żerowiskowe, np.?*Dictyodora* isp., *Gyrolithes polonicus*, *Phycodes circinatus*,?*Taenidium* isp. oraz *Trichichnus linearis* (Stachacz 2012).

## Sterczyna sławna trylobitami

W odległości kilku-kilkunastu kilometrów od opisanych powyżej odsłonięć łupków Czarnej z rejonu Kotuszowa, w sercu Gór Świętokrzyskich odsłaniają się piaskowce z Ociesęk. Formacja ta reprezentuje dwa poziomy trylobitowe: *Shmidtiellus-Holmia* i *Protolenus-Issafeniella* drugiej epoki kambru oraz mały odcinek poziomu trzeciej epoki kambru (Mizerski i in. 1986). Zgodnie z najnowszymi koncepcjami (Kowalczewski i in. 2006), piaskowce z Ociesęk są tego samego wieku co łupki Czarnej, jednak w przypadku formacji z Ociesęk wiek jest dobrze udokumentowany znaleziskami trylobitów.

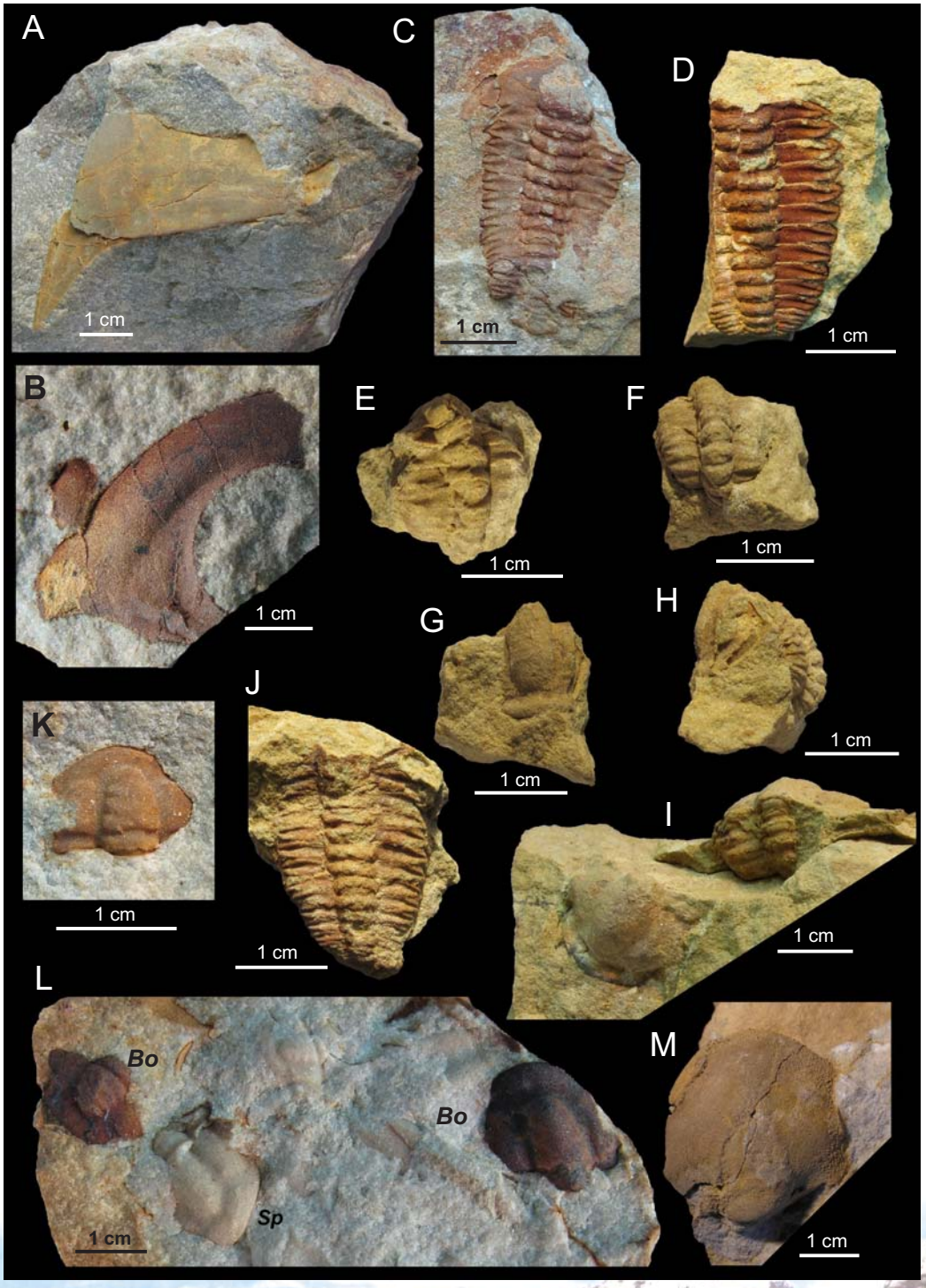
Piaskowce formacji z Ociesęk zawierają bardzo liczne trylobity, co przyczyniło się do rozsławienia tej świętokrzyskiej wsi wśród paleontologów zainteresowanych kambrem i trylobitami. Pomimo stwierdzenia, że trylobity w tych skałach są bardzo liczne, należy uprzedzić, że znalezienie ładnych okazów wymaga tu cierpliwości i tężyzny fizycznej. W praktyce najbardziej efektywnym sposobem pozyskania ładnych trylobitów jest rozbijanie najgrubszych ławic twardych piaskowców. Konieczność ciężkiej i żmudnej pracy powoduje, że większość zbieraczy skamieniałości zniechęca się po krótkiej wizycie w odsłonięciu i wraca do domu bez okazów.

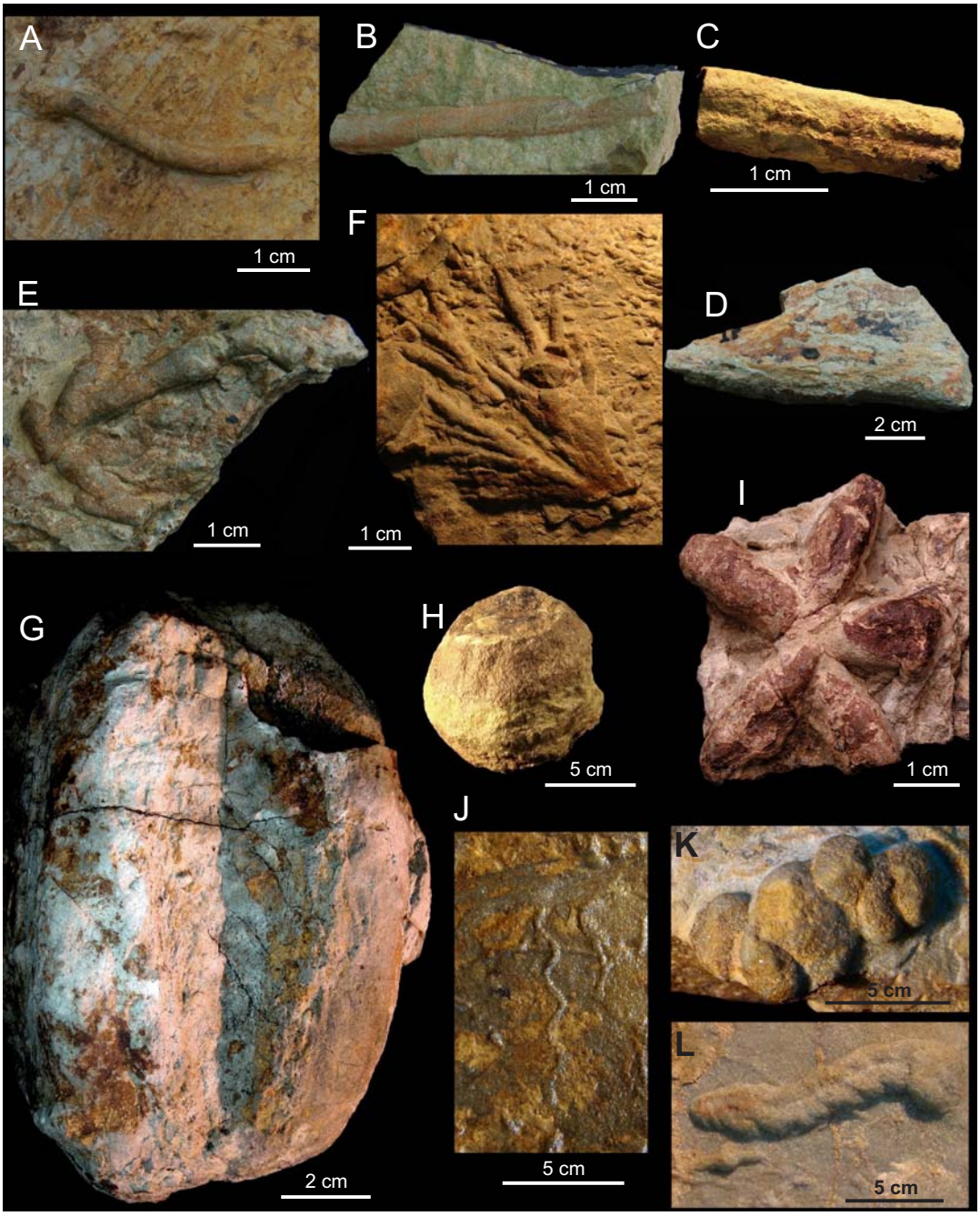
Niższa część formacji piaskowców z Ociesęk (poziom *Schmidtiellus-Holmia*), zawierająca skamieniałości trylobitów odsłania się w małym łomie przy szczycie wzgórza Sterczyna i przy drodze z Ociesęk do Daleszyc, u podnóża wzgórza Igrzyczna. Ładnie zachowane okazy trylobitów można również zebrać w luźnych blokach skalnych ułożonych na miedzach na wzgórzu Leśniakowa Dębina. Szczegółowe opisy odsłonięć dających szanse na znalezienie ładnych trylobitów przedstawił Kozłowski (2001). Należy jednak wiedzieć, że większość znalezionych w tych stanowiskach okazów będzie niekompletnymi szczątkami, czy wręcz tylko pojedynczymi segmentami pancerza. Najliczniej spotykanymi kompletnymi trylobitami są *Berabichia* („*Comluella*") *oratrix* i *Strenuella polonica*. Wśród szczątków obejmujących pojedyncze segmenty pancerza występuje również *Holmia* sp. i *Kjerulfia* sp.

## Nie tylko trylobity

Piaskowce formacji z Ociesęk zawierają nie tylko skamieniałości trylobitów. Oprócz nich można tu znaleźć dość rzadkie i niepozorne ramienionogi bezzawiasowe z grupy lingulidów, czy odciski dyskowatych organizmów o niejasnej pozycji systematycznej (być może reprezentujących czułkowce, zob. Dzik 1991) z rodzajów *Velumbrella* i *Rotadiscus* (Masiak i Żylińska 1994). Najbardziej liczne i zróżnicowane są skamieniałości śladowe. Analizując zespół skamieniałości szkieletowych z piaskowców z Ociesęk, można by sobie wyobrazić, że w drugiej epoce kambru, w płytkim morzu u wybrzeży prakontynentu Baltika żyły niemal wyłącznie trylobity i małe ramienionogi. Takie wyobrażenie byłoby jednak błędne. Wielkie zróżnicowanie skamieniałości śladowych, głównie śladów żerowania, ale także ich

Trylobity z piaskowców z rejonu Ociesęk. A. *Kjerulfia* sp. B. *Holmia* sp. C–J. *Strenuella polonica*. K. *Berabichia oratrix*. L. *Berabichia oratrix* (Bo) i *Strenuella polonica* (Sp). M. *Issafeniella*? *orlowinensis*. Okazy pochodzą z następujących stanowisk: Igrzyczna-Północ (A, C), Leśniakowa Dębina (B, K, L), Sterczyna (D–J), Wysokówka (M) (fot. M. Stachacz). →


A
1 cm
C
1 cm
D
1 cm
B
1 cm
E
1 cm
F
1 cm
G
1 cm
H
1 cm
J
1 cm
K
1 cm
I
1 cm
L
Bo
Bo
Sp
1 cm
M
1 cm




Skamieniałości śladowe piaskowców z Ociesęk. A. *Planolites beverleyensis*. B. *Palaeophycus tubularis*. C. *Teichichnus duplex*. D. *Teichichnus rectus*. E. *Treptichnus pedum*. F. *Phycodes circinatus*. G. *Rusophycus crebrus*. H. *Bergaueria perata*. I. *Dactyloidites* cf. *cabanasi*. J. *Cochlichnus anguineus*. K, L. *Nereites* ispp. (fot. M. Stachacz).

nor mieszkalnych, śladów ucieczki, polowania, a być może nawet hodowli bakterii bądź grzybów, wskazuje na różnorodność miękkociałych mieszkańców morskiego dna. W piaskowcach z Ociesęk rozpoznano conajmniej 80 ichnogatunków (gatunków śladów organizmów), wytworzonych przez organizmy, które nie zachowały się jako „prawdziwe" skamieniałości szkieletowe. Najczęściej występują tu ślady żerowiskowe *Planolites beverleyensis, P. montanus*, *Phycodes circinatus*, *Treptichnus pedum*, *Trichophycus* isp., *Teichichnus rectus, T. duplex*. Licznie występują też ślady spoczynku trylobitów *Rusophycus* ispp. (Stachacz 2012a, 2013), ślady ukwiałów *Bergaueria perata* oraz nory mieszkalne robaków: *Skolithos* isp. i *Arenicolites* isp.

## Sudeckie archeocjaty

Sudety zbudowane są nie tylko z późnoproterozoiczno-wczesnopaleozoicznych skał metamorficznych. Występują tu między innymi kambryjskie skały osadowe zawierające makroskamieniałości. W Górach Kaczawskich, w północno-zachodniej części Sudetów wydobywa się od dawna kambryjskie wapienie wojcieszowskie. W skałach tych stwierdzono niedawno występowanie archeocjatów i innych szczątków o niejasnej pozycji systematycznej.

Pozycja stratygraficzna wapieni wojcieszowskich była przedmiotem wieloletniej dyskusji, skały te były uznawane za kambryjskie, ordowickie, a nawet permskie. Trudności w datowaniu tych skał są spowodowane ich przekrystalizowaniem. Utwory te zostały przeobrażone razem z otaczającymi je skałami facji zieleńcowej, w wyniku czego mają strukturę przypominającą marmur. Dopiero dokonane w ostatnich latach znaleziska archeocjatów w rejonie miejscowości Mysław pozwoliły bez wątpliwości uznać wapienie za kambryjskie (Białek i in. 2007). Opisane przez cytowanych autorów rodzaje archeocjatów pozwoliły określić wiek wapieni wojcieszowskich na schyłek wczesnego kambru (piętro botom wydzielane na Syberii, koniec epoki 2 według tabeli stratygraficznej ISCS 2013), co oznacza, że sudeckie gąbki są młodsze niż opisane powyżej skamieniałości z Gór Świętokrzyskich. Szkoda, że znalazcy archeocjatów w wapieniach wojcieszowskich nie podali w swej pracy dokładnej lokalizacji znalezisk.

## Podziemne skarbce

Z rdzeni wiertniczych polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej znane są jedne z najstarszych dużych stawonogów kambryjskich. We wczesnokambryjskich mułowcach formacji zawiszyńskiej, w rdzeniu głębokiego otworu wiertniczego Kościerzyna IG-1, na głębokości 4920 m znaleziono odnóże anomalokaryda z rodzaju *Cassubia* (anomalokarydy były największymi zwierzętami kambryjskich mórz, uważane są zwykle za drapieżniki). Ponadto, w rdzeniach otworów Kościerzyna IG-1 (głębokość 4920 m) i Wyszków IG-1 (2240 m) stwierdzono szczątki trylobitomorfów (nazwanych przez autorów „miękkociałymi" trylobitami) z rodzaju *Liwia* (Lendzion i Dzik 1988). W tych samych rdzeniach, ale w warstwach położonych 100–300 m płycej, stwierdzono trylobity poziomu *Schmidtiellus*.

Zarówno anomalokaryd, jak i trylobitomorfy z głębokich wierceń wschodniej Polski charakteryzują się się bardzo dobrym stanem zachowania, prawdopodobnie dzięki uwęgleniu ich powierzchni. Zbliżają się tym samym do wspaniale zachowanych skamieniałości kambryjskich z klasycznego stanowiska z Burgess w Kanadzie. Wypada jedynie żałować, że zdobycie dalszych okazów jest w praktyce niemożliwe z racji olbrzymich głębokości, na których występują.

## Podziękowania

Wcześniejsza wersja tego tekstu oraz ilustracje zostały opublikowane online http://kalcyt.blogspot.

com/2012/04/najstarsze-polskie-skamieniaosci.html. Licencja Creative Commons. Skamieniałości trylobitów pomogła oznaczyć dr hab. A. Żylińska (Uniwerystet Warszawski). Pierwotny tekst został poprawiony przez prof. M. Machalskiego.

## Literatura cytowana


Białek, D., Raczyński, P., Sztajner, P. i Zawadzki, D. 2007. Archeocjaty wapieni wojcieszowskich. *Przegląd Geologiczny* 55: 1112–1116.

Brasier, M.D., Cowie, J. i Taylor, M. 1994. Decision on the Precambrian-Cambrian boundary. *Episodes* 17: 95–100.

Dzik, J. 1991. Is fossil evidence consistent with traditional views of the early metazoan phylogeny? *W*: A. Simonetta i S. Conway Morris (red.) *The early evolution of Metazoa and the significance of problematic taxa*: 47–56. Cambridge University Press, Cambridge.

Dzik, J. 1994. Evolution of "small shelly fossils" assemblages of the Early Palaeozoic. *Acta Palaeontologica Polonica* 39: 247–313.

Dzik, J. i Lendzion, K. 1988. The oldest arthropods of the East European Platform. *Lethaia* 21: 29–38.

ISCS 2013. *International Comission on Stratigraphy, Subcomission on Cambrian Stratigraphy*. http://www.palaeontology.geo.uu.se/ISCS/ISCS_home.html

Kowalczewski, Z., Kuleta, M. i Moczydłowska, M. 1987. Nowe dane o dolnym kambrze okolic Kotuszowa i Korytnicy w Górach Świętokrzyskich. *Kwartalnik Geologiczny* 31: 225–226.

Kowalczewski, Z., Żylińska, A. i Szczepanik, Z. 2006. Kambr w Górach Świętokrzyskich. *W*: S. Skompski i A. Żylińska (red.) Procesy i zdarzenia w historii geologicznej Gór Świętokrzyskich. *Materiały 77 Zjazdu Naukowego Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Ameliówce k. Kielc, 28–30 czerwca 2006*: 14–27. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Kowalski, W.R. 1983. Stratigraphy of the Upper Precambrian and lowest Cambrian strata in southern Poland. *Acta Geologica Polonica* 33: 183–218.

Kozłowski, W. 2001. Ciekawe miejsca: Trylobity kambryjskie z okolicy Ociesęk. *Otoczak* 27: 12–14.

Masiak, M. i Żylińska, A. 1994. Burgess Shale-type fossils in Cambrian sandstones of the Holy Cross Mountains. *Acta Palaeontologica Polonica* 39: 329–340.

Mizerski, W., Orłowski, S. i Różycki, A. 1986. Tektonika Pasma Ociesęckiego i Pasma Zamczyska w Górach Świętokrzyskich. *Kwartalnik Geologiczny* 30: 187–200.

Orłowski, S. 1975. Jednostki litostratygraficzne kambru i górnego prekambru Gór Świętokrzyskich. *Acta Geologica Polonica* 25: 431–448.

Orłowski, S. i Waksmudzki, B. 1986. The oldest Hyolitha in the Lower Cambrian of the Holy Cross Mountains. *Acta Geologica Polonica* 36: 225–231.

Seilacher, A. 1989. Vendozoa: Organismic construction in the Proterozoic biosphere. *Lethaia* 22: 229–239.

Stachacz, M. 2010. *Analiza ichnologiczna dolnokambryjskich formacji południowego bloku Gór Świętokrzyskich: formacji łupków Czarnej, formacji piaskowców z Ociesęk oraz formacji łupków z Kamieńca*. Niepublikowana rozprawa doktorska. 246 s. Uniwersytet Jagielloński, Kraków.

Stachacz, M. 2012a. New finds of *Rusophycus* from the lower Cambrian Ociesęki Sandstone Formation (Holy Cross Mountains, Poland). *Geological Quarterly* 56: 237–248.

Stachacz, M. 2012b. Ichnology of Czarna Shale Formation (Cambrian, Holy Cross Mountains, Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae* 82: 105–120.

Stachacz, M. 2013. Trilobites, their traces and associated sedimentary structures as indicators of the Cambrian palaeoenvironment of the Ociesęki Range (Holy Cross Mountains, Poland). *Geological Quarterly* 57: 745–756.

# Komatulidy z Małogoszcza

Urszula RADWAŃSKA

**Komatulidy, czyli wolnożyjące liliowce bezłodyżkowe, pojawiły się we wczesnej jurze i wnet zastąpiły na płyciznach mórz dawniejsze osiadłe liliowce łodyżkowe, których reliktowe formy notowane są obecnie z głębin morskich. W późnej jurze (wczesnym kimerydzie) Małogoszcza w Górach Świętokrzyskich komatulidy, stosunkowo liczne ilościowo i reprezentujące 5 gatunków, znajdowały na łachach oolitowych warunki środowiskowe analogiczne do panujących dziś na rafach koralowych zachodniego Indo-Pacyfiku i Karaibów. Komatulidy występują tu w obrębie nor krewetek-alfeuszy, które działały bądź jako kryjówki zwierząt żywych, bądź jako pułapki tafonomiczne dla ich pośmiertnych szczątków.**

Mało jeszcze znany, ale obfity świat dzisiejszych liliowców, wśród których dominują formy wolnożyjące, zadziwia różnorodnością tych ostatnich, i to nie tylko ich kształtów, ale także ich kolorystyką. Owe wolnożyjące, a więc bezłodyżkowe liliowce, określane są ogólnym mianem jako komatulidy (od nazwy rzędu Comatulida), lub jako antedony, nazywane tak od pospolitego komatulida z gatunku *Antedon mediterranea* żyjącego u południowych wybrzeży Europy. Zwierzęta te są przede wszystkim ozdobą, jakby draperią większości dzisiejszych raf koralowych (Macurda i Meyer 1983), a miejscami także skalistych stref brzegowych.

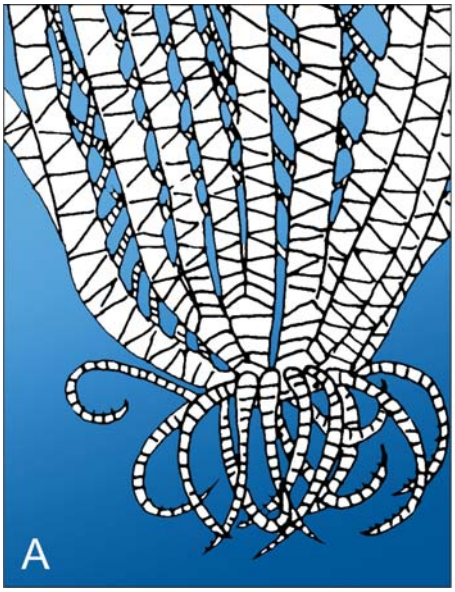
Najbardziej zróżnicowane są komatulidy tropików, głównie zachodniego Indo-Pacyfiku oraz Karaibów. Przykładowo, na Wielkiej Rafie Barierowej Australii notuje się ponad 30 gatunków w jednym stanowisku (Meyer i Macurda 1977; Macurda i Meyer 1983), zaś ilość osobników gatunku dominującego w danym stanowisku może osiągać 115 na jeden metr kwadratowy (Messing 1997).

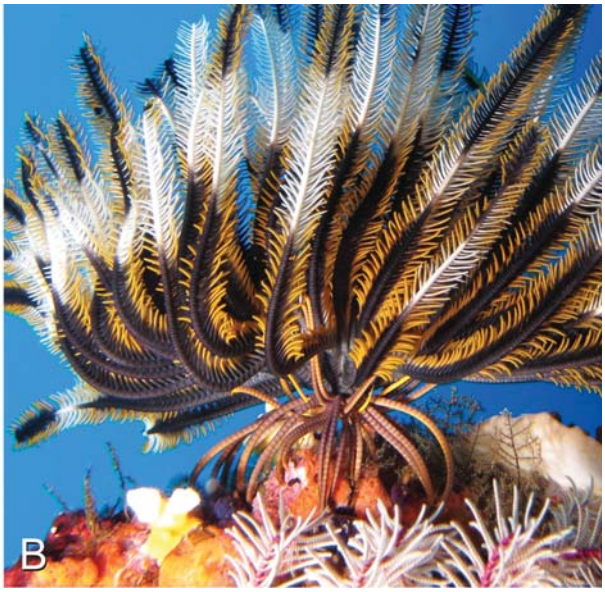
Jednogatunkowe populacje komatulidów u wybrzeży Morza Czerwonego okazują do 700 osobników w jednym stanowisku (Magnus 1963). Natomiast na Wielkiej Rafie Koralowej Australii, na jednym małym bloku koralowym odnotowano 14 gatunków wolnożyjących liliowców (Macurda i Meyer 1983).

## Pierzaste gwiazdki

Mając tak ogólne wiadomości, pomocne wcześniej w rozpoznaniu jednego nowego dla nauki gatunku komatulida z mioceńskiego Basenu Korytnicy w Górach Świętokrzyskich (Radwańska 1987, 2003), z głębokim zaskoczeniem autorka ujrzała w Małogoszczu, a ściślej mówiąc w odsłoniętych w kamieniołomie tamtejszej cementowni utworach geologicznych, nieznany przedtem bogaty świat komatulidów jurajskich. Pojawił się on w czasie pracy nad monografią kimerydzkich jeżowców Polski (Radwańska 1999). Jeżowcom tym w utworach jurajskich Małogoszcza towarzyszą nie tylko komatulidy, ale także rozmaite formy liliowców łodyżkowych, zwłaszcza duże formy z rodzaju *Apiocrinites*.

Szczątki liliowców bezłodygowych zachowane w Malogoszczu pozwalają ujrzeć świat tutejszych liliowców niczym ten istniejący




Szczegóły budowy anatomicznej komatulidów kopalnych i dzisiejszych. A. Fragment zrekonstruowanego szkieletu *Sievertsella sanctacrucensis* (rys. Radwańska). B. Liliowiec bezłodygowy na rafie koło wyspy Komodo, Indonezja (fot. Alexander Vasenin, Creative Commons Attribution Share ALike 3.0. Unported licence, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crinoid_on_the_reef_of_Batu_Moncho_Island.JPG).

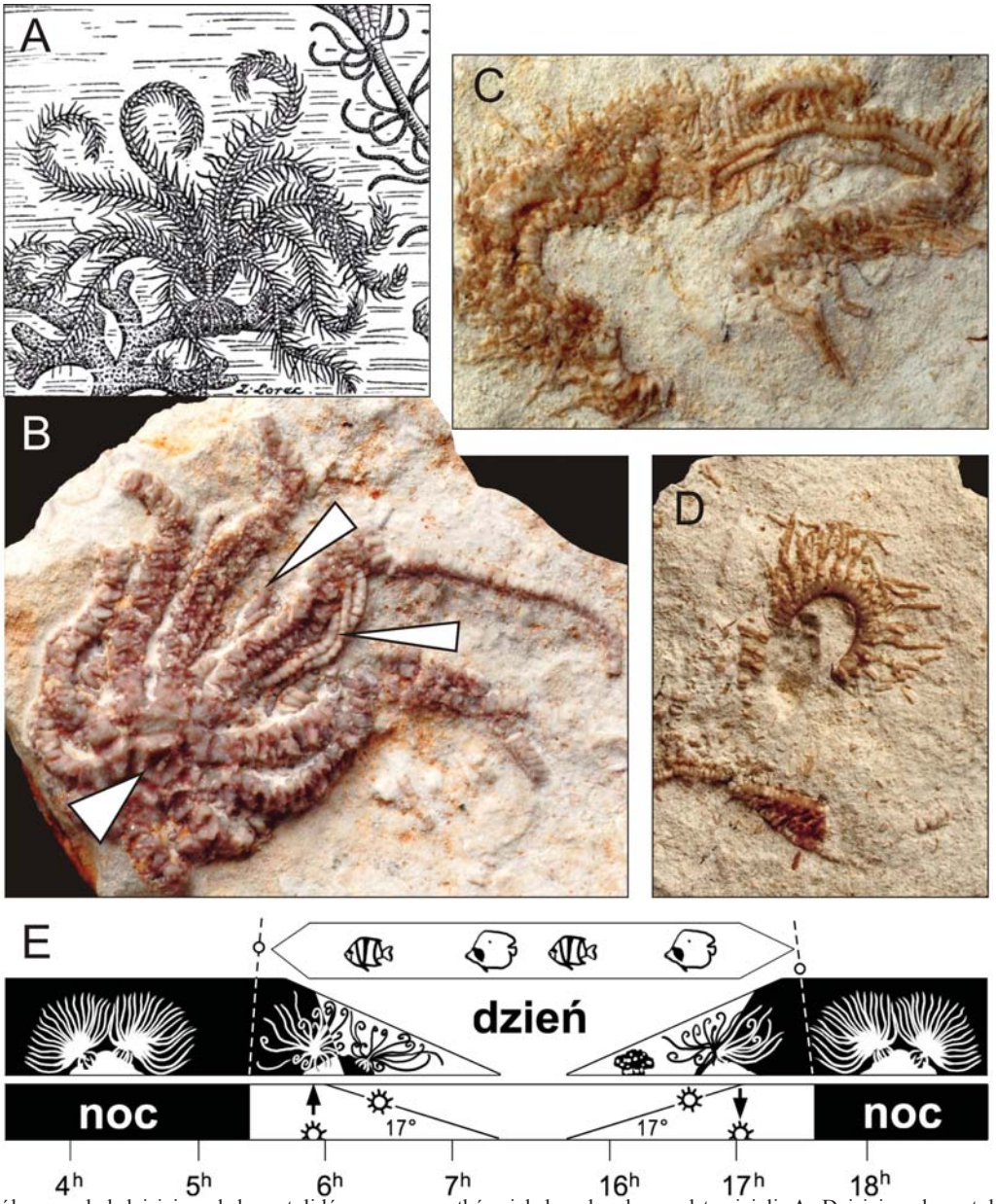
w dzisiejszych tropikach. Barwność tutejszych komatulidów, zwierząt dziś przeważnie nocnych, można sobie jednak jedynie wyobrażać w odtwarzanej scenerii ciepłych, czy wręcz tropikalnych małogoskich nocy sprzed 145 milionów lat.

Ogólna postać, jak i postura komatulidów odbiega dość znacznie od typowej dla powszechnie ilustrowanych liliowców łodygowych, zwanych często „liliami morskimi" (ang. *sea lilies*). U komatulidów kielich stał się względnie bardzo mały, otoczony plejadą długich ramion oraz wąsów chwytnych, wśród których może być głęboko ukryty. Przy milimetrowej, rzadziej jednocentymetrowej średnicy kielicha, rozgałęziające się ramiona, w liczbie nawet 250 (Messing 1997), mogą sięgać 20 i więcej centymetrów długości, a wąsy chwytne, czyli cirrusy (łac. *cirrus* – wąs; l.mn. *cirri*) niewiele mniej.

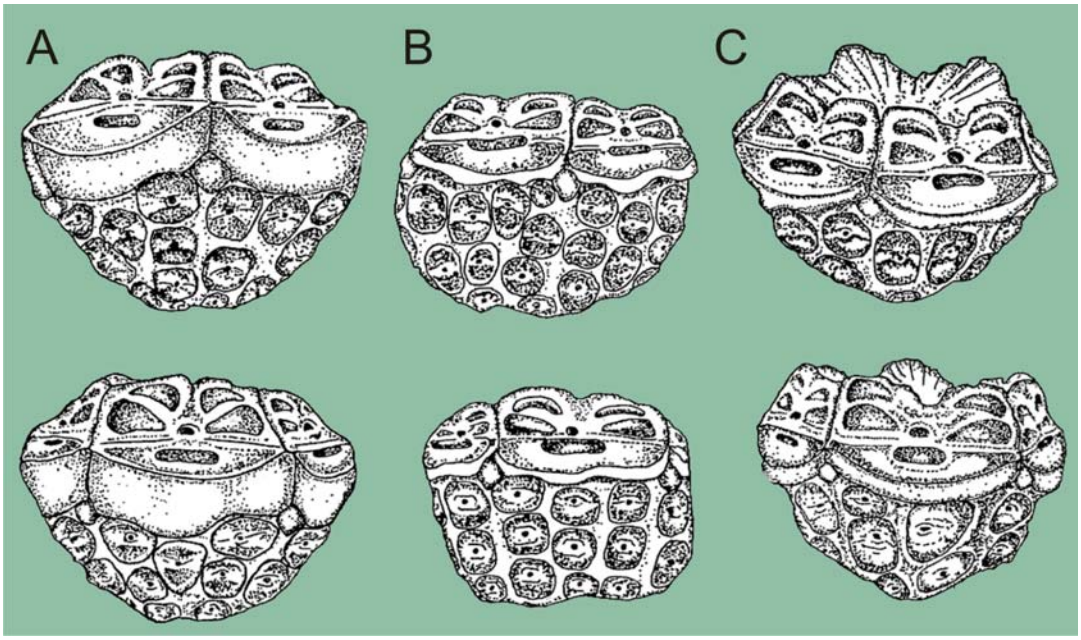
Same ramiona, stają się liczniejsze u komatulidów żyjących w burzliwych wodach płycizn, ale krótsze, niż te występujące u form z nieco spokojniejszych wód dalszego przybrzeża, co zaobserwowano u wybrzeży Papui – Nowej Gwinei (Messing 1994).

Wszystkie ramiona ozdobione są, zwykle gęsto, drobnymi wyrostkami o kształcie piórek, czyli pinnulami (łac. *pinnula* – piórko; l.mn. *pinnulae*). Ich mnogość powoduje jakby pierzasty wygląd całych zwierzaków i ich angielską nazwę *feather stars*, czyli gwiazdki pierzaste.

Gdy zwierzątko opuszcza miejsce ukrycia, może swobodnie pływać lub kroczyć po dnie, używając głównie ramion oraz wąsów jako organów ruchu. Przy chwilowym spoczynku używa wąsów jako organów chwytnych, wszystkie one bowiem zakończone są wyraźnym pazurkiem o haczykowatym kształcie, co umożliwia komatulidom wspinanie się po krzakach koralowców niczym naszym wiewiórkom po pniach drzew.




Ogólny wygląd dzisiejszych komatulidów oraz szczątków ich kopalnych przedstawicieli. A. Dzisiejszy komatulid, pospolity u południowych wybrzeży Europy, *Antedon mediterranea*; uczepiony gałązki koralowca (wg Feliksiak i in. 1950). B. Kopalny komatulid z wczesnego kimerydu Głuchowca: okaz zachowany niemal w całości dzięki gwałtownemu zasypaniu osobnika, który wygląda niczym świeżo wyciągnięty z wody (porównaj A). Widoczny kielich od strony ustnej (gruba strzałka) oraz długie wąsy (strzałki cienkie) (fot. U. Radwańska). C, D. Odrzucone w wyniku autotomii ramiona (C) oraz fragment ramienia z rozpostartymi pinnulami (D) z wczesnego kimerydu Głuchowca. E. Ideogram ukazujący dobowe zmiany postury u dzisiejszego komatulida *Heterometra* w zależności od godzin świetlnych oraz aktywności drapieżnych ryb (*Abudefduf* oraz *Chaetodon*) u wybrzeży Morza Czerwonego w Egipcie (wg Magnus 1963).




Porównanie małogoskich komatulidów: u góry – widok kielicha od strony interradialnej oraz, u dołu – widok od strony radialnej. A. *Comatulina malogostiana*. B. *Comatulina peroni*. C. *Solanocrinites sanctacrucensis*. Okaz A ma 10 mm średnicy, okaz B – 5 mm, zaś C – 3 mm (wg Radwańska 2005).

## Liliowcowa apokalipsa

Zachowanie w stanie kopalnym całych komatulidów może nastąpić tylko w przypadku nagłego pogrzebania zwierząt jeszcze żywych (patrz Radwańska i in. 2014), co znane było dotychczas tylko z unikatowego stanowiska „cmentarzyska liliowców" w batonie Szwajcarii (Hess 1975, 2014a). W warunkach normalnych (nieapokaliptycznych), po śmierci zwierzaka, cały szkielet komatulida rozpada się szybko w przeciągu zaledwie kilku dni (Messing 1997) na poszczególne elementy, których liczba sięga 267 tysięcy (ponad ćwierć miliona!). Spośród tych elementów około 250 tysięcy to płytki piórek ramion, o rozmiarach zwykle poniżej połowy milimetra. Ostrym członem jest także pazurek kończący każdy z wąsów (patrz Radwańska 1987: pl. 6, fig. 5).

Sam kielich może albo zachować się w całości, albo rozpada się na 5 płytek podstawy pięciu ramion, czyli radialii (łac. *radiale*; l.mn. *radialia*), oraz na największą i taksonomicznie najważniejszą (Hess 2014a) spośród wszystkich płytkę nośną, czyli centrodorsale (łac. l.mn. *centrodorsalia*).

Zważywszy, iż kielichy lub izolowane centrodorsalia są znacznie większe od pozostałych

**W rezultacie swej budowy dzisiejsze komatulidy, gdy chowają się przed światłem dziennym lub wszelkim niebezpieczeństwem, wyglądają niczym kudłaty motek rozczochranej, czy pierzastej włóczki, lub pukiel czyjejś sierści. Stąd też dawna łacińska nazwa komatulidów, *stellae comatae* – gwiazdki kudłate, czy kędzierzawe, a także nazwa rzędu Comatulida.**

płytek, nie dziwnym jest, że one jako jedyne z danego zwierzęcia czy nawet całego gatunku (patrz Gislén 1924) zachowują się w stanie kopalnym. I tak jest właśnie w utworach jurajskich Małogoszcza, gdzie drobniejsze elementy szkieletowe zostały wymiecione i rozproszone w obrębie otaczających osadów.

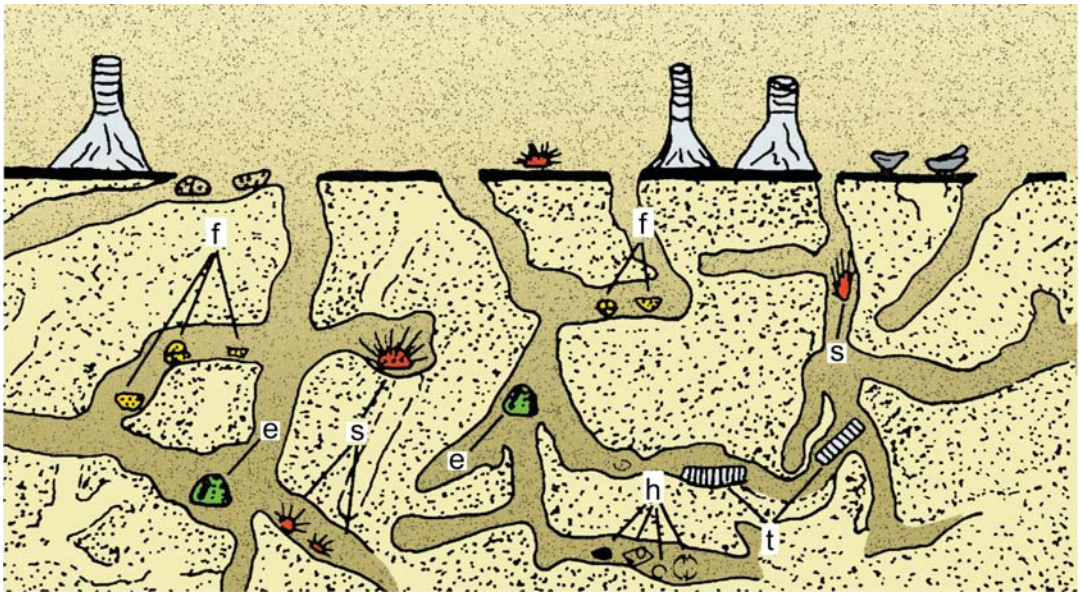
Sytuacja odmienna, umożliwiająca zachowanie w stanie kopalnym wielu elementów szkieletowych (i ich rozpoznanie w jednym stanowisku), należą na świecie do zupełnie wyjątkowych (Gislén 1924, 1934). Zdarzyło się tak u nas u skalistych brzegów morskich w miocenie Korytnicy (Radwańska 1987).

W Małogoszczu szczątki komatulidów, głównie kielichy i centrodorsalia, występują w dwóch ogniwach litologicznych. Rzadziej, w muszlowcach ostrygowych, liczniej zaś, a miejscami nawet masowo – w pakiecie oolitów w niższej części sekwencji reprezentującej kimeryd dolny (Radwańska 2005).

O ile cały materiał faunistyczny muszlowców ostrygowych ma charakter mniej lub bardziej allochtoniczny (Machalski 1998; Radwańska i Radwański 2006), to sytuacja w pakiecie oolitów jest odmienna. Wszystkie rozpoznane dotąd gatunki (Radwańska 2005), a jest ich pięć: *Comatulina peroni*, *C.* cf. *beltremieuxi*, *C. malogostiana*, *Solanocrinites sanctacrucensis*, oraz *Palaeocomaster* sp., występują tutaj w obrębie nor utworzonych przez krewetki-alfeusze (rodzaj *Alpheus*), typowych mieszkańców stref przybrzeżnych dzisiejszych tropików (patrz Radwańska i Radwański 2004).

## Życie i śmierć w norze

W środowisku wczesnego kimerydu Małogoszcza nory alfeuszy, lekko utrwalone przez




Dzisiejszy wygląd cmentarzyska komatulidów w profilu dolnego kimerydu Małogoszcza (Radwańska 2005: fig. 6B): nory krewetek-alfeuszy w obrębie łachy oolitowej zrównanej przez twarde dno (hardground) porośnięte przez wielkie liliowce *Apiocrinites* (po których pozostały tylko partie korzeniowe). Szczątki szkarłupni rozproszone w obrębie nor krewetek-alfeuszy: f – kielichy lub płytki spodnie (centrodorsalia) komatulidów, e – puste pancerze jeżowców, s – pancerze jeżowców z zachowanymi kolcami, t – człony i większe fragmenty liliowców łodyżkowych, h – nagromadzenia izolowanych płytek rozmaitych liliowców, jeżowców, wężowideł i rozgwiazd.

## Komatulidy a biorewolucje

**Komatulidy, pojawiające się we wczesnej jurze, nie zmieniły się do dziś w swojej budowie, wielkości, jak i obyczajach (Hess 2014a). Były to zawsze zwierzęta względnie drobne, o podobnych wymaganiach życiowych. Mimo mocno rozbudowanej taksonomii, zarówno form dzisiejszych (około 540 gatunków, 142 rodzaje, 17 rodzin, patrz Messing 1997) oraz mnóstwa form kopalnych (Gislén 1924; Wienberg Rasmussen 1978; Hess i Menning 2011), wszystkie komatulidy są do siebie dość podobne. Podczas jury komatulidy stale zyskiwały na znaczeniu, aby w późnej jurze stać się charakterystycznym składnikiem wielu plytkomorskich zespołów faunistycznych Europy, szczególnie w facjach wapiennych oksfordu (patrz Radwańska 2007; Hess 2014b) oraz kimerydu (Radwańska 2005). Kontynuując ekspansję środowiskową w kimerydzie, osiągają w trzeciorzędzie całego świata apogeum swego rozwoju, które trwa do dziś. Szczególnie liczną ich obecność poznawano kolejno w miocenie Wzgórz Turyńskich we Włoszech (Noelli 1900), na pograniczu kredy i trzeciorzędu Belgii i Holandii (Jagt 1999), oraz ostatnio – w oligocenie Nowej Zelandii (Eagle 2007).**

**W literaturze (Gislén 1924; Messing 1997; Jagt 1999; Oji 2001; Hess i Messing 2011) przyjmuje się, iż pojawienie się komatulidów we wczesnej jurze było rezultatem późnotriasowej biorewolucji (ang. *bioevolutionary turnover*), wnoszącej w naszą biosferę wiele form nowych, zwłaszcza drapieżnych, takich jak na przykład kraby, czy ryby (heterodonty, pyknodonty i inne), zdolnych do niszczenia ofiar oskorupionych lub twardy szkielet posiadających. Wyobrażamy sobie zatem, że kosmopolityczne, o specyficznej budowie wcześniejsze liliowce osiadłe, masowo zasiedlające płycizny i przyrastające łodyżką do podłoża (ujmowane jako podgromada Camerata), musiały ustąpić liliowcom nowoczesnym (podgromada Articulata), w tym głównie wolnożyjącym komatulidom, zdolnym do ucieczki przed drapieżcami. Umożliwiło to komatulidom utrzymanie się na płyciznach mórz, skąd osiadłe liliowce były stopniowo eliminowane do głębi oceanicznych, gdzie dziś się je odnajduje.**

krewetki, wobec małego lub zgoła żadnego dopływu osadu, pozostawały długo niezapełznięte, a zatem otwarte na dnie płycizny lub wręcz międzypływowej równi (ang. *intertidal flat*). Nory te działały zatem (Radwańska 2005) jako naturalne pułapki dla przemiatanego osadu i szczątków obumarłych zwierząt (ang. *taphonomic traps*), lub wprost jako miejsca spoczynku i ukrycia zwierząt żywych, bądź ucieczki ich przed wrogiem! W obu przypadkach działały tak dla komatulidów, jak i innych szkarłupni (liliowców łodyżkowych, rozgwiazd i wężowideł; patrz Radwańska 2007: fig. 7). Dla obrazu istniejącego dziś w odsłonięciu, istotne jest erozyjne ścięcie systemu tych nor przez powierzchnię twardego dna (hardground), na której osiedliły się m.in. liliowce łodyżkowe, w tym liczne *Apiocrinites* (patrz Radwańska 2005; Radwańska i Radwański 2006).

Owe wertepy twardego dna, w którym osad nabywał charakteru twardej skały (twarde dna to powierzchnie szybkiej podmorskiej cementacji pierwotnie luźnego materiału węglanowego), pozostawały nadal siedliskiem małogoskich komatulidów. Kryły się one tutaj w czasie godzin dziennych, odpoczywały, lub umykały przed wrogami w czasie nocnych przeszukiwań otoczenia za pożywieniem. W warunkach przypominających skaliste wybrzeża morskie, a więc ekstremalnie płytkomorskich, wód cie-

płych do tropikalnych, ale burzliwych umożliwiających powstanie oolitów, komatulidy żyły w warunkach idealnie przystających do panujących dziś wśród raf koralowych, choć pojedyncze koralowce kolonijne („rafotwórcze") były tu rzadkością (Radwański i Roniewicz 2005). Zastanawiającym pozostaje, że koralowce te znajdowane są wyłącznie w tych samych dwóch ogniwach litostratygraficznych (Radwański i Roniewicz 2005), w których pojawiają się nasze komatulidy!

## Precz z ramionami

W zakończeniu wspomnieć wypada, że komatulidy Małogoszcza, prócz ujawnienia dwóch gatunków dotąd nieznanych (Radwańska 2005), wnoszą dla nauki jeszcze jeden element nowy, a mianowicie zjawisko autotomii komatulidów kopalnych, czyli zdolności do odrzucania części ich ciała, konkretnie – części, lub prawie całych ramion. Zjawisko autotomii następuje w przypadku zaniepokojenia zwierzęcia, tak jak znane nam odrzucenie ogona przez jaszczurkę lub padalca. I podobnie jak u nich, u liliowców łodyżkowych okaleczenie przez autotomię ulega wnet regeneracji. Przypadki takie rozpoznano stosunkowo niedawno (Oji i Okamoto 1994; Oji 2001), choć u dzisiejszych komatulidów regeneracja znana była od dawna (Perrier 1873).

Autotomia zachodzi u liliowców w wielu okolicznościach – od uderzenia fal u skalistych wybrzeży, natłoku sąsiadujących stworzeń lub ataku drapieżców, aż po tak niespodziewane zdarzenia jak pojawiające się nagle zbyt intensywne nasłonecznienie, zbyt wysoka temperatura lub zanik wystarczającego tlenu (Mladenov 1983; Oji i Okamoto 1994; Oji 2001). Nie bacząc na przyczyny, istotnym jest, iż w środowisku pojawiają się wtedy liczne (niekiedy masowo) luźne („odrzucone") ramiona, mogące stać się nawet materiałem osadotwórczym.

Liczne przykłady autotomii, prawdopodobnie głównie u gatunku *Comatulina pero*ni, najlepiej widoczne są w materiale z profilu Głuchowca koło Małogoszcza (Radwańska i in. w przygotowaniu). Nagromadzone tam miejscami masowo odrzucone (zautotomizowane) ramiona przypominają swym wyglądem na powierzchni osadu znane nam przykłady „łąk" liliowców łodyżkowych, np. tych z triasu Tatr (patrz Lefeld 2013).

## Literatura cytowana


Eagle, M.K. 2007. New fossil crinoids (Articulata: Comatulida) from the Late Oligocene of the Pentland Hills and Hurstlea, South Canterbury, New Zealand. *Records of the Auckland Museum* 44: 85–110.

Feliksiak, S., Michajłow, W., Raabe, Z. i Strawiński, K. 1950. Zoologia, PZWS, Warszawa: 1–512.

Gislén, T. 1924. Echinoderm studies. *Zoologiska Bidrag från Uppsala* 9: 1–316.

Gislén, T. 1934. A reconstruction problem: Analysis of fossil comatulids from N. America with a survey of all known types of comatulid arm-ramifications. *Lunds Universitets Årsskrift, Neue Folge Avdeling 2*, 30: 1–59

Hess, H. 1975. Die fossilen Echinodermen des Schweizer Juras. *Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum Basel* 8: 1–130.

Hess, H. i Messing, C.G. 2011. Comatulida; Order Comatulida A.H. Clark, 1908. *W*: A. Selden (red.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part T (Echinodermata 2, Revised), Crinoidea, Vol. 3*, 70–159. The Geological Society of America and The University of Kansas; Boulder Colorado, and Lawrence , Kansas.

Hess, H. 2014a. Origin and radiation of the comatulids (Crinoidea) in the Jurassic. *Swiss Journal of Palaeontology* 133: 23–24.

Hess, H. 2014b. *Balanocrinus* (Crinoidea) from the Jurassic: species concept, reconstruction, ontogeny, taphonomy and ecology. *Swiss Journal of Palaeontology* 133: 35–45.

Jagt, J.W.M. 1999. Late Cretaceous–Early Palaeogene echinoderms and the K/T boundary in the southeast Netherlands and northeast Belgium; Part 1. Introduction and stratigraphy; Part 2. Crinoids. *Scripta Geologica* 116: 1–255.

Lefeld, J. 2013. Tatrzańska łąka liliowcowa. *Rocznik Muzeum Ewolucji Instytutu Paleobiologii PAN* 5**:** 42–43. Warszawa.

Machalski, M. 1998. Oyster life positions and shell beds from the Upper Jurassic of Poland. *Acta Palaeontologica Polonica* 43: 609–634.

Macurda, D.B., Jr. i Meyer, D.L. 1983. Sea lilies and feather stars. *American Scientist* 71: 354–365.

Magnus, D.B.E. 1963. Der Federstern *Heterometra savignyi* im Rotem Meer. *Natur und Museum* 93**:** 355–368.

Messing, C.G. 1994. Comatulid crinoids (Echinodermata) of Madang, Papua New Guinea and environs: diversity and ecology, s. 237–243. *W*: B. David, A. Guille, J.-P. Féral, i M. Roux (red.), Echinoderms Through Time. A.A. Balkema, Rotterdam.

Messing, C.G. 1997. Living comatulids. *The Paleontological Society Papers* 3: 3–30.

Meyer, D.L. i Macurda, D.B., Jr. 1977. Adaptative radiation of the comatulid crinoids. *Paleobiology* 3: 74–82.

Mladenov, P.V. 1983. Rate of arm regeneration and potential causes of arm loss in the feather star *Florometra serratissima* (Echinodermata: Crinoidea). *Canadian Journal of Zoology* 61: 2873–2879.

Noelli, A. 1900. Contribuzione allo studio dei Crinoidi Terziari del Piemonte. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano* 39: 19–49.

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 adaptations in stalked and stalkless crinoids. *Paleobiology* 20: 27–39.

Perrier, E. 1873. Recherches sur l'anatomie et le régénération des bras de la *Comatula rosacea* (*Antedon rosaceus*, Linck). *Archives de Zoologie Expérimentale et Genérals* 2: 29–86.

Radwańska, U. 1987. Free-living crinoids from the Korytnica Clays (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). *Acta Geologica Polonica* 37: 113–129.

Radwańska, U. 1999. Lower Kimmerdgian echinoids of Poland. *Acta Geologica Polonica* 49: 287–364.

Radwańska, U. 2003. *Sievertsella*, a replacement name for *Sievertsia* Radwańska, 1987 (Echinoidermata, Crinoidea), preoccupied by *Sievertsia* Smith and Paul, 1982 (Echinodermata, Cyclocystoidea). *Acta Geologica Polonica* 53: 321.

Radwańska, U. 2005. Lower Kimmeridgian comatulid crinoids of the Holy Cross Mountains, Central Poland. *Acta Geologica Polonica* 55: 269–282.

Radwańska, U. 2007. A rare comatulid crinoid, *Semiometra petitclerci* (Caillet, 1923) from the Upper Oxfordian of Poland. *Acta Geologica Polonica* 57: 161–167.

Radwańska, U. i Radwański, A. 2004. Systemy piętrowych nor krewetek-alfeuszy i ich znaczenie środowiskowe w oksfordzie i kimerydzie Gór Świętokrzyskich. *Tomy Jurajskie* 2: 113–130.

Radwańska, U. i Radwański, A. 2006. Organic comunities and their habitats, 194–198. *W*: B.A. Matyja, A. Wierzbowski, U. Radwańska i A. Radwański, Małogoszcz, large quarry of cement works (Lower and lowermost Upper Kimmeridgian). *Jurassic of Poland and adjacent Slovakian Carpathians: Field trip guide-book of 7th International Congress on the Jurassic System***.**

Radwański, A. i Roniewicz, E. 2005. Kolonie korali z muszlowców ostrygowych i oolitów dolnego kimerydu Małogoszcza. *Tomy Jurajskie* 3: 97–107.

Wienberg Rasmussen, H. 1978. Articulata. *W*: R.C. Moore and C. Teichert (red.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part T (Echinodermata 2), Vol. 3*, T813–T928. The Geological Society of America and The University of Kansas; Boulder Colorado, and Lawrence , Kansas.

# Powrót strasznorękiego

Daniel MADZIA i Marcin MACHALSKI

**W 2014 roku na pierwsze strony gazet zawitały sensacyjne wiadomości o rozwiązaniu dwóch zagadek, które od dawna dręczyły badaczy dinozaurów. Pierwsza dotyczyła wyglądu teropoda z gatunku *Deinocheirus mirificus*, znanego przez długi czas tylko na podstawie olbrzymich kończyn przednich, które znaleziono w Mongolii. Druga była związana z innym teropodem, z gatunku *Spinosaurus aegyptiacus*, znanym dotąd z niekompletnego materiału szkieletowego, który uległ zniszczeniu podczas II wojny światowej. Nowe znaleziska dostarczyły zaskakujących danych na temat budowy i trybu życia obu dinozaurów.**

Paleontologia zajmuje się odtwarzaniem dziejów życia na Ziemi. Zapis kopalny, który jest przedmiotem badań paleontologicznych, jest jednak bardzo niekompletny. Skorupa ziemska jest w ciągłym ruchu – jeszcze kilkadziesiąt milionów lat temu Półwysep Indyjski był wyspą, a z Antarktydy można było przejść suchą stopą do Australii. Pustynne dziś obszary Sahary, czy Gobi obfitowały niegdyś w bujną roślinność, a Europa była w dużej części pokryta morzem. Wiatr, deszcz, rzeki i morskie fale niszczą powoli, lecz nieubłaganie skały oraz pogrzebane w nich szczątki dawnych zwierząt i roślin. Nie ominęło to pozostałości wielu słynnych dinozaurów, takich jak deinocheir oraz spinozaur, o których mowa w niniejszym artykule.

## Dziwny strasznoręki

Polsko-mongolskie ekspedycje paleontologiczne przeprowadzone na pustyni Gobi w latach 60. i na początku lat 70. ubiegłego wieku można bez wątpliwości zaliczyć do najbardziej udanych przedsięwzięć paleontologii (Kielan-Jaworowska 1969, 1973, 2004; Sabath 2004). Zaowocowały one olbrzymią ilością zebranego materiału kopalnego wieku późnokredowego (ok. 70 mln lat temu). Pozyskany w Mongolii zbiór skamieniałości w wyjątkowej mierze przyczynił się do zrozumienia różnych aspektów ewolucji lub ekologii niejednej grupy kręgowców, takich jak wczesne ssaki (Kielan-Jaworowska 2014).

W dniu 9 lipca 1965 r. profesor Zofia Kielan-Jaworowska z Zakładu Paleozologii PAN (obecnie Instytut Paleobiologii), która kierowała wyprawami na Gobi, odkryła w stanowisku Ałtan Uła III na obszarze Kotliny Nemegt szczątki nieznanego dotąd wielkiego dinozaura z grupy teropodów. Były to kości pasa barkowego, kończyn przednich z olbrzymimi pazurami, połamane żebra, kawałki kręgów i inne, trudne do zidentyfikowania fragmenty kostne. Tylko tyle zachowało sie ze zwierzęcia – resztę szczątków wielkiego teropoda zniszczyła erozja. Porozgryzał je także tarbozaur, którego ślady zębów odkryto po latach na niektórych kościach z Ałtan Uła III (Bell i in. 2012). Pięć lat po odkryciu mongolskiego dziwoląga Halszka Osmólska i Ewa Roniewicz (1970) opisały go pod nazwą *Deinocheirus mirificus*, czyli w wolnym tłumaczeniu „dziwny strasznoręki". Zmontowane ręce olbrzymiego dinozaura można podziwiać w Muzeum Ewolucji Instytutu Paleobiologii PAN w Warszawie.

Co było tak niezwykłego w deinocheirze? Najbardziej zaskakującą cechą szczątków zwie-

Kości *Deinocheirus mirificus* na stanowisku Ałtan Uła III, w pozycji takiej, w jakiej je znaleziono (fot. Archiwum Instytutu Paleobiologii PAN).

rzęcia był ich rozmiar. Po wstępnej preparacji, czyli usunięciu z okazów otaczającego ich materiału skalnego i ułożeniu poszczególnych kości w pozycji przyżyciowej, okazało się, że ręce mongolskiego dinozaura sięgały prawie dwóch i pół metra długości! Biorąc pod uwagę, że kości należały do przedstawiciela grupy Theropoda, czyli dinozaurów powszechnie traktowanych jako formy drapieżne, *Deinocheirus* siłą rzeczy musiał trafić na czołówkę listy wielkich drapieżników świata dinozaurów.

Wyjątkowość znaleziska z Gobi podkreślał kolejny fakt. Tego jak sądzono budzącego przerażenie mięsożercę opisano prawie wyłącznie na podstawie samych kończyn przednich. Jak wyglądała reszta ciała? Jakie były rozmiary całego zwierzęcia? A może deinocheir był największym drapieżnikiem, jaki kiedykolwiek stąpał po lądzie, większym nawet od słynnego *Tyrannosaurus rex*? Wielkie szpony gobijskiego dinozaura sugerowały właśnie taki obraz. Z braku dalszych znalezisk nie można było odpowiedzieć na te pytania. Deinocheir stał się na długo synonimem nierozwiązanej zagadki paleontologicznej (Holtz 2014).

## Rabusie kontra naukowcy

Przełom w badaniach deinocheira nastąpił dopiero w 2006 r., a więc trzydzieści sześć lat po opisaniu jego ramion. Jednak początkowo nic nie wskazywało na to, że jest to „przełom". Uczestnicy Koreańsko-mongolskiej wyprawy paleontologicznej na Gobi znaleźli – w tej samej formacji geologicznej, która dostarczyła ramion, w stanowisku zwanym Ałtan Uła IV – niekompletne szczątki dużego teropoda. Obejmowały one część kręgosłupa, kości miednicy i kości lewej kończyny tylnej. Niestety stan, w jakim skamieniałości zostały znalezione, wskazywał, że część okazu została wcześniej rozgrabiona

przez nielegalnych poszukiwaczy skamieniałości. Ze względu na brak istotnych elementów, takich jak czaszka czy kończyny przednie, nie można było dokładnie zidentyfikować gatunku, do którego kości należały. Biorąc jednak pod uwagę miejsce ich pochodzenia, cechy budowy, a przede wszystkim ogromne rozmiary, badacze przewidywali, że mają w ręku prawdziwy skarb, być może od dawna poszukiwane szczątki deinocheira!

Trzy lata później ten sam koreańsko-mongolski zespół badaczy znalazł kolejne szczątki, tym razem w stanowisku określanym jako Bugin Tsaw, też niedaleko miejsca pierwszego znaleziska prof. Kielan-Jaworowskiej. Niestety ich widok był jeszcze bardziej frustrujący niż wcześniej. Naukowcy natrafili bowiem na ogromne bloki piaskowca z izolowanymi kośćmi, spośród których najwidoczniej zostały odrąbane ręce, stopy i – co najważniejsze – kompletna czaszka! Wydawało się, że nauka jest znów o krok za „kłusownikami". Tym razem jednak sprawy potoczyły się w dobrym kierunku. W 2011 r. z zespołem koreańsko-mongolskim skontaktował się Pascal Godefroit z Królewskiego Belgijskiego Instytutu Nauk Przyrodniczych. Wiadomość była niesamowita: lewa kończyna przednia, obie stopy i kompletna czaszka zwierzęcia – najprawdopodobniej deinocheira – odnalazły się w Belgii!

Sądząc po monetach znalezionych w trakcie wydobywania ocalałych kości drugiego osobnika, nielegalni poszukiwacze odkryli jego szczątki nie wcześniej niż w 2002 r. Co się potem dokładnie z nimi działo, nie wiadomo. Udało się stwierdzić jedynie, że kości kończyn i czaszka zostały najpierw sprzedane do Japonii, a później do Niemiec. Cenny materiał trafił następnie do rąk francuskiego handlarza skamieniałościami François Escuillé, który skontaktował się w sprawie cennych zdobyczy z Pascalem Godefroitem. Nauka odzyskała zrabowanego dinozaura, a 1 maja 2014 r. wszystkie brakujące elementy kostne trafiły z powrotem do Mongolii.

Zmontowane kończyny przednie *Deinocheirus mirificus* w Muzeum Ewolucji (fot. A. Kapuścińska).

## Bezzębny dziwoląg

Nowe znaleziska zespołu koreańsko-mongolskiego należały do tego samego gatunku dinozaura, co „straszne ręce" prof. Kielan-Jaworowskiej. Nareszcie można było ustalić jak naprawdę wyglądał deinocheir i rozszyfrować dręczącą paleontologów latami zagadkę (Holtz 2014). Dzięki nowym znaleziskom dysponujemy dzisiaj materiałem kostnym należącym do trzech różnych osobników z gatunku *Deinocheirus mirificus*. Materiał ten pozwala wreszcie na rekonstrukcję wyglądu całego zwierzęcia!

Opis nowych znalezisk *D. mirificus* został opublikowany w wersji elektronicznej 22 października 2014 r. na łamach prestiżowego czasopisma *Nature* (Lee i in. 2014). Zespół badaczy prowadzony przez koreańskiego paleontologa Yuong-Nam Lee potwierdził w nim wcześniejszą hipotezę polskich paleontologów (Osmólska i Roniewicz 1970), według której

Przypuszczalny wygląd *Deinocheirus mirificus* w jego środowisku naturalnym (rys. A. Atuchin).

deinocheir był przerośniętym bliskim krewnym ornitomima (oba teropody należą do grupy Ornithomimosauria).

Nowe dane wskazują, że deinocheir był olbrzymim dwunożnym zwierzęciem przekraczającym 11 m długości ciała przy masie ok. 6 ton (Lee i in. 2014). To rozmiary dorosłego tyranozaura. „Strasznoręki" był jednak wszystkożerny i zamieszkiwał – przynajmniej częściowo – środowisko nadwodne. Smukła, wydłużona czaszka z nieproporcjonalnie przerośnietymi bezzębnymi szczękami jest raczej typowa dla zwierząt żywiących się miękką, nisko położoną lub wodną roślinnością. Natomiast odkryte w miejscu żołądka jednego z okazów rybie kręgi i łuski jednoznacznie wskazują na to, że ryby zajmowały poczesne miejsce w jadłospisie zwierzęcia. W znalezionym materiale stwierdzono również ponad 1400 gastrolitów, czyli kamieni połykanych przez zwierzęta w celu zmielenia pokarmu. Grzbiet deinocheira był wyposażony w dobrze rozwinięty garb, powstały poprzez

## Ewolucja teropodów

**Teropody są dinozaurami gadziomiednicznymi i obejmują dużą ilość wyspecjalizowanych kladów. Najstarszy materiał kopalny tych zwierząt znany jest z utworów karniku (górny trias). Najmłodszymi teropodami są z kolei współczesne ptaki. W trakcie swej trwającej 230 mln lat historii teropody wykształciły bardzo różnorodne rozmiary (np. *Spinosaurus aegyptiacus* osiągał ok. 15 m długości i być może 7 ton wagi, co czyni z niego największego lądowego mięsożercę wszechczasów; zaś długość ciała dzisiej żyjącego koliberka hawańskiego nie przekracza 6 cm przy masie 2 g). Równie fascynujące są ich adaptacje (np. zdolność do aktywnego lotu, którą prawdopodobnie dysponowały już niektóre późnojurajskie gatunki). Teropody długo traktowano jako dinozaury typowo mięsożerne. Z pewnością odpowiada to prawdzie w przypadku takich bestii, jak północnoamerykański tyranozaur, czy mongolski tarbozaur. Jednak nowsze badania sugerują, że znaczna część teropodów odżywiała się pokarmem roślinnym (np. Zanno i Makovicky 2011).**

nadmierne wydłużenie wyrostków kolczystych kilku kręgów grzbietowych. „Strasznoręki" przypominał więc pod tym względem egipskiego spinozaura, o którym mowa dalej.

Olbrzymie rozmiary zwierzęcia można wytłumaczyć strategią „ucieczki w rozmiary" w środowisku, w którym roiło się od drapieżnych tarbozaurów – ich szczątki należą do najczęstszych skamieniałości w późnokredowych skałach na Gobi (Sabath 2004). Masywna budowa kończyn wskazuje z kolei, że deinocheir był powolnym, dość ociężałym zwierzęciem (Lee i in. 2014). Był więc czymś w rodzaju wielkiego naziemnego wszystkożernego leniwca, żyjącego nad brzegami kredowych rzek i jezior ówczesnego obszaru Mongolii. Olbrzymie łapy, uważane przez niektórych za narzędzia do zabijania innych wielkich dinozaurów, służyły mu raczej do zagarniania roślinności oraz łowienia ryb!

Przeprowadzone przez Lee i in. (2014) badania filogenetyczne w ramach ornitomimozaurów wykazały, że najbliższych krewnych deinocheira należy szukać wśród takich gatunków, jak *Garudimimus brevipes* czy *Beishanlong grandis*. Jeżeli wyniki tych badań są poprawne, przedstawiciele kladu Deinocheiridae, jak nazywa się grupa ornitomimozaurów bliżej spokrewnionych z deinocheirem niż z jego lepiej poznanym krewnym ornitomimem (*Ornithomimus*), występowali na Ziemi w okresie od ponad 115 do ok. 70 milionów lat temu.

## Kolczasty jaszczur

Kolejna dinozaurza tajemnica miała swe źródło także w niekompletności materiału kopalnego, lecz nie tylko. W 1912 r. został odnaleziony niekompletny kościec nieznanego dotąd dinozaura z początków późnej kredy (100 mln lat temu), a więc starszego niż opisywane wyżej mongolskie dinozaury. Znalezisko pochodziło z Egipu, z depresji Baharja. Obejmowało kilka fragmentów kości czaszki, 20 zębów, 13 kręgów i parę żeber. Trzy lata później zasłużony niemiecki paleontolog Ernst Stromer von Reichenbach, na którego zamówienie zebrano te skamieniałości (Nothdurft i Smith 2002) nadał szczątkom nazwę *Spinosaurus aegyptiacus*. W wolnym tłumaczeniu nazwa oznacza „kolczasty jaszczur z Egiptu", a powodem jej utworzenia były niesłychanie wydłużone wyrostki kolczyste kręgów tego zwierzęcia (Stromer 1915). Okaz był wysoce niekompletny bo – podobnie jak w przypadku mongolskiego deinocheira – agresywna pustynna erozja obróciła wiekszość kości zwierzęcia w pył.

Rekonstrukcja głowy *Deinocheirus mirificus* na podstawie szczątków osobnika znalezionego na stanowisku Bugin Tsaw w 2009 r. (rekonstrukcja V. Sinkkonen).

Niestety Stromer ocalił resztki spinozaura tylko na chwilę. W nocy z 24 na 25 kwietnia 1944 r. dywanowy nalot brytyjskich bombowców strategicznych zrównał z ziemią budynek Alte Akademie w Monachium, gdzie pracował odkrywca spinozaura. Olbrzymi dorobek naukowy Stromera, w tym również materiał, na podstawie którego został opisany *Spinosaurus*, w jeden dzień dosłownie runął w gruzach (Nothdurft i Smith 2012).

W ciągu ostatnich 25 lat opisano parę kolejnych fragmentarycznych skamieniałości

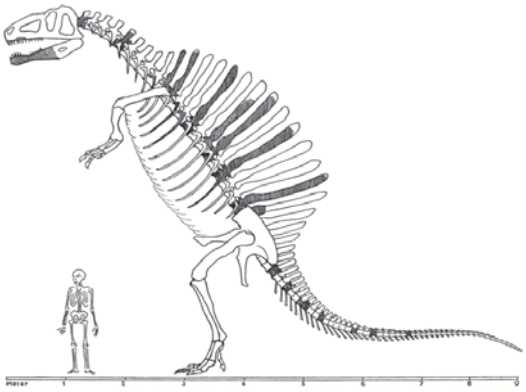
Rycina kręgów *Spinosaurus aegyptiacus* z pracy Stromera (1915).

spinozaurów z kilku obszarów Afryki Północnej (jego izolowane zęby są też w sprzedaży na giełdach skamieniałości). Było to jednak za mało, by w sposób wiarygodny ustalić wygląd zwierzęcia. Publikacja Stromera sugerowała, że spinozaur był dwunożnym drapieżnikiem. Nie było jednak jasne, jak dokładnie wyglądał ten „kolczasty jaszczur" i co robił za życia. Nic więc dziwnego, że w literaturze paleontologicznej aż się roiło od spekulacji. Głównym obiektem sporów i dyskusji stały się oczywiście owe bardzo długie wyrostki na grzbiecie zwierzęcia. Jedni badacze sądzili, że egipski dinozaur nosił na grzbiecie skórny wachlarz, rozpięty na wydłużonych wyrostkach kręgów. Miał on służyć do termoregulacji, niczym naturalna bateria słoneczna (historię badań spinozaura przedstawił Machalski 2009). Inni badacze uważali natomiast, że wyrostki stanowiły podporę dla tłustego garbu, takiego jak u bizona lub żubra. Według tej wizji spinozaur był ociężałym czworonogiem, magazynującym substancje odżywcze na okresy sezonowego niedoboru pokarmu. Zagłada opisanych przez Stromera szczątków nie ułatwiała rozstrzygnięcia zagadki.

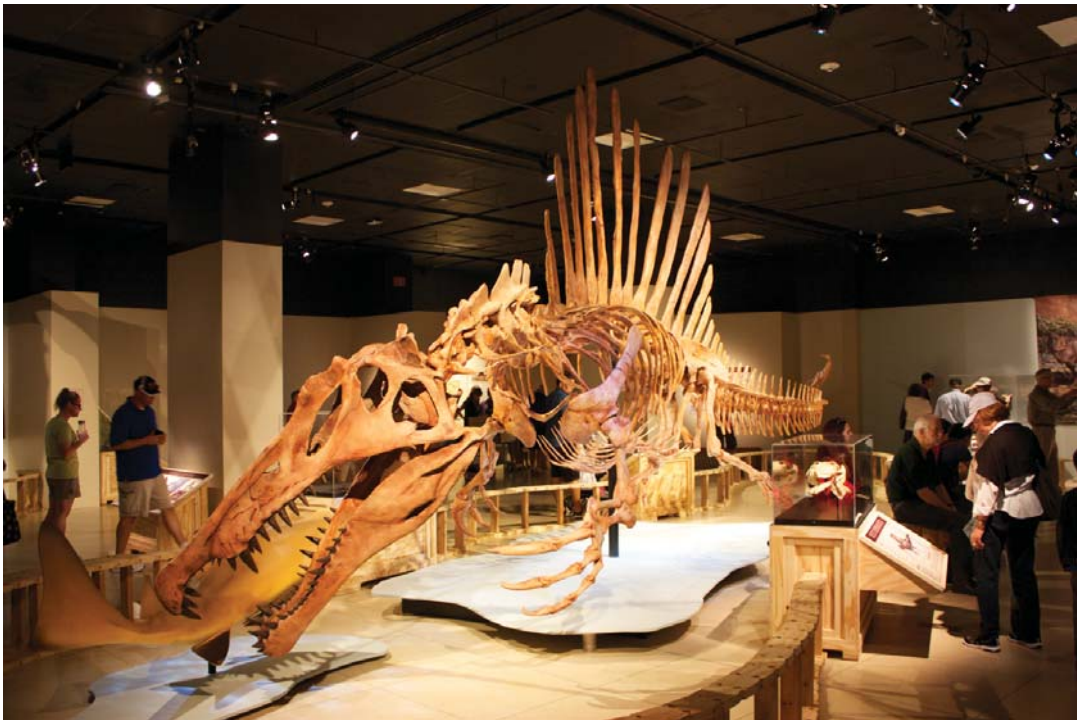
## Marokańska układanka

W 2008 r. młody paleontolog marokańsko-niemieckiego pochodzenia, Nizar Ibrahim, przybył do miasteczka Erfoud w Maroku by szukać skamieniałości w osadach formacji Kem Kem. W Erfoud Ibrahim spotkał pewnego Beduina, który pokazał mu pudło z czterema blokami skalnymi. Skały zawierały kopalne kości, ale ich zły stan zachowania nie pozwalał na dokładną identyfikację zwierzęcia, z którego pochodziły. Mimo wszystko paleontolog kupił skamieniałości od Beduina z myślą o ich umieszczeniu w kolekcjach uniwersytetu w Casablance.

Ibrahim zrozumiał znaczenie materiału z Kem Kem dopiero rok później, w trakcie wizyty w Muzeum Historii Naturalnej w Mediolanie. Spotkał się wtedy z włoskimi pale-



Rekonstrukcja szkieletu *Spinosaurus aegyptiacus* z pracy Stromera (1936).



Szkielet *Spinosaurus aegyptiacus* zrekonstruowany w National Geographic Museum w pozycji pływaka (fot. M. Bowler, http://commons.wikimedia.org/wiki/File: Spinosaurus_swimming.jpg. Licencja Creative Commons CC BY 2.0)

ontologami Cristiano Dal Sasso i Simone Maganuco, którzy z kolei zajmowali się innym materiałem paleontologicznym spinozaura zakupionym w Maroku. Co ciekawe, ich okazy tkwiły w kawałkach skały tego samego typu i dokładnie tego samego koloru, co kości zakupione przez Ibrahima. Naukowcy doszli do ciekawej konkluzji: materiał Włochów i Ibrahima może należeć do tego samego osobnika. Żeby to potwierdzić, konieczne były odwiedziny miejsca, z którego pochodziły okazy. Ale kto mógłby wskazać jego lokalizację? Ibrahim doszedł do wniosku, że kluczem do wszystkiego jest tajemniczy Beduin, który sprzedał mu owe bloki skalne. Tylko jak znaleźć Beduina na pustyni?

Ibrahim mógł się wybrać ponownie do Erfoud dopiero po czterech latach. Tym razem jednak głównym celem jego podróży były nie skamieniałości, ale tajemniczy handlarz. Jak można było się spodziewać, Beduina przez długi czas nie udawało się znaleźć. Przełom w sprawie spinozaura nastąpił 3 marca 2013, gdy niemiecki paleontolog siedział w kawiarni w Erfoud wraz z przyjaciółmi: Marokańczykiem Samirem Zouhrim i Brytyjczykiem Davidem Martillem. Nagle stał się cud! Ulicą przechodził Beduin. Ten sam, który pięć lat wcześniej sprzedał Ibrahimowi skamieniałości! Zatrzymany mężczyzna nie chciał zrazu ujawnić lokalizacji cennego stanowiska. Jednak w końcu udało się go przekonać. Okazało się, że wszystkie szczątki rzeczywiście pochodziły z tego samego miejsca i należały do tego samego zwierzęcia.

Zespół paleontologów kierowany przez Ibrahima opublikował wyniki badań marokańskiego spinozaura na łamach *Science* na po-

czątku września 2014 r (Ibrahim i in. 2014). Wynika z nich, że *Spinosaurus* był bardzo nietypowym teropodem, dobrze dostosowanym do półwodnego, a może nawet prawie całkowicie wodnego trybu życia. Świadczyła o tym bardzo wąska czaszka, niemal jak u współczesnego gawiala, a także przesunięcie nozdrzy na środek czaszki, co umożliwiało oddychanie z pyskiem zanurzonym w wodzie.

Prążkowania na kościach oraz ich mikrostruktura wskazuje – zdaniem autorów opublikowanego w *Science* artykułu – na obecność cienkiego skórnego żagla, który służył zapewne jako „sztandar" rozpoznawczy gatunku, zarówno w wodzie, jak i na lądzie. Kończyny tylne były zaskakująco małe – częściowo zredukowane pod względem rozmiarów, co spowodowało przesunięcie środka ciężkości zwierzęcia bardziej ku przodowi. Innym przystosowaniem do poruszania się w wodzie była duża gęstość kości spinozaura, typowa dla zwierząt wodnych i ziemnowodnych.

Długi ogon być może zapewniał napęd zwierzęcia w wodzie, zaś tylne kończyny mogły być wyposazone w błony pławne między palcami. Na czubku nosa spinozaur miał rozmieszczone „czujniki" rejestrujące zmiany ciśnienia, które umożliwiały mu wyczuwanie ryb w mętnej wodzie. Pozostały po nich charakterystyczne wgłębienia na przodzie czaszki (Ibrahim i in. 2014). Zdaniem Ibrahima i in. (2014) spinozaur był pierwszym, przynajmniej częściowo, czworonożnym dinozaurem z grupy Theropoda, jakiego poznaliśmy.

## Literatura cytowana


Bell, P.R., Currie, P.J. i Lee, Y.-N. 2012. Tyrannosaur feeding traces on *Deinocheirus* (Theropoda: ?Ornithomimosauria) remains from the Nemegt Formation (Late Cretaceous), Mongolia. *Cretaceous Research* 37: 186–190.

Ibrahim, N., Sereno, P.C., Dal Sasso, C., Maganuco, S., Fabbri, M., Martill, D.M., Zouhri, S., Myhrvold, N. i Iurino, D.A. 2014. Semiaquatic adaptations in a giant predatory dinosaur. *Science* 345: 1613–1616.

Holtz, T.R. Jr. 2014. Mystery of the terrible hands solved. *Nature* 13930. doi: 10.1038/nature 13930

Kielan-Jaworowska, Z. 1969. *Polowanie na dinozaury*. 99 s. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Kielan-Jaworowska, Z. 1973. *Przygody w skamieniałym świecie*. 159 s. Nasza Księgarnia, Warszawa.

Kielan-Jaworowska, Z. 2004. Pustynia Gobi po 30 latach. *Ewolucja* 2: 2–11.

Kielan-Jaworowska, Z. 2014. *W poszukiwaniu wczesnych ssaków*. 276 s. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.

Lee, Y.-N., Barsbold, R., Currie, P.J., Kobayashi, Y., Lee, H.-J., Godefroit, P., Escuillié, F. i Chinzorig, T. 2014. Resolving the long-standing enigmas of a giant ornithomimosaur *Deinocheirus mirificus*. *Nature* 13874. doi: 10.1038/nature13874.

Machalski, M. 2009. Zagadka spinozaura. *Focus* 4: 78–81.

Nothdurft, W. i Smith, J. 2002. *The lost dinosaurs of Egypt*. 242 s. Random House, New York.

Osmólska, H. i Roniewicz, E. 1970. Deinocheiridae, a new family of theropod dinosaurs. *Palaeontologia Polonica* 21: 5–19.

Sabath, K. 2004. Świat żywy pustyni Gobi sprzed 70 milionów lat. *Ewolucja* 2: 12–29.

Stromer, E. 1915. Ergebnisse der Forschungreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. II. Wirbeltier-Reste der Baharije-Stufe (unterstes Cenoman). 3. Das Original des Theropoden *Spinosaurus aegyptiacus* nov. gen., nov. spec. *Abhandlungen der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-pchysikalische Klasse* 28: 1–32.

Stromer, E. 1936. Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. VII. Baharije-Kessel und -Stufe mit deren Fauna und Flora. Eine ergänzende Zusammenfassung. *Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung, Neue Folge* 33: 1–102.

Zanno, L.E. i Makovicky, P.J. 2011. Herbivorous ecomorphology and specialization patterns in theropod dinosaur evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 232–237.

# Życie na krawędzi śmierci

Rafał LACH i Dawid TRZĘSIOK

**Świadectwa regeneracji wśród kopalnych szkarłupni są stosunkowo rzadkie. Opisywany w niniejszej pracy liliowiec z jurajskiej ławicy ostrygowej Małogoszcza w Górach Świętokrzyskich stanowi przykład takiego zjawiska. Liliowiec ten po utracie najważniejszego fragmentu ciała – głowy – nadal pozostał przy życiu, o czym świadczą oznaki regeneracji blizny po oderwanej koronie. Liliowiec znajdował się więc w swoistym stanie przejściowym pomiędzy życiem a śmiercią. Wegetujący liliowiec nie był zdolny do pobierania pokarmu i narażony był na ciągłe ataki drapieżników.**

Relacje drapieżnik-ofiara stanowią interesujący obiekt badań dla wielu dziedzin nauk przyrodniczych, w tym dla paleontologii. Szereg wielkich radiacji w fanerozoiku, określanych często mianem rewolucji morskich, przypisywano wielkoskalowym interakcjom między drapieżnikami a ich ofiarami (Baumiller i in. 2010; Gorzelak 2013: s. 19). Zdumiewające mechanizmy przetrwania wykształcone na skutek długotrwałej presji drapieżników niejednokrotnie zadziwiają badaczy. Niewątpliwie jednymi z najbardziej interesujących pod tym względem zwierzętami są liliowce (Crinoidea), które jako filtratory planktonu musiały wielokrotnie przyjmować pozycję defensywną, co zaowocowało wielką różnorodnością ich form i adaptacji obronnych.

## Ramiona i łodygi

Liliowce cechują się specyficzną budową ciała. Posiadają one układ wodny i szkielet pochodzenia mezodermalnego (Hess i in. 1999), co stawia je na dość wysokim szczeblu drabiny ewolucyjnej bezkręgowców. Liliowce bentoniczne (zamieszkujące morskie dna) zbudowane są z części korzeniowej (dysku bazalnego), łodygi oraz kielicha (Hess i in. 1999; Gorzelak 2013). Korzeń przytwierdza zwierzę do twardych elementów dna (fragmentów skał, muszli), zaś łodyga, w większości przypadków, pozwala na utrzymanie pionowej pozycji w toni wodnej.

Najważniejsze narządy wewnętrzne liliowca znajdują się w koronie. Wyposażona jest ona w wachlarz ramion, które za pośrednictwem pinnul („ramionek") oraz bruzd ambulakralnych pełnią aktywną rolę w pobieraniu pokarmu. Niektóre liliowce bentoniczne posiadają łodygę wyposażoną w szereg „wąsów" tzw. cirri, które pełnią funkcję stabilizacyjną (pomagają przytwierdzać organizm do dna i utrzymać go w pozycji pionowej). W drodze ewolucji, część liliowców utraciła łodygę w stadium dorosłym, co dało im zdolność swobodnego poruszania się po morskim dnie i w toni wodnej (np. komatulidy, patrz Radwańska 2014). U tej grupy liliowców łodyga została zredukowana do tzw. płytki centrodorsalnej zaopatrzonej w cirri.

Liliowce cechują się wybitną zdolnością do regeneracji, czyli odtwarzania utraconych lub uszkodzonych elementów ciała (np. Carnevali i in. 2001; Baumiller i Gahn 2004; Nakano i in. 2004; Gahn i Baumiller 2010; Kondo i Akasaka 2010; Lach i in. 2014). Warto w tym miejscu wspomnieć, że kielich dzisiejszych liliowców łodygowych obcięty na wysokości

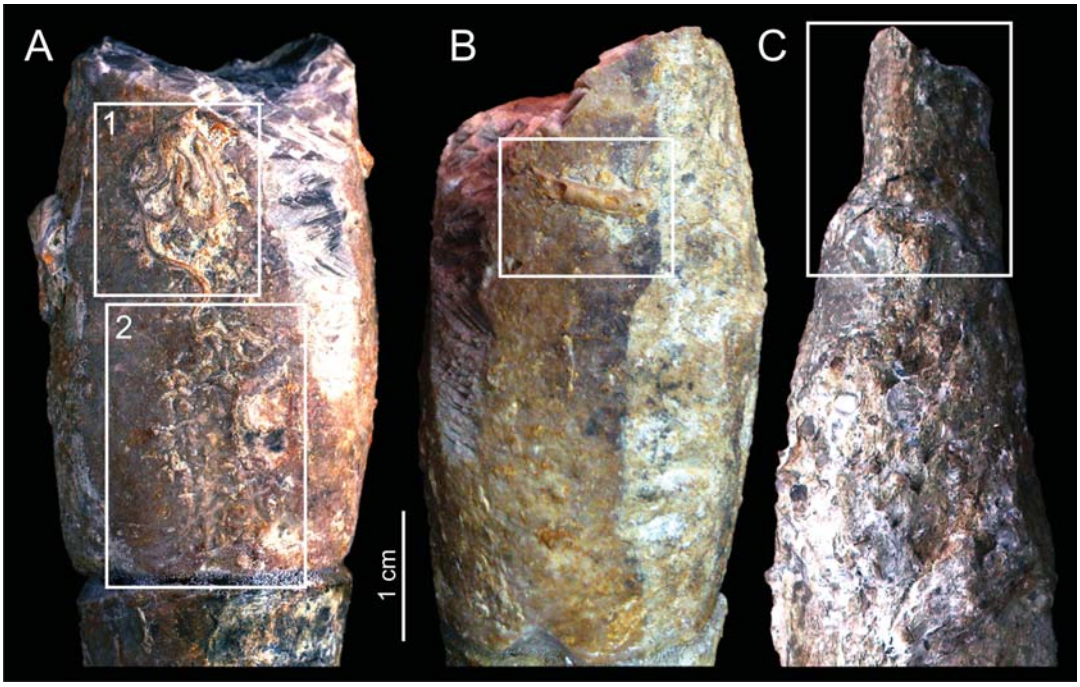
Bloki muszlowca ostrygowego w kamieniołomie cementowni w Małogoszczu. Strzałką zaznaczono miejsce znalezienia okazu liliowca, opisanego w niniejszym artykule (fot. D. Trzęsiok).

płytek bazalnych może w całości się zregenerować (Amemiya i Oji 1992).

Dzisiejsze liliowce stanowią pożywienie głównie ryb kostnoszkieletowych i drapieżnych jeżowców oraz rozgwiazd (Oji 1996; Baumiller i in. 2010; Gorzelak 2013). Świadectwa tych interakcji znane są w stanie kopalnym, co dokumentują ślady regeneracji lub ugryzień pozostawionych na szkieletach liliowców (Baumiller i Gahn 2004; Gorzelak i Salamon 2009; Gorzelak 2013; Lach i in. 2014).

## Liliowiec bez głowy

Niezwykły zapis dawnych interakcji drapieżnik-ofiara został udokumentowany w kamieniołomie cementowni Lafarge w Małogoszczu, zlokalizowanym w południowej części Gór Świętokrzyskich (Lach i in. 2014). Występujące tam utwory górnojurajskie wieku kimerydzkiego przykryte są piaskami i piaskowcami albu (kreda), osiągając blisko 200 metrów miąższości (Kutek i in. 1992; Machalski 1998). Profil geologiczny osadów górnojurajskich rozpoczynają tutaj dwie sekwencje wapieni oolitowych o różnej miąższości rozdzielone serią wapieni płytowych. Bezpośrednio na górnej sekwencji wapieni oolitowych zalegają kolejno: wapienie onkolitowe, wapienie płytkowe oraz sporej miąższości (ok. 30m) wapienie organodetrytyczne oraz muszlowce z bogatą fauną małżową (głównie ostrygi) oraz szkarłupniową. Powyżej zalega około 40 metrowa sekwencja wapieni płytowych



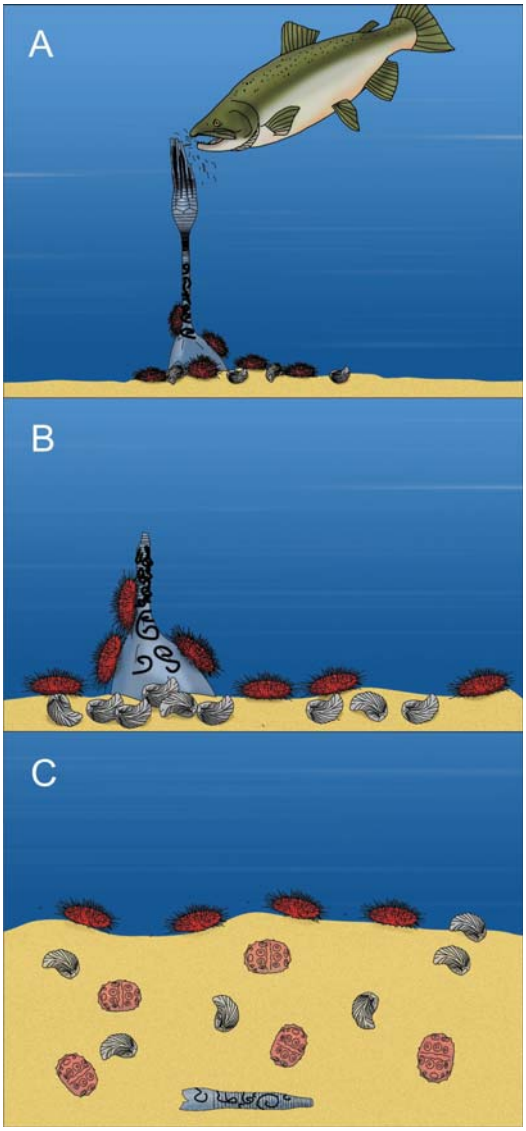

Łodyga liliowca *Pomatocrinus* sp. z utworów jurajskich Małogoszcza. A. Część łodygi wraz z epibiontami (1) oraz śladami ugryzień jeżowców (2). B. Część łodygi obrośnięta przez wieloszczeta. C. Przyrosty po dekapitacji na łodydze.

(Machalski 1998; Radwańska 1999; Wolkenstein i in. 2008). Właśnie w wymienionych muszlowcach ostrygowych, będących pozostałościami rozległych ławic ostrygowych, znaleziono szczątki liliowca, którego spotkał tragiczny los na dnie jurajskiego morza.

Ślady drapieżnictwa i „regeneracyjnych" przyrostów łodygi są niezwykle czytelne na omawianym okazie. Jest to fragment łodygi oraz część korzeniowa, łącznie 170 mm długości, liliowca z rodzaju *Pomatocrinus* pozbawionego kielicha. Łodyga nagle zwęża się w części położonej blisko głowy i ma zarośnięty kanał centralny (lumen). Dodatkowo, okaz na powierzchniach bocznych posiada liczne bruzdy o zmiennej morfologii i rozmiarach, przypominające ślady ugryzień. Ślady te w postaci rowków o ostrych krawędziach osiągają od 10 do 20 mm długości. Okaz pokryty jest też liczną fauną naskorupiającą, złożoną z rurek wieloszczetów (*Glomerula* sp.), kolonii mszywiołów (*Stomatopora* sp.) oraz skorup ostryg.

## Definicja śmierci

Interpretacja śladów obecnych na łodydze liliowca oraz środowiska jej pogrzebania ujawnia intrygującą historię. Liczne długie bruzdy zachowane na powierzchniach bocznych liliowca sugerują, że utrata jego korony nastąpiła w wyniku ataku jakiegoś drapieżnika (najprawdopodobniej ryby). Pomimo utraty najważniejszej części ciała, jaką jest korona, liliowiec nie obumarł, ale kontynuował swój wzrost, choć w patologicznej już formie. Świadczą o tym ślady przyrostów obecne na proksymalnej części łodygi i ślady zarastania kanału centralnego. Łodyga ta była następnie obrastana przez różne organizmy




Rekonstrukcja interakcji między drapieżną rybą a liliowcem z jury Małogoszcza. A. Atak drapieżnika na kielich liliowca; dekapitacja. B. Patologiczny wzrost łodygi i obrastanie przez epibionty (małże i mszywioły); obrastana łodyga narażona jest na ataki ze strony bentonicznych drapieżników. C. Pogrzebanie łodygi w osadzie.

(małże i mszywioły), które zdrapywane były przez inne bentoniczne drapieżniki, takie jak jeżowce. Dowodem na to są charakterystyczne gwiazdkowate ślady ugryzień po zębach wchodzących w skład aparatu szczękowego jeżowców (tzw. latarni Arystotelesa). Zdekapitowany, ledwie żywy liliowiec został pogrzebany w osadzie najprawdopodobniej dopiero w czasie późniejszego sztormu.

Według ogólnie przyjętej definicji, życie jest to dynamiczny stan organizmu, polegający na nieprzerwanym ciągu procesów przemiany materii i energii oraz ich wymianie z otoczeniem. Podążając za tą definicją, za przejawy życia należy uznać odżywianie się, oddychanie, wydalanie, pobudliwość, ruch, rozmnażanie i rozrost. Opisywany tutaj liliowiec, nawet po utracie najważniejszej części ciała – korony, znajdował się w specyficznym stadium pomiędzy życiem a śmiercią. Posiadał on bowiem pewne podstawowe cechy organizmu żywego, takie jak wzrost. Niedawne badania przeprowadzone przez japońskich badaczy potwierdzają, że dzisiejsze liliowce, które utraciły kielichy, mogły żyć i patologicznie rosnąć dalej nawet przez rok (Oji i Amemiya 1998). Niewyjaśniona zostaje jednak kwestia w jaki sposób organizmy te, pomimo utraty najważniejszego organu ciała, były zdolne do dalszego funkcjonowania.

Zarówno bardzo dobry stan zachowania okazu, jak i specyfika zjawiska regeneracji wśród kopalnych liliowców, podkreślają wagę małogoskiego znaleziska. Fenomenem jest również fakt, że pomimo utraty najważniejszej części ciała, jakim jest kielich oraz ciągłych ataków ze strony drapieżników, małogoski liliowiec wciąż pozostawał przy życiu, o czym świadczy jego dalszy wzrost w formie patologicznej regeneracji.

## Literatura cytowana

Amemiya, S. i Oji, T. 1992. Regeneration in sea lilies. *Nature* 357: 546–547.

Baumiller, T.K. i Gahn, F.J. 2004. Testing predator-driven evolution with Paleozoic crinoid arm regeneration. *Science* 305: 1453–1454.

Baumiller, T.K., Salamon, M.A., Gorzelak, P., Mooi, R., Messing, C. i Gahn, F.J. 2010. Post-Paleozoic crinoid

radiation in response to benthic predation preceded the Mesozoic marine revolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107: 5893–5896.

Carnevali, M.D.C. i Bonasoro, F. 2001. Microscopic overview of crinoid regeneration. *Microscopy Research and Technique* 55: 403–426.

Gahn, F.J. i Baumiller, T.K. 2010. Evolutionary history of regeneration in crinoids (Echinodermata). *Integrative and Comparative Biology* 50: 514a–514m.

Gorzelak, P. i Salamon, M.A. 2009. Signs of benthic predation on Late Jurassic stalked crinoids; preliminary data. *Palaios* 24: 70–73.

Gorzelak, P. 2013. Jeżowce kontra liliowce. *Rocznik Muzeum Ewolucji Instytutu Paleobiologii PAN* 5: 17–22.

Hess, H., Ausich, W.I., Brett, C.E. i Simms, M.J. 1999. *Fossil Crinoids*. 275 s. Cambridge University Press, Cambridge.

Kondo, M. i Akasaka, K. 2010. Regeneration in crinoids. *Development, Growth and Differentiation* 52: 57–68.

Kutek, J., Matyja, B.A., Radwański, A. i Wierzbowski, A. 1992. Stop 1.2. Large quarry of cement works at Małogoszcz; Kimmeridgian. *W:* B.A. Matyja, A. Wierzbowski i A. Radwański (red.), *Oxfordian & Kimmeridgian Joint Working Groups Meeting, September 7–12, Guide Book & Abstracts,* 30–34.

Lach, R., Trzęsiok, D. i Szopa, P. 2014. Life and death: an intriguing history of a Jurassic crinoid. *Paleontological Research* 18: 40–44.

Machalski, M. 1998. Oyster life positions and shell beds from the Upper Jurassic of Poland. *Acta Palaeontologica Polonica* 43: 609–634.

Nakano, H., Hibino, T., Hara, Y., Oji, T. i Amemiya, S. 2004. Regrowth of the stalk of the sea lily, *Metacrinus rotundus* (Echinodermata: Crinoidea). *Integrative and Comparative Biology* 50: 514a–514m.

Oji, T. 1996. Is predation intensity reduced with increasing depth? Evidence from the west Atlantic stalked crinoid *Endoxocrinus parrae* (Gervais) and implications for the Mesozoic marine revolution. *Paleobiology* 22: 339–351.

Oji, T. i Amemiya, S. 1998. Survival of crinoid stalk fragments and its taphonomic implications. *Paleontological Research* 2: 67–70.

Radwańska, U. 1999. Lower Kimmeridgian echinoids of Poland. *Acta Geologica Polonica* 49: 287–364.

Salamon, M.A. i Zatoń, M. 2005. First record of the Jurassic millericrinid *Pomatocrinus mespiliformis* (von Schlotheim, 1820) from Poland. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* 5: 301–320.

Wolkenstein, K., Głuchowski, E., Gross, J.H. i Marynowski, L. 2008. Hipericinoid pigments in millericrinids from the Lower Kimmeridgian of the Holy Cross Mountains (Poland). *Palaios* 23: 773–777.

# Autorzy

**Piotr Gryz**
Instytut Paleobiologii PAN
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa
e-mail: piotrgryz78@gmail.com

**Rafał Lach**
Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec
e-mail: rafal_lach86@o2.pl

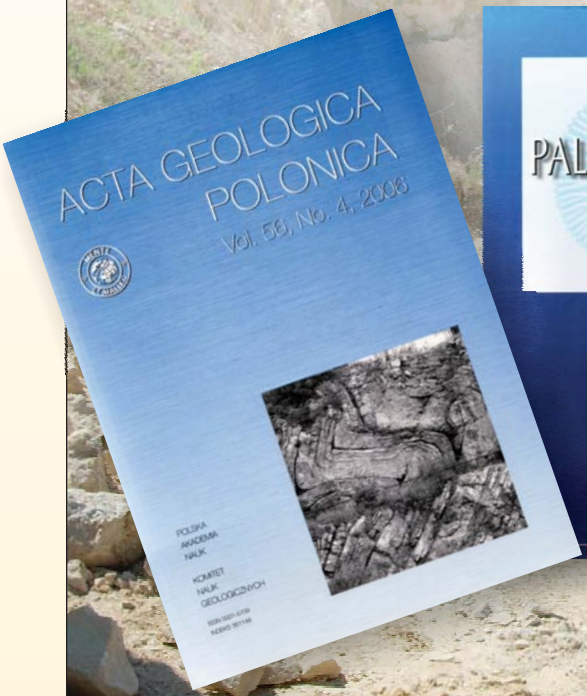
**Marcin Machalski**
Instytut Paleobiologii PAN
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa
e-mail: mach@twarda.pan.pl

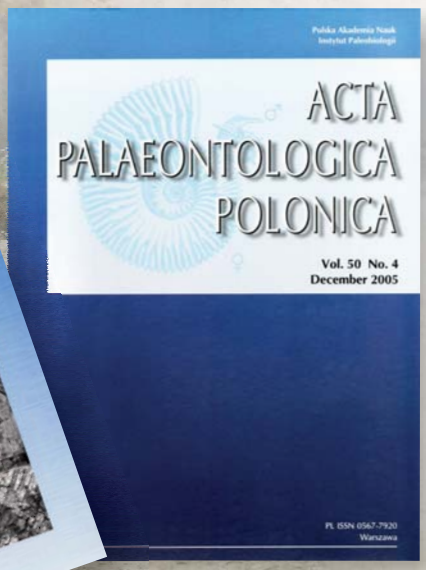
**Daniel Madzia**
Instytut Paleobiologii PAN
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa
e-mail: daniel.madzia@gmail.com

**Urszula Radwańska**
Wydział Geologii UW
Al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa
e-mail: u.radwanska@uw.edu.pl

**Michał Stachacz**
Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński
ul. Oleandry 2a, 30-063 Kraków
e-mail: michal.stachacz@uj.edu.pl

**Dawid Trzęsiok**
Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski
ul. Będzińska 60, 42-200 Sosnowiec
e-mail: slash86@o2.pl




**Acta Palaeontologica Polonica**

**Acta Geologica Polonica**

**Przypuszczalnie najlepsze czasopisma w swojej klasie ...**

ROCZNIK
MUZEUM
EWOLUCJI
INSTYTUTU PALEOBIOLOGII PAN

**Nr 6**
2014

Przypuszczalny wygląd *Deinocheirus mirificus* (rys. A. Atuchin).

**Spis treści**

Od redaktora ..... 1

*Piotr Gryz*
Ewolucja bocianów ..... 2

*Michał Stachacz*
Najstarsze polskie skamieniałości ..... 9

*Urszula Radwańska*
Komatulidy z Małogoszcza ..... 17

*Daniel Madzia i Marcin Machalski*
Powrót strasznorękiego ..... 25

*Rafał Lach i Dawid Trzęsiok*
Życie na krawędzi śmierci ..... 33

Autorzy ..... 38

redakcja:
**Marcin Machalski**

projekt artystyczny:
**Andrzej Baliński**
**Agnieszka Kapuścińska**
**Marcin Machalski**
**Aleksandra Szmielew**

skład:
**Aleksandra Szmielew**

wydawca:
Instytut Paleobiologii PAN
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa
www.paleo.pan.pl; paleo@twarda.pan.pl

© Instytut Paleobiologii PAN