

NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI BADAŃ

Przedmiotem prezentowanej analizy były osady paleozoiku, mezozoiku i kenozoiku w profilu Bydgoszcz IG 1, zlokalizowanym w południowo-wschodniej części obszaru Pomorza Zachodniego, około 18 km na zachód od miasta Bydgoszcz, w pobliżu przekroju sejsmicznego 12.III.81.

W profilu Bydgoszcz IG 1 wyróżniono osady ?syluru, dewonu (żywetu i części franu), permu (górnego czerwonego spagowca i cechsztynu), niemal kompletnego triasu i jury (brak niemal całej górnej jury, z wyjątkiem dolnej części oksfordu), neogenu? i czwartorzędu (por. szczegółowy profil litologiczno-stratygraficzny). Charakterystyczne dla tego profilu są dużych rozmiarów luki nie tylko między poszczególnymi systemami (brak całego karbonu, kredy czy paleogenu), ale również wewnątrz systemów (np. brak całego dolnego i części środkowego dewonu, a także brak znaczącej części górnego dewonu). Część tych luk jest typowa dla całego obszaru Pomorza Zachodniego, jak np. brak osadów dewonu dolnego, większość jednak ma wymiar zdecydowanie lokalny, jak chociażby nieobecność utworów znacznej części franu, całego famenu, karbonu czy całej kredy. Analiza danych sejsmicznych (P. Krzywiec) wskazuje, że w relatywnie blisko położonej strefie otworu Szubin IG 1 profil dewonu jest dłuższy i pełniejszy niż w rejonie otworu Bydgoszcz IG 1, a karbon obecny, co może sugerować zdaniem P. Krzywca, że uskoki odwrócony występujący na SW od otworu Szubin IG 1, związany z inwersją tego segmentu bruzdy śródpolskiej, był w późnym paleozoiku aktywny jako uskoki normalny. Finałnym etapem ewolucji tektonicznej omawianego obszaru, stanowiącego fragment bruzdy śródpolskiej, była późnokredowo-paleogeońska inwersja, która doprowadziła do uniesienia osiowej części basenu i uformowania wału śródpolskiego. Po-inwersyjna erozja usunęła całość kredowej pokrywy osadowej, w związku z czym nie ma obecnie możliwości przeanalizowania przebiegu procesu inwersji na tym obszarze na podstawie danych sejsmicznych.

Obszar pomorski wykazywał zatem wiele cech szczególnych, zarówno w swoim rozwoju tektoniczno-strukturalnym, jak i facjalnym. Charakteryzował go mobilny wczesnopaleozoiczny (kaledoński) etap rozwoju, po którym, począwszy od wczesnego dewonu, rozpoczął się etap rozwoju platformowego. Obserwowane w obrębie basenu pomorskiego sukcesje osadowe dewonu i karbonu są już bowiem typowe dla środowisk szelfowych. Strukturalna niestabilność podłoża samego basenu sedymentacyjnego Pomorza w ciągu dewonu i wczesnego karbonu, związana z synsedymenacyjną aktywnością niektórych stref uskokowych, jak i okresowa mobilność pobliskiego obszaru lądowego (kratonu wschodnioeuropejskiego)

były przyczynami sprawczymi odpowiedzialnymi za zróżnicowanie miąższości osadów oraz relatywne (na skalę regionalną) zmiany poziomu morza, a tym samym za zróżnicowanie facji. W ciągu późnego karbonu morski basen przedpola waryscydlów stał się najpierw paraliczny, a potem był już tylko kontynentalnym, marginalnym zapadliskiem przedgórskim wypiętrzanego orogenu waryscyjskiego. Natomiast baseny permskie i mezozoiczne były już typowymi basenami intrakratonicznymi, rozciągającymi się między orogেনem waryscyjskim a wyniesioną częścią kratonu wschodnioeuropejskiego.

Najstarszymi nawierconymi utworami w analizowanym profilu Bydgoszcz IG 1 są silnie zdyslokowane iłowce z nielicznymi wkładkami mułowców i iłowców marglistych, prawdopodobnie reprezentujące sylur (T. Podhalańska). Znalezione w tych osadach fauna ramienionogów bezzawiasowych, źle zachowanych małżów i łodzików, a także nielicznych akritarchów (Szczepanik, 1989) nie pozwoliła na jednoznaczne określenie ich przynależności stratygraficznej. Według E. i H. Tomczyków (1990) osady te swym wykształceniem litofacjalnym oraz charakterem i sposobem zachowania szczątków organicznych wykazują podobieństwo do warstw rzepińskich w Górach Świętokrzyskich, stąd ich sugestia, że analizowane osady z profilu Bydgoszcz mogą należeć również do syluru (?prawdopodobnie górnego).

Bezpośrednio na osadach syluru, leżą silikoklastyczne i węglanowe utwory dewonu środkowego należące prawdopodobnie w całości do żywetu oraz niższej części franu.

W ich obrębie wyróżniono 3 jednostki litostatygraficzne, od najstarszych poczynając, są to: (1) formacja tucholska, reprezentowana przez iłowce margliste, margle i wapienie stromatoporoidowo-koralowcowe, (2) formacja silneńska reprezentowana głównie przez bezwapniste osady silikoklastyczne (piaskowce i mułowce), a podrzędnie iłowce, sporadycznie występują cienkie wkładki wapieni, (3) formacja chojnicka wykształcona głównie jako bezwapniste osady silikoklastyczne (głównie mułowce, podrzędnie piaskowce i iłowce) z relatywnie częstymi i znaczącej miąższości wkładkami wapieni stromatoporoidowo-koralowcowych. Leżące wyżej, głównie węglanowo-margliste osady formacji koczalskiej, w których występują (w partiach spagowych) również wkładki wapienistych piaskowców kwarcowych, reprezentują prawdopodobnie najwyższy żywet i najniższą część franu. Utwory klastyczne dewonu i środowiska ich depozycji, mieszczące się między laguną, równią pływową i barierą oraz występujące w nich skamieniałości śladowe scharakteryzowane zostały przez J. Pacześną. Węglanowe środowiska depozycji związane

były niemal wyłącznie z niewielkimi budowlami organicznymi i ich najbliższym otoczeniem (H. Matyja). Niewielkiej miąższości wkładka beżowej, masywnej, skały wylewnej, sklasyfikowanej jako dacyt, występującej w obrębie wapieni marglistych ze stromatoporoidami i koralowcami żywetu formacji chojnickiej, doczekała się szczegółowej analizy petrograficznej (E. Jackowicz). Opisujący dacyt stanowi fragmenty potoku lawowego lub też ciała intruzywnego w pozycji *in situ*, na co wskazuje skorupowe oddzielenie jego przypowierzchniowych części wzdłuż drobnych pęknięć równoległych do powierzchni. Części te nie utrzymałyby się podczas transportu powulkanicznego, podobnie zresztą jak spękane blokowo wewnątrz skały. Przewierniająca dacyt skała osadowa ma w strefie przykontaktowej charakter brekcji, przypominającej miejscami peperyt, co potwierdzałoby raczej tę drugą możliwość.

Osady dewonu poddane zostały badaniom biostratygraficznym, używając jako narzędzi konodontów i miospor (H. Matyja, E. Turnau), dwóch grup organizmów, których przydatność w badaniach biostratygraficznych obszaru pomorskiego była do tej pory niekwestionowana. Utwory dewonu zalegają jednak w analizowanym profilu na znacznej głębokości, skutkiem czego zawarta w osadzie materia organiczna jest silnie zmieniona termicznie. Oznacza to, że obserwowane w badanych próbkach spory są czarne, nieprzejrzyste, tylko nieliczne formy zachowują cechy umożliwiające oznaczenie do rodzaju, a niekiedy do gatunku. Lepiej zachowane, bo cienkościennie, są akritarchy i prazynofity, jednak należące do nich taksony mają w większości długie zasięgi stratygraficzne i tym samym są mniej przydatne dla stratygrafii. Z kolei wykształcenie litologiczne osadów żywetu i niższego franu w tym profilu wskazuje na dominację na tym obszarze środowisk zdecydowanie płytkomorskich, co nie jest czynnikiem sprzyjającym jakości analizy biostratygraficznej na podstawie konodontów. Stąd wnioski biostratygraficzne dotyczące osadów dewonu, mimo dobrego opróbowania osadów, są ogólnikowe i słabo udokumentowane. Analiza biostratygraficzna wykazała, że leżące na osadach syluru osady dewonu w swoich partiach spagowych prawdopodobnie nie mogą być starsze niż żywet, natomiast stropowe partie dewonu w tym profilu należą do franu. Nie stwierdzono osadów wyższej części dewonu (wyższego franu i całego famenu), brakuje też całego karbonu i niższej części permu.

Na osadach niższego franu leżą osady permu – drobnoklastyczne osady subasocjacji molasowej górnego czerwonego spagowca, zaliczone do grupy Warty i reprezentujące w swojej części spagowej pogranicze dwóch systemów depozycyjnych, rzecznej i playa, a w części środkowej i stropowej tylko system playa (J. Pokorski). Osady litofacji piaszczystej i mułowcowo-iłwcowej doczekały się szczegółowej analizy petrograficznej, dokonano również analizy procesów diagenetycznych, którym one podlegały (M. Kuberska).

Profil cechsztynu charakteryzuje się kompletnym wykształceniem litostratygraficznym w facji salinarnej, typowym dla centralnej części basenu sedimentacyjnego tzw. bruzdy środkowopolskiej (R. Wagner). Obecne są w nim trzy cyklometry węglanowo-ewaporatowe PZ1, PZ2 i PZ3 oraz bardzo rozbudowany cyklometry terygeniczo-ewaporatowy PZ4. Szczegółowej analizy mikrofacjalnej i diagenetycznej doczekały się

osady wapienia cechsztyńskiego (M. Wichrowska). Scharakteryzowano również osady ewaporatowe w tym profilu, reprezentowane przez anhydryty (T. Peryt) i sole (G. Czapowski).

Osady mezozoiku reprezentowane są przez trias i jurę.

Stratygrafia triasu w otworze Bydgoszcz IG 1 opiera się na wydzielonych głównie na podstawie pomiarów geofizyki wiertniczej jednostkach litostratygraficznych (A. Becker i A. Szyperko-Teller). W profilu podano również przybliżoną pozycję jednostek chronostratygraficznych na podstawie korelacji profilu z danymi z innych części basenu. Osady triasu wydają się reprezentować znaczący przedział stratygraficzny tego systemu: od dolnego triasu reprezentowanego prawdopodobnie przez ind i olenek, wykształcone w facjach pstrego piaskowca, poprzez środkowy trias wykształcony w facji wapienia muszlowego po trias górny reprezentowany prawdopodobnie przez retyk w facjach kajpru. W sumie wyróżniono tu 15 jednostek litostratygraficznych w randze grup, formacji i warstw.

Utwory jurajskie zostały przewiercone w profilu Bydgoszcz IG 1 niemal bezrdzeniowo i prawdopodobnie obejmują pełny profil dolnej i środkowej jury oraz najniższy odcinek górnej jury, oksford (A. Feldman). Leżą one, jak się wydaje, w ciągłości sedimentacyjnej na utworach najwyższego triasu (retyku). Utwory wyższej jury górnej – kimerydu i tytonu oraz przypuszczalnie również najwyższego oksfordu, zostały usunięte w wyniku erozji podczas wznoszenia się wału śródpolskiego na przełomie kredy i paleogenu. W jurze dolnej wyróżniono 6 jednostek litostratygraficznych w randze formacji. W obrębie jury środkowej tego regionu, reprezentowanej przez osady aalenu, bajosu, batonu i keloweju nie wyróżniono do tej pory jednostek litostratygraficznych. Jurę górną charakteryzuje jedna jednostka litostratygraficzna w randze formacji.

Profil Bydgoszcz IG 1 wieńczą osady należące prawdopodobnie do neogenu i czwartorzędu (Z. Fert).

Analizowany kompleks osadów paleozoicznych i mezozoicznych w profilu Bydgoszcz IG 1 charakteryzuje się generalnie ubogą zawartością materii organicznej, reprezentowanej głównie przez materiał humusowy (witrynit, inertynit, liptynit) w utworach permu i mezozoiku oraz witrynitopodobny (stałe bituminy i zooklasty) w osadach syluru i dewonu (I. Grotek). Najbogatsze w substancję organiczną są mułowce stropowych partii triasu środkowego oraz piaskowce triasu górnego zawierające jednak głównie materiał pochodzący z redepozycji. W kompleksie osadów paleozoiku podwyższoną koncentrację materii organicznej obserwuje się w spagowych i stropowych partiach dewonu środkowego. Pewne wzbogacenie (0,70–0,90%) zaznacza się także w osadach syluru, warstwie stropowej dewonu górnego oraz w dolnym permie. Dojrzałość termiczna analizowanego kompleksu osadów zmienia się w bardzo szerokich granicach wraz z głębokością pograżenia, od głównej fazy generowania ropy naftowej w utworach jury i triasu przy refleksyjności witrynit 0,57–1,00% R_o ; przez główną fazę generowania gazów w utworach permu i dewonu górnego, przy refleksyjności rzędu 1,67–2,00% R_o ,r po fazę przejrzalą i współczynnika R_o ,r wynoszącym 2,05–2,73% utworach dewonu środkowego i syluru. Powyższe dane wskazują na zmienne warunki paleotermiczne diagenetyzacji badanego profilu osadów od 70°C w utworach dolnej jury po ponad 200°C w osadach dewonu środkowego i syluru.

Podsumowując wyniki badań geochemicznych materii organicznej w analizowanych osadach paleozoiku i mezozoiku, należy podkreślić, że generalnie charakteryzują się one małą zawartością węgla organicznego i składników labilnych (E. Klimuszko). Stwierdzono, że w utworach górnego permu występują bituminy epigenetyczne z osadem. Duża ilość węgla organicznego, pozwalająca określić osady jako „dobre” skały macierzyste dla generowania węglowodorów, występuje jedynie w spągu utworów środkowego dewonu i w dolnej jurze. Materia organiczna występująca w osadach środkowego dewonu generalnie pochodzi z rozkładu bakterii i alg, jest więc dobrym materiałem „ropotwórczym”. Natomiast w słabo przebadanych utworach dolnej jury współwystępują dwa typy genetyczne materii organicznej.

Dla profilu otworu Bydgoszcz IG 1 wykonana została jednowymiarowa analiza subsydenacji tektonicznej (*backstripping*), jak również analiza tempa depozycji osadów (P. Poprawa). Permsko-mezozoiczna krzywa subsydenacji tektonicznej dla profilu otworu Bydgoszcz IG 1 ilustruje rozwój częściowo charakterystyczny dla basenu polskiego. Rozpoczyna się on zdarzeniem tektonicznym, wyrażającym się fazą szybkiej subsydenacji w późnym permie–wczesnym triasie, po której następował długotrwały okres stopniowego spowalniania subsydenacji przez pozostałą część mezozoiku. Łącznie ta część krzywej subsydenacji tektonicznej ma kształt typowy dla basenów ryftowych. Główną fazę ekstensji synryftowej można utożsamiać z fazą szybkiej subsydenacji w późnym permie–wczesnym triasie, zaś następujące później spowalnianie subsydenacji można interpretować jako wyraz poryftowej subsydenacji termicznej. Na przełomie kredy i kenozoiku zachodziło wypiętrzanie tektoniczne i związana z nim erozja, która usunęła utwory kredy oraz część utworów górnej jury.

Cechą specyficzną profilu Bydgoszcz IG 1, nietypową w przypadku basenu polskiego, jest słabe zaznaczanie się późnojurajskiego oraz późnokredowego zdarzenia tektonicznego. W przypadku zdarzenia późnojurajskiego związane jest to z położeniem otworu w północnej części basenu polskiego, gdzie jest ono słabe bądź niezauważalne. W przypadku zdarzenia późnokredowego należy zwrócić uwagę, że osady tego wieku zostały zerodowane w czasie inwersji laramijskiej, zaś przyjęte tu ich paleomiąższości są zaadoptowane z opracowania Marka i Pajchlowej (1997). Rekonstrukcje zawarte w tym tomie przyjmują model wczesnego wypiętrzania się tej części wału śródpolskiego, które uniemożliwiało osadzenie się utworów górnej kredy, o miąższości analogicznej jak w przyległych nieckach brzeżnych, co znajduje wyraz w omawianej krzywej subsydenacji. Kolejną specyficzną cechą profilu Bydgoszcz IG 1 jest obecność fazy wypiętrzania tektonicznego w późnym triasie.

Tempo depozycji utworów basenu polskiego było najwyższe w późnym permie i wczesnym triasie, kiedy to wynosiło około 110–275 m/mln lat. W środkowym i późnym triasie oraz w jurze tempo depozycji zawierało się w zakresie 12–50 m/mln lat, z wyjątkiem keloweju, kiedy obniżyło się do około 3 m/mln lat. Osady dolnej i górnej kredy nie są w tym profilu zachowane, jednak na podstawie rekonstrukcji zawartych w pracy pod redakcją Marka i Pajchlowej (1997) można obliczyć, że w omawianej strefie ich tempo depozycji było stosunkowo niskie, wynosząc około 5–15 m/mln lat.

Odtworzona historia pogrzebienia dla profilu otworu Bydgoszcz IG 1 cechuje się obecnością kilku faz szybkiego pogrzebienia, oddzielonych fazami stagnacji bądź okresami wypiętrzania tektonicznego (P. Poprawa). Utwory górnego syluru, nawiercone w spągowej partii otworu, deponowane były w czasie szybkiej subsydenacji i pogrzebienia, które kontynuowały się do końca syluru. We wczesnym dewonie zachodziło tektoniczne wypiętrzanie, przypuszczalnie związane z pokolizyjnym efektem izostatycznym, które doprowadziło do usunięcia stropowej części utworów górnego syluru.

W dewonie oraz we wczesnym karbonie następowała dalsza subsydenacja i pogrzebienie, a miąższość górnopaleozoicznej pokrywy osadowej mogła pierwotnie osiągać około 2200 m. W późnym karbonie i/lub wczesnym permie analizowany obszar ponownie ulegał wypiętrzaniu i erozji, prowadzącej do usunięcia utworów dolnego karbonu oraz wyższej części utworów górnego dewonu.

Począwszy od późnego permu wraz z rozwojem permsko-mezozoicznego basenu polskiego zachodziło szybkie pogrzebienie, którego główna faza przypadała na późny perm–wczesny trias. Szybki przyrost miąższości pokrywy osadowej kontynuował się również w jurze. Okres maksymalnego pogrzebienia w profilu otworu Bydgoszcz IG 1 przypada na późną kredę. Na przełomie kredy i kenozoiku laramijskie wypiętrzanie i erozja doprowadziło do usunięcia utworów kredy oraz wyższej części utworów górnej jury.

W trakcie prowadzenia prac wiertniczych w otworze Bydgoszcz IG 1 wykonywane były sukcesywnie, zgodnie z projektem otworu, tzw. strefowe badania geofizyczne. Zbadano łącznie 13 odcinków (J. Szewczyk). Wykonane zostały pomiary radiometryczne, stanowiące wówczas podstawowy typ badań geofizycznych służących dla oceny litologii oraz właściwości zbiornikowych skał, pomiary temperatury, pomiary akustyczne oraz elektrometryczne i hydrogeologiczne (badania przepływu wód złożowych).

W ramach badań hydrogeologicznych opróbowano łącznie 9 poziomów zbiornikowych: 1 poziom podczas wiercenia i 8 poziomów po zakończeniu prac wiertniczych (L. Bojarski, A. Sokołowski i J. Sokołowski).

Próba oceny warunków hydrodynamicznych oraz charakterystyka składu chemicznego wód podziemnych, pod kątem możliwości zachowania się węglowodorów w utworach dewonu, wykazywała brak przyływu, co świadczy o całkowitym zaniku właściwości zbiornikowych skał. Zbadane utwory dewonu leżą w strefie podwyższonych gradientów ciśnień złożowych, których pełnych wartości nie udało się uzyskać z powodu zbyt wolnej odbudowy ciśnienia. Utwory czerwonego spągowca wykazywały bardzo słabe właściwości zbiornikowe przy anomalnie wysokich gradientach ciśnień złożowych $G = 1,89 \times 10^3$ hPa/10 m. Powyższe wyniki wskazały na szerszą strefę występowania anomalnie wysokich ciśnień złożowych w paleozoiku podcechszyńskim tej części obszaru pomorskiego, rozpoznaną dotychczas w rejonie Szubin–Unisław. Potencjalnie jest to zatem perspektywiczna strefa dla odkrycia nowych złóż bituminów w utworach permu i dewonu obszaru pomorskiego. Należy jednak podkreślić, że perspektywiczne w ujęciu regionalnym osady dewonu i permu, w profilu Bydgoszcz IG 1 nie posiadają niestety cech zbiornikowych, charakteryzują się bowiem słabą przepuszczalnością.

Znacznie lepsze właściwości zbiornikowe charakteryzują utwory mezozoiku, ich brak wykazują tylko osady występujące na pograniczu dolnego i środkowego pstrego piaskowca. Wyższy poziom pstrego piaskowca środkowego odznacza się średnimi właściwościami zbiornikowymi, co udokumentowano przyływem solanki w ilości 2,5 m³/h. Utwory retyku i jury dolnej wykazują bardzo dobre właściwości zbiornikowe, co jest udokumentowane wysokimi przyływami solanek

w wysokości 96–100 m³/h w warunkach typu subartezyjskiego. W utworach retyku stwierdzono obecność rozpuszczonego w solance gazu o podwyższonej do 11% obj. zawartości węglowodorów ciężkich, których obecność może wskazywać na występowanie w tym rejonie nagromadzeń bituminów. W solankach mezozoiku dominuje NaCl w 95%, co należy wiązać z ługowaniem soli kamiennych.