

## Okruszcowanie wapieni jurajskich w okolicach Inowrocławia

Występowanie siarczku żelaza w utworach jury białej na obszarze Kujaw jest rzeczą powszechną. Notowano je jako występowanie pirytu z wszystkich prawie wierceń, jakie tam wykonywano, a nieco większe skupienia napotkane na terenie samego Inowrocławia w otworach Diana i Apollo, na głębokości około 25 m (J. Schubert, 1875), stały się podstawą do uzyskania nadań górniczych, a nawet podjęcia przejściowej eksploatacji.

Można wyróżnić przy tym dwojaki sposób pojawiania się siarczku żelaza. Występuje on bądź w postaci konkretacji nieraz znacznych rozmiarów (do 70 cm), bądź w formie wyraźnych żyłek i wprysków. Pierwszy, przeważnie konkretacyjny typ, związany jest z ilastymi lub marglistymi utworami zwykle wyższych części jury białej (kimeryd-bonon). Ich przykładem może być występowanie pirytu w jurze pomorskiej znane z kamieniołomów w Czarnogłowach i Świętoszewie (M. Podlaszecka, 1955). Tęgo właśnie typu były prawdopodobnie piryty eksploatowane na polu Apollo i Diana w Inowrocławiu, tworzące według J. Schuberta (1875) do 1,37 m grubą warstwę wśród zwięzłych margli, które można by zaliczyć do kimerydu. Podnieść jednak trzeba, że w Świętoszewie pirytyzacja obejmuje wyraźnie także spękania.

Typ żyłowo-impregnacyjny spotyka się przede wszystkim w partiach zwięzłych oksfordzko-raurackich wapieni (miejscami dolomitycznych), szczególnie dobrze odsłoniętych w kamieniołomach Piehcina, Bielawy i Wapienna na NW od Inowrocławia. Eksploatowane tu zbite wapienie organogeniczne (oksfordu-rauraku) wchodzi w skład południowego skrzydła wału kujawskiego. Miejscami są one zdolomityzowane (do 15% MgO), przy czym dolomityzacja zdaje się przybierać na sile w miarę posuwania się ku osi grzbietu, a jednocześnie ku warstwom stratygraficznie starszym. Zmineralizowanie siarczkami żelaza dotyczy partii wapiennych i dolomitycznych. Ma ono charakter dość przypadkowy. W r. 1954 większe jego nasilenie spotkano we wschodniej ścianie kamieniołomu w Bielawie. Makroskopowo siarczki żelaza tworzą nieprawidłowe żyłki, od włoskowatych do kilku centymetrów grubości, oraz wpryski również do kilku centymetrów średnicy, często wyraźnie związane ze sobą cienki-

mi „sznurkami żylnymi“ lub wreszcie pojedyncze ziarna od zupełnie drobnego pyłu do kilku milimetrów średnicy, rozproszone w masie wapieni.

Pod mikroskopem wyróżnia się izotropowe ziarna pirytu i anizotropowe ziarna markasytu. Te ostatnie wchodzą zwłaszcza w skład nerkowatych skupień o budowie promienistej. Pojedyncze natomiast ziarna rozproszone w masie wapieni są przeważnie pirytowe. W żyłkach obie modyfikacje przerastają się bezładnie. Grubsze żyłki i ich nabrzmienia mają często wolne przestrzenie wyścielone druzami siarczoków żelaza, bądź też pustki takie wypełnia biały kalcyt gruboziarnisty dopasowujący się kształtem do krystalicznych szczotek siarczoków, a zatem młodszy od nich. Czasem ziarna siarczku żelaza są wyraźnie pokruszone i scementowane takimiż samym kalcytem.

Sciany pierwotnych spękań, na których osadzały się siarczki żelaza, wykazują wyraźne wżerki powstałe przez ługowanie lub też mają cienką (do 0,1 mm) otoczkę świeżego kalcytu.

Ogólna zawartość pirytu w wapieniach jest wprawdzie nikła, lecz dość stała. Na podstawie analiz próbek, pobranych z odcinków 1–2 m długości, ilość  $SO_2$  waha się w granicach 0,1 ÷ 1,9%. Częsty jednak w stosunku do siarki niedobór żelaza wskazuje, że część jej może należeć do gipsu.

Siarczek żelaza w zwięzłych wapieniach i dolomitach jury jest stale notowany także w opisach wierceń wykonanych w obrębie lub obok inowrocławskiego wysadu solnego. Z dawnych wierceń na uwagę zasługują tu otwory Friedrich, leżący na południowym skłonie wysadu, i Hohensalza I, II i IV — mieszczące się w północnej jego części. W profilu otworu Friedrich notuje A. Jentzsch (1913) na głębokości 151,5 ÷ 154,5 m dolomit żelazisty z żyłkami i gniazdkami pirytu, a także na głębokości 157,6 ÷ 180,6 m biały i różowy dolomit z pirytem, zaliczając te utwory do kimerydu.

W otworach Hohensalza wielokrotnie notowane są dolomity i wapienie z pirytem, np. w otworze Nr I dolomit pasemkowy na głębokości 74,4 ÷ 113,9 m; w otworze Nr II — wapienie jamiste i szczelinowate z żyłkami kalcytu i pirytu na głębokości 19,0 ÷ 72,7 m; w otworze Nr VI — dolomit szary z żyłkami kalcytu i pirytu na głębokości 187 ÷ 219 m.

W okresie powojennym wykonano trzy głębsze wiercenia na wschodnim zboczu wysadu inowrocławskiego. Dwa z nich: Inowrocław I i Inowrocław II leżały w odległości około 300 i 650 m od normalnie przyjmowanego zarysu górnej części wysadu. Trzeci otwór — Inowrocław IV znajdował się w odległości zaledwie 150 m ku wschodowi od tego zarysu. W dwu pierwszych otworach przewiercono grubą serię wapieni jurajskich (Inowrocław I — od 29 do 515 m, Inowrocław II — od 275 do 734 m) ze śladami pirytyzacji częstszymi w otworze bliższym wysadu, mniej obfitymi — w dalszym. Według M. Podlaszeckiej (1955) jest to piryt rozproszony w masie wapiennej i wytracony przy rozkładaniu się szczątków organicznych. Dolomityzację, wpadającą w oko przy profilowaniu, zaobserwowano jedynie w najwyższej części serii wapiennej przewierconej w otworze Inowrocław I do około 90 m głębokości; w otworze Ino-

wrocław II nie zauważono jej zupełnie. Z uwagi na okruszcowanie, otwory te nie dostarczają zatem żadnych szczególnych danych.

Bardzo interesujący okazał się natomiast otwór Inowrocław IV, mimo że na jego podstawie nie można sobie wyrobić dokładnego obrazu mineralizacji, z powodu odwiercenia go systemem udarowym. Jego schematyczny profil przedstawia się następująco:

Głębokość w m	Opis	
0 ÷ 3,0	głina morenowa — plejstocen	
3 ÷ 201	dolomity szare i pasemkowe z wkładkami łań maglistych i piaskowca — jura	
201 ÷ 216	iłły margliste z gipsem	} jura i cechsztyń w płaszczu bocznym słupa solnego
216 ÷ 239	gips krystaliczny	
239 ÷ 243	dolomit szary	
243 ÷ 276	iłły solne	} cechsztyń
276 ÷ 300	sól biała nie przewiercona	

Mineralizacja związana jest z górną częścią dolomitów; można ją śledzić mianowicie tylko do głębokości 100 m. Na podstawie makroskopowej oceny próbek okruszczonych mineralizacja w profilu będzie się przedstawiała następująco:

Głębokość w m	Opis
3 ÷ 8	dolomit jasnokremowy, szary i pasemkowy, także wkładki białego wapienia; pojedyncze ziarna pirytu
8 ÷ 14	iłł niebieskawoszary
14 ÷ 48	dolomit szary, kremowy i pasemkowy; najpierw pojedyncze luźne ziarna blendy, na głębokości 40 ÷ 48 m zaś jej obfitość
48 ÷ 53	iłł szary, marglisty
53 ÷ 55	piasek (próbki niepewne z powodu prostowania otworu)
55 ÷ 72	dolomit pasemkowy i częste luźne ziarna blendy obficie występującej na głębokości 64 ÷ 70 m
72 ÷ 96,5	piaskowiec drobnoziarnisty jasnoszary; także okruszki dolomitu i blendy (zwłaszcza na głębokości 86 m) oraz pirytu (na głębokości 96 m)
96,5 ÷ 98,5	dolomit pasemkowy bez wyraźnej mineralizacji
98,5 ÷ 110	piaskowiec (piasek) szary; okruszki dolomitu
110 ÷ 201	dolomit szary i pasemkowy; poza nalotami pirytu okruszcowania nie dostrzeżono.

Nasilenie okruszcowania jest szczególnie znaczne na dwu odcinkach profilu na głębokości 40 ÷ 48 i 64 ÷ 70 m. Związane ono jest tu z dolomitem pasemkowym. Blenda występująca na głębokości 72 ÷ 96,5 m w obrębie piaskowca może pochodzić z górnych odcinków otworu, jak na to wskazują towarzyszące jej okruszki dolomitów, lub też związana jest z podrzędnymi wkładkami dolomitu, których na podstawie próbek okruszczonych nie można wyodrębnić w profilu. Interpretacja podanego profilu nastęrcza trudności. Zastanawia powtarzanie się partii dolomitowych przegrodzonych łań, piaskowcem i gipsem. Niejasny jest też wiek poszczególnych serii. Z uwagi na bliskie sąsiedztwo wysadu można uważać,

że ma się tu do czynienia z pakietami utworów przetasowanymi ze sobą a może nawet z bryłami porwanymi w trakcie wypiętrzania serii solnej.

Porównując ten profil z profilem najbliższego od strony wschodniej otworu Inowrocław I, gdzie następstwo warstw nie wykazuje takich zaburzeń, można uważać dolomity pasemkowe za swoisty odpowiednik wapieni szarych i kremowych jury białej (raurak?), a piaskowce — za należące do jury brunatnej.

Ze względu na okruszcowanie, szczególne zainteresowanie budzi dolomit pasemkowy. Przedstawia on skałę drobnoziarnistą zbudowaną z szarych i jasnokremowych smug grubości kilku do kilkunastu milimetrów. Smugi szare są wyraźnie porozrywane i pokruszone, a partie o odcieniu kremowym zlepiają te okruchy i przenikają je w postaci żyłek w najrozmaitszych kierunkach. Granice między obu rodzajami dolomitu są na ogół zatarte; niekiedy jednak występują z całą ostrością, tak że skała przybiera charakter brekcji.

Analiza obu odmian dolomitu, wykonana przez R. Czaplińskiego w Katedrze Geologii Kopalnianej Akademii Górniczo-Hutniczej, dała następujące wyniki (w procentach):

	Dolomit jasny	Dolomit szary	
Części nierozpuszczalne w HCl	0,490	21,150	} oznaczone
H <sub>2</sub> O	0,240	1,275	
Suma tlenków R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,045	8,030	
Tlenek wapnia CaO	30,050	22,060	
Tlenek magnezu MgO	18,930	14,425	
Dwutlenek węgla CO <sub>2</sub>	44,245	33,060	} obliczone
	99,990	100,000	

Obie odmiany są zatem w równym stopniu zdolomityzowane. Stosunek CaO : MgO wynosi 1,57 zamiast teoretycznego 1,99. Odmiana szara jest mocno ilasta, podczas gdy odmiana kremowa jest czystą skałą węglanową. Badanie mikroskopowe wykazuje drobniejsze (40÷100 μ) ziarno w partiach szarych, grubsze (100÷200 μ) — w jasnych. Na ogólnym tle zjawiają się w obu odmianach „porfiroblasty“ przejrzystego dolomitu (100÷500 μ). Ich kontury podkreśla ciemny pigment rozproszony obficie w szarym dolomicie. Miejscami skupia się on w grudki wielkości 40÷100 μ i wówczas daje refleks siarczku żelaza. W partiach jasnych widoczne są drobne kawerny wyścielone kryształkami dolomitu. W całości dolomit pasemkowy trzeba uważać za skałę mocno zmienioną. Pierwotne szare margliste wapienie jurajskie zostały wskutek zaangażowania tektonicznego rozwarstwione i pokruszone, następnie zdolomityzowane i sklejone masą jasnokremowego dolomitu. Częściowo nastąpiło przy tym także przesunięcie szarego pigmentu i jego skoncentrowanie wokół jasnych, świeższej daty „porfiroblastów“ dolomitowych.

\* Jak już wspomniano, przy przeglądaniu próbek okruszowych pochodzących z dolomitu pasemkowego dostrzega się poza dolomitem samodzielne ziarna sfalerytu, piryty i galeny. Szczególnie obficie występuje sfaleryt, poczynając od głębokości 40 m aż do głębokości około 100 m. Czarnobrunatne okruchy sfalerytu są średnicy nawet do 10 mm. W świe-

tle przechodzącym mają brunatnordzawą barwę i często wykazują budowę pasową. Srebrzystoszare okruchy galeny są rzadkością. Piryt jest stałym, ale niezbyt intensywnym towarzyszem. Próby odszukania blendy i galeny w preparatach wykonanych na okruchach dolomitu zupełnie zawodzą. Pod lupą binokularną dostrzega się zrosty blendy z jasnokremowym dolomitem, na którym ona widocznie z reguły narastała. Spotkano także kilka zrostów blendy z pirytem, na którym także zdaje się narastać.

Analizy chemiczne próbek pobranych z wierceń wykonano w Laboratorium Przedsiębiorstwa Geologicznego Rud Nieżelaznych. Wykazały one zawartość cynku w ilości od 0,8 do około 13%, jak to zestawiono w tabeli 1. W pojedynczych okruchach dolomitu stwierdzono natomiast zaledwie 0,1÷0,2% Zn.

Tabela 1

## Wyniki analizy próbek okruchowych z wiercenia Inowrocław IV

Głębokość w m	% Zn	Głębokość w m	% Zn	Głębokość w m	% Zn
40 ÷ 41	1,65	62 ÷ 63	1,92	82 ÷ 83	0,86
41 ÷ 42	1,82	63 ÷ 64	2,03	84 ÷ 85	1,72
42 ÷ 43	1,62	64 ÷ 65	2,28	85 ÷ 86	9,46
43 ÷ 44	13,14	65 ÷ 66	2,94	87 ÷ 88	4,87
44 ÷ 45	7,71	66 ÷ 67	6,40	88 ÷ 89	3,95
45 ÷ 46	3,14	67 ÷ 68	8,01	89 ÷ 90	7,91
46 ÷ 47	7,66	68 ÷ 69	12,70	90 ÷ 91	3,34
47 ÷ 48	3,29	69 ÷ 70	13,25	91 ÷ 92	2,85
53 ÷ 54	3,55	70 ÷ 71	11,50	92 ÷ 93	1,62
54 ÷ 55	3,75	71 ÷ 72	10,60	93 ÷ 94	1,65
55 ÷ 56	1,62	72 ÷ 73	3,34	94 ÷ 95	0,51
56 ÷ 57	1,57	73 ÷ 74	2,48	95 ÷ 96	1,32
57 ÷ 58	1,62	74 ÷ 75	2,13	96 ÷ 97	1,21
58 ÷ 59	1,62	75 ÷ 76	2,23	97 ÷ 98	0,66
59 ÷ 60	2,33	79 ÷ 80	1,37	98 ÷ 99	0,96
60 ÷ 61	1,92	80 ÷ 81	0,86	100 ÷ 101	0,86
61 ÷ 62	2,03	81 ÷ 82	1,02		

Wyników przytoczonych w tabeli 1, jako dotyczących materiału wzbogaconego przy wierceniu, nie można uważać za ściśle odpowiadające warunkom naturalnym. W każdym razie analizy potwierdzają większą koncentrację blendy na tych samych odcinkach, gdzie stwierdzono to makroskopowo i gdzie także bromoformem można było wydzielić nawet do 20% blendy. Ponieważ równocześnie same okruchy dolomitu blendy nie zawierają, trzeba przypuszczać, że występowała ona w żyłkach zniszczonych zupełnie przez wiercenie. Okruszcowanie blendą miałoby zatem charakter podobny do tego, jaki obserwuje się dla siarczku żelaza w obszarze Piehcina-Bielawy-Wapienna.

Blendą z dolomitem pasemkowym w Inowrocławiu zdaje się być związana genetycznie, choć obserwacje z jednego tylko otworu nie mogą być uważane za wystarczające do wypowiedzenia tej tezy. Dolomity z kolei występują jedynie w bezpośrednim sąsiedztwie wysadu solnego (otwory: Hohensalza, Friedrich, Inowrocław IV), brak ich w nieco większej odległości od niego (otwory Inowrocław I, II). Mniej ścisły jest terytorialny związek pirytu i dolomitów. Spotyka się jednak je obok siebie w obszarze Piechcina-Wapienna-Bielawy, a znany jest także z ostatnich wierzeń z Izbicy Kujawskiej, Borucic, Solcy Wielkiej. Odnosi się wrażenie, że pirytyzacja (żylna) miała terytorialnie szerszy zasięg niż dolomityzacja, lecz że oba procesy towarzyszą centralnym wypiętrzoną partiom wału kujawskiego. Pozwala to przypuszczać, że pozostają one w związku z jego solnym jądrem.

Zjawisko występowania siarczków w otoczeniu wysadów solnych i w ich czapach gipsowych jest częste. Do ciekawszych należy opisane przez J. Lietza (1931) występowanie ich w płaszczu wysadu w Reitbrook koło Hamburga. Stwierdzono tu w odwiercie żyłki zawierające kalcyt, piryt, markasyt, galenę i blendę. Żyłkami tymi przecięte były dolomity powstałe przez metasomatozę wapieni kredowych. Mineralizacja ta występowała na głębokości 900–922 m, tuż powyżej słupa solnego, gdyż anhydryt napotkano już na 940 m a sól na 944 m głębokości. Głównymi kruszcami żył były siarczki żelaza. Galena przeważała nad jasnobrunatną blendą krystaliczną. J. Lietz stwierdza następującą kolejność procesów mineralizacyjnych: dolomityzacja, kalcytyzacja, okruszczowanie; kruszce mają kolejność: galena, blendą, piryt, markasyt. Siarczki żelaza dominują w nieco wyższych partiach żył, galena — w niższych.

Występowanie blendy i pirytu a także galeny i chalkopirytu w czapach gipsowo-anhydrytowych opisywane jest z wysadów solnych w Luizjanie. Podobne występowanie, choć na bardzo małą skalę zjawiska, można przytoczyć także z miocenu przedkarpackiego, np. od dawna znane w Pomiarkach i Lipkach pod Truskawcem oraz podane przez J. Nowaka (1947, str. 16) w Gorzkowie koło Bochni. W tych ostatnich wypadkach liczyć się trzeba z wpływem substancji bitumicznych na wytrącenie siarczków. Upatrywanie związku okruszczowania płaszczu wysadu z jego jądrem solnym każe zwrócić uwagę na zawartości metali ciężkich w solach. Obecność metali ciężkich, w szczególności cynku i ołowiu w naszych złożach solnych, nie była dotychczas badana. Można się tu natomiast powołać na prace J. Lietza (1951) oraz H. J. Borna (1934/35). Pierwszy z nich podaje dla słupa w Reitbrook:

	Pb	Zn	Cu
w soli z strefy anhydrytowej	$7,6 \times 10^{-8}$	$15 \times 10^{-8}$	$4,5 \times 10^{-8}$
w soli starszej	$1,7 \times 10^{-8}$	$3,5 \times 10^{-8}$	$1,6 \times 10^{-8}$
we współczesnej soli morskiej	$15 \times 10^{-8}$	$15 \times 10^{-8}$	15 do $60 \times 10^{-8}$
odpowiednie klarki wg G. Berga	$3 \times 10^{-5}$	$17 \times 10^{-5}$	$10 \times 10^{-5}$

J. Born stwierdza zawartość ołowiu rzędu do  $5 \times 10^{-7}$  w sylwiniacie i soli starszej, a około 10-krotnie mniej w karnalicy. Mimo tych nader małych zawartości, wielokrotnie niższych od klarku, łatwo można sobie

wyobrazic koncentracje wymienionych metali w drodze ługowania soli i migracji roztworów solnych. Ruchliwość cynku w roztworze siarczanowym lub chlorkowym nie nastęrcza zastrzeżeń. Ołów w tych warunkach jest, jak to stwierdza I. W. Smirnow i inni (fide M. M. Konstantinow, 1954; A. G. Bietiechtin, 1954), dość ruchliwy, póki nie nastąpi zetknięcie z wodami zawierającymi siarkowodór. Przy przejściu w siarczki kolejnemu wytrąceniu powinny ulegać  $Cu_2S$ ,  $PbS$ ,  $ZnS$ ,  $FeS$ . Takich zatem stref można by oczekiwać w miarę oddalania się roztworów od wysadu.

W okolicach Inowrocławia ze stref tych zaobserwować można jedynie strefę blendową i pirytową. Ta ostatnia rozpościera się szeroko i wykracza także poza strefę dolomityzacji. Związane w siarczki żelazo pochodzi tu zapewne w dużej mierze ze skał otaczających i z wód descenzyjnych. Źródła siarkowodoru upatrywać można w siarczanych wylugowanych z jądra solnego i rozkładanych w obrębie czapy gipsowej przy udziale węglowodorów lub pod wpływem czynnika biogenicznego. Dolomityzację należałoby wiązać z ługowaniem soli magnezowych i następną metasomatozą wapieni, pokruszonych w sąsiedztwie słupa pod wpływem działania tych roztworów. Kalcyt wypełniający centralne części żyłek pirytowych byłby produktem wód descenzyjnych.

Wiek okruszcowania — wnosząc z mineralizacji spēkań w wapieniach rauraku — jest porauracki. Sam proces wypada wiązać z początkową i mocną fazą wypiętrzenia soli z podłoża, przy której sole weszyły w stosunkowo łatwy kontakt z wodami otoczenia. W czasie dalszego wypiętrzenia ługowanie natrafiało na coraz większe trudności wobec osłony jądra solnego przez coraz to grubszy płaszcz soli trudniej rozpuszczalnych i residuum powstałego przy wylugowaniu.

Biorąc pod uwagę znikomą zawartość Zn i Pb w solach (na 1 tonę Zn — 10 milionów ton soli) nie można oczekiwać w sąsiedztwie słupów złóż o znaczeniu przemysłowym. Niemniej problemu tego zupełnie lekceważyć nie można, tym bardziej że także dwie przypadkowo zbadane próbki z dolomitów odwierconych w Solcy Wielkiej wykazały 1,2 i 2,27% Zn, a kontrola tego rodzaju mineralizacji przy okazji licznych wierceń na wale kujawskim nie nastęrcza trudności.

Stwierdzone procesy dolomityzacji i okruszcowania są w pewnej mierze wskaźnikiem zługowania znaczniejszych partii solnych, jak sędzę przede wszystkim soli magnezowo-potasowych. Można by stąd wnosić bądź o daleko posuniętym zniszczeniu tych soli w obszarach z zaznaczoną dolomityzacją, bądź o znacznej ich obecności, jeśli zługowanie było tylko częściowe.

Na wysadzie inowrocławskim obecność metasomatycznych dolomitów w osłonie wiąże się z brakiem większych skupień soli potasowych, a zatem z ich zniszczeniem.

Zakład Złóż Rud Żelaza I. G.

Wygłoszono dnia 1 lutego 1957 r.

## PIŚMIENICTWO

- BIETIECHTIN A. G. (1954) — Przyczynek do dyskusji nad zagadnieniem osadowego pochodzenia niektórych złóż cynku i ołowiu. *Prz. geol.* nr 12, str. 510—515. Warszawa.
- BORN H. J. (1934) — Der Bleigehalt der Norddeutschen Salzlager und seine Beziehungen zu radioaktiven Fragen. *Chemie d. Erdę.* 9, S. 66—87. Jena.
- JENTZSCH A. (1913) — Der vortertiäre Untergrund des nordostdeutschen Flachlandes. *Abh. d. Königl. Preuss. Geol. L.-A. N. F. H.* 72. Berlin.
- KONSTANTINOW M. M. (1954) — Najbliższe zadania z zakresu badań złóż ołowiu i cynku pochodzenia osadowego. *Prz. geol.* nr 4, str. 463—466, nr 12, str. 506—509. Warszawa.
- LIETZ J. (1951) — Sulfidische Klüfterze im Deckgebirge des Salzstockes Reitbrook. *Mitt. aus dem Geol. Staatsinst. H.* 20. Hamburg.
- NOWAK J. (1947) — Miocen północnej krawędzi Karpat. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 17, str. 1—38. Kraków.
- PODLASZECKA M. (1955) — Praca magisterska na temat mineralizacji wapieni jurajskich na Kujawach. Katedra Geologii Kopalnianej Akademii Górno-Hutn. Kraków.
- SCHUBERT J. (1875) — Die nutzbaren Lagerstätten von Inowrocław. *Z. f. das Berg.-Hütten u. Salinenwesen.* 23, S. 1—9. Berlin.

---

Roman KRAJEWSKI

**MINERALIZATION OF THE JURASSIC LIMESTONES OF THE INOWROCLAW REGION (CENTRAL POLAND)**

**S u m m a r y**

The occurrence of iron sulphides in the Malm sediments of the Kujawy region is a matter of common knowledge. Hereby we may distinguish two kinds of this occurrence: either in the shape of concretions of sometimes remarkable size (up to 70 cm.) or in the shape of distinctly developed veins and impregnations. The former type, concretions, is connected with argillaceous or marly deposits of the Malm (Kimmeridgian—Bononian), and usually of its higher parts. As example we may consider the occurrence of pyrite in the Jurassic of Pomerania, known from the quarries in Czarnogłowy and Świętoszewo (M. Podlaszecka, 1955).

The vein and impregnation type is met mainly in the compact parts of the Oxfordian—Rauracian limestones (locally dolomitic); these are particularly distinctly exposed in the quarries of Piechcin, Bielawa and Wapienno, to the north-west of Inowrocław. In some instances these limestones are dolomitized (up to 15 per cent MgO); it seems that the intensity of dolomitization increases approaching to the



axis of the ridge, as well as in the direction of the older beds. The iron sulphides form; irregular veins, from thread to some centimeters thickness, or impregnations, also of some centimeters diameter, which often are distinctly connected with each other by thread-like veinlets, or individual grains, reaching from minute dust to a diameter of some millimeters' dispersed in the limestone mass. In compact limestones and dolomites of the Jurassic, iron sulphides are likewise constantly reported from logs of bore-holes sunk within, or in the vicinity of the Inowrocław salt dome.

The bore-hole Nr 4 turned out to be very interesting — although it appeared first impossible (the bore-hole being drilled by the percussive system), to gain a distinct picture of its mineralization. Schematically its profile is the following:

0 ÷ 3 m. boulder clay	Pleistocene
3 ÷ 201 m. alternating sediments of grey and banded dolomites, with intercalations of marly clays and sandstone	} Jurassic
201 ÷ 216 m. marly clays with gypsum	
216 ÷ 239 m. crystalline gypsum	} deposits of Jurassic and Zechstein in the side mantle of the salt dome
239 ÷ 243 m. grey dolomite	
243 ÷ 276 m. salt clays	} Zechstein deposits in the salt dome
276 ÷ 300 m. white salt (not drilled through)	

Mineralization is connected with the upper part of the dolomites; it may be identified to a depth of 100 m. On the basis of a macroscopic profile of clastic samples, mineralization appears to be the following:

3 ÷ 8 m. cream-coloured and grey-banded dolomite, also intercalations of white limestone; occasional pyrite grains
8 ÷ 14 m. bluish-grey clays
14 ÷ 48 m. grey, cream-coloured and banded dolomite; initially sporadic loose grains of blende, further on abundance of grains on the depth of 40 ÷ 48 m.
48 ÷ 53 m. grey marly clay
53 ÷ 55 m. sand (samples inaccurate due to the straightening of the bore-hole)
55 ÷ 72 m. banded dolomite, and frequent loose grains of blende; the latter appears abundantly at the depth of 64 ÷ 70 m.
72 ÷ 96.5 m. fine-grained light grey sandstone; also fragments of dolomite and blende (especially at the depth of 86 m.) and of pyrite (at the depth of 86 ÷ 96 m.)
96.5 ÷ 98.5 m. banded dolomite without distinct mineralization
98.5 ÷ 110 m. grey sandstone (sand), fragments of dolomite
110 ÷ 201 m. grey and banded dolomite — aside of pyrite tarnish, no mineralization has been observed.

The intensity of mineralization is particularly high in two sections of the profile, from 40 to 48 and from 64 to 70 m; this intensity is connected with the banded dolomite. The blende, found at the depth of 72 to 96.5 m. within the sandstone, might

be derived from the higher sections of the bore-hole, as shown by the accompanying dolomite fragments, or might be linked with the secondary dolomite intercalations which it had not been possible to distinguish in the profile on the basis of clastic samples.

Due to its mineralization, the banded dolomite rouses special interest. This rock is fine-grained, built of grey and cream-coloured bands with a thickness of a few or up to several millimeters. The grey bands are distinctly cracked and crushed, and the cream-coloured parts of the rock cement these fragments and penetrate them in the shape of veinlets running in manifold directions. As a rule, the boundaries between both types of dolomites are blurred; at times, however, they appear sharply defined, so that the rock presents the appearance of a breccia.

The analysis of both dolomite varieties show the following results (in per cents):

	Cream-coloured dolomite	Grey dolomite	
Parts non soluble in HCl	0.490	21.150	} determined
H <sub>2</sub> O	0.240	1.275	
Total of oxides R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.045	8.030	
Calcium oxide CaO	30.050	22.060	
Magnesium oxide MgO	18.930	14.425	
Carbon dioxide CO <sub>2</sub>	44.245	33.060	calculated
<b>Total:</b>	99.990	100.000	

In its totality, the banded dolomite should be considered as a considerably altered rock. Due to tectonic processes, the initial grey, marly Jurassic limestones have been separated in lames and crushed; subsequently they were dolomitized and cemented by a matrix of cream-coloured dolomite.

As to the content of blende, clastic samples from bore-hole cores show frequently 8 ÷ 13 per cent; in the individual fragments of the dolomite, however, more than 0.1 to 0.2 per cent Zn, has never been found.

The black-brown fragments of sphalerite are up to 10 mm. in diameter. In translucent light they show a brownish rusty colour, and frequently they disclose a banded structure. Silvery-grey fragments of galena are rarely found. Pyrite is always present, although not in a marked proportion. Under the binocular lens one notes coalescences of blende with the cream-coloured dolomite; evidently the blende grows as a rule on this dolomite. Since, at the same time, the blende never appears inside of the dolomite fragments; it must be assumed that originally the blende was contained in the veins which have been completely destroyed by the drilling operation, thus in a similar way as does iron sulphide in the region of Piechcin—Bielawa—Wapienno. Blende and dolomites occur in Inowrocław exclusively in the immediate vicinity of the salt dome. Less accurate is the spacial connexion between pyrite and dolomites. They are found together only in the area of Piechcin—Bielawa—Wapienno, in Izbica Kujawska, Borucice, Solca Wielka. One gains the impression that pyritization (by means of veins) had territorially a wider range than dolomitization, that, however, both these processes did accompany the central uplifted parts of the Kujawy anticlinorium, and that they are correlated with its salt dome.

The occurrence of sulphides in the vicinity of salt domes and in their gypsum caps is a frequent feature. An interesting similar occurrence has been reported by J. Lietz (1951) from the mantle of a dome at Reitbrook near Hamburg.

The occurrence of blende and pyrite, and likewise of galena and chalcopyrite in gypsum-anhydrite caps has been described regarding the salt domes of Louisiana. A similar feature, although on a very small scale, might be mentioned from the sub-Carpathian Miocene, i.e. the well known occurrence of sulphides at Pomiariki and Lipki near Truskawiec and those reported by J. Nowak (1947, p. 16) from Gorzków near Bochnia.

Already J. Lietz (1951) and J. Born (1934/35) have established the fact that the content of zinc ( $3.5$  to  $15 \times 10^{-9}$ ) and lead ( $1.7$  to  $7.6 \times 10^{-9}$ ) in the salts is many times lower than the clark value of these metals; yet we may imagine the concentration of these ores due to leaching out of the salt deposits and to migration of the metals in the form of chloric compounds, up to the time when they met with waters containing hydrogen sulphide. A source of hydrogen sulphide may be seen in the sulphides which were carried off in solutions from the core of the salt dome and decomposed within the range of the gypsum cap, with concurrent action of hydrocarbons or of a biogenic agent. At the same time the dolomitization should be ascribed to the leaching of magnesian salts and to subsequent metasomatism of the limestones which were fractured in the vicinity of the salt dome.

The age of the forming of these ores is post-Rauracian, judging from the mineralization of fissures in the Rauracian limestones. This process itself should be linked with the initial and forceful phase of uplifting of the salt from its substratum, whereby the salts entered into a relatively easy contact with the surrounding waters. During the further uplifting, this leaching process met with increasing difficulties, due to the fact that the mantle, covering the salt core, and consisting of less soluble salts and of residues formed by the leaching grew constantly in thickness.

Considering the insignificant content of Zn and Pb in the salts (1 ton of Zn to 10 million tons of salt) there seems to be no chance of finding in the vicinity of the dome any ore deposits of industrial importance. However, the ascertained processes of dolomitization and mineralization are to a certain extent an index of the leaching out of considerable salt deposits, i.e. — in the opinion of the author — mainly of magnesian-potassic salts. This indicates a far-reaching destruction of the salts in the areas of marked dolomitization.