

NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI BADAŃ OTWORU WIERTNICZEGO GORZÓW WIELKOPOLSKI IG 1

Otwór wiertniczy Gorzów Wielkopolski IG 1 jest jednym z pierwszych głębokich otworów wykonanych na Niżu Polskim. Został on odwiercony w latach 1957–1959 na obszarze bloku Gorzowa, położonego pomiędzy niecką szczecińską, i północnym skrajem monokliny przedsudeckiej. Celem wiercenia było zbadanie profilu utworów mezozoiku i młodszego paleozoiku oraz rozpoznanie wykształcenia facjalnego utworów cechsztynu.

Otwór po przebieciu utworów kredowych, jurajskich i triasowych nawiercił utwory cechsztynu i został zakończony w utworach anhydrytu górnego (Ag1) na głębokości 3100,5 m.

Profil cechsztynu ma w otworze miąższość 509,5 m. Stwierdzono tu osady cyklotemu PZ1, PZ2, PZ3 i PZ4. Z cyklotemu PZ1 nawiercono jedynie 30,3 m odcinek anhydrytu górnego. Młodsze cyklotemy są wykształcone w sposób typowy dla regionu. Cyklotem PZ2 (173,6 m) obejmuje dolomit główny (Ca2), anhydryt podstawowy (A2), najstarszą sól kamienną (Na2) o miąższości 120,9 m i anhydryt kryjący (Ar2). Cyklotem PZ3 (223,3 m) tworzy szary il solny (T3), anhydryt główny (A3) i młodsza sól kamienna (Na3) o miąższości 183,0 m. Cyklotem PZ4 (81,5 m) budują: czerwony il solny dolny (T4a), anhydryt pegmatytowy dolny (A4a1), najmłodsza sól kamienna (Na4a), czerwony il solny górny (T4b) i najmłodsza sól kamienna stropowa (Na4b2). Cykl kończą terygeniczne osady stropowej serii terygenicznej o miąższości 19,9 m.

Pstry piaskowiec przewiercony na głębokości 1967,5–2591,0 m ma miąższość 623,5 m. Sedymentacja utworów triasu dolnego jest kontynuacją terygenicznej sedymentacji utworów najwyższego cechsztynu. Osady dolnego i środkowego pstręgo piaskowca powstawały w basenie o charakterze zmiennym, od słodkowodnego przez lagunowy do płytkomorskiego. Dolny pstry piaskowiec odznacza się wykształceniem ilastym, w środkowym zwiększa się dopływ materiału piaszczystego, częste są też wkładki wapieni oolitowych, a wyżej dominują wapienie margliste i organodetrytyczne. Górny pstry piaskowiec tworzą osady węglanowo-ilaste z wkładkami skał siarczanowych. W obrębie pstręgo piaskowca wydzielono formacje: bałtycką, pomorską i ?połczyńską.

Wapień muszlowy nawiercony na głębokości 1713,0–1967,5 m (miąższość 254,5 m) jest trójdzielny, przy czym w dolnym wapieniu muszlowym dominują wapienie (warstwy margliste, faliste i piankowe), w środkowym występują głównie dolomity i mułowce dolomityczne, w najniższej części z wkładkami anhydrytu, a w górnym wapieniu muszlowym wapiennie i osady iłowcowo-mułowcowe (warstwy glaukonitowe i ceratytowe).

Kajper dolny, reprezentowany przez warstwy sulechowskie, został stwierdzony na głębokości 1636,0–?1713,0 m (miąższość 77,0 m). Jest on wykształcony jako ciemnoszarozielone osady iłowcowo-mułowcowe, w dolnym odcinku z wkładkami piaskowców. Są to osady płytkomorskie, przybrzeżne. W górnym odcinku występują na przemian iłowce szarozielone i czekoladowobrunatne, z poziomami glebowymi, powstałe w środowisku lądowym.

Kajper górny występuje na głębokości 1350,0–1636,0 m (miąższość 286,0 m) i jest reprezentowany przez: warstwy gipsowe dolne, piaskowiec trzcinowy i warstwy gipsowe górne. Warstwy gipsowe dolne są wykształcone w postaci osadów pstrych, ilasto-mułowcowych z ewaporatami, powstałych w środowisku sebhyy. Piaskowiec trzcinowy w dolnym odcinku tworzą utwory piaskowcowe pochodzenia rzeczno-ego, w górnym odcinku mułowce czekoladowe, brunatne lub fioletowe, z poziomami glebowymi reprezentujące osady równi zalewowej. Warstwy gipsowe górne budują iłowce brunatnoczerwone, wyżej mułowce dolomityczne zielone, z gruzłami anhydrytu. Utwory te zostały osadzone w środowisku sebhyy brzegowej, a w części stropowej są to osady lagunowe.

W noryku (głęb. 1138,5–1350,0 m; miąższość 211,5 m) wydzielono warstwy jarkowskie (+?drawnieńskie) i zbąszyneckie. Są to utwory iłowcowe o barwach fioletowych, wiśniowych, czerwonych i pstrych. Ich sedymentacja odbywała się początkowo jeszcze w zbiorniku brakicznym, następnie w środowisku playi.

Nie jest pewnym czy występujące powyżej utwory iłowcowe, wydzielone jako najniższy odcinek formacji zagajskiej, reprezentują retyk czy też najniższą jurę dolną.

Jura dolna została stwierdzona w przedziale głębokościowym 757,0–1132,0 m (miąższość 375,0 m). W najniż-

szym odcinku (formacja zagajska – dolny hetang) dominują utwory piaskowcowe powstałe w środowisku rzeczonym. Wyżej leżącą formację skłobską (środkowy i górny hetang) tworzą piaskowcowo-mułowcowe utwory przybrzeżno-morskie i deltowe. Nadległa formacja ostrowiecka (synemur) ma charakter deltowo-lagunowo-płytkomorski. Wyraźnie morski charakter ma formacja gielniowska (dolny plienschbach), którą tworzą heterolity i piaskowce. Również formacja komorowska (górny plienschbach) ma morską genezę, stwierdzono tu utwory zatokowo-lagunowe oraz przybrzeżno-lagunowe. Wyraźnie brakiczny charakter mają natomiast iłowcowo-mułowcowe skały formacji ciechocińskiej (wczesny toark). Formacja borucicka (górny toark) wykształcona głównie jako piaskowce, ma przeważnie rzeczny, podrzędnie deltowy charakter.

Utwory jury środkowej występujące na głęb. 721,0–757,0 m, są w otworze dość znacznie zredukowane (miąższość 36,0 m). Reprezentowane są przez zlepieniec i utwory piaskowcowe bajosu dolnego (poziom *humphresianum*) i górnego (poziom *arcis*) oraz utwory iłowcowo-mułowcowe z wkładkami piaskowców i syderytów najniższego batonu. Są to utwory osadzone w środowisku morskim (przybrzeża i odbrzeża). Dolna i górna granica utworów jury środkowej ma charakter erozyjny, a stwierdzone luki stratygraficzne obejmują aalen oraz środkowy baton–kelowej i jurę górną.

Utworów jury górnej w otworze nie stwierdzono.

Utwory kredy dolnej o miąższości 13,5 m, stwierdzone na głęb. 707,5–721,0 m, reprezentują jedynie piaskowce kwarcowo-glaukonitowe albu środkowego i górnego oraz margle albu górnego.

Kredę górną reprezentują wyłącznie utwory węglanowe, głównie wapienne, podrzędnie margliste lub kreda piaszcząca. Występują one na głęb. od 177,5 do 721,0 (miąższość 543,5 m) i reprezentują wiek od cenomanu do kampanu.

Powyżej stwierdzono w profilu utwory paleogenu (głęb. 147,2–177,5 m, miąższość 30,3 m), reprezentowane przez iły, mułki i mułki piaszczyste. Ich wiek został określony jako dolny oligocen (rupel).

Profil czwartorzędu, stwierdzony do głębokości 147,2 m, w dolnym odcinku jest wykształcony jako gliny zwałowe, ku górze przechodzące w iły warwowe a następnie piaski z poziomami mułku, a w górnym odcinku również żwiru.

Znaczna część przewierconych utworów została przebadana pod kątem stratygraficznym, wykonano badania mikropaleontologiczne (konodontowe i otwornicowe) oraz palinologiczne i magnetostratygraficzne. Badania konodontowe umożliwiły wydzielenie w obrębie wapienia muszlowego dwóch poziomów konodontowych: *Ni. kockeli* i poziomu *I*. Badania palinologiczne i mikrofaunistyczne jury dolnej pozwoliły na określenie wieku formacji zagajskiej (hetang) i gielniowskiej (plienschbach dolny) oraz ciechocińskiej (toark dolny). Fauna amonitowa i otwornicowa dokładnie datuje utwory jury środkowej na bajos i dolny baton. Wiek utworów kredy górnej został określony na podstawie licznej mikrofauny otwornicowej. Badania pali-

nologiczne uszczegółowiły wiek utworów paleogeńskich na dolny oligocen (rupel).

W obrębie pstrego piaskowca wykonano badania paleomagnetyczne, które pozwoliły na wydzielenie zon polarności Tbn1, Tbr1+2, Tbn3, Tbr3, Tbr4, Tbn5, Tbr5, Tbn7.

Wykonano badania petrograficzne utworów pstrego piaskowca oraz jury. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że w skałach pstrego piaskowca dolnego i środkowego materiał detrytyczny jest reprezentowany głównie przez kwarc mono- i polikrystaliczny oraz odporne na wietrzenie skalenie, jak ortoklaz, mikroklin i kwaśne plagioklasy. W niektórych mułowcach odnotowano duże nagromadzenia łyszczyków: muskowitu, biotyту, miejscami przechodzącego w hydrobiotyt oraz chlorytu, będącego najczęściej produktem przeobrażenia biotyту. Minerale ciężkie reprezentowane są przez pirit, cyrkon, rutyl, turmalin, granat, rzadziej staurolit. W piaskowcach spotyka się ponadto ooidy kalcytowe. Mułowce i iłowce tworzą minerale ilaste z udziałem wodorotlenków żelaza, które dostawały się do zbiornika wraz z substancją ilastą. Jest ona reprezentowana przez illit, montmorylonit i kaolinit; ilościowo przeważa illit.

W utworach jury dolnej przebadano głównie piaskowce, które są tu reprezentowane przez arenity i waki kwarcowe. W ich skład wchodzi głównie kwarc monokrystaliczny, mniej licznie polikrystaliczny, natomiast udział skaleni (mikroklin i kwaśne plagioklasy) jest nieznaczny. Ziarna przezroczystych minerałów ciężkich, obecne w piaskowcach i mułowcach pochodzą ze skał metamorficznych. W piaskowcach subalitycznych formacji gielniowskiej stwierdzono okruchy zielonych skał ilastych i brunatnych syderytów. W niektórych warstwach piaskowców i syderytów formacji gielniowskiej występują pseudoooidy szamozytowe, wypełnione sparem syderoplesytu oraz ankerytu lub/i Fe-dolomitu. Piaskowce te zawierają często cementy złożone z syderoplesytu, niekiedy też z ankerytu lub dolomitu żelazistego, często towarzyszy im szamozyt.

Piaskowce jury środkowej są zbudowane głównie z kwarcu o znacznej przejrzystości i wygładzeniu powierzchni. Stwierdzono w nich również minerale ciężkie, pochodzące z wielokrotnie resedymetowanych skał metamorficznych. Utwory jury środkowej zawierają warstewki i przerosty syderytów ilasto-piaszczystych oraz spoiwa syderytowe utworzone z syderoplesytu w postaci mikrytu lub spar. W skałach jury środkowej nadzwyczaj często obecny jest zielonawy lub żółtawo-brunatny, izotropowy minerał określany jako szamozyt (leptochloryt).

Większość piaskowców jury dolnej i środkowej odznacza się wyraźną międzyziarnową porowatością. Porowatość wtórną, międzykrystaliczną dostrzegano tylko w obrębie agregatów minerałów ilastych, na przykład kaolinitu. Najbardziej związane są piaskowce o spoiwie węglanowym.

Osady po lityfikacji ulegały procesom diagenetycznym, wśród których wyróżniono: kompakcję mechaniczną, cementację i zastępowanie oraz rozpuszczanie i przeobrażanie diagenetyczne.

W piaskowcach jury dolnej procesy cementacyjne wyrażone są przez krystalizację minerałów węglanowych (kalcytu, dolomitu, syderoplesytu). Z procesów zastępowania dostrzeżono: zastępowanie szamozytu w ooidach przez węglany Fe, Ca i Mg, zastępowanie kalcytu w bioklastach przez szamozyt, syderoplesyt lub/i ankeryt oraz pirit, przeobrażanie niektórych faz mineralnych, na przykład skaleni i muskowitu w kaolinit.

W piaskowcach jury środkowej procesy cementacyjne zaznaczone są krystalizacją syderoplesytu, a miejscami Fe-dolomitu i ankerytu. Procesy zastępowania obserwowane są w postaci: zastępowania kalcytu w bioklastach przez fosforany lub szamozyt, szamozytu lub berthierynu w ooidach przez wodorotlenki żelaza oraz pirytyzacji osadów.

Badania geochemiczne materii organicznej wykonano wybiórczo dla skał triasu i jury. Utwory triasu dolnego wykazują bardzo niskie wartości parametrów S_2 , T_{max} i TOC co klasyfikuje je jako skały pozbawione macierzystości. W próbkach z triasu środkowego, noryku i karniku zawartość TOC wynosi 0,16–1,46%. Tworzy go głównie nieproduktywny, residualny węgiel organiczny (RC). Wartości T_{max} mieszczą się w zakresie 415–435°, sugerując występowanie niedojrzałej materii organicznej dla generowania węglowodorów oraz takiej, która znajduje się blisko górnej granicy okna ropnego. Badane utwory środkowego i górnego triasu, obfitujące w gazotwórczy kerogen typu III, należy sklasyfikować jako słabe i bardzo słabe skały macierzyste. Utwory jury środkowej są zdominowane przez gazotwórczy kerogen typu III, który w większości nie osiągnął nawet przemian termokatalitycznych okna ropnego. Zawartość węgla organicznego mieści się w przedziale od 0,19 do 1,42% wag, wartości T_{max} wynoszą 425–445°C, HI i OI odpowiednio 49–75 mgHC/gTOC oraz 87–269 mgCO₂/gTOC. Są to skały o słabym lub bardzo słabym potencjale macierzystym.

Badania dojrzałości materii organicznej wskazują na wyraźny wzrost dojrzałości termicznej osadów wieku jura środkowa–perm górny wraz z głębokością pograżenia od 0,61% R_o (749,2 m) do 1,28% R_o (3065,2 m). Z punktu widzenia możliwości generowania węglowodorów wartości te odpowiadają przejściu od głównej fazy generowania ropy naftowej do wczesnej fazy generowania gazów. W utworach permu materiał organiczny jest reprezentowany przez macerały wityrnytu, inertynitu i bituminu. W triasie środkowym głównym składnikiem jest bitumin oraz wityrnyt typu kolotelinit. W jurze dolnej i środkowej zasadniczymi składnikami są liptynit i wityrnyt.

Oznaczenia ilości bituminów przeprowadzone były w utworach permu górnego, triasu dolnego, środkowego i górnego, jury dolnej i środkowej, kredy dolnej i górnej. Ilość bituminów wydzielonych z utworów cechsztynu waha się od 0,002 do 0,121%. W utworach triasu zawartość składników labilnych jest niewielka od 0,002 do 0,019%. W utworach jury dolnej ilość bituminów jest bardzo zróżnicowana, waha się od 0,001 do 0,537 %. W skałach jury środkowej jest ona nieco niższa (min. 0,003%, max.

0,026%). W utworach kredy zawartość bituminów generalnie jest niska, skały dolnej kredy (albu) oraz cenomanu i turonu (kreda górna) zawierają średnio 0,003% składników labilnych, koniak 0,008%, santonu 0,005%, kampanu 0,001%.

W otworze opróbowano kilka poziomów zbiornikowych: dolnotriasowy (retu), dwa dolnojurajskie, dolnojurajsko-środkojurajski, dolnokredowy i górnokredowy. Stan techniczny otworu uniemożliwił opróbowanie poziomów zbiornikowych poniżej górnego pstrego piaskowca. We wszystkich opróbowanych poziomach stwierdzono samowypływ solanki lub wody, co wskazuje na istnienie basenu artestyjskiego w rejonie otworu Gorzów Wielkopolski IG 1. Wydajność przyływu w recie była niewielka (0,05 m³/dm³), natomiast wydajność w poziomach jurajskich wynosiła 12–18 m³/dm³. Z piaskowców kredy dolnej uzyskano wydajność 4,8 m³/dm³. Mineralizacja wód zmienia się od 53,1 g/dm³ i 64,4 g/dm³ w jurze dolnej do 30 g/dm³ w kredzie górnej.

Solanki jury i kredy są typu chlorkowo-sodowego. Wartości wskaźników hydrochemicznych wskazują, że są to wody reliktowe, częściowo wysłodzone, o utrudnionym kontakcie z wodami infiltracyjnymi. Stopień metamorfizmu wód jest niski.

Badania prędkości średnich w otworze wykazują na stopniowy wzrost prędkości od 1500 m/s do prawie 2700 m/s, charakteryzujący utwory kenozoiku, kredy, jury i triasu górnego oraz górne warstwy triasu środkowego. Do spągu kenozoiku obserwuje się najgwałtowniejszy wzrost prędkości do 1000 m/s. Na odcinku odpowiadającym występowaniu osadów kredy wzrost prędkości jest łagodniejszy i mieści się w granicach od 1900 m/s do 2400 m/s. Niżej do końca pomiaru przebieg krzywej jest łagodny utrzymujący prędkości średnie miejscami prawie na równym poziomie.

Prędkości kompleksowe dla utworów kenozoicznych i kredowych wykazują stopniowy schodkowy wzrost wraz z głębokością, co ma związek z udziałem skał węglanowych w profilu litologicznym. Podobna zależność jest związana również z granicami kontrastu prędkości interwałowych. Znaczny spadek prędkości interwałowej i kompleksowej (o 350 m/s) wiąże się z granicą w spągu osadów kredy.

Na krzywej prędkości kompleksowych utworów jury zaznacza się dwudzielność profilu. Część górna o prędkości 2600 m/s obejmuje jurę środkową oraz warstwy toarku i pliensbachu jury dolnej. Na granicy pliensbachu i synemuru następuje wzrost prędkości do wartości 2900 m/s, spowodowany zmianami składu litologicznego. Znaczny wzrost obu prędkości (kompleksowych i interwałowych) obserwuje się w stropie kajpru górnego (prędkość kompleksowa 3200 m/s). Mały wzrost do 3250 m/s następuje jeszcze na granicy z utworami górnego wapienia muszlowego. Na krzywej prędkości interwałowej zaznacza się dodatkowo kontrast prędkości na granicy triasu górnego i dolnego wydzielający osady kajpru dolnego.

Podsumowując otwór wiertniczy Gorzów Wielkopolski IG 1 spełnił swoje zadanie geologiczne.