

LUKI I KONDENSACJE NA POGRANICZU JURY ŚRODKOWEJ I GÓRNEJ

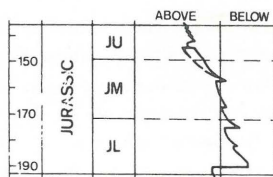
UKD 552.143:551.263.036''406/407'':551.762.31.022:552.51 + 552.54:553.078(438 – 13 Wyzyna Krakowsko-Częstochowska + 109)

Wyniki z ostatnich lat wskazują na powszechność luk stratygraficznych na pograniczu jury środkowej i górnej na obszarze mediterrzańskim. Według J. Ogga i in. (19, s. 874) w prawie każdym profilu osadów pelagicznych z dobrą dokumentacją amonitową luka obejmuje osady od środkowego keloweju po środkowy oksford. Luki i/lub kondensacje osadów tego wieku okazują się także powszechne na obszarach przyległych (2, 17 lit. cyt.) i nawet w strefach predysponowanych do intensywnej sedymentacji, jak np. rowy Viking i centralny (26) czy środkowopolski, a bardziej ciągła sedymentacja klastyczna zdaje się być ograniczona tylko do bezpośredniego otoczenia ówczesnych lądów. Gromadzi się też coraz więcej dowodów na obecność podobnych zjawisk w innych częściach świata.

Dla wyjaśnienia powyższych zjawisk postulowano ogólnosiwiatowe regresje (por. 19), ruchy blokowe czy nawet ruchy fazy tektonicznej Rio Grande. Ostatnie z tych hipotez nie znajdują potwierdzenia w obecności poważniejszych nagromadzeń osadów, jakie zmiatane byłyby w ta-

kich przypadkach z wyniesień. Z kolei badania skał wyższego keloweju i niższego oksfordu Hiszpanii (2, 17), Francji (7, 12), Szwajcarii (11) czy naszego kraju (9–10, 24 i in.) nie wykazały spłylenia, lecz raczej dalszy rozwój transgresji. Stąd też w wielu interpretacjach początek sedymentacyjnego megacyklu oksfordzkiego datowany jest na poziom lamberti (7) czy nawet wczesny kelowej (12). Takie ujęcie jest zgodne z danymi biogeograficznymi, wskazującymi na wyjątkowo silne mieszanie się faun na przełomie keloweju i oksfordu, a nie jakiś wyraźny trend do endemizmu, który musiałyby się zaznaczyć w przypadku zaawansowanej regresji (17 i lit. cyt.). Stąd też celowe wydaje się wprowadzenie poprawki do krzywej eustatycznych zmian poziomu morza (ryc. 1).

Powyższe zjawiska najłatwiej wytłumaczyć można jako efekt nałożenia się kryzysów w sedymentacji klastycznej i węglanowej. Pierwszy z tych kryzysów byłby wynikiem zaawansowanej transgresji a stąd – zmniejszenia się potencjalnych obszarów alimentacyjnych i dostawy materia-



Ryc. 1. Fragment krzywej globalnych zmian poziomu morza Exxon (wg 26.) i proponowana poprawka (przerwana linia). Wiek w mln lat.

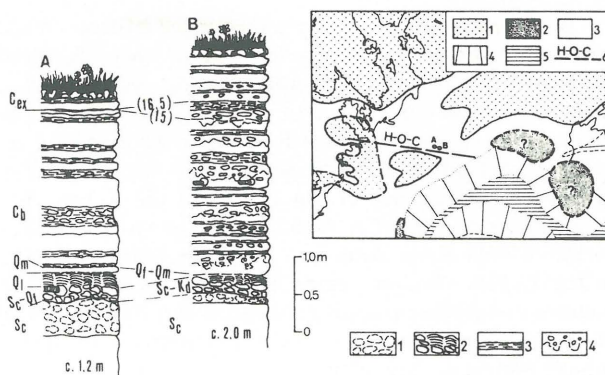
Fig. 1. A fragment of Exxon global coastal onlap curve (after 26) and the proposed correction (thick broken line). Age in m. y.

tu klastycznego do zbiorników morskich (por. 10, s. 22).

Według ostatnio wysuniętych hipotez, kryzys w sedymentacji węglowej związany był ze znacznym podniesieniem się CCD (poziomu kompensacji węgla wapnia), wywołanym przez eustatyczne podniesienie się poziomu morza (25,19) oraz tenże proces w połączeniu z ożywieniem podmorskiej działalności magmowej na grzbietach śródoceanicznych (17). Hipotezy te wysunięto głównie na podstawie wyników badań profilów z regionu mediterrkańskiego oraz wierceń na obszarze Atlantyku, stąd też wymagają one stwierdzenia w innych obszarach. Dalszych badań wymaga też problem genezy znacznych ilości Fe, Mn i innych metali, występujących w tej części profilu. W tej sytuacji podjęliśmy próbę ponownej analizy klastycznych profilów keloweju i oksfordu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej pod kątem stwierdzenia powyższych hipotez.

Na obszarze Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, luki i kondensacje na pograniczu keloweju i oksfordu są już dość dobrze udokumentowane (20, 15, 9, 14, 16 i in.). W profilach Kłobucka i Częstochowy marglisto-wapienne osady poziomów *M. typicus* i *S. calloviense* (2,5–4 m miąższości) kończą się wapieniami gruzłowatymi, bogatymi w glaukonit i z fauną często w powłokach ilasto-glaukonitowych. Na ich rozmytej, nierównej górnej powierzchni spoczywa ok. 20 cm warstwa bulasta, utworzona z buł o różnych kształtach i lito- i bioklastów oraz zwykle porośnięta stromatolitami o grubości do 20 cm. W warstwie tej stwierdza się amonity różnego wieku, włącznie z niewątpliwie redeponowanymi formami dolnokelowejskimi (14). Na stromatolicie spoczywa 0,5–2,0 cm warstewka zielonawego iltu, traktowana już jako wyjątkowo silnie skondensowany osad przez S.Z. Różyckiego (20, por. także 14). Należy tu zauważyć, że podobny ilt spotyka się jako spoiwo także i w warstwie bulastej. Wyżej zalega kilkucentymetrowa seria gąbkowych wapieni i margli warstw jasnogórskich oksfordu. Tu należy odnotować trudności w korelacji ławic poszczególnych ścian danego łomu (np. w przypadku odstonięcia z Wrzosowej – 20), obecność licznych okruchów wapieni w marglach (15) oraz zjawiska niewątpliwie redepozycji materiału: obecność amonitów dolnokelowejskich i buł kelowejskich w spągowej części warstw jasnogórskich (por. 14, pl. IV, ryc. 2) jak i dolnooksfordzkich peltocerasów powyżej niewątpliwie środkooksfordzkich form (w-wa 5 w profilu Wrzosowej – 15, s. 16).

W okolicach Krakowa, a w szczególności w profilu Zaluska (9, 24 i lit. cyt.), utwory poziomu *S. calloviense* reprezentowane są przez różowe wapienie krynowide, przechodzące ku górze w bulaste, czasem z powłokami Fe–Mn. Ich stropowa powierzchnia wykazuje pewne cechy twardego dna, z nierównościami i lokalnie powłokami żelazistymi. Wyżej mamy stromatolit, często z kieszeniami



Ryc. 2. Profile wyższego keloweju i niższego oksfordu z okolic Kłobucka (A) i Częstochowy (B) (według 14, 15, 16, 5) oraz ich lokalizacja na tle mapy paleogeograficznej oksfordu dolnego i środkowego (według J. Thierry i N. Charpy, 1982).

do mapy paleogeograficznej: 1 – wynurzone obszary, 2 – morza epikontynentalne, okresowo wycofujące się, 3 – morze epikontynentalne, 4 – brzeg kontynentu, 5 – skorupa oceaniczna, 6 – linia Hamburg/–Berlin/–Odra–Kraków; objaśnienia do profili: 1 – wapienie gruzłowe, 2 – warstwa bulasta ze stromatolitem w stropie, 3 – margle, 4 – wapienie z kieszeniami korozyjnymi, wypełnione zbliżonym osadem z intraklastami; poziomy: Sc – *S. calloviense*, Kd – *K. duncani*, Qf – *Q. flexicostatum*, Ql – *Q. lamberti*, Qm – *Q. mariae*, Cb – *C. bukowskii*, Cex – *C. excavatum*.

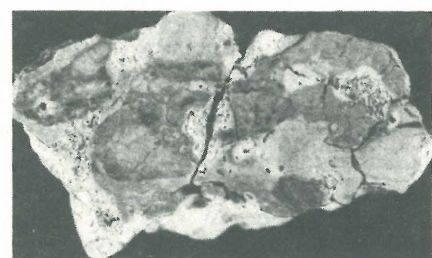
Fig. 2. Upper Callovian–Lower Oxfordian sections in the vicinities of Kłobuck (A) and Częstochowa (B) (after 14, 15, 16, 5) and their location at the background of paleogeographic map for the Early and Middle Oxfordian (after J. Thierry and N. Charpy, 1982).

Explanations to the map: 1 – land areas, 2 – epicontinental seas, temporarily emerged areas, 3 – epicontinental seas, 4 – continental margin, 5 – areas with oceanic crust, 6 – Hamburg/–Berlin/–Odra–Cracow Line; explanations to the sections: A – Kłobuck area, B – Wrzosowa section, 1 – knobby limestones, 2 – nodular layer with stromatolite at the top, 3 – marls, 4 – limestones with corrosional pockets infilled with similar sediment with intraclasts; zones: Sc – *S. calloviense*, Kd – *K. duncani*, Qf – *Q. flexicostatum*, Ql – *Q. lamberti*, Qm – *Q. mariae*, Cb – *C. bukowskii*, Cex – *C. excavatum*.

wypełnionymi otoczkami niżejleżących wapieni liliowcowych z powłokami Fe–Mn oraz różowym marglem. Stromatolit przykryty jest przez margle z onkolitami z jądrami zbudowanymi z otoczków wapieni krynowidowych, a wyżej mamy 0,5–1,0 m lub grubszy pakiet mniej lub bardziej nieciągłych warstw wapieni i margli niższego oksfordu, często o różowym zabarwieniu.

Podobnie jak i w przypadku profilów z innych regionów, zjawiska obserwowane w profilach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej doczekały się różnych interpretacji (por. omówienia w 9, 14, 24). Stąd też istotne mogą się tu okazać pewne nowe wyniki, uzyskane przez nas w trakcie analizy materiału własnego oraz prób udostępnionych przez J. Kopika i L. Malinowską:

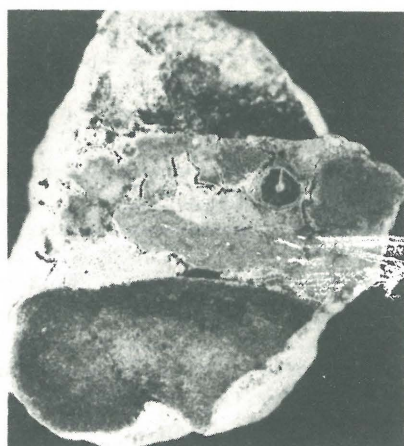
1. Stwierdzono bardzo znaczną koncentrację sferul pochodzenia kosmicznego w zielonawym iltu, stromatolicie oraz w spoiwie z warstwy bulastej w okolicach Kłobucka i na Wrzosowej. Sferule te (ryc. 3. 1–3) okazują się identyczne jak produkty ablacji meteoroidów w trakcie przechodzenia przez atmosferę ziemską, znane z czerwonych iltów pacyficznych (6), miejsca katastrofy tunguskiej (27) czy granicy kreda-trzeciorzęd. Są tu reprezentowane chyba wszystkie



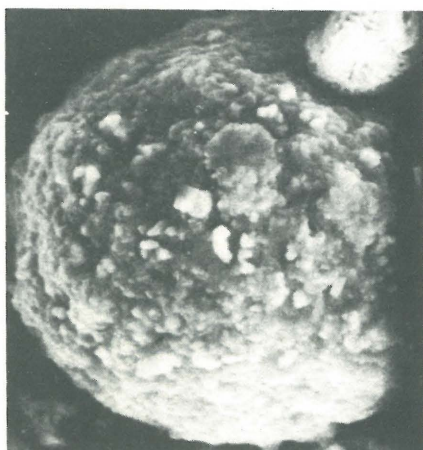
5b



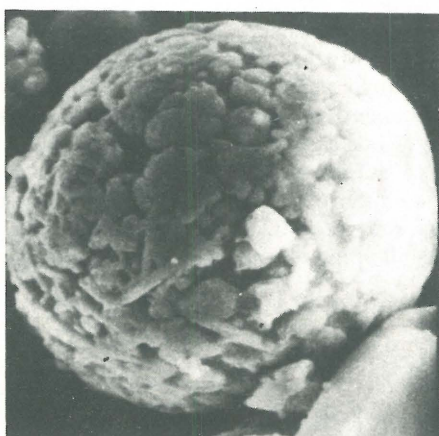
5a



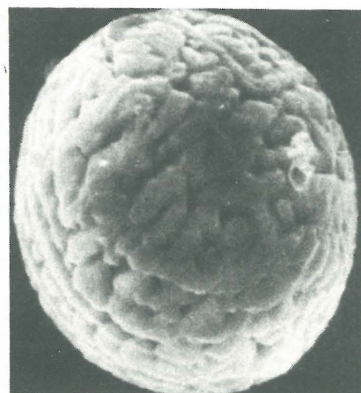
4



1



2



3



6

Ryc. 3. 1–3 – Sferule magnetyczne pochodzenia kosmicznego – produkty ablacji meteoroidów, powstałe w trakcie ich przechodzenia przez górne warstwy atmosfery, wyseparowane magnetycznie z zielonych ilów ze stropu warstwy bulastej w profilu Kłobucka (A na Ryc. 2); sferule różnią się w istotny sposób morfologią powierzchni, co wskazywać może na ich powstanie z różnego typu meteoroidów:

1 – sferula regolitowa (27), $\times 700$, 2 – sferula mozaikowa (27), $\times 650$; 3 – sferula mozaikowa (27), $\times 1100$. 4 – Kieszkań w konkracji z warstwy bulastej z profilu Kłobucka (A na Ryc. 2), wypełniona lito- i bioklastami; zauważ skorodowanie brzeżnych części rostrum belemnita. 5a, b – amonit *Cardioceras* (*Vertebriceras*) cf. *phillipsi* Arkell, charakterystyczny dla poziomu C. bukowskii, z komorą mieszkalną i fragmokonem wypełnionymi wapieniem mikrytowym, i wykazującymi ślady korozji, znalezionej w najniższej warstwie marglistej z fauną poziomu C. excavatum w profilu Wrzosowej (B na Ryc. 2); 6 – Fragment najwyższej warstwy wapieni z fauną poziomu C. bukowskii w profilu Wrzosowej (B na Ryc. 2); zauważ liczne litoklasty ze spękaniami z mineralizacją wodorotlenków Fe i Mn. 4–5 – wielkość naturalna.

Fig. 3. 1–3 – Magnetic spherules of cosmic origin – products of ablation of meteoroids, formed in time of their fall through upper layers of atmosphere, magnetically separated from green clays in top part of the nodular layer in the Kłobuck section (A in Fig. 2); the spherules markedly differ from one another in morphology, which seems to indicate their origin from meteoroids of different type:

1 – spherule with very rough surface of the regolith type (27), $\times 700$, 2 – spherule with mosaic fabric (27), $\times 650$, 3 – another spherule with mosaic fabric, $\times 1100$. 4 – a pocket in nodule from the nodular layer in the Kłobuck section (A in Fig. 2), infilled with litho- and bioclasts; note advanced corrosion of marginal parts of belemnite rostrum. 5a, b – ammonite *Cardioceras* (*Vertebriceras*) cf. *phillipsi* Arkell, characteristic of the C. bukowskii zone, with body chamber and phragmocone infilled with micritic limestone and displaying traces of corrosion, found in the lowermost marly layer with fauna of the C. excavatum zone in the Wrzosowa section (B in Fig. 2); note numerous lithoclasts with fractures mineralized with Fe and Mn hydroxides. Figs. 4–5 – nat. size.

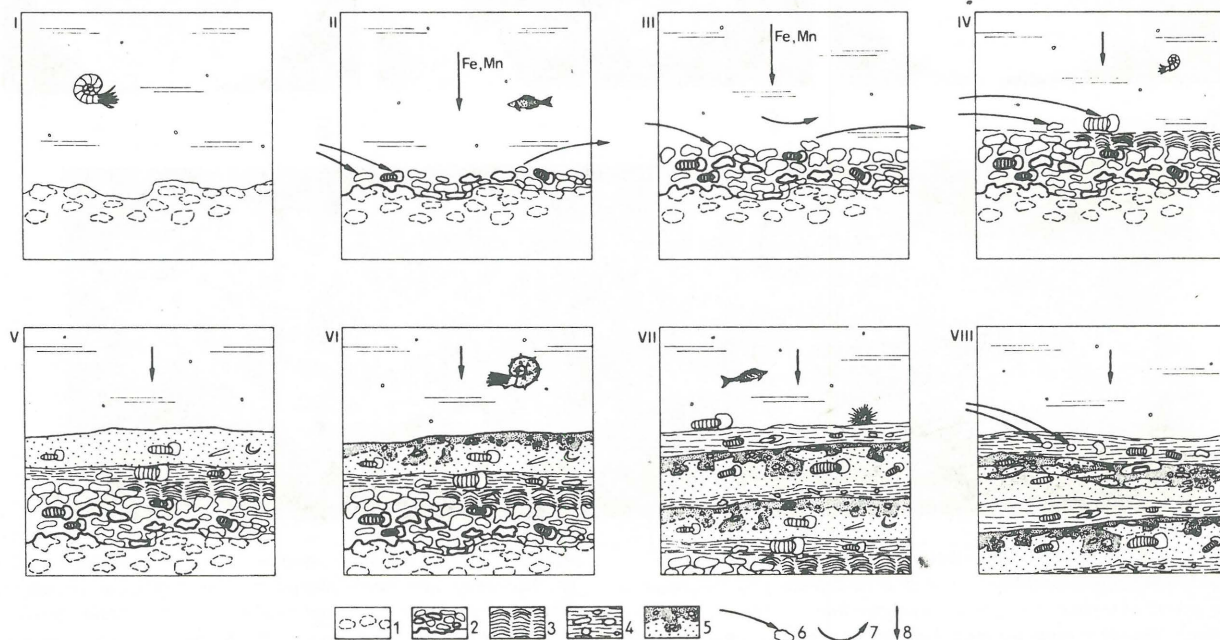
typy takich sferul (gładkie, mozaikowe, „regolitowe” i prawdopodobnie astrachańskie – por. 27). Materiał ten jest w trakcie opracowywania i tu chcemy tylko stwierdzić, że jego obecność wskazuje na wyjątkowo powolną sedymentację (jak w przypadku wyżej wspomnianych iłów oceanicznych) lub, czego też na razie nie można wykluczyć, efektu upadku ogromnego ciała kosmicznego, tak jak to zakładane jest obecnie w przypadku granicy kreda-trzeciorzęd (8).

2. Zjawiska redepozycji w profilu od warstwy bulastej po środkowy oksford okazują się bardziej powszechne niż dotychczas zakładano. Dotyczy to nie tylko intraklastów z ławic marglistych, odnotowywanych już uprzednio (15), ale i intraklastów w poszczególnych ławicach wapiennych oksfordu. Niewątpliwie intraklasty dochodzą do ok. 20 cm długości. Cechą szczególną jest często ich spękanie, przy czym szczeliny (często z mineralizacją Fe–Mn i kalcytem) nie kontynuują się w spoiwie. Można wyciągnąć tu wniosek, że materiał został spękany i zmineralizowany przed redepozycją. To w połączeniu ze znacznymi rozmiarami osiąganymi przez największe intraklasty wskazuje, że możemy mieć tu do czynienia z tzw. autoklastyczną brekcją powstałą w wyniku wstrząsów sejsmicznych (por. 21) i redeponowaną w wyniku sztormów oraz powtarzalnością tych zjawisk w trakcie sedymentacji niższego oksfordu.

du. Procesy te prowadziły oczywiście także do redepozycji amonitów w obrębie intraklastów bądź jako intraklasty. W tej sytuacji w datowaniach należy uwzględnić kwestię czy wypełnienie muszli amonita jest rzeczywiście identyczne jak skała otaczająca czy też nie. Dotyczy to zwłaszcza pozycji granicy pomiędzy dolnym i środkowym oksfordem w profilu Wrzosowej (jak i innych odsłonięć). W ostatnich pracach (16, 5), wyznaczano tę granicę nieco wyżej niż L. Malinowska (15, ryc. 2). Dalsze badania wskazują, że ujęcie L. Malinowskiej jest słuszniejsze: w warstwach poniżej warstwy D w ujęciu D. Marchanda i W. Brochwicza-Lewińskiego (16) oraz W. Brochwicza-Lewińskiego (5) znaleziono zarówno skamieniałości dolnooksfordzkie, jak środkowooksfordzkie, przy czym te poprzednie wykazują ślady redepozycji (ryc. 3. 5a–b).

3. Podobnie bardziej pospolite okazują się ślady korozji, zarówno w profilu keloweju jak i oksfordu, dostrzeżone już przez S.Z. Różyckiego (20). Zjawiska te najlepiej chyba dokumentuje skorodowanie rostrów belemnitów w warstwie bulastej (ryc. 3. 4), stromatolicie oraz wapieniach oksfordu, jak i szerokie strefy zmian wzdłuż brzegu poszczególnych litoklastów w warstwie bulastej. Stwierdzono je także w ławicach wapieni oksfordzkich (kieszenie wypełnione bardziej porowatą skałą z intraklastami itd).

4. Wzbogacenie skał nie tylko w Fe i Mn, ale także



Ryc. 4. Rekonstrukcja historii sedymentacji górnego keloweju i niższego oksfordu w okolicach Kłobucka i Częstochowy.

Fig. 4. Reconstruction of history of sedimentation of the Upper Callovian and lower parts of Oxfordian in the vicinity of Klobuck and Częstochowa.

I – wapień gruzłowy, 2 – warstwa bulasta (grube linie – powłoki i naskorupienia Fe–Mn), 3 – stromatolit, 4 – margle z lito- i bioklastami, 5 – wapień z kieszeniami korozyjnymi, wypełnionymi zbliżonym materiałem z intraklastami, 6 – redepozycja materiału, 7 – przemywanie, 8 – wytrącanie związków Fe, Mn i innych metali. I – rozmywanie i korozja wapieni gruzłowych, II–III – etapy powstawania warstwy bulastej, IV – kontynuująca się redepozycja materiału kelowejskiego po powstaniu stromatolitu i warstewki zielonawego iłu, V – powstawanie dolnej warstwy wapieni oksfordu, VI – po rozmyciu i skorodowaniu górnej powierzchni warstwy wapieni (V), kieszenie zostają wypełnione zbliżonym materiałem z intraklastami, VII–VIII – powstanie kolejnych ławic wapieni, z powtórzeniem się procesów (VI), oraz ławic margli.

I – knobby limestones, 2 – nodular layer (thick lines – Fe–Mn coatings and crusts), 3 – stromatolite, 4 – marls with litho- and bioclasts, 5 – limestones with corrosional pockets infilled with similar material with intraclasts, 6 – redeposition of material, 7 – washing by high-energy water, 8 – precipitation of compounds of Fe, Mn and other metals. I – scouring and corrosion of knobby limestones, II–III – stages in formation of nodular layer, IV – redeposition of Callovian material after origin of stromatolite and overlaying green clay layer, V – origin of lower layer of Oxfordian limestones, VI – scouring and corrosion of upper surface of limestone layer (V), followed by infilling of pockets with similar material with intraclasts, VII–VIII – origin of successive limestone layers, accompanied by repeatance of the processes (VI), and of successive marly layers.

Sr, Ni, Cu, Zn, Co, REE; V i PGE. Wzbogacenie to, znaczne w keloweju, jest w niższym oksfordzie jeszcze co najmniej kilkakrotnie wyższe od średniej zawartości dla danego typu skały (23). Wstępne wyniki badań i dyskusje prowadzone nad tym problemem z S. Przenosiłą, sugerują związek tych metali z ekshalacjami pomorskimi. Należy tu zauważyć, że stosunek (Fe+Mn):Al, stosowany w ostatnich latach dla oszacowania udziału metali pochodzących z ładu do wytrąceń związanych z ekshalacjami pomorskimi (19 i lit. cyt.), jest znacznie wyższy od jedności dla niższego oksfordu, wskazując tym samym na głównie nieładowe pochodzenie tych metali. Fe i Mn są szeroko rozpowszechnione na Niżu Polskim w równoległych utworach. Stąd też można przypuszczać, że ich źródłem były podmorskie ekshalacje wulkaniczne w strefie szwu wewnętrzznego Karpat (według K. Boströma, 4, związki o takim pochodzeniu mogą stanowić istotny składnik osadu nawet w odległościach do 1000 km od aktywnego grzbietu śródoceanicznego). Nie jest jednak wykluczone, że mamy tu do czynienia z nałożeniem się efektów podmorskich ekshalacji w strefie Kraków – Myszków (gdzie zjawiska mineralizacji można prześledzić na przestrzeni kilkuset milionów lat – 13) na ponadregionalne tło. Ponadto pozostaje do uwzględnienia udział materiału pochodzenia kosmicznego (nie tylko sferul, ale i materiału submikroskopowego).

Na ryc. 4 przedstawiamy próbę rekonstrukcji procesów odpowiedzialnych za powstanie warstw wyższego keloweju i niższego oksfordu w okolicach Kłobucka i Częstochowy. Próbę tę przeprowadziliśmy na podstawie uzyskanych danych i wyczerpującej dyskusji z K. Dayczak-Calikowską, M. Giżewską, J. Kopikiem, L. Malinowską, T. Perytem, R. Tarkowskim i wielu innymi badaczami. Możemy już stwierdzić, że przed osadzeniem się warstwy bulastej miała miejsce korozja podmorska, doprowadzająca do powstania nierównej górnej powierzchni wapieni gruzłowych (4-I). Powstawanie warstwy bulastej (4-II, III) wiązało się z powstawaniem niektórych buł na miejscu, przynoszeniem innych oraz bioklastów z innych stref, jak również wynoszeniem buł oraz lito- i bioklastów poza dany obszar. Znaczne rozmiary poszczególnych litoklastów sugerują działalność sztormów, z czym byłby zgodny brak czy mały udział drobnego materiału, wynoszonego przez sztormy. Kontynuujące się wytrącanie związków Fe, Mn i innych metali prowadziło do powstawania powłok Fe–Mn na poszczególnych bułach oraz lito- i bioklastach. Brak dotąd danych aby stwierdzić czy nagromadzenie sferul kosmicznych w tej warstwie wiąże się z jej powstawaniem przez długi odcinek czasu czy też z jakimś zjawiskiem o charakterze katastroficznym.

Górną powierzchnię warstwy bulastej porastają zwykłe stromatolity. Wzrost tych ostatnich był wielokrotnie przerywany (rozmycia, ślady intensywnej korozji i redepozycji buł, lito- i bioklastów). Geneza 0,5–2,0 cm warstewki zielonawego iłu ze stropu stromatolitu pozostaje dotąd otwarta (warstewka z materiałem piroklastycznym?). Duże rozmiary kelowejskich amonitów (patrz wyżej) i buł, stwierdzanych ponad tą warstewką, wskazują na utrzymujące się znaczenie sztormów jako czynnika odpowiedzialnego za redepozycję materiału (ryc. 4-IV). We wczesnym i wczesnym środkowym oksfordzie doszło do powstania pakietu wapieni i margli. Powszechność dość dobrze zachowanych dużych bioklastów sugeruje powtarzające się fazy transportu o znacznej sile, ale na niewielkiej odległości, a ślady korozji podmorskiej – na oscylacje poziomu CCD, prowadzące do powstania licznych parazygodności (z których główna przypada na granicę oksfordu środkowego i dolnego).

W sumie należy zauważyć, że kondensacja osadów jest tu bardzo znaczna: osady 9 poziomów keloweju i oksfordu mają tu 5 m miąższości lub mniej (dla porównania – środkowy i górny oksford mają tu ok. 300 m miąższości). Zjawiska te najlepiej wyjaśnia ogólne podniesienie się CCD, typu oscylacyjnego, z maksimum na przełomie keloweju i oksfordu. Z drugiej strony stwierdzamy tu nagromadzenie metali w ilościach znacznie powyżej średniej dla danych typów skał (23). Źródłem tych metali były najprawdopodobniej podmorskie ekshalacje. Jeśli ta zintensyfikowana podmorska działalność magmowa jest odpowiedzialna za podniesienia CCD, to mielibyśmy tu do czynienia ze swego rodzaju sprzężeniem zwrotnym: podmorskie ekshalacje prowadzą do podniesienia się CCD i zredukowania tempa czy nawet do przerw w sedimentacji węglanowej, a zarazem im mniejsze tempo tej sedimentacji tym większa koncentracja wytrąceń produktów tych ekshalacji w osadzie. Ujęcie to nie jest nowe, gdyż prace geochemiczne nad skondensowanymi profilami wykazały podobne wzbogacenia w pierwiastki ciekawe z ekonomicznego punktu widzenia na granicy perm-trias i prekamb-kamb w ZSRR (1, 18) czy kreda-trzeciorzęd w wielu regionach świata. Badania te sugerują celowość zwrócenia większej uwagi na geochemię skondensowanych profili. Przy szczęśliwym splotcie okoliczności w takich profilach mogło bowiem dojść do powstania nagromadzeń metali o koncentracjach bilansowych. Dotyczy to szczególnie kondensacji, które byłyby wynikiem równoczesnego kryzysu w sedimentacji węglanowej i klastycznej. Takie kryzysy mogły mieć częściej lokalny zasięg a nie ogólnoświatowy toteż wydaje się, że otwiera się nam nowe pole do badań zwłaszcza w świetle zarysowującego się kryzysu w zaopatrzeniu w surowce mineralne i konieczności sięgania po coraz uboższe złoża.

LITERATURA

1. Alekseev A. S., Barsukova L. D. et al – The Permian-Triassic boundary event: geochemical investigation of the Transcaucasia section. XIV Lunar and Planet. Sc. Conf. Materials, Lunar and Planetary Institute, Houston 1983.
2. Benke K. – Die Dogger/Malm Wende in der NW-Keltiberischen Ketten (Spanien) und angränzenden Gebieten – Sedimentologie, Stratigraphie und Paläogeographie. Facies, 1981 vol. 4.
3. Berner R. A., Morse J. W. – Dissolution kinetics of calcium carbonate in sea water. IV. Theory of calcite dissolution. Am. J. Sc., 1974 vol. 274.
4. Boström K. – The origin and quantitative significance of submarine volcanic exhalations as a source of deep sea sediments. Geol. Soc. Am., Abstracts with Programs, 1977 vol. 6.
5. Brochwicz-Lewiński W. – Early Oxfordian perisphinctids of the Częstochowa area; their stratigraphic value, Bull. Acad. Polon. Sc.: Terre, 1980 vol. 28.
6. Brownlee D. E., Hodge P. W. – Chondritic particles from deep sea sediments. Meteorites, J. Meteoritic Soc., 1978 vol. 13.
7. Cariou E. – L'étage Callovien dans le centre-ouest de la France. U.E.R. Sc. Fundamentales et Appl., 1980 no. 325.
8. Ganapathy R. – A major meteorite impact on the Earth 65 million years ago: evidence from the Cretaceous-Tertiary boundary clay. Science, 1980 vol. 209.

9. Giżejewska M., Wieczorek J. — Remarks on the Callovian and Lower Oxfordian of the Zalas area (Cracow Upland, Southern Poland). *Bull. Acad. Polon. Sc.: Terre* 1976 vol. 24.
10. Giżejewska M. — Stratigraphy of the Callovian in the Wieluń Upland. *Acta Geol. Pol.* 1981 no. 1–2.
11. Gygi R. A. — Oolitic iron formations: marine or not marine? *Eclogae geol. Helv.* 1981 vol. 74.
12. Hantzpergue P., Maire P. — Les plate-formes de l'Aunis et de l'Angoumois au Jurassique supérieur: caractères sédimentologiques et paléogéographie. *Bull. Soc. geol. Fr., 7^e sér.* 1981 vol. 23.
13. Harańczyk C. — Mineralizacja paleozoiczna północnego i wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Przewodnik LIV Zjazdu PTG, Sosnowiec, Wyd. Geol.* 1982.
14. Kopik J. — Callovian of the Częstochowa Jura (South-western Poland). *Pr. Inst. Geol.* 1979 t. XCIII.
15. Malinowska L. — Stratygrafia oksfordu jury częstochowskiej na podstawie amonitów. *Ibidem*, 1963 t. 36.
16. Marchand D., Brochwicz-Lewiński W. — Lacune stratigraphique à la limite Oxfordien inférieur — Oxfordien moyen dans la Chaîne Jurassique Polonaise. *Prz. Geol.* 1980 no. 5.
17. Melendez G., Sequeiros L., Brochwicz-Lewiński W. — Lower Oxfordian in the Iberian Chain (Spain). *Bull. Acad. Polon. Sc.: Terre* 1982 vol. 30.
18. Nazarov M. A., Barsukova L. D. et al. — Iridium abundances in the Precambrian-Cambrian boundary deposits and sedimentary rocks of Russian Platform. *XIV Lunar and Planet. Sc. Conf., Lunar and Planetary Institute, Houston* 1983.
19. Ogg J. G., Robertson A. H., Jansa L. F. — Jurassic sedimentation history of Site 534 (western North Atlantic) and of the Atlantic-Tethys seaway, [W:] R.E. Sheridan, F.M. Gradstein (red.), *Init. Repts. DSDP, vol. 76, Washington (US Govt. Printing Office)*, 1983.
20. Różycki S. Z. — Górny dogger i dolny malm Jury Krakowsko-Częstochowskiej. *Pr. Inst. Geol.* 1953 vol. 17.
21. Spaletta C., Perri M. C. et al. — Pattern of conodont reworking in the Upper Devonian of Alps: palaeoenvironmental and palaeotectonic implications. *Lethaia*, 1983 vol. 16.
22. Tarkowski R. — Uwagi o stratygrafii, faunie i wykształceniu litologicznym oksfordu dolnego i środkowego okolic Krakowa. *Preprint*.
23. Turekian K. K., Wedepold K. H. — Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 1961 no. 1.
24. Wieczorek J. — Stromatolity a organizmy penetrujące w osadzie na przykładzie utworów jurajskich Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej, *Kwart. Geol.* 1982 nr 1.
25. Winterer E. L., Bosellini A. — Subsidence and sedimentation on a Jurassic passive continental margin (Southern Alps, Italy). *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.* 1981 vol. 65.
26. Ziegler P. A. — A geological atlas of central and western Europe. *Shell Int. Geol. Maatschappij, The Hague* 1982.
27. Żbik M. — Morphology of the outer shells of the Tunguska spherules. *XIV lunar and Planet. Sc. Conf., Lunar and Planetary Institute, Houston* 1983.

SUMMARY

There is growing evidence for omnipresence of stratigraphic gaps and/or condensations in the Middle-Upper Jurassic junction beds in the Mediterranean and adjoining regions as well as zones predestined for intense and continuous sedimentation (e.g. Viking and Central Grabens, 26, and Mid-Polish Trough) in Europe and other continents. These phenomena may be easily explained in terms of overlap of crises in clastic and carbonate sedimentation. The former appears due to advanced transgression and resulting flood of landmasses and decrease in supply of clastic material. The crisis in carbonate sedimentation was recently explained in terms of CCD rise due to the above mentioned transgression (25, 19) or the transgression and accompanying intensification of subaqueous volcanic activity at mid-oceanic ridges (17). The paper presents results of tests of the above and other hypotheses with reference to the results of studies on classic Callovian-Oxfordian sections in the Cracow-Częstochowa Upland, where condensations and gaps are fairly well evidenced (20, 10, 15, 14, 9, 16).

Our studies showed the presence of high concentrations of cosmic dust — products of ablation of meteorites, which indicate either drastically low rate of sedimentation or, which is also not excluded, a catastrophic event connected with asteroid impact (as assumed in the case of the Cretaceous-Tertiary boundary — 8). The omnipresence of subaqueous corrosion has been found in both the Callovian (20) and lower parts of Oxfordian. Phenomena of redeposition of clasts up to 20 cm in size or even larger

appear more common than hitherto inferred (14, 9 and others). A part of Oxfordian limestone layers display large intraclasts with specific, mineralized fractures which do not continue in surrounding rock. These and other features suggest that this may be a material of autoclastic breccia (formed due to seismic shocks — 21), redeposited by storms. The redeposition also affected ammonites, resulting in significant difficulties in establishing stratigraphic position of the strata, including those of lower part of the Middle Oxfordian. Moreover, geochemical studies showed marked enrichment of the strata in Fe, Mn and several other elements including Ni, Co, REE, V and PGE. The enrichment seems to give support to the hypothesis linking the CCD crisis with intensification of subaqueous volcanic processes and exhalations.

Figure 4 shows an attempt to reconstruct phenomena affecting history of sedimentation of the Callovian-Oxfordian junction beds in the vicinities of Kłobuck and Częstochowa (NW part of the Cracow-Częstochowa Upland). In result of these processes, thickness of 9 zones of the Callovian and Oxfordian is here reduced to 5 m or less and the strata are enriched in the above mentioned metals. We assume to be dealing with some kind of feedback: subaqueous volcanic activity led to marked decrease or even breaks in sedimentation of carbonates and the lower is the rate of sedimentation the higher is concentration of products of the volcanism and exhalations in the resulting sediment. The studies indicate that it would be purposeful to continue the surveys of condensed sequences of this type as in some of them there could have originated economic concentrations of metals.