

NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI BADAŃ

Otwór wiertniczy Czaplinek IG 1 został wykonany w NW części antyklinorium śródpolskiego, w centralnej, osiowej strefie segmentu pomorskiego, na jednej z poduszek solnych należących do szeregu tych struktur, ciągnącego się od Zalesia po Świdwin.

Podstawowym celem otworu, zaplanowanego do głęb. 6000 m, było zbadanie stratygrafii, wykształcenia facjalnego i rozkładu przestrzennego utworów permskich i podperm-skich. Otwór miał również dostarczyć informacji na temat perspektyw występowania ropy naftowej i gazu ziemnego w węglanowych utworach cechsztynu oraz skałach czerwonego spągowca i jego podłoża – karbonu.

Wiercenie otworu zakończono w utworach karbonu na głęb. 6006,0 m. Profil stratygraficzny obejmuje czwartorzęd, neogen, paleogen, jurę dolną, trias, perm i karbon. Otwór nie był w pełni rdzeniowany. Z utworów jury pobrano jedynie jeden rdzeń, natomiast trias, perm i karbon rdzeniowano, pobierając kontrolne odcinki rdzenia. Profil litologiczno-stratygraficzny opracowano na podstawie zarówno badań rdzeni wiertniczych, jak i pomiarów geofizyki wiertniczej.

W profilu otworu Czaplinek IG 1 stwierdzono znaczną miąższość karbonu – missisipu wynoszącą 960,5 m (głęb. geofizyczna 5045,5–6006,0 m), nie osiągając jego spągu. Na podstawie wyników badań biostratygraficznych i palinologicznych oznaczono wizeński wiek tych utworów. W ich obrębie wyróżniono formacje litostratygraficzne, tj.: iłowców z Łobżonki, wapieni z Czaplinka i iłowców z Nadarzac. Najniższa formacja, iłowców z Łobżonki, zalegająca na głęb. 5703,5–6006,0 (miąższość >302,5 m – nieprzewiercona), składa się z iłowców, mułowców oraz piaskowców kwarcowych. W występującej powyżej (5300,0–5703,5 m, miąższość 403,5 m) formacji wapieni z Czaplinka dominują wapienie organodetrytyczne, ooidowe i grudkowe, które charakteryzują się dużą różnorodnością mikrofacjalną. Wyróżniono wśród nich: greinstony grudkowe, ooidowe i szkieletowe, słabo przemyte, jak również wakstony, pakstony i madstony. Najwyżej w profilu występuje formacja iłowców z Nadarzac (5045,5–5300,0 m, miąższość 254,5 m), w której dominują iłowce z kilkoma cienkimi wkładkami tufów.

Profil otworu Czaplinek IG 1 dokumentuje istnienie na Pomorzu Zachodnim w czasie missisipu – wizenu, systemów depozycyjnych basenowego, deltowego oraz obrzeżonego szelfu węglanowego. Depozycja osadów ilasto-mułowo-piaszczystych formacji z Łobżonki zachodziła na obszarze basenu szelfowego z okresowym wpływem łobów deltowych. Środkową część profilu – formację wapieni

z Czaplinka, należy wiązać z sedymentacją w strefie szelfu węglanowego. Natomiast najwyższa część tej formacji, z facjami stokowymi, związana jest z początkiem pogłębiania i przejściem platformy węglanowej w basen szelfowy. W tym środowisku powstała najmłodsza w profilu formacja iłowców z Nadarzac.

Utwory czerwonego spągowca według miary geofizycznej zostały nawiercone na głęb. 4106,0–5045,5 m, a ich miąższość wynosi 939,5 m. Na podstawie badań petrograficznych wyróżniono tu litofacje: zlepieńcową, piaskowcową i mułowcowo-iłowcową. Utwory czerwonego spągowca reprezentowane przez piaskowce oraz prawdopodobnie piaskowce zlepieńcowe rozpoczynają **formację Drawy** (4710,4–5045,5 m). Ku stropowi profilu tej formacji następuje zmiana sedymentacji. Utwory plai ilasto-piaszczystej zostają zastąpione przez kompleks utworów piaszczysto-żwirowych z luką erozyjną w stropie. Po okresie erozji następuje początek sedymentacji utworów **formacji Noteci** (4106,0–4710,4 m) zdominowanych przez osady fluwialne i aluwialne (gruboklastyczne – zlepieńcowe). Ponadto w spągu formacji Noteci zostało wydzielone **ogniwo zlepieńców z Czaplinka** (4642,0–4710,4 m). W składzie tych zlepieńców dominują skały węglanowe, najprawdopodobniej okresu dewońskiego. Powyżej ogniw zlepieńców z Czaplinka osady formacji Noteci tworzą megacyklotem osadowy dzielący się na dwie główne części. W części dolnej występują osady fluwialne (piaskowce i żwirowce korytowe) przechodzące w mułowce i iłowce plai, tworzące megacykl prosty złożony z szeregu cykli odwróconych. Dalej ku stropowi występuje megacykl odwrócony złożony z szeregu cykli prostych i odwróconych.

Taki rozwój osadów reprezentuje cykliczne zmiany klimatyczne skutkujące rozwojem lub zanikiem osadów fluwialnych wkraczających w obręb osadów plai. Na osady czerwonego spągowca wkraczają osady cechsztynu w formie zalewu bez czytelnej granicy erozyjnej.

Utwory cechsztynu charakteryzuje znaczna miąższość (1503,0 m) oraz kompletny profil stratygraficzny, jak również obecność specyficznej facji – zubrowej – w górnej części cechsztynu wydzielonej na głęb. 2635–2928 m. Profil cechsztynu w otworze Czaplinek IG 1 składa się z trzech cyklotemów węglanowo-ewaporatowych: PZ1, PZ2, PZ3 oraz cyklotemu terygeniczo-ewaporatowego PZ4, podzielonego na subcyklotemy PZ4a-PZ4e. Bezpośrednio na czerwonym spągowcu leży **łupek miedzionośny** reprezentujący dojrzałe stadium transgresji morza cechsztyńskiego, związane

z pogłębieniem zbiornika. Występuje on na głęb. 4105,6–4106,0 m (wg pomiarów geofizycznych) osiągając miąższość 0,4 m. Są to osady złożone z laminowanych drobnoziarnistych skał terygenicznych (ponad 50% ziarn o średnicy poniżej 0,062 mm) o oddzielności łupkowej. Naprzemienna depozycja iłolupków/mułowców czarnych i ciemnoszarych oraz mułowców szarych wskazuje na okresową zmienność natlenienia i energii wód oraz dostawy materiału osadowego w zależności od zmian głębokości zbiornika i odległości od stref płytszych, dostarczających materiału węglanowego. **Wapień cechsztyński** ma miąższość 9,1 m, występuje na głęb. 4096,5–4105,6 m i jest dwudzielny litologicznie: w dolnej części jest to kompleks ciemnoszarych wapieni marglistych (kompleks mikrytowy), a w górnej – kompleks jasnoszarych wapieni ziarnistych (kompleks onkolitowy). Wapień cechsztyński tworzył się na obszarze równi basenowej, przy czym dominacja w profilu wapieni ziarnistych wskazuje na sedymentację związaną z przedłużeniem płyty gryfickiej. **Dolomit główny** ma miąższość ok. 12,5 m (3858,1 do 3870,8 m). Tworzą go wyłącznie madstony, z reguły silnie margliste, tj. bardzo wzbogacone w substancję iłasto-bitumiczną (niekiedy są to nieomal łupki ilaste). Madstony te są wykształcone w dwóch subfacjach wzajemnie się przewarstwiających – są albo laminowane horyzontalnie albo mniej lub bardziej masywne (co najwyżej z lekko zaznaczoną smużyistością). Badania poziomów solnych w rdzeniowanych partiach utworów cechsztynu, wykonane na fragmentach profili 3 subcyklotemów PZ4e, PZ4d i PZ4a i uzupełnione danymi geochemicznymi, pozwoliły na szczegółową interpretację środowisk powstawania tych utworów. Badania mineralizacji kruszcowej w cechsztyńskiej serii miedzionośnej na podstawie obserwacji mikroskopowych w świetle odbitym 22 polerowanych preparatów skalnych wskazują na obecność następujących zespołów minerałów kruszczowych: bornit (Cu_2FeS_3), chalkopiryt (CuFeS_2), digenit (Cu_3S_5), kowelin (CuS), galena (PbS), sfaleryt (ZnS) i piryt (FeS_2). Okruszczowanie utworów cechsztyńskiej serii miedzionośnej nie jest intensywne i zdominowane siarczakami cynku i ołowiu (sfaleryt i galena), natomiast mineralizacja miedziowa jest uboga, reprezentowana przez bornit, chalkopiryt, digenit oraz kowelin. Najsilniej okruszczowanym interwałem jest łupek miedzionośny, przyległe do niego od góry skały węglanowe oraz stropowa część piaskowców czerwonego spągowca opisana jako utwory białego spągowca. Minerale rudne w badanych utworach są obecne w postaci drobnoziarnistych rozprożeń oraz różnej wielkości soczewek, gniazd lub wypełnień wolnych przestrzeni, bądź zastąpień minerałów skałotwórczych. Kruszcze są na ogół rozmieszczone w sposób bezładny, jednakże miejscami (zazwyczaj w skałach łupkowych i w dolnej części wapienia cechsztyńskiego) bywają skoncentrowane w formie linijnych, soczewkowatych skupień albo horyzontalnie ułożonych smug bądź skupisk agregatów mineralnych. W badanym otworze nie stwierdzono występowania bogatej mineralizacji kruszcowej.

Zawartości metali w poszczególnych poziomach litologicznych serii miedzionośnej są zmienne. Najwyższe koncentracje miedzi stwierdzono w najwyższej części utworów

czerwonego spągowca formacji Noteci, gdzie zawartość miedzi wynosi do 0,65%. W utworach łupku miedzionośnego i wapienia cechsztyńskiego stwierdzono jedynie śladowe koncentracje miedzi dochodzące do 0,04% Cu. Podwyższone koncentracje cynku (maksymalnie do 1,34% Zn) stwierdzono jedynie w utworach łupku miedzionośnego. Najwyższe zaś koncentracje ołowiu (do 0,11% Pb) zanotowano w utworach wapienia cechsztyńskiego. Generalnie charakterystyka mineralizacji kruszczowej w serii miedzionośnej stanowi potwierdzenie wcześniejszych ocen uznających strefę pomorską za negatywną dla poszukiwań cechsztyńskich rud metali o znaczeniu ekonomicznym, zarówno ze względu na niskie zawartości metali, jak i znaczną głębokość zalegania spągu utworów serii miedzionośnej przekraczającą 4000 m.

Trias występuje na głęb. 626,0–2603,0 m, osiągając miąższość 1977,0 m. Rdzeniowany był w niewielkim zakresie jedynie w najniższej części, co powoduje, że brak jest danych chronostratygraficznych dla tego systemu. W profilu występują wszystkie trzy typowe dla triasu grupy litostratygraficzne, czyli pstry piaskowiec, wapień muszlowy i kajper, przy czym pstry piaskowiec stanowi ponad połowę całego profilu, a kajper jest zredukowany, zwłaszcza w środkowej części. Pstry piaskowiec, zdominowany przez iłowce i mułowce, tworzą formacje: bałtycka, pomorska, ilasta i barwicka. Wykształcenie formacji ilastej, nieustanowionej formalnie, charakteryzuje się dość znacznym udziałem cienkich przewarstwień piaskowcowych, których sumaryczna miąższość jest jednakże zbyt mała, żeby zaliczyć tę sukcesję do formacji połęczyńskiej, stanowiącej ekwiwalent formacji ilastej w otworach wiertniczych położonych nieco dalej na północ i północno-zachód. Wyraźne poziomy piaskowce tworzą jedynie: ogniwo piaskowca drawskiego w spągu formacji pomorskiej oraz ogniwo świdwińskie w stropie formacji ilastej. Przewarstwienia węglanowe są charakterystyczne dla formacji barwickiej, tworzącej stopniowe przejście między pstry piaskowcem a węglanowym wapieniem muszlowym. Sukcesję triasu kończy grupa kajpru, zdominowana przez iłowce i mułowce, z wyjątkiem swej najwyższej części – warstw wielichowskich (z Trileites) – tworzących wyraźny, kilkudziesięciometrowy kompleks piaskowcowy. W profilu kajpru nie wydzielono piaskowca trcinowego oraz warstw gipsowych górnych. Porównanie wykształcenia triasu w otworze Czaplinek IG 1 z położonym 36 km na południe otworem Piła IG 1 wskazuje na tektoniczną kontrolę depozycji systemu w regionie.

Utwory **jury dolnej** są zerodowane od góry; zachowała się tylko ich dolna część miąższości 414,5 m, przypisana do hetangu i synemuru. W zachowanym profilu Czaplinka można wyróżnić 3 dolne litoformacje Grupy Kamiennej (w ujęciu litostratygraficznym, kolejno od dołu): formacja zagajska, skłobska, i ostrowiecka.

Na jurze dolnej występują utwory paleogenu. Brak tu wyższej jury dolnej, jury środkowej i górnej, oraz całej kredy.

W profilu **paleogenu** wydzielono formacje czempińska i mosińska górną (oligocen, rupel). **Neogen** reprezentowany jest przez formację gorzowską (miocen dolny). W utworach paleogenu i neogenu stwierdzono występowanie węgla brunatnych.

Czwartorzęd reprezentują utwory (gliny i piaski) depozowane w czasie zlodowaceń południowopolskich (zlodowacenie Sanu), środkowopolskich (zlodowacenie Odry i Warty) oraz północnopolskich (zlodowacenie Wisły).

Skały karbonu i permu poddano szczegółowym badaniom petrograficznym. Stwierdzono, że piaskowce wżenu formacji iłowców z Łobżonki posiadają niekorzystne właściwości zbiornikowe. Również dolnokarbońskie skały węglanowe nie mają potencjału zbiornikowego na skutek silnej kompaktacji, cementacji oraz neomorficznej rekrytalizacji.

Badania refleksyjności witrinitu zawartego w utworach missisipu strefy Laska–Czaplinek w zakresie 1,3–2,9% R_o wskazują na fazę generacji gazów do fazy generacji gazów suchych i świadczą o bardzo wysokich paleotemperaturach. Temperatury oddziałujące na osady karbonu w otworze Czaplinek IG 1 wynosiły 200°C ($R_o = 2,9\%$).

Głównym zadaniem geofizycznym otworu Czaplinek IG 1 było zbadanie horyzontu refleksyjnego Vgr 5600 m/s, przebiegającego w rejonie wiercenia na głęb. 5800 m. Pozostałymi celami było wyznaczenie na podstawie geofizyki otworowej poziomów zbiornikowych i ich charakterystyki, określenie litologii przewierczanych utworów i poznanie stanu technicznego odwiertu. Pomiaru zostały wykonane niekalibrowaną aparaturą pomiarową, przez co pomierzone wartości nawet w tym samym odcinku dają odmienne wyniki na skutek różnych parametrów technicznych sondy, co znacząco utrudnia dalsze analizy matematyczne danych. Uzyskane wyniki są obarczone dodatkowym błędem z powodu złego stanu ścian otworu, licznych kawern czy pozostawiania obciążników w otworze na skutek przychwycenia przewodu wiertniczego.

Wytypowano jedynie 21 warstw niewielkiej miąższości o potencjale zbiornikowym. Dowodzi to, że rejon otworu Czaplinek IG 1 charakteryzuje się niekorzystnymi parametrami zbiornikowymi. Najlepszymi porowatościami charakteryzują się piaskowce kajpru i retyku. Średni gradient geotermiczny w interwale 5–5750 m wyniósł 1,8°C/100 m, a średni stopień geotermiczny 55,44 m/°C.

Analiza wyników pomiarów pionowych profilowań sejsmicznych w otworze Czaplinek IG 1 pozwoliła na wyznaczenia szeregu kompleksów prędkościowych. Otrzymane wartości prędkości interwałowych, kompleksowych i wygładzonych umożliwiły wyznaczenie granic pomiędzy kolejnymi formacjami, wskazując na zmiany litologiczne w obrębie wydzieleni stratygraficznych od czwartorzędu do spągowych partii cechsztynu. Największy kontrast prędkości kompleksowych został zaobserwowany w obrębie formacji środkowego triasu, na granicy pomiędzy dolnym kajprem i górnym wapieniem muszlowym. Wyraźnym odbiciem w obrębie formacji triasowych będzie również kontrast prędkościowy zaobserwowany w związku ze zmiennością litologiczną w obrębie środkowego pstręgo piaskowca (trias dolny). Poza poziomami mezozoicznymi wyraźne kontrasty prędkościowe zaobserwowano również w obrębie formacji cechsztynu na granicach pomiędzy młodszą solą kamienną (Na3) i anhydrytem głównym (A3) oraz najstarszą solą kamienną (Na2) oraz anhydrytem podstawowym (A2). Zidentyfikowane granice kompleksów pozwolą na dowiązanie najwyraź-

niejszych odbić refleksyjnych na profilach sejsmicznych do odpowiednich jednostek litostratygraficznych i prawidłowe opracowanie interpretacji sejsmicznych w rejonie otworu Czaplinek IG 1.

Utwory przebadane w otworze Czaplinek IG 1 nie wykazują cech dobrych skał macierzystych dla generowania węglowodorów. Generalnie cały kompleks skalny może być uznawany za „biedne” lub „słabe” skały macierzyste. Jedynie punktowo za „dobre” skały macierzyste można uznać węglanowe utwory górnego permu (cechsztyń).

Uwzględniając małą ilość węgla organicznego należy uznać bituminy obecne w badanych utworach generalnie za epigenetyczne w stosunku do osadu. Bituminy syngeneetyczne z osadem występują jedynie w utworach cechsztynu i dolnych partiach utworów dolnego karbonu.

Szczegółowe badania geochemiczne wykazały, iż materia organiczna w badanych skałach jest głównie pochodzenia morskiego. W pionowym profilu od centralnej części kompleksu skalnego karbonu materia typu humusowego, będąca na różnym stopniu przeobrażenia, współwystępuje z materią typu sapropelowego. W całym profilu często spotyka się zjawisko biodegradacji materii organicznej.

Badania geochemiczne Rock-Eval objęły 36 próbek skał dolnego karbonu, permu, dolnego triasu i dolnej jury. Powstały profil geochemiczny obejmuje przedział głęb. 356,5–5998,0 m, w obrębie którego nie stwierdzono występowania skał macierzystych dla węglowodorów. Znamiona skał o takim charakterze obserwuje się jedynie w pojedynczej próbce jury, jednak są to skały charakteryzujące się niedojrzałością termiczną rozproszonego w nich kerogenu.

W profilu otworu Czaplinek IG 1 przeważa kerogen niskiej jakości. Utwory jury dolnej, jako jedyne zawierają w swoim składzie gazotwórczy kerogen typu III. Pozostałe próbki w profilu zawierają silnie przeobrażony kerogen przejawiający współcześnie cechy jałowego kerogenu typu IV.

Dojrzałość termiczna skał określona dla pojedynczej próbki jury dolnej odpowiada końcowym etapom diagenety. Pozostałe wyniki nie pozwalają na dokładne określenie stopnia przeobrażenia termicznego skał zalegających głębiej w profilu otworu.

Wyniki badań właściwości fizycznych i chemicznych skał sugerują, że przebadane interwały litologiczne w żadnym wypadku nie spełniły norm tzw. „dobrych” skał zbiornikowych, za które przyjęło się uważać wartości porowatości większe od 15,0% i jednocześnie przepuszczalności większe od 5,0 mD. Maksymalne stwierdzone porowatości wynoszą tu 5,45%, a maksymalne wartości przepuszczalności to 5,43 mD.

W wyniku opróbowania poziomów zbiornikowych czerwonego spągowca tylko w jednym przypadku uzyskano minimalny przypływ solanki, wynoszący 0,07 m³/h. Wyniki wskazują na brak lub słabe właściwości zbiornikowe utworów czerwonego spągowca w tej części basenu permńskiego. W momencie przeprowadzania badań interwał 5045,0–5028,0 m był najgłębszym miejscem opróbowania za pomocą próbników rurowych utworów czerwonego spągowca w Polsce. Solanki występujące w utworach czerwonego spągowca odznaczają się wysokim stopniem przeobra-

żenia, wskazującym na istnienie korzystnych warunków dla zachowania się złóż węglowodorów.

Nieco większy przyływ uzyskano z poziomu pstrego piaskowca, odznaczającego się średnimi własnościami zbiornikowymi. Poziom ten występuje w strefie podwyższonych ci-

śnień o gradiencie wynoszącym ponad $1,3 \cdot 10^3$ hPa, wówczas najwyższym zanotowanym w Polsce. Solanki występujące w utworach pstrego piaskowca zawierają gaz o podwyższonej zawartości metanu, co może świadczyć o perspektywie tych utworów w głębszych częściach basenu mezozoicznego.