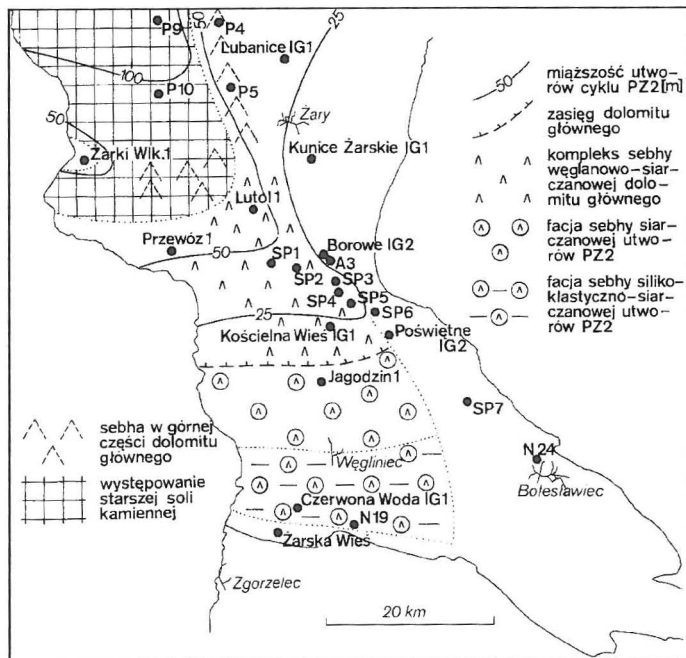


Cykl PZ2 w cechszynie niecki północnosudeckiej

Anna Fijałkowska*, Tadeusz Marek Peryt**

Nieformalny podział cyklotemowy cechszynu, oparty na koncepcji cykli węglanowo-ewaporatowych, kładzie nacisk na zjawiska w środkowej części zbiornika, gdzie taki podział nie narządza większych problemów. Inaczej jest w przypadku brzeżnej części zbiornika, gdzie — podobnie jak w środowiskach współczesnych w strefie klimatu suchego (np. [12]) — następują szybkie zmiany facji mineralnych. Wynikiem tego jest skomplikowany wzór występowania (i zastępowania się) kopalnych facji węglanowych, ewaporatowych i silikoklastycznych (np. [8]) i związane z tym trudności interpretacji, w efekcie czego często istnieje kilka wzajemnie sprzecznych koncepcji podziału stratygraficznego poszczególnych stanowisk.

Typowym przykładem ilustrującym rozmaitość koncepcji podziału stratygraficznego cechszynu jest obszar niecki północnosudeckiej (ryc. 1). Problem ten został przedyskutowany na łamach *Przeglądu Geologicznego* przez Peryta i Kasprzyk [10] i niniejsza praca — podająca wyniki ostatnio wykonanych badań mikroflorystycznych oraz uzupełniających badań sedymentologicznych — jest uzupełnieniem tej wcześniejszej.



Ryc. 1. Lokalizacja omawianych otworów wiertniczych i paleogeografia cyklu PZ2

Na podstawie badań litologicznych — przy czym kluczowym był profil otworu Kościelna Wieś IG1 — uznano wówczas [10], iż zasięg dolomitu głównego jest znacznie większy niż to przyjmowano uprzednio. W otworach po-

łożonych bardziej na południe — w tym w otworze Czerwona Woda IG1 — brak było dowodów pozwalających na jednoznaczne określenie pozycji stratygraficznej kompleksu siarczanowo-silikoklastycznego, występującego poniżej dolomitu płytowego. Peryt i Kasprzyk [10] podali dwie możliwości interpretacji: kompleks ten to górna — regresywna — część anhydrytu górnego [10, s. 463], bądź też facjalny odpowiednik węglanowo-siarczanowego kompleksu sebhym cyklu PZ2, stwierdzonego w otworze Kościelna Wieś [10, s. 464], chociaż w rekonstrukcji paleogeograficznej [10, ryc. 8] przychylił się do tej drugiej koncepcji. Korelacja górnej, klastycznej części cechszynu w bardziej południowej części niecki północnosudeckiej pozostawała jednak kontrowersyjna [13].

Wyniki badań palinologicznych

Badania mikroflorystyczne próbek z otworów Kościelna Wieś IG1 oraz Czerwona Woda IG1, jak również próbek z kamieniołomu gipsów w Niwnicach (zob. omówienie stratygrafii tego stanowiska w: [16]) wykazały obecność 64 gatunków miospor należących do 39 rodzajów oraz pojedyncze formy glonowe. Na ryc. 2 zilustrowano charakterystyczne taksony. Szczegółowe omówienie metodyki badań oraz charakterystykę wyróżnionych na podstawie badań czterech zespołów sporowo-pyłkowych zawarto w osobnej pracy (A. Fijałkowska, w przygotowaniu do druku).

Zespół I został stwierdzony w otworze Czerwona Woda IG1 (gł. 729,1–731,5 m). Jest to zespół ubogi, w którym dominują ziarna pyłku z gatunku *Lueckisporites virkkiae* o niskich normach morfologicznych Aa i Ab.

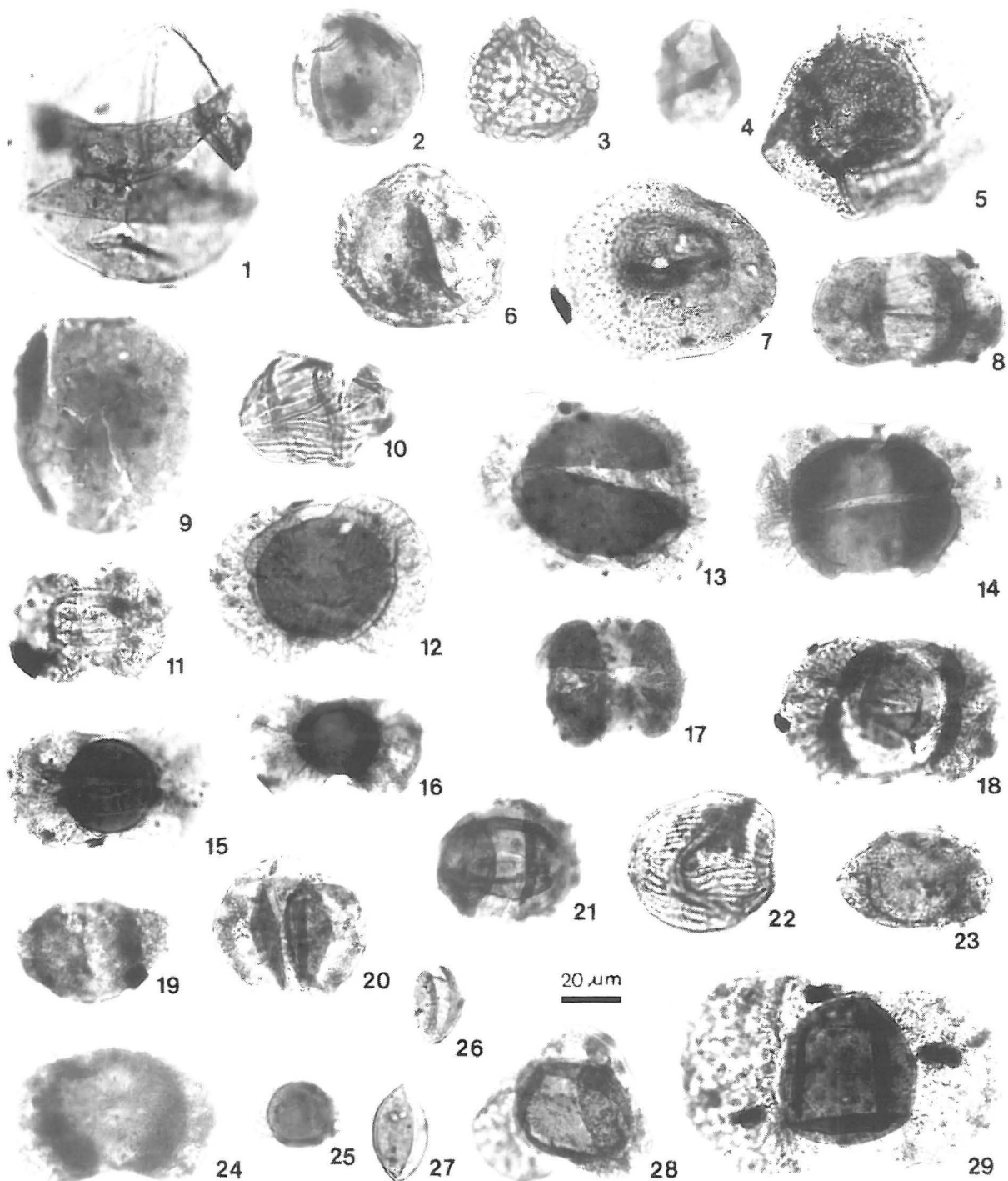
Zespół II, również stwierdzony w otworze Czerwona Woda IG1 (gł. 714,9–721,4 m), jest silnie zdominowany przez ziarna pyłku (92,5% spektrum), wśród których najliczniejszą grupę stanowią dwuworokowe pyłki iglastych, należące do przewodniego gatunku *Lueckisporites virkkiae*, reprezentowanego głównie przez niskie normy morfologiczne Aa i Ab; w mniejszej ilości występują okazy z normą Ba i Bc, a pojedynczo z Ac. Istotnym składnikiem zespołu są także rodzaje *Lunatisporites*, *Klausipollenites* oraz *Jugasporites* (ryc. 3).

Zespół III występuje w otworach Czerwona Woda IG1 (gł. 674,3–681,0 m) i Kościelna Wieś IG1 (gł. 820,5 m i 929,8–830,8 m), a prawdopodobnie także w kopalni w Niwnicach. Jest on silnie zdominowany przez ziarna pyłku (95,3% spektrum), wśród których przeważają okazy *Lueckisporites virkkiae*, reprezentowane głównie przez normy Aa, Ab, Ba i Bb. W mniejszej ilości występują przedstawiciele rodzajów *Klausipollenites*, *Lunatisporites* oraz *Jugasporites* (ryc. 3). Stosunkowo wysoka jest zawartość okazów *Gardenasporites* (3,0%).

Spektrum o zbliżonym wykształceniu, wykazujące większe podobieństwo do podzony *Lueckisporites virkkiae* Ac (wyróżnianej w osadach PZ3), niż do podzony *L. virkkiae* Ab (zidentyfikowanej w osadach PZ1), można korelować

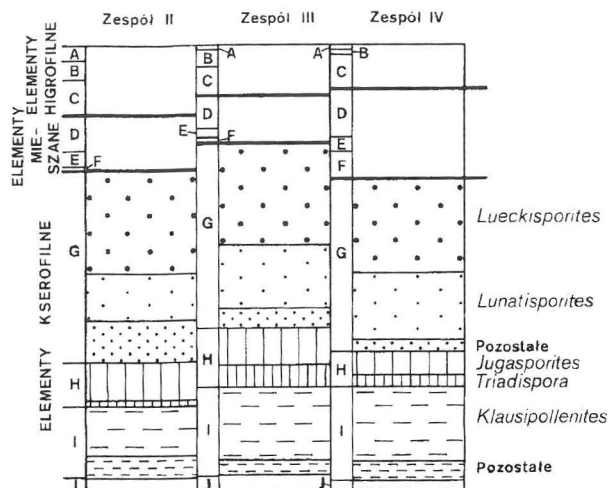
*Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

**Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa



Ryc. 2. Wybrane taksony mikroflorystyczne stwierdzone w cechszynie niecki północnosudeckiej (CW — Czerwona Woda IG1, KW — Kościelna Wieś IG1, N — Niwnice)

1 – *Calamospora* cf. *tener* (Leschik) de Jersey, CW, 714,0–715,0 m, 2 – *Laevigatisporites* sp., N, 3 – *Lycospora permica* (Inosova) Fijałkowska, CW, 714,0–715,0 m, 4 – *Laevigatisporites* sp., N, 5 – *Perisaccus granulatus* Klaus, KW, 785,4 m, 6 – *Potonieisporites* cf. *catagraphus* (Andreyeva) Hart, KW, 785,4 m, 7 – *Nuskoisporites dulhuntyi* Potonie et Klaus, CW, 674,3 m, 8 – *Striatopodocarpites* cf. *bricki* Sedova, N, 9 – *Nuskoisporites klausii* Grebe, CW, 674,3 m, 10 – *Striatoabietites multistriatus* (Balme et Hennelly) Hart, CW, 714,0–715,0 m, 11 – *Lunatisporites noviaulensis* (Leschik) Scheuring, N, 12 – *Lueckisporites virkkiae* Potonie et Klaus NAc, N, 13 – *Lueckisporites virkkiae* Potonie et Klaus N4a, N, 14 – *Lueckisporites virkkiae* Potonie et Klaus, N, 15 – *Lunatisporites transversundatus* (Jansonius) Fijałkowska, N, 16 – *Jugasporites latus* (Leschik) Foster, N, 17 – *Lueckisporites virkkiae* Potonie et Klaus NBb, N, 18 – *Lueckisporites virkkiae* Potonie et Klaus forma z „ciemnym ciałkiem”, N, 19 – *Falcisporites zapfei* (Potonie et Klaus) Leschik, N, 20 – *Paravesicaspora splendens* Klaus, N, 21 – *Lunatisporites labdacus* (Klaus) Fijałkowska, N, 22 – *Vittatina* cf. *saccata* (Hart) Jansonius, KW, 785,4 m, 23 – *Klausipollenites schaubergeri* (Potonie et Klaus) Jansonius, N, 24 – *Limitisporites rectus* Leschik, N, 25 – *Jugasporites purus* (Leschik) Tiwari et Singh, CW, 714,0–715,0 m, 26 – *Vitreisporites* sp., CW, 714,0–715,0 m, 27 – *Cycadopites coxii* Visscher, CW, 714,0–715,0 m, 28 – *Triadispora visscheri* (Visscher) Fijałkowska, KW, 785,4 m, 29 – *Jugasporites paradelsaucei* Klaus, N



Ryc. 3. Skład wyróżnionych zespołów mikroflorystycznych na podstawie modelu Visschera i Van der Zwana [17]

A — spory ze znakiem Y, gładkie, bez cavy lub zony (*Calamospora*, *Apiculatisporites*, *Laevigatosporites*, *Laevigatisporites*), B — spory ze znakiem Y, pierścieniem lub zoną (*Lycospora*, *Verrucosporites*), C — pyłki monosulcate (*Cycadopites*, *Gnetacaepollenites*), D — pyłki dwuworkowe ze znakiem monolet (*Limitisporites*, *Gardenasporites*, *Chordasporites*), E — pyłki dwuworkowe ze znakiem Y (*Vitreisporites*, *Illinites*), F — pyłki dwuworkowe alete (*Platysaccus*), G — pyłki dwuworkowe prażkowane (*Protohaploxylinus*, *Strotersporites*, *Striatoabietites*, *Vittatina*, *Lueckisporites*, *Lunatisporites*, *Hamiapollenites*), H — grupa *Triadispora* i *Jugasporites*, I — pyłki *vesicate* (*Klausipollenites*, *Falcisporites*, *Paravesicaspora*, *Vesicaspora*), J — pyłki jednoworkowe (*Perisaccus*, *Nuskoisporites*, *Trizonaesporites*, *Endosporites*, *Cordaitina*, *Monosaccites* indet.)

ze zespołem opisanym z utworów stassfurtu Niemiec [4, 5]. Na podkreślenie zasługuje fakt, że spektrum podobne do zespołu III zostało stwierdzone w utworach anhydrytu podstawowego A2 w otworze Opoczno PIG2 [2].

Zespół IV został stwierdzony w otworze Kościelna Wieś IG1 (gł. 785,4–786,4 m) i jest silnie zdominowany przez ziarna pyłku, wśród których przeważają okazy *Lueckisporites virkkiae* reprezentowane przez normy Aa, Ab, Ba, Bb oraz stosunkowo liczną normę Ac (2,7% spektrum), *Klausipollenites* i *Lunatisporites* (ryc. 3).

Zawartość okazów *Gardenasporites* wynosi 4,0%. Spektrum to można korelować z zespołem *L. virkkiae* Ac podzony *L. virkkiae* Ac, wyróżnionej w obrębie anhydrytu głównego i dolnej części stropowej serii terygeniczej na obszarze Gór Świętokrzyskich [1].

Interpretacja paleoklimatyczna

Do rekonstrukcji paleoklimatycznej zastosowano nieco zmodyfikowany model Visschera i Van der Zwana [17], oparty na statystycznej analizie zespołów mikroflorystycznych. W modelu tym wyróżniono dziesięć grup palinomorfa (A–J), zawierających elementy kserofilne, charakterystyczne dla suchego klimatu (grupy G–J), elementy higrofilne (grupy A–C), świadczące o klimacie wilgotnym, oraz formy mieszane (grupy D–F) (ryc. 3).

We trzech analizowanych zespołach rozkład elementów higro- i kserofilnych jest bardzo podobny. Wyraźnie dominują formy kserofilne (70,2% w zespole II, 77,9% w zespole III i 70,2% w zespole IV), a wśród nich ziarna

prażkowe (grupa G), należące do roślin iglastych. Ich udział w poszczególnych zespołach wynosi odpowiednio 43,3, 41, i 39,1%. Drugą pod względem liczebności grupę stanowią pyłki iglastych o gładkiej egzynie (grupa J), której udział waha się od 16,1 do 21,2%. W mniejszej ilości występują pyłki iglastych z rodzajów *Jugasporites* i *Triadispora*, a sporadycznie pyłki jednoworkowe.

Udział elementów higrofilnych w zespole II wynosi 15,6%, w III — 11,2%, a w IV — 9,9%. Należą tu głównie spory paproci i widłaków z grupy A i B oraz pyłki sagowców z grupy C, których zawartość jest stosunkowo wysoka (ryc. 3). Zawartość form mieszanych waha się od 10,9 do 19,9%.

Zespoły II–IV wykazują bardzo podobny rozkład elementów higro- i kserofilnych (ryc. 3), a wyraźna dominacja form kserofilnych świadczy o tym, że w czasie sedymentacji utworów zawierających zespoły mikroflorystyczne panował klimat ciepły zdecydowanie suchy.

Implikacje stratygraficzne

Interpretacja stratygraficzna wyników badań palinologicznych, oparta m.in. na podstawie wcześniej wykonanych podobnych badań w rejonie świętokrzyskim [1, 2], potwierdza interpretację stratygraficzną podaną przez Peryta i Kasprzyk [10], opartą o wyniki badań litologicznych w otworze wiertniczym Kościelna Wieś IG1. Jednocześnie wyniki badań palinologicznych pozwalają na uściślenie podziału cechsztynu w otworze Czerwona Woda IG 1, kluczowego dla interpretacji paleogeografii i historii sedymentacji cechsztyńskiej w południowej części niecki północnosudeckiej.

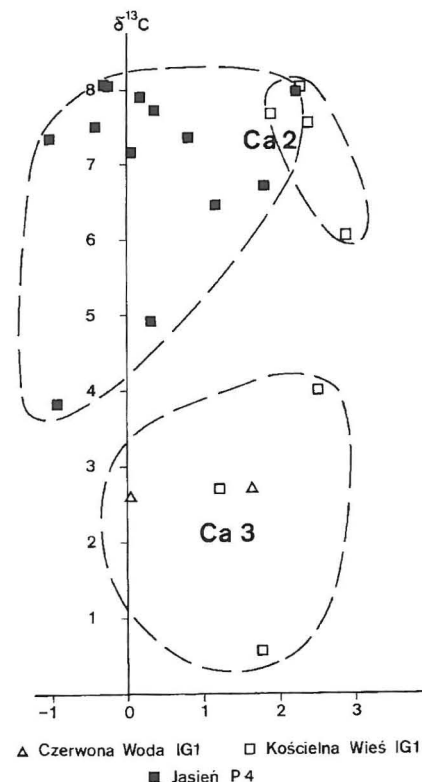
Profil cechsztynu w otworze wiertniczym Czerwona Woda IG1 został scharakteryzowany przez Peryta i Kasprzyk [10, ryc. 4].

Powyżej utworów wapienia cechsztyńskiego oraz anhydrytu dolnego występuje kompleks anhydrytów masywnych (stwierdzony na głęb. 660,0–681,0 m) reprezentujący anhydryt górny. Kompleks ten jest przykryty — przy czym brak jest rdzenia z granicy — utworami silikoklastycznymi z przewarstwieniami anhydrytów masywnych (oraz gipsów wtórnych) o miąższości do kilkudziesięciu cm, a także — w górnej części — dolomitów, na ogół o miąższości kilku cm. Łączna miąższość tych utworów wynosi 21 m.

Serię tę zaliczono obecnie do cyklu PZ2 na podstawie następujących przesłanek:

(1) Wynikach badań palinologicznych, omówionych powyżej, a świadczących o tym, że zespół stwierdzony w omawianej części profilu otwory Czerwona Woda IG1 wykazuje wiele podobieństw do zespołów typowych dla PZ2 w innych częściach zbiornika cechsztyńskiego.

(2) Wynikach korelacji otworu Czerwona Woda IG1 z otworami położonymi bardziej na północ (Jagodzin 1 oraz Kościelna Wieś IG1). W otworze Kościelna Wieś IG1 stwierdzono obecność zespołu utworów dolomitowych, anhydrytowych i silikoklastycznych o miąższości 14,7 m (na głęb. 816,4–831,1 m) zawartych między utworami anhydrytu górnego i dolomitu płytowego, które uznano za PZ2 [10]. W położonym bardziej na południe otworze Jagodzin 1 stwierdzono w rdzeniu bezpośrednio poniżej dolomitu płytowego anhydryty gruzłowe z nieregularnymi przemazami materiału ilasto-dolomitowego. Miąższość utworów zaliczonych do PZ2 w otworze Jagodzin 1 wynosiłaby 16,5 m (na głęb. 1587–1603,5 m) i byłaby porówny-



Ryc. 4. Wyniki badań izotopowych dolomitów cechsztyńskich w otworach Czerwona Woda IG1, Kościelna Wieś IG1 oraz Jasień P4

walna zarówno z miąższością stwierdzoną w otworze Kościelna Wieś IG1, jak i Czerwona Woda IG1.

(3) Analogii z innymi dobrze rozpoznanymi brzeżnymi częściami zbiornika (zob. [15]; por. [10, s. 464]).

Wcześniejsze alternatywne wytłumaczenie przynależności kompleksu osadów silikoklastyczno-siarczanowych w otworze Czerwona Woda IG1 — zaliczonych w tej pracy do PZ2 — jako reprezentujących górną — regresywną — część anhydrytu górnego [10, s. 463] było oparte na założeniu, iż struktury gruzłowe stwierdzane powyżej serii anhydrytów masywnych świadczą o regresji. Założenie to nie zostało dotychczas udowodnione, a co więcej, w najwyższej części anhydrytu górnego w otworze Kościelna Wieś IG1 występują anhydryty masywne [10, ryc. 2], podobnie zresztą jak w niektórych otworach na peryklinie Żar [7, ryc. 2].

Utwory dolomitu głównego i dolomitu płytowego w tym rejonie różnią się wyraźnie wartościami $\delta^{13}\text{C}$ oraz $\delta^{18}\text{O}$ (ryc. 4).

Badania izotopowe, których wyniki podano na ryc. 4, zostały wykonane przez prof. dr hab. Stanisława Hałasa z Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Wyniki zostały znormalizowane względem skali PDB przez porównanie z $\delta^{13}\text{C}$ i $\delta^{18}\text{O}$ zmierzonymi w gazie CO_2 uwolnionym ze standardu KH-2 w temp. 25°C (bezwzględne wartości tych delt to odpowiednio 1,97‰ i 2,96‰); uwzględniono także stosowne poprawki [3, 14].

Sedymentacja cyklu PZ2

Szelf wapienia cechsztyńskiego wpłynął w decydującej mierze na rozwój platformy ewaporatowej cyklu PZ1, na obszarze niecki północnosudeckiej; podobną prawidłowość

stwierdzono także w innych częściach zbiornika cechsztyńskiego (zob. [10, s. 465]). Na szelfie węglanowym rozwinął się stosunkowo cienki kompleks utworów sebhya silikoklastyczno-siarczanowej anhydrytu dolnego (obecny w otworach wiertniczych Czerwona Woda IG1 oraz Jagodzina 1), przechodzącego w kompleks sebhya siarczanowej, stwierdzonej w północnej części niecki północnosudeckiej, m.in. w otworze Kościelna Wieś IG1.

W rezultacie transgresji, jaka zapoczątkowała depozycję anhydrytu górnego, na obszarze tym zapanowały warunki saliny, w której powstał kilkudziesięciometrowy kompleks anhydrytów głównie masywnych. U schyłku depozycji anhydrytu górnego nastąpiła ekspozycja subaeralna szelfu siarczanowego, który został zalany w trakcie końcowej transgresji dolomitu głównego (por. [9]).

W trakcie sedymentacji dolomitu głównego, a następnie anhydrytu podstawowego i starszej soli kamiennej w północnej części obszaru niecki północnosudeckiej, w jej środkowej części trwała sedymentacja węglanowo-siarczanowa (Kościelna Wieś IG1). Dolomity powstałe w rejonie Kościelnej Wsi IG1, w porównaniu z dolomitami północnej części niecki północnosudeckiej i perykliny Żar, cechują się wyższymi wartościami $\delta^{18}\text{O}$, co jest związane z dużym znaczeniem solanek inicjujących dolomityzację w środowisku sebhya (por. [11]).

Bardziej na południe (Czerwona Woda IG1) trwała sedymentacja siarczanowo-klastyczna systemu sebhya. Lokalnie tworzyły się tam także osady węglanowe. Jest możliwe, że część utworów określanych w literaturze jako tzw. dolomit kaczawski reprezentuje właśnie fację węglanową cyklu PZ2. Jak bowiem stwierdził Gunia [6, s.79], dolomit płytowy i dolomit kaczawski mają nie tylko różne rozprzestrzenienie poziome, ale także różne rozprzestrzenienie pionowe.

Literatura

- 1 FIJAŁKOWSKA A. 1992 — Prz. Geol., 40: 468–473.
- 2 FIJAŁKOWSKA A. 1993 — W: Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Opoczno PIG2, CAG nr 132939.
- 3 FRIEDMAN I., O'NEIL J.R. 1977 — U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 440–KK.
- 4 GREBE H. 1957 — Geol. Jb., 73: 51–74.
- 5 GREBE H., SCHWEITZER H.J. 1962 — Fortschr. Geol. Rheinl. Westf., 12: 201–224.
- 6 GUNIA T. 1962 — Biul. Inst. Geol., 173: 57–99.
- 7 KASPRZYK A. 1992 — Prz. Geol. 40: 233–241.
- 8 PERYT T.M. 1986 — N. Jb. Geol. Paläont. Mh, 193–200.
- 9 PERYT T.M. 1992 — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 185: 1–19.
- 10 PERYT T.M., KASPRZYK A. 1992 — Prz. Geol., 40: 457–467.
- 11 PERYT T.M., MAGARITZ M. 1990 — Sedimentology, 37: 745–761.
- 12 PURSER B.H., SOLIMAN M., M'RABET, A. 1987 — Sedimentary Geology, 53: 247–267.
- 13 RACZYŃSKI P., MASTALERZ K. 1993 — Prz. Geol., 41: 341–342.
- 14 ROSENBAUM J., SHEPPARD S.M.F. 1986 — Geochim. Cosmochim. Acta, 50: 1147–1150.
- 15 SMITH D.B. 1989 — Proc. York. Geol. Soc., 47: 285–312.
- 16 ŚLIWIŃSKI W. 1990 — Prz. Geol., 38: 180–186.
- 17 VISSCHER H., VAN DER ZWAN C. J. 1981 — Geol. Rd., 70: 625–634.