

NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI BADAŃ

Otwór wiertniczy Grochowice M 9 odwiercono w południowo-zachodniej części monokliny przedsudeckiej, na terenie gminy Kotła, powiat głogowski, województwo dolnośląskie. Podstawowym celem odwiercenia otworu było poszukiwanie rud miedzi w utworach cechsztynu oraz zbadanie możliwości występowania gazu i ropy naftowej. Oprócz ogólnie sformułowanego zadania, celem tego otworu było dostarczenie informacji umożliwiających uściślenie wiedzy o budowie geologicznej i perspektywiczności monokliny przedsudeckiej, a w szczególności: określenie przemysłowej przydatności okruszcowania obecnego w cechsztyńskiej serii miedzionośnej i wyjaśnienie na tej podstawie możliwości przedłużania się ku NW złoża rud miedzi Lubin-Sieroszowice, ustalenie głębokości zalegania cechsztyńskiej serii rudnej oraz zbadanie perspektyw występowania soli kamiennej i soli potasowych oraz węgla brunatnego i uranu.

Otwór wiertniczy Grochowice M 9 wykonano w ramach *Projektu poszukiwań cechsztyńskich rud miedzi na obszarze zachodniej części monokliny przedsudeckiej, perykliny Żar i niecki północnosudeckiej* (Wyżykowski, 1974). Głębinie otworu zatrzymano w czerwonym spągowcu na głębokości 1630 m, po przewierceniu utworów czwartorzędu, neogenu, paleogenu, wapienia muszlowego, pstrego piaskowca i cechsztynu.

W otworze wykonano szereg badań geofizyki wiertniczej, lecz nie wszystkie są obecnie dostępne. Z zachowanych profilowań dotyczących interwału głębokości od 1460 m do końca otworu wynika istnienie znacznej zgodności profilu powstałego w wyniku pomiarów karotażowych z profilem litologicznym zinterpretowanym na podstawie analizy rdzeni wiertniczych. Z wyjątkiem kilku odcinków profilu o łącznej długości 75,5 m (głównie w obrębie paleogenu, neogenu i czwartorzędu), wiercenie było w pełni rdzeniowane. Materiał rdzeniowy uzyskany z tego otworu dostarczył danych geologicznych, które stały się podstawą wielu opracowań merytorycznych.

W niniejszym opracowaniu zawarte są wyniki badań pochodzące z opracowania pt. *Poszukiwanie cechsztyńskich rud miedzi w rejonie monokliny przedsudeckiej. Dokumentacja wynikowa otworów: M-1 Lipowiec, M-5 Dryżyna, M-9 Grochowice, M-24 Dachów* (Gospodarczyk i in., 1980), a także ich współczesne reinterpretacje, uzupełnienia i nowe wyniki badań litologicznych, stratygraficznych,

paleontologicznych, petrologicznych, sedymentologicznych, mineralogicznych, geochemicznych, materii organicznej, poziomów zbiornikowych gazu ziemnego, warunków pogrzebienia i historii termicznej oraz sejsmicznych i geofizyki wiertniczej.

W najniższej części profilu otworu Grochowice M 9 obecne są utwory typu red beds – piaskowce masywne z czerwonymi plamami (1629,78–1630,00 m, miąższość nieprzewiercona), przechodzące ku górze w utwory białego spągowca (1622,34–1629,78 m) o miąższości 7,44 m. Profil białego spągowca jest dwudzielny. Dolna jego część w interwale 1626,13–1629,78 m (o miąższości 3,65 m) obejmuje od dołu ku górze piaskowce szare, nieregularnie warstwowane subhoryzontalnie oraz piaskowce jasnoszare z odcieniem różowym, warstwowane przekątnie wielkoskalowo o genezie eolicznej (arenity sublityczne i subarkozowe o spoiwie porowym i typu masy wypełniającej), uznane za odbarwione utwory czerwonego spągowca o genezie eolicznej. W górnej części białego spągowca w interwale 1622,34–1626,13 m (o miąższości 3,79 m) występują kolejno od dołu piaskowce nieregularnie poziomo laminowane ciemnoszarym drobnodziarnistym materiałem terygenicznym, jasnoszare drobnodziarniste piaskowce masywne (arenity sublityczne i kwarcowe, ze spoiwem porowym dolomitowym, rzadziej anhydrytowym), a najwyższą pozycję w profilu przy kontakcie z łupkiem miedzionośnym zajmują szare piaskowce drobnodziarniste, nieregularnie smugowane materiałem mułowcowym z domieszką materiału organicznego, z różnorodnymi drobnymi strukturami sedymentacyjnymi i bioturbacjami oraz nielicznymi bioklastami (są to najczęściej arenity kwarcowe i subarkozowe z cementem kalcytowym typu podstawowego). Z powyższych względów, górną część białego spągowca uznano za biały spągowiec morski (Bs1) i zaliczono go do cechsztynu, jako ekwiwalent facjalny cechsztyńskiego zlepieńca podstawowego (Zp1).

Cechsztyń osiąga znaczną miąższość (432,13 m) w interwale od 1194,0 do 1626,13 m. Profil cechsztynu składa się z trzech cyklotemów węglanowo-ewaporatowych: PZ1, PZ2 i PZ3, oraz cyklotemu terygenicznym-ewaporatowym PZ4, podzielonego w tym rejonie na subcyklotem PZ4a i stropową serię terygeniczną PZt. Cyklotemy cechuje zmienna miąższość (PZ1 – 212,3 m, PZ2 – 86,4 m, PZ3 – 85,0 m, PZ4 – 47,0 m) i znaczna kompletność profilu. Brak jedynie

starszych i młodszych soli potasowych (K2, K3) oraz anhydrytu pegmatytowego dolnego (A4a₁). Pełne rdzeniowanie utworów cechsztynu umożliwiło wykonanie badań sedymentologicznych i odtworzenie środowisk sedimentacji w basenie cechsztyńskim tego obszaru. U podstawy cyklotemów występują utwory piaskowcowe białego spągowca (Bs), łupkowe (T1, T3) i węglanowe (Ca1, Ca2), a wyżej w profilach cyklotemów rozwinięte są poziomy ewaporatowe, w cyklotemie PZ1 – A1d, Na1 i A1g, w PZ2 – A2, Na2 i A2r, w PZ3 – A3 i Na3 oraz w cyklotemie PZ4 – Na4a₁, A4a₂ i Na4a₂.

Powyżej piaskowców białego spągowca morskiego (Bs1) zalega charakterystyczny łupek miedzionośny (T1) o nieznacznej miąższości 0,255 m, wykształcony w postaci laminowanych iłolupków czarnych i smolistych, przedzielenych mułolupkami dolomitowymi. Łupek miedzionośny reprezentuje dojrzałe stadium transgresji morza cechsztyńskiego, związane z pogłębieniem zbiornika i depozycją w strefie wód beztlenowych. Wyżejległy wapień cechsztyński (Ca1) ma miąższość 2,94 m i jest reprezentowany przez szare dolomity wapniste – w dolnej części występuje kompleks mikrytowy, a w górnej onkolitowy. Wapień cechsztyński tworzył się na obszarze równi basenowej, znajdującej się między przybrzeżną platformą węglanową i płyliczną wolsztyńską. Kompleks mikrytowy był deponowany w środowisku sublitoralnym, zaś onkolitowy w środowisku płytkosublitoralnym o tendencji regresywnej.

W profilach ewaporatów cechsztyńskich zwraca uwagę obecność wału anhydrytowego w obrębie anhydrytu dolnego (A1d), mała miąższość najstarszej soli kamiennej (Na1) oraz podwyższona miąższość młodszej soli kamiennej (Na3). Poziomy ewaporatowy utworzyły się w płytkich basenach sedimentacyjnych wskutek wzrostu zasolenia wody morskiej. Sole pierwszego i drugiego cyklotemu formowały się w płytkich lagunach, natomiast sole trzeciego i czwartego cyklotemu w lagunach solnych o zmiennej dostawie materiału ilastego. Spośród warstw solnych cechsztynu, jedynie młodsza sól kamienna (Na3) w omawianym otworze wiertniczym ma wystarczającą miąższość dla oceny potencjału zasobowego, gdyż otwór ten wchodzi w skład rozległego obszaru perspektywicznego Gubin-Krotoszyn, którego zasoby przewidywane oszacowano na ponad 460 mld t.

Utwory cechsztynu przykrywają utwory triasu o miąższości 908,0 m (od 286,0 do 1194,0 m), reprezentujące trias dolny i środkowy. Granice chronostratygraficzne w sukcesji triasu należy uznać za umowne. Na podstawie obserwacji makroskopowych oraz szczegółowych badań paleontologicznych, mikropaleontologicznych i petrograficzno-mikrofacjalnych, w obrębie triasu wyróżniono pstry piaskowiec dolny, środkowy i górny (ret) oraz wapień muszlowy dolny i środkowy. Pstry piaskowiec osiąga miąższość 709,5 m (na głębokości 484,5–1194,0 m), a wapień muszlowy – 198,5 m (w interwale 286,0–484,5 m), przy czym wapień muszlowy środkowy, wyznaczony na podstawie cech litologicznych osadów przy braku w nich fauny, cechuje profil silnie zredukowany (14,5 m) wskutek erozji. Dolny pstry piaskowiec jest wykształcony w postaci wapnistych lub dolomitycznych heterolitów iłowcowo-piaskowcowych, z laminami

dolomitów i wapieni, w tym oosparytowych. Środkowy pstry piaskowiec jest rozwinięty jako piaskowiec o spoiwie ilastym, rzadziej węglanowym, z cienkimi przewarstwieniami iłowców. W niższej części piaskowce zawierają ooidy węglanowe, często zmineralizowane tlenkami żelaza. Górny pstry piaskowiec jest reprezentowany przez przewarstwiane się wapienie i dolomity (z wkładkami wapieni organodetrytycznych), iłowce i anhydryty. W całej jego sukcesji występują żyłki gipsu włóknistego oraz pojedyncze kryształy i kongregacje gipsu i anhydrytu. W wyższej części górnego pstrego piaskowca obecna jest urozmaicona makro- i mikrofauna, w tym przewodni dla retu małż *Costatoria costata* (Zenker) oraz liczne małżoraczki. Osady pstrego piaskowca deponowane były w bardzo płytkim zbiorniku o słabym połączeniu z otwartym morzem, pozostającym pod wpływem bariery lub innej formy płylicznej. Depozycja środkowego pstrego piaskowca zachodziła po części w środowisku fluwialnym. Szersze połączenie z oceanem Tetydy zbiornik ten uzyskał podczas depozycji górnego pstrego piaskowca. Utwory wapienia muszlowego wykazują ciągłość sedimentacyjną z niżejległymi osadami retu w obrębie kompleksu naprzemianległych skał węglanowych i ilastych. Dolna granica wapienia muszlowego znajduje się na głębokości 484,5 m, poniżej której występuje fauna typowa dla retu, a powyżej tej granicy pojawiają się liliowce i zróżnicowana fauna charakterystyczna dla wapienia muszlowego. Wapień muszlowy dolny stanowi kompleks złożony głównie z wapieni, z mniejszym udziałem iłowców i dolomitów, utworzony w płytkim, otwartym morzu epikontynentalnym, początkowo w strefie niżepłykowej, a następnie w strefie międzypłykowej. Sukcesja osadów najwyższej części wapienia muszlowego dolnego, wraz z osadami wapienia muszlowego środkowego, wskazuje na spływanie się zbiornika i stopniową regresję morza triasowego. W profilu otworu Grochowice M 9 brak utworów górnej części wapienia muszlowego środkowego, kajpru, jury i kredy, które zostały usunięte wskutek inwersji tektonicznej na przełomie kredy i paleogenu.

Na utworach wapienia muszlowego leżą bezpośrednio utwory kenozoiku o miąższości 286 m. Profil paleogenu reprezentują transgresyjne osady oligoceńskiej formacji leszczyńskiej o miąższości 41,5 m, rozwinięte jako glaukonitowo-kwarcowe piaski ze żwirkiem kwarcowym oraz mułowce. Sukcesja neogenu jest reprezentowana przez mioceńskie formacje: rawicką, ścinawską, pawłowicką i poznańską, o łącznej miąższości 237,4 m. Osady neogenu powstały w środowisku lądowym na obszarze równi aluwialnej z przybrzeżnymi bagnami i torfowiskami węglotwórczymi. Pokłady węgla występują w obrębie formacji rawickiej (IV pokład dąbrowski), ścinawskiej (III ścianwski i II łuzicki pokład węgla brunatnego) oraz poznańskiej (I środkowopolski pokład węgla brunatnego). Utwory czwartorzędu mają miąższość 7,1 m. Są to piaski i gliny lodowcowe.

Badania mikroskopowe preparatów polerowanych w świetle odbitym z utworów cechsztyńskiej serii miedzionośnej wykazały obecność bogatej mineralizacji kruszcowej, reprezentowanej przez bornit (Cu₃FeS₄), chalkopiryt (CuFeS₂), kowelin (CuS), digenit (Cu₃S₂), chalkozyn (Cu₂S), sfaleryt

(ZnS), galena (PbS) oraz piryt i markasyt (FeS_2). Najbogatsze okruszczowanie występuje w białym spągowcu (dominują chalkozyn, bornit i kowelin), łupku miedzionośnym (bornit i chalkozyn) oraz w dolnej części wapienia cechsztyńskiego (bornit, chalkopiryt, kowelin, digenit, sfaleryt, galena). W utworach anhydrytu dolnego i górnego oraz dolomitu głównego stwierdzono jedynie obecność pirytu.

Na podstawie wyników badań chemicznych próbek serii miedzionośnej wykazano, że mineralizacja miedziowa koncentruje się w interwale rudnym o miąższości 1,52 m (na głębokości 1622,09–1623,61 m), obejmującym znaczną część białego spągowca i łupka miedzionośny. W interwale tym zawartość miedzi zmienia się w granicach od 0,11 do 8,52% wag., a zawartość srebra od 1 do 100 ppm. Charakterystyczna jest trójdzielność interwału rudnego, wyrażająca się obecnością dwóch bogatych interwałów o zawartości miedzi ponad 0,5% wag., przedzielonych interwałem o niższych jej koncentracjach. Dolny interwał rudny (1623,15–1623,61 m) z mineralizacją typu pasemkowego występuje w niższej części białego spągowca, a górny (1622,09–1622,37 m) obejmuje przystropową część białego spągowca i łupka miedzionośny. Interwał rudny cechuje średnia ważona zawartość 1,60% wag. Cu i 29 ppm Ag, natomiast ekwiwalentna zawartość miedzi w tym interwale wynosi 1,83% wag. Cu_e, a zasobność Cu_e – 67,81 kg/m². Średnia zawartość metali towarzyszących jest nieznaczna (0,02% wag. Pb, 0,08% wag. Zn, 51 ppm Co, 26 ppm Mo, 65 ppm Ni i 76 ppm V). Zawartości złota są znikome (maksymalnie do 7 ppb).

W omawianym rejonie wyróżnia się 2 obszary perspektywiczne występowania złóż rud miedzi: Grochowice I i Grochowice II (wyznaczony otworem Grochowice M 9). Obszar Grochowice I, o powierzchni 15,80 km², może zawierać 1,125 Mt Cu i 7386 t Ag, a obszar Grochowice II – 0,143 Mt Cu i 205 t Ag. Dane te pozwalają sądzić, że rejon otworu Grochowice M 9 wchodzi w skład bogatego pasa miedzionośnego, stanowiącego północno-zachodnie przedłużenie złoża Lubin-Sieroszowice.

Z uwagi na brak wyników pomiarów gamma-spektrometrycznych z otworu wiertniczego Grochowice M 9, analizę występowania koncentracji uranu w utworach dolnego triasu oparto na wynikach badań regionalnych. Wynika z nich, że mineralizacja uranowa w skałach środkowego pstręgo piaskowca może występować w dwóch poziomach uranonośnych. Dolny poziom, związany ze skałami węglanowymi, głównie szarobieżowymi wapieniami oolitowymi z przewarstwieniami szarych iłowców i mułowców, cechują zawartości uranu w próbkach poniżej 350 ppm, a zawartości średnie w warstwie zmineralizowanej (o miąższości poniżej 1 m) wynoszą około 60 ppm. Górny poziom związany jest z szarymi mułowcami (ze zwęglonymi szczątkami materii organicznej), występującymi w formie cienkich przewarstwień w jasnoszarych piaskowcach. Maksymalne zawartości uranu w próbkach sięgają 600 ppm, a zawartości średnie w interwale zmineralizowanym (o miąższości poniżej 0,5 m) nie przekraczają 100 ppm. Uranowi towarzyszą: wanad, molibden, selen, cynk i ołów. Wskazane koncentracje uranu nie mają znaczenia przemysłowego.

Wykonano analizę petrologiczną materii organicznej rozproszonej w utworach białego spągowca, łupku miedzionośnego, anhydrytu dolnego i górnego oraz dolomitu głównego. Utwory te, z wyjątkiem łupku miedzionośnego, cechują się niską zawartością materii organicznej (od śladowej do ok. 0,3% obj.), składającej się z okruszków bezpostaciowego wityrinitu, bituminu oraz zooklastów i macerałów grupy inertytynitu i liptynitu. W przestrzeniach porowych piaskowców występują bituminy stałe. Łupka miedzionośny odznacza się znaczną koncentracją materii organicznej (7–10% obj.). Jej głównym składnikiem jest bituminit wityrinitopodobny o niskiej refleksyjności w zakresie 0,35–0,45% R_o . Współwystępują z nim macerały z grupy liptynitu, bezpostaciowy wityrinit i inertytynit. W obrębie bituminitu występują siarczki metali, co może wskazywać na genetyczny związek mineralizacji kruszczowej z materią organiczną. Wartości średniej refleksyjności w zakresie od 0,64% R_o w łupku miedzionośnym, do 0,58% R_o w anhydrycie górnym i 0,56% R_o w dolomicie głównym, świadczą o niskiej dojrzałości termicznej materii organicznej, odpowiadającej początkowej fazie generacji ciekłych węglowodorów. Dane te oznaczają maksymalne paleotemperature diagenety osadów w granicach 70–80°C, wskazujące na niskie temperatury roztworów hydrotermalnych, formujących obecną w tych utworach mineralizację kruszczową.

Zastosowanie techniki jednowymiarowych modeli umożliwiło rekonstrukcję historii pograżania utworów permu, mezozoiku, paleogenu i neogenu oraz odtworzenie ewolucji termicznej basenu. W profilu otworu stwierdzono obecność fazy zwiększonego pogrzebienia i szybkiego tempa depozycji osadów przypadającej na cechsztyń (do około 200 m/mln lat) oraz spadek szybkości subsydencji i tempa depozycji u schyłku triasu (do około 30 m/mln lat). Po okresach szybkiego pogrzebienia, od końca triasu do neogenu nastąpił spadek tempa sedymentacji i dominowała erozja. Maksymalna głębokość pograżenia spągu profilu osadowego (1750 m) została osiągnięta na koniec kredy. Obecnie omawiany otwór znajduje się w rejonie południowej granicy dodatniej anomalii termicznej, obejmującej centralną część monokliny przedsudeckiej, w której temperatura w warunkach ustalonej równowagi termicznej na głębokości 2 km zawiera się w granicach 55–73°C, wielkość strumienia ciepłego wynosi ok. 90 mW/m², zaś średni gradient geotermiczny 2,99°C/100 m.

Z badań pirolitycznych Rock-Eval próbek łupku miedzionośnego, anhydrytu dolnego, anhydrytu górnego i dolomitu głównego wynika, że charakteryzują się one różnym potencjałem węglowodorowym. Łupka miedzionośny zawiera obfitą materię organiczną (TOC 9,85% wag.) i jest skałą macierzystą o najkorzystniejszym potencjale węglowodorowym. Materia organiczna znajduje się w fazie generacyjnej okna ropnego (T_{max} 431°C, S2 31,58 mgHC/g skały, HI 321 mgHC/gTOC). Anhydryt z przeławieniami materiału ilasto-dolomitowego w anhydrycie górnym (A1d) oraz dolomit główny (Ca2) również wykazują cechy skał macierzystych, w przeciwieństwie do anhydrytu z przeławieniami iłowca wapiennego w anhydrycie dolnym (A1d). W badanych próbkach dominuje ropotwórczy kerogen typu

II i III, znajdujący się pod względem dojrzałości termicznej na granicy fazy niedojrzałej i początkowej fazy generowania węglowodorów.

Otworem Grochowice M 9 uzyskano przemysłowy przypływ gazu ziemnego z utworów piaskowcowych białego i czerwonego spągowca o wydajności potencjalnej 71 Nm³/min i wartości opałowej w granicach 3192–3537 kcal/Nm³. Średnia porowatość piaskowców wynosi 11,64%, zaś przepuszczalność 8,66 mD. Głównymi składnikami gazu są: azot (63,15% obj.), metan (35,64% obj.), propan (0,82% obj.) i hel (0,26% obj.). Otwór ten przekazano do eksploatacji. Otworem tym odkryto złożę gazu ziemnego Grochowice, inicjując jego późniejsze udokumentowanie i eksploatację. Jest ono zlokalizowane w obrębie pułapki o charakterze brachyantykliny. W następstwie tego odkrycia zrealizowano w południowo-zachodniej części monokliny przedsudeckiej liczne projekty poszukiwawcze, skutkujące udokumentowaniem wielu złóż gazu ziemnego w dolnopermskim poziomie gazonośnym.

Dla zilustrowania budowy geologicznej regionu wykorzystano profil sejsmiczny na kierunku NNW–SSE wykonany w rejonie Grochowic, obrazujący monoklinalny upad warstw, zaburzony istnieniem w okolicy otworu Grochowice M 9 szerokopromiennej brachyantykliny. Występuje ona ponad regionalnym wyniesieniem przedpermskiego podłoża na

kierunku Bielawy–Trzebnica, z którym związane jest występowanie złóż gazu ziemnego, w tym złoża Grochowice.

Otwór Grochowice M 9 był jednym z pierwszych otworów poszukiwawczych wykonanych na przedpolu dokumentowanego złoża Lubin-Sieroszowice, w celu poszukiwań rud Cu-Ag i węglowodorów w słabo poznanej SW części monokliny przedsudeckiej. Dzięki wykorzystaniu różnorodnych badań, otwór ten dostarczył wszechstronnie udokumentowanych informacji o stratygrafii, litologii i sedymentacji utworów permu, triasu, paleogenu i neogenu oraz o geochemii i mineralizacji utworów cechsztyńskiej serii miedzionośnej.

Zasadniczym rezultatem realizacji tego otworu było stwierdzenie bogatej mineralizacji kruszcowej w utworach najniższego cechsztynu. Fakt ten stanowił podstawę do wyciągnięcia wniosku, że otwór Grochowice M 9 znajduje się w obrębie pasa miedzionośnego, będącego północno-zachodnim przedłużeniem złoża Cu-Ag Lubin-Sieroszowice, biegnącym wzdłuż wschodniego zasięgu zielonogórskiego obszaru utlenionego Rote Fäule. Drugim istotnym osiągnięciem było odkrycie złoża gazu ziemnego Grochowice, które zapoczątkowało jego późniejsze udokumentowanie i eksploatację. Gaz stwierdzony otworem Grochowice M 9 zasygnalizował istnienie problemu zagrożenia gazowego w górnictwie miedziowym.