

**Tomy Jurajskie, tom III**  
Instytut Geologii Podstawowej  
Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego  
02-089 Warszawa, ul. Żwirki i Wigury 93

**Redaguje zespół:**

**Krzysztof Dembicz**  
dembicz@o2.pl

**Tomasz Praszquier**  
pra\_tomek@poczta.onet.pl

**Andrzej Wierzbowski**  
Andrzej.Wierzbowski@uw.edu.pl

**Rada redakcyjna:**

**Roman Aubrecht**, Department of Geology and Paleontology, Faculty of Natural Sciences,  
Comenius University, Mlynská Dolina – G, SK-842 15 Bratislava, Slovakia;  
e-mail: aubrecht@nic.fns.uniba.sk

**Marcin Barski**, Instytut Geologii Podstawowej UW, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland;  
e-mail: marbar@uw.edu.pl

**Andrzej Boczarowski**, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Paleontologii i Stratygrafii, Uniwersytet Śląski,  
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, Poland; e-mail: boczar@us.edu.pl

**Ewa Głowniak**, Instytut Geologii Podstawowej UW, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland;  
e-mail: Glowniak\_EK@uw.edu.pl

**Michał Krobicki**, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Stratygrafii i Geologii  
Regionalnej, Akademia Górniczo-Hutnicza, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland;  
e-mail: krobicki@geol.agh.edu.pl

**Marek Lewandowski**, Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk,  
ul. Księcia Janusza 64, 01-452 Warszawa, Poland; e-mail: lemar@igf.edu.pl

**Bronisław Andrzej Matyja**, Instytut Geologii Podstawowej UW,  
ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland; e-mail: Matyja@uw.edu.pl

**Grzegorz Pieńkowski**, Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, Poland;  
e-mail: gpie@pgi.waw.pl

**Andrzej Radwański**, Instytut Geologii Podstawowej UW, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland

**Magdalena Sidorcuk**, Instytut Geologii Podstawowej UW,  
ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland; e-mail: sima@uw.edu.pl

**Alfred Uchman**, Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński,  
ul. Oleandry 2a, 30-063 Kraków, Poland; e-mail: fred@ing.uj.edu.pl

**Projekt graficzny i skład:**

**Maciej Olinkiewicz**  
lama@post.pl

**Tomasz Praszquier**  
pra\_tomek@poczta.onet.pl

**Adres redakcji:**

Instytut Geologii Podstawowej, Wydział Geologii UW,  
ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland;  
e-mail: redakcja@tomyjurajskie.most.org.pl

# Tomy Jurajskie

tom III

# Jurassic planktonic foraminifera from Pieniny Klippen Belt and their taxonomic and phylogenetic importance (Carpathians, southern Poland)

## Jurajskie otwornice planktoniczne z pienińskiego pasa skałkowego Polski i ich znaczenie taksonomiczne i filogenetyczne

Wendy HUDSON<sup>1</sup>, Malcolm B. HART<sup>1</sup>, Magdalena SIDORCZUK<sup>2</sup> and Andrzej WIERZBOWSKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Earth, Ocean and Environmental Sciences, University of Plymouth, Drake Circus, Plymouth PL4 8AA, United Kingdom;  
e-mail: whudson@plymouth.ac.uk, mhart@plymouth.ac.uk

<sup>2</sup>Institute of Geology, University of Warsaw, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland;  
e-mail: Andrzej.Wierzbowski@uw.edu.pl, sima@uw.edu.pl

**Key words:** Planktonic foraminifera, origin, taxonomical problems, Jurassic, Tethys.

**ABSTRACT:** In this brief review of the occurrence of planktonic foraminifera in the Middle and Upper Jurassic in the Pieniny Klippen Belt (Carpathians, southern Poland), we wish to draw attention to the importance of these faunas in early evolution of the group. The appearance of planktonic foraminifera could be related to major palaeogeographic changes in the Tethys during early Middle Jurassic which induced vigorous upwelling circulation making nutrients available in the surface waters.

### INTRODUCTION

The Pieniny Klippen Belt is a long narrow structure that separates the Carpathians into the Inner and Outer domains (fig. 1A). It is mainly composed of pelagic carbonates of Jurassic and Cretaceous age. A number of samples from the Jurassic succession of the Pieniny Klippen Belt of Southern Poland have been investigated for their foraminiferal content. Many of the samples, which range in age from the Bathonian to the Kimmeridgian, contain very large numbers of planktonic foraminifera (the *Glo-*

*buligerina* microfacies of Wierzbowski *et al.* 1999) and provide important evidence of the early evolution and palaeobiogeography of these fossils. In recent discussions on the origins of the planktonic foraminifera Simmons *et al.* (1997) and Hart *et al.* (2003) have indicated that the previous suggestions of a Triassic origin (Fuchs 1967, 1971, 1973, 1975, 1977; Oberhauser 1960) are probably incorrect and that an early to mid-Jurassic origin is more likely. If this is the case then the abundant Middle and Upper Jurassic faunas of the Pieniny Klippen Belt are extremely important in establishing the early evolu-

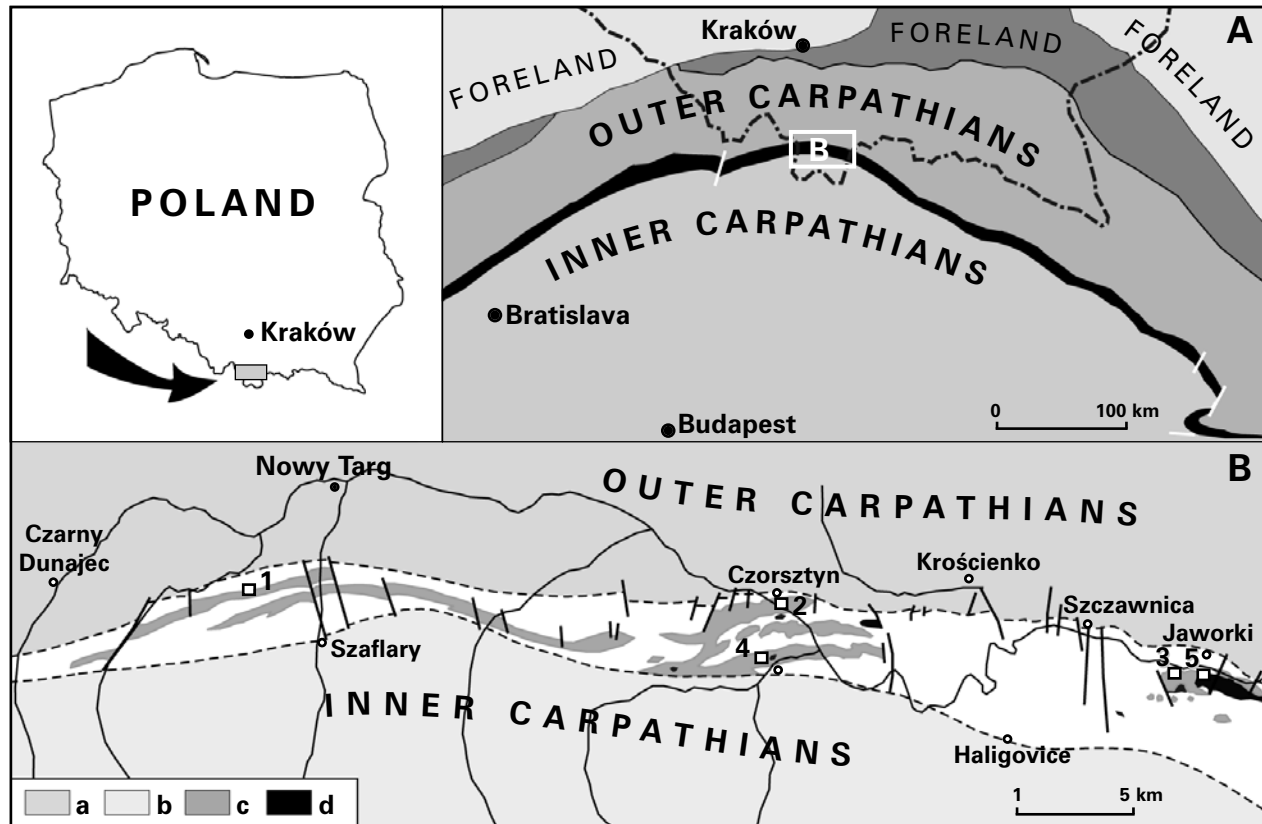


Fig. 1. A – Location of the Pieniny Klippen Belt (in black) within the Carpathians; B – location of the studied sections of the Pieniny Klippen Belt in Poland (base map simplified from Birkenmajer 1963, 1977); a – Magura Palaeogene flysch (Magura Nappe); b – Podhale Palaeogene flysch (autochthonous); c – Czorsztyn Succession: 1 – Stankowa Skala, 2 – Czorsztyn Castle Klippe, 3 – Krupianka Creek; d – Niedzica Succession: 4 – Niedzica Podmajerz Klippe, 5 – Czajakowa Skala.

tion of the planktonic foraminifera. One of the more important taxa in this debate is „*Globigerina bathoniana* Pazdrowa, 1969“ which was first described from Ogródzieniec (between Kraków and Częstochowa).

#### SAMPLES INVESTIGATED

The ammonitico rosso-type limestone samples that we have investigated come from the Pieniny Klippen Belt in the vicinity of Nowy Targ, Czorsztyn, Niedzica, and Jaworki (fig. 1B). The studied localities correspond to two different facies zones recognized as the Klippen Succession: the Czorsztyn Succession deposited on the southern slope of the hypothetical submarine swell – the Czorsztyn Ridge, and the deeper-water Niedzica Succession (see Birkenmajer 1977, 1986). The detailed position of the studied sections and location of the samples are given according to Wierzbowski *et al.* (1999,

figs 3, 4, 5 and 6). The samples (see fig. 2 herein) are:

- Stankowa Skala – Czorsztyn Succession, Czorsztyn Limestone Formation (Oxfordian);
- Czorsztyn Castle Klippe (Bed 5) – Czorsztyn Succession, Czorsztyn Limestone Formation (Oxfordian);
- Krupianka Creek (Bed 6) – Czorsztyn Succession, Czorsztyn Limestone Formation (Lower Kimmeridgian);
- Niedzica Podmajerz Klippe (Bed 2) – Niedzica Succession, Niedzica Limestone Formation (Lower Bathonian);
- Czajakowa Skala (Bed 4) – Niedzica Succession, Niedzica Limestone Formation (latest Callovian and/or Oxfordian).

All of these limestones are very hard and were studied in thin section. We are presently attempting to break down these limestones using acetolysis; the method described by Lirer (2000).

## MID-UPPER JURASSIC PLANKTONIC FORAMINIFERA

Planktonic foraminifera have been described from Jurassic strata since the pioneering work of Terquem & Berthelin (1875), Haeusler (1881, 1890) and Terquem (1883, 1886). Initially, all these authors listed the various „taxa“ as species of *Globigerina*, and this continued into quite modern times (Bartenstein & Brand 1937; Ströbel 1944; Balhakhmatova 1953; Grigelis 1958; Hofman 1958; Oberhauser 1960; Siebold & Siebold 1960; Bignot & Guyader 1966; Pazdrowa 1969; Masters 1977; Stam 1986; Riegraf 1987). In the 1960s, however, new generic and sub-generic names came into use (e.g., *Conoglobigerina*, *Globuligerina*) although many of the type specimens remain previously described „globigerine“ taxa. In a recent attempt to rationalise the taxonomic status of Jurassic forms Simmons *et al.* (1997) have re-figured much of the original material or topotypes provided by (in some cases) the original authors.

There are a number of problems inherent in dealing with Jurassic faunas, especially in the Middle Jurassic. In a recent discussion of the origins of the planktonic foraminifera Hart *et al.* (2003) have suggested that the meroplanktonic to holoplanktonic transition may have taken place in the Toarcian and, if this is correct, Middle Jurassic faunas represent a very early stage in the evolution of the group. The problems of preservation are, therefore, compounded by the lack of characters with which to discriminate taxa. Features such as the number of chambers in the final whorl, size and location of the aperture and the height of the spire are relatively limiting and the ecological significance of any of these variables is also little understood. Wernli & Görög (2000) and Görög & Wernli (2003) have, for example, drawn attention to the thin-walled and thick-walled variants seen in many samples (especially in the successions of Central Europe). Is this wall thickening created by an external crust (as in modern *Truncorotalia truncatulinoides*) or is it a fundamental part of the

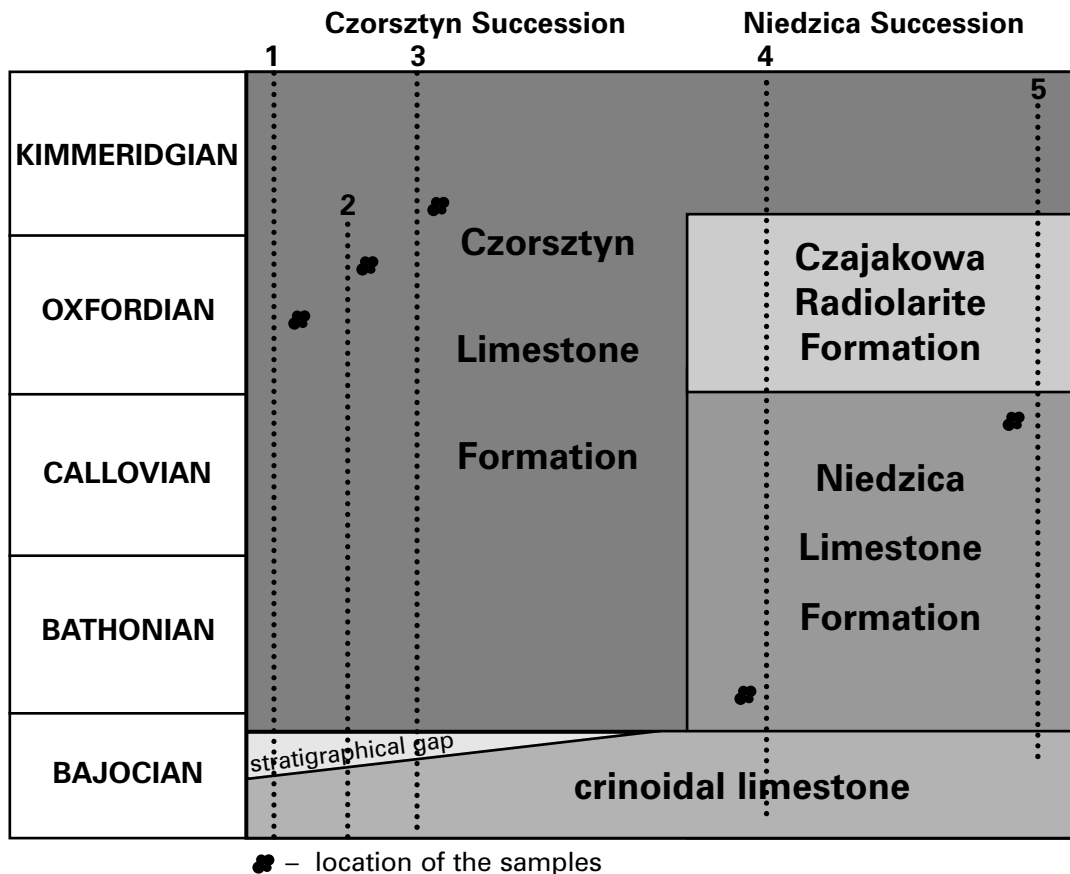
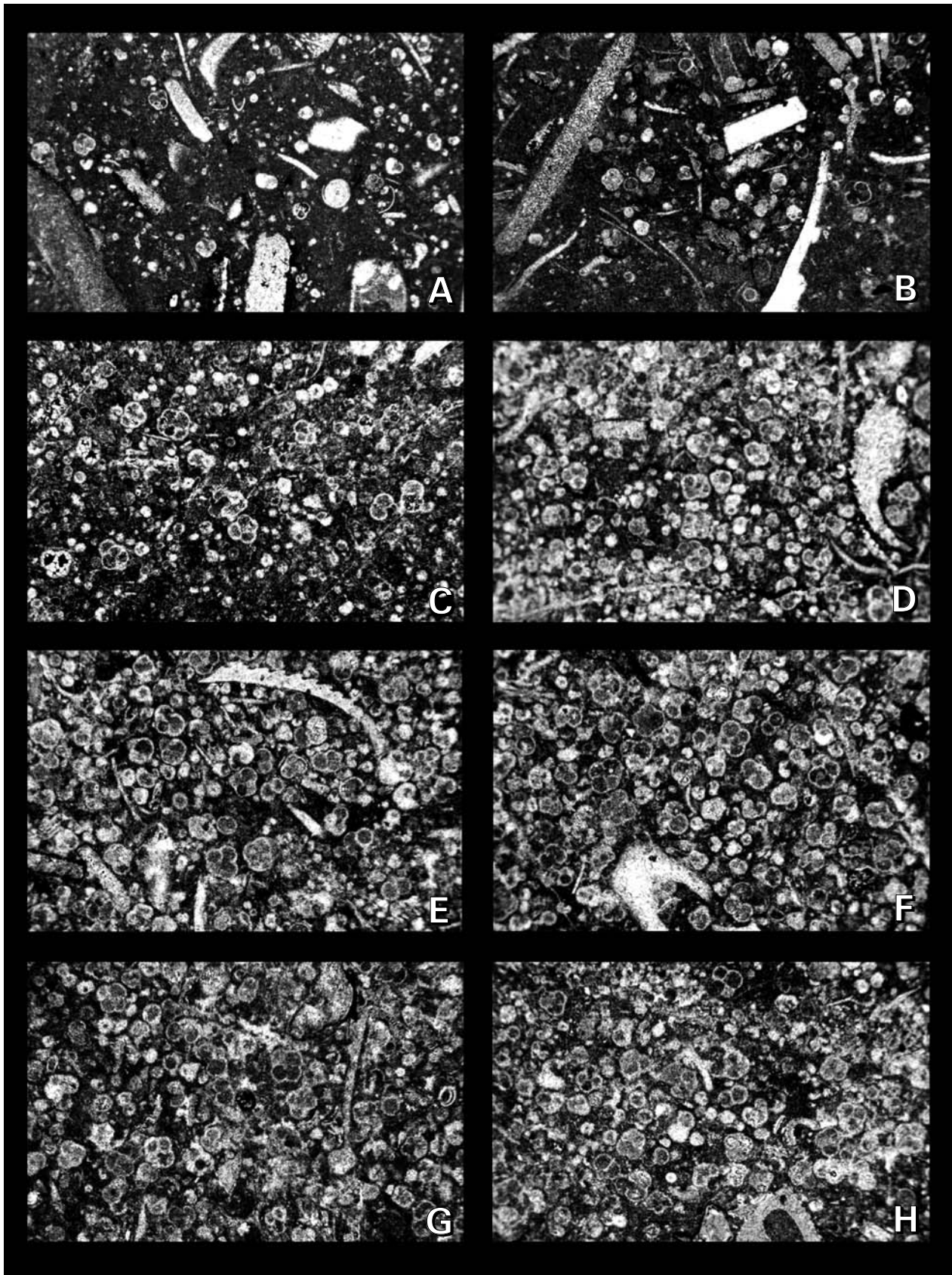


Fig 2. The section studied with position of the samples yielding planktonic foraminifera, lithostratigraphical classification of the Czersztyn and Niedzica successions of the Pieniny Klippen Belt after Birkenmajer (1977); localities: 1 – Stankowa Skala, 2 – Czersztyn Castle Klippe, 3 – Krupianka Creek, 4 – Niedzica Podmajerz Klippe, 5 – Czajakowa Skala.



structure of the individuals? Whatever the reason behind this variation, it has not been seen in any of the thin-sections of our samples from the Pieniny Klippen Belt. The main problem is, however, preservation. In many cases (*e.g.*, Oxford *et al.* 2002) the planktonic foraminifera are preserved as internal molds (often of pyrite) with little evidence of surface ornamentation, pores or indeed the position and form of the aperture. Many of the faunas are also described in thin-section or extracted from hard limestones by acetolysis. In some reports (*e.g.*, Argolis, Greece: Baumgartner, 1985) the faunas are described as *Protoglobigerina* (despite there being no such genus) or as protoglobigerinids or globuligerinids.

Despite the age range of the thin-sections described in this report, there is remarkably little variation in the appearance of the fauna. Many specimens appear to have three or four chambers in the final whorl and there are no examples of the high-spined *Praegubkinella* described by Wernli & Görög (1999, 2000) from a range of Middle Jurassic locations. None of the Polish material appears to have thickened walls (pl. 1), although this only appears to be a feature in the Bajocian (Görög & Wernli, 2003, fig. 1). According to Simmons *et al.* (1997), the aperture is the key to generic discrimination with *Conoglobigerina* having an interiomarginal low arch while *Globuligerina* has a high, loop-shaped, aperture. This, apparently simple, separation of the genera is slightly problematic. The type of *Globuligerina* (given by Simmons *et al.* 1997) is *Globigerina oxfordiana* Grigelis, 1958 and the three views given by the author in the original figures (especially fig. 1c) shows four gradually expanding chambers in the final whorl with an interiomarginal low arch for an aperture. In a later paper, Grigelis (1985) re-figured the holotype and the drawings do seem to represent the same specimen (and views). The aperture remains a low arch, but shown with a bordering lip. Later Bignot & Guyader (1966) illustrated forms of *Globuligerina oxfordiana* with

more elongate chambers and more loop-shaped aperture which looks quite different to that in the original figure of Grigelis (1958). These later interpretations of *Globuligerina oxfordiana* by Bignot & Guyader (1966, 1971) are a significant problem according to Huddleston (1982). In a probing taxonomic analysis Huddleston (*op. cit.*) argues that the majority of workers have overlooked the fact that „...Bignot and Guyader (1971) specifically designated *Globuligerina oxfordiana* Grigelis, 1958 emend. Bignot and Guyader 1966, emend. 1971, and not *Globigerina oxfordiana* Grigelis, 1958” as the type species of *Globuligerina*. If this is correct, then it calls into question the current interpretation of *G. oxfordiana* (and, perhaps, its relationship with *G. bathoniana*) as well as the status of the genus *Globuligerina*. In their analysis of *Globuligerina*, Simmons *et al.* (1997) appear to have been unaware of the views presented by Huddleston in 1982, which also considered the status of the genus *Polskanella* Fuchs and the family Favusellidae. Stam (1986) also attempted an emendation of *Globuligerina* which was not fully endorsed by Simmons *et al.* (1997). In 1984, Bignot & Janin described the planktonic foraminifera found in the Bajocian of the Falaise des Hachettes (Normandy) succession. While some of the fauna is illustrated in thin section, a few isolated specimens are figured (Bignot & Janin, 1984, pl. 1, figs 3, 5-8). These individuals (especially figs 3, 8) show the four chambers in the final whorl (which expand slowly and are not elongated) and an aperture that is more like the low arch of the original *G. oxfordiana*. Bignot & Janin (1984) appear to equate *G. oxfordiana* with *G. bathoniana* of Pazdrowa (1969). With this level of confusion it is not surprising that the separation of *G. oxfordiana* from *G. bathoniana* in thin-section is almost impossible, with only a slightly higher spire being the discriminating feature. In our thin-sections of these Polish samples we cannot, therefore, separate these two taxa or adjudicate on the position of *G. calloviensis*, which may be the ancestor of *G. oxfordiana*

#### Plate 1

Representative thin-section micrographs of Jurassic planktonic foraminifera from the Pieniny Klippen Belt, all images have a field of view of 6mm: A – Stankowa Skala, Czorsztyn Limestone Formation, Oxfordian, scattered sections of *Globuligerina* with rare benthic foraminifera; B – Stankowa Skala, Czorsztyn Limestone Formation, Oxfordian, *Globuligerina* with rare sections through „filaments” of *Bositra*; C – Stankowa Skala, Czorsztyn Limestone Formation, Oxfordian, sections through *Globuligerina* showing the characteristic four chambers; D – Czorsztyn Castle Klippe (Bed 5), Czorsztyn Limestone Formation, Oxfordian, *Globuligerina* packstone; E – Czorsztyn Castle Klippe (Bed 5), Czorsztyn Limestone Formation, Oxfordian, *Globuligerina* packstone with abundant sections through forms with four chambers in the final whorl; F – Czorsztyn Castle Klippe (Bed 5), Czorsztyn Limestone Formation, Oxfordian, *Globuligerina* packstone with abundant sections through forms with four distinct chambers in the final whorl; G – Krupianka Creek (Bed 6), Czorsztyn Limestone Formation, Lower Kimmeridgian, *Globuligerina* packstone; H – Krupianka Creek (Bed 6), Czorsztyn Limestone Formation, Lower Kimmeridgian, *Globuligerina* packstone.

or an ecophenotype of sub-specific taxonomic status. It would be expected that the specimens seen in the sample from the Lower Bathonian of the Niedzica Limestone Formation should be closely related, if not identical, to those of the type *G. bathoniana* of Pazdrowa (1969). In some of the thin sections, high-spired forms are occasionally observed.

In the thin sections we have inspected there are occasionally benthonic foraminifera present (as reported by Wierzbowski *et al.* 1999) and we have also noted the presence of „microforaminifers” similar to those described by Mišík & Soták (1998).

## SUMMARY

The occurrence of important faunas of Middle-Upper Jurassic planktonic foraminifera within the limestones of the Pieniny Klippen Belt has been reviewed and the problems of specific identification of the fauna discussed. The *Globuligerina* facies of this succession is an interesting faunal association and the environment it represents remains little understood. Some general suggestions dealing with development of this facies are, however, discussed below.

In the European Tethys the planktonic foraminifera are known from the uppermost Lower Bajocian (Humphriesianum Zone) in several areas, such as the Bakony Mountains, Hungary (Wernli & Görög 1999), the Umbria-Marche Apennines („*Protoglobigerina*” in Baumgartner 1990), or the Pieniny Klippen Belt in Poland (*Globuligerina* sp. in Tyszkowa 1999). The tests of planktonic foraminifera become abundant in the pelagic limestones (of ammonitico rosso-type) of the Middle and Upper Jurassic in different parts of the European Tethys (*e.g.* Wierzbowski *et al.* 1999), and a near-continuous lineage of these fossils may be traced therein. While the ammonitico rosso limestones are characteristic of the submarine swells, the coeval Middle to Upper Jurassic Tethyan basinal deposits are dominated by radiolarites. This „bloom” of planktonic organisms during the Middle and Late Jurassic could be related to palaeogeographic changes in the Tethys, such as the formation of narrow oceanic basins and submarine swells which might have resulted in a vigorous upwelling circulation making nutrients available in the surface waters. A marked palaeogeographic transforma-

tion of the European Tethys began to take place during the Bajocian (see, for example, Bill *et al.* 2001; Plašienka 2003), with the origin of the mid-oceanic Czorsztyn Ridge in the Pieniny Klippen Basin during the Early Bajocian (Krobicki & Wierzbowski 2004). The Czorsztyn Ridge is thought to have been a long-lived submarine pelagic swell which induced upwelling during the Late Jurassic and Early Cretaceous (Tyszka 1994, 1995; Golonka & Krobicki 2001). At the same time, the enhanced activity of the oceanic rift systems, such as those at the boundary of the Middle and Late Jurassic (Lewandowski *et al.* 2005), would have resulted in a marked transgression, and the opening of a wide marine connection between the epicratonic seas of Europe and the Tethys Ocean. This might have allowed the Early Oxfordian migration of the planktonic foraminifera far to the north, not only to epicratonic Central Poland (as happened previously in the Middle Bathonian – see Pazdrowa 1969; Gedl *et al.* 2003), but even more distantly, to northern Poland (*e.g.*, Smoleń 2000), Lithuania (Grigelis 1958, 1985), southern Sweden (Scania – Grigelis & Norling 1999), and southern England (Oxford *et al.* 2002).

## Acknowledgements

WH and MBH wish to thank MS and AW for the opportunity to study these samples from the Pieniny Klippen Belt. The authors acknowledge the advice of Dr Mike Simmons, Dr Agnes Görög, Prof. Roland Wernli and Dr John Whittaker, all of whom have studied the planktonic foraminifera of Jurassic age in Europe. The authors are grateful to Dr Jarosław Tyszka for remarkable comments.

## REFERENCES

- Balhakhmatova V. T. 1953. On Middle Jurassic Globigerinidae and Globorotaliidae. *Sbornik v Paleontologija i Stratigrafia, Trudi Vsesojuznyj Nauchno-Issledovatel'skij Geologičeskij-Razvedočnyj Instituta*, 1953: 86-89 [in Russian].
- Bartenstein H. & Brand E. 1937. Mikropaläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwest-deutschen Lias und Doggers. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, **439**: 1-224.



- Baumgartner P. O. 1985. Jurassic sedimentary evolution and nappe emplacement in the Argolis Peninsula (Greece). *Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, **99**: 1-111.
- Baumgartner P. O. 1990. Genesis of Jurassic Tethyan radiolarites – the example of Monte Nerone (Apennines). In: Pallini G., et al. (Eds), Fossili, Evoluzione, Ambiente, *Atti II Convegno Internazionale, Pergola 25-30 Ottobre 1987*, 19-32.
- Bignot G. & Guyader J. 1966. Découverte de foraminifères planctoniques dans l'Oxfordien du Havre (Seine-Maritime). *Revue de Micropaléontologie*, **9**, 2: 104-110.
- Bignot G. & Guyader J. 1971. Observations nouvelles sur *Globigerina oxfordiana* Grigelis. In: Farinacci A. (Ed.) *Proceedings of the Second Planktonic Conference, Roma 1970*, **1**, Edizioni Tecnoscienza, Rome, 79-81.
- Bignot G. & Janin M. C. 1984. Découverte de *Globigerina oxfordiana* (Foraminifère planctonique) dans le Bajocien stratotype de la Falaise des Hachettes (Sainte-Honorine-des-Pertes, Calvados, France). *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences, Paris* (Série 2), **298**: 751-756.
- Bill M., O'Dogherty L., Guex J., Baumgartner P. O. & Masson H. 2001. Radiolarite ages in Alpine-Mediterranean ophiolites: Constrains on the oceanic spreading and the Tethys-Atlantic connection. *Geological Society of America Bulletin*, **113**: 129-143.
- Birkenmajer K., 1963. Stratigraphy and paleogeography of the Czorsztyn series (Pieniny Klippen Belt, Carpathians) in Poland. *Studia Geologica Polonica*, **9**: 1-380.
- Birkenmajer K. 1977. Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland. *Studia Geologica Polonica*, **45**: 1-158.
- Birkenmajer K. 1986. Stages of structural evolution of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians. *Studia Geologica Polonica*, **88**: 7-32.
- Fuchs W. 1967. Über Ursprung und Phylogenie der Trias-„Globigerinen“ und die Bedeutung dieses Formenkreises für das echte Plankton. *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien*, 135-177.
- Fuchs W. 1971. Eine alpine Foraminiferenfauna des tieferen Mittel-Barrême aus den Drusbergschichten von Ranzenberg bei Hohenems in Vorarlberg. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien*, **27**: 1-49.
- Fuchs W. 1973. Ein Beitrag zur Kenntnis der Jura – „Globigerinen“ und verwandter Formen an Hand polnischen Materials des Callovien und Oxfordien. *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien*, 445-487.
- Fuchs W. 1975. Zur Stammesgeschichte der Planktonforaminiferen und verwandter Formen im Mesozoikum. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Wien*, **118**: 193-246.
- Fuchs W. 1977. A contribution to the phylogeny of the Mesozoic Planktonic Foraminifera. In: Acte du VIe Colloque Africain de Micropaléontologie. *Annales des Mines et de la Géologie*, **28**: 71-74.
- Gedl P., Kaim A., Boczarowski A., Kędzierski M., Smoleń J., Szczepanik P., Witkowska M. & Ziaja J. 2003. Rekonstrukcja paleośrodowiska sedymentacji środkowojurajskich ilów rudonośnych Gnaszyna (Częstochowa) – wyniki wstępne. *Tomy Jurajskie*, **1**: 19-27.
- Görög A. & Wernli R. 2003. Palaeobiogeography of the Middle Jurassic protoglobigerinids. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **96**: 237-248.
- Golonka J. & Krobicki, M. 2001. Upwelling regime in the Carpathian Tethys: a Jurassic-Cretaceous palaeogeographic and paleoclimatic perspective. *Geological Quarterly*, **45**, 1: 15-32.
- Grigelis A. A. 1958. *Globigerina oxfordiana* sp. n. – an occurrence of *Globigerina* in the Upper Jurassic strata of Lithuania. *Nauchnye Doklady Vysshej Shkoly, Geologo-Geograficheskie Nauk*, 1958, 3: 109-110 [in Russian].
- Grigelis A. A. 1985. Zonalnaya Stratigrafiya v Baltiskoi Yuri po Foraminiferam. Ypravlenie Geologii Litovskoi SSR, Litovskii Nauchno-Issledovatel'skii Geologorazvedochnii Institut. Moskva, Nedra Publishers, 1-130 [in Russian].
- Grigelis A. A. & Norling E. 1999. Jurassic geology and foraminiferal faunas in the NW part of the East European Platform. A Lithuanian – Swedish geotraverse Study. *Research Papers, Geological Survey of Sweden, Series Ca 89, Forskningsrapporter*: 1-101.
- Hart M. B., Hylton M. D., Oxford M. J., Price G. D., Hudson W. & Smart C. W. 2003. The search for the origin of the planktonic Foraminifera. *Journal of the Geological Society, London*, **160**: 341-343.
- Haeusler R. 1881. Untersuchungen über die microscopischen Strukturverhältnisse der Aargauer Jurakalke mit besonderer Berücksichtigung ihrer Foraminiferenfauna. PhD Thesis, University of Zürich, Brugg, 1-47.

- Haeusler R. 1890. Monographie der Foraminiferenfauna der schweizerischen Transversarius-Zone. *Abhandlungen der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft*, **17**: 1-134.
- Hofman E. A. 1958. New discoveries of the Jurassic Globigerina. *Naucznyye Doklady Vysshei Shkoly, Geologo-Geograficheskoi Nauki*, **2**: 725-726.
- Huddleston R. W. 1982. Comments on the nomenclatural status of the families Caucasellidae and Favusellidae (Foraminiferida). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, **95**, 3: 637-638.
- Krobicki, M. & Wierzbowski, A. 2004. Stratigraphic position of the Bajocian crinoidal limestones and their palaeogeographic significance in evolution of the Pieniny Klippen Basin. *Tomy Jurajskie*, **2**: 69-82 (in Polish with English summary).
- Lewandowski M., Krobicki M., Matyja B. A. & Wierzbowski A. 2005. Palaeogeographic evolution of the Pieniny Klippen Basin using stratigraphic and palaeomagnetic data from the Veliky Kamenets section (Carpathians, Ukraine). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **216**: 53-72.
- Lirer F. 2000. A new technique for retrieving calcareous microfossils from lithified lime deposits. *Micropalaeontology*, **46**, 4: 365-369.
- Masters B. A. 1977. Mesozoic Planktonic Foraminifera. In: Ramsay A. T. S. (ed.), *Oceanic Micropalaeontology*, Volume 1, Academic Press, London, 301-731.
- Mišík M. & Soták J. 1998. „Microforaminifers” – a specific fauna of organic-walled foraminifera from the Callovian-Oxfordian limestones of the Pieniny Klippen Belt. *Geologica Carpathica*, **49**, 2: 109-123.
- Oberhauser R. 1960. Foraminiferen und Mikrofossilien „*incertae sedis*“ der Ladinischen und Karnischen Stufe der Trias aus den Ostalpen und aus Persien. In: Oberhauser R., Kristan-Tollmann E., Kollman K. & Klaus W., Beiträge zur Mikropaläontologie der Alpenen Trias, *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Wien, Special*, **5**: 5-46.
- Oxford M. J., Gregory F. J., Hart M. B., Henderson, A. S., Simmons M. D. & Watkinson M. P. 2002. Jurassic planktonic foraminifera from the United Kingdom. *Terra Nova*, **14**: 205-209.
- Pazdrowa O. 1969. Bathonian *Globigerina* of Poland. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, **39**: 41-56.
- Plašienka D. 2003. Dynamics of Mesozoic pre-orogenic rifting in the Western Carpathians. *Mitteilungen der österreichischen geologischen Gesellschaft*, **94**: 79-98.
- Riegraf W. 1987. Planktonic foraminifera (Globuligerinidae) from the Callovian (Middle Jurassic) of southern Germany. *Journal of Foraminiferal Research*, **17**: 190-211.
- Siebold E. & Siebold I. 1960. Über Funde von Globigerinen an der Dogger/Malm-Grenze Süddeutschlands. In: Sorgenfrei, T. (Ed.), *International Geological Congress, Reports of the 21st International Geological Congress, Norden*, Berling, Kopenhagen, Part VI: 64-68.
- Simmons M. D., BouDagher-Fadel M. K., Banner F. T. & Whittaker J. E. 1997. The Jurassic Favusellacea, the earliest Globigerinina. In: BouDagher-Fadel M. K., Banner F. T. & Whittaker J. E. (Eds) *The Early Evolutionary History of Planktonic Foraminifera*, Chapman & Hall, London, 17-52.
- Smoleń J. 2000. Foraminiferal stratigraphy of the Middle and Upper Jurassic boundary in Peribaltic Syncline. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **393**: 53-79.
- Stam B. 1986. Quantitative analysis of Middle and Late Jurassic foraminifera from Portugal and its implications for the Grand Banks of Newfoundland. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, **34**: 1-168.
- Ströbel W. 1944. Mikrofauna im Weissen Jura Alpha der mittleren und Südwestalb. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, Ser. B, **88**: 1-39.
- Terquem O. 1883. Cinquième mémoire sur les foraminifères du système oolithique de la zone a *Ammonites parkinsoni* de Fontoy (Moselle). *Bulletin de la Société Géologique de France*, Ser. 3, **11**: 339-406.
- Terquem O. 1886. Les foraminifères et les ostracodes du Fuller's Earth des environs de Varsovie. *Mémoires de la Société Géologique de France*, Ser. 3, **4**, 2: 1-112.
- Terquem O. & Berthelin G. 1875. Études Microscopique des marnes du Lias Moyen d'Essey-Les-Nancy, zone inférieure de l'assise a *Ammonites margaritatus*. *Mémoires de la Société Géologique de France*, Ser. 2, **10**, 3: 1-126.
- Tyszka J. 1994. Response of Middle Jurassic benthic foraminiferal morphogroups to dysoxic/anoxic conditions in the Pieniny Klippen Basin, Polish Carpathians. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **110**: 55-81.

- Tyszka J. 1995. Mid-Jurassic Palaeoenvironment and Benthic Communities in the Klippen and Magura Basins, Pieniny Klippen Belt, Poland. Unpubl. Ph. D. thesis, Institute of Geological Sciences, Polish Academy of Science, 1-192.
- Tyszka J. 1999. Foraminiferal biozonation of the Early and Middle Jurassic in the Pieniny Klippen Belt (Carpathians). *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Earth Sciences*, **47**, 1: 27-46.
- Wernli R. & Görög A. 1999. Protoglobigerinids (Foraminifera) acid extracted from Bajocian limestones (Hungary). *Revista Española Micropaleontología*, **31**, 3: 123-130.
- Wernli R. & Görög A. 2000. Determination of Bajocian protoglobigerinids (Foraminifera) in thin sections. *Revue de Paleobiologie*, **19**, 2: 399-407.
- Wierzbowski A., Jaworska M. & Krobicki M. 1999. Jurassic (Upper Bajocian – lowest Oxfordian) ammonitico-rosso facies in the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland: its fauna, age, microfacies and sedimentary environment. *Studia Geologica Polonica*, **115**: 7-74.

## STRESZCZENIE

Wiele wapieni pelagicznych występujących w pienińskim pasie skałkowym, zwłaszcza środkowo i górnójurajskie osady formacji wapienia czorsztyńskiego, wykazuje niezwykle liczne nagromadzenia otwornic planktonicznych. Zebrane próby pochodzą z pięciu odsłoneń, zlokalizowanych w obrębie pienińskiego pasa skałkowego, reprezentujących utwory od batonu do kimerydu (fig. 2) (por. Wierzbowski i in. 1999) – trzech z sukcesji czorsztyńskiej (Czorsztyń Zamek, potok Krupianka, Stankowa Skała) oraz dwóch z sukcesji niedzickiej (Niedzica Podmajerz, Czajakowa Skała) (fig. 1).

Współczesne rozważania nad wczesną ewolucją otwornic planktonicznych (Simmons i in. 1997; Hart i in. 2003) wskazują, że dawniejsze poglądy o triasowym rodowodzie tej grupy organizmów są prawdopodobnie niestuszne, i że wykształciła się ona dopiero na przełomie wczesnej i środkowej jury. Stan zachowania jurajskich otwornic planktonicznych w badanych płytkach cienkich przysparza jednak sporo kłopotów taksonomicznych, co dodatkowo wynika z obiektywnych trudności podania i oceny wartości cech rozpoznawczych dla poszczególnych gatunków. Znaczenie taksonomiczne szeregu cech (jak liczba komór w ostatnim zwoju, rozmiar i położenie ujścia oraz wysokość wierzchołka) jest bowiem stosunkowo ograniczone, a ekologiczne uwarunkowanie występowania tych cech jest słabo poznane. Zmienność badanych

otwornic z pienińskiego pasa skałkowego w płytkach cienkich, pomimo dużego interwału stratygraficznego, z którego pochodzą (dolny baton – dolny kimeryd), jest niewielka. Wspomniane wcześniej okoliczności nie pozwalają stwierdzić n.p. jednoznacznie czy najczęściej spotykane formy należą do gatunku *Globuligerina bathoniana* Pazdrowa, czy też *G. oxfordiana* Grigelis, które różnią się zwłaszcza kształtem ujścia (pl. 1). Można się spodziewać jedynie, że okazy występujące w osadach dolnego batonu formacji wapienia niedzickiego są blisko spokrewnione, jeśli nawet nie identyczne, z gatunkiem *G. bathoniana*, na co może wskazywać, obserwowany niekiedy w płytkach cienkich, bardziej strzelisty kształt wierzchołka skorupki. Obfitość występowania otwornic planktonicznych w badanych osadach środkowej i górnej jury pienińskiego pasa skałkowego może mieć jednak duże znaczenie w rozważaniach nad ewolucją otwornic planktonicznych, co stanie się szczególnie wyraziste wówczas gdy podjęte próby maceracji metodą acetolizy doprowadzą do pełnej ekstrakcji skorupek tych organizmów ze skały.

Masowe występowanie otwornic planktonicznych w północnej części oceanu Tethys jest zagadnieniem niezwykle ciekawym, a jednocześnie mało poznany. W osadach europejskiej części oceanu otwornice planktoniczne występowały u schyłku wczesnego bajosu (doba Humphriesianum), a ich liczniejsze nagromadzenia z tego czasu odno-

towano w wielu rejonach, jak n.p. Góry Bakony (Wernli i Görög 1999), Apeniny (rejon Umbria-Marche – Baumgartner 1990) i pieniński pas skałkowy (Tyszka 1999). Skorupki otwornic planktonicznych występowały już bardzo licznie w wapieniach pelagicznych typu ammonitico rosso w środkowej (schylek bajosu-kelowej) i późnej jurze (Wierzbowski i in. 1999). Wapienie ammonitico rosso były charakterystyczne dla podmorskich wyniesień, a równoległe osady basenowe były zdominowane przez osady bogate w radiolarie. Silny rozkwit organizmów planktonicznych podczas środkowej i późnej jury mógł być związany ze zmianami paleogeograficznymi, takimi jak tworzenie się wąskich oceanicznych basenów i długich podmorskich wyniesień, które mogły wymuszać intensywną cyrkulację prądów wznoszących dostarczających do strefy przypowierzchniowej wody dużej ilości składników odżywczych.

Wyraźna paleogeograficzna przebudowa europejskiej części Tethys rozpoczęła się w bajosie (Bill i in. 2001; Plašienka 2003); we wczesnym bajosie ukształtował się też śródoceaniczny grzbiet czorsztyński w pienińskim basenie skałkowym (Krobicki i Wierzbowski 2004). Wzmoczona aktywność oceanicznych systemów ryftowych mogła zaowocować transgresją i otwarciem szerokich morskich połączeń między oceanem Tethys i morzami epikratonicznymi Europy. Właśnie taki proces mógł spowodować we wczesnym oksfordzie migrację otwornic planktonicznych daleko ku północy, nie tylko do epikratonicznej Polski centralnej, ale nawet znacznie dalej, do Polski północnej, Litwy, południowej Szwecji i południowej Anglii (Grigelis 1958, 1985; Grigelis i Norling 1999; Smoleń 2000; Oxford i in. 2002).

---