

DOLOMITYZACJA SKAŁ WĘGLANOWYCH Ca1 W REJONIE KOPALNI RUDY MIEDZI

UKD 553.242.3:552.54.08:551.736.3:622.343'26(438—14)

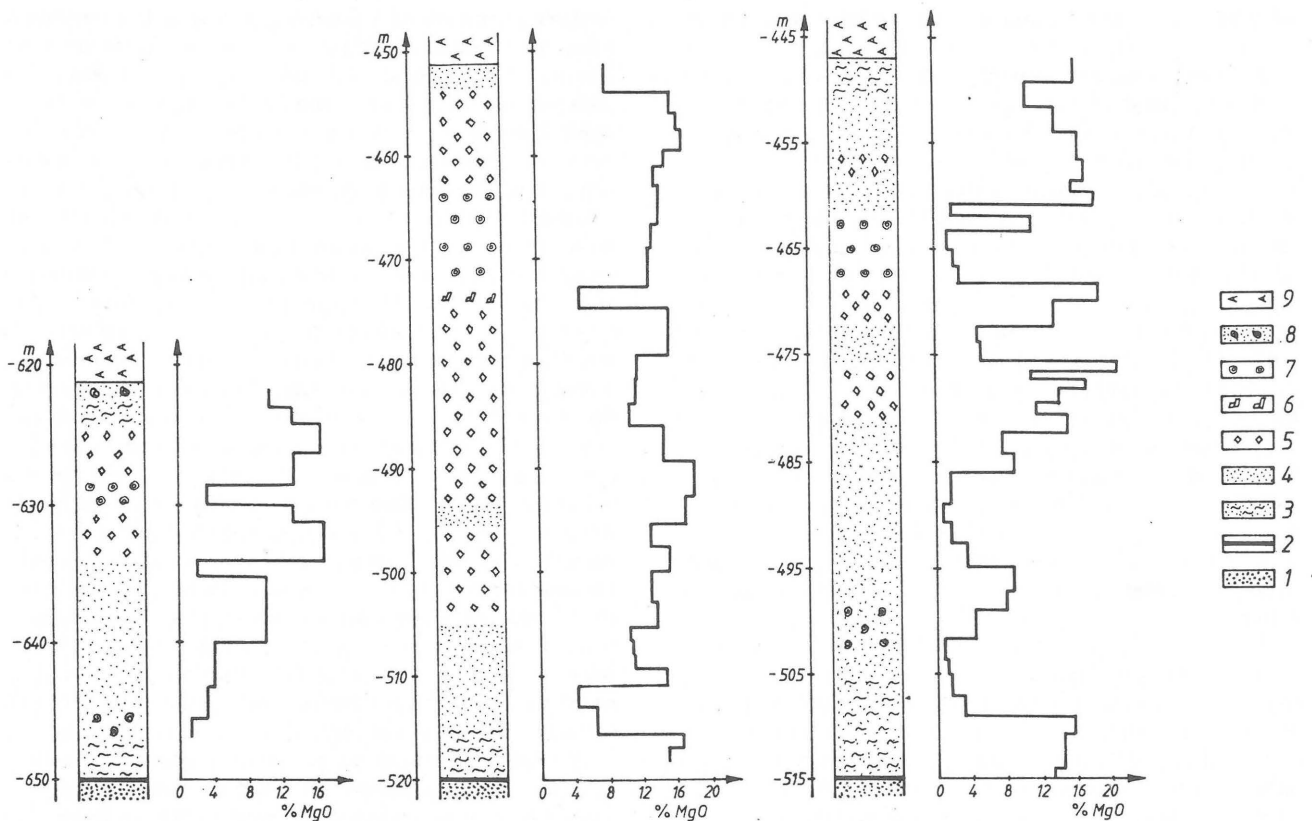
Zagadnienie dolomityzacji skał węglanowych Ca1 w cechszynie monokliny przedsudeckiej nie było dotychczas przedmiotem bardziej szczegółowych badań. Problem ten porusza natomiast kilku autorów na marginesie ogólniejszych rozważań budowy geologicznej i stratygrafii (9, 13) lub zagadnień petrograficznych i facjalnych (8, 10). Artykuł podaje fakty dotyczące chemizmu i budowy skał węglanowych Ca1 oraz wzajemnych stosunków wapieni—doloomit, zaobserwowane w wyrobiskach górniczych lub przy okazji badań laboratoryjnych. Materiał do badań zebrano w rejonie aktualnej eksploatacji górniczej na obszarze między Lubinem a Sieroszowicami.

ZARYS BUDOWY SKAŁ WĘGLANOWYCH Ca1

W badanym obszarze w skałach węglanowych cyklotemu pierwszego występują łupki miedzionośne lub bezpośrednio piaskowce białego spągowca. Rozkład miąższości jest strefowy, przy ogólnej tendencji obniżania w

kierunku północnym wynosi ona około 7 m w NW części kopalni Sieroszowice oraz około 65 m w pasie południowym między Lubinem a Polkowicami (lokalnie wzrasta do 80 m a nawet 100 m w kilku niewielkich, izolowanych obszarach). Zmiana miąższości jest znaczna w rejonie pola zachodniego kopalni Polkowice i Rudna, gdzie na odcinku około 350—450 m miąższość skał poziomu Ca1 obniża się o 30—50 m.

Wykształcenie mikrofacjalne poziomu węglanowego Ca1 w rejonie eksploatacji górniczej nie odbiega w istotny sposób od tego jaki znany jest z terenów przyległych. Powszechną uwagę zwraca niewielki udział czystych doloomitów lub wapieni w budowie skał węglanowych Ca1. Zarówno badania mikroskopowe, jak i wyniki analiz chemicznych wykazują zmienność składu mineralnego i chemicznego nie tylko między poszczególnymi zespołami litologicznymi, ale także w obrębie analogicznych warstw, niekiedy na bardzo małych odległościach. Oznacza to, że dolomityzacja przebiegała w wielu etapach rozwoju



Ryc. 1. Wykresy zawartości MgO w profilu skał węglanowych Ca 1.

Fig. 1. Graphs of MgO content in section of Ca 1 carbonate rocks.

a – kopalnia Polkowice, pole zachodnie, otwór badawczy H-17, b – kopalnia Polkowice, pole wschodnie, otw. bad. H-40, c – kopalnia Lubin, pole wschodnie, otw. bad. H-20, 1 – piaskowiec białego spągowca, 2 – łupek miedzionośny, 3 – mikryt ilasty i laminowany, 4 – mikryt, 5 – sparyt, 6 – baryt, 7 – oolit, 8 – biomikryt, 9 – anhydryt.

a – Polkowice mine, western field, exploratory drilling H-17, b – Polkowice mine, eastern field, exploratory drilling H-40, c – Lubin mine, eastern field, exploratory drilling H-20. 1 – Weissliegendes sandstone, 2 – copper-bearing shale, 3 – clay and laminated micrite, 4 – micrite, 5 – sparite, 6 – barite, 7 – oolite, 8 – biomicrite, 9 – anhydrite.

serii węglanowej przy zróżnicowanych lokalnie warunkach środowiska.

Ilościowy udział dolomitu w skałach węglanowych jest bardzo zróżnicowany w poszczególnych profilach oraz obszarach górniczych i pod tym względem zaznacza się odrębność rejonu Lubina od Polkowic (ryc. 1). Ogólnie można stwierdzić, że w pierwszym z wymienionych obszarów przeważa człon wapienny; skały tego typu występują w różnych poziomach, lokalnie pojawiają się czyste wapienie. W rozpoznanych robotami górniczymi obszarze kopalni Polkowice oraz przyległych od strony północnej i zachodniej (Rudna, Sieroszowice) stwierdzono przewagę członu dolomitowego, a skały wapienne pojawiają się w postaci wkładek. Dużym zmianom podlega także stopień dolomityczności (tab. I, II). Ponadto w wielu przypadkach jego zmiany mają charakter skokowy i zachodzą na bardzo małych odległościach.

Regułą jest występowanie skał dolomitowych w spągu poziomu Ca1 na kontakcie z łupkami miedzionośnymi lub piaskowcami białego spągowca. Dolomity wykształcone w postaci mikrytów ilastych i laminowanych tworzą jednolity poziom stratygraficzny o stałej miąższości i szerokim rozprzestrzenieniu w całym obszarze miedzionośnym między Lubinem a Sieroszowicami. Skały te wykazują podwyższoną a nawet bardzo wysoką zawartość Al_2O_3 , SiO_2 oraz Corg., z czym związany jest stopień ich zdolomityzownia. Wskaźnik dolomityczności określony stosunkiem zawartości dolomitu do sumy minerałów węgl-

Tabela I
SKŁAD MINERALNY SKAŁ WĘGLANOWYCH Ca1
OTWÓR BADAWCZY Sz-9/H-40, KOPALNIA POLKOWICE

Mikrofacja	Rzędna spągu (m)	Podstawowe składniki mineralne w %				Stopień dolomityczności wg Radlicza
		dolomit	kalcyt	anhydryt i gips	baryt	
mikrytowa	-453,0	36,7	6,5	46,0	—	752
sparytowa	-454,0	71,6	8,2	14,6	—	820
	-455,0	75,0	11,5	7,5	—	780
	-460,0	68,4	11,5	12,5	3,0	763
oolitowa	-467,7	60,4	12,5	6,5	—	725
	-470,7	59,3	10,0	21,0	3,0	768
sparytowa lokalnie z mikrytem	-476,5	21,0	10,0	5,0	45,5	542
	-481,2	52,3	34,0	3,6	7,0	448
	-487,7	65,5	16,8	8,9	—	668
	-494,4	75,5	15,0	3,6	3,5	730
	-498,5	70,3	20,0	2,2	—	662
	-503,0	59,5	26,0	0,5	2,0	555
	-506,2	47,5	31,5	1,1	3,0	449
-508,6	50,3	27,5	1,4	—	497	
mikrytowa	-512,5	19,3	74,5	1,0	—	125
	-516,6	29,4	68,5	0,8	—	188
mikrytu ilastego i laminowanego	-518,1	70,5	10,5	1,2	—	786
	-519,2	47,6	6,0	—	—	810

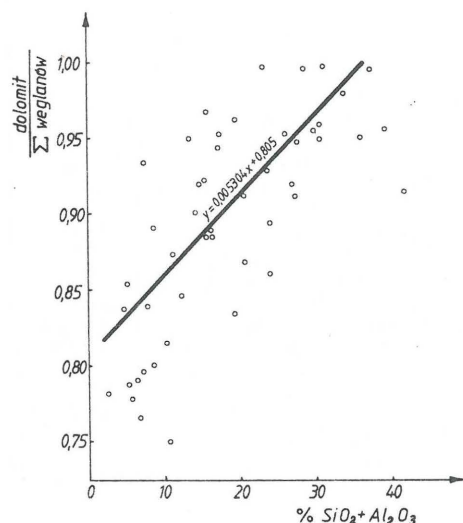
SKŁAD CHEMICZNY I MINERALNY SKAŁ WĘGLANOWYCH Ca1
KOPALNIA POLKOWICE, POLE WSCH., POZIOM 740, PRZEKOP WODNO-WENT.

Symbol próbki wg ryc. 4	Skład chemiczny w % wag.				Podstawowe składniki mineralne w %			Stopień dolomityczności	
	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	dolomit	kalcyt	anhydryt i gips	wg Chilingara	wg Radlicza
D-2/5a	31,91	14,94	0,40	0,21	68,5	14,5	7,5	1,9	721
D-2/5b	30,87	16,02	0,54	0,30	73,1	10,5	6,5	1,75	790
D-2/6	45,41	6,72	0,39	0,19	30,5	62,5	3,0	6,6	211
D-2/8a	51,51	2,70	0,13	0,08	12,2	79,0	8,5	17,8	78
D-2/8b	51,57	2,39	0,19	0,06	10,5	80,2	8,5	20,2	68
D-3/9	47,28	4,67	0,43	0,11	21,2	68,5	6,0	9,6	145
D-3/10	30,95	17,82	0,25	0,22	81,5	8,5	3,5	1,7	840
D-3/11	41,52	6,26	0,17	0,08	28,6	53,0	7,5	6,2	226
D-3/14	41,91	5,60	0,30	0,06	25,6	60,0	—	7,5	185
D-3/15	31,12	17,39	0,38	0,05	79,5	9,0	5,0	1,67	830
D-3/16	31,08	16,26	0,36	0,08	74,5	8,0	9,5	1,67	830

nowych (ryc. 2) wykazuje liniową zależność od zawartości części nierozpuszczalnych. O ile w całym zespole skał węglanowych Ca1 nie można dowieść istnienia takiego związku i w tym ujęciu można przyjąć zdanie T. M. Peryta (10), to w przypadku marglistych odmian dolomitów zależność ta jest oczywista. Można stwierdzić bezspornie, że stopień zdolomityzowania związany jest z podwyższoną lub wysoką zawartością części nierozpuszczalnych, a nie występuje przy podrzędnych zawartościach jakie stwierdzamy w innych odmianach skał węglanowych.

W literaturze geologicznej przedstawione zagadnienie jest dyskusyjne, jednakże zwłaszcza we wcześniejszym okresie wielu autorów potwierdziło ten związek w różnowiekowych osadach skał węglanowych. Ponadto należy zwrócić uwagę na obecność substancji organicznej w spągowej części poziomu węglanowego Ca1, jest ona bowiem powszechnie uważana za czynnik sprzyjający stabilności fazy dolomitowej.

Drugim, w miarę stałym horyzontem zbudowanym w przewodzie z dolomitu jest poziom stropowy, występujący przy kontakcie z anhydrytami A1. Skały te zbudowane są z mikrytu, zawierają duże ilości siarczanów wapnia.



Ryc. 2. Zależność stopnia dolomityczności od zawartości części nierozpuszczalnych w mikrytach ilastych i laminowanych kopalni Polkowice.

Fig. 2. Dependence of degree of dolomitization on content of insoluble parts in clay and laminated micrites from the Polkowice mine.

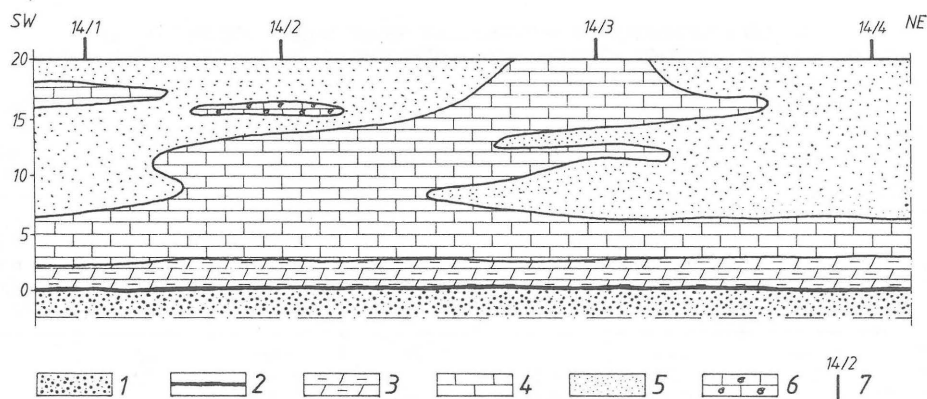
Zawartość dolomitu jest jednak bardziej zróżnicowana niż w poziomie spągowym, zwiększa się także zawartość kalcytu związanego głównie z procesami blasty towarzyszącej dedolomityzacji (4, 12). Zjawisko to jest bardzo charakterystyczne w skałach węglanowych powstałych w środowisku o wysokim nasyceniu siarczanami i chlorkami. Wielu autorów podkreśla specyfikę sedimentacji w basenach ewaporatowych, przypisując istotną rolę w strącaniu dolomitu roztworom chlorkowo-siarczanowym, o wysokim stężeniu Mg²⁺ (3, 6, 16). W pozostałych poziomach skał węglanowych Ca1 udział dolomitu i kalcytu jest bardzo zróżnicowany zarówno w profilu pionowym, jak i rozprzestrzenieniu poziomym i nie wykazuje związku z układem struktur sedimentacyjnych.

CHARAKTER KONTAKTÓW

Zarówno w trakcie badań kopalnianych, jak i laboratoryjnych stwierdzono wiele przykładów kontaktowania ze sobą skał z przewagą członu wapiennego i dolomitowego. Mają zatem miejsce wyraźne i ostre kontakty w skali makroskopowej, gdzie na odcinku niewielu centymetrów występują skały o zdecydowanie odmiennym składzie mineralnym, są także przypadki, w których kontakt jest trudny do uchwycenia a zmiana charakteru skały stopniowa. Stwierdzono również sytuacje, gdzie zetknięcie odmiennych typów skał węglanowych można prześledzić z całą ostrością w skali mikroskopowej, przy czym nie jest to zjawisko lokalne i nie ogranicza się do obecności enklawy czy pojedynczego skupienia.

Przykładem ostrego kontaktu skał wapiennych i dolomitowych może być przekrój wykonany w oddziale G-14 kopalni Polkowice (ryc. 3). Skały członu wapiennego to mikryty o warstwowej budowie i masywnej, zwartej strukturze, lokalnie z obecnością biosparytu wypełniającego szczątki organiczne. Dolomitowe odmiany skał wyróżniają się ziarnistą strukturą, jasnobieżowym zabarwieniem i gruboławicową budową o słabo zaznaczonych powierzchniach oddzielności ławic. W podstawowym tle skalnym pojawiają się blasty sparytowego kalcytu z wrostkami dolomitu, a także reliktove skupienia z zachowaną strukturą mikrytową.

Inny powszechnie występujący typ kontaktów odznacza się tym, że jest trudny do uchwycenia, gdyż skały węglanowe o zróżnicowanym stopniu zdolomityzowania wykazują zbliżone cechy ziarnistości, tekstury i zabarwienia. Różnice rozstrzyga dopiero wynik analizy chemicznej lub petrograficznej (tab. II). Badania wykonane w przeko-

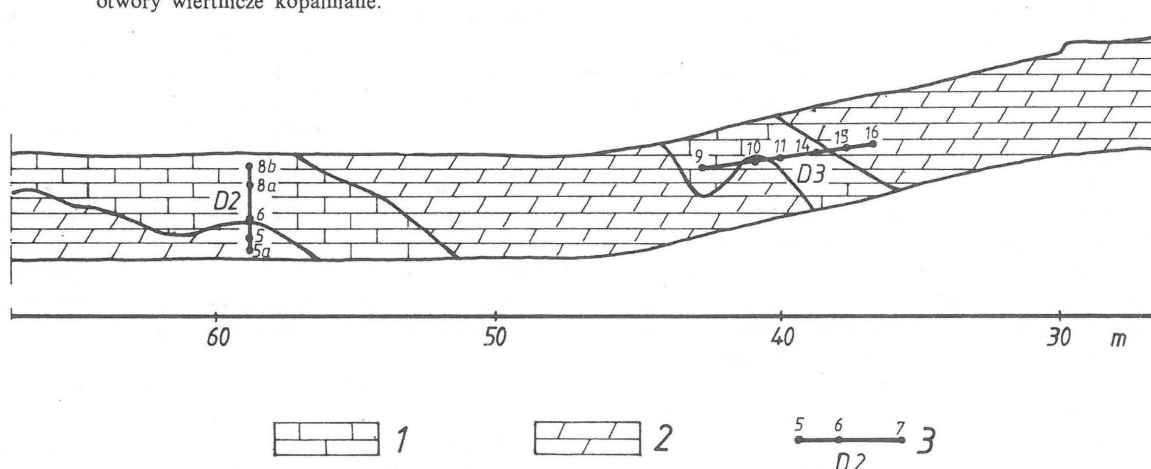


Ryc. 3. Kontakt dolomitów i wapieni w upadowej G-1 oddziału G-14 kopalni Polkowice.

Fig. 3. Contact of dolomites and limestones in the gallery G-1 of section G-14, Polkowice mine.

1 – piaskowiec białego spągowca, 2 – łupek miedzionośny, 3 – dolomit ilasty i laminowany, 4 – wapień mikrytowy, 5 – dolomit ziarnisty, sparytowy, 6 – wapień biomikrytowy, 7 – otwory wiertnicze kopalniane.

1 – Weissliegendes sanstone, 2 – copper-bearing shale, 3 – clay and laminated dolomite, 4 – micrite limestone, 5 – sparry grained dolomite, 6 – biomicrite limestone, 7 – mine drillings.



Ryc. 4. Kontakt dolomitów i wapieni w przekopie wodno-wentylacyjnym kopalni Polkowice.

Fig. 4. Contact of dolomites and limestones in drainage-ventilative gallery of Polkowice mine.

1 – dolomit, 2 – wapień, 3 – linia przekroju geochemicznego.

1 – dolomite, 2 – limestone, 3 – line of geochemical section.

pie wodno-wentylacyjnym w polu wschodnim kopalni Polkowice (ryc. 4) wskazują istotne zmiany składu mineralnego, mimo dużego makroskopowo podobieństwa skały.

W dolomitach struktura skały jest idiomorfowo-ziarnista, a rozmiary kryształów wynoszą około 45 μm . Wysoka porowatość związana jest z wyługowaniem i ma charakter gniazdowy lub międzyziarnowy. Odmiany wapienne odznaczają się hipautomorfowym pokrojem kryształów o rozmiarach około 25 μm i znacznie niższą od dolomitów porowatością.

Zróznicowany stopień dolomityczności ma miejsce także w obrębie poziomu oolitowego, przy czym nie zaobserwowano takich zmian dolomityzacji, które wskazywałyby na ewidentne związki regionalne. Przypuszcza się, że zmiana dolomityczności poziomu oolitowego jest uzależniona od warunków lokalnych oddziałujących na przeobrażenia w całym profilu skał węglanowych.

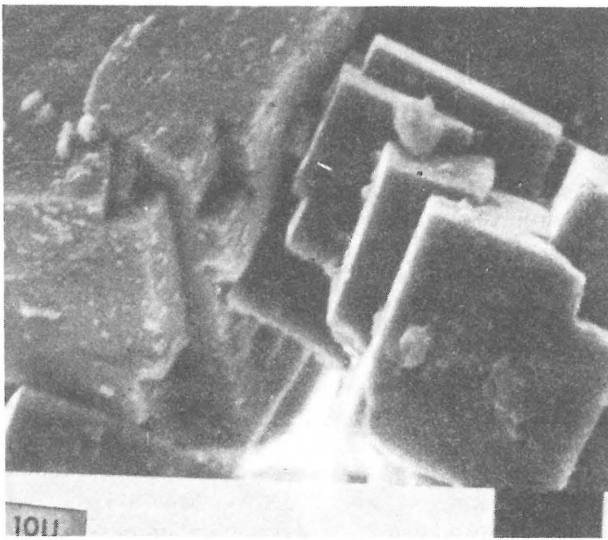
Jednocześnie ze zmianą mikrofacji oraz stopnia dolomityczności, skały węglanowe wykazują zmienną porowatość (tab. III). Regułą jest strefowy rozkład porowatości, która przyjmuje najniższe wartości w spągowym i stropowym poziomie mikrytowym. Maksimum porowatości przypada na środkową i górną część profilu, w którym przeważa mikrofacja sparytowa (ryc. 5, 6) i oolitowa (ryc. 7) oraz

Tabela III

ROZKŁAD POROWATOŚCI W PROFILU SKAŁ WĘGLANOWYCH CaI

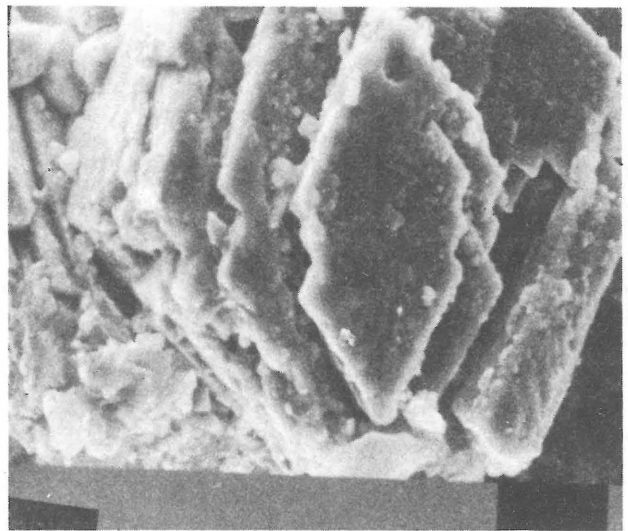
Lokalizacja badań	Strefa porowatości	Położenie w stosunku do stropu białego spągowca (m)	Porowatość w %		Ilość próbek w strefie
			średnio	przedział porowatości	
Rudna, otw. bad. H-28	I	0,2–15,0	4,2	1,8–69,	7
	II	15,0–59,0	11,3	2,0–15,3	39
	III	59,0–63,8	2,1	1,3–2,8	10
Polkowice, otw. bad. H-16	I	0,3–26,0	1,7	0,4–3,4	17
	II	26,0–63,0	6,9	1,5–12,7	27
	III	63,0–67,0	1,8	0,3–3,0	3

człon dolomitowy. Porowatość ma tu głównie charakter gniazdowy i międzyziarnowy i często związana jest z wyługowaniem. Wzrost porowatości, zwłaszcza w dolomitach „cukrowatych” wynika także z postępującej dolomityzacji (15). Wysoka porowatość występująca w tych skałach ułatwia krążenie roztworów „en masse” a nie tylko określonymi kanałami, o czym świadczą obfite



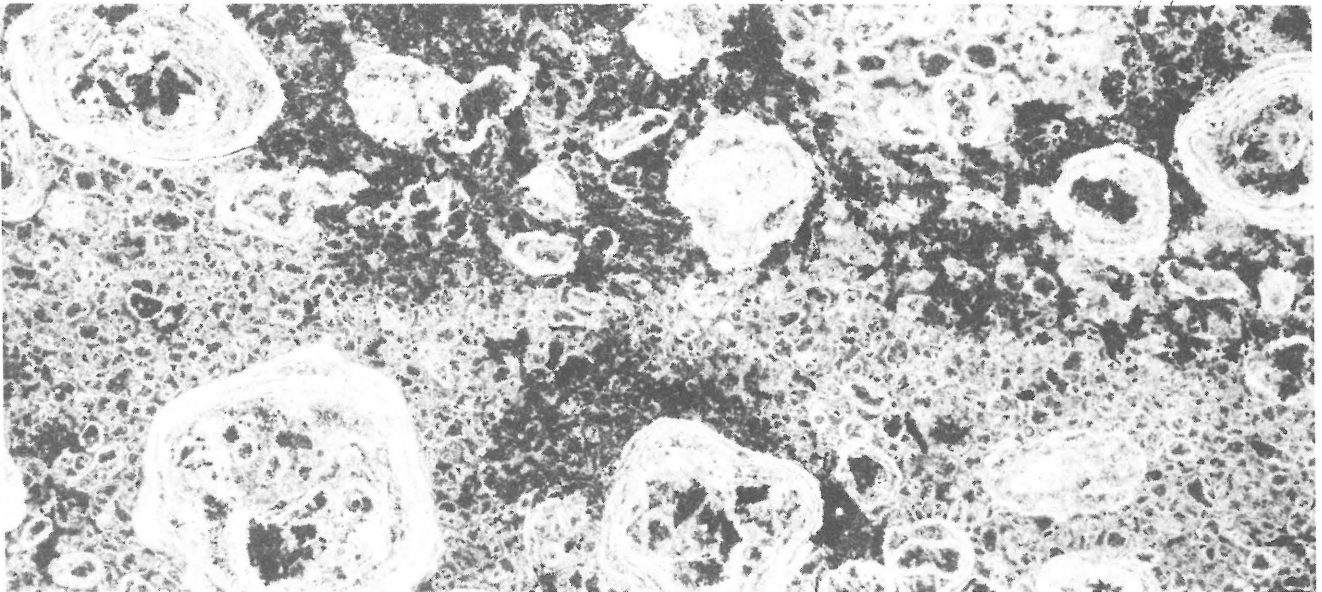
Ryc. 5. Dolomit ziarnisty o strukturze bryłowej, kopalnia Lubin, otw. bad. B-21, mikroskop skaningowy.

Fig. 5. Grained dolomite with lumpy structure, Lubin mine, exploratory drilling B-21, scanning electron microscope.



Ryc. 6. Dolomit ziarnisty o strukturze bryłowej i porowatości związanej z wylugowaniem, kopalnia Polkowice, otw. bad. H-70, mikroskop skaningowy.

Fig. 6. Grained dolomite with lumpy structure and porosity related to leaching, Polkowice mine, exploratory drilling H-70, scanning electron microscope.



Ryc. 7. Dolomit wapnisty, oolitowy powstały w strefie wadycznej, kopalnia Polkowice, otw. bad. H-8, zdjęcia negatywowe, pow. $8 \times$.

Fig. 7. Calcareous, oolite dolomite formed in wadi zone, Polkowice mine, exploratory drilling H-8, negative print, $\times 8$.

wykwity siarczanów i chlorków na powierzchni kopalnianych rdzeni wiertniczych. Natomiast kalcytyzacja i inne procesy związane głównie z ontogenezą w istotny sposób obniżają porowatość (ryc. 8, 9).

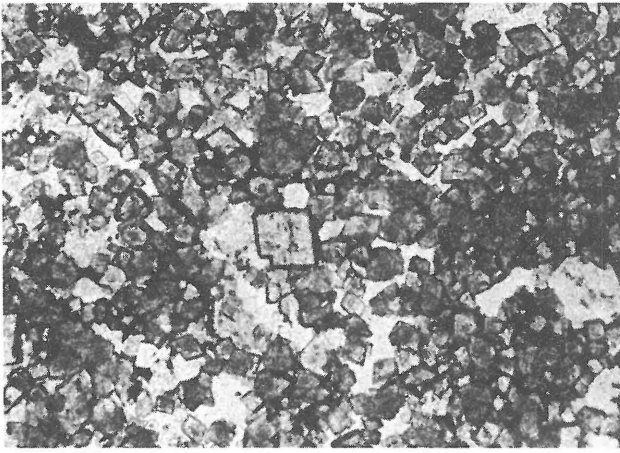
WNIOSKI

Dolomityzacja skał węglanowych Ca1 w rejonie miedzionośnym jest procesem złożonym i wielofazowym. Nie rozwijając szeroko dyskutowanej problematyki pochodzenia dolomitów, sądzę, że w rejonie między Lubinem a Sieroszowicami wyróżnić można zarówno dolomity pierwotne, jak też diagenetyczne i epigenetyczne.

Do grupy dolomitów pierwotnych oczywiście w takim ujęciu, że obejmują one przeobrażenia bardzo wczesnej

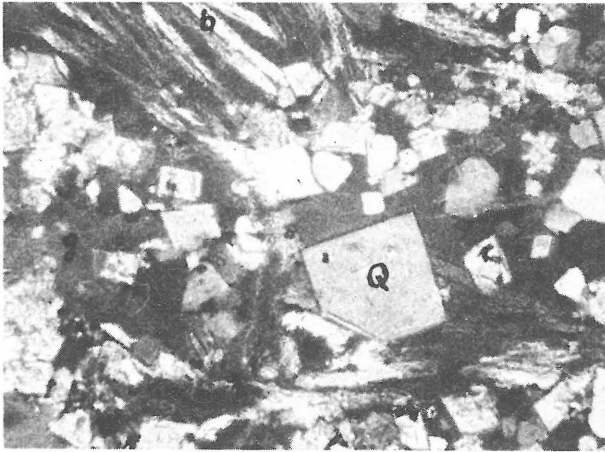
diagenety, zaliczyć można mikrytowe dolomity poziomu stropowego i spągowego. Pierwotną formą byłyby osady zawierające nadmiarową ilość Ca^{2+} , podobnie jak ma to miejsce w osadach współczesnych (patrz T.M. Peryt (11), tab. 2). Powstaniu takiej fazy mineralnej sprzyjać mogła obfitość substancji ilastej i organicznej lub wysokie stężenie soli chlorkowo-siarczanowych, a przejście w dolomit o dobrze uporządkowanej strukturze nastąpiło we wczesnej diagenecie.

Następny etap przeobrażeń skał węglanowych związany jest z dolomityzacją diagenetyczną. Miała ona miejsce w przeważającej części profilu skał węglanowych, a jej wynikiem są różne ogniwa przejściowe tych skał o bardzo zróżnicowanej i niejednorodnej strukturze oraz skały rekrytalizacji.



Ryc. 8. Dolomit wapnisty, sparytowy impregnowany gipsem, kopalnia Polkowice, otw. bad. H-40, pow. 60 ×.

Fig. 8. Calcareous sparry dolomite impregnated with gypsum, Polkowice mine, exploratory drilling H-40, × 60.



Ryc. 9. Dolomit ziarnisty impregnowany gipsem (g) i barytem (b) oraz z zawartością autigenicznego kwarcu (Q), kopalnia Polkowice, otw. bad. H-46, pow. 100 ×.

Fig. 9. Grained dolomite impregnated with gypsum (g) and barite (b) and with authigenic quartz (Q), Polkowice mine, exploratory drilling H-46, × 100.

Proces dolomitizacji najlepiej zaznacza się w obrębie ziarnistych odmian dolomitów. Świadczy o tym zdecydowana przewaga członu dolomitowego, idiomorfowy pokrój kryształów oraz obecność obfitej i zróżnicowanej mineralizacji (kwarc autigeniczny, gips, anhydryt, chalcedon, piryty, baryt i fluoryt) związany z różnymi fazami rozwoju skał węglanowych (ryc. 8, 9). Dolomitizacja ma charakter epigenetyczny i zachodziła przy udziale silnie skoncentrowanych ługów pochodzących z nadległych poziomów ewaporatowych, tak charakterystycznych dla cechsztynu monokliny przedsudeckiej (1).

Ostatnio także Clark (5) zwraca uwagę na rolę roztworów ewaporatowych w procesie dolomitizacji, ale wiąże ich oddziaływanie z wczesną fazą diagenety. Oddziaływanie descenzyjnych ługów jest jak sądzę długotrwałe i zgodnie z poglądem Lincka (7) może mieć miejsce także współcześnie. Pogląd ten wydaje się potwierdzać skład chemiczny wód kopalnianych zawierających głównie siarczany i chlorki, również przy wysokiej zawartości magnezu, co jak już wspomniano sprzyja dolomitizacji.

1. Bereś B., Kijewski P. — Uwagi o genezie złoża rudy miedzi monokliny przedsudeckiej w świetle poglądów C. F. Davidsona. *Prz. Geol.* 1974 nr 2–3.
2. Chilingar G.V. — Classification of limestones and dolomites and geologic age. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.* 1957 vol. 27 nr 2.
3. Chilingar G.V., Bissel H.J. — Formation of dolomite in a sulphate-chloride solutions. *J. Sed. Petrol.* 1963 vol. 33 nr 3.
4. Chlebowski R. — Dedolomitizacja w anhydrytach cechsztynu monokliny przedsudeckiej. *Prz. Geol.* 1977 nr 8–9.
5. Clark D.N. — The diagenesis of Zechstein carbonate sediments. *Contr. to Sedimentology* 9 1980 Stuttgart.
6. Folk R.L., Land L.S. — Mg/Ca ratio and salinity: two controls over crystallization of dolomite. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.* 1975 vol. 59.
7. Linck G. — Bildung des Dolomits und Dolomitierung. *Chemie der Erde*, 1937, 11.
8. Lorenc S. — Petrografia i zróżnicowanie facjalne wapieni i anhydrytów Werra monokliny przedsudeckiej. *Geol. Sudetica* 1976 nr 1.
9. Obec J., Tomaszewski J.B. — Niektóre zagadnienia stratigrafii i podziału cechsztynu monokliny wrocławskiej. *Prz. Geol.* 1963 nr 11.
10. Peryt T.M. — Charakterystyka mikrofacjalna cechsztyńskich osadów węglanowych cyklotemu pierwszego i drugiego na obszarze monokliny przedsudeckiej. *Studia Geol. Pol.* 1978 vol. LIV.
11. Peryt T.M. — Dolomitizacja osadów wapienia cechsztyńskiego w rejonie Wrześni. *Kwart. Geol.* 1981 nr 3.
12. Peryt T.M. — Genaza dolomitów cechsztyńskich. *Prz. Geol.* 1981 nr 10.
13. Podemski M. — Sedymentacja cechsztyńska w zachodniej części monokliny przedsudeckiej na przykładzie Nowej Soli. *Prace Inst. Geol.* 1973 nr 71.
14. Radlicz K. — Method of presentation of carbonate rock dolomitization. *Biul. Inst. Geol.* 1968 nr 237.
15. Walaszenko M.G. — Zakonomiornosti formirowanija miastorożdienij solej. *Izd. Mosk. Gos. Uniw.* 1962.
16. Weyl P.K. — Porosity through dolomitization: Conservation of mass requirements. *J. of Sed. Petrol.* 1960 nr 1.

SUMMARY

The question of dolomitization of Ca1 (Zechstein) carbonate rocks in the Fore-Sudetic Monocline was hitherto not studied in detail, being mainly dealt in side-notes in more general surveys on geological structure and stratigraphy or petrographic and facies problems.

The paper presents data concerning chemistry and structure of Ca1 carbonate rocks and limestone-dolomite interrelations, gathered in the course of mining works and laboratory studies. The results were obtained in area between Lubin and Sieroszowice, where mining works are currently carried out.