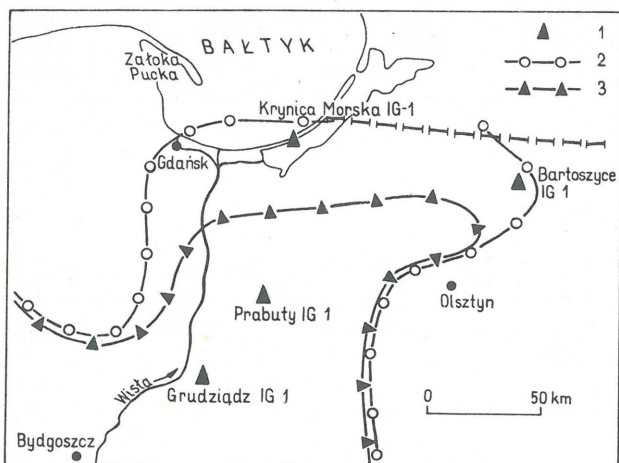


ŚRODOWISKA SEDYMENTACJI SOLI KAMIENNYCH CYKLOTEMÓW PZ2 – PZ3 W SYNEKLIZIE PERYBAŁTYCKIEJ

UKD 553.631:551.736.3(438 – 18)

Sole kamienne cyklotemów PZ2 – PZ3 z obszaru syneklizy perybałtyckiej rdzeniowano fragmentarycznie w niektórych otworach wiertniczych. Analiza sedymentologiczna i badania geochemiczne zachowanych materiałów rdzeniowych z otworów: Grudziądz IG-1, Prabuty IG-1, Krynica Morska IG-1 i Bartoszyce IG-1 (ryc. 1) umożliwiły przedstawienie ogólnej charakterystyki wykształcenia soli i określenie warunków jej powstania. Starszą sól kamienną Na₂ stwierdzono we wszystkich badanych otworach wiertniczych (tab.). Miąższość jej maleje od 183 m na południu (otwór Grudziądz IG-1) do 9,5 m na wschodzie (otwór Bartoszyce IG-1).

Sole są białe lub szare, półprzezroczyste albo przezroczyste, zależnie od zawartości rozproszonych skupień anhydrytu. Dominujący miąższościowo typ strukturalny w badanych fragmentach profilów stanowią sole różnokrystaliczne B, o średnicach kryształów 2 – 10 mm, przeciętnie 4 – 6 mm (ryc. 2). Podrzędnie występują przewarsztwienia (grubości 1 – 3 cm) soli równokrystalicznej A o wymiarach kryształów 1,5 – 3 mm, gęsto laminowanych anhydrytem. Dla obszaru południowego i północnego syneklizy (otwory: Grudziądz IG-1, Krynica Morska IG-1, ryc. 2) charakterystyczne jest pojawienie się wśród soli B – w zmiennych odstępach – pakietów



Ryc. 1. Lokalizacja otworów wiertniczych z rdzeniami soli kamiennych cyklotemów PZ2-PZ3 w syneklizie perybałtyckiej

1 – otwór wiertniczy, 2–3 – zasięgi występowania (wg 11):
2 – soli PZ2, 3 – soli PZ3

pierwotnej soli wielokryształicznej warstwowej C, grubości 1–4 cm, tworzących sekwencje strukturalne typu B, C lub B, A, C. W soli C zaobserwowano ślady „laminacji wewnętrznej” (1). Na granicy odmian strukturalnych soli lub w obrębie pakietów występują ślady rozmyć, podkreślone często laminami albo smugami anhydrytu. Grubsze, grubości 2–3 mm warstewki anhydrytu, pojawiające się regularnie w odstępach 10–20 cm, stwierdzono w otworze Grudziądz IG-1.

Starsza sól kamienna Na₂ wschodniej części syneklizy (otwór Bartoszyce IG-1, ryc. 2) jest wykształcona dość jednorodnie jako typ B, z rzadkimi przewarstwieniami soli równokryształicznych A i smugami anhydrytu. Na całym obszarze syneklizy w solach starszych powszechne jest występowanie kryształów ze śladami budowy zonalnej. Późniejsze naciski tektoniczne oraz kompaktacja często powodowały kruszenie pakietów soli C i tworzenie soli o zdeformowanych liniowo kryształach. Zawartość bromu w starszych solach syneklizy jest stosunkowo niewielka – 40–70 g/t (tab.), jedynie w otworze Prabuty IG-1 stwierdzono 78 g/t. W większości profilów pionowych soli (ryc. 2) początkowo zaznacza się wzrost, a następnie spadek zawartości bromu; jedynie w otworze Bartoszyce IG-1 największy udział bromu stwierdzono w środkowej części serii solnej.

Młodsza sól kamienna Na₃ występuje w otworach Grudziądz IG-1, Prabuty IG-1 (ryc. 1, tab.). Jej miąższość maleje od 88,5 m (Grudziądz IG-1) do 31,0 m (Prabuty IG-1). W płd. części syneklizy (otwór Grudziądz IG-1, ryc. 2), w badanych fragmentach profilu widoczne są brunatno-szare, półprzezroczyste i nieprzezroczyste sole różnokryształiczne B, o średnicach kryształów 3–45 mm. Występują w nich obficie skupienia anhydrytu i niewielkie ilości substancji ilastej. W wielu kryształach, mimo wyraźnych cech wtórnej rekryształizacji, zachowały się ślady budowy zonalnej. Zawartość bromu zmienia się od 62 do 71 g/t. Odmienne jest wykształcona młodsza sól kamienna w położonym bardziej ku północy otworze Prabuty IG-1 (ryc. 2). Występują tu szaro-białe i beżowe, półprzezroczyste halityty różnokryształiczne typu B, o średnicach kryształów 2–7 mm. Powszechnie są w nich rozproszone mikroagregaty, smugi i laminy anhydrytu oraz kryształy ze śladami budowy zonalnej. Wśród tych ostatnich pojawiają się pojedyncze kryształy lejkowe lub

WARUNKI WYSTĘPOWANIA SOLI KAMIENNYCH CYKLOTEMÓW PZ2–PZ3 I ZAWARTOŚCI BROMU W BADANYCH OTWORACH WIERTNICZYCH

Cyklotem	Otwór wiertniczy			
	Grudziądz IG 1	Prabuty IG 1	Krynica Morska IG 1	Bartoszyce IG 1
PZ3	M	$\frac{2457,5}{88,5}$	$\frac{2039,0}{31,0}$	
	Br	$\frac{62-71}{66,5}$	$\frac{117-142}{130,6}$	
PZ2	M	$\frac{2578,5}{183,0}$	$\frac{2104,0}{153,0}$	$\frac{1309,5}{21,3}$
	Br	$\frac{41-68}{49,5}$	78*	$\frac{34-58}{41}$
				$\frac{1300,5}{9,5}$
				$\frac{43-58}{52,5}$

M – występowanie soli w m: $\frac{\text{strop}}{\text{miąższość}}$

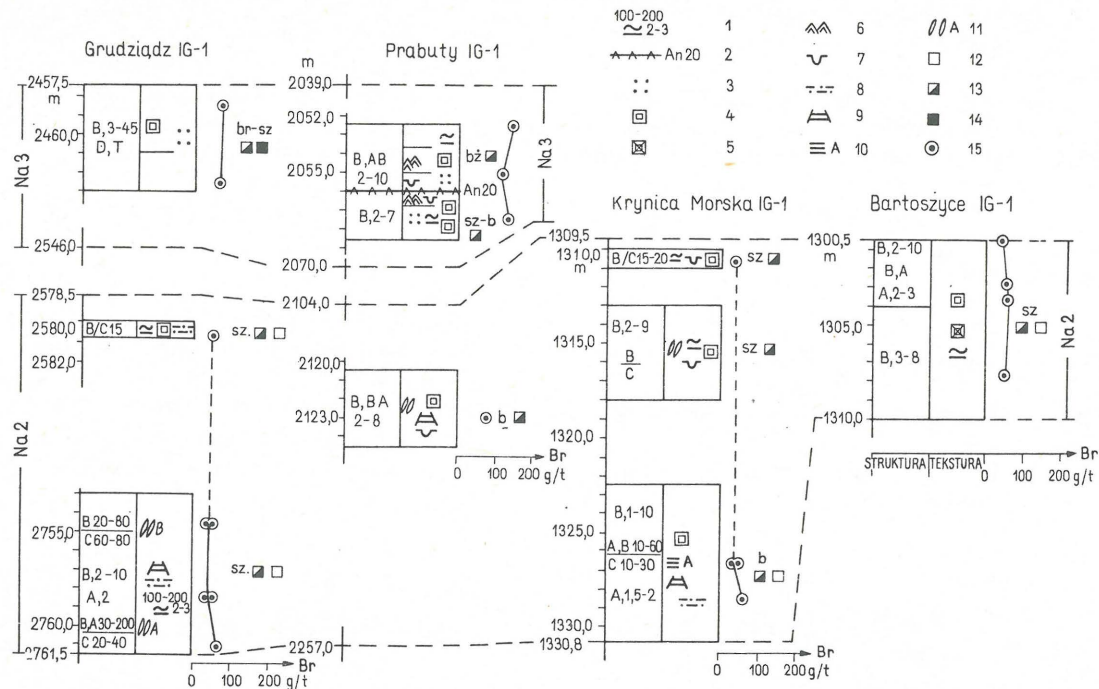
Br – zawartość bromu w soli w g/t: $\frac{\text{od} - \text{do}}{\text{średnia}}$

* – pojedyncza próbka

kryształy szewronowe, tworzące pakiety ponad metrowej grubości. Pojedyncze powierzchnie rozmyć czasem są podkreślone smugami anhydrytu. Zawartość bromu w soli jest znacznie wyższa niż w odpowiednich utworach w otworze Grudziądz IG-1 i wynosi średnio 130,6 g/t (tab.). W środkowej części rdzeniowanego odcinka profilu, powyżej warstewki anhydrytu spada ona do 117 g/t, a następnie wzrasta ku górze do 142 g/t (ryc. 2).

Zasięg obecnego występowania starszej soli kamiennej Na₂ w syneklizie perybałtyckiej jest wyraźnie mniejszy od obszaru zajmowanego przez fację chlorkową w cyklotemie PZ1 (11) i maksymalne miąższości soli obserwuje się w części osiowej syneklizy (linia otworów Grudziądz IG-1, Prabuty IG-1, Krynica Morska IG-1, ryc. 1). Pojawiające się tu sekwencje solne typu B/C lub A, B/C są charakterystyczne dla głębszych partii ewaporacyjnych zbiorników solnych (2–4), gdzie jest możliwe okresowe utrzymanie gęstościowej stratyfikacji solanek. Obecność „laminacji wewnętrznej” w pakietach soli C dowodzi momentów precypitacji chlorków ze skondensowanych dennych solanek, przy jednoczesnym strącaniu siarczanów z bardziej rozcieńczonych wód powierzchniowych (1). W miarę osiągnięcia punktu nasycenia dla halitu przez coraz grubszą warstwę solanki w basenie, na jego dnie nagromadziły się kryształy soli powstałe w zawieszynie (7, 10). Ich różna wielkość i stopień rozwoju budowy zonalnej zależał od długości przebytej drogi od punktu powstania inicjalnego kryształu w macierzystej solance do momentu złożenia na dnie (4, 8, 10). Utworzyły się w ten sposób pakiety soli z licznymi kryształami zonalnymi. Stosunkowo niska, w granicach 40–70 g/t, zawartość bromu w halitytach wraz z rytmicznym następstwem typów soli powstałych w różnych stadiach rozwoju stratyfikacji solanek oraz śladami rozmyć wskazują na morski (5, 6), o głębokości kilkudziesięciu metrów basen solny, w którym periodycznie następowała wymiana wód z otwartym morzem (7, 10).

Odmienne nieco warunki panowały w brzeżnych



Ryc. 2. Profile strukturalne rdzeniowanych odcinków soli kamiennych cyklotemów PZ2–PZ3 w syneklizie perybaltyckiej

1 – laminy i smugi anhydrytu (odstęp i grubość w mm), 2 – warstewki anhydrytu (grubość w mm), 3 – rozproszone mikroagregaty anhydrytu, 4 – kryształy halitu ze śladami budowy zonalnej, 5 – lejkowe kryształy halitu, 6 – szewronowe kryształy halitu, 7 – rozmycia (ługowania), 8 – „laminacja wewnętrzna”, 9 – pokruszone pakiety soli C, 10 – gęste równoległe laminy anhydrytu (obok oznaczono typ soli), 11 –

pakiety soli o liniowo wydłużonych kryształach (obok typ soli), 12–14 – przezroczystość soli: 12 – przezroczysta, 13 – półprzezroczysta, 14 – nieprzezroczysta, 15 – analiza zawartości bromu; A – sól równokryształiczna (wielkość kryształów w mm), B – sól różnokryształiczna (wielkość kryształów w mm), C – pierwotna sól wielokryształiczna warstwowa, D – sól wielokryształiczna wtórna, T – występowanie substancji ilastej, B/C – przewarstwienia typów soli (grubość pakietów w mm), barwy soli: b. – biała, sz. – szara, bż. – beżowa, br. – brunatna

częściach syneklizy (otwór Bartoszyce IG-1, ryc. 1), gdzie mała głębokość wody (decymetry – metry) powodowała bardzo szybką kondensację i nikłą stratyfikację solanek oraz formowanie kryształów halitu w całym profilu słupa wody. Napływ świeżych wód z otwartego morza niszczył każdorazowo część złożonych na dnie chlorków, zaznaczając się powierzchniami rozmyć z nagromadzeniami siarczanów. Analogiczne do opisywanych warunki panują w płytkich panwiach solnych, rozmieszczonych w podmorskich partiach współczesnego środowiska sebhya (3, 8, 9).

Sumując można stwierdzić, że basen sedymentacyjny starszej soli kamiennej Na2 na obszarze syneklizy perybaltyckiej miał charakter zatoki, dość głębokiej w części osiowej, o swobodnej wymianie wód z otwartym morzem. Ku brzegom zatoka ulegała spłycaaniu i przerażdała się w system częściowo izolowanych panwi solnych. Podobne środowisko sedymentacji cechuje pierwszy etap powstawania soli najstarszych cyklotemu PZ1 w rejonie Zatoki Puckiej (2, 4), na północno-zachodnim skraju syneklizy.

Młodsza sól kamienna Na3 cyklotemu PZ3 zajmuje w syneklizie znacznie mniejszy obszar niż sole Na2 (11), zawężony do jej części południowo-wschodniej (ryc. 1). Maksymalne miąższości soli są obserwowane w części osiowej syneklizy (otwory: Grudziądz IG-1, Prabuty IG-1). Dominacja w rdzeniowanych częściach profili soli różnokryształicznych z licznymi odmianami kryształów o budowie zonalnej: lejkowe, szewronowe – świadczy o szybkim, często konkurencyjnym wzroście kryształów halitu zarówno na dnie, jak i w całym profilu solanki (3, 7–9). Okresy intensywnego strącania chlor-

ków były przerywane przez napływy świeżych wód, powodujące niszczenie złożonego wcześniej osadu i precipytację siarczanów lub – w chwili uzyskania stanu nasyconia – powstanie wtórnej soli wielokryształicznej D. W górnej części profilu młodszej soli kamiennej (otwór Grudziądz IG-1, ryc. 2) część dopływających wód miała lądowy charakter, o czym świadczy obecność w osadzie pelitu ilastego i znacznie niższa – w porównaniu z dolną częścią serii (otwór Prabuty IG-1) – zawartość bromu.

Powyższe cechy soli Na3 dowodzą powstania w płytkim, o głębokości do kilku metrów, zbiorniku typu panwi solnej, zasilanej okresowo przez wody morskie (4, 7, 8). W basenie tym następowała szybka kondensacja solanek i akumulacja chlorków, przerywana przez dopływ świeżych wód podczas pływów lub wezbrań sztormowych. W końcowym okresie powstawania soli Na3, wskutek regresji morza i rosnącej izolacji panwi, zwiększyła się w basenie rola wód lądowych, rozcieńczających solanki i dostarczających materiał terygeniczny. Podobne warunki sedymentacji panowały w końcowym etapie formowania się najstarszej soli kamiennej Na1 na północno-zachodnim skraju syneklizy (2, 4).

Przedstawiona analiza środowisk sedymentacyjnych soli cyklotemów PZ2-PZ3 na terenie syneklizy perybaltyckiej, choć z konieczności oparta na materiale fragmentarycznym, pozwala stwierdzić proces stopniowej ewolucji tego obszaru – od znacznie głębokościowo zróżnicowanej zatoki morskiej (cyklotem PZ2) do płytkiej izolowanej panwi solnej z rosnącym oddziaływaniem lądu (cyklotem PZ3). Powyższy schemat rozwoju utworów chlorkowych w syneklizie, uwzględniający najstarsze ogniwo solne – sole Na1 w jej północno-zachodniej

części (2–4) – potwierdza ogólnie recesywny charakter sedymentacji kolejnych cyklotemów cechsztynu. Wiąże się on ze zmniejszającym się podczas następujących transgresji zasięgiem morza cechsztyńskiego oraz stopniowym wypełnianiem basenu przez masy osadów, niedostatecznie kompensowanym przez subsydencję. W kolejnych cyklotemach od PZ1 do PZ3 osady solne powstawały w warunkach coraz bardziej płytkowodnych, a ich zasięg zmniejszał się na rzecz klastycznych utworów przybrzeżnych i lądowych.

L I T E R A T U R A

1. C z a p o w s k i G. – Prz. Geol., 1986 nr 4 s. 202–204.
2. C z a p o w s k i G. – Lecture Notes in the Earth Sciences, 1987 vol. 10 p. 207–224.
3. C z a p o w s k i G. – Abstracts of 9th Europ. Reg. Meeting, IAS, Leuven–Belgium, 1988 p. 44.
4. C z a p o w s k i G., T o m a s s i - M o r a w i e c H. – Prz. Geol., 1985 nr 12 s. 663–670.
5. H o l s e r W.T. – 2nd Symp. on Salt. N. Ohio Geol. Soc., 1966 vol. 1 p. 248–275.
6. H o l s e r W.T., W i l g u s C.K. – N. Jb. Mineral. Mh., 1981 Bd 6 p. 267–276.
7. K e n d a l l A.C. – Geoscience Canada, 1978 no. 5 p. 124–139.
8. L o w e n s t e i n T.K., H a r d i e A.L. – Sedimentology, 1985 no. 5 p. 625–644.
9. S h e a r m a n D.J. – SEPM Short Course, 1978 no. 4 p. 6–42.
10. S o n n i e n f e l d P. – Brines and Evaporites. Academic Press, Orlando, 1984 pp. 613.
11. S t o l a r c z y k F. – Acta Geol. Pol., 1979 no. 4, s. 519–558.