

Conchostraca (muszloraczki) z najniższego pstrego piaskowca Zachełmia, Góry Świętokrzyskie — odpowiedź

Tadeusz Ptaszyński*, Grzegorz Niedźwiedzki**



T. Ptaszyński



G. Niedźwiedzki

Dyskusja jaka zaistniała po publikacji naszego artykułu jest zjawiskiem pozytywnym i oczekiwanym. Wierzymy, że pozwoli ona na wypracowanie prawdziwej chronostratygrafii oraz szczegółowej interpretacji środowisk sedy-

mentacji pstrego piaskowca w Polsce.

Pozycja litostratygraficzna pstrego piaskowca w Zachełmiu jest jasno określona (Kuleta, 2000; Nawrocki i in., 2003), podobnie jak stosunek do poziomu zespołowego *Lundbladispora obsoleta-Protohaploxypinus pantii*, którego obecność stwierdzono w sąsiadującym wierceniu Jaworzna IG 1 (Fijałkowska, 1994; Kuleta, 2000). Najniższy pstry piaskowiec o tym samym wykształceniu litologicznym oraz inwentarzu struktur sedymentacyjnych jest znany także z innych odsłoneń. Był on przedmiotem wielu opracowań geologicznych (Senkowiczowa & Ślącza, 1962; Senkowiczowa, 1970; Gągol i in., 1976; Jaroszewski, 1976; Barczuk, 1978; Ptaszyński, 1979).

Nasze wnioski w stosunku do formacji bałtyckiej nie są nowe; podobne przedstawili np. Kozur (1994) i Szurlies i in. (2003, s. 274). Szkoda, że wypowiadając się na tematy dotyczące stratygrafii pstrego piaskowca z obszaru Polski musimy cytować literaturę obcą, opartą na rezultatach prac także polskich stratygrafów.

Poziom *Lundbladispora obsoleta-Protohaploxypinus pantii* (Orłowska-Zwolińska, 1984, 1985) jest naszym zdaniem prawidłowo zdefiniowanym poziomem zespołowym. Przy założeniu „quasi-izochroniczności” cykli sedymentacyjnych pstrego piaskowca, zgodnie z interpretacją Roman (2004), tak zwany mułowiec z *Otyni-sporites* z warstw podoolitowych, zawierający florę zespołu *Lundbladispora obsoleta-Protohaploxypinus pantii* (Orłowska-Zwolińska, 1984) jest paralelizowany z Clayey Sandstone formacji Calvörde (Kozur, 1994), w którym stwierdzono reprezentujące poziom *postera* gatunki *Conchostraca*, te same co w formacji z Jaworzny w Zachełmiu. Ich znaczenie stratygraficzne uważamy za dobrze uzasadnione (Kozur & Seidel, 1983a, b; patrz Kozur, 1993a, b, 1994, 1998a). Utwory te reprezentują więc późny perm. Wniosek ten nie koliduje z nie kwestionowanym przez nas wczesnotriasowym wiekiem górnej części tego samego poziomu zespołowego mikroflory obejmującego warstwy oolitowe dolne (wg Fuglewicza, 1979, 1980, 1987) i jednocześnie część formacji Bernburg (por. Kozur & Seidel, 1983b). Relacja zasięgów czasowych poziomu zespołowego *Lundbladispora obsoleta-Lunatisporites noviaulensis* i graniczącego z nim poziomu

*ul. Strońska 1 m 12, 01-461 Warszawa; Tptasz@interia.pl

** Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa; GrzegorzNiedzwiedzki@poczta.net-line.pl

zmiany podstawy erozji nie jest poparta wiarygodnym wyjaśnieniem mechanizmu takich zjawisk. Dlatego pozostaje hipotezą, choć leży u podstawy prób korelacji regionalnej i globalnej w stratygrafii sekwencji. Gdyby okazała się błędna, miałyby to wpływ na wiele interpretacji i poglądów. Problem ten istnieje realnie. Przekracza jednak ramy obecnej dyskusji.

Dowód połączenia kontynentalnego basenu sedymentacyjnego z morzem w osadach kopalnych jest bardzo trudny, jeśli nie niemożliwy do przeprowadzenia, ale konieczny. W przeciwnym wypadku można byłoby dowolnie interpretować historię i środowisko sedymentacji każdego kopalnego zbiornika na podstawie stratygrafii osadów basenu znajdującego się w sąsiedztwie, mającego, być może, odmienną przeszłość. Zakładanie istnienia połączeń słodkowodnych lub „prawie” słodkowodnych zbiorników z morzami, celem uzasadnienia istnienia globalnej transgresji, wykracza naszym zdaniem poza dziedzinę stratygrafii. Uważamy także, że wyniki badań geochemicznych i izotopowych nie mogą być decydujące w przypadku rozważań dotyczących konfiguracji basenów sedymentacyjnych, a zwłaszcza chronostratygrafii. Mogą je tylko wspomagać, traktowane jako cechy litologiczne. Niemniej, szereg najnowszych prac dotyczących zjawiska minimum $\delta^{13}\text{C}$, a także obecności mikrosferul w osadach pogranicza permu i triasu potwierdza lokalizację granicy permu i triasu uzyskaną metodą biostratygraficzną (Bachmann & Kozur, 2002; Korte i in., 2004a, b, c), zarówno na podstawie konodontów na obszarach sedymentacji morskiej, jak *Conchostraca* w utworach kontynentalnych, podobnie jak wyniki badań paleomagnetycznych (Szurlies i in., 2003; Szurlies, 2004).

W sprawie naszych „niejasnych uwag” dotyczących skamieniałości małży *Gervillia* (= *Avicula*) *murchisoni* występujących w osadach środkowego pstręgo piaskowca powtórnie sugerujemy, że tego typu zapis paleontologiczny nie może być dowodem morskiego środowiska w dyskusji dotyczącej paleoekologii. Sedymentacja osadów dolnego i środkowego pstręgo piaskowca w basenie środkowoeuropejskim zachodziła w strefie klimatu zwrotnikowego w niskich szerokościach geograficznych (por. Nawrocki i in., 2003; Szurlies i in., 2003). Fauna zbiorników morskich w tej strefie klimatycznej charakteryzuje się wysokim wskaźnikiem bioróżnorodności. Zakładając nawet występowanie w zbiorniku warunków szokowych (np. znacznych wahań zasolenia lub oscylacji poziomu wody), co sugerują nasi Oponenty, należałoby się spodziewać znacznie bogatszego zapisu paleontologicznego z takiego ekosystemu. Osady ingresji morskich (cechsztyn dolny, ret i wapień muszlowy) zawierają liczne skamieniałości zróżnicowanej morskiej fauny skorupowej. W Bałtyku morskie gatunki fauny są obecne nawet w Zatoce Botnickiej. Stopniowy ich zanik od cieśnin duńskich w kierunku północno-wschodnim jest dobrze udokumentowany, ale znalezienie morskich gatunków mięczaków (jako potencjalnych skamieniałości dokumentujących brakiczny rodzaj zbiornika) nie przedstawia trudności.

Przegląd zróżnicowanych interpretacji paleośrodowisk pstręgo piaskowca i pochodzących z niego znalezisk otwornic przedstawiła ostatnio Roman (2004). Wiadomo, że podobnie jak mikroflora, otwornice również mogą podlegać redepozycji, o czym świadczy ich obecność w ogniwie piaskowców z Tumlina, wynikająca z prac Bieleckiej (1957), Senkowiczowej i Ślączi (1962), Senkowiczowej (1970) i Gradzińskiego i in. (1979). Autorzy znają przykład obecności otwornic, jako potencjalnego ich źródła w pstrym piaskowcu, w zwierzałych i łatwo ule-

gających rozkruszeniu otoczakach skał węglanowych wśród zlepieńców w stropie warstw z Krynek („formacji piaskowców z Bukowia”), w odsłonięciu Witulin (Ptaszyński, 1979, s. 117).

Odpowiadając na wątpliwości naszych Oponentów pragniemy zauważyć, że wiele jednostek systematycznych świata organicznego cechuje obecność ich przedstawicieli zarówno w środowiskach morskich jak słodkowodnych. Literatura dotycząca otwornic słodkowodnych, zwłaszcza starszych od paleogenu jest niska. Ich istnienia we wczesnym triasie nie można jednak wykluczyć. Byłoby to interesujące potwierdzenie znanego zjawiska dotyczącego paleoekologii. Sukcesja ekologiczna otwornic aglutynujących w środowisku wysłodzonym jest znana już z osadów późnego karbonu. Wightman i in. (1994) opisują z brakicznych drobnoklastycznych osadów westfalsko-stefańskich dwa zespoły ekologiczne: zespół otwornic aglutynujących *Trochammina* (*Trochammina inflata*, *T. macrescens*, *Tiphotrocha comprimata*, *Haplophragmoides* spp.) zawierający w swoim składzie również szczątki słodkowodnych tekameb (*Thecamoebia*) oraz zespół słodkowodnych tekameb, zawierający również przedstawicieli otwornic z rodzaju *Trochammina*. Zespół *Trochammina* został przypisany do środowisk słonych bagien o zasoleniu 1–25‰ (wody oligohalinowe-polihalinowe), a zespół tekameb do bagien słodkowodnych o śladowym zasoleniu (< 0,5‰).

Nie byłoby także zjawiskiem zaskakującym występowanie *Acritarcha* zarówno w osadach środowisk morskich jak i słodkowodnych. Jest to grupa parafiletyczna skamieniałości klasyfikowana na podstawie cech morfologicznych, której główną właściwością jest to, że nie wiadomo, jakie jednostki systematyczne świata organicznego reprezentuje. Organizmy których przynależność systematyczną udaje się określić, są wyłączone z tej grupy (Dinoflagellata; niektóre Chlorophyceae: patrz Górka, 1971; Prasinophyta: patrz Roman, 2004). Wśród współczesnych ich przedstawicieli znajdują się zarówno formy słono-, jak i słodkowodne.

Też o nie związanym ze zbiornikiem morskim środowisku sedymentacji pstręgo piaskowca formacji bałtyckiej i formacji z Jaworzny dokumentują deformacyjne struktury sedymentacyjne i skamieniałości, które w zbiorniku morskim nie mogły powstać. Należą do nich szczeliny z wysychania oraz skamieniałości *Conchostraca*. Na podstawie naszych obserwacji, w tym z obszarów wybrzeża morskiego strefy zwrotnikowej suchej (wschodnie wybrzeża Sahary graniczące z Morzem Czerwonym), szczeliny z wysychania nie mogą powstawać w środowisku wybrzeża morskiego, także w strefie międzyzplywowej, jako strefie co kilka godzin zalewanej przez wody morza. Takie szczeliny („dessication cracks”, „Trockenrisse”, por. Roniewicz, 1965) znane są autorom między innymi z szeregu odsłoneń najniższego pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich; występują też w profilu wiercenia Mszczonów IG 1 (Pieńkowski, 1989, ryc. 4, 1991, fig. 3) w obrębie formacji bałtyckiej. Roman (2004) dokumentuje liczne poziomye szczeliny z wysychania we wszystkich formacjach dolnego i środkowego pstręgo piaskowca, w tym w wierceniu Września IG 1 (w „triasowej” części formacji Calvörde (w bardzo licznych poziomach) oraz w formacji Bernburg. Sądzimy, że dyskusja obecności tych struktur w aspekcie różnic zasięgu pomiędzy pływami syzygijnymi i kwadraturowymi bądź zasięgu powodzi sztormowych w czasie sedymentacji pstręgo piaskowca jest zbędna.

Według cytowanej uprzednio (Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2004b) literatury, prawie wszystkie znaleziska dewońskich *Conchostraca* pochodzą z facji oldredu inter-

pretowanych jako słodkowodne. Nie ma dowodów na morskie środowisko życia *Conchostraca* zarówno współczesnych, jak młodszych od karbonu (Gray, 1988). Tymczasem w basenie środkowoeuropejskim występują one powszechnie w przeważającej części pstrego piaskowca.

Istotne są podstawowe rozbieżności w interpretacjach chronostratygrafii pstrego piaskowca basenu środkowoeuropejskiego na obszarze Polski (ryc. 1), w oparciu o dane wynikające z biostratygrafii, w tym także w ostatnich latach sformułowane przez polskich autorów (Fijałkowska-Mader, 1998; Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2004b), oraz o wyniki badań paleomagnetycznych (Nawrocki & Szulc, 2000a,b; Nawrocki i in., 2003; Nawrocki, 2004). Dotyczą wieku wszystkich najważniejszych granic pstrego piaskowca łącznie z retem (Nawrocki, 1997; Nawrocki & Szulc, 2000a, b; Nawrocki i in., 2003; Nawrocki, 2004; Nawrocki i in., 2005 *versus* Fijałkowska-Mader, 1998; Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2004a, b; Kozur, 1998a; Szurlies i in., 2003; Kozur, 2003; Szurlies & Kozur, 2004; Bachmann i in., 2004). Wymagają one wyjaśnienia, gdyż w każdym z przypadków tylko jeden z poglądów może być prawdziwy. Rozbieżności te były referowane także w pracy Roman (2004); tu wymieniamy tylko najważniejsze lub najnowsze prace.

Jak podkreślaliśmy (Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2004b), z literatury nie wynika, na czym spoczywają piaskowce w złożach Tumlin-Gród i Sosnowica, a ich korelacje na podstawie cech litologicznych z profilami pobliskich wiercień mogą budzić wątpliwości. W odslonięciu Zachełmie brak jest cechsztynu, który w niedaleko położonych wierceniach osiąga (łącznie ze stropową serią terygeniczną) ponad 150 m miąższości (Fijałkowska, 1992). „Zlepieńce zyguntowskie” z Zachełmia to lokalne pokrywy zwietrzelinowe pochodzenia lądowego, z których materiał jest częściowo redeponowany i włączony do pstrego piaskowca formacji z Jaworzny. Ich stosunek wiekowy do cechsztynu pozostaje bliżej nieokreślony. Fakty te odzwierciedlają skomplikowaną paleogeografię tego obszaru, do czasów obecnych znacznie zmodyfikowaną przez erozję i tektonikę nieciągłą.

Nasz postulat późnopermskiego wieku ogniwa piaskowców z Tumlina jest oparty na stwierdzeniu podobieństwa obecnej w nim ichnofauny kręgowców lądowych do późnopermskich ichnofaun, zwłaszcza z formacji Val Gardena, w porównaniu z ichnofaunami zawierającymi przedstawicieli *Chirotheriidae* z wczesnego (ale nie najwcześniejszego) triasu (Ptaszyński, 2000; Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2004a). Nasz wniosek potwierdza podobieństwo ichnofaun kręgowców piaskowców z Tumlina i badanych przez nas (Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2002), ale jeszcze nie opracowanych ichnofaun z najniższego pstrego piaskowca (formacji z Jaworzny) Gór Świętokrzyskich. Odmienność ichnofaun ogniwa piaskowców z Tumlina, formacji z Jaworzny i ichnofaun typu „Val Gardena” w stosunku do ichnofaun „chiroteriowych” potwierdza istnienie postulowanej przez nas na obszarze Gór Świętokrzyskich (Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2004b) rozległej luki stratygraficznej w spągu środkowego pstrego piaskowca, obejmującej być może nawet 4 Ma, czyli około połowę czasu trwania sedymentacji pstrego piaskowca (por. Nawrocki i in., 2005, ryc. 1). Jej istnienie wynika również z prac Senkowiczowej (1970) i Fuglewicza (1973, tab. 4, otwór wiertniczy Boża Wola IG-1).

Rozwiązanie paleoichnologicznego aspektu rozwoju faun kręgowców późnego permu i najwcześniejszego triasu znajduje się na obszarze Niemiec, gdzie w odslonięciach

pstrego piaskowca dolnego występują tropy kręgowców (Haubold, 1971). Podobnie jak *Conchostraca* w Polsce, nie zostały one jeszcze tam szczegółowo opracowane, a ich dawniejsze oznaczenia zweryfikowane.

Znany jest nam problem wykrycia w obrębie i w okolicach profilu stratotypowego Meishan cienkiej strefy polarności odwróconej na granicy permu i triasu, referowany i komentowany między innymi w pracach Yin i in. (2001), Kozura (2003), Bachmanna i in. (2004), Szurliesa (2004: s. 408) oraz Szurliesa & Kozura (2004). Nie stwierdzono jej na innych obszarach gdzie badania paleomagnetyczne w profilach granicznych permu i triasu były prowadzone (Szurlies & Kozur, 2004). Wydaje nam się, że wnioskowanie na tej podstawie o położeniu granicy P/T w spągu strefy polarności normalnej Tbn 1 (Nawrocki, 2004; Nawrocki i in., 2005) jest przedwczesne i osamotnione. Ujęcie tego problemu przedstawione przez Kozura (2003), a także Bachmanna i in. (2004), Szurliesa (2004) oraz Szurliesa & Kozura (2004) uważamy za satysfakcjonujące.

Ograniczenia zastosowania metody paleomagnetycznej w stratygrafii są znane (Butler, 1998). Zwłaszcza w przypadku profili zawierających prawdopodobne lub pewne luki stratygraficzne, co łącznie z brakiem ciągłości profilowania lub czytelnego zapisu paleomagnetycznego wpływa na interpretację wyników. Badania paleomagnetyczne, zwłaszcza utworów kontynentalnych, nie mogą być jedyną podstawą dla wniosków stratygraficznych. Dlatego brak zgodności pomiędzy interpretacją stratygraficzną na podstawie danych paleomagnetycznych, oraz na podstawie danych biostratygraficznych, tłumaczy się na korzyść tej ostatniej. Tak więc „czar waloru biostratygraficznego muszloraczków”, a także tropów kręgowców nie „musi prysnąć przed nieubłaganymi pryncypiami chronostratygrafii”.

Wydaje się, że sprzeczność danych biostratygraficznych, sedymentologicznych i magnetostratygraficznych jest w istocie pozorna i obecna tylko na poziomie interpretacji. W tym miejscu wypada nam jednak poprzestać na konkluzji, że zarówno stratygrafia, jak paleoekologia i sedymentologia pstrego piaskowca w Polsce wciąż są atrakcyjną dziedziną dla badaczy.

Literatura

- ALEXANDROWICZ S. W. & SŁUPCZYŃSKI K. 1970 — Poziom esterowy w pstrym piaskowcu Monokliny Przedśudeckiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 40: 453–454.
- BACHMANN G. H. & KOZUR H. W. (2002) — First evidence of a microsphaerule interval around the continental Permian-Triassic Boundary, Germany, and its correlation with the marine realm. [W:] Cada M., Houzar S., Hrazdil V. & Skála, R. (red.), IX Inter. Conf. on moldavites, tektite and impact processes, Field trip guidebook and abstracts: 24–26.
- BACHMANN G. H., KOZUR H. & SZURLIES M. 2004 — The Continental Permian-Triassic Boundary Interval, Central Germany, Evidence for long-term cosmic influx? *Albertiana*, 30: 4–5.
- BARCZUK A. 1978 — Studium petrograficzne utworów pstrego piaskowca w północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Arch. Miner.*, 35: 87–155.
- BIELECKA W. 1957 — Wyniki badań mikropaleontologicznych. [W:] Dembowska J. (red.), Wyniki wiercenia Radoszyce 3. *Inst. Geol. Biul.*, 124: 108–113.
- BUTLER R. F. 1998 — Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geologic Terranes. Electronic edition [<http://lewis.up.edu/chp/butler/books/main.htm>]
- FIJAŁKOWSKA A. 1992 — Palinostratygrafia osadów cechsztynu i dolnego pstrego piaskowca w północno-zachodniej części Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 40: 468–473.
- FIJAŁKOWSKA A. 1994 — Palynostratigraphy of the Lower and Middle Buntsandstein in north-western part of the Holy Cross Mts. *Geol. Quarter.*, 38: 59–96.

- FIJAŁKOWSKA-MADER A. 1998 — Palynostratigraphy, Palaeoecology and Palaeoclimatology of the Triassic in South-Eastern Poland. *Zentralb. Geol. Paläont.*, 1998: 601–627.
- FUGLEWICZ R. 1973 — Megaspores of Polish Buntsandstein and their stratigraphical significance. *Acta Palaeont. Pol.*, 18: 401–453.
- FUGLEWICZ R. 1979 — Stratygrafia pstręgo piaskowca w wierceniach Otyń IG-1 (Monoklina Przedśudecka). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 49: 277–286.
- FUGLEWICZ R. 1980 — Stratigraphy and palaeogeography of Lower Triassic in Poland on the basis of megaspores. *Acta Geol. Pol.*, 30: 417–470.
- FUGLEWICZ R. 1987 — Górnopermski zespół gondwańskich miospor w osadach dolnego pstręgo piaskowca Polski. *Prz. Geol.*, 35: 583–586.
- GAĞOL J., GŁAZEK J., JURKIEWICZ H., KOWALSKI W. R. & ROMANEK A. 1976 — Problem IIB — Tektonika, wykształcenie i surowce mineralne starszego mezozoiku oraz jego stosunek do podłoża wartyjskiego. [W:] Pożaryski W. (red.), *Przew. 48 Zj. Polskiego Tow. Geol. Starachowice 24–26 września 1976*: 228–254.
- GRADZIŃSKI R., GAĞOL J. & ŚLĄCZKA, A. 1979 — The Tumlin Sandstone (Holy Cross Mts., Central Poland): Lower Triassic deposits of aeolian dunes and interdune areas. *Acta Geol. Pol.*, 29, 151–175.
- GRAY J. 1988 — Evolution of the freshwater ecosystem: the fossil record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 62: 1–214.
- GÓRKA H. 1971 — Badania Acritarcha i Dinoflagellata. *Post. Nauk Geol.*, 3: 61–85.
- HAUBOLD H. 1971 — Die tetrapodenfährten des Buntsandsteins. *Paläontologische Abhandl. A, Paläozool.*, 4: 395–548.
- JAROSZEWSKI W. 1976 — Problem IIA — Zastosowanie drobnych struktur tektonicznych do badań budowy i tektogenezy słabo zaburzonych obszarów skał osadowych. [W:] Pożaryski W. (red.), *Przew. 48 Zj. Pol. Tow. Geol. Starachowice 24–26 września 1976*: 134–157.
- KORTE C., KOZUR H.W., JOACHIMSKI M.M., STRAUSS H., VEIZER J. & SCHWAB L. 2004a — Carbon, sulfur, oxygen and strontium isotope records, organic geochemistry and biostratigraphy across the Permian/Triassic boundary in Abadeh, Iran. *Int. Jour. Earth Sc. (Geol. Rdsch.)*, 93: 565–581.
- KORTE C., KOZUR H. W. & PARTOAZAR H. 2004b — Negative carbon isotope excursion at the Permian/Triassic boundary section at Zal, NW-Iran. *Hallesches Jahrb. Geowiss., B*, 18: 69–71.
- KORTE C., KOZUR H. W. & MOHTAT-AGHAI P. 2004c — Dzhulfian to lowermost Triassic $\delta^{13}\text{C}$ record at the Permian/Triassic boundary section at Shahreza, Central Iran. *Hallesches Jahrb. Geowiss., B*, 18: 73–78.
- KOZUR H. 1993a — Annotated correlation tables of the Germanic Buntsandstein and Keuper. [W:] Lucas S.G., Morales M. (red.), *The Nonmarine Triassic. New Mexico Museum of Natural Hist. Sc. Bull.*, 3: 243–247.
- KOZUR H. 1993b — Range charts of conchostracans in the German Basin. [W:] Lucas S.G. & Morales M. (red.), *The Nonmarine Triassic. New Mexico Museum of Natural Hist. Sc. Bull.*, 3: 249–253.
- KOZUR H. 1994 — The Correlation of the Zechstein with the Marine Standard. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 137: 85–103.
- KOZUR H. 1998a — The correlation of the Germanic Buntsandstein and Muschelkalk with the Tethyan scale. *Zentralb. Geol. Paläont.*, 1998: 701–725.
- KOZUR H. 1998b — Some aspects of the Permian-Triassic boundary (PTB) and of the possible causes for the biotic crisis around this boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 143: 227–272.
- KOZUR H. 1998c — Problems for Evaluation of the Scenario of the Permian-Triassic Boundary Biotic Crisis and of its causes. *Geol. Croatica*, 51: 135–162.
- KOZUR H. 2003 — Integrated ammonoid, conodont and radiolarian zonation of the Triassic and some remarks to Stage/Sub-stage divisions and the numeric age of the Triassic stages. *Albertiana*, 28: 57–74.
- KOZUR H. & SEIDEL G. 1983a — Revision der Conchostracen-Faunen des unteren und mittleren Buntsandsteins. Teil I. *Zeitsch. Geol. Wissensch.*, 11: 295–423.
- KOZUR H. & SEIDEL G. 1983b — Die Biostratigraphie des unteren und mittleren Buntsandsteins des Germanischen Beckens unter besonderer Berücksichtigung der Conchostracen. Teil II. *Zeitsch. Geol. Wissensch.*, 11: 429–464.
- KOZUR H., MAHLER H. & SELL J. 1993 — Stratigraphic and Palaeogeographic Importance of the Latest Olenekian and Early Anisian Conchostracans of Middle Europe. [W:] Lucas S. G. & Morales M. (red.), *The Nonmarine Triassic. New Mexico Museum of Natural Hist. Sc. Bull.*, 3: 255–260.
- KULETA M. 2000 — Osady pstręgo piaskowca w kamieniołomie Zachełmia. *Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 56: 128–130.
- NAWROCKI J. 1997 — Permian to Early Triassic magnetostratigraphy from the Central European Basin in Poland: Implications on regional and worldwide correlations. *Earth and Planetary Sc. Lett.*, 152: 37–58.
- NAWROCKI J. 2004 — The Permian-Triassic boundary in the Central European Basin: magnetostratigraphic constraints. *Terra Nova*, 16: 139–145.
- NAWROCKI J., KULETA M. & ZBROJA S. 2003 — Buntsandstein magnetostratigraphy from the northern part of the Holy Cross Mountains. *Geol. Quart.*, 47: 253–260.
- NAWROCKI J., PIENKOWSKI G. & BECKER A. 2005 — Conchostraca (muszloraczki) z najniższego pstręgo piaskowca Zachełmia, Góry Świętokrzyskie — dyskusja. *Prz. Geol.*, 53: 222–225.
- NAWROCKI J. & SZULC J. 2000a — Skala magnetostratigraficzna dla utworów retu i wapienia muszlowego ze Śląska i północnej części Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 48: 236–238.
- NAWROCKI J. & SZULC J. 2000b — The Middle Triassic magnetostratigraphy from the Peri-Tethys basin in Poland. *Earth and Planetary Sc. Lett.*, 182: 77–92.
- NAWROCKI J., WAGNER R. & GRABOWSKI J. 1993 — The Permian/Triassic boundary in the Polish Basin in the light of paleomagnetic data. *Geol. Quart.*, 37: 565–578.
- OGG J. G. & STEINER M. B. 1991 — Early-Triassic magnetic polarity time scale — integration of magnetostratigraphy, ammonite zonation and sequence stratigraphy from stratotype sections (Canadian Arctic Archipelago). *Earth and Planetary Sc. Lett.*, 107: 69–89.
- OLEMPKA E. 2004 — Late Triassic spinicaudatan crustaceans from southwestern Poland. *Acta Palaeont. Pol.*, 49: 429–442.
- ORŁOWSKA-ZWOLIŃSKA T. 1984 — Palynostratigraphy of the Buntsandstein in section of Western Poland. *Acta Palaeont. Pol.*, 29: 161–194.
- ORŁOWSKA-ZWOLIŃSKA T. 1985 — Palynological zones of the Polish epicontinental Triassic. *Bull. l'Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. de la Terre*, 33: 107–119.
- PTASZYŃSKI T. 1979 — Budowa geologiczna okolic Nietuliska koło Ostrowca Świętokrzyskiego. *Arch. Inst. Geol. Podstaw. UW.*
- PTASZYŃSKI T. 2000 — Tropy kręgowców z piaskowca tumlińskiego Góry Grodowej — Góry Świętokrzyskie. *Prz. Geol.*, 48: 418–421.
- PTASZYŃSKI T. & NIEDŹWIEDZKI G. 2002 — Nowe znaleziska tropów kręgowców z pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 50: 441–446.
- PTASZYŃSKI T. & NIEDŹWIEDZKI G. 2004a — Late Permian vertebrate tracks from the Tumlin Sandstone, Holy Cross Mountains, Poland. *Acta Palaeont. Pol.*, 49: 289–320.
- PTASZYŃSKI T. & NIEDŹWIEDZKI G. 2004b — Conchostraca (muszloraczki) z najniższego pstręgo piaskowca Zachełmia, Góry Świętokrzyskie. *Prz. Geol.*, 52: 1151–1155.
- ROMAN [BECKER] A. 2004 — Sequenzstratigraphie und Fazies des Unteren und Mittleren Buntsandsteins im östlichen Teil des Germanischen Beckens (Deutschland, Polen). *Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.) vorgelegt an der Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.* [<http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/04/04H038/prom.pdf>]
- RONIEWICZ P. 1965 — Przyczynek do znajomości szczelin z wysychania. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 35: 211–220.
- SENKOWICZOWA H. & ŚLĄCZKA A. 1962 — Pstry piaskowiec na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 32: 313–337.
- SENKOWICZOWA H. 1970 — Trias. Rühle W. (red.), *Stratygrafia mezozoiku obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Pr. Inst. Geol.*, 56: 7–48.
- SZURLIES M. 2004 — Magnetostratigraphy: the key to a global correlation of the classic Germanic Trias-case study Volpriehausen Formation (Middle Buntsandstein), Central Germany. *Earth and Planetary Sc. Lett.*, 227: 395–410.
- SZURLIES M., BACHMANN G. H., MENNING M., NOWACZYK N. R. & KÄDING K.-C. 2003 — Magnetostratigraphy and high-resolution lithostratigraphy of the Permian-Triassic boundary interval in Central Germany. *Earth and Planetary Sc. Lett.*, 212: 263–278.
- SZURLIES M. & KOZUR H. 2004 — Preliminary palaeomagnetic results from the Permian-Triassic boundary interval, Central and NW Iran. *Albertiana*, 31: 41–46.
- SZYPERKO-TELLER A., SENKOWICZOWA H. & KUBERSKA M. 1997 — Trias dolny (pstry piaskowiec). [W:] Marek, S. & Pajchłowa, M. (red.), *Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. Pr. Państw. Inst. Geol.*, 153: 83–132.
- WIGHTMAN W. G., SCOTT D. B., MEDIOLI F. S. & GIBLING M. R. 1994 — Agglutinated foraminifera and thecamoebians from the Late Carboniferous Sydney coalfield, Nova Scotia: paleoecology, paleoenvironments and paleogeographical implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 106: 187–202.
- YIN H., ZHANG K., TONG J., YANG Z. & WU SH. 2001 — The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic Boundary. *Episodes*, 24: 102–114