

Masowe nagromadzenie artykułowanych szkieletów węzowideł w osadach środkowego triasu Górnego Śląska i ich implikacje tafonomiczne

Mariusz A. Salamon*, Michał Zatoń**

Mass-occurrence of articulated skeletons of Middle Triassic ophiuroids from the Upper Silesia and their taphonomical implications (southern Poland). Prz. Geol., 52: 997–1001.

S u m m a r y: Due to their poor fossilization potential, fully articulated ophiuroids are extremely rare in the fossil record. Therefore much of their evolutionary history is based on the study of isolated skeletal elements. In this paper the mass-occurrence and taphonomy of articulated ophiuroids from the Middle Triassic of Wojkowice, Upper Silesia (S. Poland) is described. The assemblages consist of monospecific and multiindividual beds with small ophiuroids *Aspiduriella similis* (Eck). Among 134 analysed specimens, 86 % are partially disarticulated, without distal and middle parts of their arms. Nearly all specimens are preserved with their oral side turned up. The high percentage of articulated specimens embedded within thin, fine-grained layer underlined by biomicrites with a few crinoid ossicles, indicates rapid burial in the deeper part of the shelf, below the crinoids habitat, caused by high-energy (storm) event in a shallow part of the basin. Apart from palaeobiological merit, such obrution deposits, characteristic for many Konzentrat-Lagerstätten accumulations, are very useful in recognizing the sedimentary environment dynamics and in stratigraphic correlations.

Key words: Triassic, Muschelkalk, Germanic Basin, Upper Silesia, ophiuroids, taphonomy

Znaleziska węzowideł z górnos Śląskich osadów wapienia muszlowego wspomniane były wielokrotnie (m. in. Eck, 1865; Langenhan, 1903; Assmann, 1913, 1937; Schöndorf, 1913; Schmidt, 1928; Klinghardt, 1930, 1933; Kutscher, 1940; Piotrowski & Liszkowski, 1981; Boczarowski & Salamon, 2000; Salamon & Boczarowski, 2002), ale w żadnej z wymienionych prac nie podano ich kompletnego składu taksonomicznego wraz z zasięgami stratygraficznymi. Ostatnio znacznie szczegółowiej niż dotychczas scharakteryzowano tę grupę szkarłupni (Radwański, 2002), choć w dalszym ciągu nie rozwiązano wielu kwestii taksonomicznych z nimi związanych. W świetle obserwacji Salamona (2004), w wapieniu muszlowym na Górnym Śląsku powszechne są następujące taksony: *Aspiduriella similis* (Eck), *Aspiduriella ludeni* (Hagenow), *Arenorbis squamosus* (Picard) i *Ophioderma hauchecorni* (Eck). Obszar śląski jest jedynym w obrębie zbiornika germańskiego, gdzie węzowidła cechują się tak wielką bioróżnorodnością i liczebnością (Assmann, 1937). Dla porównania odnotować należy, że z depresji północnosudeckiej i Gór Świętokrzyskich wspomniane były dotychczas tylko dwa taksony (patrz Holdefleiss, 1915; Radwański, 2002; Salamon, 2003; Salamon i in., 2003). Jedynym obszarem środkowotriasowej epikontynentalnej Polski, gdzie węzowidła znane są z wierceń jest Podlasie, skąd Senkowiczowa i Kotański (1979) wspominali występowanie szczątków nieidentyfikowalnego taksonu.

Obecnie prezentowane znalezisko ze środkowego triasu Wojkowice jest kolejnym w Polsce, gdzie w jednej cienkiej warstewce skalnej znaleziono tak licznie występujące węzowidła. Celem niniejszej pracy jest ponowne potwierdzenie, że skamieniałości węzowideł nie są tak rzadkie, na co wskazywano już w najnowszych pracach (por. Boczarowski & Salamon, 2000; Radwański, 2002; Salamon, 2004). W niniejszej pracy podjęto próbę analizy tafono-

micznej, by stwierdzić jakie procesy i w jakich warunkach, w głównej mierze były odpowiedzialne za powstanie „cementarzyska” węzowideł z Wojkowic.

Material i metody

Obserwacje tafonomiczne przeprowadzono na 134 okazach, zachowanych na 37 fragmentach powierzchni ławic. Wymiary prób wahały się od 1 do 10 cm². Przed zebraniem powierzchni ławic z węzowidłami, pozostawiono je na miejscu w celu doprowadzenia do ich naturalnego zwietrzenia. Następnie, powierzchnie były dodatkowo czyszczone perhydrolem w celu dodatkowego odsłonięcia węzowideł spod warstewki drobnego osadu.

Zebrane węzowidła, ze względu na ich stan zachowania, zaklasyfikowano do trzech grup tafonomicznych. Zastosowane tutaj terminy „artykułowane” (*articulated*) i „dysartykułowane” (*disarticulated*), odnoszą się kolejno do osobników, u których procesy biostratynomicznie doprowadziły do rozpadu ich szkieletów oraz, u których w trakcie procesów pośmiertnych szkielety uległy rozpadowi na pojedyncze elementy.

1) dobrze zachowane z niewielkimi tylko śladami dysartykulacji, w postaci braku dystalnych partii niektórych ramion;

2) częściowo dysartykułowane, posiadające zachowane proksymalne i środkowe partie ramion;

3) niekompletne, u których zachowała się tylko tarcza centralna.

Wszystkie węzowidła zostały sprawdzone pod kątem obecności śladów regeneracji ramion. Fauna towarzysząca, jeśli była obecna, również została odnotowana.

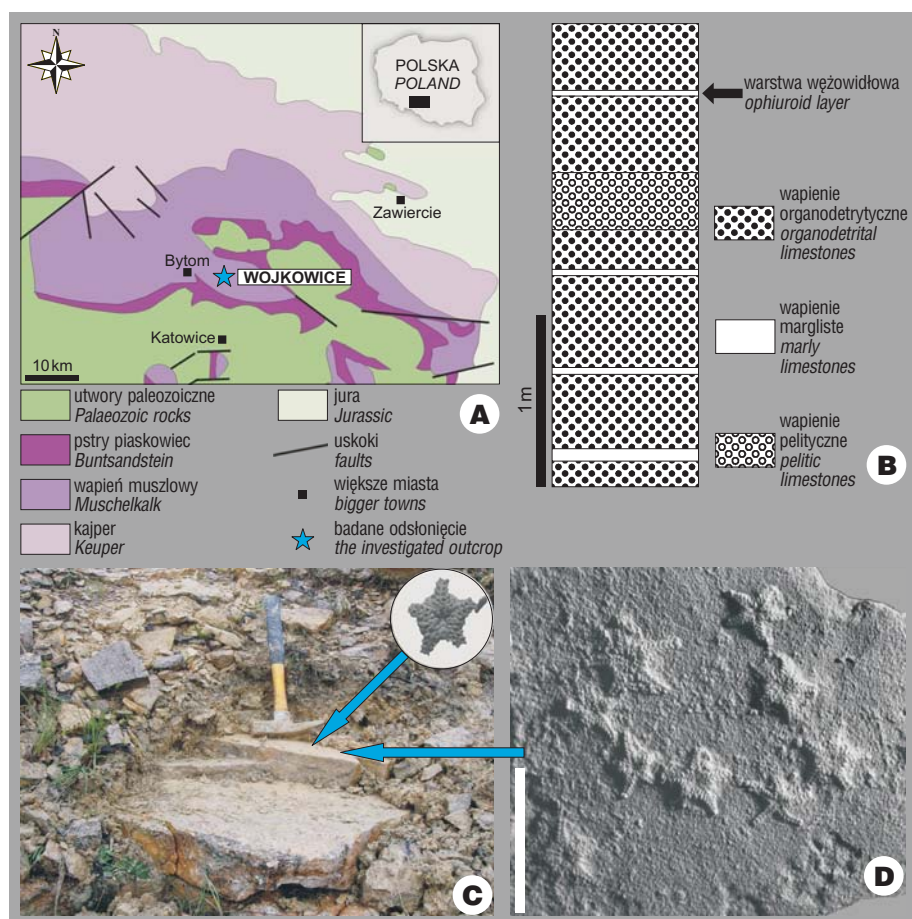
Materiał badawczy zdeponowany jest na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu (akronim GIUS-7-2446).

Charakterystyka stanowiska z węzowidłami

Badane osady poziomu zlepieńcowatego, w którym występuje ławica z węzowidłami, wyeksponowane są w południowo-zachodniej części nieczynnego kamieniołomu w zachodniej części Wojkowic (ryc. 1A). Odsłaniający się

*Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Paleontologii i Biostratygrafii, Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, paleo.crinoids@poczta.fm

**Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Stratygrafii Ekosystemowej, Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, mzaton@wnoz.us.edu.pl



Ryc. 1. A. Schematyczna mapa geologiczna Górnego Śląska (za Senkowiczową, 1973; zmodyfikowane); B. Profil litologiczny poziomy zlepieńcowatego w Wojkowicach; C. Marglista warstwa z węzowidłami podścielona wapieniem organodetrytycznym. D. Powierzchnia wapienia marglistego z odsłoniętymi węzowidłami; skala wynosi 1 cm

Fig. 1. A. Schematic geological map of Upper Silesia (after Senkowiczowa, 1973; modified); B. Lithological profile of the Conglomeratic Horizon in southern part of Wojkowice quarry; C. Marly layer with ophiuroids underlied by organodetrital limestone. D. Marly limestone surface with ophiuroids visible; scale bar 1 cm

profil litologiczny obejmuje tam utwory retu, dolnych warstw gogolińskich z poziomem wapieni z *Entolium* i *Dadocrinus*, I poziomem falistym, poziomem komórkowym oraz górne warstwy gogolińskie z poziomem zlepieńcowatym, II poziomem falistym oraz szczątkowo widocznym III poziomem falistym w południowo-wschodniej części kamieniołomu.

Litologia poziomu zlepieńcowatego (ryc. 1B). W południowej i południowo-zachodniej części kamieniołomu miąższość odsłoniętego poziomu zlepieńcowatego nie przekracza 3 m. W najniższej, przyspągowej części widoczne są jasne, cienko- i średnioławicowe wapień organodetrytyczne o miąższości 150 cm. Są one przeławicane kompleksami wapieni marglistych o miąższości dochodzącej do 12 cm. Powyżej widoczna jest warstwa wapienia pelitycznego o miąższości 30 cm, a ponad nią ponownie wapień organodetrytyczny z licznymi kolumnaliami liliowców, osiągające 100 cm miąższości. W ich stropie odsłania się na cienka warstewka osadów marglistych, na powierzchni której znajdują się liczne okazy węzowideł (ryc. 1C–D).

Ławica zawierająca węzowidła *Aspiduriella similis* (Eck) składa się z dwóch części: dolnej, tworzącej wapień ziarnisty, o grubszym ziarnie i bezładnie rozmieszczonymi

szczątkami liliowców *Dadocrinus* sp. (biomikryt liliowcowy *sensu* Chudzikiewicz, 1983); oraz górnej, zawierającej węzowidła. Górna część jest pelityczna, z bardzo sporadycznymi szczątkami liliowców, o miąższości ok. 4,5 mm. Pomiędzy tymi dwiema warstewkami widoczna jest wyraźna gradacja, o zmniejszającym się ku górze ziarnie.

Fauna. Oprócz węzowideł w obrębie wapieni organodetrytycznych udokumentowano obecność małży *Entolium discites* (Schlotheim), *Hoernesia socialis* (Schlotheim), *Plagiostoma* sp., *Gervilleia* sp., *Myoconcha* sp., ślimaków z rodzajów *Omphaloptycha* i *Loxonema* oraz małżoraczek. Okazjonalnie spotyka się w nich również kości kregowców. W pakietach marglisto-ilastych dominują niewielkie liliowce z rodzaju *Dadocrinus* oraz pentagonalne i gwiazdkowate holokrynidy (*Holocrinus acutangulus* (Meyer)). Ponadto, częste są w nich ślady działalności endobiontów *Rhizocorallium* sp. Okazjonalnie są one również dokumentowane w wapieniach pelitycznych. Spośród innej fauny obecnej w wapieniach pelitycznych warto wymienić obecność masowych nagromadzeń małży z gatunku *Enantiostreon difformae* (Schlotheim), *Plagiostoma striatum* (Schlotheim) oraz kolców jeżowców *Triadotiaris grandaeva* (Alberti).

Tafonomia szkarłupnie

Szkarłupnie są grupą bezkręgowców, które charakteryzują się słabym potencjałem fosylizacyjnym (Brett i in., 1997a; Martin, 1999). W środowisku o normalnym zasoleniu, szkarłupnie ulegają dysartykulacji na pojedyncze elementy szkieletowe w ciągu jednego do dwóch tygodni, w zależności od ich budowy i czynników środowiskowych (Kidwell & Baumiller, 1990; Dornbos & Bottjer, 2001). Brett i in. (1997a), w oparciu o podatność na rozpad na poszczególne elementy szkieletowe, podzielili kopalne szkarłupnie na trzy różne grupy tafonomiczne:

Grupa 1. Zaliczyli do niej szkarłupnie, których elementy szkieletowe trzymają się razem tylko dzięki tkanom miękkim, takim jak mięśnie czy więzadła. Stąd też, zaraz po śmierci szybko ulegają dysartykulacji na pojedyncze elementy szkieletowe. Do tej grupy należą rozgwiazdy, węzowidła (p. też Feinberg & Twitchett, 2001), eokrynidy, niektóre edrioasteroidy oraz helioplakoidy (patrz też Dornbos & Bottjer, 2001). Szkarłupnie te rzadko zachowują

wują się w stanie kopalnym artykułowane, za wyjątkiem izolowanych elementów szkieletowych.

Grupa 2. Do tej grupy należą szkarłupnie, których jedna część szkieletu jest mocniej związana, druga natomiast posiada elementy luźno ze sobą połączone. Z tego powodu zachowują się one w szerokich zakresach tafonomicznych. Na przykład liliowce (patrz też Meyer & Meyer, 1986; Gahn & Baumiller, 2004) mogą się zachowywać w postaci zupełnie izolowanych kolumnaliów czy płytek brachialnych, po bardziej zwarte kielichy. Oprócz wymienionej grupy, należą tutaj również cystoidy i wiele jeżowców regularnych (p. Kidwell & Baumiller, 1990).

Grupa 3. Należą tutaj szkarłupnie, których szkielet praktycznie jest całkowicie mocno zespolony, co jest typowe dla jeżowców nieregularnych (p. Moffat & Bottjer, 1999), jak i pewnych liliowców i blastoidów. Grupa ta jest bardzo odporna na rozpad szkieletów, stąd też występowanie pojedynczych elementów szkieletowych wśród szkarłupni z tej grupy, wskazuje na długotrwałą pośmiertną ekspozycję na powierzchni dna, w środowisku wysokoenergetycznym.

Za zachowanie w stanie kopalnym kompletnych szkieletów organizmów, w tym szkarłupni, bardzo często odpowiedzialne jest gwałtowne przysypanie ich osadem na dnie zbiornika. Tego typu osady (*obrutition deposits sensu* Brett, 1990) reprezentują ekstremalnie szybkie zdarzenia, dzięki którym organizmy zostają natychmiastowo grzebane przez dużą dostawę osadu nie ulegając rozkładowi (Brett & Baird, 1986; Brett, 1990; Dornbos & Bottjer, 2001).

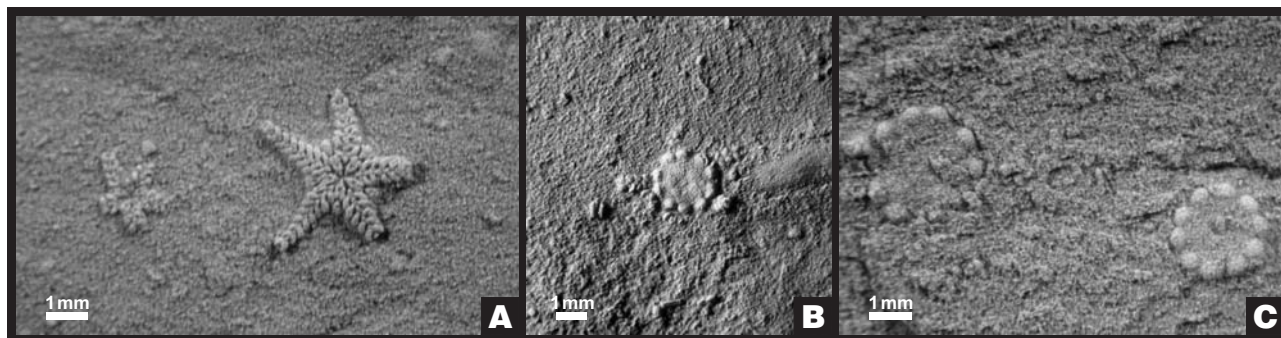
Istnieją cztery czynniki odpowiedzialne za powstanie tego typu osadów (Brett i in., 1997b). Po pierwsze, podczas pogrzebienia na dnie morskim muszą się znaleźć liczne, nienaruszone (żywe lub martwe) organizmy. Po drugie, musi zostać szybko zdeponowana względnie miąższa (1 mm do 1 cm) warstwa osadu. Po trzecie, po akcji pogrzebienia nie mogą nastąpić żadne inne, fizyczne czy biologiczne, procesy przeróbcze złożonej warstwy. Oprócz tego, konieczna jest obecność dogodnego środowiska wczesnej diagenety. Zdarzenia prowadzące do powstania tego typu osadów, mogą mieć wiele różnorodnych przyczyn, włączając wstrząsy sejsmiczne, sztormy czy wybuchy wulkanów (Brett & Baird, 1986; Brett, 1990; Dornbos & Bottjer, 2001). Sztormy powodują erozyjne wymywanie drobnego materiału z gruboziarnistych, płytkowodnych

środowisk i deponowanie ich w postaci zawiesiny w głębszych partiach basenu. Zawiesina ta pokrywa obszary głębszego morza warstwą drobnego osadu, który przykrywa żyjące tam, niezdolne do ucieczki organizmy. Wiele wyjątkowo dobrze zachowanych skamieniałości (Fossil-Lagerstätte *sensu* Seilacher, 1990) powstało właśnie dzięki tego typu procesom.

Tafonomia wężowideł z Górnego Śląska

Badany zespół wężowideł charakteryzuje się podobną strukturą populacyjną, co wężowidła opisane przez Radwańskiego (2002) z Gór Świętokrzyskich i Górnego Śląska. Jest to zespół wieloosobniczy i jednogatunkowy, złożony z niewielkich osobników (np. ryc. 1D) *Aspiduriella similis* (Eck). Gęstość populacji na jednym metrze kwadratowym, obliczona na podstawie kilku prób skalnych, mogła wynosić nawet do 1500 sztuk. Analizując zebrane próby z wężowidłami, nie zauważono żadnych śladów regeneracji ramion po uszkodzeniach, będących skutkiem działalności drapieżników takich jak ryby, skorupiaki czy inne szkarłupnie (np. Aronson, 1987; Bourgoïn & Guillou, 1994; Stewart, 1996; Dupont i in., 2001). Stąd też, środowisko życia badanych wężowideł było zapewne pozbawione drapieżników. Wężowidła, tworząc monospecyficzną populację, również nie były poddawane żadnej konkurencji międzygatunkowej. Podobną sytuację stwierdził Radwański (2002) w populacji triasowych wężowideł z gatunku *Aspiduriella ludeni* (Hagenow).

Okazy wężowideł nie tworzą na powierzchni ławicy masowych skupisk, lecz są mniej lub bardziej izolowane od siebie. Szkielety większości okazów są artykułowane, lecz stan ich zachowania jest różny. Tylko 4 osobniki (ok. 3%), u których brak jest jedynie partii dystalnych u niektórych ramion, okazały się niemal kompletne (ryc. 2A). Piętnaście okazów (ok. 11%) zachowało się jako izolowane tarcze centralne (ryc. 2C). Sto piętnaście wężowideł (ok. 86%) zachowało tarczę centralną i najczęściej proksymalne lub środkowe partie ramion (ryc. 2B). Przyczyną takiego stanu zachowania nie może być działalność organizmów ryjących, gdyż ich obecność przyczyniłaby się do całkowitego rozpadu szkieletów na pojedyncze elementy.



Ryc. 2. *Aspiduriella similis* (Eck) z poziomu zlepieńcowatego górnych warstw gogolińskich Wojkowic; skala 1 mm. GIUS – 7 – 2446. A. widok oralny niemal kompletnego osobnika (po stronie prawej). B. widok aboralny tarczy centralnej z proksymalnymi częściami ramion. C. widok aboralny tarcz dwu osobników pozbawionych ramion

Fig. 2. *Aspiduriella similis* (Eck) from the Conglomeratic Horizon of the Upper Gogolin Beds from Wojkowice; scale bar: 1 mm. GIUS-7-2446. A. Oral view of a nearly complete specimen (on its right side). B. Aboral view of the central disc with a proximal arm portion preserved. C. Aboral view of the central discs of two specimens without arms

Biorąc pod uwagę podatność węzowideł na szybki, pośmiertny rozpad (grupa 1 *sensu* Brett i in., 1997a), węzowidła musiały zostać szybko pogrzebane jeszcze za życia lub tuż po ich śmierci. Charakterystyczne jest, jak pokazali również Boczarowski & Salamon (2000), Radwański (2002 i literatura tam cytowana), Salamon & Boczarowski (2002), Salamon (2004), występowanie form odwróconych stroną oralną do góry (ryc. 1D, 2A). Według Radwańskiego (2002), tego typu poodwracane osobniki nie wskazują na pogrzebanie *in situ*. Radwański (2002) zanotował, że około połowa wszystkich badanych węzowideł była odwrócona. W odsłonięciu Wojkowic, na wszystkich badanych powierzchniach, tylko 16 osobników było zachowanych w pozycji przyżyciowej. Na powierzchni, gdzie masowo występują węzowidła, nie zaobserwowano innej, występującej tak licznie jak one, fauny. Na niektórych tylko powierzchniach stwierdzono kilka zaledwie sztuk drobniutkich płytek brachialnych i jeden niewielki kielich liliowca. Natrafiono również na jeden okaz ślimaka i kilka okazów małżoraczków.

Sądząc po zupełnym braku kompletnie zachowanych liliowców i/lub większej ilości ich izolowanych elementów wewnątrz samej warstewki węzowidłowej, wydaje się, iż węzowidła musiały zostać pogrzebane z dala od siedlisk liliowców. Prawdopodobne są dwa scenariusze:

1) węzowidła zamieszkiwały głębsze strefy szelfu, być może nawet poniżej strefy fotycznej, co jest możliwe ze względu na ich powszechną negatywną fototaksję (Fell, 1966; Grober, 1989); lub

2) dzieliły siedliska z liliowcami, lecz zostały przetransportowane i pogrzebane w wyniku procesów sztormowych.

Na podstawie obserwacji tafonomicznych sugeruje się, że węzowidła prawdopodobnie zasiedlały głębszą strefę szelfu, poniżej siedlisk liliowców i podstawy falowania. Zostały one jednak na krótkim dystansie przetransportowane i pogrzebane przez dystalną, gęstą zawiesinę mułu węglanowego, uległego resuspensji w płytszym środowisku w wyniku zdarzenia sztormowego (p. Chudzikiewicz, 1983; Feinberg & Twitchett, 2001). Przemawia za tym fakt, iż wraz z węzowidłami nie zachowały się w podobnej ilości i dobrze zachowane liliowce. Wraz z węzowidłami zachowało się tylko kilka płytek brachialnych, które, ze względu na swoje drobne rozmiary, były zapewne ostatnimi elementami liliowców transportowanych z płytszych partii szelfu. Górna warstwa osadu, odpowiedzialna za pogrzebanie organizmów (*burial layer sensu* Brett, 1990) *de facto*, charakteryzuje się tym, iż na ogół nie zawiera skamieniałości (Brett, 1990). Uziarniony frakcjonalnie biomiokryt podścielający powierzchnię z węzowidłami (biomiokryt liliowcowy *sensu* Chudzikiewicz, 1983; typ E *sensu* Góras, 1993), cechujący się wysokim stopniem dysartkulacji szkieletów liliowców, reprezentuje utwory powstałe w środowisku o stosunkowo niskiej hydrodynamicie, poniżej siedliska liliowców (strefa Z₂ *sensu* Głuchowski, 1987).

Po zdeponowaniu węzowideł, gęsta zawiesina opadając, pogrzebała wszystkie osobniki. Większość okazów węzowideł to osobniki odwrócone i częściowo dysartkułowane (wyróżniona grupa 2). Osobniki w czasie depozycji opadały cięższą stroną aboralną (patrz Radwański, 2002), a te, które żyły, nie były w stanie odwrócić się pod szybko

opadającą zawiesiną mułu węglanowego. Niektóre węzowidła zachowały charakterystyczny, „ucieczkowy” układ ramion, wskazujący na próbę odwrócenia na stronę oralną. Dominacja w zespole form o częściowo dysartkułowanych szkieletach, może wynikać z dwóch przyczyn: 1) wiele zachowanych węzowideł mogło ulec rozkładowi już po pogrzebaniu, lub 2) wiele z nich było już martwych wcześniej, ulegając częściowemu rozkładowi przed pogrzebaniem (Dornbos & Bottjer, 2001). Trudno jest jednak stwierdzić jednoznacznie, który z tych dwóch czynników odegrał większą rolę w powyższym zachowaniu węzowideł.

Akumulację węzowideł z Wojkowic na Górnym Śląsku należy uznać za zdarzeniową. Chociaż zdarzenie sztormowe zainicjowane zostało w środowisku płytszym, efekty jego zawsze będą najlepiej widoczne w głębszych, spokojniejszych partiach basenu. W płytkich środowiskach, gdzie sztormy mogą następować kilkakrotnie po sobie, tego typu akumulacje byłyby stale erozyjnie usuwane (Brett, 1990; Dornbos & Bottjer, 2001). Jak przedstawiono powyżej, organizmy charakteryzujące się niskim potencjałem fosylizacyjnym, ulegające pośmiertnemu rozpadowi na pojedyncze elementy szkieletowe w ciągu krótkiego okresu czasu, najlepiej i najczęściej zachowują się w osadach typu *obrution sensu* Brett (1990). Idealnym miejscem do zachowania się tego typu akumulacji jest spokojne środowisko, o niskiej energii hydrodynamicznej, przerywane co jakiś czas wysokoenergetycznymi zdarzeniami takimi jak sztormy (Dornbos & Bottjer, 2001). Już Kaźmierczak & Goldring (1978) stwierdzili, iż wapienie o uziarnieniu frakcjonalnym należy wiązać z działalnością okresowych sztormów w płytkich środowiskach szelfowych.

Podsumowanie

Masowe wystąpienie artykułowanych węzowideł z gatunku *Aspiduriella similis* (Eck) w osadach wapienia muszlowego w Wojkowicach na obszarze Górnego Śląska jest efektem epizodycznej sedymentacji drobnoziarnistego materiału, wywołanej w płytszych partiach basenu, zapewne przez zdarzenie sztormowe. Materiał w postaci drobnoziarnistego, gęstego mułu węglanowego uległego resuspensji w płytszym środowisku, został przetransportowany i spowodował natychmiastowe pogrzebanie węzowideł w głębszych partiach basenu (dystalny szelf). Przed pogrzebaniem, węzowidła uległy krótkodystansowemu transportowi. Świadczy o tym zarówno wysoki stopień artykułacji, jak i występowanie osobników odwróconych stroną oralną do góry. Opisana akumulacja kompletnych węzowideł dostarcza trzech, znaczących implikacji:

1. Jako osad typu Lagerstätte, dostarcza unikalnego wglądu w oryginalne środowisko sedymentacji wraz z zamieszkującą je fauną, która ze względu na delikatną strukturę szkieletu, nigdy by się nie zachowała w zwykłych warunkach w stanie nienaruszonym. W przypadku węzowideł, pozwala to na dokładne badania ich morfologii i relacji poszczególnych elementów szkieletowych, które najczęściej zachowują się w postaci elementów izolowanych.

2. Jako osad sedymentacji zdarzeniowej, pozwala na rozpoznanie warstw zdarzeniowych typu dystalnych turbidytów czy tempestatów. Badania tafonomiczne tego typu

osadów mogą dostarczyć bardzo ważnych informacji na temat dynamiki środowiska sedymentacyjnego.

3. Tego typu osady mogą być szeroko rozprzestrzenione (Brett, 1990), a więc mogą odgrywać ważną rolę jako wyznaczniki stratygraficzne. Prezentując tę samą tafofację (*sensu* Speyer & Brett, 1991), osady te mogą być korelowane na znacznych obszarach basenu sedymentacyjnego.

Chcielibyśmy podziękować Panu prof. dr hab. Jerzemu Trammerowi (Uniwersytet Warszawski) i dwóm anonimowym recenzentom za cenne wskazówki, które pomogły ustrzec się wielu błędów i uczyniły niniejszy artykuł znacznie lepszym. Ponadto, dziękujemy studentom I roku geologii Uniwersytetu Śląskiego (Piotrowi Bryłkiwowi, Krzysztofowi Gaidzikowi, Monice Glapie, Przemysławowi Iwankowi, Piotrowi Kmiecniakowi, Magdalenie Łukowiak, Ewie Piłśniak i Monice Wojdas) za pomoc w pracach terenowych.

Literatura

- ARONSON R.B. 1987 — Predation on fossil and Recent ophiuroids. *Paleobiology*, 13: 187–192.
- ASSMANN P. 1913 — Beitrag zur Kenntnis der Stratigraphie des oberschlesischen Muschelkalks. *Jb. Preuss. Geol. L.-A.*, 34: 268–340.
- ASSMANN P. 1937 — Revision der Fauna der Wirbellosen der oberschlesischen Trias. *Abh. Preuss. Geol. Land. NF*, 170: 5–134.
- BOCZAROWSKI A. & SALAMON M. 2000 — Kompletnie węzowidła jako wskaźnik warunków sedymentacji warstw gogolińskich Górnego Śląska. Materiały Konferencyjne XVII Konferencji Paleontologó[[[In:]]] Historia basenów sedymentacyjnych a zapis paleontologiczny. 20–21, Kraków.
- BOURGOIN A. & GUILLOU M. 1994 — Arm regeneration in two populations of *Acrocrida brachiata* (Montagu) (Echinodermata: Ophiuroidea) in Douarnenez Bay, (Brittany: France): An ecological significance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 184: 123–139.
- BRETT C.E. 1990 — Ostrution deposits.[In:] Briggs D.E.G. & Crowther P.R. (eds) — *Palaeobiology: A synthesis*. Blackwell Publishing, Oxford: 239–243.
- BRETT C.E. & BAIRD G.C. 1986 — Comparative taphonomy: A key to interpretation of sedimentary sequences using fossil preservation. *Palaios*, 1: 207–227.
- BRETT C.E., MOFFAT H.A. & TAYLOR W.L. 1997a — Echinoderm taphonomy, taphofacies and Lagerstätten.[In:] Waters J.A. & Maples C.G. (Eds.) — *Geobiology of echinoderms*, The Paleontological Society Papers, 3: 147–190.
- BRETT C.E., BAIRD G.C. & SPEYER S.E. 1997b — Fossil Lagerstätten: Stratigraphic record of paleontological and taphonomic events.[In:] Brett C.E. & Baird G.C. (Eds) — *Paleontological events: Stratigraphic, ecological and evolutionary implications*. Columbia University Press, New York: 3–40.
- CHUDZIKIEWICZ L. 1983 — Sedymentacja warstw gogolińskich wschodniego obrzeżenia Zagłębia Górnos Śląskiego. *Studia Geologica Polonica*, 75 (1): 7–57.
- DORNBOS S.Q. & BOTTJER D. J. 2001 — Taphonomy and environmental distribution of *Helicoplacoid* echinoderms. *Palaios*, 16: 197–204.
- DUPONT S., VANGELUWE D. & MALLEFET J. 2001 — Arm regeneration in the luminous ophiuroid *Amphipholis squamata*: A functional approach.[In:] Barker (ed.) — *Echinoderms 2000*: 255–259.
- ECK H. 1865 — Über die Formationen des bunten Sandsteins und des Muschelkalks in Oberschlesien und ihre Versteinerungen. Friedländer u. Sohn, 1–148. Berlin.
- FEINBERG J. & TWITCHETT R. 2001 — Ophiuroids on the aftermath of the End-Permian biotic crisis—new fossils from North America and Italy. *GSA Annual Meeting, Abstracts with Programs*, 33 (6), A–11.
- FELL H. B. 1966 — The Ecology of Ophiuroids, p. 129–143. [In:] R. A. Boofoote (Ed.) — *Physiology of Echinodermata*. J. Wiley & Sons, Interscience Publishers. New York, London, Sydney.
- GAHN F.J. & BAUMILLER T. K. 2004 — A Bootstrap Analysis for Comparative Taphonomy Applied to Early Mississippian (Kinderhookian) Crinoids from the Wassonville Cycle of Iowa. *Palaios*, 19: 17–38.
- GROBER M. S. 1989 — Starlight on the Reef. *Natural History*, 98, 10, 72–80. New York.
- GLUCHOWSKI E. 1987 — Jurassic and Early Cretaceous Articulate Crinoidea from the Pieniny Klippen Belt and the Tatra Mountains, Poland. *Studia Geologica Polonica*, 94 (8): 1–102.
- GÓRAS I. 1993 — Triasowe osady liliowcowe warstw gogolińskich z Czeladzi (Górnos Śląskie Zagłębie Węglowe). *Geologia*, 12/13: 145–158.
- HOLDEFLEISS G. 1915 — Das Triasvorkommen von Gross-Hartmannsdorf in Niederschlesien. *Jahresb. der Schles. Gesell. für vaterländische Cultur*, 93: 1–23.
- KAŹMIERCZAK J. & GOLDRING R. 1978 — Subtidal flat-pebble conglomerate from the Upper Devonian of Poland: a multiprovenant high-energy product. *Geological Magazine*, 115: 359–366.
- KIDWELL S.M. & BAUMILLER T. 1990 — Experimental disintegration of regular echinoids: Roles of temperature, oxygen and decay thresholds. *Paleobiology*, 16: 247–271.
- KLINGHARDT F. 1930 — Über fossile und lebende Schlangensterne nebst Bemerkungen über eine Schlangensterne- und Seelilien-Brekzie. *Z. Deutsch. Geol. Gesell.*, 82: 711–718.
- KLINGHARDT F. 1933 — Beobachtungen an lebenden und fossilen Schlangen-Seesternen, Quallen und Rudisten. *Jb. Der Preuss. Geol. Land.*, 53: 947–963.
- KUTSCHER F. 1940 — Ophiuren-Vorkommen im Muschelkalk Deutschlands. *Zeit. der Deutsch. Geol. Gesell.*, 92 (1): 1–18.
- LANGENHAN A. 1903 — Versteinerungen der deutschen Trias (des Buntsandsteins, Muschelkalks und Keupers) aufgrund vierzigjähriger Sammeltaetigkeit zusammengestellt und nach den Naturobjekten autographiert. 1–22, Leignitz.
- MARTIN R.E. 1999 — Taphonomy. A process approach. *Cambridge Paleobiology Series* 4: 507 p.
- MEYER D.L. & MEYER K.B. 1986 — Biostratinomy of Recent crinoids (Echinodermata) at Lizard Island, Great Barrier Reef, Australia. *Palaios*, 1: 294–302.
- MOFFAT H.A. & BOTTJER D.J. 1999 — Echinoid concentration beds: two examples from the stratigraphic spectrum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149: 329–348.
- PIOTROWSKI A. & LISZKOWSKI J. 1981 — Występowanie węzowidła w wapieniu muszlowym Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Materiały V Konferencji Paleontologów, 58–60. Kielce–Sosnowiec.
- RADWAŃSKI A. 2002 — Triassic brittlestar beds of Poland: a case of *Aspiduriella ludeni* (v. Hagenow, 1846) and *Arenorbis squamosus* (E. Picard, 1858). *Acta Geol. Polon.*, 52 (4): 395–410.
- SALAMON M. 2003 — Środkowotriasowe liliowce (Crinoidea) obszaru świętokrzyskiego. Unpubl. Ph. D. thesis of University of Silesia, 1–114. Sosnowiec.
- SALAMON M. 2004 — High-density populations of the Triassic ophiuroid *Aspiduriella ludeni* (Hagenow) in the Holy Cross Mountains (central Poland). *Freiberger Forschungshefte*, 12: 7 pp.
- SALAMON M. & BOCZAROWSKI A. 2002 — *Aspidura similis* Eck, 1865 z utworów dolnego anizyku (bitynu) Polski.[In:] XVII Konferencja Naukowa Paleontologów, Pol. Tow. Geol., 31. Poznań.
- SALAMON M., NIEDŹWIEDZKI R. & WALTER R. 2003 — New data on the Middle Triassic echinoderms from the Sudetes Mountains. *Geol. Quart.*, 47: 13–138.
- SCHÖNDORF F. 1913 — Über einige Ophiuren aus der Trias von Oberschlesien und Thüringen. *Jb. Preuss. Geol. L.-A.*, 33: 215–231.
- SCHMIDT M. 1928 — Die Lebewelt unserer Trias, 1–461. Öhringen.
- SEILACHER A. 1990 — Taphonomy of Fossil-Lagerstätten—Overview. [In:] Briggs, D.E.G. & Crowther, P.R. (Eds) — *Palaeobiology: A synthesis*. Blackwell Publishing, Oxford: 266–270.
- SENKOWICZOWA H. 1973 — Trias [In:] Sokołowski S. (Ed.) — *Budowa geologiczna Polski*. Tom I. Stratygrafia. Część 2, Mezozoik. Wydawnictwa Geologiczne, 15–140.
- SENKOWICZOWA H. & KOTAŃSKI Z. 1979 — Gromada Crinoidea Miller, 1821. [In:] *Atlas skamieniałości przewodnich i charakterystycznych. Trias*. Budowa Geologiczna Polski, 3 (2a) (ed. L. Malinowska): 128–130, 133–136. Inst. Geol. Warszawa.
- SPEYER S.E. & BRETT C.E. 1991 — Taphofacies controls — Background and episodic processes in fossil assemblage preservation.[In:] Allison P.A. & Briggs D.E.G. *Taphonomy: Releasing the data locked in the fossil record*, Plenum Press, New York: 501–545.
- STEWART B. 1996 — Sub-lethal predation and rate of regeneration in the euryalinid snake star *Astrobrachion constrictum* (Echinodermata, Ophiuroidea) in a New Zealand fiord. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 199: 269–283.