

Andrzej WITKOWSKI

## ○ sedymentacji dolnokredowej rudy żelaza z otworu wiertniczego Trzemzał 1

### WSTĘP

Ostatnie szeroko zakrojone prace poszukiwawcze prowadzone na Nizu Polski przez przemysł naftowy przynoszą szereg nowych danych, wyjaśniających dotychczas słabo jeszcze poznaną budowę geologiczną tego obszaru.

Uzyskany materiał wiertniczy, na podstawie porozumienia między przemysłową służbą geologiczną a Instytutem Geologicznym, jest nam udostępniony do badań. Korzystając z uprzejmości geologów naftowych z Przedsiębiorstwa Geologiczno-Wiertniczego Przemysłu Naftowego w Pile pobrałem do opracowania rdzeń z serii rudonośnej głębokiego otworu poszukiwawczego Trzemzał 1, prowadzonego w pobliżu struktury Mogilna w latach 1958—1959.

Opis płytek cienkich z poszczególnych warstw rudy wykonała E. Ekiert.

Seria rudonośna kredy dolnej w otworze Trzemzał 1 występuje na głębokości 1270,0÷1302,25 m i składa się z warstw rudy o miąższości 0,1÷0,75 m. Szczególnie interesująco pod względem sedymentologicznym przedstawia się ostatni pokład rudy, położony na głębokości 1270,0÷1270,75 m. Pokład ten złożony jest z szeregu różnie wykształconych warstewek, zbudowanych z kwarcu, oolitów i pseudo-oolitów oraz okruchów żelazistych i rozpoczyna 6 cykl sedymentacyjny osadów dolnokredowych (fig. 2). Pozostałe warstwy rudy są zbudowane podobnie, a ponieważ stanowią jedynie podrzędne przewarstwienia, nie będą w artykule tym rozpatrywane.

W zakończeniu uwag wstępnych pragnę podziękować doc. dr Jerzemu Znosce za przedyskutowanie zagadnień sedymentologicznych oraz krytyczne uwagi udzielone w czasie opracowania zagadnienia.

### LITOLOGIA I PETROGRAFIA SERII RUDONOŚNEJ

Osady kredy dolnej w otworze Trzemzał 1 położonym na SE od struktury Mogilna (fig. 1) wykształcone są w facji piaszczysto-mułowcowej

z podrzędnymi przewarstwieniami ilastymi i wkładkami rudy oolitowo-żwirowej. Ogółem można tu wyróżnić 6 kompleksów litologicznych (fig. 2):

**Kompleks I** — złożony jest z piaskowców drobnoziarnistych z obfitym muskowitem i przemasami ilastymi. Miąższość około 5 m.

**Kompleks II** — rozpoczyna się warstwą rudy mulastej, oolitowo-okruchowej, przechodzącej w piaskowce drobnoziarniste. Kończy się iłowcami czarnoszarymi. Miąższość 4,5 m.

**Kompleks III** — złożony jest w dolnej części z piaskowców drobnoziarnistych mulastych, nieregularnie warstwowanych o licznych strukturach spływowych, miejscami z toczęncami piaskowców. W górnej części występują iłowce czarnoszare z wkładkami zlepieńców kwarcowych. Miąższość 10 m.

**Kompleks IV** — rozpoczyna się warstwą żwirowca żelazistego, złożonego z dobrze obtoczonych żwirików kwarcowych o średnicy do 4,0 mm, przechodzącą w mułowce piaszczyste, miejscami fukoidowe. Miąższość 7,5 m.

**Kompleks V** — rozpoczyna się warstwą rudy oolitowo-żwirowej, przechodzącej w piaskowce drobnoziarniste z przerostami ilastymi i śladami toczęnców ilastych; w stropie zielonawoszare mułowce glaukonitowe.

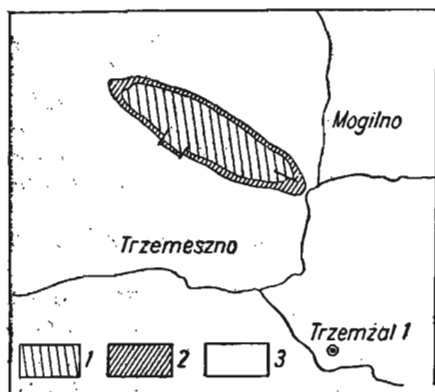


Fig. 1. Położenie otworu Trzemzał 1 w stosunku do struktury Mogilna (zarys struktury według J. Sokółowskiego)

Location of Trzemzał 1 bore-hole with regard to Mogilno structure (outline of structure after J. Sokółowski)

1 — starszy mezozoik i cechsztyń; 2 — kreda dolna; 3 — kreda górna  
1 — Older Mesozoic and Zechstein; 2 — Lower Cretaceous; 3 — Upper Cretaceous

**Kompleks VI** — rozpoczyna się 75 cm warstwą rudy oolitowo-żwirowej, przechodzącej w piaskowce różnoziarniste z obfitym glaukonitem. Miąższość 30 m.

Szczegółowy litologiczny opis makroskopowy (fig. 3) oraz charakterystyka petrograficzna tego pokładu przedstawia się następująco (od dołu):

1270,75÷1270,72 m (1) — Piaskowiec żelazisty grubo- i średnioziarnisty, kremowoszary, z nieregularnymi ciemnymi przemasami ilastymi, z bardzo licznymi białymi pseudo-oolitami<sup>1</sup> ilastymi o średnicy 0,2÷0,6 mm. Pseudo-oolity te ułożone są poziomo tworząc rodzaj cien-

<sup>1</sup> Termin „pseudo-oolit“ wydaje się być najważniejszym określeniem dla tego rodzaju utworów, ponieważ formy te nie wykazują żadnych śladów budowy koncentrycznej czy promienistej.

kich warstewek. W przemazach ilastych występują nieliczne skupienia pirytu o średnicy do 1,0 mm oraz liczne drobne oolity i pseudo-oolity żelaziste o średnicy około 0,2÷0,3 mm. W górnej części warstwy 1 znajduje się kilka pofałdowanych „pseudopiezolitów“ (konkrecji) żelazistych o jądrach zbudowanych z drobnych ziarn kwarcu, spojonych substancją żelazisto-ilastą, otoczonych koncentrycznie obwódkami wodorotlenków żelaza. Średnica 8 × 12 mm.

Spoivo stanowi substancja żelazisto-ilasta, złożona głównie z wodorotlenków żelaza, nadających skale szarżółtawe zabarwienie. Piaskowiec ten bardzo ostro przechodzi w glaukonitowy mułowец zielonoszary z bardzo licznymi ziarnami i agregatami glaukonitu. W sągu warstwy 1 widoczne są dwa otoczaki mułowca glaukonitowego; średnica otoczek 4,0 i 10,0 mm. Badając bliżej sposób przejścia jednej warstwy w drugą widać, że ma ono charakter erozyjny; gruboziarnisty piaskowiec żelazisty wnika miejscami w rozszartą powierzchnię mułowca. W płycie cienkiej (1/8)<sup>2</sup>, wykonanej z próbki pochodzącej ze strefy kontaktowej, znacznie lepiej widoczny jest kontakt obu warstw; jest on ostry i wyraźnie nierówny (fig. 4).

Piaskowiec żelazisty złożony jest z dużych ziarn dość dobrze obtoczonych kwarców o średnicy 0,3÷1,2 mm oraz sprasowanych pseudo-oolitów ilastych (kaolinit?) z domieszką substancji węglanowej. Spoivo stanowi żółtobrunatne wodorotlenki żelaza, dochodzące do 30% masy skalnej.

Mułowец glaukonitowy złożony jest z drobnych ziarn ostrokrawędzistego kwarcu o średnicy 0,06÷0,2 mm z bardzo licznymi ziarnami i agregatami glaukonitu (około 20%), o formach kulistych i zmiennej intensywności zabarwienia. Spoivo mułowca stanowi jeszcze substancja ilasta, miejscami zabarwiona na kolor brunatnoszary.

1270,72÷1270,61 m (2) — Ruda colitowo-żwirkowa z cienkimi ciemnymi przemazami i skupieniami ilastymi, zawierającymi liczne skupienia pirytu do 3,0 mm średnicy, z pojedynczymi, dość dobrze obtoczonymi okruchami wodorotlenków żelaza do 2,0 mm średnicy. Sporadycznie występują duże piezolity żelaziste do 9,0 mm średnicy, zbudowane analogicznie do opisanych wyżej. Przeważną masę oolitów stanowią formy drobne o średnicy poniżej 0,5 mm. Podobnie jak w warstwie 1 występują tu białe minerały ilaste, najliczniejsze w stropie warstwy, gdzie spoivo stanowią żółtoszare wodorotlenki żelaza. W płycie cienkiej (1/6), wykonanej z górnej części warstwy widać, że skała zbudowana jest podobnie jak opisana dalej warstwa 6; w partiach chlorytowych brak jest jedynie domieszek syderytowych. Wszystkie oolity zbudowane z wodorotlenków żelaza są sprasowane; liczniej niż poprzednio występują tu oolity hematytowe prawie nie zdeformowane. W pojedynczym dużym colicie o średnicy 1,2 mm jądro zbudowane jest z okrucha piaskowca żelazistego. Kwarc jest skorodowany, limonit atakuje w pierwszym rzędzie ziarna kwarcu, stanowiące agregat drobnych, ksenomorficznych kryształów kwarcu.

W dolnej części warstwy 2 w płycie cienkiej (1/7) występują nieliczne ziarna dobrze obtoczonego kwarcu (około 10%), przepojonego wodo-

<sup>2</sup> Liczby w nawiasach oznaczają numer kolejnej płytki cienkiej.

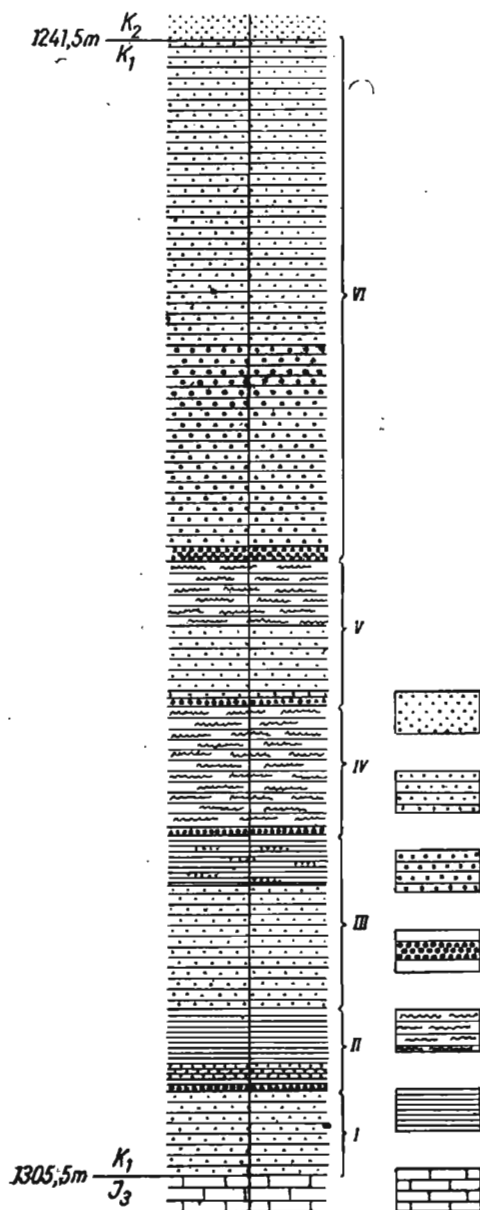


Fig. 2

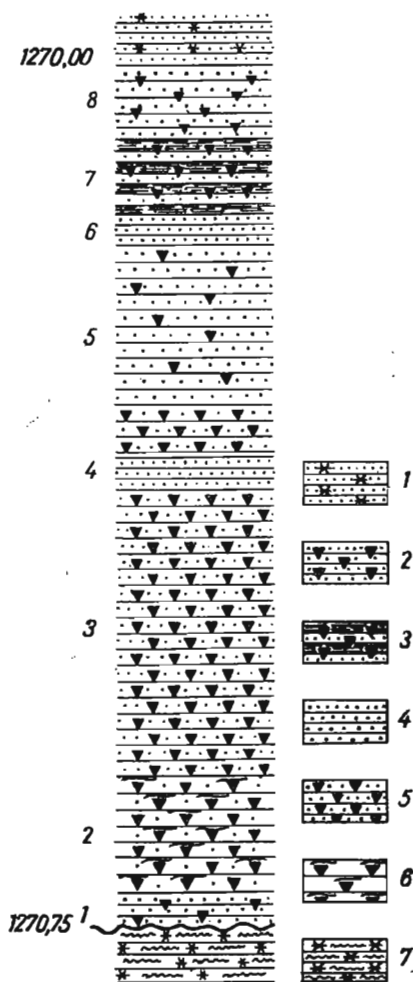


Fig. 3

Fig. 2. Schematyczny profil litologiczny kredy dolnej w otworze Trzemżal 1  
Diagrammatical lithological profile of Lower Cretaceous in Trzemżal 1 bore-hole

1 — piaski; 2 — piaskowce drobnoziarniste; 3 — piaskowce gruboziarniste; 4 — ruda oolitowo-zwirowa; 5 — mułowce; 6 — ilowce; 7 — wapienia

1 — sands; 2 — finegrained sandstones; 3 — coarsegrained sandstones; 4 — gravelly-oolitic ore beds; 5 — siltstones; 6 — claystones; 7 — limestones

rotlenkami żelaza. Licznie występują grudki szarozółtej substancji ilastej w formie pseudo-oolitów otoczonych często ciemnobrunatną obwódką wodorotlenków oraz sporadyczne ziarna chaledonu. Liczne oolity żelaziste są tu zdeformowane. Spoiwo jak w płytce cienkiej (1/6).

1270,61÷1270,34 m (3). Ruda hematytowo-oolitowa piaszczysto-żwirkowa o zabarwieniu czerwonym, złożona z bardzo licznych drobnych oolitów i pseudo-oolitów żelazistych o średnicy poniżej 0,5 mm, nielicznych, drobnych okruchów żelazistych (limonit, getyt, hematyt), dość licznych żwirków dobrze obtoczonego kwarcu o średnicy 3,0÷5,0 mm, ułożonych w cienkie, poziome warstewki oraz sporadycznych spłaszczonych piezolitów hematytowo-wodorotlenkowych i kongrecji limonitowych („pseudopiezolitów“) o średnicy 7÷15 mm. Całość spojona tlenkami (hematyt) i wodorotlenkami (limonit, getyt) żelaza. Nielicznie występują drobne przemazy ciemnego ilu oraz szarozielonawe warstewki spoiwa chlorytowo-ilastego, nadającego rudzie charakter pasemkowy. W całej warstwie występuje dość licznie rozsiany biały pył glinowy (kaolin?), tworzący drobne skupienia około 0,1 mm średnicy, sporadycznie do 0,5 mm; —HCl.

W płytce cienkiej (1/4), wykonanej z górnej części warstwy (fig. 5), widoczne jest zmniejszenie ilości kwarcu (około 25%). Bardzo licznie występują oolity (zbudowane głównie z limonitu, rzadziej z hematytu) żelaziste, mniej zdeformowane niż poprzednie. Spoiwo stanowią ciemnobrunatne, miejscami prawie czarne tlenki i wodorotlenki żelaza ze śladami substancji chlorytowej (szamozyt?).

W płytce (1/5), wykonanej z dolnej części warstwy, widać, że oolity żelaziste występujące w partiach chlorytowych są bardziej sprasowane i zdeformowane (powyginane) niż oolity znajdujące się w partiach wodorotlenkowych. W spoiwie chlorytowym zaznacza się nieznaczna domieszka pelitu syderytowego oraz kilka drobnych łusek hydromiki.

1270,34÷1270,27 m (4) — Żwirowiec i piaskowiec gruboziarnisty szarozielonawy z nielicznymi drobnymi brunatnozółtymi oolitami żelazistymi, w górnej części z liczniejszymi żwirkami kwarców o średnicy 3,0÷4,0 mm, spojonych substancją chlorytowo-ilastą, ułożonymi w poziome warstewki, w dolnej części z nielicznymi, ciemniejszymi przemazami ilastymi; —HCl.

W płytce cienkiej (1/3) widoczne jest, że skałę stanowi piaskowiec chlorytowy o dużych, spękanych ziarnach dość dobrze obtoczonego kwarcu z nielicznymi okruchami ciemnobrunatnego limonitu, zawierającego niekiedy wewnątrz drobne okruchy ziarn kwarcu (fig. 6). W skałe występuje mniej niż poprzednio oolitów żelazistych; są one mniej sprasowane.

Fig. 3. Szczegółowy profil serii rudnej w otworze Trzemżał 1

Detailed profile of ore-bearing series in Trzemżał 1 bore-hole

1 — piaskowce drobnziarniste z glaukonitem; 2 — piaskowce żelaziste; 3 — ruda pasemkowa piaszczysta; 4 — piaskowce gruboziarniste; 5 — ruda żwirkowo-oolitowa; 6 — ruda żwirkowo-oolitowa z przemazami ilastymi; 7 — mułowce glaukonitowe

1 — finegrained sandstones with glauconite; 2 — ferruginous sandstones; 3 — fine-banded arenaceous ore bed; 4 — coarsegrained sandstones; 5 — gravelly-oolitic ore bed; 6 — gravelly-oolitic ore bed with argillaceous streaks; 7 — glauconitic siltstones

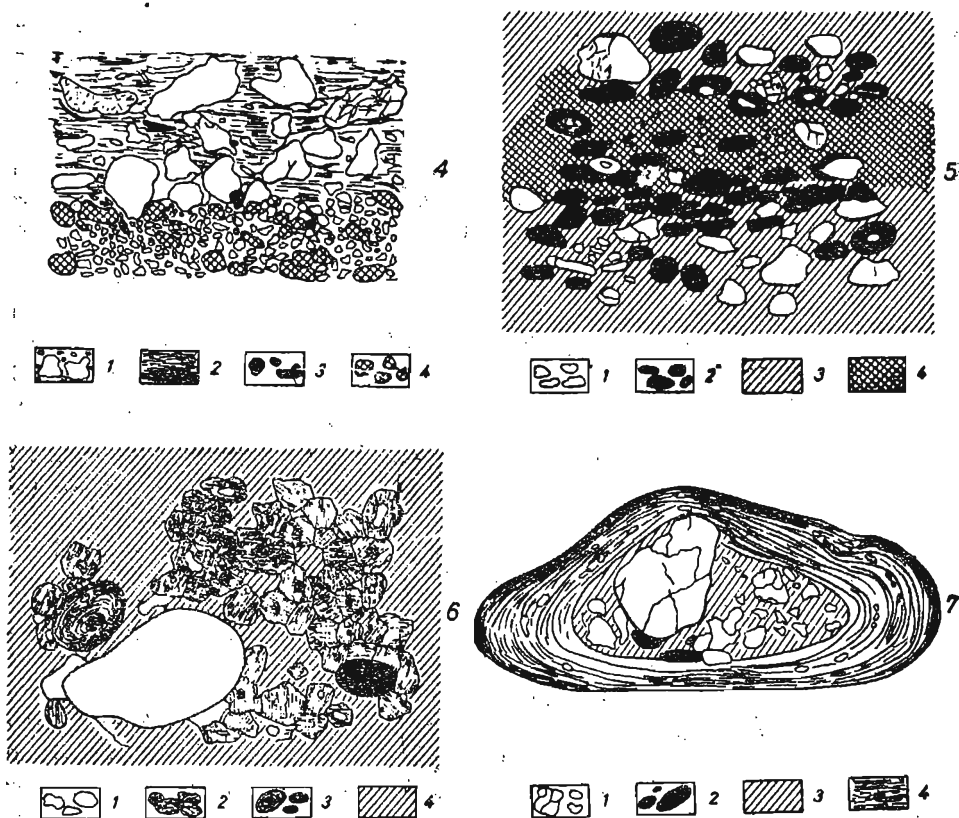


Fig. 4. Fragment płytki cienkiej ze strefy kontaktowej piaskowca żelazistego z mułowcem glaukonitowym; wielkość nat. wycinka = 3 mm

Fragment of thin section from contact zone between ferruginous sandstone and glauconitic siltstone; nat. size of the sector = 3 mm.

1 — kwarc; 2 — spoiwo złożone z substancji ilastej i wodorotlenków żelaza; 3 — piryt; 4 — glaukonit

1 — quartz; 2 — cement consisting of argillaceous substance and iron hydroxides; 3 — pyrite; 4 — glauconite

Fig. 5. Fragment płytki cienkiej z warstewkowymi nagromadzeniami pseudo-oolitów ze azisych; wielkość nat. wycinka = 6 mm

Fragment of thin section showing lamellar accumulations of ferruginous pseudo-oolites; nat. size of the sector = 6 mm.

1 — kwarc; 2 — pseudo-oolity(?) żelaziste niekiedy z okruchem kwarcu w środku; 3 — ciemne spoiwo żelazisto-ilaste; 4 — szare spoiwo chlorytowo-ilaste

1 — quartz; 2 — ferruginous pseudo-oolites (?) sporadically containing quartz fragments in centre; 3 — dark ferruginous-argillaceous cement; 4 — grey chloritic-argillaceous cement

Fig. 6. Fragment płytki cienkiej z masowym nagromadzeniem sferolitów syderytowych; wielkość nat. wycinka = 6 mm

Fragment of thin section showing plentiful accumulation of sideritic spherulites; nat. size of the sector = 6 mm.

1 — kwarc; 2 — sferolity syderytowe często z grudką substancji ilastej w środku; 3 — oolity i pseudo-oolity żelaziste; 4 — spoiwo ilasto-chlorytowe

1 — quartz; 2 — sideritic spherulites, often containing core of argillaceous substance; 3 — ferruginous oolites and pseudo-oolites; 4 — argillaceous-chloritic cement

Sporadycznie jądro oolitów zbudowane jest z zielonkawoszarego chlorytu, przewagę stanowią okruchy ziarn kwarcu. Spoiwo skały stanowi zielony chloryt (szamozyt?) z drobnymi (do 0,1 mm) ziarnami syderytu oraz detrytycznego kwarcu. Poza oolitami żelazistymi licznie występują sferolity syderytowe o średnicy do 0,5 mm, zawierające często w środku grudkę ilu lub okruch syderytu. Miejscami domieszkę spoiwa stanowi substancja ilasta, najliczniej występująca w miejscu nagromadzenia sferolitów.

1270,27÷1270,17 m (5) — Piaskowiec gruboziarnisty z licznymi żwirkami kwarcowymi do 5,0 mm średnicy, ułożonymi na ogół bezładnie z bardzo licznymi drobnymi oolitami i pseudoolitami żelazistymi oraz sporadycznymi silnie zdeformowanymi piezolitami o średnicy do 4,0 mm. Pojedynczo występuje spłaszczony okaz „pseudopiezolitu“ (konkrecji?) żelazistego o budowie wyrażonej koncentrycznymi otoczkami limonitowymi, powlekającymi jądro zbudowane z grudki drobnych ziarn kwarcu zlepionych ze sobą substancją żelazistą. Wymiary pseudopiezolitu — 12×4 mm.

Całość spojona jest czerwonobrunatną substancją żelazistą (hematyt) i podrzędną chlorytowo-ilastą, przewarstwiającymi się nawzajem. W spągu przewaga spoiwa żelazistego jest tak wielka, że można mówić o rudzie hematytowo-limonitowej z licznymi żwirkami kwarcowymi; —HCl.

1270,17÷1270,14 m (6) — Piaskowiec żwirkowy z ziarnami dość dobrze obtoczonego kwarcu (z pojedynczymi ziarnami do 5,0 mm średnicy) oraz niezbyt licznymi oolitami i pseudo-oolitami żelazistymi, spojonymi szarozielonawą substancją chlorytowo-ilastą, nadającą całości szarozielonawe zabarwienie. Pojedynczo spotyka się okruchy wodorotlenków żelaza o średnicy do 2,0 mm; —HCl.

1270,14÷1270,07 m (7) — Piaskowiec gruboziarnisty, miejscami żwirowiec z pojedynczymi ziarnami dobrze obtoczonego kwarcu o średnicy do 4 mm, z licznymi oolitami i pseudo-oolitami żelazistymi. Całość spojona brunatnoczerwonymi wodorotlenkami żelaza oraz substancją ilasto-chlorytową barwy szarozielonkawej. Spoiwo żelaziste ułożone jest naprzemianlegle z ilastym, tworząc rodzaj rudy pasemkowej o grubości poszczególnych warstwek od 3,0 do 6,0 m. Granice między jednym a drugim rodzajem spoiwa są wyraźne, makroskopowo przejście jednej warstewki w drugą jest dość ostre, z tym że wyraźniejsze są dolne granice warstwek żelazistych; —HCl.

W płycie cienkiej widoczne są bardzo liczne, duże, dobrze obtoczone i spękane ziarna kwarcu o szczelinach wypełnionych brunatnymi wodorotlenkami żelaza; powierzchnia ziarn jest skorodowana. Spoiwo jest dwojakiego rodzaju — brunatnoszare związki żelaza oraz ilasto-chlorytowe. Mikroskopowo widać, że przejście jednego rodzaju spoiwa w drugi

Fig. 7. Pseudopiezolit żelazisty (konkrecja); wielkość nat. 9×4 mm

Ferruginous pseudopiezolite (concretion); nat. size 9×4 mm.

1 — kwarc; 2 — okruchy zlimonityzowanej substancji ilastej; 3 — nieprzejryste spoiwo żelaziste; 4 — naprzemianległe, niezbyt regularne warstewki jaśniejszych i ciemniejszych wodorotlenków i tlenków żelaza

1 — quartz; 2 — fragments of limonitized argillaceous substance; 3 — opaque ferruginous cement; 4 — alternating fairly irregular light- and dark-coloured laminae of iron hydroxides and oxides

jest stopniowe. Substancja ilasto-chlorytowa stopniowo żółknie, brunatnieje, przechodząc w końcu w ciemnobrunatne, nieprzejrzyste wodorotlenki żelaza.

Wśród limonitu sporadycznie występuje ziarno chlorytu o średnicy 0,1 mm. Oolity stanowiące około 5% skał są niewielkie (do 0,5 mm), przeważnie spłaszczone, soczewkowe, niekiedy powyginane. Zbudowane są one z wodorotlenków żelaza, sporadycznie z hematytu, rzadko o jądrze kwarcowym. Często są czarne, o niewidocznej strukturze i wtedy mogą uchodzić za pseudo-oolity.

Tabela 1

## Wyniki analizy chemicznej warstw rudonośnych

Głębokość w m	Zawartość w %				
	Fe	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>
1270,0 ÷ 1270,75'	26,3	46,2	0,97	0,77	0,5

Tabela 2

## Wyniki analizy spektralnej warstw rudonośnych

Głębokość w m	Ni	Co	Ag	Cu	Zn	V	Mo	Pb	Sn	As	Cr	Mn
1270,0 ÷ 1270,75	2	1	—	1	?	2	1	1	?	?	2	2

## Oznaczenia:

- 2 — zawartość 0,01—0,1% (przy górnej granicy)  
 2 — „ 0,01—0,1%  
 1 — „ do 0,01% (przy górnej granicy)  
 1 — „ do 0,01%  
 ? — ślady (niepewne)  
 — — brak

1270,07÷1270,00 m (8) — Piaskowiec gruboziarnisty barwy czerwono-brunatnej, miejscami żwirowiec złożony z ziarn dobrze obtoczonego kwarcu o średnicy do 3,0 mm, z bardzo licznymi drobnymi oolitami i pseudo-oolitami żelazistymi o średnicy 0,1÷0,5 mm oraz nielicznymi drobnymi okruchami częściowo zlimonityzowanego syderytu.

Całość spojona czerwono-brunatnymi tlenkami i wodorotlenkami żelaza z nieliczną domieszką substancji ilastej. Spoiwo ułożone jest w sposób pasemkowy; —HCl. W płytce cienkiej (1/1) widoczne są duże, obtoczone, spękane ziarna kwarcu o szczelinach wypełnionych brunatnymi wodorotlenkami żelaza i skorodowanej powierzchni (fig. 7). Ziarna te na ogół wykazują proste znikanie światła, tylko niekiedy wygaszają je faliście. W płytce cienkiej (1/2) widoczne są liczne oolity o średnicy do 0,5 mm, o kształtach spłaszczonych, niekiedy powyginanych (widoczne ślady deformacji); zbudowane są one z wodorotlenków żelaza (getyt-limonit), sporadycznie z tlenków żelaza (hematyt). Pojedynczo-



występują piezolity o jądrach żelazistych z jednym dużym i kilkoma małymi ziarnami kwarcu otoczonego kilkoma koncentrycznymi warstewkami limonitu i hematytu.

Spoiwo skały stanowią nieprzejrzyste, ciemnobrunatne, prawie czarne wodorotlenki ze śladami substancji chlorytowej. Analizy chemiczna (tab. 1) i spektralna (tab. 2) wykonane zostały z połowy przeciętego piąrdzenia, łącznie dla wszystkich wyżej opisanych pokładów rudy.

### UWAGI SEDYMENTOLOGICZNE I WNIOSKI

Na podstawie schematycznego profilu osadów kredy dolnej (fig. 2) i szczegółowego opisu litologicznego i petrograficznego poszczególnych warstw rudy można wyciągnąć pewne wnioski, dotyczące środowiska sedymentacyjnego oraz warunków panujących w tej części zbiornika dolnej kredy. Należy również przypomnieć, że omawiana seria rudonośna osadzała się w pobliżu ruchliwego wysadu solnego Mogilna, którego zachowanie oraz intensywność wypiętrzania w poszczególnych okresach na pewno w znacznym, jeśli nie decydującym stopniu, rzutowała na reżim wody najbliższego sąsiedztwa, co z kolei miało swój wpływ na habitus osadów w tym rejonie.

Po okresie spokojnej sedymentacji, odbywającej się w niezbyt głębokiej części prawdopodobnie dość dobrze przewietrzanego zbiornika (o czym świadczy ogromna ilość glaukonitu w mułowcach podścielających warstwy rudonośne — strop 5 cyklu), nastąpiła gwałtowna zmiana wyrażona dopływem dużej ilości grubego, dobrze obtoczonego materiału klastycznego, rozmywającego i niszczącego osady poprzedniego cyklu sedymentacyjnego. Być może pomiędzy jednym a drugim cyklem istniał krótki okres wzmożonej erozji podmorskiej, związanej z intensywną działalnością prądów morskich, lub obniżenia podstawy falowania; żadnych jednak śladów wynurzeń w profilu Trzemżał nie zaobserwowano. Do zagadnienia tego powrócimy jeszcze przy szczegółowej analizie sedymentologicznej osadów rudonośnych.

Równocześnie z wzmożonym dopływem grubego materiału klastycznego następuje wyraźne wzbogacenie osadu w związki żelaza, spoiwo zostaje przesycone tlenkami i wodorotlenkami żelaza, pojawiają się oolity i pseudo-oolity żelaziste, których wielkość często jednak znacznie przekracza znane wymiary tych utworów, kwalifikując je do rodzaju konkrecji czy „pseudopiezolitów“.

Część „pseudopiezolitów“ osiąga wielkość do 12 mm średnicy, przy czym jądro ich zbudowane jest z kilku spojonych ze sobą ziarn ostrokrawędzistego kwarcu; utwory te zapewne powstały we wczesnym stadium diagenety. Większość oolitów jest zdeformowana i nosi ślady uszkodzenia, na ogół są to formy nieprzekraczające 0,5 mm średnicy.

Pseudo-oolity żelaziste stanowią utwory większe, do 1 mm średnicy, zbudowane z nieprzejrzystych wodorotlenków żelaza, często mają wydłużone kształty „kropłowe“, przy czym ich dłuższa oś jest zgodna z płaszczyzną warstwowania. Przypuszczam, że deformacje oolitów i pseudo-oolitów żelazistych związane są również ze stadium diagenety, na co zdaje się wskazywać sposób orientacji powyższych form. Ciekawe

zjawisko stanowi pasemkowe ułożenie spoiwa wodorotlenków żelaza występującego naprzemianlegle ze spoiwem chlorytowo-ilastym w warstwach 3, 5, 7. Ta mikroritmika sedymentacyjna dowodzi, być może, okresowych wahań w dopływie związków żelaza w roztworze, podczas gdy mechaniczne produkty sedymentacji żelaza: oolity i pseudo-oolity — występują mniej więcej równomiernie w całym profilu serii rudonośnej. Bardziej prawdopodobne jest jednak przypuszczenie, że jest ono wynikiem działania późniejszych procesów redukcyjnych.

Zagadnienie pochodzenia związków żelaza występujących tak we współczesnych, jak i kopalnych osadach morskich było niejednokrotnie przedmiotem prac wielu badaczy, podobnie jak i problemy genezy produktów sedymentacji mechanicznej typu oolitów i rud oolitowo-okruchowych. Ponieważ jednak artykuł ten stanowi jedynie drobny przyczynek do zjawisk związanych z sedymentacją osadowych rud żelaza, nie będę na tym miejscu omawiał istniejących na ten temat teorii, ograniczając się do kilku uwag związanych z przytoczonym powyżej profilem serii rudnej.

Powtarzający się kilkakrotnie w ciągu kredy dolnej dopływ związków żelaza, zaznaczony warstwami rudy rozpoczynającymi II, IV, V i VI cykl sedymentacyjny, najsilniej wyrażony został w cyklu VI. W okresie tym nastąpiło wyraźne wzbogacenie osadu w związki żelaza, przy jednoczesnej zmianie stosunkowo spokojnego środowiska wodnego na ruchliwe (prądy) falowanie, umożliwiające tworzenie się form oolitowych. Interesujący jest fakt, że wzbogacenie to związane jest z osadami typu piaszczysto-żwirkowego, a więc z facją raczej nie sprzyjającą większemu nagromadzeniu się związków żelaza.

Zastanawiając się nad przyczynami, które doprowadziły do opisanej wyżej koncentracji żelaza w csadzie kredy dolnej wiercenia Trzemżał, skłonny jestem łączyć tu następujące czynniki:

1. Zmiany reżimu wodnego tej części zbiornika związane z oscylacjami typu głębiej — płycej w związku z pewnymi wahaniami regresywnymi morza dolnej kredy, co ma swe potwierdzenie w licznych wierceniach na Niżu Polski.

2. Wpływ ruchliwego wysadu Mogilna dostarczającego materiału pobliskim osadom oraz warunkującego swym zachowaniem ostatni czynnik, jakim są zmiany warunków sedymentacyjnych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, facja).

Analizując występujące kilkakrotnie w profilu pionowym kredy dolnej warstwy rudy żelaza, należy zastanowić się nad kwestią pochodzenia grubego materiału klastycznego, stanowiącego istotny składnik rudy. Problem ten można by rozpatrywać jako wynik wzmoczonego dopływu materiału piaszczysto-żwirzastego z lądu w związku ze spłyconiem tej części basenu. Ponieważ wiercenie to położone jest pod względem paleogeograficznym niemal w centralnej części zbiornika, wydaje się, że rozumowanie takie byłoby znacznym uproszczeniem.

Znacznie bardziej prawdopodobne jest przypuszczenie, że materiał kwarcowy pochodzi ze zniszczonych i zredeponowanych serii osadowego starszego mezozoiku (jura dolna — trias ?), tworzących pewne aktywne wyniesienie podłoża (garb), które w wyniku nałożenia się dwóch odmiennie działających czynników (wznoszenie się dna basenu związane

z działaniem sił tektoniki salinarnej oraz spłyconie zbiornika związane z oscylacją morza) dostały się w strefę bezpośredniej erozji podmorskiej, a następnie zostały osadzone w pobliżu tego wypiętrzenia. Czy materiał ten pochodzi z rejonu Mogilna czy też z innej, nieznanej w tej chwili struktury, trudno jest obecnie stwierdzić, ponieważ mamy zbyt mało danych, aby móc określić ewentualny kierunek transportu. Dobre obtoczenie żwirików kwarcowych wiązać należy z dwoma okresami sedymentacji. Pierwszym, związanym z transportem poprzedzającym utworzenie serii starszego mezozoiku, oraz drugim, już w okresie kredy dolnej, kiedy to nastąpiło ostateczne wygładzenie i obtoczenie żwirików w czasie ciągłego szorowania i przetaczania po dnie podczas erozji podmorskiej. W tym okresie materiał drobniejszy został z osadu wypłukany i przeniesiony dalej, a na miejscu (lub w stosunkowo niewielkiej odległości) pozostał przerobiony osad złożony z grubszej frakcji.

Erozyjny charakter kontaktu spągu rudy z mułowcami glaukonitowymi poprzedniego cyklu sedymentacyjnego świadczy, że podobne zjawiska miały miejsce również wśród osadów dolnokredowych (wyraźne niszczenie i rozmywanie wcześniej złożonych osadów); nie jest niewykluczony fakt istnienia w całym profilu kredy dolnej pozornych łuk sedymentacyjnych, spowodowanych zniszczeniem części sedymentu. Niestety, nic nie można powiedzieć o pierwotnym źródle materiału kwarcowego, gdyż w płytkach cienkich nie zaobserwowano charakterystycznych wrostków, mogących rzucić pewne światło na jego pochodzenie, a jak dowodzą ostatnie badania, sposób wygaszania światła nie jest miarodajny dla określenia genezy kwarców.

Powierzchnia ziarn kwarcowych przesycona związkami wodorotlenków żelaza dowodzi intensywności współczesnych sedymentacji procesów utleniających; jest to zresztą zrozumiałe, gdy weźmie się pod uwagę warunki, w jakich odbywała się sedymentacja (osad podlegał ciągłym ruchom wzburzonego prądami i falowaniem morza, zapewniającymi drobną cyrkulację tlenu).

Przechodząc do zagadnienia wzrostu koncentracji związków żelaza w osadzie, zgodnie z zastrzeżeniem uczynionym na wstępie rozważań sedymentologicznych, nie będę poruszał istniejących na ten temat licznych, niejednokrotnie sprzecznych z sobą teorii dotyczących pochodzenia i sposobu przechodzenia związków żelaza z roztworu w osad. Wydaje się, że należy tu szczególną uwagę zwrócić na omówione wyżej zjawisko erozji podwodnych wyniesień podłoża oraz wysp zbudowanych z osadów starszego mezozoiku. Najprawdopodobniej z chwilą, gdy niszczeniu ulegały zaczęły osady bogate w związki żelaza (lias, retyk, kajper), znaczna ich część przeszła do roztworu i częściowo do zawiesiny koloidalnej, skąd przy sprzyjających warunkach sedymentacyjnych nastąpiło ostateczne wytrącenie się żelaza zapewne w postaci Fe trójwartościowego. Wniosek ten nasuwa się po zanalizowaniu całego profilu serii żelazistej, gdzie podstawową masę rudy stanowią wodorotlenki i tlenki żelaza. Sporadycznie występujący szamozyt i syderyt jest zapewne wynikiem późniejszych procesów redukcyjnych, podobnie jak często przewarstwiające warstwy wodorotlenków i warstewki chlorytowo-szamozytowe. Pogląd ten na bardziej byłby zgodny z teorią N. M. Strachowa (1953), który jest zwolennikiem uznania jedynie tlenków i wodo-

rotlenków żelaza za produkty pierwotnej sedymentacji z roztworu soli morskich, natomiast genezę pozostałych minerałów żelazistych, a przede wszystkim syderytu i szamozytu, wiąże z procesami diagenetycznymi. Podobnego zdania jest również H. Harder (1957), który uważa, że wyjątkową formą dla żelaza są właśnie tlenki i wodorotlenki żelaza.

Zakład Żelaz Rud Żelaza IG  
Nadesłano dnia 26 stycznia 1962 r.

### PIŚMIENNICTWO

- HALLMOND A. F. and others (1951) — The constitution and origin of sedimentary iron ores: a symposium. Proc. York. Geol. Soc., 28, p. 61—102. Wakefield.
- HARDER H. (1957) — Zum Chemismus der Bildung einiger sedimentärer Eisenerze. Zs. deutsch. geol. Ges., 109, nr 1, p. 69—72. Hannover.
- JAMES H. L. (1953) — Sedimentary facies of iron formation. Econ. Geol., 49, nr 3, p. 235—293. Lancaster.
- СТРАХОВ Н. М. (1954) — Диагенеза осадков и её значение для рудообразования. Изв. Акад. Наук СССР, сер. геол., 5, стр. 12—48. Москва.
- СТРАХОВ Н. М. (1960) — Основы теории литогенеза, 2. Москва.
- TURNAU-MORAWSKA M. (1955) — Oolityczne rudy żelaza jako wskaźniki środowiska sedymentacji. Prz. geol., 3, p. 1—4, nr 1. Warszawa.

Андрей ВИТКОВСКИ

### О НИЖНЕМЕЛОВОЙ СЕДИМЕНТАЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД В БУРОВОЙ СКВАЖИНЕ ТЖЕМЖАЛЬ 1

#### Резюме

В работе излагаются результаты исследований нижнемеловой рудоносной свиты в скважине Тжемжаль 1, пробуренной в 1959 году вблизи структуры Могильно (фиг. 1). На основании макроскопических наблюдений в нижнемеловых отложениях выделяется 6 литологических комплексов. Границы между комплексами проводятся по рудным слоям (фиг. 2).

Приуроченная к нижнемеловым отложениям железная руда представлена железистым граувакситом с многочисленными оолитами и псевдо-оолитами сложенными, в преобладающей части, гидроокислами и окислами железа, а также многочисленными мелкими железистыми обломками. На основании макроскопических и микроскопических наблюдений подробно подразделяется последний рудный горизонт, залегающий на глубине 1270,00 ÷ 1270,75 м; этой рудой начинается 6 нижнемеловый осадочный цикл (фиг. 3).

В этом горизонте выделяется 8 литологических слоев представленных перемежающимися прослойками железистых песчаников, гравелитово-оолитовой и полосчатой руды, а также руды с глинистыми включениями. В литологической, а также в петрографической характеристиках много внимания посвящается способу развития железистых оолитов и псевдо-оолитовых структур обращая внимание на распространение „псевдопизолитовых” форм с размерами до 12 мм и на характер литологических границ между отдельными прослойками.

На базе подробной литологической и петрографической характеристики рудоносной свиты сделаны выводы по седиментационной среде нижнемелового бассейна во время осаждения рудной свиты. Это была очень подвижная среда с хорошей вентиляцией, способствующая образованию оолитов гидроокислов и окислов железа.

Образование руды было обусловлено следующими факторами:

1. изменения водного режима бассейна с опциляциями нижнемелового моря; 2. изменения седиментационных условий среды (рН, Eh, фация); 3. влияние подвижного соляного купола Могильно.

Выпадение соединений железа из раствора происходило, вероятно, в виде  $Fe^{3+}$  (окислы и гидроокислы). Этот вывод сходен с теорией Н. М. Страхова (1953) и мнением Г. Гардера (1957). Генезис пизолитовых и конкреционных форм, а также деформацию оолитов автор связывает с диагенетическими процессами.

Andrzej WITKOWSKI

## ON LOWER CRETACEOUS SEDIMENTATION OF IRON ORE IN TRZEMŻAL 1 BORE-HOLE

### Summary

The author presents the results of his investigation of a Lower Cretaceous ore-bearing series from the Trzemżal 1 bore-hole drilled in 1959 near the Mogilno structure in Western Poland (Fig. 1). On the basis of macroscopic examinations he distinguished in the Lower Cretaceous 6 lithological rock complexes, establishing the boundary between these complexes on top of ore strata (Fig. 2).

The iron ore appearing in the Lower Cretaceous consists of ferruginous gravel beds containing numerous oolites and pseudo-oolites built chiefly of iron hydroxides and oxides and of numerous minor ferruginous rock fragments. On the basis of macroscopic and microscopic studies the author subdivided in detail the latest ore seam deposited at the depth from 1270.0 to 1270.75 m.; this ore bed starts the 6th sedimentation cycle of this Lower Cretaceous deposit (Fig. 3).

In this seam the author distinguishes 8 lithological strata consisting of alternating layers of ferruginous sandstones, fine-gravelly and oolitic ores and banded ores, as well as ores with argillaceous thin striae. In both the lithological and petrographical description the author paid much attention to the structure of the ferruginous oolites and the pseudo-oolite structures calling attention to the occurrence of „pseudo-piezolitic” forms of up to 12 mm. size, and to the character of the lithological boundaries between the individual laminae.

On the basis of the detailed lithological and petrographical characteristic of the ore-bearing series the author draws his conclusions on the sedimentary environment of the Lower Cretaceous during the sedimentation of the ore-bearing series. This environment has been markedly mobile and well aerated, due to which oolites of iron hydroxides and oxides developed.

The factors promoting the formation of ore deposits were:

- 1) changes in the water regime of the sedimentary basin, connected with oscillations of the Lower Cretaceous sea;
- 2) changes in the conditions of sedimentation of the environment (pH, Eh, facies);
- 3) the influence of the mobile salt dome of the Mogilno structure.

Presumably the precipitation of iron compounds from the solution went forth in the shape of  $Fe^{+++}$  (oxides and hydroxides); this conclusion is in agreement with N.M. Strachow's (1953) theory and with the opinion expressed by H. Har-der (1957). The author ascribes the origin of the piezolititic and concretionary forms and the deformation of the oolites to diagenetic processes.