



## Polskie Solnhofen

Adrian Kin<sup>1,2</sup>, Błażej Błażejowski<sup>2,3</sup>

A. Kin



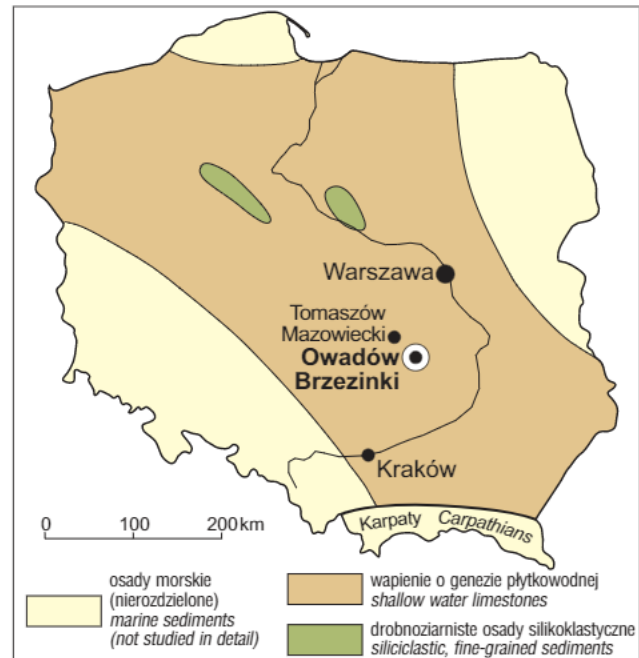
B. Błażejowski

Polish Solnhofen. *Prz. Geol.*, 60: 375–379.

**A b s t r a c t.** We briefly report on recent discovery of a new Fossil-Lagerstätte at Owadów-Brzezinki quarry (central Poland), where Upper Jurassic (Upper Tithonian = Middle Volgian) shallow water carbonates are exposed. The section includes a richly fossiliferous horizon of lithographic-type limestones, formed in a lagoonal depositional environment. Numerous organic and phosphatic remains of wide range of both marine and terrestrial creatures, including horseshoe crabs and decapods, disarticulated fish skeletons, remains of marine reptiles, ammonites, dragonflies, beetles, and rare isolated pterosaur bones and teeth, were found in association with an extremely abundant small bivalves *Corbulomima obscura*. The richly fossiliferous horizon at Owadów-Brzezinki is stratigraphically closely related to one of the world's most famous Fossil-Lagerstätte sites – Solnhofen (Bavaria, south-central Germany).

**Keywords:** Fossil-Lagerstätte, taphonomy, palaeoenvironment, palaeogeography, Late Jurassic, Poland

W niniejszym artykule przedstawiamy odkrycie unikatowego polskiego stanowiska paleontologicznego o charakterze *Fossil-Lagerstätte* (złoże skamieniałości), zlokalizowanego w górnej części wyrobiska kamieniołomu Owadów-Brzezinki, w którym odsłaniają się górniojurajskie wapienie sprzed około 148 mln lat (górnny tyton = środkowy wołg). Badania horyzontu wapieni litograficznych *sensu lato* wykazały obecność bogatego zespołu skamieniałości morskich i lądowych organizmów, odznaczających się wyjątkowo dobrym stanem zachowania. Elementami dominującymi w asocjacji faunistycznej są niewielkie małże należące do gatunku *Corbulomima obscura* oraz nieco mniej liczni przedstawiciele rodzaju *Mesosaccella*. Wśród pozostałej fauny rozpoznaliśmy m.in. bardzo liczne okazy ryb, zarówno chrzęstnoszkieletowych, jak i promieniopłetwych, liczne okazy skrzypłocy, krewetek i homarów, szczątki niewielkich morskich gadów, rzadkie amonity, a także lądowe owady (np. ważki i żuki) oraz szczątki kostne pterozaurów. Unikatowość nowego polskiego stanowiska jest związana z niezwykle bliską relacją stratygraficzną w stosunku do najslawniejszego stanowiska paleontologicznego o charakterze *Fossil-Lagerstätte* na świecie – Solnhofen, położonego w południowych Niemczech. Przeprowadzone badania wykazały, że interwał stratygraficzny oddzielający oba stanowiska wynosi zaledwie około 2 mln lat. Starsze zespoły morskich i lądowych organizmów z Solnhofen, reprezentujące poziom Hybonotum, jak też organizmy tworzące nowo odkryte asocjacje faunistyczne z kamieniołomu Owadów-Brzezinki, datowane na podpoziom *Zarajskensis*, bytowały w bardzo zbliżonym środowisku lagunowym o ograniczonym połączeniu z otwartym zbiornikiem oceanicznym/epikontynentalnym, położonym w bezpośredniej bliskości stałego lądu. Powyższe dane, jak również niewielki dystans paleogeograficzny oddzielający oba stanowiska umożliwiają paleobiologom szczegółowe prześledzenie trendów



**Ryc. 1.** Lokalizacja Polskiego Solnhofen, czyli kamieniołomu Owadów-Brzezinki k. Sławna na tle mapy paleogeograficznej najwyższej jury w Polsce (wg Gaździcka, 1998, nieznacznie zmodyfikowana)

**Fig. 1.** Locality map of Polish Solnhofen – the Owadów-Brzezinki quarry near Sławno (central Poland) against the background of the paleogeographic map of Poland during the Late Jurassic (after Gaździcka, 1998, slightly modified)

ewolucyjnych oraz tempa specjacji gatunków wśród wysoce zróżnicowanych grup morskich i lądowych organizmów.

Kamieniołom Owadów-Brzezinki jest położony 18 km w kierunku południowo-wschodnim od Tomaszowa Mazowieckiego (ryc. 1 i 2). Odsłaniają się tu górniojurajskie

<sup>1</sup>Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Jagielloński, ul. Oleandry 2a, 30-063 Kraków; amonit79@tlen.pl.

<sup>2</sup>Stowarzyszenie Przyjaciół Nauk o Ziemi „Phacops”, ul. Targowa 29, 90-043 Łódź.

<sup>3</sup>Instytut Paleobiologii Polskiej Akademii Nauk, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; bblazej@twarda.pan.pl.





**Ryc. 2.** Panoramiczne zdjęcie najwyższego poziomu eksploatacji kamieniołomu w Owadów-Brzezinkach k. Sławna należącego do III kompleksu litofacjalnego, na obszarze którego występuje najbogatszy w skamieniałości horyzont korbulołomimy, odkryty przez jednego z autorów (AK) w 2005 roku. Fot. B. Błażejowski

**Fig. 2.** Panoramic view of the highest level of exploitation in Owadów-Brzezinki quarry near Sławno belonging to the lithofacial complex III, within area occurring the most fossiliferous *Corbulomima* horizon discovered by one of the authors (AK) in 2005. Photo by B. Błażejowski



**Ryc. 3.** Katarzyna Kin prezentująca nowe znalezisko z horyzontu korbulołomimowego – czaszkę średnich rozmiarów gada (ryc. 3A, z lewej strony bloku skalnego) i kość zębową należącą do tego okazu (ryc. 3A, z prawej strony bloku skalnego, ryc. 3B). Fot. A. Kin

**Fig. 3.** Katarzyna Kin presenting a new fossil from *Corbulomima* horizon – medium-sized reptile skull (Fig. 3A, left side of stone) and dentary bone of that specimen (Fig. 3A, right side of stone, Fig. 3B). Photo by A. Kin

skały węglanowe (m.in. wapienie uławiczone, wapienie margliste i wapienie typu litograficznego), wieku środkowo-wołyżańskiego. Skały te należą do formacji keyńskiej (Kutek, 1994) i w ich obrębie wydzielono trzy kompleksy litofacjalne (Kin i in., w druku). Pod względem biostratigraficznym wapienie te reprezentują poziom Scythicus, podpoziom Zarajskensis i najwyższą część horyzontu Regularis oraz prawdopodobnie cały horyzont Zarajskensis (Kutek, 1994; Kin i in., 2012; Kin i in., w druku). W obrębie wapieni należących do kompleksu I można wyróż-

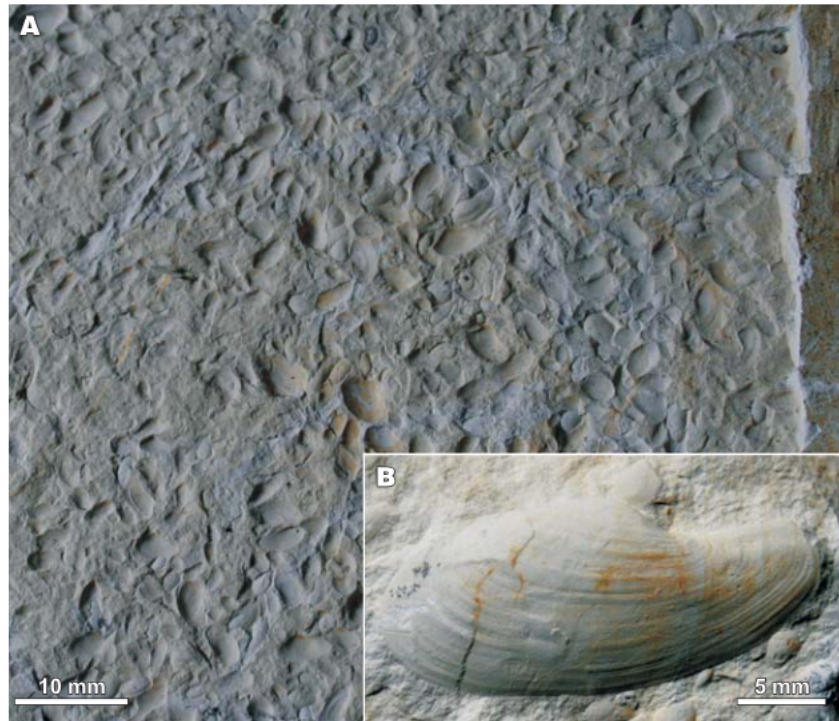
nić żółtawe wapienie margliste oraz leżące wyżej gruboławicowe wapienie drobnoziarniste (kalcytulity) o łącznej miąższości nieco ponad 6,5 m. Wapienie te zawierają szczątki organizmów morskich, zamieszkujących strefy pełnomorskie o normalnym zasoleniu, np. bardzo liczne amonity z gatunku *Zaraiskites zarajskensis*. Nadległy kompleks II składa się z drobnoziarnistych wapieni o oddzielności płytowej, w których stropowej części rozpoznano horyzont masowego występowania wieloszczetów osiadłych (*Sedentarida*). W wapieniach tych obserwuje się stopniowe



ubożenie zespołu faunistycznego, który ograniczony jest do małżów, nielicznych ramienionogów, wspomnianych wcześniej wieloszczetów oraz nielicznych amonitów z rodzaju *Zaraiskites*.

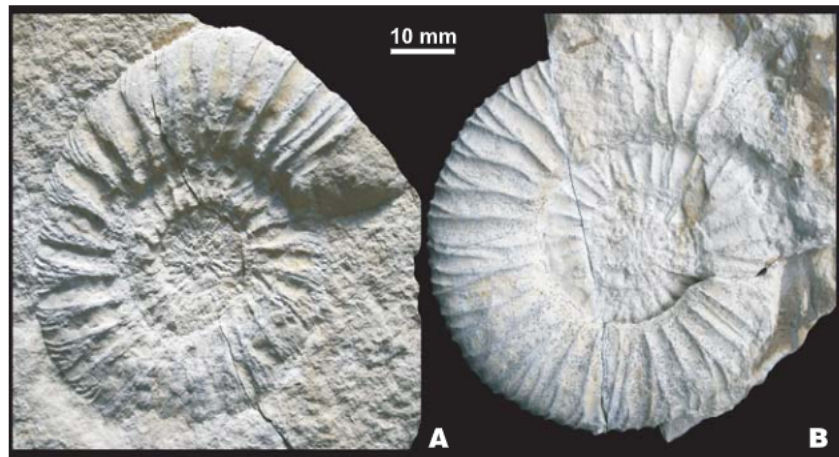
Profil geologiczny kamieniołomu Owadów-Brzezinki zamyka kompleks III, w obrębie którego jeden z autorów (AK) odkrył horyzont zawierający wyjątkowo liczną i zróżnicowaną faunę morską i lądową (ryc. 3) – tzw. horyzont korbulo-mimowy (Kin i in., w druku). Fauna z tego horyzontu jest zdominowana przez oportunistyczne małże *Corbulomima obscura* oraz *Mesosaccella* sp. (ryc. 4), których liczebność może lokalnie osiągać nawet 500 osobników na metr kwadratowy. Wśród pozostałej fauny rozpoznanej w horyzoncie korbulo-mimowym znajdują się nieliczne amonity: *?Zaraiskites* ex gr. *zarajskensis* (ryc. 5A) oraz *?Virgatites* sp. (ryc. 5B), dwa nowe gatunki skrzypłoczy: *Limulus* sp. nov. (Kin, w druku [a]) oraz *Crenatolimulus* sp. nov. (ryc. 6 i 7; Kin, w druku [b]) oraz inne morskie stawonogi (np. *Glyphea* sp., *?Eryma* sp.), a także liczne ryby promieniopłetwe (Chondrichthyes) (ryc. 8 – patrz na str. 400), takie jak *Caturus* sp. (ryc. 9 – patrz na str. 400) należący do ganoidów kostnych (Holostei), oraz chrzęstnoszkieletowe (Actinopterygii), w tym rekiny (np. *Notidanus* sp., *Sphenodus* sp.). Na szczególną uwagę zasługują szczątki niewielkich morskich gadów należących do rodzaju *?Pleurosaurus* (ryc. 10). Istotnymi i niezwykle ciekawymi elementami opisywanego zespołu faunistycznego są organizmy lądowe, w tym szczątki nowego gatunku ważki z rodzaju *Eumorbaeschna* (Bechly & Kin, w druku), żuki (*?Notocupes* sp.) oraz nieliczne szczątki pterozaurów. Nieco powyżej horyzontu korbulo-mimowego występuje brekcja śródfarmacyjna o miąższości 60–80 cm, która jest interpretowana jako tsunami – pierwszy znany z tak skrajnie płytkowodnych osadów przybrzeża na świecie (Kin i in., w druku).

Przeważnie niekompletny stan zachowania skamieniałości z horyzontu korbulo-mimowego wskazuje, że może on reprezentować fację o charakterze *Konzentrat-Lagerstätte* (sensu Seilacher, 1970). Jednakże umiarkowanie liczne znaleziska w pełni artykułowanych organizmów o niezwykle niskim potencjale fosylizacyjnym (np. skrzypłoczy; ryc. 6 i 7) świadczą o tym, że horyzont korbulo-mimowy odpowiada najpewniej typowi facji pośredniej pomiędzy *Konzentrat-* i *Konservat-Lagerstätte* (Kin i in., w druku). W osadach powyżej opisanego horyzontu z unikatowymi skamieniałościami wszelkie szczątki makroorganizmów są bardzo rzadkie i ograniczają się do znalezisk niewielkich małżów (*Corbulomima* sp.), a także izolowanych rybich



Ryc. 4. Powierzchnia wapienia litograficznego s.l. przepelniona muszlami cienkoskorupowych małżów: A – *Corbulomima obscura*; B – *Mesosaccella* sp.

Fig. 4. Lithographic-type limestone surface overfilled by the soft-shelled bivalves: A – lithographic-type limestone slab with *Corbulomima obscura*; B – *Mesosaccella* sp.



Ryc. 5. Amonity z horyzontu korbulo-mimowego: A – *?Zaraiskites* ex gr. *zarajskensis*; B – *?Virgatites* sp. Obie fot. A. Kin

Fig. 5. Ammonites from Corbulomima horizon: A – *?Zaraiskites* ex gr. *zarajskensis*; B – *?Virgatites* sp. Both photos by A. Kin

łusek. Należy podkreślić, że zarówno zapis paleontologiczny, jak i sedymentologiczny pochodzący z sukcesywnych kompleksów węglanowych (I, II, III) kamieniołomu Owadów-Brzezinki wydają się dokumentować stopniową zmianę reżimu sedymentacyjnego – z pełnomorskiego i umiarkowanie głębokowodnego (kompleks I) poprzez wyraźnie płytsze środowisko przybrzeża (kompleks II) aż po środowisko skrajnie płytkowodne z możliwymi wynurzeniami (kompleks III). Depozycja osadów kompleksu III zachodziła w rozległej lagunie o ograniczonym połączeniu z otwartym morzem.

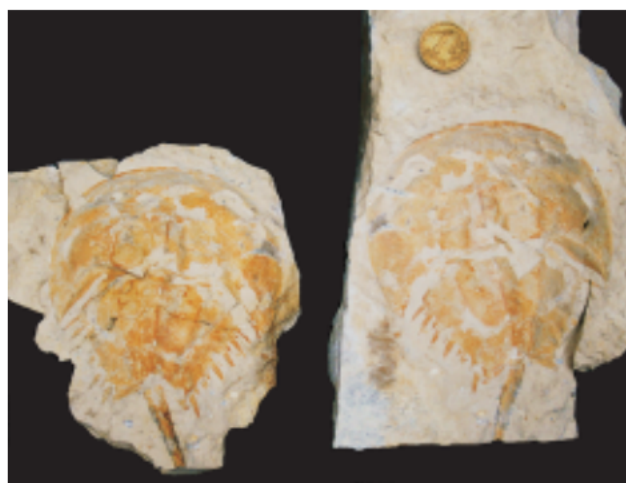
Na podstawie wstępnych badań geologicznych możliwe jest wskazanie głównych podobieństw pomiędzy dolnotytońskimi wapieniami litograficznymi regionu Solnhofen





**Ryc. 6.** Artykułowany pancerz skrzyplóca – *Crenatolimulus* sp.  
**Fig. 6.** Articulated horseshoe crab exoskeleton – *Crenatolimulus* sp.

i górnotońskimi wapieniami ze Sławna, w którego granicach znajduje się kamieniołom Owadów-Brzezinki. Po pierwsze, z obu tych obszarów znane są zbliżone pod względem składu taksonomicznego zespoły makroskamieniałości. Niezwykle interesujący jest fakt, że podobieństwa te zostały wykryte zarówno wśród organizmów morskich, jak i lądowych (Kin i in., w druku; Bechly & Kin, w druku), co realnie umożliwia prowadzenie zróżnicowanych badań paleontologicznych o dotychczas nieosiągalnym poziomie rozdzielenia taksonomicznego. Jednym z przykładów doskonale ilustrujących znaczenie wspomnianych powyżej badań porównawczych zespołów makroskamieniałości z Solnhofen (Barthel i in., 1990) i z opisywanej w artykule lokalizacji może być identyfikacja nowego gatunku ważek należących do rodziny Eumorbaeschnidae, która dotychczas była znana wyłącznie z regionu Solnhofen (Bechly & Kin, w druku). Znajdź to stanowi jednocześnie pierwsze znane wystąpienie ważek w osadach górnourajskich Polski. Badania przeprowadzone wśród pozostałych



**Ryc. 7.** Pozytyw i negatyw artykułowanego pancerza skrzyplóca – *Crenatolimulus* sp.

**Fig. 7.** The part and counterpart of articulated horseshoe crab exoskeleton – *Crenatolimulus* sp.



**Ryc. 10.** Kość zębowa należąca przypuszczalnie do morskiego sfenodonta z rodzaju *Pleurosaurus* sp. Wszystkie fot. A. Kin

**Fig. 10.** Mandible of possible aquatic sphenodontian *Pleurosaurus* sp. All photos by A. Kin

organizmów zachowanych w horyzoncie korbuloformowym dały podobnie zachęcające rezultaty. Fakt ten jednoznacznie wskazuje, że stanowisko Owadów-Brzezinki powinno być traktowane jako całkowicie nowe „otwarte okno” na świat organiczny późnej jury, w sposób unikatowy ukazujące nieznaną zapis ewolucji organizmów żywych. Ponadto stanowisko to jest pierwszą niemal równoległą paleontologiczną „alternatywą” dla najsłynniejszego na świecie stanowiska o charakterze *Fossil-Lagerstätte* – bawarskiego Solnhofen. Po drugie, w obu stanowiskach wszystkie niezwykle dobrze zachowane skamieniałości występują w wapieniach mikrytowych typu litograficznego, charakteryzujących się doskonałą oddzielnością płytkową, które powstawały w zbliżonych warunkach środowiskowych, tj. w przybrzeżnych strefach lagunowych.

Przeprowadzone badania wykazały także pewne różnice między Solnhofen a Owadówem-Brzezinkami (Kin i in., w druku). W przypadku Solnhofen, którego obszar w późnej jurze zlokalizowany był na północnej krawędzi oceanu Tetydy, osady węglanowe były deponowane w stosunkowo głębokiej lagunie z nieznacznie ograniczonym dostępem do strefy otwartego oceanu, gdzie naturalną barierę stanowiły rozległe rafy glonowo-gąbkowe i niewiel-





kie izolowane rafy koralowe (Keupp i in., 2007; Munnecke i in., 2008). W przeciwieństwie do Solnhofen obszar laguny Owadowa-Brzezinek znajdował się we wschodniej części epikontynentalnego morza, od którego laguna ta była przypuszczalnie niemal całkowicie odizolowana przez obecnie bliżej niezidentyfikowaną strefę barierową. Na stałą bliskość otwartego morza wskazują incydentalne znaleziska amonitów z kręgu rodzajów *Zaraiskites* i *Virgatites*. Laguna była prawdopodobnie bardzo płytka, co potwierdzają liczne wynurzeniowe struktury sedimentacyjne oraz zespół charakterystycznych skamieniałości śladowych, rozpoznane w stropowej części profilu kamieniołomu Owadów-Brzezinki (Kin i in., w druku).

Autorzy pragną podziękować prof. dr. hab. Jerzemu Nawrockiemu za nieocenione wsparcie prac badawczych planowanych na terenie polskiego Solnhofen. Serdeczne podziękowania kierujemy do Piotra Maciaka (dyrektora zarządzającego/ dyrektora handlowego Nordkalk Sp. z o.o.) oraz Marcina Heliosza (dyrektora technicznego/ dyrektora ds. produkcji Nordkalk Sp. z o.o.), Roberta Siudy (dyrektora Zakładu Nordkalk w Sławnie) oraz Cezarego Błaszczyka (kierownika robót górniczych Zakładu Nordkalk w Sławnie). Bardzo dziękujemy Tadeuszowi Wojciechowskiemu (wójtowi gminy Sławno) za hojne wsparcie oraz wyjątkową otwartość na sprawy nauki. Dziękujemy Katarzynie Kin za wieloletnią pomoc w prowadzonych badaniach paleontologicznych oraz Sebastianowi Kinowi za skuteczne administrowanie zagadnieniami informacyjnymi Stowarzyszenia Przyjaciół Nauk o Ziemi „Phacops”. Wyrazy wdzięczności kierujemy do prof. dr. hab. Andrzeja Wierzbowskiego, prof. dr. hab. Andrzeja Gaździckiego, prof. dr. hab. Grzegorza Pieńkowskiego, dr. hab. Jacka Grabowskiego oraz dr. Piotra Szreka. Bardzo serdecznie dziękujemy prof. dr. hab. Marcinowi Machalskiemu za cenne uwagi merytoryczne. Wielkie podziękowania

dla Aleksandry Hołdy-Michalskiej (Instytut Paleobiologii PAN) za pomoc graficzną.

## LITERATURA

- BARTHEL K.W., SWINBURNE N.H.M. & CONWAY-MORRIS S. 1990 – Solnhofen. A study in Mesozoic palaeontology. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 1–236.
- BECHLY B. & KIN A. (w druku) – First record of the fossil dragonfly family Eumorbaeschnidae (Insecta: Odonata: Anisoptera) from the Upper Jurassic of Poland. *Acta Palaeont. Pol.*
- GAŹDZICKA E. 1998 – Jura górna. [W:] Dadlez R., Marek S. & Pokorski J. (red.) Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce, 1 : 2500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KEUPP H., KOCH R., SCHWEIGERT G. & VIOHL G. 2007 – Geological history of the Southern Franconian Alb – the area of the Solnhofen Lithographic Limestone. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 245: 3–21.
- KIN A. (w druku [a]) – The horseshoe crab of the genus *Limulus*: living fossil or stabilimorph? *PLoS ONE*.
- KIN A. (w druku [b]) – Abundance and population structure of the new horseshoe crab from central Poland. *PLoS ONE*.
- KIN A., BŁAŻEJOWSKI B. & BINKOWSKI M. 2012 – The „Polish Solnhofen”: a long awaited alternative? *Geol. Today*, 28: 91–94.
- KIN A., GRUSZCZYŃSKI M., MARTILL D., MARSHALL J.D. & BŁAŻEJOWSKI B. (w druku) – Paleoenvironment and taphonomy of a Late Jurassic (Late Tithonian) Lagerstätte from central Poland. *Lethaia*.
- KUTEK J. 1994 – The Scythicus Zone (Middle Volgian) in Poland: its ammonites and biostratigraphic subdivisions. *Acta Geol. Pol.*, 44: 1–33.
- MUNNECKE A., WESTPHAL H. & KÖLBL-EBERT M. 2008 – Diagenesis of plattenkalk: examples from the Solnhofen area (Upper Jurassic, southern Germany). *Sedimentology*, 55: 1931–1946.
- SEILACHER A. 1970 – Begriff und Bedeutung der Fossil-Lagerstätten. *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, 62: 34–39.

Praca wpłynęła do redakcji 11.05.2012 r.

Po recenzji akceptowano do druku 30.05.2012 r.



PRZEGLĄD

# GEOLOGICZNY



Cena 12,60 zł (w tym 5% VAT)

TOM 60 Nr 7 (LIPIEC) 2012

Indeks 370908 ISSN-0033-2151

**Polskie Solnhofen**

**Kodowanie litologii  
osadów**

**Regulacja koryta  
a sedimentacja  
w dolinie Dunajca**

**Kapliczki piaskowcowe**

**okolic Krakowa**



**Zdjęcie na okładce:** Unikatowy okaz późnojurajskiego skrzyplóca *Crenatolimulus* sp., pochodzący z kamieniołomu Owadów-Brzezinki koło Sławna (centralna Polska). Fot. A. Kin (zob. Kin & Błażejowski, str. 375)

**Cover photo:** A unique specimen of the Late Jurassic horseshoe crab *Crenatolimulus* sp., found in Owadów-Brzezinki quarry near Sławno (central Poland). Photo by A. Kin (see Kin & Błażejowski, p. 375)



Polskie Solnhofen (patrz na str. 375)



Ryc. 8. Dysartykułowany szkielet ryby z rodziny Pycnodontidae, odsłonięty w spągu najwyższego poziomu eksploatacji kamieniołomu Owadów-Brzezinki koło Sławna

Fig. 8. Disarticulated pycodontid fish skeleton, exposed at the bottom of the highest level of exploitation in Owadów-Brzezinki quarry near Sławno



Ryc. 9. Kość zębowa drapieżnej ryby z rodzaju *Caturus* sp. Obie fot. A. Kin

Fig. 9. Dentary bone of actinopterygian fish *Caturus* sp. Both photos by A. Kin

