

PETROGRAFIA I MINERALIZACJA OSADÓW GÓRNEGO PERMU NA MONOKLINIE PRZEDSUDECKIEJ I PERYKLINIE ŻAR

BUDOWA GEOLOGICZNA I TEKTONICZNA STREFY PRZEDSUDECKIEJ

Poza brzeżnym uskokiem sudeckim występuje jednostka geologiczna zwana blokiem przedsudeckim, którą od strony północo-zachodniej i północnej otaczają dwie jednostki geologiczne: monoklina przedsudecka i peryklina Żar. Blok przedsudecki zbudowany jest ze skał granitoidowych i skał metamorficznych wykazujących różny stopień metamorfizmu. Od NE i SW otaczają go skały osadowe permu, triasu oraz trzeciorzędu i czwartorzędu należące do jednostek geologicznych monokliny przedsudeckiej i perykliny Żar. Według J. Wyżykowskiego (4, 5) kontakt między tymi jednostkami ma przeważnie charakter dyslokacyjny. Na całym obszarze strefy przedsudeckiej zaznaczyła się działalność ruchów górotwórczych okresu hercyńskiego i alpejskiego. Powstało wtedy szereg spękań i uskóków ułatwiających wędrówki roztworów, których wpływy obserwuje się w skałach osadowych monokliny przedsudeckiej i perykliny Żar.

WYKSZTAŁCENIE LITOLOGICZNO-PETROGRAFICZNE GÓRNEGO PERMU STREFY PRZEDSUDECKIEJ

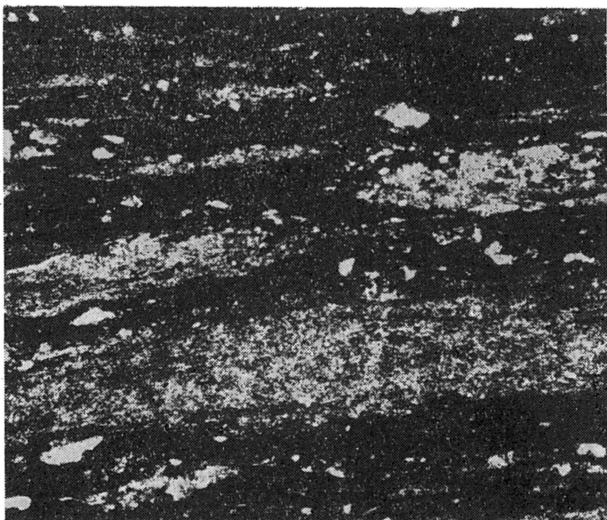
Górny perm na terenie monokliny przedsudeckiej i perykliny Żar wykształcony jest jako osady morskie, wykazując cykliczność sedimentacji podobną do

obserwowanej na terenie centralnej części zbiornika morskiego (1, 2, 3). W obrzeżeniu bloku przedsudeckiego posiadają one zredukowaną miąższość (do rzędu 100–300 m) i nie zawierają wielu poziomów skał w obrębie poszczególnych cyklotemów. W porównaniu do cyklotemów wyższych Z_2 , Z_3 i Z_4 utwory cyklotemu Z_1 * (Werra) mają tu największą miąższość.

Pomiędzy piaskowcami czerwonego spągowca pochodzenia lądowego a morskimi osadami cyklotemu Z_1 (Werra) występują piaskowce białego i szarego spągowca wykazujące duże podobieństwo pod względem petrograficznym, a różnice między nimi wywołane są jedynie składem spoiwa. Do tej pory nie została określona ich pozycja stratygraficzna. Część badaczy uważa je za osady czerwonego spągowca odbarwione przez wodę morza cechsztyńskiego, inni uważają je za osady cechsztyńskie.

Utwory morskie cyklotemu Z_1 (Werra) reprezentowane są przez skały łupku miedzionośnego T_1 osadzonego w facji redukcyjnej lub wykształcone jako utlenione osady margliste tzw. rote Fäule, nad którymi występują skały wapienno-dolomityczne Ca_1 i anhydryt A_1 , zawierające lokalnie wkładkę soli kamiennej Na_1 .

* W artykule zastosowano dla skał cechsztyńskich nomenklaturę i symbole używane na terenie Mansfeldu i Sangerhausen.



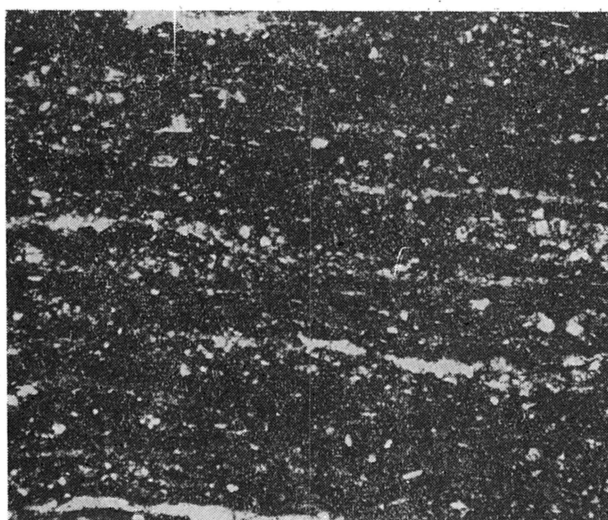
Ryc. 1. Wiercenie w rej. Lubina, głęb. 1026,50 m, poziom T_1 , powiększenie 85 \times , nikole równoległe, światło przechodzące. Struktura łupku miedzionośnego wykształconego w facji redukcyjnej. Ciemne mikrowarstwowski bituminów i siarczków przelawiczone są mikrowarstewkami substancji węglanowych (jasnoszare), białe – okruchy detrytyczne.

Fig. 1. Bore hole in the Lubin region, depth 1026,50 m, horizon T_1 , enlarged 85, parallel nicols, transmitted light. Texture of copper-bearing slate developed in reduction facies. Dark micro-laminae of bitumens and of sulphides interbedded by micro-laminae of carbonate substances (light grey), detrital fragments are white.

Na utwory cyklotemu Z_2 (Stassfurt) w rejonie Lubina i Sieroszowic składają się skały węglanowe $Ca_2(d)$, które są niewykształcone lokalnie w rejonie Lubina, oraz anhydrytowe A_2 . W kierunku zachodnim od rejonu Lubina i Sieroszowic ulega całkowitemu zanikowi poziom anhydrytowy A_2 , a skały węglanowe $Ca_2(d)$ wykazują dużą miąższość rzędu 30–50 m. Nieco odmienne wykształcenie cyklotemu Z_2 występuje w południowej części perykliny Zar, gdzie w spągu utworów łożyskowych i węglanowych stwierdzono obecność słabo scementowanych osadów piaskowcowych (5). Pod względem budowy mikroskopowej skały węglanowe Ca_1 i $Ca_2(d)$ wykazują pewne różnice. Skały dolomitu głównego $Ca_2(d)$ cechuje większa zmienność w wielkości kryształków węglanów i mniejsza marglistość. Zawierają one minimalne ilości materiału detrytycznego i stosunkowo małe ilości nieprzezroczystych skupień substancji bitumicznych.

Skały cyklotemu Z_3 (Leine) na obszarze strefy przedsudeckiej wykazują dużą zmienność w wykształceniu litologicznym i petrograficznym, co świadczy o zróżnicowaniu środowiska sedymentacyjnego w tym okresie rozwoju zbiornika morza cechszyńskiego. W rejonie Sieroszowic i Lubina składają się na nie łupki łożyskowe, czasami silnie żelaziste T_3 , dolomity z gipsem i anhydrytem Ca_3 i skały anhydrytowe lub anhydrytowo-gipsowe A_3 , w samym stropie często czysto gipsowe. Utwory cyklotemu Z_3 na obszarze monokliny przedsudeckiej na W od Sieroszowic rozpoczynają utwory węglanowo-łożyskowe (często wykazujące pod mikroskopem budowę brekcjonową) oraz gipsy i gipsy z anhydrytami A_3 przeważnie z dużą zawartością węglanów. Nieco inaczej cyklotem Z_3 wykształcony jest w południowej części perykliny Zar, gdzie pod utworami anhydrytowymi A_3 występują osady piaszczyste, mułowcowo-piaszczyste i wapienno-mułcowe.

Wśród skał poziomu anhydrytowego A_3 w NW części monokliny przedsudeckiej szczególnie wyraźnie zaznaczył się wtórny proces hydratacji anhydrytu.



Ryc. 2. Wiercenie w rej. N. Sól, głęb. 623,40 m, poziom T_1 , pow. 60 \times , nikole równoległe, św. przech. Struktura skały żelazistej z poziomu łupku „rote fäule”. Węglany i substancje ilaste tworzą bardzo drobnokrystaliczną masę (ciemnoszare), w której występują smugi tlenków żelaza (czarne) oraz okruchy detrytu (jasne) i wtórny kalcyt (jasne żyłki).

Fig. 2. Bore hole in the Nowa Sól region, depth 623,40 m, horizon T_1 , enlarged $\times 60$, parallel nicols, transmitted light. Texture of ferruginous rock from the horizon of the "rote Fäule" slate. Carbonates and clayey substances from here a very fine-crystalline mass (dark grey) containing bands of iron oxides (black), detrital fragments (light) and secondary calcite (light veinlets).

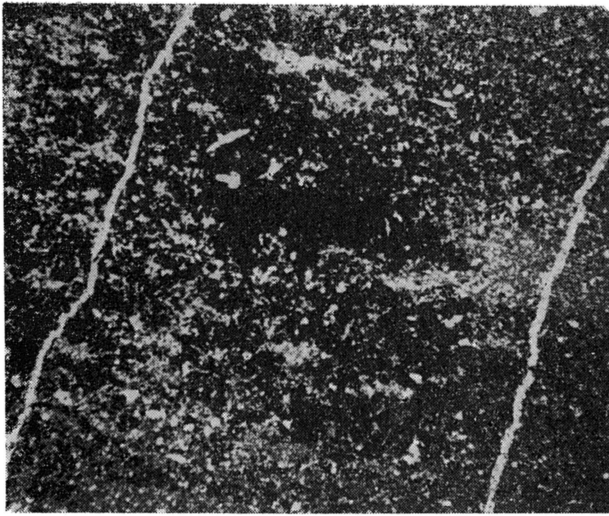
Powstający w wyniku tego procesu gips tworzy pseudomorfozy po anhydrycie oraz występuje w postaci nieregularnych pakietów i drobnokrystalicznych lub włóknistych partii skalnych tkwiących wśród anhydrytów. Szczególnie często w tym typie skał gipsowych obserwuje się bogatą mikrotektonikę.

Osady cyklotemu Z_4 (Aller) na obszarze strefy przedsudeckiej wykazały podobnie jak osady cyklotemu Z_3 (Leine) dość duże zróżnicowanie litologiczno-petrograficzne. Przeważnie są to łożyska i łupki ilasto-żelaziste, w których występują partie mułowcowo-piaszczyste i węglanowe oraz wkładki, gniazda i żyły gipsowo-anhydrytowe.

Utwory górnego permu w pobliżu uskoków i strefy dyslokacyjnej przy brzegu bloku przedsudeckiego wykazują silne potrzaskanie oraz częściowo wylugowanie i rozłazowanie. Wskutek ułatwionych wtórnych procesów mineralizacyjnych spękania i liczne kawerny w tych skalach zostały wypełnione kalcytem, gipsem lub anhydrytem, a rzadziej kwarcem, barytem i siarczkami.

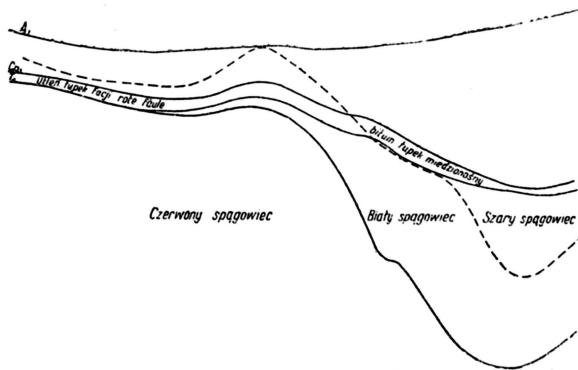
WYSTĘPOWANIE UTWORÓW ROTE FÄULE W SKALACH CYKLOTEMU Z_1 (WERRA)

Rozmieszczenie i zasięg typowego, bitumicznego łupku miedzionośnego T_1 na monoklinie przedsudeckiej było przedmiotem intensywnych badań w ciągu ostatnich lat. Poziom łupku bitumicznego prawie zawsze intensywnie okruszczony siarczkami i metali występuje w rejonie Sieroszowic i Lubina oraz w dalszych odległościach od brzegu bloku przedsudeckiego. Pod mikroskopem skały te charakteryzują się strukturą drobnokrystaliczną i teksturą wybitnie kierunkową podkreśloną mikrowarstewkami bituminów (kilkadziesiąt mikronów grubości) naprzemianległych z mikrowarstewkami zbudowanymi z drobnokrystalicznych węglanów (dolomit rzadziej kalcyt) zanieczyszczonych substancjami ilastymi i bitumicznymi (ryc. 1). Minerale siarczkowe w tej skale tworzą bardzo drobne ziarna i cienkie żyłki towarzyszące najczęściej mikro-



Ryc. 3. Wiercenie w rej. Zar, głęb. 696,90 m, poziom T_1 , pow. 40 X, nikole równoległe, św. przech. Uwodnione tlenki żelaza (czarne) ułożone w formie plamy w skale węglanowej nad poziomem łupku „rote fäule” przecinają wtórne żyłki kalcytowe (białe).

Fig. 3. Bore hole in the Zary region, depth 696,90 m, horizon T_1 , enlarged X 40, parallel nicols, transmitted light. Iron hydroxides (black), arranged in the form of a spot in carbonate rock above the horizon of the „rote Fäule” slate, cut the secondary calcite veinlets (white).



Ryc. 4. Schematyczny przekrój utworów dolnego cechsztynu strefy przedsudeckiej. ---- linia graniczna między skałami facji bitumicznej i utlenionej „rote fäule”.

Fig. 4. Diagrammatic cross section of the Lower Zechstein deposits in the Fore-Sudetic zone. ---- boundary line between rocks of bituminous facies and those of oxidized facies („rote Fäule”)

warstewkom bitumicznym. Z minerałów detrytycznych w łupku znajdują się nieduże ilości słabo obtoczonych ziarn kwarcu o wielkości ok. 20 μ i pojedyncze łuski muskowitu.

Poziom łupku bitumicznego T_1 wykształconego jako tzw. rote Fäule stwierdzono przy brzegu bloku przedsudeckiego na W od Sieroszowic. Są to skały ciemnoszare z odcieniem brunatnym wykazujące wyraźną łupliwość. Pod mikroskopem wykazują one budowę kierunkową podkreśloną smugami substancji ilasto-żelazystych i substancji węglanowych (ryc. 2), głównie z przewagą kalcytu nad dolomit. Węglały tworzą tu bardzo drobnokrystaliczną masę zanieczyszczoną substancjami ilastymi i żelazistymi, w której tkwią większe kryształy węglanów (rzędu 50–200 μ średnicy) wypełniające wtórne gniazda i szczątki organiczne.

W skałach „rote Fäule” występują dość duże ilości zanieczyszczeń detrytycznych. Są to głównie okruchy kwarcu (o wielkości do 70 μ), rzadziej okruchy skaleni i łuski muskowitu. W poziomie skał „rote Fäule” brak jest substancji bitumicznych i siarczków metali. W ich miejsce występują uwodnione tlenki żelaza tworzące drobne pojedyncze ziarna i skupienia w formie smug i mikrosoczewek.

Ponad poziomem łupku bitumicznego T_1 lub nad żelazistymi osadami marglistymi rote Fäule występuje kompleks skał wapienno-dolomitowych Ca_1 podścielających poziom anhydrytowy A_1 . Skały węglanowe W_1 na obszarze strefy przedsudeckiej są reprezentowane przez wapienie, wapienie dolomitowe i dolomity koloru od ciemnoszarego do jasnoszarego często z odcieniem beżowym lub jasnobrunatnym. W spągu mają one często charakter marglisty, który ku górze szybko zanika. Poziom węglanowy Ca_1 zawiera często gniazda i wtórne żyłki wypełnione kalcytem, gipsem, anhydrytem i siarczkami, a rzadziej barytem, kwarcem lub halitem.

Pod mikroskopem są to skały drobnokrystaliczne o teksturach najczęściej bezładnych, rzadziej słabokierunkowych i drobnowarstwowych. Kryształy węglanów w tych skałach osiągają wielkość od paru do 100 μ , przy czym najczęściej mieszczą się w granicach 20–50 μ . Występowanie większych ziarn niż 50 μ związane jest już z procesami wtórnymi lub ze szczątkami organicznymi. W górnych partiach poziomu węglanowego W_1 , a czasami i w dolnych występują spore ilości gipsu i anhydrytu. Minerale te są wykształcone w postaci dużych kryształów mocno przerośniętych węglanami. Wielkość ich dochodzi do 1–2 mm, co nadaje tym skałom megaskopowo wygląd cętkowany. Z minerałów detrytycznych w skałach węglanowych Ca_1 występują drobne ilości ziarn kwarcu, skaleni, łusek lyszczyków oraz sporadycznie okruchy minerałów ciężkich i skał.

Nad obszarem typowego bitumicznego łupku miedzianożelazistego T_1 skały węglanowe Ca_1 zawierają zmienne ilości substancji bitumicznych i siarczków. Zwykle ilość ich w spągu jest większa, a ku górze maleje. W stropie poziomu węglanowego Ca_1 występują one już tylko sporadycznie w drobnych ilościach. Substancje bitumiczne tworzą wśród minerałów węglanowych tych skał smugi i nieregularne skupienia oraz wypełniają szwy styliolitowe i suturostyliolitowe. Natomiast nad obszarem skał marglistych rote Fäule skały węglanowe w spągu zawierają zwykle również uwodnione substancje żelaziste układające się w formie smug i plam widocznych już w skale megaskopowo (ryc. 3). Ku górze ilość tlenków żelaza maleje, a pojawiają się substancje bitumiczne i siarczki metali. Na granicy między skałami z tlenkami żelaza a siarczkami obserwowano występowanie ziarn glaukonitu. Stosunek miąższości skał węglanowych Ca_1 facji utlenionej do redukcyjnej na obszarze występowania utworów rote Fäule jest zmienny (ryc. 4). W niektórych rejonach strefa utleniona sięga dość wysoko obejmując prawie całą partię skał węglanowych Ca_1 , a jedynie na przestrzeni paru centymetrów w stropie zaobserwowano w szlifach petrograficznych obecność substancji bitumicznych i siarczków.

Występujące nad skałami węglanowymi Ca_1 anhydryty A_1 podobnie jak skały węglanowe i anhydrytowe wyższych cyklotemów zawierają zmienne ilości węglanów i substancji ilastych, którym towarzyszą niewielkie ilości substancji bitumicznych oraz pirytu. Uwodnione substancje ilasto-żelaziste pojawiają się dopiero w osadach cyklotemu Z_4 , a tylko lokalnie występują też w osadach cyklotemu Z_3 .

Na podstawie obserwacji petrograficznych można sądzić, że warunki redukcyjne w osadach cechsztyńskich nie zapanowały jednocześnie na całym terenie strefy przedsudeckiej. Początkowo objęły one tylko najgłębsze partie zbiornika w rejonie Lubina i Sieroszowic, a następnie już po osadzeniu się łupku miedzianożelazistego T_1 , płytsze partie w pobliżu NW części bloku przedsudeckiego.

Morskie osady dolnego cechsztynu na terenie Europy Środkowej znane są z bogatej mineralizacji Cu-Pb-Zn. Na obszarze monokliny przedsudeckiej mineralizację tę stwierdzono w rejonie Sieroszowic i Lubina, gdzie głównymi minerałami siarczkowymi są chalkozyn, bornit i chalkopiryt oraz galena, sfaleryt i piryt. Siarczki w utworach dolnocechsztyńskich monokliny przedsudeckiej występują:

a) w postaci drobnych i na ogół licznych ziarn o wielkości najczęściej od paru do 100 μ rzadziej większej, rozsypanych równomiernie w całej skale lub zgrupowanych w smugi, nieregularne skupienia i w formie kulek opisywanych błędnie jako zmineralizowane bakterie;

b) w postaci żyłek o zmiennej długości i grubości przebiegających zgodnie lub niezgodnie do uławicenia skały oraz w postaci najczęściej ostrokrawędzistych ziarn ułożonych w smugach wtórnych węglanów.

Mineralizacja występująca w drugiej postaci jest wyraźnie wtórna w stosunku do pierwszej i jest przypuszczalnie wynikiem przemieszczania się minerałów kruszcowych w skale w czasie procesów diagenetycznych i podiagenetycznych.

Podobnie jak na obszarze miecki mansfeldzkiej i sangerhauseńskiej, tak i w utworach dolnego cechsztynu rejonu Sieroszowic i Lubina obserwuje się pionowe i poziome zróżnicowanie w rozmieszczeniu mineralizacji miedziowo-olowiowo-cynkowej. Główna ilość minerałów ołowiowo-cynkowych występuje nad mineralizacją miedziową. Również wydaje się, że główna mineralizacja miedziowa ma nieco mniejszy zasięg niż ołowiowo-cynkowa. W rozprzestrzenieniu jej daje się także zaobserwować przemieszczanie się głównej mineralizacji w kierunku od obszarów występowania utworów utlenionych tzw. rote Fäule w coraz niższe partie osadów, aż do osadów piaskowcowych szarego spągowca. W tym samym kierunku ulega również zmianie ogólny skład mineralizacji miedziowej — początkowo czysto chalkozynowej, a następnie chalkozynowo-bornitowej do bornitowo-chalkopirytowej.

Na obszarze występowania poziomu łupku T₁ w postaci utlenionych utworów rote Fäule nie doszło nigdzie do dużych koncentracji siarczków metali. Wprawdzie nad utlenionymi skałami węglanowymi Ca₁ występują skały węglanowe z bituminami i siarczkami, lecz mineralizacja tu jest uboga i głównym minerałem jest przeważnie piryt. Wydaje się istnieć prawidłowość wykazująca, że im niżej nad osadami utlenionego łupku T₁ tzw. rote Fäule występują wapienie z substancjami bitumicznymi tym mineralizacja Cu-Pb-Zn jest bogatsza.

WNIOSKI

W peryferycznych partiach cechsztyńskiego zbiornika morskiego, jakim był obszar strefy przedsudeckiej utwory górnego permu wykazują zredukowaną miąższość. Osadzały się tu niepełne utwory typowego, morskiego cyklu sedymentacyjnego od skał klastycznych do soli potasowo-magnezowych. W budowie skał czterech cyklotemów cechsztyńskich strefy przedsudeckiej największy udział mają osady węglanowe i anhydrytowe. W trakcie rozwoju cechsztyńskiego zbiornika morskiego na obszarze strefy przedsudeckiej następowało różnicowanie się charakteru petrograficznego osadów, wywołane lokalnymi zmianami warunków sedymentacji. Najbardziej zróżnicowane pod względem petrograficznym skały osadzały się w cyklotemie Z₃, a następnie w cyklotemie Z₄.

Należy podkreślić istnienie migracji i działalność roztworów krążących w osadach cechsztyńskich zarówno w czasie sedymentacji diagenetycznej, jak i w okresie podiagenetycznym. W tych skałach obserwujemy obecnie liczne ślady po kanałach, m.in. szwy stylolitowe i suturostylolitowe, jak również żyłki

i gniazda wypełnione minerałami wtórnymi, głównie minerałami siarczanowymi i węglanowymi, rzadziej siarczkami i chlorkami. Do procesów wtórnych w tych skałach należy zaliczyć także procesy hydratyzacji anhydrytu, przebiegające głównie w stropowych i spągowych partiach poziomów anhydrytowych. Przypuszczalnie wpłynęło na to sąsiedztwo osadów węglanowych oraz ilastych, które w czasie diagenetyzacji dostarczały H₂O, pochodzące m.in. z odwadniania minerałów ilastych, lub stanowiły poziomy sprzyjające diagenetycznej i podiagenetycznej migracji roztworów wodnych.

Szczególnie charakterystyczną cechą dla osadów górnopermskich jest występowanie bogatej mineralizacji Cu-Pb-Zn w obrębie poziomu łupku miedziowego T₁ lub bezpośrednio nad i pod nim. Poziom ten zawiera duże ilości substancji bitumicznych. Na terenie strefy przedsudeckiej, podobnie jak i na innych terenach mineralizacji dolnocechsztyńskiej, stwierdzono zróżnicowanie poziome i pionowe okruszcowania siarczkowego.

Obszary o bogatej mineralizacji Cu-Pb-Zn sąsiadują z terenami, na których utwory dolnego cechsztynu zawierają stosunkowo małe ilości siarczków metali zaobserwowane w skałach węglanowych Ca₁. Występujące tam skały poziomu łupkowego T₁ tzw. „rote Fäule” cechuje obecność dużych ilości tlenków żelaza przy braku substancji bitumicznych.

LITERATURA

1. Jung W. — Zur feinstratigraphisch-geochemischen Horizontierungsmethodik in Kalksedimenten (Trias) Zechstein 2. Z. ang. Geol. H. 8. Berlin 1958.
2. Jung W. — Zur feinstratigraphischer Werranhydrite (Zechstein 1) im Bereich der Sangerhäuser und Mansfelder Mulde. Geologie. J. 7, H. 24, Berlin 1958.
3. Richter-Bernburg C. — Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechsteins. Zeitschr. d. d. geol. Ges. B. 105, Hannover 1955.
4. Wyżykowski J. — Północno-zachodni zasięg krystalinikum bloku przedsudeckiego i możliwości poszukiwań cechsztyńskich rud miedzi w tym rejonie. Przegl. geol. 1961, nr 4.
5. Wyżykowski J. — Najnowsze wyniki badań geologicznych w rejonie Kożuchowa. Przegl. geol. 1963, nr 4.

SUMMARY

In the areas of the Fore-Sudetic monocline and of the pericline of Zary (Lower Silesia) within peripheral parts of the Zechstein marine basin have sedimented incomplete deposits of the typical marine sedimentary cycle beginning with the clastic rocks and ending with the potash-magnesium salts. The four Zechstein cycles of the Fore-Sudetic zone are mainly built up of carbonate and anhydrite deposits. At the time of development of the Zechstein basin, a differentiation in petrographical character of the deposits took place in the area under study, particularly seen in cycles Z₃ and Z₄, caused by the local changes in the sedimentary environment.

A rich mineralization in Cu-Pb-Zn at the horizon of copper slate or immediately beyond and beneath it, is the characteristic feature of the deposits of cycle Z₁.

Within the area of the Fore-Sudetic zone are found, beside the mineralized regions, also non-mineralized ones, with horizons of copper-bearing slates developed in the oxidized facies, the so-called "rote Fäule".