

# Cykliczność sedymentacji utworów ewaporatowych badenu zapadliska przedkarpackiego — replika

Alicja Kasprzyk\*

W opublikowanym na łamach *Przeglądu Geologicznego* artykule [13] podjęłam próbę korelacji regionalnej utworów ewaporatowych badenu zapadliska przedkarpackiego w oparciu o wcześniej stwierdzone przez różnych autorów [5–7, 22, 11] cykliczne następstwo litofacji. Autorzy ci wydzielili w profilach reprezentatywnych na różnych obszarach zapadliska przedkarpackiego pięć, a lokalnie sześć, regresywnych cykli sedymentacyjnych, zgodnie interpretowanych jako rezultat zmian poziomu morza w czasie sedymentacji ewaporatów [7, s. 33; 22, s. 113; 11, s. 222]. Założenia metodyczne tej interpretacji: zasady podziału cyklotemowego i korelacji litostratygraficznej oraz uwarunkowania sedymentacji cyklicznej wyłącznie w odniesieniu do północnej części zapadliska przedkarpackiego stały się przedmiotem polemiki [8]. Jej Autorzy jednocześnie akceptują dotychczasowe poglądy na temat cykliczności ewaporatów na innych obszarach zapadliska, czego konsekwencją jest przyjęcie odmiennych mechanizmów determinujących rozwój sedymentacji dla różnych części badeńskiego basenu ewaporacyjnego.

## Podstawy podziału cyklotemowego i korelacji cykli.

W ostatnich latach w stratygrafii zaznacza się tendencja rozpatrywania cykli sedymentacyjnych w aspekcie analizy procesów, które doprowadziły do powstania zjawiska cykliczności sedymentacji [np. 3, 4]. Często stosowana metoda litostratygrafii cyklicznej, wykorzystująca do charakterystyki i korelacji sekwencji cyklotemowych cechy litologiczne, jest wypierana przez inne metody, uwzględniające związki genetyczne w obrębie i pomiędzy poszczególnymi cyklami sedymentacyjnymi (dyskusja w [10]). Wśród tych metod dużą popularność zyskuje stratygrafia sekwencji [15, wraz z literaturą], w której sekwencje depozycyjne — podstawowe jednostki tej kategorii stratygraficznej są definiowane jako genetycznie powiązane warstwy ograniczone przez *powierzchnie niezgodności lub ich zgodnie zalegające przedłużenia* [15, s. 681], utworzone przez większe i mniejsze względne spadki poziomu morza. Istotnym założeniem tej metody jest przyjęcie izochroniczności granic sekwencji [10], co umożliwia interpretację basenu sedymentacyjnego, uwzględniającą zjawiska zarówno w części środkowej, jak i peryferyjnej basenu. Powyższe podstawy metodologiczne stratygrafii sekwencji, uwzględniające genetyczny aspekt wydzielenia stratygraficznych, zastosowałam do podziału cyklotemowego i korelacji utworów ewaporatowych w zapadlisku przedkarpackim [13].

Nie zgadzam się z zarzutami i uwagami krytycznymi odnośnie zaproponowanego [13] podziału cyklotemowego

gipsów północnej części zapadliska przedkarpackiego, a w szczególności stwierdzającymi: 1) niejednoznaczność wydzielenia litostratygraficznych w profilu gipsów [8], 2) brak wyraźnie określonych granic sekwencji [8], oraz 3) sprzeczność podziału cyklotemowego z wnioskami analizy geochemicznej [8], do których kolejno ustosunkowuję się poniżej.

Już pierwsi badacze, zajmujący się problematyką litostratygrafii gipsów miocenijskich zapadliska przedkarpackiego, stwierdzili wyraźne zróżnicowanie tych utworów w profilu pionowym. Wraz z postępem badań, początkowo dwu- i trójdzielne podziały profilów gipsowych były uzupełniane o nowe wydzielenia (omówienie w [11, tabela]). W przedstawionym nieformalnym podziale litostratygraficznym gipsów rejonu południowoświętokrzyskiego [11] wydzielone litotypy to — zgodnie z definicją — warstwy litostratygraficzne charakteryzujące się określonym zespołem cech litologiczno-petrograficznych i wchodzące w skład większych jednostek [litosomów, kompleksów, asocjacji — 11, 16]. W takim rozumieniu litotypy są — wbrew opinii Autorów dyskusji [8] jednoznacznie wyróżnialne w profilu gipsów. Jest istotne, że w dotychczasowych schematach litostratygraficznych granice wydzielenia są zgodne [11, tabela], a zmienna liczba wydzielenia to wynik niekompletnego wykształcenia profili bądź też bardziej lub mniej detalicznego opisu litologicznego. Prezentowany we wcześniejszych pracach [np. 28, 11 wraz z literaturą] szczegółowy opis warstw gipsowych dowodzi ich zróżnicowania litologicznego i jedynie zbyt powierzchowna obserwacja profili gipsowych daje wrażenie *dużego podobieństwa w wykształceniu niektórych litotypów* [8].

Szerokie rozprzestrzenienie litotypów w północnej części zapadliska przedkarpackiego (od Moraw po Podole), korelujących się na znacznym obszarze jest faktem [np. 16, 17, 11, 25], wobec którego trudno jest tłumaczyć ich wykształcenie — jak to sugerują Autorzy dyskusji [8, 11, 12] — lokalnymi warunkami depozycji. Co więcej, Autorzy nie są konsekwentni w swej opinii stwierdzając w dalszej części dyskusji *podobne wykształcenie facjalne siarczanów (=litotypów) na dużym obszarze basenu* [8] jako dowód i podsumowanie własnej interpretacji środowiskowej. Na pewnych obszarach brakuje niektórych litotypów w profilu gipsów co ma wyraźne uwarunkowania paleogeograficzne i dowodzi przerw sedymentacji lub erozji w strefie brzeżnej i na obszarach płycizn. Wobec tych faktów nieuzasadniony, a także w pełni przeze mnie niezrozumiały pozostaje zarzut celowego i niejako sztucznego *zaznaczania braku pewnych litotypów bądź łączenia w jedno wydzielenie kilka sąsiednich by zachować założone następstwo* [8].

Niektóre odmiany litologiczne gipsów, np. gipsy selenitowe, gipsy stromatolitowe, gipsy gruzłowe, są dobrze poznane pod względem cech facjalnych na podstawie analogii

\*Oddział Świętokrzyski. Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

sukcesji procesów depozycyjnych i interpretacji systemów depozycyjnych (=zespołów facjalnych). W przeciwieństwie do tych litofacji inne odmiany litologiczne, np. gipsy klastyczne, są zróżnicowane pod względem genezy i środowiska depozycji [np. 18, 2, 16 wraz z literaturą]. Osady te mogły tworzyć się zarówno w fazie transgresywnej cyklu (*flooding phase* — [26]), jak i w czasie regresji (*evaporitic cannibalism* — [27]). Z tym wiąże się różna pozycja skał klastycznych w obrębie sekwencji, co Autorzy dyskusji niesłusznie interpretują jako dowód niekonsekwencji wydzieleni litostratygraficznych [8].

Wydzielone cykle sedymentacyjne są interpretowane w aspekcie procesów determinujących określoną sekwencję facjalną, nie zaś samego faktu wielokrotnego powtarzania się zespołów litologicznych w profilach pionowych. Sekwencje cykliczne są ograniczone powierzchniami niezgodności facjalnej, wyznaczonej przez gwałtowne zmiany środowiska sedymentacji. Z taką interpretacją cykli zgadzają się Autorzy dyskusji przyjmując *pojęcie sekwencji facjalnej czy cyklotomowej, utożsamianej... z sekwencją depozycyjną o wyraźnych, zaznaczających się w całym basenie, granicach* [8]. W tym kontekście, poprzedzające ten wniosek uwagi krytyczne [8] są nieuzasadnione lub świadczą o braku jednoznacznej opinii co do przedmiotu dyskusji.

Powierzchnie erozyjne w przypadku sekwencji ewaporatowych łatwo ulegają różnego rodzaju modyfikacjom penesyndepozycyjnym i wczesnodiagenetycznym i dlatego rzadko są jednoznacznie wyróżnialne i zdefiniowane (przykładem są powierzchnie nieciągłości w stropie gipsów szklcowych, których geneza i charakter budzi nadal wiele kontrowersji [por. 1, s. 14–15]). W profilu gipsów nie objętych intensywnymi przeobrażeniami diagenetycznymi powierzchnie erozyjne mogą być wyznaczone przez ścięte wierzchołki poziomów selenitowych, niekiedy przykryte przez laminy materiału detrytycznego z fragmentami połamanych kryształów i (lub) reziduum z rozpuszczenia skał gipsowych, horyzonty zbrekceowań, roznycia pakietów lamin i — rzadziej — przerwy sedymentacji. W gipsach północnej części zapadliska przedkarpackiego struktury te pojawiają się w skali regionalnej w stropie wydzielonych sekwencji cyklicznych. Typowe osady i struktury środowisk skrajnie płytkowodnych i subaeralnych w obrębie litotypów **b–e, h, j–m, o, r**, wyznaczające — zgodnie z przedstawioną w pracy interpretacją — kulminację fazy regresywnej cyklu, zachowują się sporadycznie. Sami Autorzy polemiki stwierdzają, że *brak (tych osadów i struktur) może łatwo wskazywać na przerabianie przez sztormy, silne pływy, falowanie, itp.* [8], które towarzyszyły kolejnym zalewom morza [np. 9]. Porównywalnymi odpowiednikami powierzchni erozyjnych są lateralnie korelowalne powierzchnie skokowej zmiany facji, które mogą wyznaczać granice sekwencji depozycyjnych [10, 15]. Z rozważań tych wynika wniosek, że powierzchnie erozyjne to idealne, lecz nie jedyne powierzchnie warstwowej nieciągłości.

Zgadzam się z opinią Autorów dyskusji [8], że analiza krzywych karotażowych (metoda stratygrafii litogeofizycznej [17]) jest niewątpliwie bardzo pomocna w identyfikacji niezgodności warstw litologicznych definiujących granice sekwencji i ich korelacji horyzontalnej. Pokrywanie się granic *przewodnych pakietów korelacyjnych o regionalnym za-*

niez istotne, że w obrębie wydzieleni odpowiadających sekwencjom cyklicznym zaznacza się podobna tendencja zmienności parametrów geofizycznych [17]. Analiza krzywych profilowań geofizycznych dostarcza więc dodatkowych i niezależnych dowodów pośrednich na cykliczne zmiany depozycji zgodnie z zaproponowanym modelem [13].

Stront, jako czuły geochemiczny wskaźnik zmian warunków sedymentacji, może być wykorzystany do analizy cykliczności i korelacji cykli w profilach gipsowych [24]. W dotychczasowych pracach, dotyczących problemu strontoności gipsów badeńskich zapadliska przedkarpackiego, autorzy stosowali różną metodykę (co tłumaczy różnice wartości średniej i zmienności zawartości strontu), a uzyskane dane nie zawsze miały implikacje środowiskowe; co najwyżej pozwoliły one na przedstawienie pewnych prawidłowości rozmieszczenia strontu w obrębie kompleksu gipsowego. Ostatnio prezentowane wyniki badań geochemicznych gipsów południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich [12] spełniają wymogi metodologiczne warunkujące reprezentatywność oznaczeń [24]. Jednoznacznie wskazują one na zależność między sekwencjami cyklicznymi, a zmianami zawartości strontu w profilu [12]. Zawartość strontu w osadach klastycznych nie była brana pod uwagę w przedstawionej interpretacji cykliczności ze względu na poligenetyczny charakter materiału detrytycznego, odzwierciedlony dużą zmiennością wartości, dlatego odnosząca się do tej kwestii uwaga [8] nie ma uzasadnienia.

**Przyczyny cykliczności.** W basenie ewaporacyjnym mamy do czynienia z nakładaniem się różnych procesów allocyklicznych i autocyklicznych i często nie jest możliwe prawidłowe rozpoznanie zależności i udziału każdego z nich w tworzeniu sekwencji cyklicznych. W celu właściwej interpretacji tych procesów wykorzystywałam do szczegółowej analizy sekwencje cykliczne w miarę kompletnie wykształcone (pod względem zachowanego zapisu zmian facjalnych). Stwierdzono, że na różnych obszarach zapadliska przedkarpackiego zaznaczają się w profilu utworów ewaporatowych wielokrotnie powtarzające się transgresywno-regresywne sekwencje facjalne [7, 22, 11], które odzwierciedlają wyraźne, cykliczne zmiany charakteru depozycji. Zmiany te mają aspekt regionalny, zatem można sądzić, że były wywołane przez procesy allocykliczne, wśród których — uwzględniając warunki klimatyczne i geodynamiczne w badaniu w zapadlisku przedkarpackim — główną rolę prawdopodobnie odgrywały ruchy tektoniczne i eustatyczne [np. 18, 21, 7, 19]. Oscylacyjne ruchy poziomu morza zaznaczają się w postaci sekwencji wskazujących na zmiany batymetryczne środowiska, jak to przedstawiono graficznie na ryc. 5 dyskutowanej pracy [13, s. 354–355].

Ogólnie wiadomo, że utwory ewaporatowe są bardzo wrażliwe na zmiany reżymu fizyko-chemicznego w środowisku sedymentacji. W płytkowodnych zbiornikach ewaporacyjnych, w jakich tworzyły się utwory siarczanowe w peryferyjnej części zapadliska przedkarpackiego, nawet niewielkie wahania głębokości pociągały za sobą zmiany warunków sedymentacji znajdujące odzwierciedlenie w natężeniu i sukcesji procesów: produktywności biogenicznej, akrecji fizycznej i wytrącania chemicznego, podobnie jak to ma miejsce we współczesnych środowiskach ewapo-

dzienie się pełnej sekwencji kolejno-regresywno-regresywno-egzocyklicznego cyklu ewaporacyjnego było możliwe jedynie w głębszej części zbiornika; w strefie peryferyjnej wskutek regresji wyższe ogniwa nie osadziły się lub uległy erozji [13, s. 355]. Za nadrzędną przyczynę zmian batymetrycznych w basenie ewaporacyjnym zapadliska przedkarpackiego przyjęto względne, globalne (eustatyczne) i tektoniczne zmiany poziomu morza [7, 22, 11]. Ponadto, na tempo i charakter sedimentacji w strefie peryferyjnej wpływ miały różne czynniki środowiskowe, takie jak: topografia i charakter wybrzeża, sztormy, lokalne blokowe ruchy tektoniczne, morfologia dna [11], modyfikujące zapis sekwencyjny w basenie. Zatem w peryferyjnej części basenu ewaporacyjnego cykliczne zmiany facjalne mogły być wywołane różnymi czynnikami *allocyklicznymi* (klimatycznymi, eustatycznymi, tektonicznymi) i (lub) *autocyklicznymi* (subsycją, ewaporacją lub przyrostem osadów) [13, s. 354]. W przeciwieństwie do tych wniosków, Autorzy dyskusji odrzucają wpływ procesów allocyklicznych na sedimentację ewaporatów w północnej części zapadliska przedkarpackiego [8], co jest niezgodne z dotychczasowymi wnioskami dotyczącymi ewolucji tektonicznej zapadliska przedkarpackiego. W świetle tych wniosków [21, 30, 19] rozwój zapadliska był ściśle związany z wydarzeniami diastroficznymi na obszarze Karpat, które zdaniem Liszkowskiego [19, s. 75] miały charakter *pulsacyjny, quasi-periodyczny*. Przyjęcie dla strefy peryferyjnej i środkowej basenu sedimentacyjnego odmiennych mechanizmów determinujących sedimentację cykliczną — jak to sugerują Autorzy dyskusji [8] — i tym samym odrębnej historii geologicznej nie jest uzasadnione. Jak dotychczas bowiem nie ma żadnych przekonujących przesłanek wskazujących na odrębny i niezależny rozwój geologiczny różnych części zapadliska przedkarpackiego. Dowodów nie dostarczają również rozważania Autorów na temat warunków paleogeograficznych w badeńskim basenie ewaporacyjnym [8], które są jedynie powtórzeniem już istniejących interpretacji [porównaj 18, s. 67–72; 11].

Celem tej repliki nie jest bezkrytyczne podtrzymywanie własnej interpretacji, lecz wyjaśnienie pewnych problemów i kwestii spornych, które być może były zbyt skrótowo lub nie w pełni w artykule przedstawione, co zapewne dało podstawę do polemiki. Jednak pewien aspekt podjętej dyskusji polemicznej wiąże się z niejednoznacznością opinii i uwag krytycznych, niekiedy wzajemnie sprzecznych, oraz niekonsekwencją Autorów w cytowaniu tekstu oryginalnego. Poniżej ograniczam się tylko do kilku przykładów. Cytując fragment tekstu mojego artykułu [13, s. 355]: *Analiza sekwencji cyklotemowych w badanych obszarach wykazała tendencję wzrostu miąższości kolejnych cyklotemów III, IV, V w miarę przemieszczania się ku północy i wschodowi basenu sedimentacyjnego* Autorzy dyskusji kończą zdanie po słowach *...kolejnych cyklotemów III, IV, V* [8], co wyraźnie zmienia sens mojego wcześniej przytoczonego stwierdzenia. Ponadto sekwencje facjalne z pewnością nie są definiowane jako *zjawiska (które) określały regresywny charakter sedimentacji cyklicznej* [porównaj: 13, s. 355; 8]. Przypisywanie autorce stwierdzeń określających interpretowane zmiany poziomu morza jako kilkunastometrowe [8] jest nieściśle w porównaniu z oryginalnym tekstem [13, s. 355–356]. Podobnie stwierdzenie: *Obniżenie poziomu mo-*

*wód lądowych* [8] (założenie implikuje tezę lecz niekoniecznie odwrotnie).

Pomimo tych kontrowersyjnych uwag i przeciwstawnych wniosków co do wielu aspektów problemu cykliczności utworów ewaporatowych zapadliska przedkarpackiego, polemika [8] wnosi wiele nowych spostrzeżeń, które jednakże nie prezentują nowego, alternatywnego modelu sedimentacji cyklicznej w badeńskim basenie ewaporacyjnym. Mam nadzieję, że rozpoczęta dyskusja wokół problemu cykliczności będzie podtrzymywana, a utwory ewaporatowe zapadliska przedkarpackiego pozostaną nadal w sferze zainteresowań.

## L i t e r a t u r a

- 1 BABEL M. 1987 — Acta Geol. Pol., 37: 1–20.
- 2 BABEL M. 1991 — Ibidem, 41: 165–182.
- 3 BRENNER R.L., McHARGUE T.R. 1988 — *Intergrative Stratigraphy — Concepts and Applications*. Prentice Hall.
- 4 EINSELE G., RICKEN W., SEILACHER A. 1991 — *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer-Verlag.
- 5 GARLICKI A. 1968 — Roczn. Pol. Tow. Geol., 38: 219–223.
- 6 GARLICKI A. 1968 — Biul. Inst. Geol., 215: 5–78.
- 7 GARLICKI A. 1979 — Pr. Geol. Komis. Nauk Geol. PAN Kraków, 119.
- 8 GAŚIEWICZ A., CZAPOWSKI G. 1995 — Prz. Geol., 43: 335–339.
- 9 HARDIE L.A., EUGSTER H.P. 1971. — *Sedimentology*: 16: 187–220.
- 10 KARNKOWSKI P.H. 1993 — Prz. Geol., 41: 323–326.
- 11 KASPRZYK A. 1991 — Ibidem, 39: 213–223.
- 12 KASPRZYK A. 1993 — Ibidem, 41: 416–421.
- 13 KASPRZYK A. 1994 — Ibidem, 42: 349–356.
- 14 KENDALL C.G.St.C., WARREN J.K. 1988 — [W:] B.C. Schreiber (ed.), *Evaporites and Hydrocarbons*: 66–138.
- 15 KRZYWIEC P. 1993 — Prz. Geol., 41: 681–687.
- 16 KUBICA B. 1992 — Pr. Państw. Inst. Geol., 133: 1–64.
- 17 KUBICA B. 1994 — Prz. Geol., 42: 759–765.
- 18 KWIATKOWSKI S. 1972 — Pr. Muz. Ziemi, 19: 3–94.
- 19 LISZKOWSKI J. 1989 — Pr. Nauk UŚ, 1019: 1–102.
- 20 LOGAN B.W. 1987 — Am. Assoc. Petrol. Geol., Mem. 44: 1–140.
- 21 NEY R., BURZEWSKI W., BACHLEDA T., GÓRECKI W., JAKÓBCZAK K., ŚLUPCZYŃSKI K. 1974 — Pr. Geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddz. w Krakowie, 82: 1–65.
- 22 NIEMCZYK J. 1986 — Geol., 12: 109–115.
- 23 ORTI CABO F., PUEYO MUR J.J., GEISLER-CUSSEY D., DULAU N. 1984 — Rev. Inst. Inv. Geol. Dip. Prov. Barcelona, 38/39: 169–200.
- 24 ORTI CABO F., ROSELL L., SALVANY J.M., PUEYO J., UTRILLA R., INGLS M., VEIGAS J.G. 1988 — II Cong. Geol. Espaa, Granada, 1: 417–420.
- 25 PERYT T.M., POBEREŻSKI A.W., JASIONOWSKI M., PETRYCZENKO O., PERYT D., RYKA W. 1994 — Prz. Geol., 42: 771–776.
- 26 SELWOOD B.W., NETHERWOOD R.E. 1984 — *Modern Geology*, 9: 41–69.
- 27 VAI G.B., RICCI LUCCHI F. 1977 — *Sedimentology*, 24: 211–244.
- 28 WALA A. 1979 — [W:] Sprawozdanie z prac badawczych miocenijskiej serii gipsonożnej w obszarze niecki Nidy. Arch. Przeds. Geol., Kraków.
- 29 WARREN J.K. 1982 — *Sedimentology*, 29: 609–637.
- 30 ŻYTKO K. 1985 — Kwart. Geol., 29: 85–108.