

UKD 553.242.3:552.541:551.736.3:556.332.7(438.222 Września)

Tadeusz Marek PERYT

## Dolomityzacja osadów wapienia cechsztyńskiego w rejonie Wrześni

Osady wapienia cechsztyńskiego z otworu Grundy Górne IG 1 uległy całkowitej dolomityzacji. Z wyjątkiem łupku miedzionośnego i dolnej części wapienia cechsztyńskiego, w których w składzie dolomitu zaznacza się przewaga jonów wapnia nad magnezem, stwierdzono obecność bardzo dobrze uporządkowanych dolomitów o stosunku stechiometrycznym. Zawartość strontu wskazuje na powstanie dolomitów w obecności roztworów rozcieńczonych; do tego samego wniosku prowadzą rozważania paleogeograficzne. Źródłem wody meteorycznej były opady atmosferyczne. Woda ta spływała w dół stoku strefy Kalejów – Czeszewa, wypiętrzonej w wapieniu cechsztyńskim, w wyniku czego następowało mieszanie się wody słodkiej z wodą morską, co spowodowało dolomityzację osadów.

### WSTĘP

W północnej części monokliny przedsudeckiej w profilach skondensowanych wapienia cechsztyńskiego zaobserwowano przewagę wapieni, natomiast w profilach pełnych – typowych dla obszarów głębszych niż te, na których powstawały profile skondensowane – znaczny wzrost zawartości dolomitu (T.M. Peryt, H. Ważny, 1980, fig. 3 i 13). W otworze Grundy Górne IG 1, położonym w rejonie Wrześni i reprezentującym pełny profil wapienia cechsztyńskiego, stwierdzono w osadach wapienia cechsztyńskiego wyłącznie obecność dolomitu (fig. 1). Zarówno obserwacje mikrofakalne, jak i przeprowadzone przez H. Ważny (1981) badania geochemiczne wskazywały na stosunkowo dobre zachowanie pierwotnych struktur i cech wapienia cechsztyńskiego, w przeciwieństwie do większości profili, w których utwory te uległy działaniu procesów diagenetycznych zmiennych w czasie i natężeniu, w rezultacie czego odtworzenie pierwotnego charakteru skał napotyka często na duże trudności. Z tego względu profil wapienia cechsztyńskiego w otworze Grundy Górne IG 1 jest idealnym obiektem dla rozwiązania szeregu problemów sedimentologicznych. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań, których celem było określenie mechanizmu dolomityzacji w wewnętrznej części zbiornika wapienia cechsztyńskiego.

Otwór Grundy Górne IG 1 wykonany został przez Zakład Geologii Regionalnej Obszarów Platformowych IG. Płytki cienkie wykonał P. Ślega, ich fotografie D. Oleksiak, analizy chemiczne sporządzono w Centralnym Laboratorium IG. Badania rentgenostrukturalne przeprowadzono w Institut für Geologie, Ruhr-Universität Bochum (RFN) w czasie pobytu na stypendium fundacji A. von Humboldta (Bonn-Bad Godesberg). Tekst przejrżeli krytycznie M. Narkiewicz, W. Ryka i R. Wagner. Wszystkim wspomnianym Osobom i Instytucjom, które ułatwiły powstanie tej pracy, wyrażam swoją głęboką wdzięczność.

## WYKSZTAŁCENIE MIKROFACJALNE

W otworze Grundy Górne IG 1 w dolnej części wapienia cechsztyńskiego występują silnie zailone mikryty (fig. 1), natomiast w górnej części zdecydowanie przeważają osady cyjanobakteryjne – onkolity. Ogólnym wykształceniem przypominają one (tab. 1; tabl. I, fig. 5a) utwory powstałe w środowisku sublitoralnym otwartego morza, przy czym w badanych onkoidach nie stwierdzono obecności organizmów porostromatowych w odróżnieniu od większości onkoidów paleozoicznych i dolnomezozoicznych, które są zbudowane głównie z girwanell (T.M. Peryt, 1981a). Z obecnych danych na temat fanerozoicznej historii onkoidów wynika, że onkoidy cechsztyńskie były najprawdopodobniej tworzone przez girwanelle, które nie zachowały się w stanie kopalnym z powodu niestabilnego składu mineralnego skalcytizowanych rurek cyjanobakterii (T.M. Peryt, 1981a).

Oprócz onkolitów w stropowej części wapienia cechsztyńskiego stwierdzono inny typ osadu cyjanobakteryjnego – stromatolity (fig. 1), które wykształceniem przypominają sublitoralne stromatolity opisane z wyniesienia Łeby (T.M. Peryt, T.S. Piątkowski, 1977). Występują tu także dość często intraklasty (tabl. I, fig. 5a, b) w postaci fragmentów stromatolitów (tabl. I, fig. 5a) lub też fragmentów osadu, który uległ wcześniej częściowej lityfikacji (tabl. I, fig. 5b). W najwyższej części profilu obserwuje się osady (tabl. II, fig. 6a, b) bardzo przypominające osady wadyczne świetnie wykształcone w profilu otworu Czeszewo IG 1 położonym w pobliżu Grund Górnych (T.M. Peryt, 1981b). Są to głównie cementy stalaktytowe (tabl. II, fig. 6a, b), chociaż nie można wykluczyć możliwości występowania pizoidów (tabl. II, fig. 6b). Obecność osadów wadycznych w najwyższej części wapienia cechsztyńskiego świadczy o okresowym wynurzaniu subaeralnym.

Następstwo litofacji w otworze Grundy Górne IG 1 (fig. 1, 2) jest podobne do następstw obserwowanych w innych profilach wapienia cechsztyńskiego monokliny przedsudeckiej (fig. 2). Stałość wykształcenia i sekwencji na całym obszarze centralnej części zbiornika wapienia cechsztyńskiego pozwala na dokładną korelację profili oddalonych od siebie niekiedy o setki kilometrów, co wydaje się świadczyć o eustatycznych zmianach poziomu morza wpływających na sedymentację. Obecnie przyjmuje się powszechnie bardzo duży wpływ takich zmian na sedymentację cechsztynu. Wyraźne – rzędu kilkudziesięciu metrów – obniżenie poziomu morza w całym zbiorniku cechsztyńskim doprowadziło w jego części wewnętrznej do rozpoczęcia sedymentacji osadów ziarnistych, przeważających w górnej części wapienia cechsztyńskiego. Późniejsze, mniejsze wahania poziomu morza spowodowały w rejonie Grund Górnych osadzenie utworów typu *packstones*, *grainstones* i *boundstones* (według klasyfikacji R.J. Dunhama, 1962) przy niskim poziomie morza oraz *mudstones* – przy nieco wyższym. Zespół osadów w najniższej części anhydrytu dolnego – typu *sebha* (fig. 1, 2) – powstał w warunkach podwyższonego zasolenia, subaeralnych lub subakwaticznych.

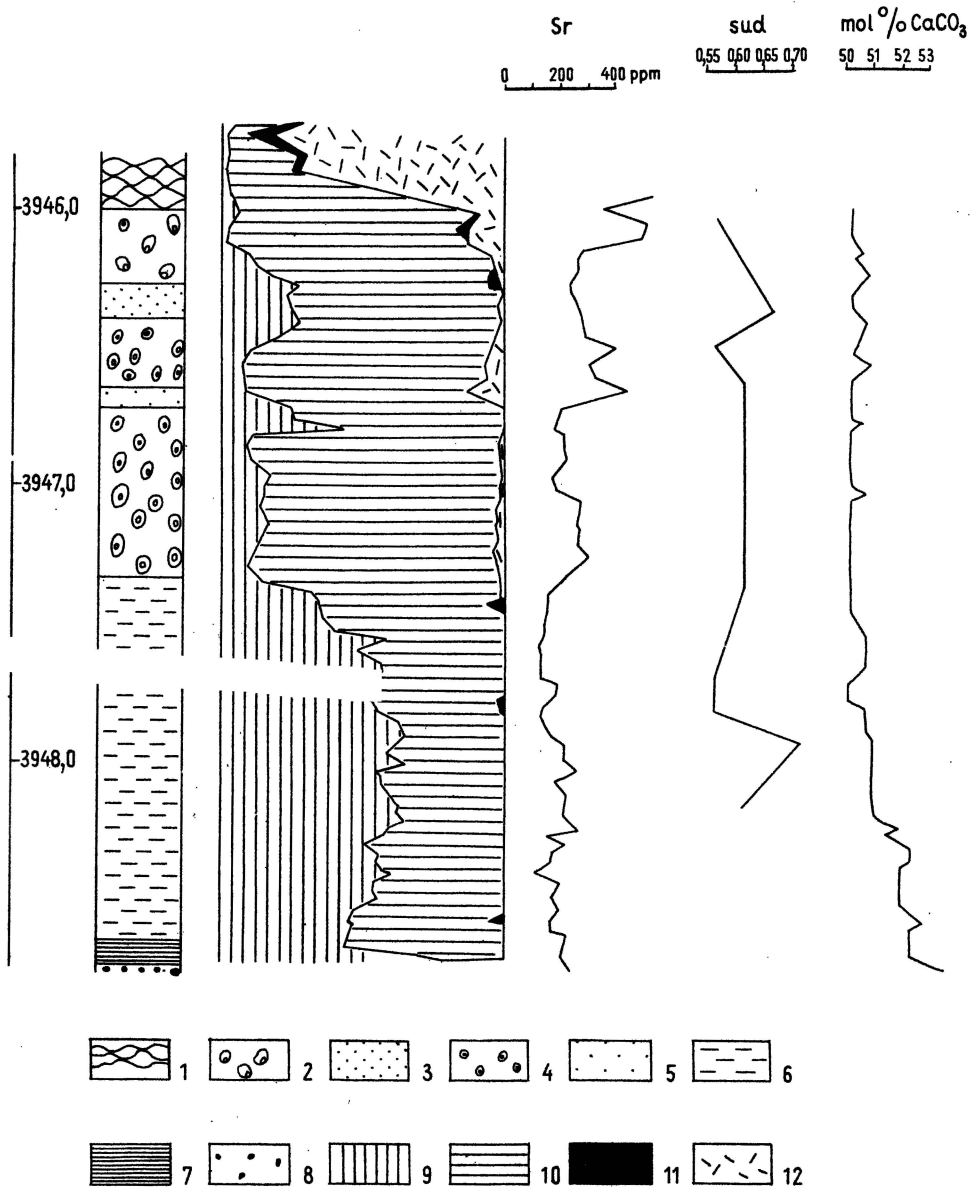


Fig. 1. Wykształcenie wapienia cechsztyńskiego w otworze Grundy Górne IG 1  
The characteristics of the Zechstein Limestone succession in the Grundy Górne IG1 well

1 – anhydryt bulasty; 2 – pizolit (lokalnie stromatolit); 3 – pelmikyryt; 4 – onkolit; 5 – mikryt; 6 – mikryt zailony; 7 – tupek marglisty; 8 – piaskowiec; 9 – części nierozpuszczalne; 10 – dolomit; 11 – kalcyt; 12 – anhydryt; sud – stopień uporządkowania dolomitu

1 – chicken-wire anhydrite; 2 – pisolite (locally stromatolite); 3 – pelmicrite; 4 – oncolite; 5 – micrite; 6 – argillaceous micrite; 7 – marly shale; 8 – sandstone; 9 – insoluble residue; 10 – dolomite; 11 – calcite; 12 – anhydrite; sud – degree of ordering of dolomite structure

Tabela 1

## Charakterystyka onkolitów wapienia cechsztyńskiego w otworze Grundy Górne IG 1

Onkoity	Wymiary Budowa wewnętrzna jądro korteks sposób wzrostu Mikrostruktura Mineralogia obecna pierwotna	0,3–7,0 mm dość słabo zachowana na ogół brak kilkadziesiąt powłok na ogół kilkufazowy brak (ze względu na stan zachowania?) dolomit o stosunku stechiometrycznym (części nierozpuszczalne – głównie minerały ilaste) kalcyt wysokomagnezowy
Matriks	Rodzaj Allochemy główne towarzyszące Fauna towarzysząca	dolomitowo-ilasta (zawartość części nierozpuszczalnych – głównie kwarc – powyżej 35%) onkoity intraklasty brak

## SKŁAD I UPORZĄDKOWANIE DOLOMITU

Przy stosunku stechiometrycznym główny refleks dolomitu charakteryzowany jest odległością międzypłaszczyznową  $d = 0,2885$  nm. Przy dodatkowym podstawianiu jonów magnezu przez jony wapnia, manganu i/lub żelaza wartość ta powiększa się w zależności od zawartości jonów podstawiających. Ze względu na niewielką zawartość manganu w dolomitach profilu Grund Górnych (średnio 0,3% – H. Ważny, 1981) oraz brak związku między odległością międzypłaszczyznową ( $d$ ) i zawartością manganu, pierwiastek ten może być pominięty w rozważaniach. Ponieważ barwienie żelazicyjankiem potasu nie wykazało znaczącej obecności żelaza w strukturze dolomitu, wydaje się, że wyłącznie nadwyżka jonów wapnia w dolomitach z profilu Grund Górnych powoduje odstępstwa od stosunku stechiometrycznego.

W profilu zaznacza się wyraźna ewolucja w składzie dolomitu (fig. 1). O ile w łupku miedzionośnym przewaga wapnia nad magnezem jest dosyć duża (53,5:46,5), to wyżej ulega ona znacznemu zmniejszeniu i w dolnej części wapienia cechsztyńskiego wynosi na ogół od 51–52 do 49–48. Środkową i górną część wapienia cechsztyńskiego tworzą dolomity o stosunku stechiometrycznym.

Podobne zmniejszanie udziału wapnia w strukturze dolomitu od spągu do stropu stwierdziła H. Marschner (1968, p. 131–133) w dolnym kajprze północnej części RFN. Zdaniem tej autorki wiąże się to ze wzrastającym zasoleniem w czasie, a stosunek stechiometryczny dolomitów wczesnodiagenetycznych świadczy o środowisku hypersalinarnym. Zbliżony pogląd wyraża H. Füchtbauer (1968, 1972; H. Füchtbauer, H. Goldschmidt, 1965), według którego skład dolomitów w poziomie łupku miedzionośnego ( $\text{Ca}_{57}\text{Mg}_{43}$ ) świadczy o powstaniu w warunkach normalnego zasolenia morskiego (H. Füchtbauer, 1968), skład dolomitu skał wyżej leżących ( $\text{Ca}_{55}\text{Mg}_{45}$ ) – często onkolitów basenowych – o powstaniu w warunkach zasolenia od prawie normalnego do podwyższonego, natomiast skład dolomitów utworzonych w wapieniu cechsztyńskim w strefie przybrzeżnej (podob-

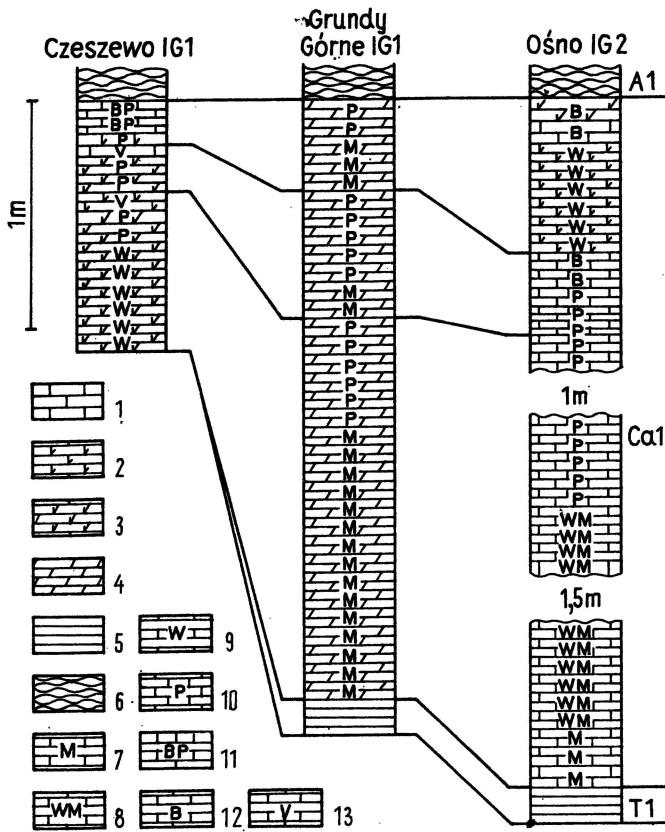


Fig. 2. Korelacja wybranych profili wapienia cechsztyńskiego z północnej części monokliny przedsudetyckiej

Correlation of selected Zechstein Limestone successions in the northern Fore-Sudetic area

1 – wapień; 2 – wapień dolomityczny; 3 – dolomit wapnisty; 4 – dolomit; 5 – łupek marglisty; 6 – anhydryt bulasty; typy osadów według klasyfikacji R.J. Dunhama (1962): 7 – mudstone, 8 – wackestone/mudstone, 9 – wackestone, 10 – packstone, 11 – boundstone/packstone, 12 – boundstone; 13 – osad wadyczny

1 – limestone; 2 – dolomitic limestone; 3 – calcitic dolomite; 4 – dolomite; 5 – marly shale; 6 – chicken-wire anhydrite; types of carbonate rocks according to R.J. Dunham's (1962) classification: 7 – mudstone, 8 – wackestone/mudstone, 9 – wackestone, 10 – packstone, 11 – boundstone/packstone, 12 – boundstone; 13 – vadose deposit

nie jak dolomitów w strefach barierowych dolomitu głównego i dolomitu pływowego) i cechujących się stosunkiem stechiometrycznym – o powstaniu w warunkach podwyższonego zasolenia. Dlatego też można by uznać, że zmiany w składzie dolomitu stwierdzone w Grundach Górnych są wyrazem wzrastającego zasolenia i powstania osadów środkowej i górnej części profilu w warunkach podwyższonego zasolenia. Wnioskowi temu przeczą jednakże wyniki badań współczesnych dolomitów utworzonych w środowisku hypersalinarnym. Dolomity te z reguły są silnie wzbogacone w wapń (tab. 2), podobnie jak wiele dolomitów kopalnych, np. wspomniane dolomity kajpru (H. Marschner, 1968) lub górnojurajskie dolomity z gigas (V. Schmidt, 1965).

Innym tłumaczeniem zmniejszania udziału wapnia w strukturze dolomitu obserwowanego w Grundach Górnych mogłoby być przypuszczenie – zasugerowane przez J.R. Goldsmitha i D.L. Grafa (1958) dla dolomitów paleozoicznych –

związku stechiometryczności z procesami rozpuszczania – ponownej precypitacji, w wyniku których wiele dolomitów o stosunkach stechiometrycznych tworzy gruboziarniste skały dolomitowe. W omawianym przypadku możliwość taką należy wykluczyć, ponieważ nie stwierdzono związku między stosunkiem stechiometrycznym dolomitu i wymiarami jego ziarn, jak również związku między wzrostem stechiometryczności dolomitu i maleniem zawartości strontu (fig. 1), co ma miejsce podczas wzrostu ziarn w późnych stadiach diagenety (np. P. Fritz, A. Katz, 1972; L.S. Land i in., 1975; D.W. Morrow, 1978). Dlatego też wydaje się, że o stosunku stechiometrycznym dolomitów z Grund Górnych zdecydował skład roztworów powodujących dolomitację.

Stopień uporządkowania struktury dolomitu, wyrażający się stosunkiem refleksu (015) do refleksu (110), zmienia się w małych granicach i wynosi 0,65 (średnia z 24 pomiarów). Świadczy to o bardzo dobrym uporządkowaniu struktury dolomitu (J.R. Goldsmith, D.L. Graf, 1958; H. Füchtbauer, H. Goldschmidt, 1965).

Tabela 2

Zawartość wapnia w dolomitach czwartorzędowych

Lokalizacja	Zawartość CaCO <sub>3</sub> w dolomicie w mol%	Źródło
Australia	50–56 59–63 59–65	A.R. Alderman, H.C.W. Skinner (1957) P.J. Cook (1973) P.J. Cook, H.A. Polach (1973)
Wyspy Kanaryjskie	56	G. Müller, G. Tietz (1966)
Grecja (Zatoka Volos)	52,5–55,5	D.K. Richter (1972)
Zatoka Perska	53–55 51–54	L.V. Illing i in. (1965) D.J.J. Kinsman, R.J. Patterson (1973)
Wyspy Bahama	55–62	E.A. Shinn i in. (1965)
Belize	54–60	W.J. Ebanks (1975)
Antyle Holenderskie	54–56	K.S. Deffeyes i in. (1965)
Floryda	58–67 56–60	H. Füchtbauer, H. Goldschmidt (1965) R.P. Steinen i in. (1977)
Turcja (Tuz Gölü)	57	G. Müller, G. Irion (1969)
Jaskinie Carlsbad	54–57	J. Thrailkill (1968)
Southern Llano Estacado	50–53	C.C., Reeves Jr., W.T. Parry (1965)
Deep Springs Lake (Kalifornia)	51,4–52,8	R.N. Clayton i in. (1968)
Coast Ranges (Kalifornia)	50–60	I. Barnes, J.R. O'Neil (1971)
Nowa Kaledonia	55–60	F. Bourrouilh (1972)

### ZAWARTOŚĆ STRONTU

Rozkład zawartości strontu w dolomitach omawianego profilu przedstawiła H. Ważny (1981). W uzupełnieniu do uwag tej autorki należy stwierdzić, że analiza zawartości strontu w badanych dolomitach (fig. 1, 3) pozwala na wyciągnięcie istotnych wniosków dotyczących mechanizmu dolomitacji.

Jeśli założymy, że powstanie dolomitów w rejonie Grund Górnych jest wynikiem działania wód morskich normalnych lub umiarkowanie hypersalinarnych, to stosunek strontu do wapnia w dolomicie powinien być typowy dla stratów

morskich. Według E.W. Behrensa i L.S. Landa (1972) zawartość strontu w dolomitach tworzących się w zbiornikach morskich wynosi około 600 g/t. W Grundach Górnych zawartość tego pierwiastka jest dużo niższa (fig. 1, 3) i to wydaje się wykluczać powstanie dolomitów z wody morskiej. Inny model dolomityzacji przyjmuje działalność wód meteorycznych; dolomityzacja następuje w strefie mieszania się wód freatycznych i meteorycznych z wodą morską lub rozcieńczonymi solankami. Zawartość strontu w dolomitach powstałych w ten sposób jest dużo niższa (tab. 3) i jest porównywalna z zawartością strontu w dolomitach z Grund Górnych (fig. 3).

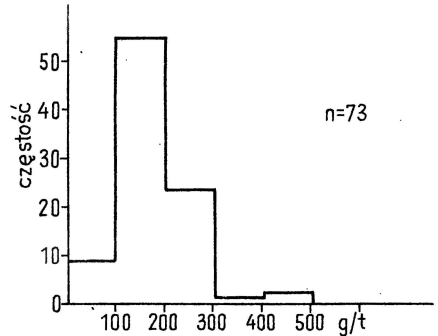


Fig. 3. Histogram zawartości strontu w wapieniu cechsztyńskim otworze Grundy Górne IG 1  
Histogram of the strontium content in the Zechstein Limestone deposits of the Grundy Górne IG 1 well

Należy zaznaczyć, że zdaniem J. Veizera i in. (1978) bezpośrednie mieszanie się wód morskich i meteorycznych nie może prowadzić do wytrącania dolomitu wykazującego cały zakres obserwowanych zawartości strontu. Badacze ci uważają, że sylurskie dolomity w Kanadzie, zawierające od 161 (formacja Somerset Island) do 216 (formacja Cape Storm) g/t strontu, a więc podobne do dolomitów z Grund Górnych, powstały przez zastąpienie mułów aragonitowych często – ale nie wyłącznie – w środowiskach hypersalinarnych. Interpretacja taka nie jest jednak możliwa do przyjęcia dla dolomitów z Grund Górnych ze względu na ich doskonale uporządkowaną strukturę oraz z reguły stosunek stechiometryczny.

A.F. Randazzo i E.W. Hickey (1978, tab. 1) zaobserwowały ścisły związek między składem dolomitu a zawartością strontu: dolomity o stosunku stechiometrycznym zawierają mniej strontu, co wydaje się być odzwierciedleniem powolnego wytrącania z roztworów rozcieńczonych lub słodkich. Kryształy dolomitu powstałe w ten sposób mają wymiary od 20 do 100  $\mu\text{m}$ , w odróżnieniu od kryształów dolomitu o wymiarach od 1 do 5  $\mu\text{m}$  powstałych we współczesnych środowiskach supralitoralnych. W wapieniu cechsztyńskim w otworze Grundy Górne IG 1 stwierdzono odmienną prawidłowość niż to zaobserwowali A.F. Randazzo i E.W. Hickey (1978). Ogólnie ujmując, zawartość strontu wzrasta ze wzrostem stechiometryczności dolomitu (fig. 1), przy czym należy podkreślić, że materiał przeznaczony do analiz był poliminerálny (próbki skał). Jak wynika jednak z danych zawartych w literaturze, ścisły związek między maleniem zawartości strontu i wzrostem stechiometryczności dolomitu wiąże się ze wspomnianymi już wcześniej procesami rozpuszczania – ponownego wytrącania i w wielu środowiskach zarówno kopalnych, jak i współczesnych (np. na Wyspach Bahama – P.R. Supko, 1977) nie obserwuje się ścisłego związku między stechiometrycznością dolomitu i zawartością strontu.

Wielu badaczy zwraca uwagę, że geochemia strontu w trakcie diagenety i dolomityzacji może być bardzo złożona, dlatego też należy wszechstronnie rozważyć względne „otwarcie” systemu chemicznego, zanim zastosuje się dane dotyczące

Tabela 3

## Zawartość strontu w dolomitach powstałych z wód meteorycznych

Lokalizacja, wiek	Stront w g/t	Źródło
Jamajka, plejstocen	250	L.S. Land (1973)
Aruba (Antyle Holenderskie), plejstocen	380	L.S. Land (1973)
Bonaire (Antyle Holenderskie), plejstocen	210	L.S. Land (1973)
Floryda, eocen (dolomit o stosunku stechiometrycznym)	88	A.F. Randazzo, E.W. Hickey (1978)
Floryda, eocen (dolomit o stosunku niestechiometrycznym)	190	A.F. Randazzo, E.W. Hickey (1978)
Egipt, eocen	90	L.S. Land i in. (1975)
Kanada, ordowik-sylur (formacja Allen Bay)	81	L.S. Land i in. (1975)
	66	J. Veizer i in. (1978)
Kanada, kambr-ordowik (formacja Land River)	72	J. Veizer i in. (1978)

strontu jako jedno z kryteriów faworyzujących którąś z teorii dolomityzacji. Z przedstawionej dyskusji wynika, że analiza zawartości strontu w dolomitach z Grund Górnych wskazuje na dolomityzację w strefie mieszania się wód morskich i rozcieńczonych solanek.

## MECHANIZM DOLOMITYZACJI

Z przedstawionych wyżej danych analitycznych wynikają następujące wnioski.

1. Wykształcenie dolomitów oraz stan zachowania osadów świadczą o istnieniu tylko jednego głównego etapu dolomityzacji.

2. Ponieważ w wyniku tego cały profil wapienia cechsztyńskiego został zdolomityzowany, czas dolomityzacji jest jednoznacznie określony: po osadzeniu całego profilu osadów wapienia cechsztyńskiego, a przed osadzeniem anhydrytu bulastego, tworzącego najniższą część anhydrytu dolnego (dolomit występujący w tym anhydrycie i cechujący się stosunkiem niestechiometrycznym powstał w środowisku typu sebhya).

3. Zawartość strontu i stechiometryczność dolomitu świadczą o powstaniu dolomitu pod wpływem wód meteorycznych.

Wnioski te jednoznacznie wskazują na dolomityzację wynikającą z mieszania się wody morskiej z wodą słodką (*mixing zone mechanism*; fig. 4), niemniej jednak przed przyjęciem tego mechanizmu należy rozważyć, czy niezależnie otrzymane dane o paleogeografii i klimacie nie stoją z nim w sprzeczności.

Otwór Grundy Górne IG 1 położony jest na stoku strefy Kalejów – Czeszewa, wypiętrzonej w wapieniu cechsztyńskim (T.M. Peryt, H. Ważny, 1978). Strefa ta przy obniżonym poziomie morza, jak to przedstawiono na fig. 4, ulegała okresowemu wynurzaniu (T.M. Peryt, 1981b) i woda meteoryczna mogła sphywać w dół stoku, w wyniku czego następowało jej mieszanie się z wodą morską powodującą dolomityzację (fig. 4). Źródłem wody meteorycznej były opady atmosferyczne (fig. 4). Niewiele jest danych na temat warunków klimatycznych w wapieniu cechsztyńskim. Jak można sądzić na podstawie porównania z obszarem Zatoki Perskiej, podczas sedymentacji górnej części wapienia cechsztyńskiego klimat obszaru



przedsudeckiego był zbliżony do klimatu Zatoki Perskiej (T.M. Peryt, 1978). Był to więc klimat suchy, gorący, kontynentalny, przy czym — jak się obecnie uważa — ulegał on znacznym zmianom i z pewnością był okresowo dużo bardziej wilgotny. Świadczy o tym m.in. częsta obecność synsedymentacyjnej diagenety słodkowodnej w osadach górnej części wapienia cechsztyńskiego.

Pewnych informacji o klimacie dostarcza także analiza zawartości manganu w badanych skałach, na którą wpływają warunki klimatyczne (por. J. Veizer, R. Demović, 1973). Dane opublikowane przez H. Ważny (1967, tab. 7) świadczą, że podczas sedimentacji osadów węglanowych klimat był wilgotny w porównaniu z klimatem okresu sedimentacji anhydrytów. Ponadto dane paleoklimatyczne,

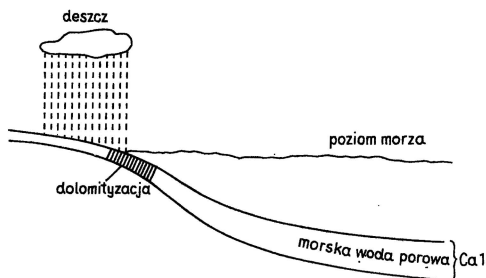


Fig. 4. Model dolomitizacji wapienia cechsztyńskiego w rejonie Grund Górnych (objaśnienie w tekście)

Dolomitization model of the Zechstein Limestone deposits in the Grundy Górne region (see text for explanation)

a zwłaszcza rekonstrukcja rozkładu prądów oceanicznych (L.A. Frakes, 1979, fig. 4. 8), wskazują na istnienie okresów wilgotnych w związku z czasowym działaniem monsunów i huraganów w trakcie sedimentacji wapienia cechsztyńskiego. Z tego też względu można stwierdzić, że w wapieniu cechsztyńskim klimat był okresami stosunkowo wilgotny, co — jak się uważa — jest niezbędne dla dolomitizacji poprzez mieszanie się wody słodkiej z wodą morską.

Podsumowując należy stwierdzić, że dostępne dane wskazują na powstanie dolomitów z Grund Górnych w rezultacie mieszania się wody morskiej z wodą meteoryczną. Takim właśnie mechanizmem tłumaczy się wiele przypadków dolomitizacji osadów wapienia cechsztyńskiego w centralnej części zbiornika; bez wątpienia jednak wiele innych przypadków należy wiązać z innymi mechanizmami dolomitizacji (T.M. Peryt, 1978, 1981 c).

Zakład Geologii Złóż Ropy i Gazu  
Instytutu Geologicznego  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 3 listopada 1980 r.

## PIŚMIENNICTWO

- ALDERMAN A.R., SKINNER H.C.W. (1957) — Dolomite sedimentation in the southeast of South Australia. *Am. Jour. Sci.*, **255**, p. 561–567.
- BARNES I., O'NEIL J.R. (1971) — Calcium-magnesium carbonate solid solutions from Holocene conglomerate cements and travertines in the Coast Ranges of California. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **35**, p. 699–711.
- BEHRENS E.W., LAND L.S. (1972) — Subtidal Holocene dolomite, Baffin Bay, Texas. *Jour. Sed. Petrol.*, **42**, p. 155–161.

- BOURROUILH F. (1972) – Diagenèse récifale, calcitisation et dolomitisation, leur répartition horizontale dans un atoll soulevé, île Lifou, Territoire de la Nouvelle Calédonie. *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.*, 4, p. 121–148.
- CLAYTON R.N., JONES B.F., BERNER R.A. (1968) – Isotope studies of dolomite formation under sedimentary conditions. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 32, p. 415–432.
- COOK P.J. (1973) – Supratidal environment and geochemistry of some recent dolomite concretions, Broad Sound, Queensland, Australia. *Jour. Sed. Petrol.*, 43, p. 998–1011.
- COOK P.J., POLACH H.A. (1973) – Discovery of recent supratidal dolomite at Broad Sound, Queensland. *Search*, 4, p. 78–79.
- DEFEYES K.S., LUCIA F.J., WEYL P.K. (1965) – Dolomitization of Recent and Plio-Pleistocene sediments by marine evaporite waters on Bonaire, Netherlands Antilles. *Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ.*, 13, p. 71–88.
- DUNHAM R.J. (1962) – Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Am. Ass. Petrol. Geol., Mem.*, 1, p. 108–121.
- EBANKS W.J. (1975) – Holocene carbonate sedimentation and diagenesis, Ambergris Cay, Belize. *Stud. Geol.*, 2, p. 234–296.
- FRAKES L.A. (1979) – *Climates throughout geologic time*. Elsevier, Amsterdam.
- FRITZ P., KATZ A. (1972) – The sodium distribution of dolomite crystals. *Chem. Geol.*, 10, p. 237–244.
- 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, G.M. Friedman), p. 196–204. Springer, Berlin.
- FÜCHTBAUER H. (1972) – Influence of salinity on carbonate rocks in the Zechstein formation. W: *Geology of saline deposits* (ed. G. Richter-Bernburg). *Earth Sciences*, 7, p. 23–31. UNESCO, Paris.
- FÜCHTBAUER H., GOLDSCHMIDT H. (1965) – Beziehungen zwischen Calciumgehalt und Bildungsbedingungen der Dolomite. *Geol. Rundsch.*, 55, p. 29–40.
- GOLDSMITH J.R., GRAF D.L. (1958) – Structural and compositional variations in some natural dolomites. *Jour. Geol.*, 66, p. 678–693.
- ILLING L.V., WELLS A.J., TAYLOR J.C.M. (1965) – Penecontemporaneous dolomite in the Persian Gulf. *Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ.*, 13, p. 89–111.
- KINSMAN D.J.J., PATTERSON R.J. (1973) – Dolomitization process in sabkha environment (abstract). *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, 57, p. 788–789.
- LAND L.S. (1973) – Contemporaneous dolomitization of Middle Pleistocene reefs by meteoric water, north Jamaica. *Bull. Mar. Sci.*, 23, p. 64–92.
- LAND L.S., SALEM M.R.I., MORROW D.W. (1975) – Paleohydrology of ancient dolomites: geochemical evidence. *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, 59, p. 1602–1625.
- MARSCHNER H. (1968) – Ca-Mg-distribution in carbonates from the Lower Keuper in NW-Germany. W: *Recent developments in carbonate sedimentology in Central Europe* (ed. G. Müller, G.M. Friedman), p. 128–135. Springer, Berlin.
- MORROW D.W. (1978) – Dolomitization of Lower Paleozoic burrowfillings. *Jour. Sed. Petrol.*, 48, p. 295–306.
- MÜLLER G., IRION G. (1969) – Subaerial cementation and subsequent dolomitization of lacustrine carbonate muds and sands from Paleo-Tuz (Salt Lake), Turkey. *Sedimentology*, 12, p. 193–204.
- MÜLLER G., TIETZ G. (1966) – Recent dolomitization of Quaternary biocalcarenes from Fuerteventura (Canary Islands). *Contr. Miner. Petrol.*, 13, p. 89–96.
- PERYT T.M. (1978) – Charakterystyka mikrofacjalna cechsztyńskich osadów węglanowych cyklotemu pierwszego i drugiego na obszarze monokliny przedsudeckiej. *Studia Geol. Pol.*, 54.
- PERYT T.M. (1981a) – Phanerozoic oncoids: an overview. *Facies*, 4, p. 197–214.

- PERYT T.M. (1981b) – Former aragonitic submarine hemispheroids associated with vadose deposits, Zechstein Limestone (Upper Permian), Fore-Sudetic area, western Poland. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1981, p. 559–570, nr 9.
- PERYT T.M. (1981c) – Geneza dolomitów cechsztyńskich. *Prz. Geol.*, 29, p. 497–501, nr 10.
- PERYT T.M., PIĄTKOWSKI T.S. (1977) – Stromatolites from the Zechstein Limestone (Upper Permian) in Poland. W: *Fossil Algae* (ed. E. Flügel), p. 124–135. Springer, Berlin.
- PERYT T.M., WAŻNY H. (1978) – Skondensowane profile wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedśudeckiej. *Kwart. Geol.*, 22, p. 549–570, nr 3.
- PERYT T.M., WAŻNY H. (1980) – Microfacies and geochemical development of the basin facies of the Zechstein Limestone (Ca1) in western Poland. W: *The Zechstein Basin* (ed. H. Füchtbauer, T.M. Peryt). *Contr. Sed.*, 9, p. 279–306.
- RANDAZZO A.F., HICKEY E.W. (1978) – Dolomitization in the Floridan aquifer. *Am. Jour. Sci.*, 278, p. 1177–1184.
- REEVES C.C., Jr., PARRY W.T. (1965) – Geology of West Texas pluvial lake carbonates. *Am. Jour. Sci.*, 263, p. 606–615.
- RICHTER D.K. (1972) – Eine subrezente spätdiagenetische Dolomitisierung mit prätertiären Dolomiten als Keime (Bucht von Volos, Griechenland). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1972, p. 490–506, nr 8.
- SCHMIDT V. (1965) – Facies, diagenesis, and related reservoir properties in the Gigas Beds (Upper Jurassic), northwestern Germany. *Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ.*, 13, p. 124–168.
- SHINN E.A., GINSBURG R.N., LLOYD R.M. (1965) – Recent supratidal dolomite from Andros Island, Bahamas. *Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ.*, 13, p. 112–123.
- STEINEN R.P., HALLEY R.B., VIDELOCK S.L. (1977) – Holocene dolomite locality in Florida Bay (abstract). *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, 61, p. 833.
- SUPKO P.R. (1977) – Subsurface dolomites, San Salvador, Bahamas. *Jour. Sed. Petrol.*, 47, p. 1063–1077.
- THRAILKILL J. (1968) – Dolomite cave deposits from Carlsbad Caverns. *Jour. Sed. Petrol.*, 38, p. 141–145.
- VEIZER J., DEMOVIĆ R. (1973) – Environmental and climatic controlled fractionation of elements in the Mesozoic carbonate sequences of the Western Carpathians. *Jour. Sed. Petrol.*, 43, p. 258–271, nr 1.
- VEIZER J., LEMIEUX J., JONES B., GIBLING M.R., SAVELLE J. (1978) – Paleosalinity and dolomitization of a Lower Paleozoic carbonate sequence, Somerset and Prince of Wales Islands, Arctic Canada. *Can. Jour. Earth Sci.*, 15, p. 1448–1461.
- WAŻNY H. (1967) – Pierwiastki śladowe w cechsztynie Polski zachodniej. *Biul. Inst. Geol.*, 213, p. 5–83.
- WAŻNY H. (1981) – Korelacje geochemiczne w wapieniu cechsztyńskim w rejonie Wrześni. *Kwart. Geol.*, 25, p. 495–512, nr 3.

Тадеуш Марек ПЕРЫТ

### ДОЛОМИТИЗАЦИЯ ПОРОД ЦЕХШТЕЙНОВОГО ИЗВЕСТНЯКА В РАЙОНЕ ВЖЕСНИ (ПРЕДСУДЕТСКАЯ МОНОКЛИНАЛЬ)

#### Резюме

На севере Предсудетской моноклинали в сжатых разрезах цехштейнового известняка преобладают известняки, тогда как в полных разрезах — типичных для районов более глубоких, чем те, на которых сформировались сжатые разрезы — значительно больше доломитов. В

В скважине Грунды Гурне ИГ 1, расположенной на юг от Вжесни, литологический состав пород цехштейнового известняка (фиг. 1, табл. I—II) подобен другим разрезам на Предсудетской моноклинали (фиг. 2).

Довольно чётко выражена эволюция в составе доломита (фиг. 1), причём соотношение доломитов в основном стехиометрическое и доломиты весьма упорядочены. Содержание стронция (фиг. 1, 3) растёт с ростом стехиометричности доломита.

Состав доломитов и состояния их сохранности свидетельствуют о только одном этапе доломитизации. В результате чего весь разрез цехштейнового известняка был доломитизирован, время доломитизации определено совершенно однозначно: после осаждения всего разреза цехштейнового известняка и перед осаждением желвакового ангидрита, составляющего нижнюю часть нижнего ангидрита. Доломиты, залегающие в этом ангидрите и характеризующиеся нестехиометрическим соотношением, образовались в среде типа *sabkha*. Содержание стронция и стехиометричность доломита говорят о его образовании в разжиженных растворах.

Скважина Грунды Гурне ИГ 1 расположена на склоне зоны Калее-Чешево, приподнятой в цехштейновом известняке (Т. Пери́т, Г. Важны, 1978). Эта зона — при пониженном уровне моря, так как показано на фиг. 4 — периодически поднималась над ним (Т. Пери́т, 1981b) и метеорная вода могла стекать вниз по склону, вследствие чего пресная вода мешалась с морской и вызывала доломитизацию. Источником метеорных вод были, вероятно, атмосферные осадки, хотя во время седиментации цехштейнового известняка в Предсудетском районе климат был примерно таким, какой сейчас господствует в районе Персидского залива (Т.М. Пери́т, 1978), но периодически он был более влажным.

В итоге следует отметить, что по имеющимся данным доломиты и известняки цехштейна в скважине Грунды Гурне ИГ 1 образовались в результате смешения морских и метеорных вод (*mixing zone mechanism*; фиг. 4). Именно так объясняются многие случаи доломитизации отложенный цехштейнового известняка во внутренней зоне бассейна этого известняка; несомненно также, что многие другие случаи следует объяснять иначе (Т.М. Пери́т, 1978, 1981c).

Tadeusz Marek PERYT

## DOLOMITIZATION OF THE ZECHSTEIN LIMESTONE DEPOSITS OF THE WRZEŚNIA REGION (FORE-SUDETIC AREA, WESTERN POLAND)

### Summary

In the condensed successions of the Zechstein Limestone in the northern Fore-Sudetic area limestones prevail, as opposed to the normal successions, characteristic of somewhat deeper areas compared to those in which the condensed successions originated. In the normal successions the dolomite content is usually higher. In the Grundy Górne IG 1 well, located south of Września, the lithological development of the Zechstein Limestone horizon (developed as dolomites) (Fig. 1; Tabl. I, II) is similar to that of other successions in the Fore-Sudetic area (Fig. 2).

A distinct evolution in dolomite composition was recorded (Fig. 1), but usually the dolomites are stoichiometric and very well ordered. The increase in strontium content (Fig. 1, 3) reflects the trend to reach the stoichiometric composition of dolomite. The characteristics of dolomites and the preservation of fabrics testify to the existence of only one main period of dolomitization. As in result of it the entire Zechstein Limestone succession has been dolomitized, the dolomitization evidently took place after deposition of the Zechstein Limestone succession and before deposition of the chicken-wire anhydrites,

constituting the lowermost part of the Lower Anhydrite. The non-stoichiometric dolomites occurring in the Lower Anhydrite horizon originated in the sabkha environment. The dolomites of the Zechstein Limestone originated in the presence of dilute solutions, as suggested by the strontium content and the stoichiometric composition of dolomites.

The Grundy Górne IG 1 well is located on the slope of the Kaleje – Czeszewo zone that constituted the shoal during the Zechstein Limestone deposition (T.M. Peryt, H. Ważny, 1978). The shoal has been subaerially exposed during the periods of lowering of sea level (T.M. Peryt, 1981*b*), as presented in Fig. 4, and the meteoric water could flow down the slope, what led to the mixing of fresh and sea water, and hence to the dolomitization of the Zechstein Limestone deposits. The meteoric water derived most probably from rains – although during the Zechstein Limestone deposition the climate in the Fore-Sudetic area was similar to that prevailing now in the Persian Gulf area (T.M. Peryt, 1978), there are some indications that there existed more humid periods.

Concluding, the data indicate that the dolomites of the Zechstein Limestone succession in the Grundy Górne IG 1 well originated from mixing of sea and meteoric waters (mixing water mechanism, Fig. 4). This mechanism explains many cases of dolomitization of the Zechstein Limestone deposits in the central part of the Zechstein Limestone basin although numerous other cases should be connected with other mechanisms of dolomitization (T.M. Peryt, 1978, 1981*c*).

The support of Alexander von Humboldt-Stiftung is gratefully acknowledged.

*Translated by the Author*

**TABLICA I**

**Fig. 5. Onkolit z intraklastami (strzałki); strzałki w górnych prawych rogach zdjęć wskazują strop; a –  
głęb. 3946,50 m; b – głęb. 3946,83 m**

**Oncolite with intraclasts (arrows); arrows in the upper right corners of photos indicate the roof; a –  
depth 3946.50 m; b – depth 3946.83 m**

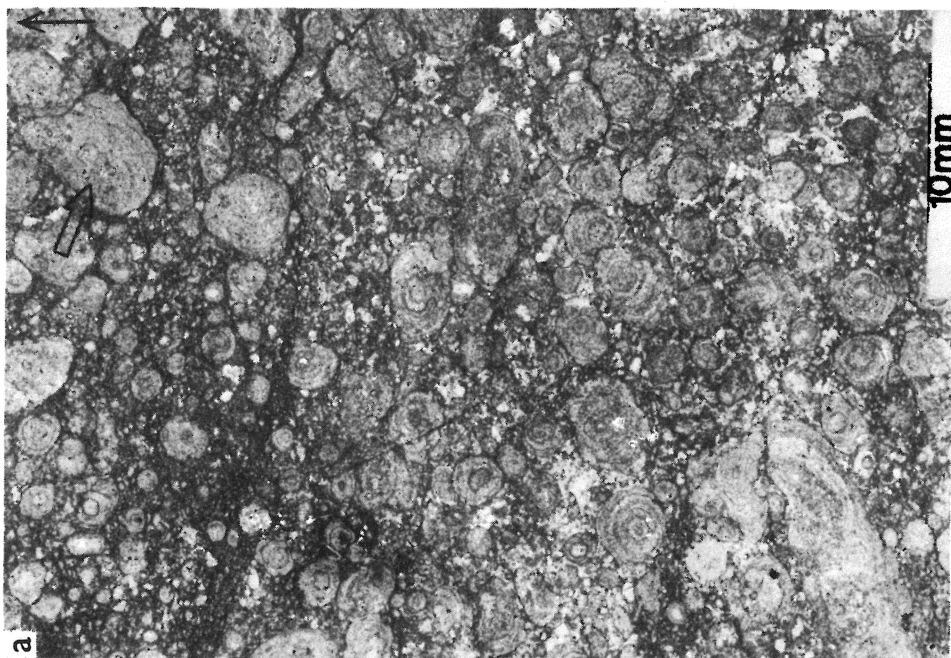
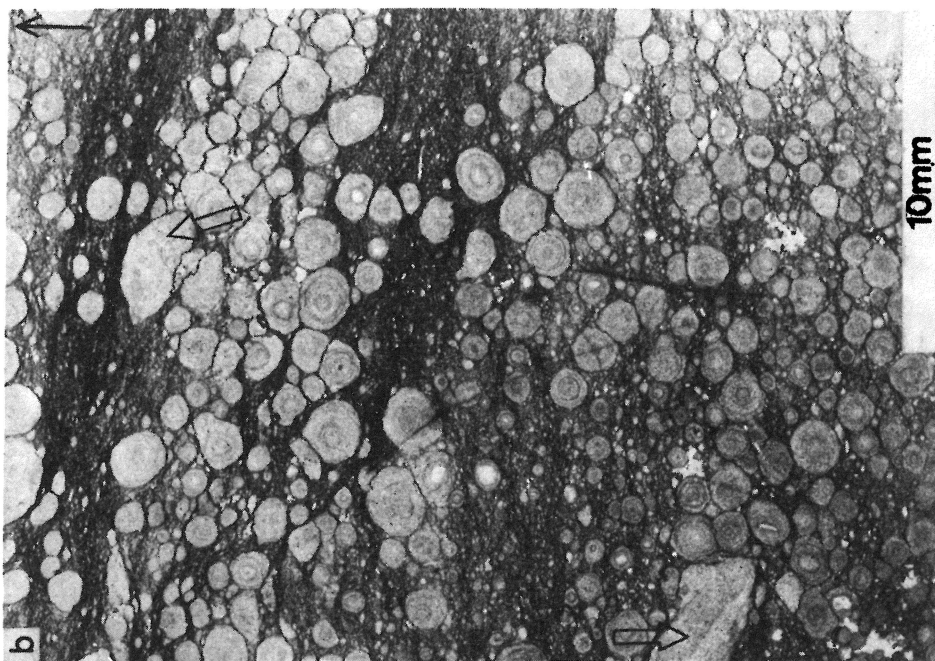


Fig. 5

Tadeusz Marek PERYT — Dolomitacja osadów wapienia cechsztyńskiego w rejonie Wrześni

## TABLICA II

Fig. 6. Pizolit; strzałki wskazują cement stalaktytowy; strzałki w górnych prawych rogach zdjęć pokazują strop; a – głęb. 3946,06 m; b – głęb. 3946,00 m

Pisolite; arrows indicate the stalactitic cement; arrows in the upper right corners of photos indicate the roof; a – depth 3946.06 m; b – depth 3946.00 m



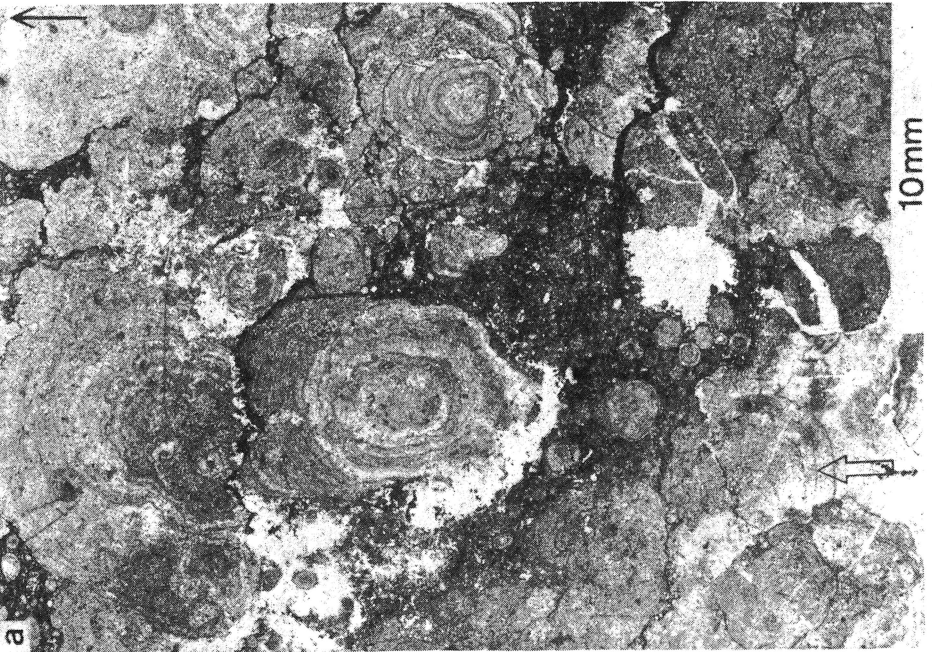
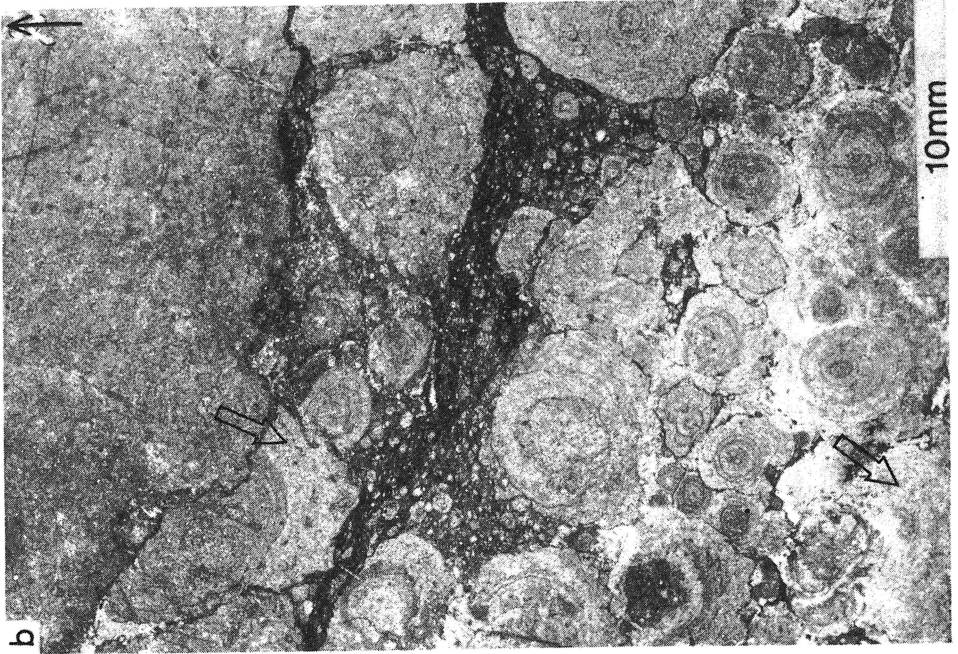


Fig. 6

Tadeusz Marek PERYT – Dolomitizacja osadów wapienia cechsztyńskiego w rejonie Wrześni