

Tadeusz Marek PERYT, Halina WAŻNY

## Skondensowane profile wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedsudeckiej

Przedstawiono charakterystykę mikrofacjalną i geochemiczną skondensowanych profili wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedsudeckiej i porównano je z profilami kompletnymi wewnętrznej części zbiornika. Stwierdzono, że profile skondensowane w zasadzie powstały w okresie osadzania się kompletnej sekwencji wapienia cechsztyńskiego. Wyniki badań wskazują, że profile skondensowane świadczą o płytkim, często supralitoralnym, środowisku sedymentacji, natomiast profile kompletne powstały w środowisku nieco głębszym. Omówiono znaczenie wapienia cechsztyńskiego dla analizy paleotektonicznej permu na obszarze północnej monokliny przedsudeckiej oraz przedyskutowano pewne implikacje paleogeograficzne i paleotektoniczne.

### WSTĘP

W okresie sedymentacji wapienia cechsztyńskiego (Ca1) obszar północnej części monokliny przedsudeckiej oraz południowej części niecki szczecińskiej (fig. 1) wchodził w skład wewnętrznej części zbiornika (T. M. Peryt, 1978a; T. M. Peryt, T. S. Piątkowski, R. Wagner, 1978). Wapień cechsztyński tej strefy cechuje się często mikrytowym wykształceniem i miąższością z reguły około 5 m (T. M. Peryt, 1978a). Na omawianym obszarze stwierdzono także profile wapienia cechsztyńskiego o regresywnej sekwencji mikrofacji typowej dla obszaru przybrzeżnego wapienia cechsztyńskiego (op. cit.) i o miąższości bądź zbliżonej do charakterystycznej dla obszaru przybrzeżnego (np. w rejonie Pogorzeli — T. M. Peryt, A. Protas, 1978), bądź też o miąższości zmniejszonej — są to profile skondensowane, będące przedmiotem badań opisanych w niniejszym artykule. Miąższość profili skondensowanych wynosi z reguły mniej niż 2,5 m, zwykle około 2 m, chociaż spotyka się także profile o miąższości kilkudziesięciu centymetrów (fig. 1). Profile skondensowane o miąższości powyżej 1,5 m bardzo często zawierają w spągu warstwę

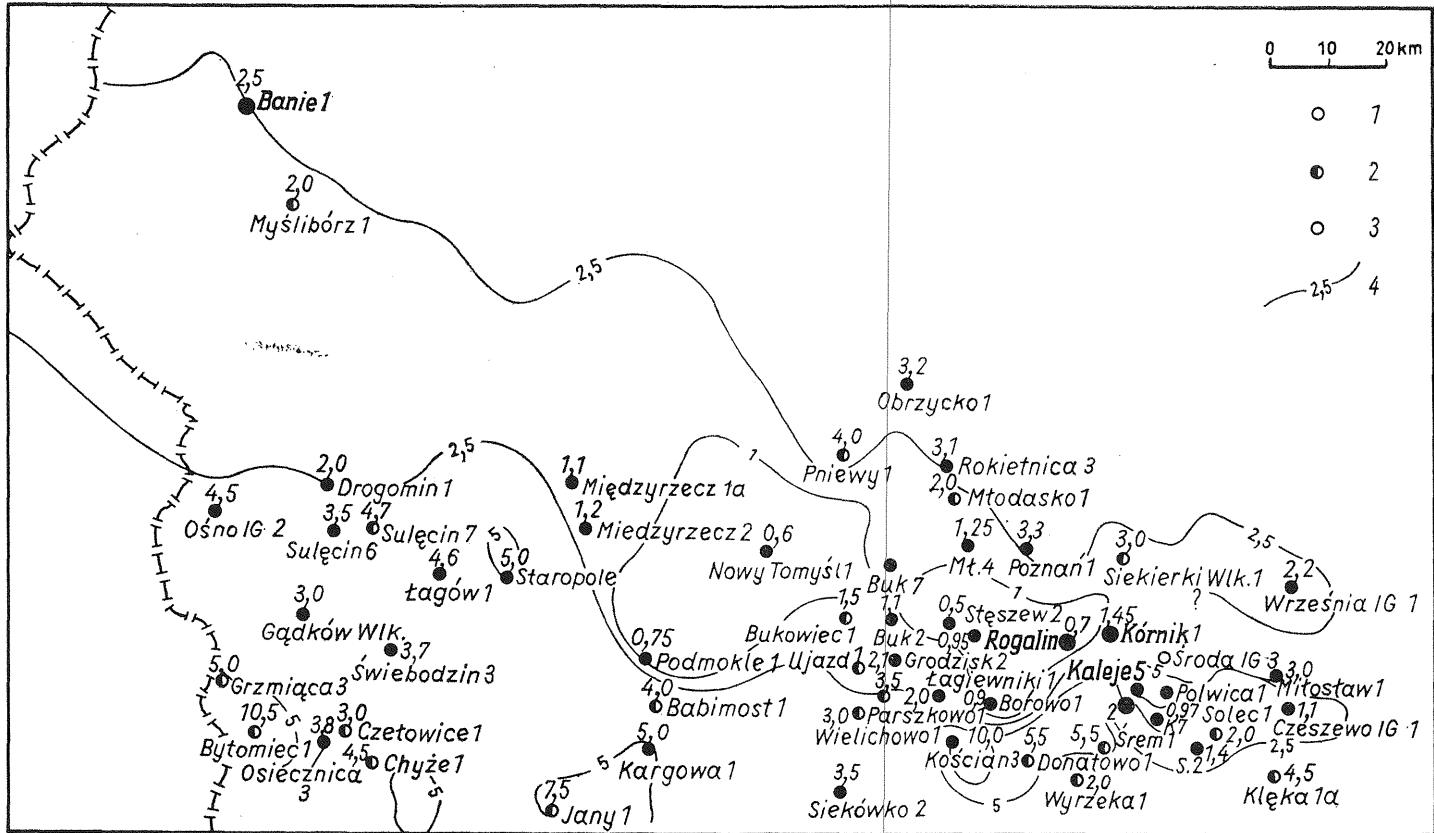


Fig. 1. Miąższość wapienia cechsztyńskiego i lokalizacja otworów wiertniczych w północnej części monokliny przedsudeckiej  
Thickness of the Zechstein Limestone and the location of boreholes in the northern part of the Fore-Sudetic monocline

1 — otwory wiertnicze, w których miąższość wapienia cechsztyńskiego (podaną w metrach) określono w rdzeniu; 2 — otwory wiertnicze, w których miąższość wapienia cechsztyńskiego (podaną w metrach) określono na podstawie pomiarów geofizyki wiertniczej; 3 — otwory wiertnicze o nieustalonej miąższości z powodu braku rdzenia i niepewnej interpretacji pomiarów geofizyki wiertniczej; 4 — izopachy wapienia cechsztyńskiego (w metrach)

1 — boreholes in which the thickness of the Zechstein Limestone (given in metres) was determined in cores; 2 — boreholes in which the thickness of the Zechstein Limestone (given in metres) was determined on the basis of interpretation of geophysical logs; 3 — boreholes of undetermined thickness of the Zechstein Limestone due to the lack of core and uncertain interpretation of geophysical logs; 4 — isopachs of the Zechstein Limestone, in metres

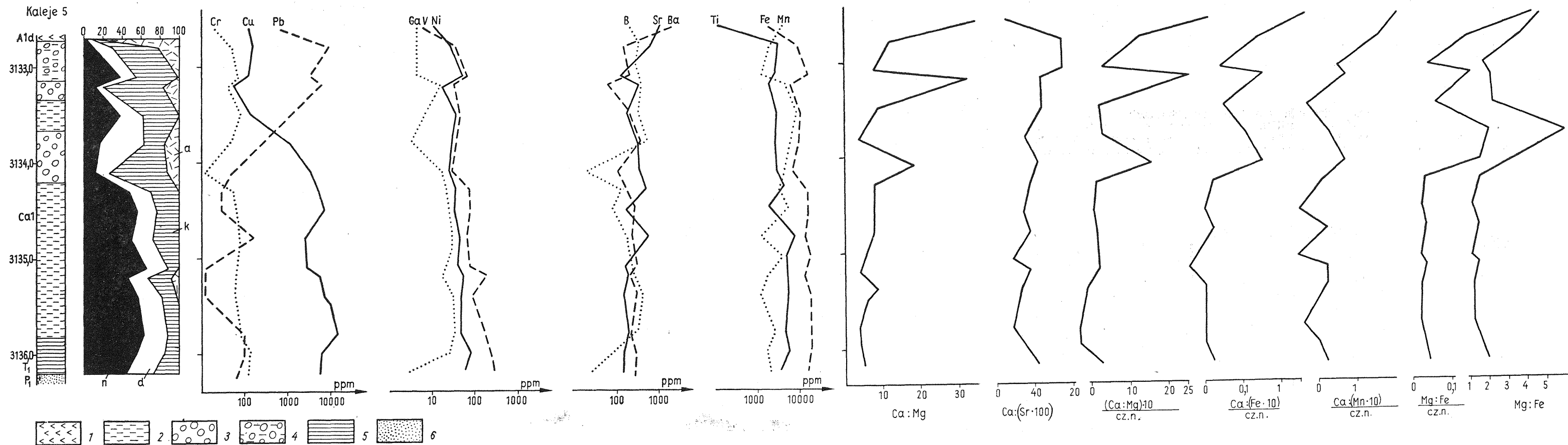


Fig. 2. Wykształcenie mikrofacjalne, skład mineralny oraz charakterystyka geochemiczna wapienia cechsztyńskiego w otworze Kaleje 5

Microfacies development, mineralogical composition and geochemical characteristics of the Zechstein Limestone in the Kaleje 5 borehole

Anhydrit dolny: 1 — anhydryt; wapień cechsztyński: 2 — pelmicyty i mikryty zailone, 3 — onkolity, 4 — onkolity o drobnopelletowym tle; łupek miedzionośny: 5 — ilowce margliste; czerwony spągowiec: 6 — piaskowce; skład mineralny: n — części nierozpuszczalne, d — dolomit, k — kalcyt, a — anhydryt

The Lower Anhydrite: 1 — anhydrites; the Zechstein Limestone: 2 — pelmicrites and clayey micrites, 3 — oncolites 4 — oncolites of fine-pelletal matrix; the Kupferschiefer: 5 — marls; the Rotliegend: 6 — sandstones; mineralogical composition: — n — insoluble residue, d — dolomite, k — calcite, a — anhydrite

łupku miedzionośnego o zmiennej miąższości (od 2 cm w otworze Września IG 1 do 0,8 m w otworze Grodzisk 2). Rzadko łupek miedzionośny występuje w profilach wapienia cechsztyńskiego o miąższości poniżej 1,5 m; jego miąższość w takich przypadkach wynosi poniżej 14 cm.

Zdaniem J. Sokołowskiego i Z. Deczkowskiego (1977, s. 186) obszar północnej monokliny przedsudeckiej uległ w okresie sedymentacji wapienia cechsztyńskiego szybszemu pograżaniu w porównaniu z obszarem bardziej południowym. Zdaniem tych autorów, „nie stwierdzono... wyraźniejszego wzrostu miąższości wapienia werry na istniejącym w czerwonym spągowcu wyniesieniu wolsztyńskim, co świadczyłoby, że element ten w czasie sedymentacji wapienia pograżał się z podobną szybkością jak elementy sąsiadujące i znajdował się na większej głębokości niż obszar położony na południe od grzędy żarkowsko-rawicko-ostrzeszowskiej” (op. cit., s. 188). Zacytowanym wnioskom przeczą wyniki kompleksowych badań uzyskane w IG w zespole pod kierownictwem R. Wagnera, które wskazują na — generalnie ujmując — płytkowodne środowisko sedymentacji wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedsudeckiej i południowej części niecki szczecińskiej oraz na istnienie dużego zróżnicowania geomorfologicznego tego obszaru w czasie sedymentacji wapienia cechsztyńskiego. Zróżnicowanie to związane jest z aktywnością tektoniczną obszaru, tworzącego wyniesienie wolsztyńskie w okresie sedymentacji czerwonego spągowca. Interpretacja taka znalazła swoje odbicie w publikowanej mapie paleogeograficznej wapienia cechsztyńskiego Nizu Polskiego (T. M. Peryt, T. S. Piątkowski, R. Wagner, 1978).

W artykule omówiono wykształcenie mikrofacjalne oraz podano charakterystykę geochemiczną profili skondensowanych na kilku przykładach (fig. 3—5). Ponadto porównano profile skondensowane z profilami o miąższościach typowych dla wewnętrznej części zbiornika wapienia cechsztyńskiego. Celem pracy jest: 1 — określenie środowiska sedymentacji profili skondensowanych; 2 — skorelowanie profili o różnych miąższościach pochodzących z wewnętrznej części zbiornika; 3 — ustalenie związku pomiędzy profilami skondensowanymi wapienia cechsztyńskiego a paleotektoniką obszaru północnej monokliny w permie.

Prezentowana praca powstała w trakcie badań cechsztynu Nizu Polskiego w zespole pod kierownictwem mgra R. Wagnera, któremu autorzy winni są wdzięczność za zachętę do badań i liczne dyskusje. Materiał do badań pochodził z otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego oraz Zjednoczenia Górnictwa Naftowego i Gazownictwa. Autorzy dziękują Dyrekcjom za umożliwienie przeprowadzenia badań. Podziękowania składamy także drowi Z. Deczkowskiemu i mgr D. Kühn za dyskusje, mgr L. Piątkowskiej za wykonanie wstępnej ekspertyzy petrograficznej oraz doc. drowi hab. R. Dadlezowi za cenne uwagi krytyczne.

## WYKSZTAŁCENIE LITOLOGICZNE

Badaniami mikrofacjalnymi objęto dotychczas 11 profili skondensowanych wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedsudeckiej (Banie 1, Kórnik 1, Młodasko 4, Stęszew 1, Nowy Tomyśl 1,

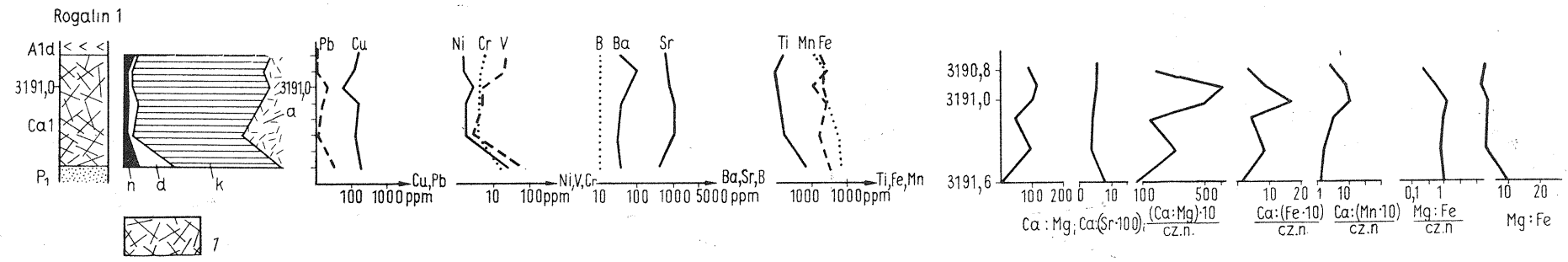


Fig. 3. Wykształcenie mikrofacjalne, skład mineralny oraz charakterystyka geochemiczna wapienia cechsztyńskiego w otworze Rogalin 1  
 Microfacies development, mineralogical composition and geochemical characteristics of the Zechstein Limestone in the Rogalin 1 borehole  
 1 — kalcytowe pokrywy oraz owalne i kuliste składniki osadu o różnej genezie; pozostałe objaśnienia jak na fig. 2  
 1 — calcitic crusts and ovate to globular components of different origin; for other explanation see Fig. 2

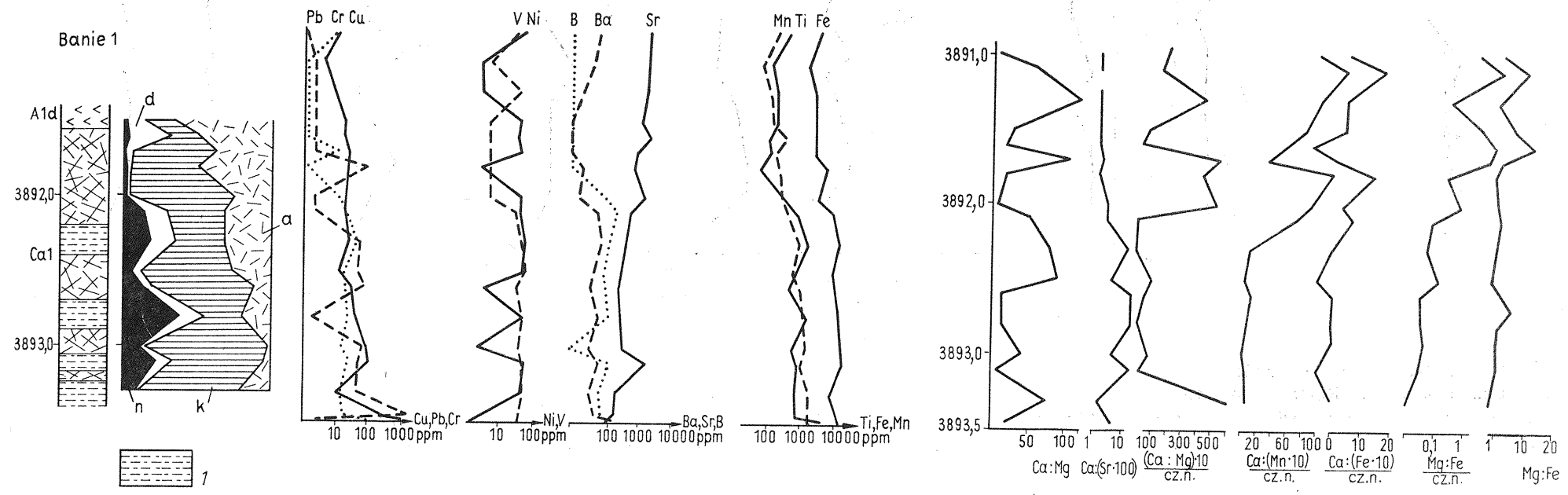


Fig. 4. Wykształcenie mikrofacjalne, skład mineralny oraz charakterystyka geochemiczna wapienia cechsztyńskiego w otworze Banie 1  
 Microfacies development, mineralogical composition and geochemical characteristics of the Zechstein Limestone in the Banie 1 borehole  
 1 — pelmikryty; pozostałe objaśnienia jak na fig. 2 i 3  
 1 — pelmicrites; for other explanation see Figures 2 and 3

Polwica 1, Rogalin 1, Ujazd 2, 4, 5 i Międzyrzecz 2). Ponadto przebadano dla celów porównawczych 10 profili kompletnych (Poznań 1, Łągów 1, Kaleje 3, 4, 5, Sulęcín 4, 6, 10 i Kościan 2, 3).

Biorąc pod uwagę obecny skład mineralny skał zaliczonych do poziomu wapienia cechsztyńskiego wyróżnić można szereg typów: od wapieni i dolomitów do ilowców marglistych i od skał węglanowych do siarczanowych, przy czym istnieją także skały węglanowo-łowcowo-siarczanowe o zmiennych proporcjach poszczególnych składników (fig. 2—5). Taka duża zmienność jest w znacznej mierze wynikiem diagenety. Wśród procesów diagenetycznych wpływających na końcowy skład mineralny skał największe znaczenie miał proces kalcytyzacji, zachodzący w wielu fazach i obejmujący swym działaniem zarówno anhydryt, jak i dolomit.

Profile kompletne wykształcone są w postaci mikrytów (tabl. I, fig. 8), zawierających dużo części nierozpuszczalnych, głównie minerałów ilastych, z reguły powyżej 40% (por. fig. 2). W górnej części profili stwierdza się przewarstwienia skał onkolitowych (tabl. I, fig. 9; tabl. II, fig. 10), tworzących niekiedy zwarte kompleksy, w stropie uwieńczone zwykle stromatolitami. W mikrytach występuje dosyć uboga fauna (otwornice z rodzajów: *Agathammina*, *Ammodiscus*, *Geinitzina*, *Glomospira* i nieoznaczalne otwornice jednoseryjne) oraz fragmenty muszli. W obrazie mikroskopowym brak jest w zasadzie różnicowania pomiędzy mikrytami pochodzącymi z różnych części profilu różnych otworów wiertniczych z wyjątkiem poziomu łupku miedzionośnego, charakteryzującego się — przy podobnym składzie mineralnym — charakterystyczną łupkową oddzielnnością. Wśród skał onkolitowych wyróżnić można dwa typy wyraźnie się od siebie różniące. Typ pierwszy to drobnoonkolitowa skała (tabl. I, fig. 9) z onkoidami, które na ogół uległy intensywnym procesom diagenetycznym, najczęściej neomorfizmowi agradacyjnemu (fig. 9) oraz rozpuszczaniu i wypełnianiu onkoidów anhydrytem, przy czym często proces rozpuszczania i wypełniania był poprzedzony neomorfizmem agradacyjnym. Stosunkowo rzadko spotyka się skały onkolitowe drugiego typu, cechujące się mniejszą zawartością części nierozpuszczalnych w porównaniu z mikrytami. W drobnopelletowym tle zawierającym ooidy promieniste, otwornice (jednoseryjne, spiralne, płożące oraz earlandie) występują duże (do 2 cm średnicy) struktury o złożonej budowie (tabl. II, fig. 10), najczęściej onkoidy. Charakterystyczną cechą tych struktur jest obecność wielu powierzchni, świadczących o wielokrotnym procesie wzrostu, przerywanym okresami erozji. Owe nieciągłości w sedymentacji zaznaczone są najczęściej powłokami zawierającymi zwiększoną ilość materiału ilastego, ułożonymi niezgodnie w stosunku do powłok starszych. Jest rzeczą możliwą, że część omawianych struktur reprezentuje także fragmenty stromatolitów powstałych w środowisku sublitoralnym (tabl. II, fig. 10), jak również w środowisku wadycznym. Widoczne ślady erozji zewnętrznych powłok omawianych form oraz nieco odmienny skład mineralny (omawiane formy są zbudowane z prawie czystego kalcytu, podczas gdy tło zawiera dość dużo dolomitu) wskazują na depozycję omawianych form w środowisku innym (głębszym) niż środowisko ich powstania (które było płytsze). W stropie profili kompletnych występują, na granicy z anhydrytem dolnym, stromatolity, np. w otworze Poznań 1 o miąższości 20 cm. Ich wykształcenie nie pozwala na określenie środowiska sedymentacji.

Podsumowując, typy skał kompletnych profili wapienia cechsztyńskiego wskazują na niskoenergetyczne środowisko sedimentacji dosyć głębokie (prawdopodobnie około 50 m), do którego dostarczany był materiał ilasty oraz — sporadycznie — ziarna węglanowe z przyległych płyczn.

Profile skondensowane cechuje dużo mniejsza zawartość części nierozpuszczalnych (fig. 3—5) oraz inne wykształcenie mikrofacjalne. W skład części nierozpuszczalnych często wchodzi głównie kwarc. Większą część profilu stanowią kalcytowe struktury w formie pokryw oraz owalne i kuliste cząstki o różnej średnicy — od 0,03 mm do kilku cm. Pokrywy reprezentowane są przez stromatolity (tabl. III, fig. 13, tabl. IV, fig. 15) oraz *calcrete* (tabl. III, fig. 12), natomiast składniki owalne przez cały zespół cząstek o różnej genezie. W zasadzie sporadycznie i tylko w spągu występują onkoidy algowe, często onkoidy otwornicowo-algowe (tabl. II, fig. 11). W pozostałych przypadkach mamy do czynienia z pizoidami wadycznymi, kalcytowymi sferulitami poanhydrytowymi (tabl. III, fig. 13), formami poligenicznymi (np. algowo-wadycznymi) i intraklastami, w skład których wchodzi często fragmenty struktur wadycznych oraz ooidy promieniste. Ze względu na wyjątkowo silne procesy diagenetyczne, a zwłaszcza kalcytyzację, jest rzeczą bardzo trudną w wielu przypadkach ściśle określić genezę poszczególnych cząstek i struktur, tym niemniej większość wymienionych cząstek i struktur świadczy o bardzo płytkim środowisku sedimentacji, w przypadku osadów wadycznych oraz kongrecji anhydrytowych tkwiących w mule dolomitowym (obecnie są to sferyczne struktury kalcytowe tkwiące w mikrycie dolomitowym) — o supralitoralnym środowisku sedimentacji. W dolnej części profili skondensowanych występują niekiedy pelmikryty (tabl. IV, fig. 14) i mikryty zawierające na ogół stosunkowo niewielką ilość ziarn węglanowych: są to ooidy promieniste, peloidy, otwornice, małżoraczki, fragmenty muszli małżów lub ramienionogów oraz mszywiolów i szkarłupni, a także fragmenty struktur wadycznych.

Podsumowując, profile skondensowane powstawały na obszarach bardzo płytkich, okresowo wynurzanych ponad poziom morza.

## CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA

Badania geochemiczne miały na celu rozpatrzenie występowania szeregu pierwiastków głównych i śladowych w osadach wapienia cechsztyńskiego pod kątem uchwycenia różnic względnie podobieństw w ich zachowaniu się, co dawałoby podstawę do wydzielenia odmian geochemiczno-facjalnych i korelacji poszczególnych serii osadów. Przeanalizowano rozkład zawartości wapnia, magnezu, żelaza, tytanu, manganu i części nierozpuszczalnych w skałach z profili kompletnych (Poznań 1, Kaleje 4, 5, Łągów 1) i skondensowanych (Banie 1, Rogalin 1). Ponadto przeprowadzono analizę rozkładu zawartości szeregu pierwiastków śladowych: Cu, Pb, Ni, Co, V, Cr, Ga, B, Sr, Ba w skałach wyżej wymienionych profili oraz profilach skondensowanych: Kórnik 1, Młoda-sko 4 i Rokietnica 3. Dla celów korelacyjnych we wszystkich wymie-

## Skrajne i średnie

Nazwa otworu wiertniczego	Cu	Pb	Ni	Co	V	Cr
Poznań 1	30—15800	5—93	5—200	5—25	5—2900	1—415
	2155	17,5	62	8,4	444	112,4
Kaleje 4	350—19200	5—4200	10—485	5—48	10—2858	5—400
	5252	681,5	92	18,3	281	93,5
Kaleje 5	57—119000	5—8500	5—80	5—88	10—280	10—115
	16363	1252	38	32	91	61
Rokietnica 3	5—5400	3—175	5—195	5	5—107	5—480
	117	10	37		40	61
Łągów 1	65—880	5—125	5—45	5—28	5—130	6—57
	378	18,3	25	9,9	59	25,5
Rogalin 1	70—180	5—30	5—23	—	5—53	4—15
	127	12	9	< 5	18	7
Kórnik 1	20—16600	5—925	5—340	5—36	5—3000	3—740
	235	170,4	27,6	5,3	189	68
Młodasko 4	20—5000		5—68		5—345	3—147
	148,5	< 5	18	< 5	58	21
Banie 1	4—950	5—1600	5—50	< 5	5—49	3—65
	85	24	29		26	16

nionych profilach prześlędzono stosunki zawartości poszczęólnych par pierwiastków w profilach pionowych.

Pierwiastki śladowe oznaczono metodą spektralnej analizy emisyjnej z wyjątkiem miedzi i strontu, które w określonych interwałach głębokości niektórych profili przeanalizowano metodą absorpcji atomowej (miedź) oraz metodą fluorescencji rentgenowskiej (stront). Wapń, magnez i żelazo oraz części nierozpuszczalne oznaczono tradycyjnymi metodami chemicznymi. Analizy zostały wykonane w Centralnym Laboratorium Chemiczno-Technologicznym Instytutu Geologicznego.

\*

Rozmieszczenie poszczęólnych pierwiastków w różnych seriach litologicznych osadów werra z omawianych otworów wiertniczych opisano oddzielnie dla każdego z nich. Wyniki ekstremalnych i średnich zawartości zestawiono w tabelach 1—3. Tendencje w rozmieszczeniu koncentracji badanych pierwiastków w niektórych profilach przedstawiono graficznie (fig. 2—5).

Miedź, ołów. Miedź występuje w ilościach znacznie przekraczających cytowane przez różnych autorów wartości klarkowe. Charakterystyczna jest dla tego pierwiastka duża zmienność koncentracji zarówno w rozprzestrzenieniu pionowym, jak i regionalnym. Największe koncentracje miedzi i ołowiu stwierdzono w spągowych osadach ilastych w profilach kompletnych (por. fig. 2). Charakteryzują się one wysoką i bardzo zróżnicowaną koncentracją miedzi, obniżającą się znacznie w kie-



Tabela 1

## koncentracje pierwiastków (ppm)

Ga	B	Sr	Ba	Ti	Mn	Fe
5-28	10-375	150-730	103-1008	150-3450	720-4650	3900-12800
9,3	111	402	386	1380	2465	7918
2-38	10-350	120-698	103-780	120-5000	210-6000	3900-23400
10,7	190	219	316	2910	1813	16260
5-30	10-390	110-910	50-2300	90-6400	1075-7000	1400-18400
15,7	190	226	319	3222	2552	12062
5-55	10-335	120-840	25-3850	10-3850	100-4600	
12,5	64	457	513	1428	2327	
5-30	10-440	120-680	93-2150	430-2325	1500-3325	5000-22900
12	77	340	581	1077	2402	12280
—	—	400-1000	26-95	80-720	1200-5408	1400-3100
< 5	< 5	782	46	224	2893	2050
< 5	5-542	90-660	26-375	17-5300	265-10000	1400-24600
	62	269	99	1437	5103	5320
5-60	5-260	100-950	10-5000	64-3700	10-5000	1100-13100
8	55	467	1072	681	3260	5578
< 5	5-185	100-1560	5-155	54-4000	10-1625	2500-16600
	53	787	50	674	665	7942

runku osadów stropowych. Odmienne zachowanie się cechuje rozkład zawartości ołowiu w tych przekrojach, wykazujący wyraźną tendencję do kumulowania się w partiach stropowych profili, w których osiąga wartości maksymalne. W profilach kompletnych północnej części monokliny przedsudeckiej, podobnie jak w innych profilach kompletnych z południowej strefy monokliny przedsudeckiej (H. Ważny, 1978b), zwraca uwagę wyraźna strefowość w koncentrowaniu się ołowiu, pozostająca w niezgodności w stosunku do stref koncentracji miedzi. W północnej części monokliny przedsudeckiej zaznaczają się pewne różnice w rozkładzie miedzi i ołowiu w obrębie poszczególnych przekroi, uwarunkowane lokalnymi zmianami warunków fizyczno-chemicznych środowiska sedymentacji. Rozkład miedzi w profilach otworów Kaleje 5 (fig. 2) i Kaleje 4 wykazuje duże podobieństwo do rozkładu tego pierwiastka w wapieniu cechsztyńskim z rejonu Głogowa, podczas gdy profil geochemiczny skał otworu Poznań 1 różni się nieco od wyżej wymienionych, przypominając raczej profile z rejonu Wrocławia.

Osady profili skondensowanych charakteryzują się ogólnie niższą koncentracją miedzi i ołowiu z wyjątkiem skał z otworów wiertniczych Kórnik 1 (fig. 5) i Młodasko 4, w których w warstwach spągowych wykształconych w facji łupku miedzionośnego stwierdzono dość znaczną koncentrację miedzi (1,66<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Cu i 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Cu). Profile geochemiczne miedzi w obydwu otworach są zbliżone, charakteryzuje je duże zróżnicowanie koncentracji spotykane w osadach wykształconych w facjach stref przybrzeżnych płytkowodnych o zmiennych warunkach fizyczno-chemicznych

środowiska depozycji osadów. W pozostałych profilach skondensowanych koncentracje miedzi i ołowiu są rzędu wartości klarkowych (0,01‰ Cu), przy czym profile geochemiczne Cu i Pb w osadach otworu Rogalin 1 są prawie analogiczne jak w stropowej części utworów wapienia cechsztyńskiego otworu Banie 1 (fig. 3, 4).

Wanad, nikiel. Pierwiastki te są stałymi składnikami osadów dolnocechsztyńskich, w których osiągają wartości wyższe od klarkowych, zwłaszcza w profilach z poziomem łupku miedzionośnego wykształconym w facji redukcyjnej (H. Ważny, 1967). W omawianym rejonie najwyższe koncentracje i zbliżony rozkład zawartości wykazują te pierwiastki w skałach profili kompletnych, przekraczając lokalnie (np. w otworze Kaleje 4: 0,28‰ V i 0,04‰ Ni) znacznie wartości klarkowe. Maksyma koncentracji przypadają na osady łupku miedzionośnego z podwyższoną mineralizacją miedziową. Dla obu tych pierwiastków charakterystyczna jest zależność koncentracji od typu litologicznego tak, że zmiana zawartości niklu i wanadu znaczy stopień zailenia osadu. Zależność ta, podobnie jak w przypadku miedzi, związana jest z sorpcją metali przez minerały ilaste. Znaczną rolę w akumulacji niklu i wanadu odgrywa również biofaza.

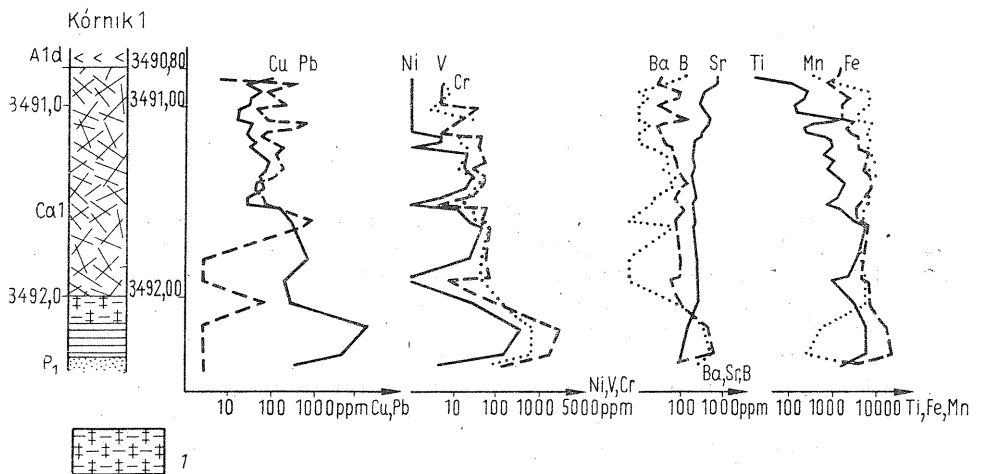


Fig. 5. Wykształcenie mikrofacjalne oraz charakterystyka geochemiczna wapienia cechsztyńskiego z otworu Kórnik 1

Microfacies development and geochemical characteristics of the Zechstein Limestone in the Kórnik 1 borehole

1 — biomikryty; pozostałe objaśnienia jak na fig. 2 i 3

1 — biomicrites; for other explanation see Figs 2 and 3

W osadach profili skondensowanych zawartości niklu i wanadu są niższe niż w osadach profili kompletnych (por. fig. 2 i fig. 3—5) a rozkład ich cechuje duże zróżnicowanie koncentracji z zaznaczoną wyraźnie zależnością korelacyjną obu pierwiastków, które maksima koncentracji osiągają w tych samych punktach przekrojów. Najwyższe koncentracje stwierdzono w spągowych warstwach profilu Kórnik 1 (0,3‰ V i 0,034‰ Ni — fig. 5), chociaż przeciętne zawartości dla skał całego profilu są raczej niskie i wynoszą 0,019‰ V i 0,0028‰ Ni (fig. 5). W pozostałych

## Stosunki par pierwiastków

Tabela 2

Nazwa otworu wiertniczego	Ca : Mg	Ca	Ca	Ca	(Ca : Mg) · 10	Ca : (Mn · 10)	Ca : (Fe · 10)	Mg : (Mn · 10)	Mg : Fe	Ca : Mg	Mg : Fe	Mg
		Sr · 100	Mn · 10	Fr · 10	cz.n.	cz.n.	cz.n.	cz.n.	cz.n.	Sr · 100		Mn · 10
Poznań 1	1,8—11,9 4,3	3,5—8,8 4,9	4,1—12,4 8,5	0,4—7,2 3,3	0,3—39,7 6,6	1,0—60,8 15,4	0,005—3,5 0,9	0,05—2,3 0,5	0,03—8,5 1,7	0,5—1,6 1,0	2,1—19,8 7,9	
Kaleje 4	1,7—12,6 5,6	2,4—12,8 7,8	1,6—24,1 12,8	0,3—7,5 1,6	0,2—31,5 4,4	0,02—8,0 1,2	0,004—1,1 0,15	0,01—0,6 0,13	0,01—1,2 0,18 <sup>o</sup>	0,7—7,7 3,0	0,6—8,6 2,3	0,7—29,3 3,7
Kaleje 5	4,0—6,9 15,3	4,4—17,7 9,5	2,3—20 8,2	0,5—20,6 3,2	0,7—26 4,6	0,05—6,7 0,8	0,006—0,5 0,10	0,008—1,9 0,15	0,02—3,2 0,3	1,5—13 5,0	1,2—6,3 2,2	0,3—1,9 1,0
Banie 1	5,3—295,4 52,6	1,9—16 7,2	14—359 118	1,6—21 8,7	2,0—664 222,3	0,4—302 70,3	0,008—35,1 6,1	0,003—18,5 2,4	0,01—9,3 1,6	0,5—28 8,3	0,08—11,10 3,1	0,3—22 4,7
Łagów 1	2,4—11,4 4,9	2,6—14,4 7,4	3,2—15,3 8,5	0,7—44,3 7,1	0,8—7,4 2,5	0,06—1,6 0,6	0,01—0,9 0,3	0,01—0,5 0,18	0,02—2,1 0,60	0,4—7,6 2,2	1,0—12,6 6,4	0,8—2,8 2,2
Rogalin 1	10,2—108,8 73,7	3,5—7,7 4,9	5,7—29,8 16,3	9,9—33,8 19,8	10,2—651 292	1,7—10,2 5,8	1,0—16,8 7,2	0,03—0,1 0,06	0,4—1,7 0,96	25,—14,7 9,2	1,4—9,9 3,8	0,08—0,6 0,3

Tabela 3

## Stosunki par pierwiastków

Nazwa otworu wiertniczego	Ba : Sr	Ba : Ti	Ti : Fe	Mn : Fe	Ni·100	V·100	V : Ni	V : Ni
					Fe	Fe		
Poznań 1	0,1—4,0	0,1—3,7	0,03—0,4	0,06—0,8	0,04—2,2	0,1—22,6	1,0—14,5	1,0—7,0
	1,32	0,65	0,16	0,40	0,7	4,6	3,4	2,3
Kaleje 4	0,1—4,8	0,03—0,8	0,03—0,3	0,01—1,5	0,2—2,2	0,3—7,1	1,0—5,9	0,06—7,1
	1,7	0,18	0,16	0,20	0,56	1,0	1,9	1,8
Kaleje 5	0,3—2,3	0,06—0,10	0,06—1,8	0,06—2,2	0,2—0,6	0,4—1,7	1,1—4,7	0,7—4,0
	1,2	0,06	0,37	0,42	0,33	0,73	2,15	1,54
Łagów 1	0,4—5,4	0,08—2,1	0,06—0,1	0,07—0,6	0,1—0,3	0,3—1,3	1,4—5,0	4,3—1,7
	2,0	0,75	0,08	0,25	0,25	0,5	2,4	2,6
Rokietnica 3	0,02—12,8	0,04—1,8	0,03—0,4	0,03—1,3	0,07—1,0	0,03—9,4	1,0—8,8	1,0—3,6
	2,0	0,3	0,20	0,44	0,41	1,1	1,8	1,8
Rogalin 1	0,03—0,1	0,05—1,2	0,03—0,2	0,7—3,3	0,2—0,7	0,5—1,7	1,5—2,5	2,0—4,0
	0,06	0,4	0,09	1,5	0,33	0,9	2,0	3,1
Kórnik 1	0,04—4,4	0,02—1,7	0,02—0,9	0,01—4,3	0,1—1,7	0,2—14,7	1,0—8,8	1,0—4,1
	0,6	0,18	0,29	1,7	0,30	1,5	2,6	1,7
Młodasko 4	0,07—6,3	0,1—10,9	0,03—0,3	0,2—2,6	0,1—0,6	0,3—3,1	1,0—5,1	1,0—6,3
	2,40	2,40	0,11	0,8	0,35	0,9	1,8	2,2
Banie 1	0,03—1,5	0,04—1,6	0,02—0,3	0,04—0,2	0,1—2,1	0,6—1,4	0,6—1,4	0,7—3,5
	0,2	0,2	0,09	0,09	0,9	0,9	0,9	2,2

badanych utworach profili skondensowanych zawartość wanadu i niklu jest bardzo niska, rzędu zawartości przeciętnych podawanych w literaturze dla tego typu skał.

**C h r o m, b a r, t y t a n, ż e l a z o.** Charakter przestrzennego rozkładu tych pierwiastków ma doniosłe znaczenie przy rozważaniach dotyczących facji geochemicznych, ponieważ pierwiastki te są związane z frakcją łąską i detrytyczną, stanowiącą w przeważającej części terygeniczny składnik osadów. Nierównomierność rozmieszczenia omawianych pierwiastków charakteryzuje złożoność i odmienne warunki tworzenia się osadów (H. Ważny, 1978a). Sposób rozmieszczenia i koncentracje Ti, Fe, Ba, Cr w skałach profili kompletnych są zbliżone. Charakteryzują się one stałą wysoką i mało zróżnicowaną zawartością Ti i Fe. Zawartości baru zmieniają się również w małych granicach, wykazując bardzo zbliżoną wartość średnią około 0,03‰ Ba. Koncentracje Cr są wyraźnie wyższe od wartości w osadach profili skondensowanych z zaznaczoną zależnością jego koncentracji od zawartości Ni i V w profilach. Niektóre profile kompletne (np. Poznań 1) wykazują charakter dwudzielny. W osadach części dolnej takiego przekroju zawartości omawianych pierwiastków są o wiele wyższe i wykazują wyraźne tendencje wzrostu w kierunku spągu.

Charakter i podobieństwo rozkładu omawianej grupy pierwiastków w profilach kompletnych sugeruje, że osady te tworzyły się w warunkach zbliżonych, w spokojnej, raczej płytkowodnej strefie zbiornika. Większe zróżnicowanie koncentracji Ba, Ti, Fe i Cr obserwowane w skałach niektórych profili (np. Rokietnica 3, Łągów 1) charakteryzuje zmienne warunki fizyczno-chemiczne sedymentacji, sprzyjające migracji tych pierwiastków, co zwykle ma miejsce w ruchliwej strefie zbiornika w środowisku przybrzeżnym.

Cechą wspólną osadów profili skondensowanych jest duże zróżnicowanie koncentracji Fe, Ti, Ba, Cr, chociaż występują pewne różnice w ich względnych zawartościach, zwłaszcza dotyczy to Ba i Ti. Profile geochemiczne omawianych pierwiastków mają przebieg bardzo urozmaicony (por. fig. 3—5), podobny do rozkładu Cu, Pb, Ni, V w tych profilach. Zaznacza się w nich wyraźna tendencja wzrostu koncentracji większości badanych pierwiastków w spągowych partiach osadów. Typ rozkładu i wysoka zawartość Ti, Ba i Cr w omawianych utworach wskazuje na zmienne warunki sedymentacji w strefie płytkowodnej, sugerując jednocześnie szybkie tempo sedymentacji i stosunkowo krótki transport frakcji detrytycznej, w czasie którego nie nastąpił proces osadowej dyferencjacji.

#### STOSUNKI PAR PIERWIASTKÓW

Badania wzajemnych relacji poszczególnych pierwiastków są również bardzo pomocne przy ustalaniu korelacji poziomów i określaniu parametrów fizyczno-chemicznych środowiska sedymentacji. W tym celu przebadano szereg zależności w profilach pionowych badanych otworów wiertniczych. Wartości stosunków i zależności poszczególnych par pierwiastków podano w tab. 2 i 3. Szczegółowa analiza wykazała przydatność do celów korelacyjnych i diagnostycznych kilku z nich:

Ca: Mg. Wartości zbliżone i podobny rozkład w profilach pionowych zanotowano w osadach profili kompletnych. Najwyższe wartości stosunku Ca: Mg z wyraźnie zaznaczoną zmiennością w obrębie poszczególnych warstw stwierdzono w skałach profili skondensowanych (por. fig. 3, 4).

Ca: Sr. Zbliżony rozkład i wartości współczynnika charakteryzuje osady profili kompletnych, w których zaznacza się stała tendencja obniżania zawartości strontu od stropu do spągu przekroju (por. fig. 2). Wartość i rozkład stosunku Ca: Sr odzwierciedla w pewien sposób tendencje zmian diagenetycznych w osadach. Najmniej wyraźnie zaznaczyły się one w osadach z otworu Poznań 1, bardziej w profilu Kaleje 5 niż Kaleje 4, przy czym w większym stopniu zmiany te obserwuje się w stropie profili, gdzie najniższej wartości stosunku Ca: Mg odpowiadają najwyższe wartości stosunku Ca: Sr. Zmiany te informują o możliwości migracji strontu w wyniku zachwiania się równowagi fizyczno-chemicznej środowiska. W profilach skondensowanych zawartości strontu są znacznie wyższe, zwłaszcza w partiach stropowych omawianej serii osadów, co znajduje odbicie w niskich wartościach stosunku Ca: Sr. Na ogół niskim i stałym wartościom tego stosunku towarzyszy dość zmienna wartość stosunku Ca: Mg. Fakt ten sugeruje możliwość występowania minerałów siarczanowych strontu w tych partiach przekrojów. Zmienność stosunku Ca: Sr w innych partiach osadów świadczyć może o zmianach postsedymentacyjnych. W skałach z otworu Rogalin 1 (fig. 3) zakres stężeń strontu oraz wartości i rozkład stosunku Ca: Sr jest bardzo zbliżony do stropu osadów z otworu Banie 1 (fig. 4).

(Ca: Mg) · 10/cz.n. Wartość tego stosunku w osadach profili kompletnych jest raczej niska i charakteryzuje się dużą zmiennością w obrębie poszczególnych przekrojów z wyraźnie zaznaczoną tendencją spadku w kierunku osadów ze spągu. Podobną zmienność wykazują wartości współczynników Ca: Mg/cz. n. i Ca: Fe/ cz. n. w tych profilach (fig. 2). Najwyższe wartości stosunku (Ca: Mg) · 10/cz. n. zanotowano w profilach skondensowanych (Banie 1, Rogalin 1 — fig. 3, 4), co ma związek ze znaczną zawartością wapnia i niską — części nierozpuszczalnych w tych osadach.

Ba: Sr. W skałach profili kompletnych wartość stosunku baru do strontu waha się w granicach 1,2—1,7 i nie wykazuje większego zróżnicowania (por. fig. 2). W profilach skondensowanych na ogół występują wartości poniżej 1,0, średnio 0,06—0,2 (fig. 3—5). Wyższą wartość (średnio 2,4) uzyskano w osadach z profilu otworu Młodasko 4, jak również w skałach otworów: Łągów 1 i Rokietnica 3 ze strefy przejściowej. Należy zaznaczyć, że profile te charakteryzuje duża zmienność wartości stosunku Ba: Sr z wyraźnie zaznaczoną tendencją wzrostu w kierunku spągu.

Ti: Fe. Zbliżone wartości stosunku tytanu i żelaza i podobny typ rozkładu obserwuje się w osadach profili kompletnych. W skałach profili skondensowanych nie stwierdzono prawidłowości w rozkładzie stosunku Ti: Fe z wyjątkiem otworów Banie 1 i Rogalin 1 (por. fig. 3, 4).

Mn: Fe. Obserwuje się duże podobieństwo w rozkładzie tego stosunku w osadach profili kompletnych. Wyższe wartości i odmienny rozkład wykazują profile skondensowane (por. fig. 2—5). Podobne tendencje zmian notuje się dla współczynnika Ni: Fe i V: Ni.

## WNIOSKI WYNIKAJĄCE Z BADAŃ GEOCHEMICZNYCH

1. Oznaczone pierwiastki rozprzestrzeniają się w sposób niejednolity, zależny od charakteru litologicznego skał.

2. W osadach spągowych omawianych profili stwierdzono znaczną mineralizację miedziowo-ołowiową z podwyższoną koncentracją Ni, Co, V, Cr. Zakres koncentracji (5,20—11,90% Cu; 0,85% Pb w otworze Kalleje 5) i strefowość pionowa metali głównych, wyrażona przesunięciem mineralizacji ołowiowej w stropowe partie profili w strefę obniżonej koncentracji miedzi, są charakterystyczne dla profili dolnego cechsztynu z rejonu złoża Lubin-Sierszowice i otworów wiertniczych z rejonu Głogowa.

3. Charakter i podobieństwo rozkładu chromu, baru, tytanu, żelaza oraz wartości stosunków Ca : Mg, Ca : Sr, (Ca : Mg) · 10/cz. n., Ca : Mn/cz. n., Ca : Fe/cz. n., V : Ni w profilach kompletnych sugerują, że osady te utworzyły się w warunkach zbliżonych: w spokojnej, raczej płytkowodnej strefie basenu cechsztyńskiego. Rozmieszczenie i wysoka zawartość Cu, Ti, Ba i Cr oraz rozkład wartości stosunku Mn : Fe, w profilach skondensowanych (Kórnik 1, Młodasko 4) wskazuje na zmienne warunki sedimentacji w ruchliwej i płytkiej strefie basenu, sugerując stosunkowo krótki transport materiału terygenicznego.

4. We wszystkich analizowanych skałach notuje się prawidłowość w rozmieszczeniu strontu, polegającą na stałym obniżaniu się jego zawartości od stropu do spągu. Wartość stosunku Ca : Sr określa zakres i natężenie zmian diagenetycznych w osadach. Największą zmienność wartości tego stosunku zaobserwowano w profilach skondensowanych.

5. Rozkład pierwiastków Cu, Pb, Ti, Ba, Cr, Fe oraz wartości i rozkład stosunków Ca : Mg, Ca : Sr, (Ca : Mg) · 10/cz.n. w otworze Rogalin 1 są bardzo zbliżone do wartości tych współczynników i ich rozkładu w stropie skał z otworu Banie 1.

## PODSUMOWANIE I IMPLIKACJE

Przedstawione dane mikrofacjalne i geochemiczne pozwalają na określenie środowiska sedimentacji wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedsudeckiej. Obszar ten cechował się obecnością licznych płycizn i obniżeń. Na płyciznach powstawały osady ziarniste, w obniżeniach zaś mikryty. Z obszarów wynurzonych ponad poziom morza oraz z podwodnych płycizn transportowany był materiał różnego rodzaju (m. in. wymywany był materiał ilasty) do przyległych obniżeń. Dotyczyło to także składników osadu powstających w wybitnie płytkowodnych warunkach, dlatego też przy określaniu środowiska depozycji należy w przypadku wapienia cechsztyńskiego zawsze brać pod uwagę cały zespół struktur i składników skał. Na fig. 6 przedstawiono schematycznie zależność pomiędzy częstością występowania materiału różnego typu a miąższością profilu wapienia cechsztyńskiego oraz zrekonstruowany poziom dna zbiornika. Jak wynika z obliczeń wykonanych w rejonie Kalej, gdzie istnieje stosunkowo gęsta siatka otworów wiertniczych i gdzie stwierdzono obecność profili zarówno skondensowanych, jak i komplet-

nych, przypuszczalny kąt spadku dna wynosił  $< 2^\circ$ . Jak wiadomo, tego rodzaju progi morfologiczne są optymalnym miejscem dla zakładania i rozwoju utworów biogenetycznych, takich jak rafy i ławice. Brak utworów tego typu na omawianym obszarze spowodowany był prawdopodobnie istnieniem warunków niesprzyjających ich powstawaniu, takich jak duży dopływ materiału terygenicznego czy podwyższone zasolenie. Należy jednak podkreślić, że obserwuje się w niektórych przypadkach

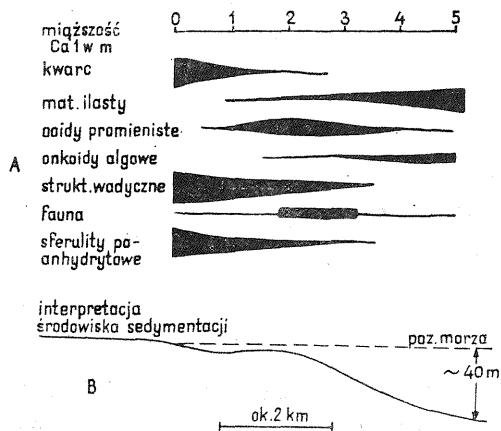


Fig. 6. Schemat ilustrujący względną częstość występowania wybranych składników osadu w zależności od miąższości wapienia cechsztyńskiego (A) oraz interpretacja batymetrii (B)

The scheme showing the relative frequency of occurrence of selected components of the deposit according to the thickness of the Zechstein Limestone (A) and the bathymetric interpretation (B)

względne podwyższenie zawartości materiału biogenetycznego, a w niektórych rejonach, np. w rejonie Kościanu, w omawianej strefie występują profile o miąższości do 10 m, utworzone niemal w całości przez bogate biomikryty.

Na obszarze przybrzeżnym wapienia cechsztyńskiego na monoklinie przedsudeckiej obserwuje się regresywne następstwo mikrofacji: podczas gdy w spągu przeważają mikryty laminowane materiałem terygenicznym i mikryty o genezie sublitoralnej, w stropie występują onkolity i biolityty o genezie płytko sublitoralnej i perylitoralnej, by zostać następnie zastąpione przez osady powstałe w środowisku *sabkha* na granicy wapienia cechsztyńskiego i anhydrytu dolnego (T. M. Peryt, 1978a).

Podobną wyraźną dwudzielność obserwuje się w większości profili skondensowanych wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedsudeckiej, co sugeruje, że: 1) mamy tutaj do czynienia z kompletnym profilem wapienia cechsztyńskiego i 2) osady profili skondensowanych powstały — ogólnie rzecz biorąc — w warunkach podobnych do panujących w strefie przybrzeżnej. Przypuszczenia te potwierdzają także wyniki badań geochemicznych. Wyjątkiem są profile o miąższości kilkudziesięciu centymetrów, reprezentowane niemal w całości lub w całości przez osady płytkowodne i subaeralne.

Rozważono możliwość przypadków, że profile takie odpowiadają: 1) kompletnym profilom wapienia cechsztyńskiego, a wykształcenie związane jest z wybitną płytkowodnością obszaru w ciągu całego okresu sedimentacji wapienia cechsztyńskiego lub 2) tylko górnej części kompletnych profili wapienia cechsztyńskiego, która jest z reguły podobnie wykształcona. Badania geochemiczne wskazują na drugą z tych możliwości.



W tym miejscu należy zaznaczyć, że także w innych częściach zbiornika wapienia cechsztyńskiego na obszarze Polski, np. na wyniesieniu Łeby (otwór Sulicice IG 1 — T.S. Piątkowski, inf. ustna) czy w strefie Koszalina — Chojnic (E. Czajor, R. Wagner, 1973), spotyka się profile wapienia cechsztyńskiego utworzone tylko przez osady płytkowodne górnej części profilu wapienia cechsztyńskiego. Brak osadów dolnej części profilu wapienia cechsztyńskiego związany jest, zdaniem wymienionych autorów, z istnieniem lokalnych wyniesień, niekiedy o niewielkiej różnicy reliefu względem otaczającego dna.

Na uwagę zasługuje fakt, że profile skondensowane wapienia cechsztyńskiego spotkano dotychczas tylko w zachodniej Polsce. W pozostałych częściach zbiornika wapienia cechsztyńskiego w strefie wewnętrznej zbiornika zawsze występują, jak można sądzić z opublikowanych danych z obszarów NRD, RFN, Holandii i Morza Północnego (G. Jankowski, W. Jung, 1962; H. Füchtbauer, 1968, 1972; J. W. R. Brueren, 1959; J. C. M. Taylor, V. S. Colter, 1975) profile o miąższości około 5 m lub nieco większej.

Jak już wspomniano, obszar północnej strefy monokliny przedsudeckiej podzielony był w czasie sedymentacji wapienia cechsztyńskiego na szereg bloków (fig. 7). Na blokach obniżonych powstały kompletne profile wapienia cechsztyńskiego, podczas gdy na blokach wypiętrzonych — profile skondensowane. Obszary występowania stref wypiętrzonych i obniżonych przedstawiono na fig. 7. Należy przy tym podkreślić, że ze względu na dużą zmienność gęstości siatki wierceń, jak również w wyniku różnego stopnia poznania wykształcenia wapienia cechsztyńskiego stopień dokładności wytyczenia tych stref jest zmienny. Z tego też względu możliwe jest istnienie lokalnych stref obniżeń (bloki obniżone niższego rzędu) w obrębie regionalnych stref wypiętrzeń zaznaczonych na fig. 7, jak również obecność lokalnych wypiętrzeń w obrębie strefy obniżonej.

Jaki istnieje związek pomiędzy regionalną strefą wypiętrzeń w wapieniu cechsztyńskim a strefą wypiętrzeń kostrzyńsko-wolsztyńsko-pogorzelskich w saksonie? Strefa ta w saksonie miała kierunek WNW — ESE i taki sam kierunek ma strefa wypiętrzeń wapienia cechsztyńskiego na odcinku Myślubórz — Podmokle, przy czym oś wypiętrzenia jest nieco przesunięta ku północy (por. fig. 7). Powoduje to, że obszary znajdujące się w saksonie w bezpośrednim sąsiedztwie strefy wypiętrzeń (np. Staropole, Babimost 1, Siekówko) w wapieniu cechsztyńskim cechuje kompletna sekwencja, świadcząca o pewnym oddaleniu od strefy wypiętrzeń (od około 5 km w przypadku otworu Babimost 1 do około 20 km w przypadku otworu Siekówko 1). Równocześnie zasięg strefy wypiętrzeń przesuwają się dość znacznie ku północy (fig. 7). Omawiana strefa wypiętrzeń zaznacza się także w czasie sedymentacji wyższych poziomów werry (z nią właśnie związane jest istnienie wałów anhydrytowych — por. fig. 7) oraz — w trochę mniejszym stopniu — stassfurtu. W tym drugim przypadku chodzi zarówno o rozkład facji dolomitu głównego (por. T. M. Pe-ryt, 1978b), jak i miąższość soli (por. fig. 7), przy czym w stassfurcie nie zaznacza się już w rozkładzie facji północno-zachodnia część wypiętrzenia wolsztyńskiego i wchodzi ona w skład obniżonej części obszaru basenowego.

Inaczej zbudowana jest wschodnia część regionalnej strefy wypię-

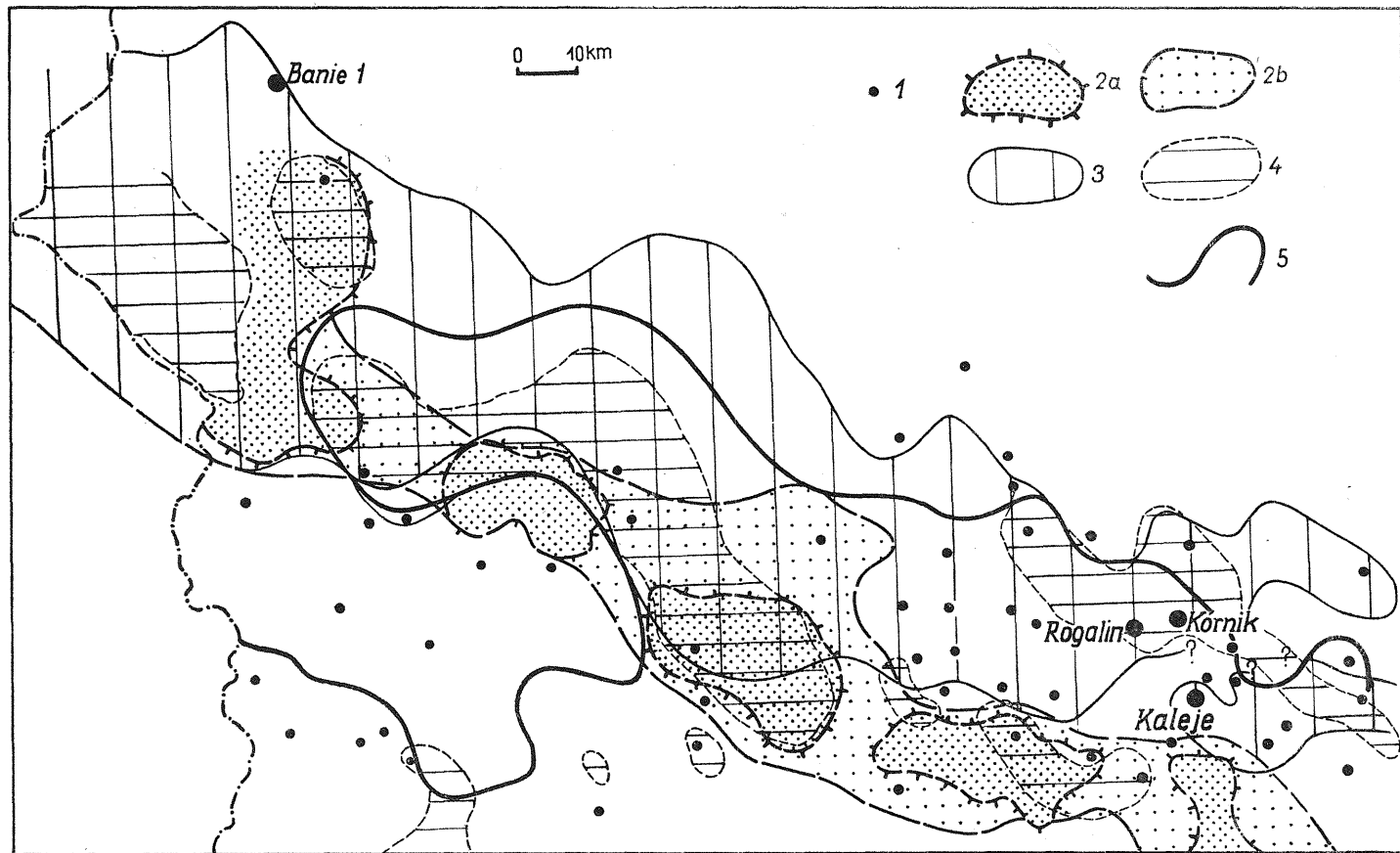


Fig. 7. Wybrane elementy paleotektoniczne permu północnej części monokliny przedsudeckiej

Selected paleotectonical elements of the Permian of the northern Fore-Sudetic monocline area

1 — otwory wiertnicze; 2 — obszary wypiętrzone w czasie sedimentacji saksonu (wg Z. Deczkowskiego i D. Kühn, 1977): a — obszar pozbawiony osadów saksonu, b — obszar o dominacji facji zlepieńco watej saksonu; 3 — obszar wypiętrzony w czasie sedimentacji wapienia cechsztyńskiego; 4 — obszar wypiętrzony w czasie sedimentacji ewaporatów werry; 5 — granica pomiędzy płytszym i głębszym szelfem w czasie sedimentacji stassfurtu

1 — boreholes; 2 — elevated area during the Saxonian sedimentation: a — without Saxonian deposits, b — conglomeratic lithofacies of the Saxonian; 3 — elevated area during the Zechstein Limestone sedimentation; 4 — elevated area during the Werra evaporites deposition; 5 — border between the shallower and deeper shelf during the Stassfurt sedimentation

trzeń w wapieniu cechsztyńskim, gdyż ma ona kierunek równoleżnikowy (Nowy Tomyśl — Września — fig. 7). W saksonie obszar ten pomiędzy Kórnikiem i Młodaskiem a Wrześnią ulegał intensywnej subsydencji i sedimentacji (Z. Deczkowski, D. Kühn, 1977), mamy więc tutaj do czynienia z inwersją.

Na południe od wypiętrzenia Nowy Tomyśl — Września stwierdzono wypiętrzenie o mniejszych rozmiarach, Czeszewo — Kaleje, przy czym nie można wykluczyć możliwości, że jest to część wypiętrzenia Nowy Tomyśl — Września (por. fig. 7). W kilku otworach w rejonie Kalej (otwory: Kaleje 3, 4, 5) stwierdzono kompletne sekwencje wapienia cechsztyńskiego o wykształceniu typowym dla strefy obniżonej basenu. Obszar obniżony tam stwierdzony kontynuuje się najprawdopodobniej ku zachodowi, jako że podobne wykształcenie, jak sugeruje fragmentaryczny materiał rdzeniowy, stwierdzono w Śremie 1, a w Donatowie 1, jak wykazują pomiary geofizyki wiertniczej, wapień cechsztyński również ma miąższość typową dla kompletnych profili wapienia cechsztyńskiego. Na wschód od Kalej profil o miąższości 3,0 m (określony z pomiarów geofizyki wiertniczej) stwierdzono w Miłosławiu, co dopuszcza możliwość interpretacji położenia tego otworu na przejściu od strefy wypiętrzenia Czeszewa do strefy obniżonej, położonej bardziej na północ. Problem, czy istnieje ciągła strefa obniżona pomiędzy Miłosławiem i Kalejami nie może być jednak w tej chwili rozstrzygnięty ze względu na niepewną interpretację pomiarów geofizycznych w dolnej części werry w profilu otworu Środa IG 3.

Obszary wypiętrzone w saksonie w południowej części strefy wyniesień kostrzyńsko-wolsztyńsko-pogorzelskich ulegają w wapieniu cechsztyńskim znacznemu zmniejszeniu i często wchodzą w skład obniżonej części wewnętrznej strefy zbiornika (fig. 7), np. w Donatowie 1 (patrz wyżej) czy Wilkoniczkach 1 i Pogorzeli 6 (patrz T. M. Peryt, A. Protas, 1978). Obszary te cechuje często zwiększona subsydencja, zresztą wyrównywana przez sedimentację, co powoduje wzrost miąższości w tych miejscach (np. rejon Pogorzeli). W okresie sedimentacji wyższych poziomów werry z południową częścią wyniesienia wolsztyńskiego wiąże się obecność wałów anhydrotowych, podczas gdy obszar wyniesiony w wapieniu cechsztyńskim pomiędzy Nowym Tomysłem i Wrześnią nie wykazuje w zasadzie takich związków (por., fig. 7). Wyjątkiem jest tutaj rejon poznański, gdzie w werra istnieje wyraźny wał anhydrotowy o kierunku NW—SE (Rokietnica 1 — Czeszewo IG 1 — Grundy Górne IG 1), w przeciwieństwie do równoleżnikowego kierunku w wapieniu cechsztyńskim (por. fig. 7). Kierunek NW—SE panuje tutaj także w stasfurcie (fig. 7, T. M. Peryt, 1978b) i — jak się wydaje — związany był z założeniem się już w werra granicy pomiędzy płytszym i głębszym szelfem widocznym w dolomicie głównym a zaakcentowanym w czasie sedimentacji soli starszej.

## WNIOSKI

1. Osady profili skondensowanych wapienia cechsztyńskiego powstały w płytkowodnym środowisku sedimentacji, niekiedy okresowo wynurzonym ponad powierzchnię morza. Wyniki badań wydają się wska-

zywać na istnienie lokalnych obszarów stale wynurzonych podczas sedymentacji osadów wapienia cechsztyńskiego.

Osady kompletnych profili wapienia cechsztyńskiego powstały w środowisku nieco głębszym, jednakże głębokość morza nie przekraczała najprawdopodobniej kilkudziesięciu metrów.

Osady profili skondensowanych powstały w strefach obniżonych w obrębie wewnętrznej części basenu. Wyjątkiem są profile skondensowane o miąższości kilkudziesięciu centymetrów, które charakteryzują obszary, na których akumulacja osadów miała miejsce w czasie osadzania się górnej części wapienia cechsztyńskiego.

2. Wapień cechsztyński w profilach skondensowanych charakteryzuje się obecnością regresywnej sekwencji mikrofacji, typowej dla obszaru przybrzeżnego. Dolna część wapienia cechsztyńskiego w profilach skondensowanych wskazuje na sublitoralne środowisko sedymentacji, jednak zdecydowanie płytsze niż w przypadku profili kompletnych, natomiast górna część — na środowisko perylitoralne, bardzo często — supralitoralne. Najwyższa część wapienia cechsztyńskiego i bezpośrednio z nią granicząca najniższa część anhydrytu dolnego (o miąższości co najmniej kilkudziesięciu centymetrów) wskazuje na supralitoralną sedymentację w środowisku *sabkha*.

3. Wapień cechsztyński w północnej części monokliny przedsudeckiej jest wyjątkowo czułym wskaźnikiem zmian środowiska sedymentacji i w związku z tym ma duże znaczenie dla analizy paleotektonicznej. Wyniki badań świadczą o aktywności tego obszaru (zaznaczającej się ruchami pionowymi) podczas sedymentacji wapienia cechsztyńskiego. Omawiany obszar składał się z szeregu bloków w różnym stopniu wypiętrzonych względem bloków sąsiednich, przy czym amplituda wypiętrzeń dochodziła do kilkudziesięciu metrów. Rozmiary subsydencji tych bloków były bardzo zmienne, przy czym w przypadku wielu bloków wypiętrzonych tempo subsydencji było równe tempu sedymentacji lub nawet je przewyższało. W przypadku istnienia odpowiednio gęstej siatki wierceń można było stwierdzić niewielkie rozmiary tych bloków, niemniej jednak wyróżnić można pewne regionalne strefy o wybitnej przewadze bloków wypiętrzonych.

4. W porównaniu ze strefą wypiętrzeń czerwonego spągowca, obszar takiej strefy w wapieniu cechsztyńskim jest szerszy, przy czym obszary wypiętrzone w saksonie z reguły wyniesione były także w wapieniu cechsztyńskim. Obszar stref wypiętrzeń dna zbiornika w wyższych poziomach werry oraz w stassfurcie także koreluje się dość dobrze z obszarem wypiętrzonym w wapieniu cechsztyńskim.

## PIŚMIENNICTWO

- BRUEREN J. W. R. (1959) — The straigraphy of the Upper Permian "Zechstein" formation in the eastern Netherlands. I giacimenti gassiferi..., 1, p. 243—274. Roma.
- CZAJOR E., WAGNER R. (1973) — Typy genetyczne skał oraz mikrofacje i paleogeografia wapienia cechsztyńskiego (Ca1) w strefie Koszalina—Chojnic. Kwart. geol., 17, p. 471—486, nr 3. Warszawa.
- DECZKOWSKI Z., KÜHN D. (1977) — Charakterystyka litologiczna i tektoniczna utworów czerwonego spągowca monokliny przedsudeckiej. W: Kierunki i metody poszukiwań bituminów w utworach permu na Niziu Polskim. Wyd. Pol. Tow. Przyj. Nauk o Ziemi. Zielona Góra.
- FÜCHTBAUER H. (1968) — Carbonate sedimentation and subsidence in the Zechstein basin (northern Germany). W: Recent Developments in Carbonate Sedimentology in Central Europe (ed. G. Müller et G. M. Friedman), p. 196—204. Springer, Berlin.
- FÜCHTBAUER H. (1972) — Influence of salinity on carbonate rocks in the Zechstein formation, north-western Germany. W: Geology of saline deposits (ed. G. Richter-Bernburg), p. 23—31. UNESCO, Paris.
- JANKOWSKI G., JUNG W. (1962) — Zum Zechsteinkalk (Ca1) im Bereich der Sangerhäuser und Mansfelder Mulde. Geologie, 11, p. 943—953, nr 8. Berlin.
- PERYT T. M. (1978a) — Charakterystyka mikrofacjalna cechsztyńskich osadów węglanowych cyklotemu pierwszego i drugiego na obszarze monokliny przedsudeckiej. Studia geol. pol., 54. Warszawa.
- PERYT T. M. (1978b) — Wykształcenie mikrofacjalne dolomitu głównego w północnej części monokliny przedsudeckiej. Prz. geol., 26, p. 163—168, nr 3. Warszawa.
- PERYT T. M., PIĄTKOWSKI T. S., WAGNER R. (1978) — Mapa paleograficzna wapienia cechsztyńskiego (Ca1) 1:1000000. W: Atlas permu obszarów platformowych Polski (red. S. Depowski). Inst. Geol. Warszawa.
- PERYT T. M., PROTAS A. (1978) — Wapień cechsztyński w rejonie Pogorzeli na monoklinie przedsudeckiej. Prz. geol., 26, p. 185—186, nr 3. Warszawa.
- SOKOŁOWSKI J., DECZKOWSKI Z. (1977) — Zmiany układów strukturalnych głównych formacji perspektywnych obszaru przedsudeckiego jako zasadniczy czynnik decydujący o migracji i akumulacji węglowodorów. Nafta, 33, p. 181—194. Katowice.
- TAYLOR J. C. M., COLTER V. S. (1975) — Zechstein of the English sector of the southern North Sea basin. W: Petroleum and the Continental Shelf of North-West Europe. Geology, 1, p. 249—263, Applied Science Publishers Ltd. London.
- WAŻNY H. (1967) — Pierwiastki śladowe w cechsztynie Polski zachodniej. Biul. Inst. Geol., 213, p. 5—83. Warszawa.
- WAŻNY H. (1978a) — Pierwiastki śladowe — wskaźnik warunków sedymentacji osadów węglanowych. Prz. geol., 26, p. 176—180, nr 3. Warszawa.
- WAŻNY H. (1978b) — Charakterystyka geochemiczna utworów spągowych cechsztynu z rejonu monokliny przedsudeckiej. Prz. geol., 26, p. 473—480, nr 8. Warszawa.

Тадеуш Марек ПЭРЫТ, Халина ВАЖНЫ

## УПЛОТНЕННЫЕ РАЗРЕЗЫ ЦЕХШТЕЙНОВОГО ИЗВЕСТНЯКА НА СЕВЕРЕ ПРЕДСУДЕТСКОЙ МОНОКЛИНАЛИ

### Резюме

Во время седиментации цехштейнового известняка (CaI) северная часть Предсудетской моноклинали и южная часть Щецинской впадины, рассматриваемые в этой статье (фиг. 1), находились во внутренней зоне седиментационного бассейна (Т. М. Пэрыт, 1978а; Т. М. Пэрыт, Т. С. Пёнтковский, Р. Вагнер, 1978). Цехштейновый известняк в этой зоне отличается микритовым строением и мощностью обычно около 5 м (Т. М. Пэрыт, 1978) хотя на рассматриваемой территории встречаются разрезы цехштейнового известняка с регрессивной последовательностью микрофаций, типичной для цехштейнового известняка прибрежной зоны (Т. М. Пэрыт, 1978а). Их мощность либо близка к мощности, характерной для прибрежной зоны (например в районе Погожели — Т. М. Пэрыт, А. Протас, 1978), либо меньше нее — это так называемые уплотненные разрезы, рассматриваемые в данной статье. Мощность уплотненного разреза обычно меньше 2,5 м, и составляет 2,0 м, хотя встречаются разрезы мощностью нескольких десятков сантиметров (Фиг. 1). Уплотненные разрезы с мощностью более 1,5 м часто содержат в подошве пласт меденосного сланца изменчивой мощности (от 2 до 80 см), а в разрезах мощностью менее 1,5 м меденосный сланец залегает редко и его мощность в таких случаях менее 15 см.

В статье на нескольких примерах рассмотрен микрофациальный состав пород и геохимическая характеристика уплотненных разрезов, а также дано сравнение уплотненных разрезов с разрезами, мощность которых типична для внутренней части бассейна цехштейнового известняка (фиг. 2—5, таб. 1—3, табл. I—IV). Изучение показало, что породы уплотненных разрезов цехштейнового известняка образовались в мелководной части бассейна (сравни фиг. 6), иногда временно поднимавшейся над морской поверхностью. Отложения полных разрезов цехштейнового известняка образовались в более глубоководной среде (фиг. 6), но глубина моря при этом вероятно была не более нескольких десятков метров. Уплотненные разрезы образовались в результате последовательного оседания полного комплекса цехштейнового известняка, характерного для пониженных зон во внутренней части бассейна. Исключением являются уплотненные разрезы мощностью нескольких десятков сантиметров, характерные для площадей, где аккумуляция происходила во время оседания верхней части цехштейнового известняка. Цехштейновый известняк в уплотненных разрезах отличается регрессивной последовательностью микрофаций, типичной для прибрежной территории. Нижняя часть цехштейнового известняка в уплотненных разрезах свидетельствует о сублитторальных условиях седиментации, но гораздо более мелководной среде, чем в случае полных профилей, зато верхняя часть — указывает на перилитторальные условия, а очень часто — на супралитторальные. Самая верхняя часть цехштейнового известняка и непосредственно граничащие с ней низы нижнего ангидрита (с мощностью по крайней мере равной нескольким десяткам сантиметров) свидетельствуют о суперлитторальной седиментации в среде *sabkha*.

Установлено, что цехштейновый известняк на севере Предсудетской моноклинали является исключительно чувствительным показателем изменчивости седиментационной среды и поэтому имеет большое значение для палеотектонического анализа. Результаты исследований свидетельствуют о активности этой территории (выраженной вертикальными подвижками) во время седиментации цехштейнового известняка. Рассматриваемый район сложен из целого ряда блоков, поднятых на различную высоту по отношению друг к другу, причем

амплитуда поднятия достигает нескольких десятков метров. Опускание этих блоков было весьма измечивым, причем в случае многих приподнятых блоков скорость опускания равнялась скорости седиментации. В случае наличия соответственно плотной сетки скважин можно установить, что блоки эти небольших размеров, тем не менее можно выделить определенные региональные зоны, где явно преобладают приподнятые блоки (сравни фиг. 7). По сравнению с зоной поднятий красного лежня, зона поднятий в цехштейновом известняке более широкая, причем площади приподнятые в саксоне обычно были приподняты и в цехштейновом известняке. Площади зон поднятий дна бассейна в высших горизонтах верра и в стассфурт довольно хорошо коррелируются с зоной поднятий в цехштейновом известняке (фиг. 7).

Tadeusz Marek PERYT, Halina WAŻNY

### CONDENSED PROFILES OF THE ZECHSTEIN LIMESTONE IN THE NORTHERN PART OF THE FORE-SUDETIC MONOCLINE

#### Summary

During the sedimentation of the Zechstein Limestone (Cal), the areas of northern part of the Fore-Sudetic monocline and southern part of the Szczecin trough (Fig. 1) constituted a part of the basinal zone (T. M. Peryt, 1978a; T. M. Peryt, T. S. Piątkowski, R. Wagner, 1978). The Zechstein Limestone in this zone is characterized by the often micritic development and thickness of about 5 m (T. M. Peryt, 1978a), although in the studied area the profiles of regressive sequences of microfacies, typical for the nearshore area of the Zechstein Limestone basin (T. M. Peryt, 1978a) were also found. They have thickness similar to that in the nearshore area (e.g., Pogorzela region — T. M. Peryt, A. Protas, 1978) or diminished to less than 2.5 m, usually about 2.0 m, although the profiles only several cm thick were also recorded (Fig. 1). The profiles of diminished thickness are condensed ones, and they are subject of the present paper. They quite often contain at the bottom the Kupferschiefer that is 2—80 cm thick in the case of profiles of thickness more than 1.50 m and is less than 15 cm in profiles of smaller thickness.

In the present paper the microfacies development and geochemical characteristics are shown in several instances and the condensed sequences of the Zechstein Limestone are compared with those of the thickness typical for the basinal zone (Fig. 2—5, table 1—3, Plates I—IV). It was stated that the deposits of the condensed profiles of the Zechstein Limestone originated in the shallow marine environment (comp. Fig. 6) temporarily being subaerially exposed. The deposits of the complete sequences of the Zechstein Limestone originated in a little deeper environment (Fig. 6) but the depth of water most probably did not exceed several tens of metres. The condensed sequences originated during the deposition of the complete sequences of the Zechstein Limestone typical for the depressions within the basinal zone except of the profiles of thickness several tens of cm that characterize the areas in which the accumulation took place during the sedimentation of the upper part of the Zechstein Limestone only. The Zechstein

Limestone in the condensed sequences shows the regressive sequence of microfacies. The development of the lower part of the Zechstein Limestone indicates the subtidal sedimentary environment, although considerably shallower when compared with that of the complete profiles, while the development of the upper part of the Zechstein Limestone indicates the peritidal, very often supratidal sedimentary environment. The development of the uppermost part of the Zechstein Limestone and of the overlying the lowermost part of the Lower Anhydrite of the thickness at least several tens of cm indicate the supratidal sedimentation in a sabkha environment.

It was demonstrated that the Zechstein Limestone in the northern part of the Fore-Sudetic monocline is the exceptionally sensitive indicator of changes in sedimentary environment and it is therefore of great importance for the paleotectonical analysis. The results of studies testify to the activity of studied area (expressed in vertical movements) during the sedimentation of the Zechstein Limestone. The studied area was divided into many blocks in a different degree elevated in relation to the neighbouring blocks with the amplitudes of their elevation reaching several tens of metres. The rates of subsidence of these blocks were very changeable, in many cases being equal to the rates of sedimentation. When possessing good well control it is possible to state the small sizes of the blocks but, nevertheless, some regional zones of evident predominance of elevated blocks can be distinguish (comp. Fig. 7). When compared with the zones of elevations in the Saxonian, the area of elevations during the Zechstein Limestone is broader, the areas elevated during the Saxonian being as a rule elevated also during the sedimentation of the Zechstein Limestone. The zones of elevations in the higher horizons of the Werra and in the Stassfurt show some correlation with the areas elevated during the Zechstein Limestone as well (Fig. 7).

*Translated by T. M. Peryt*



### TABLICA I

Fig. 8. Mikryt dolomitowy z dużą ilością minerałów ilastych oraz drobnych ziarn kwarcu frakcji pelitowej, o słabo zaznaczonym warstwowaniu smużystym. Otwór Kaleje 4, głęb. 3225,2 m, płytka cienka, pow. 9 ×

Dolomitic micrite with great amount of clay minerals and abundant quartz grains of pelite fraction, with weakly marked flaser bedding. Kaleje 4 borehole, depth 3235.2 m. Thin section, × 9

Fig. 9. Onkolit — w dolomitowym (podrzędnie — kalcytowym) tle skalnym tkwią kuliste skupienia sparytu poonkoidowego. Otwór Łągów 1, głęb. 3064,3 m, płytka cienka, pow. 5,5 ×

Oncolite — in dolomitic (rarely — in calcitic) matrix spherical concentrations of sparite-after-oncoids occur. Łągów 1 borehole, depth 3064.3 m. Thin section, × 5.5

### TABLICA II

Fig. 10. Onkolit — w pelmikrytowym tle tkwią onkoidy (najczęściej o kilkufazowym wzroście) oraz fragmenty stromatolitów (strzałka). Otwór Kaleje 5, głęb. 3132,8 m, płytka cienka, pow. 5 ×

Oncolite — oncoids (often of several phases of growth) and fragments of stromatolites (arrow) occur within pelmicritic matrix. Kaleje 5 borehole, depth 3132.8 m, Thin section, × 5

Fig. 11. Onkolit — w dolomitowym tle skalnym tkwią dobrze wykształcone, małe, kalcytowe onkoidy algowe, niekiedy — onkoidy otwornicowo-algowe z otwornicami płózącymi na zewnętrznych powłokach. Niektóre formy mają erozyjne granice zewnętrzne. Budowa wewnętrzna onkoidów algowych na ogół zatarta. Otwór Rogalin 1, głęb. 3191,5 m, płytka cienka, pow. 7 ×

Oncolite — well developed, small, calcitic algal (sometimes — foraminiferal algal with sessile foraminifera on external envelopes) oncoids occur in dolomitic matrix. Internal structure of algal oncoids usually obscure. Rogalin 1 borehole, depth 3191.5 m. Thin section, × 7

### TABLICA III

Fig. 12. Wapień składający się głównie ze struktur wadczych. W mniejszej ilości występują gruzelki, peloidy oraz zneomorfizowane ziarna obleczone (najprawdopodobniej onkoidy algowe) z otwornicami płózącymi na zewnętrznych powłokach. Otwór Rogalin 1, głęb. 3191,1 m, płytka cienka, pow. 5 ×

Limestone composed mainly of vadose structures. Pellets, peloids and neomorphised coated grains (most probably algal oncoids) with sessile foraminifera on external envelopes occur in smaller amount. Rogalin 1 borehole, depth 3191.1 m. Thin section, × 5

Fig. 13. Wapień u góry stromatolitowy, ze strukturami wadczymi, u dołu — sferulit powstały najprawdopodobniej w wyniku wielokrotnej kalcytyzacji nodul anhydrytowych tkwiących pierwotnie w mule dolomitowym. Otwór Rogalin 1, głęb. 3190,8 m, płytka cienka, pow. 8 ×

Stromatolitic limestone with vadose structures at the top, spherulitic limestone (most probably being the result of multiple calcitization of anhydritic nodules embedded primarily in dolomitic mud) at the bottom. Rogalin 1 borehole, depth 3190.8 m. Thin section, × 8

TABLICA IV

Fig. 14. Wapień pelmikrytowy zawierający peloidy o zmiennej morfologii i wielkości oraz pojedyncze otwornice jednoseryjne oraz fragmenty muszli. Otwór

Banie 1, głęb. 3893,38 m, płytka cienka, pow. 7 ×

Pelmicritic limestone with peloids of different morphology and size and single uniserial foraminifera and shell fragments. Banie 1 borehole, depth 3893.38 m.

Thin section, × 7

Fig. 15. Stromatolit anhydrytowo-kalcytowy o genezie supralitoralnej. Otwór

Banie 1, głęb. 3891,8 m, płytka cienka, pow. 6 ×

Anhydritic-calcitic stromatolite of supratidal origin. Banie 1 borehole, depth 3891.8 m.

Thin section, × 6

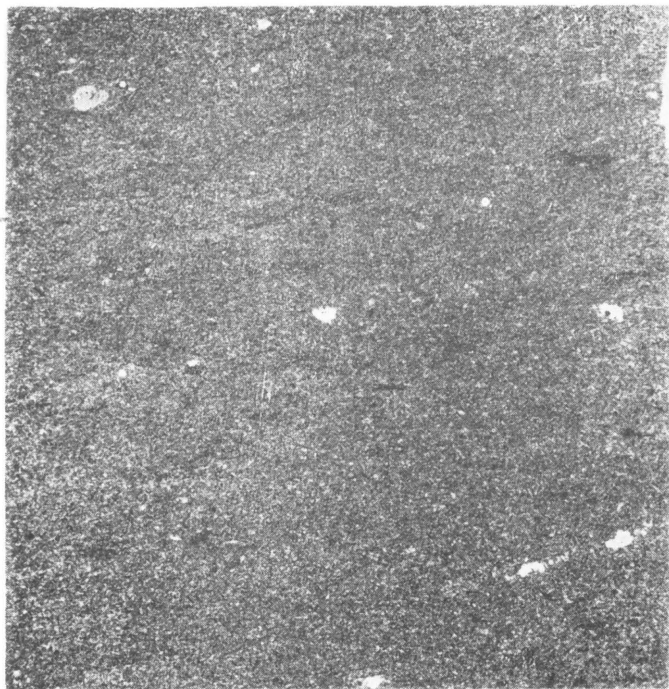


Fig. 8

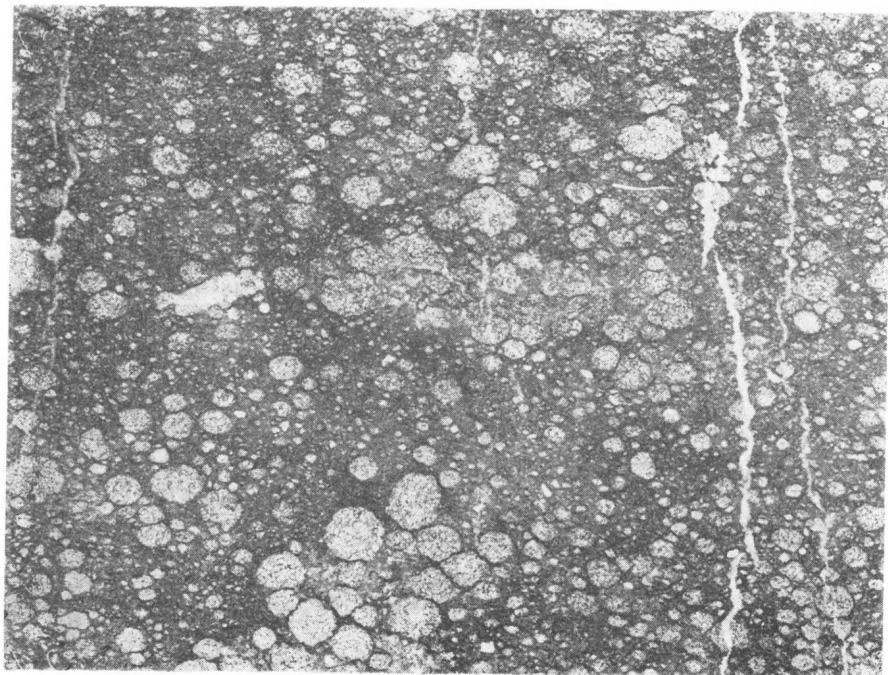


Fig. 9

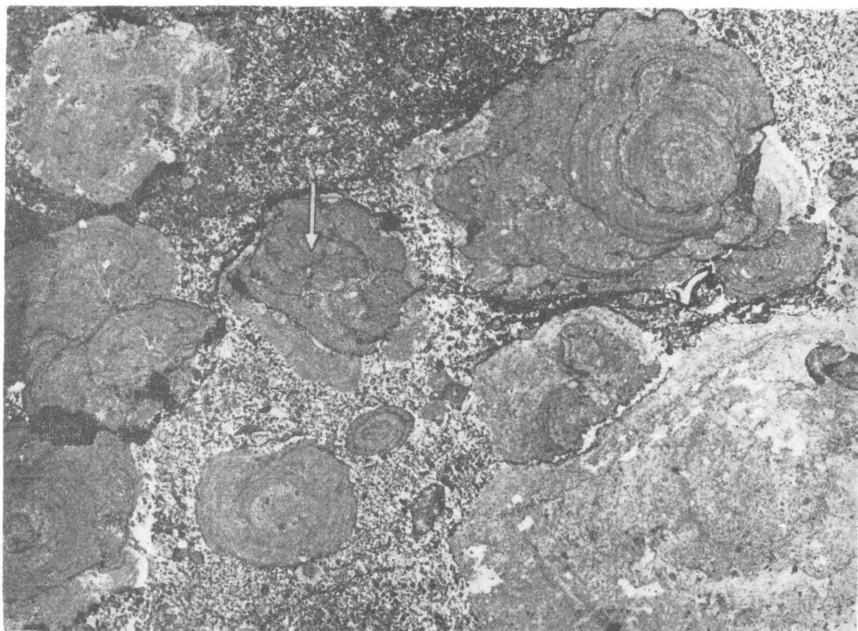


Fig. 10

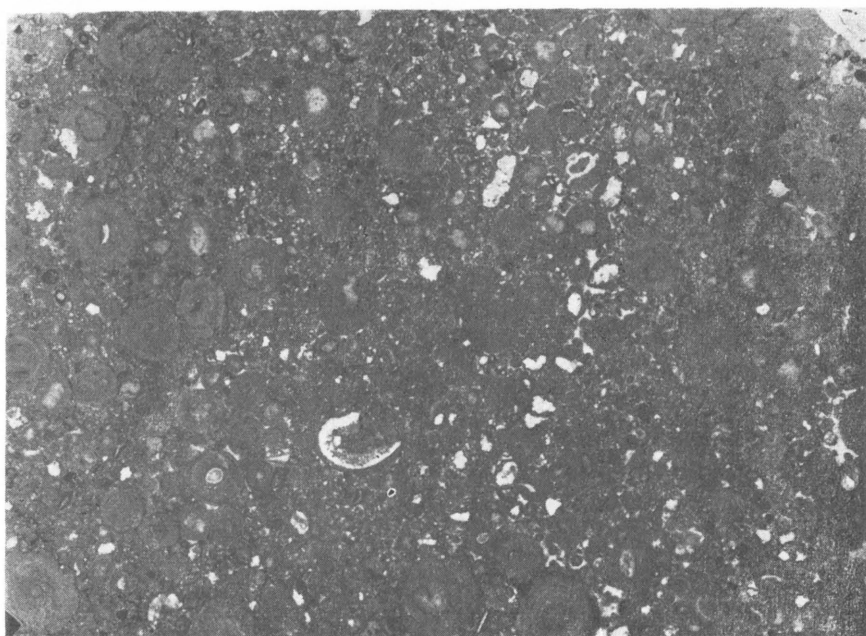


Fig. 11

Tadeusz Marek PERYT, Halina WAŻNY — Skondensowane profile wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedsudeckiej

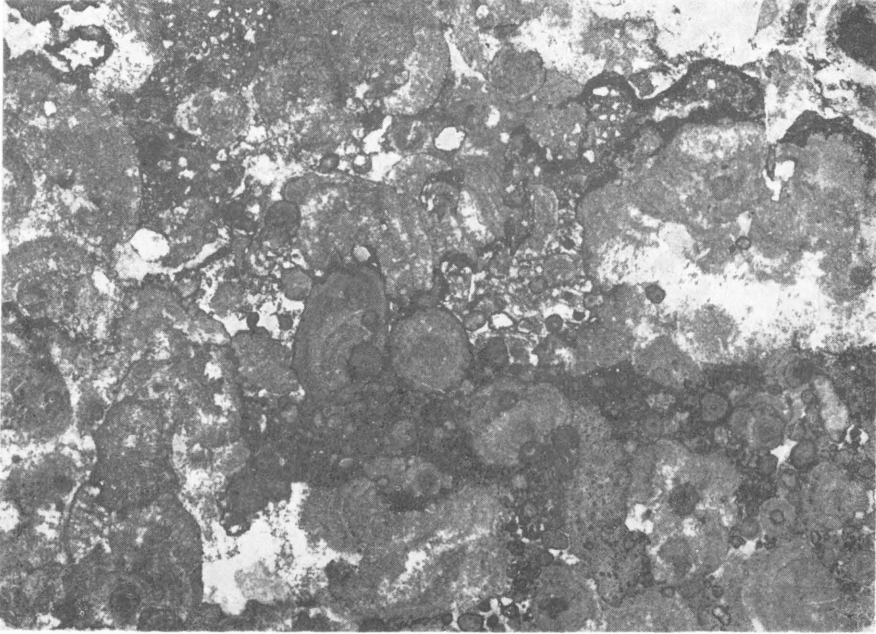


Fig. 12

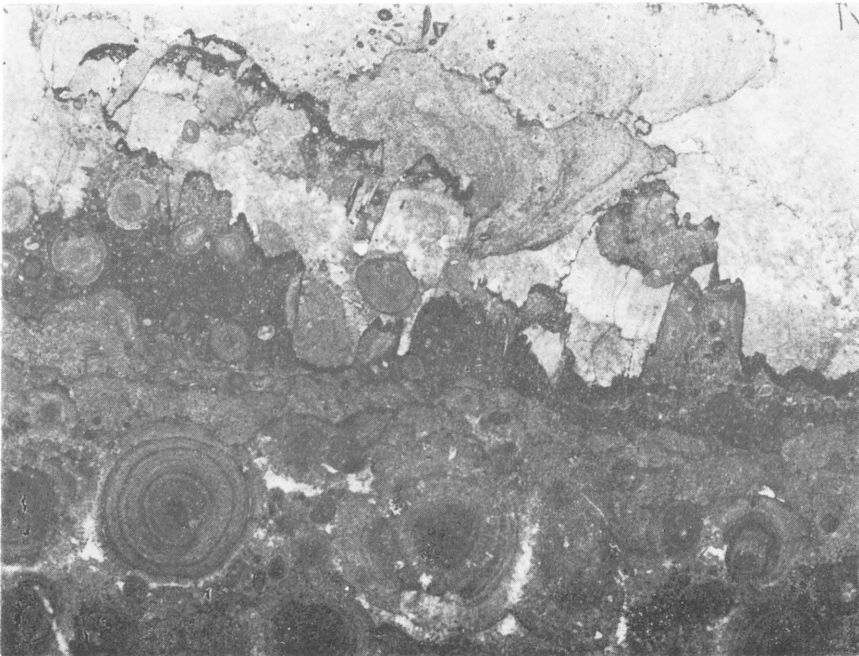


Fig. 13

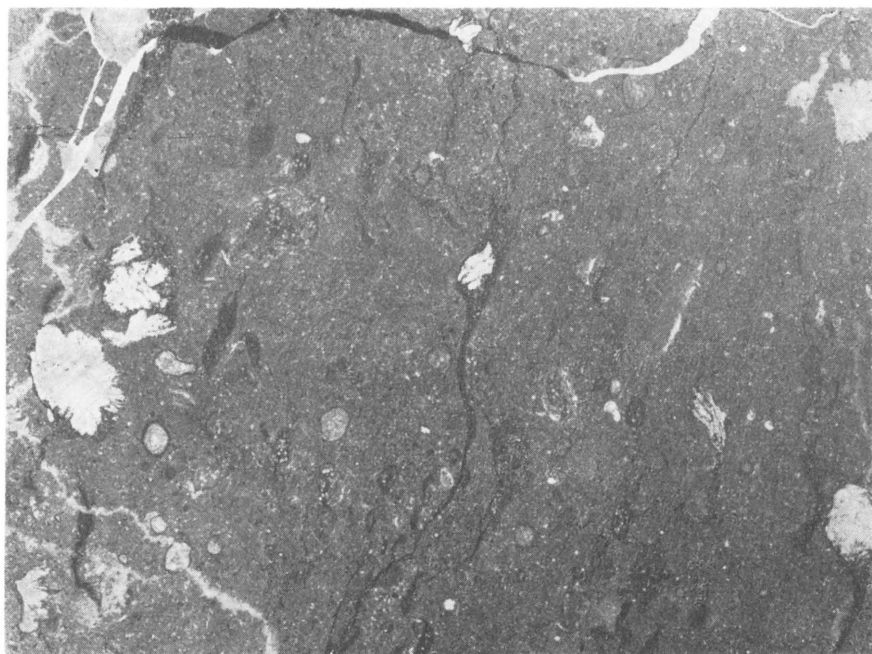


Fig. 14



Fig. 15

Tadeusz Marek PERYT, Halina WAŻNY — Skondensowane profile wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedsudeckiej