

Globalna stratygrafia zdarzeniowa – zarys problematyki

Marek Narkiewicz¹



Global event stratigraphy – an outline of the issues. Prz. Geol., 74: 738–745; doi: 10.7306/2026.63

Redaktor prowadzący: Mirosław Błaszczewicz

Abstract. A common feature trend in various branches of modern stratigraphy approaches, particularly in such as a high-resolution event stratigraphy (HiRES), astrochronology and holostratigraphy, is the integration of various kinds of stratigraphic records and their study methods, to achieve the highest possible precision in age correlations. In the same vein, global event stratigraphy, as discussed herein, is a strategy that utilizes a variety of global-scale episodic events, such as biotic extinctions and radiations, geologically rapid eustatic fluctuations, changes in oceanic chemistry, including oxygenation levels, and meteorite impacts, as well as eruptions of supervolcanoes. Such approach can be successfully employed to refine the correlation of regional lithostratigraphic subdivisions and basin architecture models. It can be anticipated that, in the near future, this strategy will be increasingly used also to define chronostratigraphic boundaries (including the GSSPs) more precisely than the currently most commonly applied biostratigraphic method. This will require a more rigorous, formalized establishment definition and terminology of global stratigraphic events, in the spirit proposed in this paper.

Keywords: global episodic events, chronostratigraphy, chronocorrelation, terminology

Niespełna 40 lat temu, w kwietniu 1989 r. odbyła się w Państwowym Instytucie Geologicznym sesja naukowa *Polski zapis zdarzeń globalnych w fanerozoiku* (Narkiewicz, 1989). Sesja była podsumowaniem pączkujących krajowych badań nad zdarzeniami, zapoczątkowanych przełomowymi koncepcjami teoretycznymi (*rare event* Gretenera, 1967) i odkryciami globalnych katastrof, z emblematycznym impaktem na granicy kredy i paleogenu na czele (Alvarez i in., 1980; ryc. 1). Zalewowi opublikowanych od tamtej pory prac o masowych wymieraniach i katastrofach środowiskowych towarzyszył od początku nurt stratygraficzny, wywodzący się z dalekowzrocznej wizji stratygrafii zdarzeniowej zarysowanej przez Agera (1973). Od tej pory krótkotrwale perturbacje środowiskowe zapisane w osadach i skamieniałościach zyskują na znaczeniu dla korelacji wiekowej, w wielu przypadkach przewyższającej precyzją metody biostratygraficzne.

Rosnącą stratygraficzną rolę zdarzeń odzwierciedla ostatnia edycja *Global Time Scale* (GTS; Gradstein i in., 2020), w której wiele miejsc poświęcono różnym aspektom stratygrafii określanej jako *fizyczna*, takim jak zdarzenia izotopowe, biotyczne, eustatyczne lub impaktowe. W rozdziałach dotyczących kolejnych okresów fanerozoiku zdarzenia globalne zostały uwzględnione w różnym stopniu (tab. 1). Można przypuszczać, że duża liczba opisanych zdarzeń kredowych i paleogeńskich wynika z mnogości danych uzyskanych z osadów oceanicznych. Z kolei do licznych zdarzeń dewońskich zalicza się eustatyczne pulsy transgresywne i regresywne, które w przypadku innych okresów są na ogół omawiane w ramach podrozdziałów o stratygrafii sekwencji. Słabszy postęp badań nad zdarzeniami globalnymi w kar-



Ryc. 1. Granica kreda-paleogen w jednostce Scaglia Rossa w wąwozie Bottaccione k. Gubbio (Apeniny, 2024). Widoczna szczelina po wyeksploatowanej centymetrowej warstewce irydonośnego iłu granicznego, który dostarczył dowodów na potwierdzenie hipotezy impaktu (Alvarez i in., 1980). Fot. M. Narkiewicz

Fig. 1. Cretaceous-Paleogene boundary in the Scaglia Rossa Unit in Botaccione Gorge near Gubbio (Appenines, 2024). The narrow cleft at the boundary marks the iridium-bearing shale which supplied evidence for the impact hypothesis (Alvarez et al., 1980). Photo by M. Narkiewicz

bonie i permie wiąże się prawdopodobnie z wyjątkowo silnymi regionalizmami w tych okresach i wynikającymi z nich problemami uniwersalnej korelacji. Dla obu okresów mocno zaawansowane są, związane z późnopaleozoiczną epoką lodową, badania cykli klimatycznych, które jednak nie wchodzą w ścisły zakres omawianej tu stratygrafii zdarzeniowej (por. dalej).

¹Emerytowany pracownik Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, mareknarkiewicz@gmail.com; ORCID ID: 0000-0003-1962-0253

Wydany ostatnio 1. tom *Budowy Geologicznej Polski* (Peryt, 2026) również częściowo uwzględnia problematykę zdarzeń, co pozwala ocenić, na ile jest ona obecna w krajowych badaniach stratygraficznych. Jak się okazuje, dla większości okresów opisane w Polsce zdarzenia globalne są liczbowo zbliżone do omawianych w GTS (2020; tab. 1). Wyraźnym wyjątkiem jest paleogen, dla którego w polskiej monografii przytacza się jedynie trzy zdarzenia, natomiast w pracy Gradsteina i in. (2020) aż 23 „ekskursje” izotopowe tlenu i węgla oraz częściowo im odpowiadające główne perturbacje klimatyczne. Ze względu na specyfikę sedymentacji w epikontynentalnym basenie Niżu Polskiego wiele z tych zjawisk jest być może trudnych do uchwycenia w krajowych badaniach geochemicznych i sedymentologicznych. Podobne mogą też być powody słabej reprezentacji izotopowych zdarzeń kambryjskich i triasowych. Ogólnie jednak zaawansowanie krajowej stratygrafii zdarzeniowej wydaje się naśladować za postępem badań globalnych.

W tabeli 1 uwzględniono też dane dotyczące biozdarzeń (Brett, Zambito, 2026), odnoszące się wprawdzie do masowych wymierań i radiacji, ale na ogół skorelowane ze zmianami środowiskowymi lub i trendami zapisu izotopów węgla. Biozdarzenia te są zazwyczaj mniej liczne niż szerzej zdefiniowane zdarzenia globalne, co nie powinno dziwić, nie każda bowiem perturbacja środowiskowa musi być odzwierciedlona w radykalnych zmianach zespołów organicznych. W kilku okresach (sylur, karbon, perm) liczba biozdarzeń była jednak większa, co może świadczyć o możliwości ich szerszego wykorzystania do chronokorelacji. Podobną możliwość sugeruje liczba zdarzeń dewońskich wyróżnianych przez Beckera i in. (2020) i Beckera (2025), odpowiednio 26 i 43. W przypadku tej ostatniej pracy pewna nadreprezentacja może wynikać z uwzględniania zdarzeń o zasięgu regionalnym, ograniczonym (jak dotąd) do środkowoeuropejskich waryscydów.

Stratygrafia zdarzeniowa i powiązana z nią chemostratygrafia zostały krótko opisane wśród niesformalizowanych

Innych metod stratygrafii w Polskich zasadach stratygrafii (Racki, Narkiewicz, 2006). Wówczas badania nad zdarzeniami dopiero zaczynały się rozwijać, czemu towarzyszyła duża swoboda interpretacji przy ich wyróżnianiu w zapisie kopalnym. W tej sytuacji autorzy publikacji uznali za niewskazane wprowadzanie sztywnych kryteriów klasyfikacji i nomenklatury formalnej, takich jak w lito- lub biostratygrafii (por. też. Narkiewicz, 2003). Po 20 latach, gdy rośnie zaawansowanie omawianej problematyki i liczba związanych z nią publikacji, pewne zabiegi porządkujące klasyfikację i terminologię zdarzeń wydają się wskazane, o ile nie konieczne – o czym dalej.

Celem niniejszego artykułu jest krótkie podsumowanie obecnego stanu badań nad zdarzeniami, a także przegląd głównych problemów dotyczących klasyfikacji i terminologii, z sugestiami ich jednolitego ujęcia w przyszłych pracach.

KONCEPCJA GLOBALNYCH ZDARZEŃ STRATYGRAFICZNYCH

Zdarzenia w geologii są definiowane jako krótkotrwałe epizody wyjątkowych warunków środowiskowych, zapisane w skałach w postaci różnych anomalii, w tym sedymentacyjnych, geochemicznych lub też biotycznych (Narkiewicz, 1989). Mianem *zdarzeń stratygraficznych* wypadałoby określać te epizody, które z racji dowiedzionej krótkotrwałości i izochroniczności mogą pełnić rolę precyzyjnych poziomów korelacji wiekowej. W praktyce stratygraficznej często sam zapis w osadach, np. izotopowy, jest traktowany jako zdarzenie, bez przypisywania mu określonej interpretacji środowiskowej (np. niektóre zdarzenia w kredzie – Gale i in., 2020).

Na stratygrafię zdarzeniową składa się kilka jej nurtów związanych z różnymi obiektami i metodami badań. Na czoło wysuwa się tu stratygrafia biozdarzeń (*bio-event stratigraphy*) szczególnie intensywnie rozwijana w związku z epizodami wymierań i radiacji kształtujących biosferę

Tab. 1. Liczba fanerozoicznych zdarzeń i epizodów globalnych wyróżnianych ostatnio w opracowaniach monograficznych i przeglądowych
Table 1. The number of Phanerozoic events and global episodes recently distinguished in monographic and review studies

Okres / Period	Zdarzenia globalne / Global events		
	Gradstein i in. (2020)	Peryt (2026)	Brett, Zambito (2026)*
Neogen / Neogene	6**	6	2
Paleogen / Paleogene	20–23	3	3
Kreda / Cretaceous	25–28	19	10
Jura / Jurassic	5	3	3
Trias / Triassic	7	2	5
Perm / Permian	1	–	3
Karbon / Carboniferous	2	1	4
Dewon / Devonian	26	21	27
Sylur / Silurian	7	5	12
Ordowik / Ordovician	11	11	9
Kambr / Cambrian	10	2	11

* Brett, Zambito (2026; Appendix 2, tab. 1–3)

** na podstawie De Vleeschouwer i in. (2017) / after De Vleeschouwer et al. (2017)

Uwzględniono jedynie zdarzenia i epizody, którym przypisano nazwy własne lub akronimy. Pominęto okres czwartorzędu ze względu na jego specyfikę stratygraficzną. Dla kredy i paleogenu wskazano liczby zdarzeń przytaczanych w różnych rozdziałach monografii Gradsteina i in. (2020).

Only events and episodes that were assigned proper names or acronyms were included. The Quaternary period was omitted due to its stratigraphic specificity. For the Cretaceous and Paleogene, the numbers of events cited in various chapters of the monograph by Gradstein et al. are indicated (2020).

(Walliser, 1996; Brett, Zambito, 2026). Chemostratygrafia bada globalne, równowiekowe anomalie geochemiczne, zwłaszcza „ekskursje” izotopowe (Weissert i in., 2008), natomiast eustatostratygrafia – pulsy transgresywne, rzadziej regresywne, zapisane w osadach epizodami pogłębienia i spłylenia (Johnson i in., 1985 i prace późniejsze). Stratygrafia zdarzeń anoksycznych (OAS-y, *anoxic* lub *black-shale events*) jest szczególnie zaawansowana w odniesieniu do osadów mezozoicznych (Jenkyns, 2010). Słabiej rozwinięte jako narzędzia globalnej chronostratygrafii są stratygrafia impaktowa (Racki, Koeberl, 2024) oraz wulkanostratygrafia lub tefrochronologia (Lane i in., 2017), badające znaczenie chronostratygraficzne – odpowiednio, upadku dużych meteoroidów i erupcji wulkanicznych, zwłaszcza tych największych.

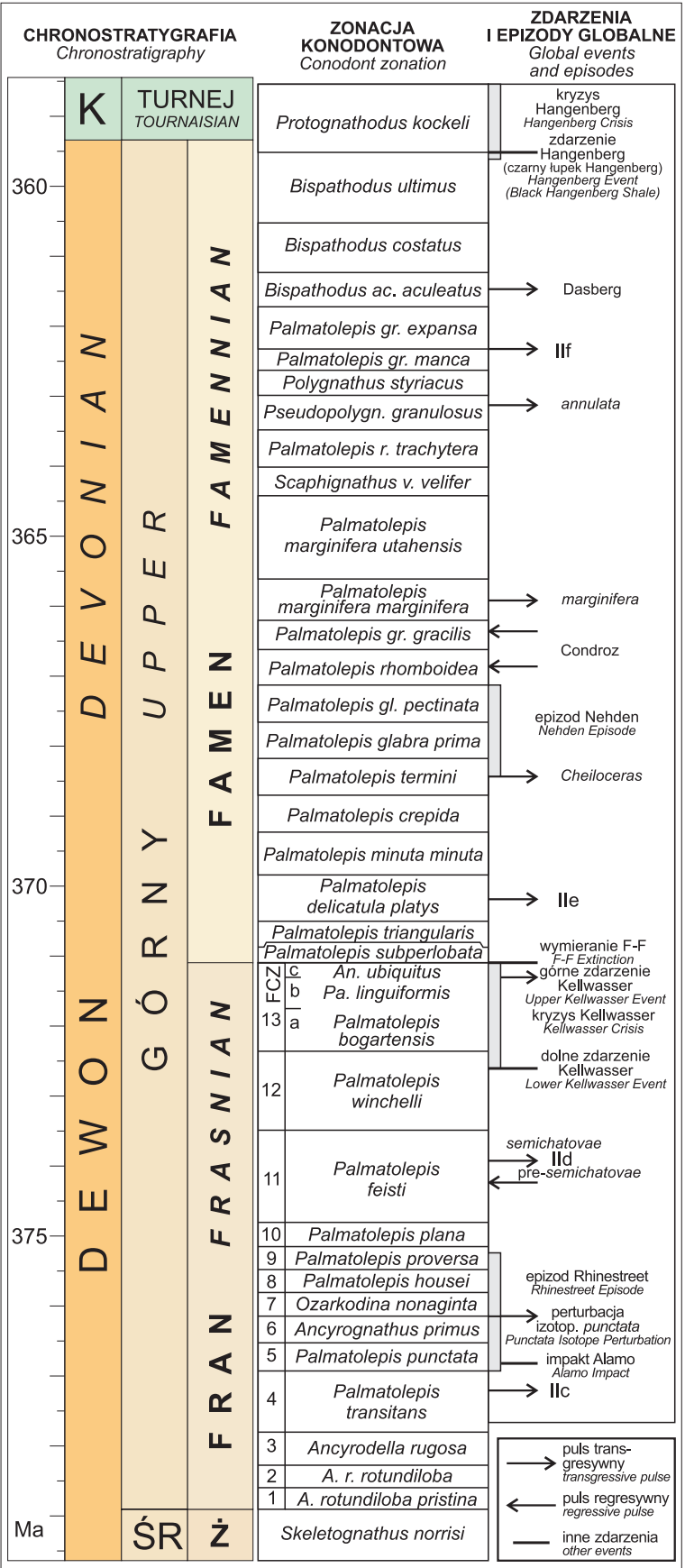
Osobnym nurtem łączącym badania wszelkich rodzajów zdarzeń jest stratygrafia o wysokiej rozdzielczości, określana jako HiRES (*High Resolution Event Stratigraphy*). Jej podstawą jest założenie, że wszystkie wykryte w profilu osadowym poziomy zdarzeń, od ściśle lokalnych po globalne, powinny być brane pod uwagę jako potencjalne chronohoryzonty. Jest to dalej weryfikowane poprzez interkalibrację i korelację krzyżową z innymi profilami w celu uzyskania ostatecznego schematu ram chronostratygraficznych, mających zastosowanie do badanego obszaru (Kauffman, 1986; Cramer i in., 2015). Najbardziej problematyczną stroną procedur HiRES jest prawdopodobnie ich postulowana nadmierna skrupulatność, zakładająca centymetrową lub mniejszą skalę obserwacji w odsłonięciach lub rdzeniach dokumentowanych niezależnie przez dwóch badaczy, by wykluczyć subiektywne typowanie zdarzeń. Gęste opróbowanie ma na celu różne analizy laboratoryjne, w tym paleontologiczne i zaawansowane metody geochemiczne (Kauffman, 1988). Takie żmudne badania licznych przekrojów są czasochłonne i wymagają znacznych nakładów, co zazwyczaj jest możliwe w ramach dużych, kosztownych projektów badawczych. Z uwagi na niewystarczający czas i zasoby (patrz Cramer i in., 2015) często taką procedurę można wdrożyć jedynie dla niewielkiej liczby przekrojów i próbek w mniej lub bardziej ograniczonym regionie badań. W rzeczywistości wiele opublikowanych badań HiRES koncentruje się na wąskich inter-

wałach stratygraficznych, stosuje jedynie wybrane metody badawcze (np. Cramer i in., 2010) lub ogranicza się do pojedynczego basenu czy jego części (np. wiele prac w: Harries, 2008).

→

Ryc. 2. Rozpoznane lub postulowane na obszarze Polski późnowęglńskie zdarzenia i epizody globalne na tle aktualnej zonacji konodontowej (Narkiewicz, w druku, fig. 6, zmieniona): **K** – karbon, **ŚR** – środkowy, **Ż** – żywet

Fig. 2. Recognized or postulated Late Devonian global events and episodes in Poland against the current conodont zonation (Narkiewicz, in print, fig. 6, modified): **K** – Carboniferous, **ŚR** – Middle, **Ż** – Givetian

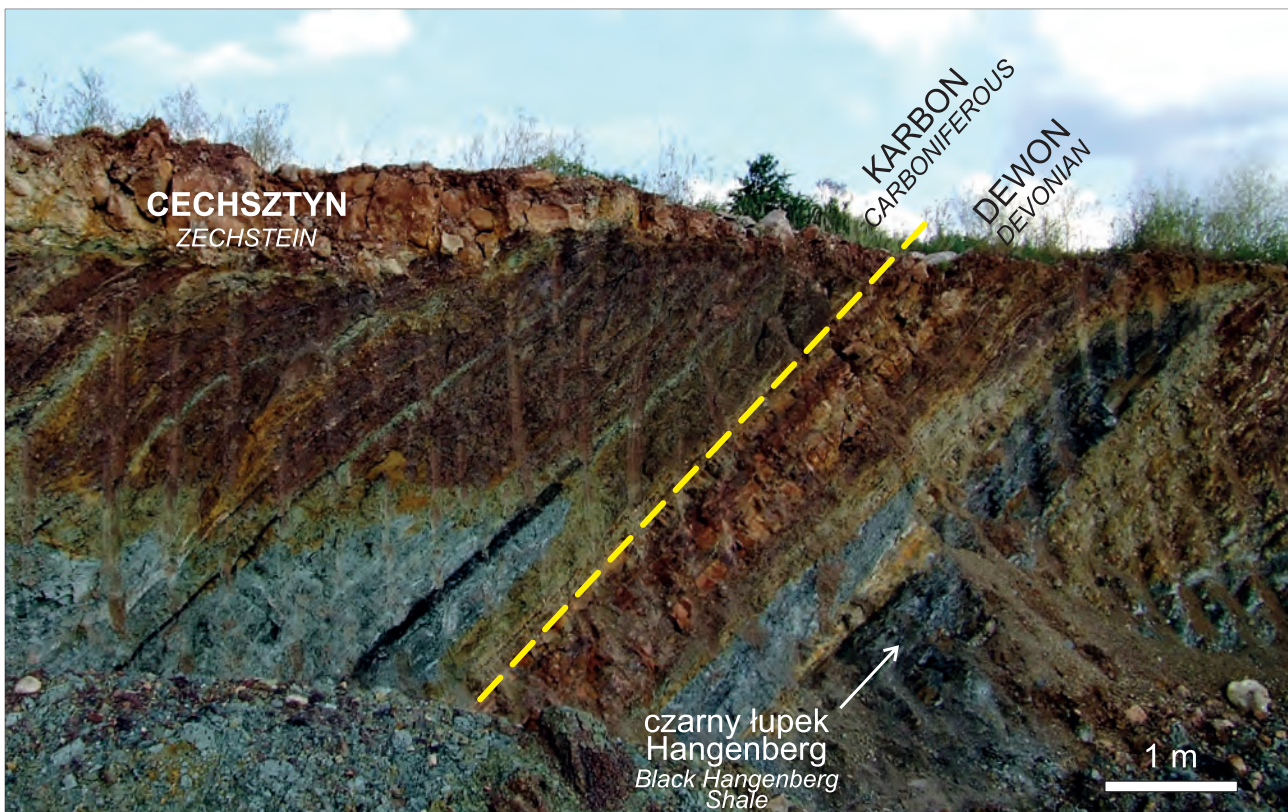


Inny nurt badań krótkotrwałych zmian środowiskowych, intensywnie ostatnio rozwijany, dotyczy cykli orbitalnych (Milankovicia) i związanych z nimi oscylacji klimatycznych o amplitudzie rzędu dziesiątek–setek tysięcy lat (Hays i in., 1976). Fundamentalnie różnią się one jednak od omawianych zdarzeń niecyklicznych (epizodycznych), aczkolwiek w niektórych przypadkach mogą się z nimi pokrywać. Z podobnych powodów nie będą dalej dyskutowane również zdarzenia czwartorzędu, którego stratygrafia kieruje się nieco innymi zasadami niż w przypadku okresów wcześniejszych (Marks i in., 2014). Odchodząc na chwilę od tego założenia, warto wspomnieć o nowatorskim przykładzie chemostratygraficznego podziału nieformalnej jednostki antropocenu (Ivar do Sul i in., w druku). Zdarzeniami są w nim poziomy pojawiania się w osadach mikroplastiku – mikroskopijnych technoskamieniałości, jakimi są różne polimery w rodzaju bakelitu, polistyrenu czy polietylenu. Jednym z takich zdarzeń jest nagły, globalnie jednoczesny puls depozycji artefaktów związanych z pandemią COVID-19 w latach 2020–2022, z którym również wiąże się specyficzny osadowy zapis cząstek mikroplastiku.

Określenie *krótkotrwałe* ma kluczowe znaczenie diagnostyczne i służy oddzielaniu zdarzeń stratygraficznych od zjawisk lub procesów rozciągniętych w czasie geologicznym. Ustalenie granicy między długo- a krótkotrwałością jest tu oczywiście czysto arbitralne i może się opierać jedynie na uznaniowej ocenie zjawisk zaliczanych do pojemnej kategorii zdarzeń. Zdaniem autora z tej kategorii należałoby wyłączyć trwające wiele milionów lat procesy, np. GOBE (*Great Ordovician Biodiversification Event*), trwający ok.

30 mln lat, czy też jurajskie „zdarzenie” geotektoniczne Metis (ok. 5 mln lat). Innym przykładem długotrwałego procesu, a nie raptownego geologicznie zdarzenia jest MMCT – środkowomiocenne przejście klimatyczne zachodzące między 15 a 13,8 mln lat. Również epizody obejmujące kilka zdarzeń powinny należeć do osobnej kategorii, np. oceaniczne zdarzenie (?) anoksyczne OAE 1b na pograniczu aptu i albu, które jest w istocie zespołem pięciu anomalii izotopowych w przedziale ok. 5 mln lat (Gale i in., 2020).

Późnodewońskie, dłuższe epizody i krótkotrwałe zdarzenia stratygraficzne (ryc. 2) obrazują m.in. relację między długotrwałymi kryzysami, takimi jak Kellwasser w późnym franie oraz Hangenberg na pograniczu dewonu i karbonu (Becker, 2025), a towarzyszącymi im zdarzeniami eustatycznymi lub i anoksycznymi. Na tle wymienionych procesów i zjawisk, zdarzenia fanerozoiczne w ścisłym tego słowa znaczeniu odznaczają się, jak na to wskazują nowsze badania, znacznie krótszym czasem trwania. Przekłada się to na potencjalnie większą precyzję korelacji wiekowej w porównaniu z zonacją biostratygraficzną, najczęściej stosowaną w badaniach chronostratygraficznych. Jej rozdzielczość rzadko schodzi poniżej 0,5 mln lat, wobec średniego czasu trwania biozony fanerozoicznej, szacowanego na ok. 1,5 mln lat (Trammer, 2014, text-fig. 3). Badania mezozoicznych OAE-sów sugerują, że ich wiek mieści się w granicach kilku setek tys. lat, ale może być krótszy – poniżej 100 tys. lat (Jenkyns, 2010). Długotrwałość dolnego i górnego zdarzenia Kellwasser szacuje się na ~250 i ~100 tys. lat (Wichern i in., 2024), a zdarzenia Hangenberg na ~50–100 tys. lat (Myrow



Ryc. 3. Czarny łupek Hangenberg i granica dewon–karbon w kamieniołomie Kowala w Górach Świętokrzyskich (wg Narkiewicza, Narkiewicz, 2026, fig. 45, zmieniona)

Fig. 3. Black Hangenberg Shale and the Devonian–Carboniferous boundary in the Kowala Quarry in the Holy Cross Mountains (after Narkiewicz, Narkiewicz, 2026, fig. 45, modified)

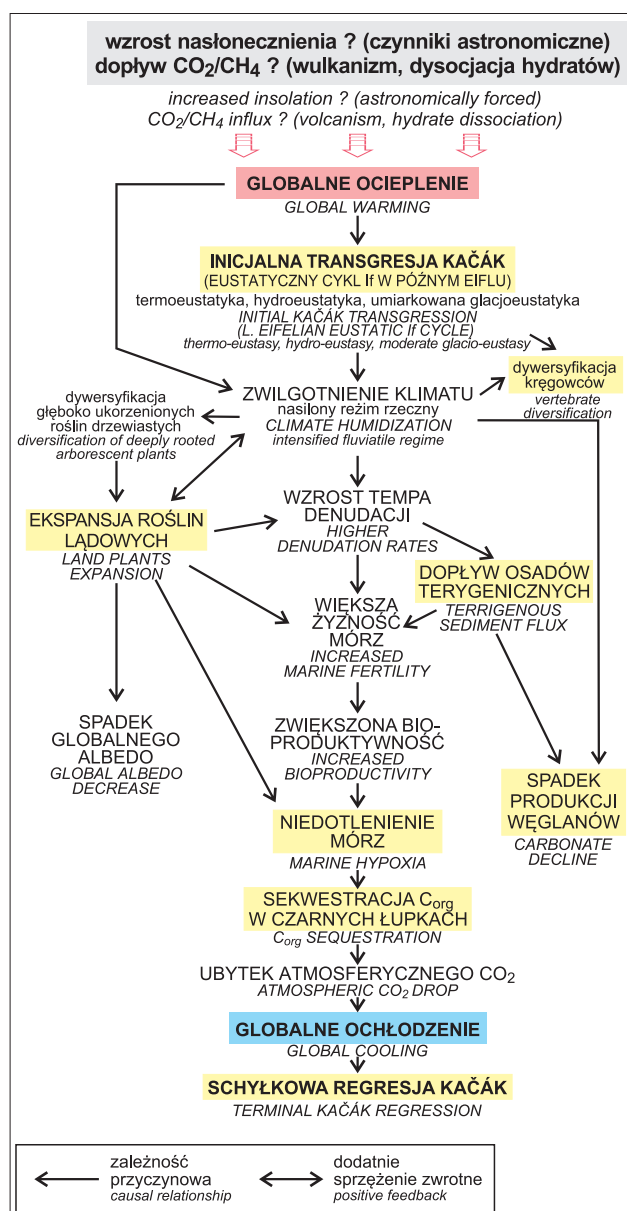
i in., 2014; ryc. 3). Wahania eustatyczne niższego rzędu, o amplitudzie ~10 m, spowodowane termicznym rozszerzaniem i kurczeniem się wód oceanicznych lub też zmianami objętości wód i lodowców górskich, mogą zachodzić w czasie 10 do 10 000 lat (np. Rovere i in., 2016; Sames i in., 2020). Raptowne, nawet w skali doświadczenia ludzkiego, są oczywiście zdarzenia impaktowe, takie jak katastrofa na granicy kredy i paleogenu czy też wybuchy superwulkanów.

KLASYFIKACJA ZDARZEŃ

Należy podkreślić, że aczkolwiek niniejszy przegląd jest poświęcony głównie stratygraficznym zdarzeniom globalnym, to stanowią one jedynie skrajne ogniwo całego zakresu zjawisk o różnym zasięgu: od lokalnych (np. sztormy i ich zapis tempestytowy) przez regionalne (np. zjawiska sejsmiczne czytelne w skali basenu sedymentacyjnego) po ponadregionalne (np. większe erupcje wulkaniczne). Każda z tych kategorii ma potencjalną wartość dla korelacji w różnym wymiarze regionalnym, ale jedynie zdarzenia globalne mogą prowadzić do zwiększenia precyzji uniwersalnej korelacji wiekowej, co nadaje im szczególny status w rozważaniach stratygraficznych.

Zdarzenia, niezależnie od kryterium ich przestrzennego zasięgu, można dzielić na podstawie rodzaju zapisu w osadach oraz według kryjącego się za nimi czynnika sprawczego. Przegląd zdarzeń globalnych (Gradstein i in., 2020) sugeruje, że są one definiowane głównie na podstawie zapisu geochemicznego, w tym przede wszystkim izotopowego, a zwłaszcza izotopów węgla w węglanach i materii organicznej. Obok zdarzeń izotopowych wyróżnia się też zdarzenia i epizody biotyczne, w tym masowe wymierania i eksplozje bioróżnorodności, a także sedymentacyjne (*black-shale events*, zdarzenia transgresyjne i regresywne). Określony charakter zapisu nie musi być przy tym kryterium wyłącznym. Często charakterystycznemu zapisowi osadowemu (np. czarnym łupkom, osadom transgresywnym) towarzyszą anomalie izotopowe i zdarzenia biotyczne. Nierzadkim przypadkiem jest diagnozowanie zdarzeń (np. niektórych wczesnopaleozoicznych i kredowych) głównie, a nawet wyłącznie na podstawie izotopów węgla i tlenu. Kolejne cechy diagnostyczne mogą się ujawnić dopiero dzięki dalszym badaniom regionalnym i analitycznym. Można założyć, że w typowym przypadku zdarzenie globalne, jako efekt skomplikowanych, współzależnych procesów geologicznych, uzyska z czasem wszechstronną charakterystykę sedymentologiczną, geochemiczną i biotyczną, ewentualnie też geofizyczną. Klasyfikacja takich zdarzeń według kryterium rodzaju zapisu może np. podkreślać cechy najbardziej charakterystyczne lub szczególnie istotne z punktu widzenia historii badań.

Niezależny od opisanego i wzajemnie się z nim nie wykluczający jest podział genetyczny zdarzeń. Ich uwarunkowania obejmują na ogół cały skomplikowany łańcuch przyczynowo-skutkowy – kaskadę różnych czynników. Kluczowe są przyczyny nadrzędne, a wśród nich astronomiczne (cykle orbitalne, wahania aktywności słonecznej, wybuchy supernowej, impakty) lub związane z dynamiką litosfery (wielkoskalowe skutki zmiennej ruchliwości i konfiguracji płyt, wulkanizm). Te pierwotne przyczyny generują z kolei zmiany bezpośrednio wpływające na charakter i zapis zdarzeń: perturbacje klimatu (zdarzenia hipertermiczne, fazy raptownego ochłodzenia, epizody pluwialne lub klimatu suchego), wahania poziomu morza (zdarzenia eustatyczne)



Ryc. 4. Schemat zależności zdarzeń i procesów kształtujących rozwój epizodu Kačák, z uwzględnieniem danych z basenu białoruskiego – wyróżnionych na żółto (wg Narkiewicz i in., 2021, fig. 14, zmieniła)

Fig. 4. Flow chart showing interrelation between various events and processes controlling the Kačák Episode development. The evidence from the Belarusian Basin is highlighted in yellow (after Narkiewicz et al., 2021, fig. 14, modified)

lub rewolucje w biosferze. Zależności między tymi zmianami są bardzo skomplikowane i tworzą sieć różnych powiązań (ryc. 4). Ten stopień komplikacji powoduje, że trudno sobie wyobrazić obiektywny, klarowny schemat klasyfikacji genetycznej zdarzeń według jednolitych kryteriów. Na poziomie najogólniejszym ewentualny podział może uwzględniać dwie kategorie definiowane przez czynniki nadrzędne (astronomiczne lub litosferyczne). Natomiast na poziomie przyczyn bezpośrednich kryterium podziału byłby główny, choć z reguły nie wyłączny, czynnik odpowiedzialny za zapis zdarzenia, np. klimatyczny, eustatyczny albo biotyczny.

Wydaje się, że historycznie rzecz biorąc, określenie zdarzenia wedle rodzaju zapisu zazwyczaj wyprzedza interpretację i zaliczenie do kategorii genetycznej: najpierw stwier-

dzamy empirycznie jakąś anomalię, a następnie staramy się ją wytłumaczyć. W praktyce stratygrafii zdarzeniowej pierwszy podział jest istotniejszy, pozwala bowiem na identyfikację zdarzenia i jego korelację stratygraficzną. Interpretacja środowiskowa i związana z nią kategoryzacja genetyczna może ułatwiać ocenę skali i zasięgu zdarzenia, np. jego związku z określonymi regionami geologicznymi, domenami klimatycznymi i facjami. Może także prowadzić do bliższego oszacowania jego krótkotrwałości i ustalenia izochroniczności. Te ostatnie atrybuty stratygraficznych zdarzeń globalnych wymagają na ogół niezależnego potwierdzenia badaniami chronostratygraficznymi, opartymi np. na biostratygrafii, magnetostratygrafii, datowaniach radiometrycznych lub, w przypadku osadów mezo-kenozoicznych, astrochronologii (cyklostratygrafii orbitalnej).

PROBLEMY TERMINOLOGICZNE

Międzynarodowy kodeks stratygraficzny (Murphy, Salvador, 1999), a w ślad za nim *Polskie zasady stratygrafii* (Racki, Narkiewicz, 2006) nie zakładają formalnej procedury definiowania i nazewnictwa zdarzeń stratygraficznych, ponieważ w czasie, gdy ukazywały się cytowane opracowania, ich koncepcje dopiero się kształtowały. Jednak obecnie, jak to przedstawiono we wstępie, rośnie liczba udokumentowanych zdarzeń, a także ich rola w korelacji wiekowej. Stratygrafia zdarzeniowa staje się stopniowo pełnoprawną gałęzią stratygrafii, co skłania do porządkowania zagadnień nomenklatury i terminologii. Dalej przedstawiono propozycje bardziej rygorystycznego podejścia do tych zagadnień, uznając, że pewien ład terminologiczny byłby na tym etapie badań wskazany.

Obecnie stosowane nazewnictwo zdarzeń stratygraficznych na ogół uwzględnia termin *zdarzenie* lub jego odpowiednik, ewentualnie też rozszerzenie nawiązujące do charakteru zjawiska, np. *zdarzenie* lub „ekskursja” (izotopowa), *anomalia* (np. ordowicka *anomalia Kope*), *wymieranie*, *zdarzenie graniczne* (np. kreda–paleogen), *zdarzenie pluwialne*, *pulsy transgresyjne* (np. eustatyczne transgresje dewońskie; Johnson i in., 1985 – ryc. 4) i *pulsy regresyjne*. W literaturze angielskojęzycznej przyjęło się też stosowanie akronimów, takich jak np. CIE (*carbon isotope excursion*) lub ICE (*isotope carbon excursion* – np. dla zdarzenia ordowickiego HICE – *Hirnantian carbon isotope excursion*), OAE (*Oceanic Anoxic Event*), KPgE (*Cretaceous–Paleogene Event*) lub CMBE (*Campanian–Maastrichtian Boundary Event*). W niektórych przypadkach dodawany jest człon nazwy określający ogólny wiek zdarzenia – np. toarskie oceaniczne zdarzenie anoksyczne (T-OAE).

Jak wynika z wcześniejszych rozważań, termin *stratygraficzne zdarzenie globalne* należałoby zarezerwować dla zjawisk o dowiedzionym krótkim geologicznie czasie trwania, nie przekraczającym np. 0,5 mln lat, o potencjalnym znaczeniu dla globalnej korelacji chronostratygraficznej. Zjawiska w historii Ziemi trwające dłużej lub o trudnym do oszacowania czasie trwania można określać jako epizody (np. MMCT, OAE 1b), perturbacje lub kryzysy (np. perturbacja *punctata* w środkowym franie, kryzys Kellwasser – ryc. 2), optima klimatyczne (np. MMCO, mioceneskie optimum klimatyczne), etapy rozwoju biosfery (GOBE) itp. Zdaniem autora nie powinno się też stosować zamiennie terminów *zdarzenie* i *wydarzenie* (np. Peryt, 2026), gdyż ten ostatni ma określone zabarwienie potoczne (*wydarzenie*

kulturalne, *wydarzenie geologiczne* w sensie ważnej imprezy kulturalnej lub naukowej itd.).

W niektórych przypadkach akronimy zastępują nazwy własne zdarzeń, a ich stosowanie przyjęło się w literaturze, również polskiej i nie budzi niejasności (np. HICE w późnym ordowiku czy kolejno numerowane OAE-sy w jurze i kredzie). Nazwa własna zdarzenia może też pochodzić od kluczowej skamieniałości (np. dewońska transgresja *semichatovae*), od nazwiska badacza (np. kredowe zdarzenia Weiserta), od nazwy geograficznej (np. zdarzenie Klonk na pograniczu syluru i dewonu od nazwy miejscowości, wymieranie Kellwasser od nazwy strumienia, zdarzenie Rhinestreet od nazwy traktu komunikacyjnego), a także od jednostki stratygraficznej, w której stwierdzono zapis zdarzenia (zdarzenie Choteč, ordowickie anomalie Fairview lub Kope).

O ile nazwy własne zdarzeń stratygraficznych pochodzące od określeń taksonomicznych i od nazwisk badaczy nie budzą wątpliwości, o tyle pozostałe przypadki wymagają szerszego komentarza. W cytowanej monografii Peryta (2026) zastosowano dla nich nazwy nawiązujące do formalnej terminologii jednostek litostratygraficznych, a więc z przymikiem z (*zdarzenie z Kellwasser* lub z *Kačák*, *anomalia z Whitewater* itp.). Taka procedura z różnych przyczyn nie wydaje się właściwa. Analogia do jednostek litostratygraficznych jest o tyle chybiona, że w przeciwieństwie do nich stratygraficzne zdarzenie globalne nie jest przywiązane do jakiegoś miejsca – stratotypu lub obszaru typowego (tak jak np. wapień z Kadzielni do stratotypu na wzgórzu Kadzielnia w Kielcach). Jest to ogólna nazwa pewnego uniwersalnego zjawiska, a jej rodowód, jak już wspomniano, może być rozmaity. W przypadku tego rodzaju terminu uprawnione jest stosowanie nazwy własnej w mianowniku po słowach *zdarzenie*, *anomalia*, *wymieranie* itd., a więc, odpowiednio: *zdarzenie* lub *wymieranie Kellwasser*, *anomalia Kope* itd. Stosowanie przymyka z prowadzi do różnych niezręczności i pułapek terminologicznych, takich jak *wymieranie z Kellwasser* lub *epizod z Kačák*. W obu tych przypadkach terminy geograficzne są nazwami cieków wodnych, a więc stosowanie analogii z terminami litostratygraficznymi jest tym bardziej chybione, że polska terminologia zakłada w takim przypadku formę w dopełniaczu (*formacja Odry*, nie *z Odry*). Podobne niezręczności wiążą się z sytuacją, gdy nazwa zdarzenia jest wyprowadzana z określenia terminu litostratygraficznego lub nazwy drogi albo też jest zamiennie używana z takimi określeniami, jak *wymieranie*, *katastrofa* lub *kryzys* (wymieranie z Kellwasser?). Trzeba też zauważyć, że forma mianownikowa (bez przymyka z) jest już stosowana w polskojęzycznej literaturze, w tym m.in. w *Polskich zasadach stratygrafii* (2006, str. 51), ale także w pracach Narkiewicza (1985), Rackiego (1991, 1995), Treli i Malca (2007) oraz innych geologów.

Niezależnie od tego, jakie przyjmie się w przyszłości sformalizowane zasady terminologii zdarzeń stratygraficznych, wskazane jest przestrzeganie spójności stosowanego nazewnictwa. Na przykład w cytowanej tu monografii jedno ze zdarzeń ordowickich jest określane na cztery sposoby: jako *zdarzenie z Mulde*, *z Mulde/lundgreni*, *lundgreni/Mulde* lub *lundgreni* (Peryt, 2026). Przykład ten wskazuje też na szerszy problem braku spójności nazewnictwa zdarzeń globalnych w światowej literaturze stratygraficznej. Na przykład późnokredowe OAE 2 jest też określane jako *zdarzenie Bonarelliego*, a dla kilku zdarzeń ordowickich rów-

noległe są stosowane nazwy wywodzące się z Ameryki Pn. (Laurencji) i z Bałtoskandii. W rysującej się perspektywie wprowadzenia sformalizowanej terminologii stratygraficznych zdarzeń globalnych wskazane byłoby ustalenie i przestrzeganie priorytetu jednej z nazw, podobnie jak w przypadku formalnych jednostek stratygraficznych (Racki, Narkiewicz, 2006).

Przy okazji rozważań na temat braku spójności terminologii zdarzeń stratygraficznych warto zauważyć, że podobny problem, ale o większych konsekwencjach, dotyczy też jednostek litostratygraficznych. Według zatwierdzonych przez Komitet Nauk Geologicznych PAN *Polskich zasad stratygrafii* (Racki, Narkiewicz, 2006): *Przy wydzielaniu jednostek nieformalnych nie powinno się stosować formalnych terminów klasyfikacyjnych, takich jak formacja czy ogniwo*. Powód jest oczywisty – chodzi o to, by nie zacierać granicy między jednostkami wyróżnionymi z zachowaniem wymogów formalnych (które służą uzasadnieniu, obiektywnemu i czytelnemu wyróżnianiu ogniw, formacji czy grup) od jednostek, które tych wymogów nie spełniają, co sprawia, że ich identyfikacja może być utrudniona. Sposoby zaznaczania nieformalnego charakteru pozorne formalnych jednostek mogą być różne, np. cudzysłowy („formacja” z Człuchowa – Mardal i in., 2004; Narkiewicz, Narkiewicz, 2026) albo dodanie określenia *nieformalna*. Brak tego rozróżnienia (np. w rozdz. Perm, tab. 7 w: Peryt, 2026) powoduje niepotrzebne zamieszanie terminologiczne. Może to mieć negatywne konsekwencje, zwłaszcza w przypadku tomu *Budowy geologicznej Polski*, który ma szansę na to, aby być punktem odniesienia dla przyszłych badań stratygraficznych.

UWAGI KOŃCOWE I WNIOSKI

W niniejszych rozważaniach starano się zarysować możliwie szeroką panoramę różnych metod i nurtów badawczych, których wspólnym mianownikiem są krótkotrwałe epizody i cykle środowiskowe oraz ich zastosowanie do precyzyjnej korelacji wiekowej. W dzisiejszych badaniach stratygraficznych dominującym narzędziem chronokorelacji jest ciągle biostratygrafia oparta na rekonstrukcji całkowitych wiekowych zasięgów skamieniałości. Metoda ta ma jednak swoje ograniczenia, takie jak m.in. trudności precyzyjnego osadzenia zasięgów taksonów indeksowych w czasie geologicznym, a także niezadowalająca rozdzielczość poziomów biostratygraficznych (np. Cramer i in., 2010). Odbija się to negatywnie na wykorzystaniu biostratygrafii do definiowania globalnych stratotypów i punktów granicznych (GSSP), a więc ustalania głównych ram globalnej chronostratygrafii (Davydov, 2020). W tej sytuacji coraz częściej pojawiają się sugestie wykorzystania zapisu globalnych zdarzeń stratygraficznych do definiowania granic jednostek, takich jak piętra czy podpiętra (Becker, 2025; Brett, Zambito, 2026). Charakterystycznym przykładem są tu dyskusje w łonie międzynarodowych podkomisji ds. stratygrafii dewonu i karbonu, w których, wobec kłopotów z określeniem GSSP dolnej granicy karbonu na podstawie biostratygrafii, proponuje się wykorzystanie zdarzeń związanych z kryzysem Hangenberg.

Korelację opartą na zdarzeniach globalnych można skutecznie stosować w celu zwiększenia precyzji korelacji regionalnych podziałów litostratygraficznych, co prowadzi do dokładniejszej rekonstrukcji architektury basenów se-

dymencyjnych (Narkiewicz, w druku). Zastosowanie takiego podejścia do korelacji w skali regionalnej i ponadregionalnej można traktować jako alternatywę lub i uzupełnienie kosztownej i czasochłonnej metodologii HiRES. Taka pragmatyczna strategia oszczędzania czasu i zasobów umożliwia przeprowadzanie precyzyjnej korelacji wiekowej na podstawie dostępnych świadectw dotyczących różnych globalnie występujących zdarzeń i epizodów (eustatycznych, biotycznych, beztlenowych, izotopowych itp.), a nie poprzez szczegółową analizę wszystkich możliwych poziomów zdarzeniowych w wielu profilach referencyjnych. Zdarzenia globalne są z definicji powszechniej wykrywalne niż wiele zdarzeń lokalnych lub regionalnych rejestrowanych przez HiRES. Są one od tych ostatnich rzadziej rozmieszczone w zapisie stratygraficznym (przynajmniej jak dotychczas), a zatem zapewniają mniejszą rozdzielczość wiekową korelacji. Ich zaletą jest jednak udowodniony krótki czas trwania i izochroniczność (w kategoriach geologicznych), a tym samym wysoka precyzja chronokorelacji.

Trudno zakładać, by w przewidywalnej przyszłości doszło do całkowitego zastąpienia obecnej globalnej skali wiekowej, opartej głównie na biostratygrafii (Gradstein i in., 2020), schematem złożonym z dostatecznie gęstego, wysokorozdzielczego następstwa stratygraficznych zdarzeń globalnych. Bardziej prawdopodobne jest natomiast coraz częstsze wykorzystywanie takich zdarzeń do definiowania granic chronostratygraficznych w sytuacjach, gdy zapewnią większą precyzję korelacji wiekowej niż skamieniałości kluczowe. Jednocześnie będzie postępował rozwój astrochronologii opartej na cyklach orbitalnych, jako uzupełnienie, a w dalszej perspektywie być może lepsza metoda wyróżniania podstawowych jednostek biochronostratygraficznych (poziomów).

W perspektywie rosnącego znaczenia precyzyjnej chronostratygrafii opartej na globalnych zdarzeniach stratygraficznych rysuje się konieczność uporządkowania, a w dalszej kolejności również sformalizowania procedur ustanawiania, klasyfikacji i nomenklatury tych zdarzeń. O ile ich bardziej rygorystyczne określanie będzie zapewne wymagało ustaleń międzynarodowych w ramach Międzynarodowej Komisji Stratygraficznej, o tyle wprowadzenie czytelnego reguł nazewnictwa, np. zaproponowanych w tym artykule, może nastąpić w drodze nowelizacji *Polskich zasad stratygrafii*.

Dziękuję Recenzentom artykułu i Redaktorom *Przeglądu Geologicznego* za liczne uwagi i sugestie zmierzające do poprawienia złożonej wersji pracy.

LITERATURA

- AGER D.V. 1973 – The nature of the stratigraphical record. Macmillan Press, London and Basingstoke.
- ALVAREZ L.W., ALVAREZ W., ASARO F., MICHAEL H.V. 1980 – Extraterrestrial cause for the Cretaceous–Tertiary extinction. *Science*, 208: 1095–1108.
- BECKER R.T. 2025 – Devonian and Lower Carboniferous Global Events in the Central Variscan Orogen. [W:] Linnemann U. (red.), *The Variscan Orogen of Central Europe*. Springer, Cham: 889–978.
- BECKER R.T., MARSHALL J.E.A., DA SILVA A.C. 2020 – The Devonian Period. [W:] Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. (red.), *The Geologic Time Scale 2020*, tom 2. Elsevier, Amsterdam: 733–810.
- BRETT C.E., ZAMBITO IV, J.J. 2026 – Phanerozoic marine bioevents: A review with applications to stratigraphy and Earth history. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 683, 113465.
- CRAMER B.D., KLEFFNER M.A., BRETT C.E., MCLAUGHLIN P.I., JEPSSON L., MUNNECKE A., SAMTLEBEN C. 2010 – Paleobio-

- geography, high-resolution stratigraphy, and the future of Paleozoic biostratigraphy: fine-scale diachroneity of the Wenlock (Silurian) conodont *Kockelella walliseri*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 294: 232–241.
- CRAMER B.D., VANDENBROUCKE T.R.A., LUDVIGSON G.A. 2015 – High-Resolution Event Stratigraphy (HiRES) and the quantification of stratigraphic uncertainty: Silurian examples of the quest for precision in stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 141: 136–153.
- DAVYDOV V.I. 2020 – Shift in the paradigm for GSSP boundary definition. *Gondwana Research*, 86: 266–286.
- DE VLEESCHOUWER D., VAHLENKAMP M., CRUCIFIX M., PÄLIKE H. 2017 – Alternating Southern and Northern Hemisphere climate response to astronomical forcing during the past 35 m.y. *Geology*, 45: 375–378.
- GALE A.S., MUTTERLOSE J., BATENBURG S. 2020 – The Cretaceous Period. [W:] Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. (red.), *The Geologic Time Scale 2020*, tom 2. Elsevier, Amsterdam: 1023–1086.
- GRADSTEIN F.M., OGG J.G., SCHMITZ M.D., OGG G.M. (red.) 2020 – *The Geologic Time Scale 2020*. Elsevier, Amsterdam.
- GRETENER P.E. 1967 – Significance of the rare event in geology. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 51 (11): 2197–2206.
- HARRIES P.J. (red.) 2008 – *High-Resolution Approaches in Stratigraphic Paleontology*. Springer, Dordrecht.
- HAYS J.D., IMBRIE J., SHACKLETON N.J. 1976 – Variations in the Earth's orbit: pacemaker of the ice ages. *Science*, 194: 1121–1132.
- IVAR DO SUL J.A.I., REINECCIUS J., WATERS C.N., ZALASIEWICZ J., WANIEK J.J. (w druku) – Microplastics and the Anthropocene: Toward a new class of planetary markers. *Earth-Science Reviews*, 105619.
- JENKYN H.C. 2010 – Geochemistry of oceanic anoxic events. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 11 (3), Q03004.
- JOHNSON J.G., KLAPPER G., SANDBERG C.A. 1985 – Devonian eustatic fluctuations in Euramerica. *Geological Society of America Bulletin*, 96: 567–587.
- KAUFFMAN E.G. 1986 – High-resolution event stratigraphy: Regional and global bio-events. [W:] Walliser O.H. (red.), *Global Bio-Events. Lecture Notes Earth Hist.*, 8: 279–335.
- KAUFFMAN E.G. 1988 – Concepts and methods of high-resolution event stratigraphy. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 16: 605–654.
- LANE C.S., LOWE D.J., BLOCKLEY S.P.E., SUZUKI T., SMITH V.C. 2017 – Advancing tephrochronology as a global dating tool: Applications in volcanology, archaeology, and palaeoclimatic research. *Quaternary Geochronology*, 40: 1–7.
- MARDAL T., MARCINOWSKI R., PIOTROWSKA K. 2004 – Słownik jednostek litostratygraficznych Polski w roboczej wersji internetowej. *Przegląd Geologiczny*, 52: 963–967.
- MARKS L., BER A., LINDNER L. 2014 – Zasady polskiej klasyfikacji i terminologii stratygraficznej czwartorzędu. *Polska Akademia Nauk. Komitet Badań Czwartorzędu*, Warszawa.
- MURPHY M.A., SALVADOR A. 1999 – International Subcommission on Stratigraphic Classification of IUGS, International Commission on Stratigraphy; International Stratigraphic Guide; an abridged version. *Episodes*, 22 (4): 255–271.
- MYROW P.M., RAMEZANI J., HANSON A.E., BOWRING S.A., RACKI G., RAKOCIŃSKI M. 2014 – High-precision U–Pb age and duration of the latest Devonian (Famennian) Hangenberg event, and its implications. *Terra Nova*, 26 (3): 222–229.
- NARKIEWICZ M. 1985 – Badania dewońskiego szelfu węglanowego południowej Polski. *Przegląd Geologiczny*, 33: 253–258.
- NARKIEWICZ M. 1989 – Geologia zdarzeń: rodowód problematyki. *Przegląd Geologiczny*, 37: 533–537.
- NARKIEWICZ M. 2003 – Zasady polskiej klasyfikacji, terminologii i nomenklatury stratygraficznej – czy zmieniać i co zmieniać. *Przegląd Geologiczny*, 51: 1023–1026.
- NARKIEWICZ M. (w druku) – Global-event approach to a high-precision inter-basinal correlation: example from the Devonian of the Variscan Foreland (Poland). *Newsletters on Stratigraphy*.
- NARKIEWICZ M., NARKIEWICZ K. 2026 – Dewon. [W:] Peryt T. (red.), *Budowa geologiczna Polski. Tom 1. Stratygrafia*. Państwowy Instytut Geologiczny-PIB, Warszawa: 237–280.
- NARKIEWICZ M., NARKIEWICZ K., KRUCHEK S.A., BELKA Z., OBUKHOVSKAYA V.Y., PLAX D.P. 2021 – Late Eifelian Kačák Episode in the epeiric Belarusian Basin: Role of terrestrial-marine teleconnections. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 562, 110106.
- PERYT T. (red.) 2026 – *Budowa geologiczna Polski. Tom 1. Stratygrafia*. Państwowy Instytut Geologiczny-PIB, Warszawa.
- RACKI G. 1991 – O eustatyce, tektonice i innych zdarzeniach w późnym dewonie Gór Świętokrzyskich. *Przegląd Geologiczny*, 39: 193–198.
- RACKI G. 1995 – Co dalej z dewońską krzywą eustatyczną? *Przegląd Geologiczny*, 48: 632–636.
- RACKI G., KOEBERL CH. 2024 – Impact catastrophism versus mass extinctions in retrospective, perspective and prospective: Toward a Phanerozoic impact event stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 259, 104904.
- RACKI G., NARKIEWICZ M. (red.) 2006 – *Polskie zasady stratygrafii*. Państwowy Instytut Geologiczny-PIB, Warszawa.
- ROVERE A., STOCCHI P., VACCHI M. 2016 – Eustatic and Relative Sea Level Changes. *Current Climate Change Reports*, 2: 221–231.
- SAMES B., WAGREICH M., CONRAD C.P., IQBAL S. 2020 – Aquifer-eustasy as the main driver of short-term sea-level fluctuations during the Cretaceous hothouse climate phases. [W:] Wagreich M., Hart M.N., Sames B., Yilmaz I.O. (red.), *Cretaceous climate events and short-term sea-level change*. Geological Society, London, Special Publications, 498: 9–38.
- TRAMMER J. 2014 – Continuous versus pulsed origination and extinction and biozones. *Acta Geologica Polonica*, 64: 361–366.
- TRELA W., MALEC J. 2007 – Zapis $\delta^{13}\text{C}$ w osadach pogranicza dewonu i karbonu w południowej części Gór Świętokrzyskich. *Przegląd Geologiczny*, 55: 411–415.
- WALLISER O.H. 1996 – Global events in the Devonian and Carboniferous. [W:] Walliser O.H. (red.), *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic*. Springer, Berlin: 225–250.
- WEISSERT H., JOACHIMSKI M., SARNTHEIN M. 2008 – Chemostratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy*, 42: 145–179.
- WICHERN N.M.A., BIALIK O.M., NOHL T., PERCIVAL L.M.E., BECKER R.T., KASKES P., CLAEYS PH., DE VLEESCHOUWER D. 2024 – Astronomically paced climate and carbon cycle feedbacks in the lead-up to the Late Devonian Kellwasser Crisis. *Climate of the Past*, 20: 415–448.

Praca wpłynęła do redakcji 25.08.2026 r.

Akceptowano do druku 4.10.2026 r.