

PODSUMOWANIE

Ryszard HABRYN, Jolanta PACZEŚNA, Artur TEODORSKI

Materiał rdzeniowy, dane pomiarowe oraz analityczne uzyskane z otworu Bibiela PIG 1 dostarczyły w ciągu niepełna pięciu lat od zakończenia głębenia otworu, bogatego zbioru informacji w wyniku przeprowadzenia prac badawczych o szerokim spektrum merytorycznym.

Otwór wiertniczy Bibiela PIG 1 był otworem badawczym, który miał na celu rozpoznanie budowy geologicznej północno-wschodniej części bloku górnośląskiego, ze szczególnym uwzględnieniem dotychczas słabo poznanych utworów wczesnopaleozoicznych.

Obszar, na którym zlokalizowano otwór, stanowi fragment złożonej tektonicznie, waryscyjskiej, elewacyjnej struktury Brudzowic. Na tle jednostek tektonicznych zlokalizowanych pod pokrywą permsko-mezozoiczną i kenozoiczną, wspomniany otwór znajduje się w obrębie górnośląskiej (dębnicko-siewierskiej) strefy fałdowej.

W profilu otworu rozpoznano cztery piętra strukturalne, rozdzielone powierzchniami nieciągłości sedymentacyjnych i erozyjnych, z zaznaczającymi się na nich niezgodnościami kątowymi zalegania warstw. Są to w kolejności stratygraficznej: neoproterozoiczne piętro strukturalne, reprezentowane przez utwory ediakaru, epikadomskie piętro strukturalne, obejmujące utwory ordowiku, waryscyjskie piętro strukturalne bloku górnośląskiego, do którego zaliczono utwory dewonu oraz epiwaryscyjskie (permsko-mezozoiczne) piętro strukturalne, reprezentowane w profilu Bibiela PIG 1 tylko przez utwory triasu.

Silnie zdeformowane tektonicznie i słabo zmienione diagenetycznie utwory ediakaru o miąższości 939,05 m nawiercono na głęb. 710,95–1650,0 m. Są one wykształcone głównie w litofacji pyłowcowo-ilasto-mułowcowej. Mniejszy udział w spektrum litologicznym mają litofacje piaskowcowe i brekcyjne. W utworach ediakaru występuje asocjacja mikroskamieniałości o niskim zróżnicowaniu rodzajowym i gatunkowym. Są to głównie proste, sferyczne formy akritarch, reprezentujące rodzaj *Leiosphaeridia* oraz fragmenty nitkowatych sinic *Cyanobacteria*. Osady ediakaru były deponowane w środowiskach głębokowodnych i są utworami fliszu dalekiego (dystalnego). Utwory dolnego odcinka profilu ediakarskiego stanowią osad prądów zawieszinowych, zewnętrznych stref stożków podmorskich oraz równi abysalnej. Utwory górnego odcinka profilu ediakaru deponowane były prawdopodobnie w dolnych częściach skłonu kontynentalnego. Badania petrograficzne skał ediakaru wykazały, że nie posiadają one znamion warunków anchimetaformicznych.

Na głęb. 287,0–710,95 m na utworach ediakaru zalegają utwory ordowiku o miąższości 423,95 m. W sukcesji ordowickiej wyodrębnia się kilka odcinków o zróżnicowanym zapisie litologicznym. W górnym odcinku profilu dominują szarozielone iłowce z wkładkami piaskowców kwarcytowych oraz iłowców dolomitowych. Poniżej występuje kompleks jasnoszarozielonych iłowców, regularnie laminowanych ciemnoszarymi iłowcami. Trzeci odcinek profilu litologicznego budują szare iłowce przewarstwiane się piaskowcami drobnoziarnistymi. Najniższy odcinek profilu ordowiku cechuje obecność warstw intraklastycznych i polimiktycznych brekcji sedymentacyjnych o miąższości dochodzącej do 34 m. Wymienione utwory noszą cechy sejsmitów i osadzały się w basenie sedymentacyjnym z silną aktywnością sejsmiczną dna morskiego w dolnej części skłonu kontynentalnego. Badania petrograficzne skał ordowiku wykazały obecność w profilu litologicznym zróżnicowanej asocjacji skalnej reprezentowanej przez arenity i waki kwarcowe, pyłowce, waki lityczne, mułowce piaszczyste, iłowce i iłowce krzemionkowe, fosforyty, iłowce tufitowe, skały krzemionkowe, głównie czerty oraz brekcje. Analizy geochemii nieorganicznej wskazały, że w profilu ordowiku istnieje zapis wyraźnych zmian klimatycznych w czasie. Wskaźnik CIA około 85 dla iłowców świadczy o bardzo intensywnym wietrzeniu chemicznym w obszarach źródłowych o klimacie gorącym i wilgotnym. Ku górze profilu ordowiku następowała systematyczna zmiana parametrów fizykochemicznych. Początkowo wskaźnik CIA w zakresie 68–70 świadczył o relatywnie chłodnym i suchym klimacie, który następnie ulegał ociepleniu przy wzrastającej wilgotności (CIA od 68 do 77).

Ponad utworami ordowiku, na głęb. 178,3–287,0 m, zalegają w kontakcie tektonicznym utwory dewonu. Sekwencję utworów dewońskich budują naprzemianległe pakiety utworów klastycznych, reprezentowanych głównie przez piaskowce kwarcytowe o spoiwie dolomitowym, w mniejszej ilości przez iłowce i mułowce oraz pakiety węglanów, wśród których dominują silnie zsylikowane dolomity mikrytowe i sparytowe. W profilu występują również poziomo drobno laminowane heterolity piaskowcowo-mułowcowo-iłowcowe, tworzące pakiety rytmitów pływowych. Utwory dewonu były deponowane w transgresywnym estuarium pływowym.

Na głęb. 24,0–178,3 m, ponad utworami dewonu, występują utwory triasu o miąższości 154,3 m. Kompleks triasowy budują głównie utwory węglanowe w górnej części sukcesji, w jej dolnej części dominują iłowce i piaskowce.

Profil litologiczno-stratygraficzny otworu kończą w interwale 0–24,0 m utwory czwartorzędu, reprezentujące piaski i gliny zlodowacenia południowopolskiego (zlodowacenia Sanu), mułki zlodowacenia środkowopolskiego (zlodowacenia Odry) oraz piaski kwarcowe zlodowacenia północnopolskiego (zlodowacenia Wisły).

W profilu otworu Bibiela PIG 1 oszacowano wiek materiału detrytycznego przy użyciu analizy U-Pb cyrkonów detrytycznych pochodzących ze skał klastycznych oraz cyrkonów wulkanogenicznych pobranych z warstewek tufitów. Na podstawie datowań udało się potwierdzić czas depozycji utworów ediakaru. Próbkę z tego okresu określono na $553 \pm 4,9$ Ma i $545,9 \pm 4,8$ Ma. Trzy kolejne próbki cyrkonów detrytycznych datowano na $539,6 \pm 9$ Ma, 428 ± 12 Ma oraz 480 ± 13 Ma. Wiek ten nie koresponduje z przyjętym schematem stratygraficznym, charakteryzują się dużą niepewnością związaną ze zmianą charakteru basenu sedymentacyjnego. Analiza skumulowanej próbki tufitów wskazuje na duży przedział wiekowy depozycji, między 479 ± 4 Ma, a 446 ± 12 Ma, co umiejscawia badane tufity w ordowiku. W ediakarze opisywana część bloku górnośląskiego była głównie zasilana materiałem klastycznym pochodzącym ze zerodowanych neoproterozoicznych skał, głównie z aktywnego wówczas orogenu kadomskiego. W późniejszym czasie dochodziło do stopniowej ewolucji charakteru środowiska geotektonicznego.

W utworach triasu stwierdzono podwyższone zawartości Pb, Ag, As, SO_3 , Zn, Cd, Tl, co świadczy o obecności śladów mineralizacji Pb-Zn. Skały paleozoiczne i neoproterozoiczne są słabo zmineralizowane i charakteryzują się niskimi zawartościami pierwiastków wchodzących w skład rud. Mineralizacja kruszcowa skał ordowiku i ediakaru ma charakter niskotemperaturowej mineralizacji polimetalicznej i związana jest z oddziaływaniem waryscyjskiego, kwaśnego magmatyzmu na ediakarsko-paleozoiczne skały klastyczne. Skały te pocięte są licznymi, drobnymi żyłkami o zbliżonym charakterze, głównie węglanowymi, a niekiedy kwarcowymi. W skałach klastycznych ordowiku rozpoznano piryt, mielnikowit, markasyt, chalkopiryt, galenę i sfaleryt. Stwierdzono maksymalną zawartość Cu wynoszącą 0,14% oraz podwyższone zawartości Fe_2O_3 , P_2O_5 , MnO, SO_3 , As, Mo, Ni, Te, Th i Zn. Największe zawartości pierwiastków notowane są w pobliżu skał magmowych. Próbkę ediakaru są mniej zmineralizowane od skał ordowiku. Następstwo wiekowe poszczególnych asocjacji jest trudne do określenia. W badanym otworze obserwuje się wyższe zawartości Hg, z najwyższymi wartościami tego pierwiastka w strefach skał okruszczonych. Anomalia Hg dotychczas nie była obserwowana w utworach paleozoicznych i neoproterozoicznych rejonu krakowsko-lublinieckiego.

Występujące w profilu skały magmowe są bardzo silnie przeobrażone, co utrudnia ich petrograficzną identyfikację. Uległy one intensywnej dolomityzacji, kaolinizacji i chlorytyzacji. Prawdopodobnie najwyżej położona skała magmowa była pierwotnie lamprofirem, a pozostałe skały mogły być drobnokrystalicznymi andezytami. W skałach magmo-

wych, oprócz występujących w skałach klastycznych minerałów, występują również tlenki tytanu, tytanit oraz tennantyn. Charakteryzują się maksymalnymi zawartościami K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , Ce, Cr, Nb, Sn, V, Zr oraz wyższymi niż w skałach klastycznych zawartościami As, Ba, Cs, La, Mo, Ni, Sr i Th. Prawdopodobnie mineralizacja kruszcowa w skałach magmowych ma inną genezę niż ta obserwowana w skałach krystalicznych.

Na podstawie badań paleomagnetycznych dla badanych skał ediakaru i ordowiku wyznaczono dwie składowe namagnesowania, A i B. Niskostabilna składowa A nie nadaje się do interpretacji geologicznych. Wysokostabilna składowa B charakteryzuje się wtórnym, syntektonicznym namagnesowaniem. W skałach ediakaru jej utrwalenie nastąpiło najprawdopodobniej podczas fałdowania na przełomie ediakaru i kambru, bądź w dewonie–wczesnym karbonie. W utworach ordowiku składowa B mogła utrwalić się w przedziale dewon–wczesny karbon. Wiek przemagnesowania wymaga jednak dalszych badań. Na podstawie lineacji magnetycznych można stwierdzić, że prawdopodobny kierunek kompresji tektonicznej mógł wynosić SSW–NNE lub SE–NW dla ediakaru i SSE–NNW dla ordowiku.

W skałach badanego otworu podatność magnetyczna jest niska lub bardzo niska, również ujemna. Gwałtowne wzrosty podatności notowane są w skałach magmowych, co sugeruje „zimny” charakter kontaktu ze skałami otoczenia, a w związku z tym brak szerszych stref termicznych zmian kontaktowych. W spągu utworów skalnych wapieni retu i dolomitów wyższego środkowego triasu zanotowano raptowne wzrosty podatności magnetycznej. Strefy te mogą być miejscem przepływu roztworów generujących nową frakcję magnetyczną.

Utwory ediakaru to skały niemacierzyste, zawierające przeważnie znikome ilości materii organicznej o wysokim stopniu dojrzałości termicznej i całkowicie wyczerpanym pierwotnym potencjale generacyjnym. Prawdopodobnie również pierwotnie skały te nie posiadały możliwości generowania znaczących ilości węglowodorów.

Na podstawie profilowania tektonicznego zidentyfikowano bogaty zespół struktur tektonicznych, powstały w wyniku wielofazowej i długotrwałej aktywności tektonicznej. Zachodziła ona w kilku etapach. Kompleksy strukturalne rozpoznano w skałach ediakaru, ordowiku, dewonu i triasu. W skałach występują struktury związane z procesami ekstensji i kompresji, o czym świadczy fałdowo-blokowy styl budowy, obecność sejsmitów, uskoki nasuwcze i przesuwcze, zrzutowe i odwrócone. Wszystkie stwierdzone w analizowanym profilu wiertniczym struktury tektoniczne związane są zapewne z aktywnością najważniejszej struktury tektonicznej obszaru badań, czyli z uskokiem Kraków–Lubliniec (Kraków–Hamburg).

Na podstawie miąższości badanych utworów wyliczono tempo depozycji osadów. Jest ono zmienne i zależy od intensywności procesu subsydencji. Tempo depozycji waha się od około 5 m/mln lat w ordowiku dolnym do około 30 m/mln lat na przełomie ordowiku i syluru. Na przełomie ordowik/

sylur miała również miejsce najbardziej gwałtowna faza pogrzebienia. Kolejna faza pogrzebienia przebiegała w okresie dewon–perm dolny. Wyniesienia obszaru notowane są na przełomie sylur/dewon (usunięcie utworów ordowiku) oraz w triasie (erozja osadów dewonu środkowego i górnego, karbonu, permu).

Przeprowadzona analiza pomiarów geofizycznych pozwoliła uszczegółowić interpretację litologiczno-złożową w otworze Bibiela PIG 1. Wyraźne anomalie zawartości potasu, uranu i toru w ordowiku odpowiadają horyzontom występowania intruzji skał magmowych. W profilu otworu nie wyróżniono horyzontów perspektywicznych pod kątem występowania złóż węglowodorów.

Badania hydrogeologiczne pozwoliły wyróżnić trzy poziomy wód podziemnych: w wapieniach i dolomitach triasu środkowego i dolnego, piaskowcach i dolomitach dewonu dolnego oraz w piaskowcach ordowiku. Zbadane wody są wodami słodkimi, pochodzenia infiltracyjnego, których mineralizacja wzrasta wraz z głębokością.

Prace pilotażowe przeprowadzone z wykorzystaniem wysokorozdzielczego skaningu optycznego rdzeni wiertniczych pozwoliły zidentyfikować szerokie spektrum struktur sedimentacyjnych i tektonicznych. Otrzymany szczegółowy materiał badawczy może być wykorzystany do detalicznych analiz geotechnicznych, sedimentologicznych i tektonicznych.