

WYNIKI BADAŃ TEKTONICZNYCH, HISTORII TERMICZNEJ I WARUNKÓW POGRZEBANIA

Ireneusz DYRKA

ANALIZA TEMPA DEPOZYCJI ORAZ MODELOWANIE HISTORII TERMICZNEJ I WARUNKÓW POGRZEBANIA

METODY BADAŃ

Dla profilu otworu wiertniczego Siedliska IG 1 przeprowadzono analizę tempa depozycji materiału osadowego oraz modelowania historii termicznej i warunków pogrzebienia. Modelowania w wariacie jednowymiarowym (1D) wykonano za pomocą programu PetroMod 1-D firmy Schlumberger. Modelowania oparto na takich danych wejściowych, jak: stratygrafia, litologia, miąższość jednostek wydzielonych w profilu oraz parametry petrofizyczne skał. Każdej jednostce stratygraficznej przypisano wiek na podstawie danych Gradsteina i in. (2012). Modelowania przeprowadzono metodą wprost (ang. *forward modelling*), w której założono stan wyjściowy systemu oraz określony proces, a następnie wyliczano jego skutek dla współczesnego rozkładu stopnia dojrzałości termicznej w profilu otworu. W przypadku niezgodności między dojrzałością obliczoną a pomierzoną w profilu otworu procedura była powtarzana aż do optymalnej kalibracji modelu. Analizowano również alternatywne modele o podobnej kalibracji. Dojrzałość termiczną materii organicznej obliczono za pomocą algorytmu opracowanego przez Sweeney i Burnhama (1990). W rekonstrukcji historii pograżania zastosowano poprawkę na dekompleksję. W procedurze dekompleksji uwzględniono parametry petrofizyczne skał – współczynnik kompaktacji i porowatość pierwotną utworów. Parametry te były przyjmowane dla poszczególnych typów litologicz-

nych w miarę dostępności danych publikowanych lub pobranych z biblioteki programu. W procedurze odtwarzania historii termicznej i warunków pogrzebienia rekonstruowano miąższości zerodowanych fragmentów profili litostratigraficznych. Dotyczyło to zwłaszcza części utworów przydołu, całego dewonu, części utworów karbonu (pensylwanu) oraz jury górnej (tytonu). Miąższości zerodowanych utworów określono na podstawie ekstrapolacji miąższości z obszarów o pełniej zachowanych profilach oraz przez kalibrację profili dojrzałości termicznej, pomierzonej i obliczonej. Kalibrację modeli historii termicznej przeprowadzono głównie na podstawie średniej wartości refleksyjności wityritu i macerałów wityritopodobnych (% R_o), określonych w próbkach z utworów od kambru środkowego do jury środkowej (Grotek, 2018 – ten tom). W modelu uwzględniono dane charakteryzujące współczesny reżim cieplny (Plewa, 1994; Karwasiecka, Bruszewska, 1997; Szewczyk, Gientka, 2009; Szewczyk, 2011), czyli pomiary temperatury w otworach wiertniczych, przewodności cieplnej szkieletu ziarnowego oraz pomiary gęstości powierzchniowego strumienia cieplnego. Ponadto w modelowaniu wzięto pod uwagę zmiany średniej temperatury powierzchniowej w historii geologicznej basenu (Wygrala, 1989), której wartości znajdowały się w bibliotece programu.

WYNIKI

W strefie lokalizacji otworu Siedliska wiertniczego IG 1 występują utwory trzech basenów sedymentacyjnych: ediakarsko-dolnopaleozoicznego basenu zachodniej krawędzi kratonu wschodnioeuropejskiego, dewońsko-karbońskiego basenu regionu lubelskiego (reprezentowane jedynie przez utwory karbonu) oraz permsko-mezozoicznego basenu polskiego. Baseny te w skali czasu geologicznego różnią się ramami geometrycznymi, mechanizmami subsydencji oraz tempem depozycji osadów. Dla obszaru, w którym

znajduje się otwór Siedliska IG 1, wykonano wcześniej analizy tempa depozycji oraz warunków pogrzebienia i historii termicznej, a wyniki tych prac znajdują się w opracowaniach m.in.: Maćkowskiego (1997), Burzewskiego i in. (1998), Narkiewicza i in. (1998), Poprawy, Pacześnej (2002), Batora i in. (2002), Karnkowskiego (2003), Poprawy i Żywieckiego (2005), Kosakowskiego i in. (2005b) oraz Poprawy (2011a–d).

ANALIZA TEMPA DEPOZYCJI

Rozwój basenu sedimentacyjnego w centralnej części zachodniego skłonu kratonu wschodnioeuropejskiego rozpoczął się w neoproterozoiku powstaniem systemu ryftowych rowów tektonicznych, w których zostały zdeponowane osady formacji poleskiej, po czym nastąpił okres aktywności magmowej związanej z ryftowaniem (Poprawa, Paczeńska, 2002; Poprawa, 2011c). Ryft wiązano z późną fazą rozpadu superkontynentu Rodinii/ Panotii (Torsvik i in., 1996; Poprawa i in., 1999; Poprawa, Paczeńska, 2002).

Najstarszymi utworami w profilu otworu Siedliska IG 1 są klastyczne utwory (mułowce, iłowce i piaskowce) kambru dolnego. Jako że utwory te nie zostały w całości przewiercone, niemożliwe jest ustalenie w miarę wiarygodnego tempa ich depozycji. Można się jednak spodziewać, że było ono dość wysokie, co było związane z pierwszą fazą rozwoju basenu w późnym ediakarze i we wczesnym kambrze. Charakteryzowała się ona szybką subsydencją tektoniczną, będącą rezultatem ediakarskiego procesu ryftowania wzdłuż zachodniej krawędzi kratonu wschodnioeuropejskiego. Począwszy od środkowego kambru, dla którego tempo depozycji utworów klastycznych (głównie piaskowców) wynosiło ok. 78 m/mln lat (fig. 31), rozpoczęło się spowolnienie subsydencji tektonicznej.

W ordowiku jeszcze bardziej zmalało tempo depozycji materiału (mułowce, iłowce), co determinowała subsydencja termiczna związana z rozwojem pasywnego brzegu kontynentalnego (Poprawa, 2006b). We flo wynosiło ono ok. 1,5 m/mln lat, w dapingu ok. 4 m/mln lat, w darriwili ok. 5 m/mln lat, w sandbie ok. 1,8 m/mln lat, w kacie 4 m/mln lat, natomiast w hiranancie 25 m/mln lat.

Już pod koniec ordowiku (hirnant) nastąpił wyraźny i konsekwentny wzrost tempa sedimentacji osadów klastycznych, który kontynuował się w sylurze. W landowerze tempo depozycji osadów wynosiło ok. 6 m/mln lat, w wenloku 30 m/mln lat, natomiast w ludlowie osiągnęło maksimum – ok. 284–290 m/mln lat. W przydolu tempo depozycji spadło do ok. 150 m/mln lat. Wzrost tempa depozycji osadów w sylurze wiązał się z jednej strony z powstawaniem przestrzeni akomodacyjnej w basenie w wyniku fleksuralnego uginania krawędzi płyty, z drugiej zaś strony ze wzmagającą się dostawą materiału detrytycznego, erodowanego z wypiętrzanej kaledońskiej przyzmy akrecyjnej, rozwijającej się wzdłuż zachodniej krawędzi kratonu (Poprawa, 2006b, 2011c; Dyrka, 2015). Taki charakter basenu sugeruje, że w okresie ordowicko-sylurskim obszar ten stanowił przedgórski basen orogenu kaledońskiego.

W profilu otworu Siedliska IG 1 na częściowo zerodowanych utworach przydolu niezgodnie leżą utwory karbońskie (wizenu) – występuje luka stratygraficzna obejmująca głównie utwory dewonu. Z tego powodu nie analizowano tempa depozycji materiału osadowego dla utworów dewonu. Zostały one prawdopodobnie w całości zerodowane podczas wypiętrzania basenu, które zachodziło na przełomie późnego dewonu (famenu) i wczesnego karbonu (turneju). Wypiętrzenie i równoczesne deformacje tektoniczne, najprawdopodobniej o charakterze transpresyjnym, można

interpretować jako efekt oddziaływania orogenu waryscyjskiego na płytę przedpola (Poprawa, 2011c).

Na początku wizenu rozpoczął się kolejny etap rozwoju basenu, który kontynuował się do moskowskiego. Okres ten charakteryzuje się intensywną fazą subsydencji tektonicznej i wzmożonym tempem depozycji głównie osadów klastycznych (mułowce, piaskowce) oraz wkladek węgla i wapieni. Obszar, na którym jest zlokalizowany otwór Siedliska IG 1, znajdował się w karbońskim depocentrum, powstałym w reżimie transtensyjnym (Angevine i in., 1990; Narkiewicz i in., 1998). Tempo depozycji osadów w początkowym etapie rozwoju basenu wynosiło ok. 5 m/mln lat w wizenie i 9 m/mln lat w serpuchowie, następnie wyraźnie wzrosło do 133–139 m/mln lat w baszkirze i 143 m/mln lat w moskowie.

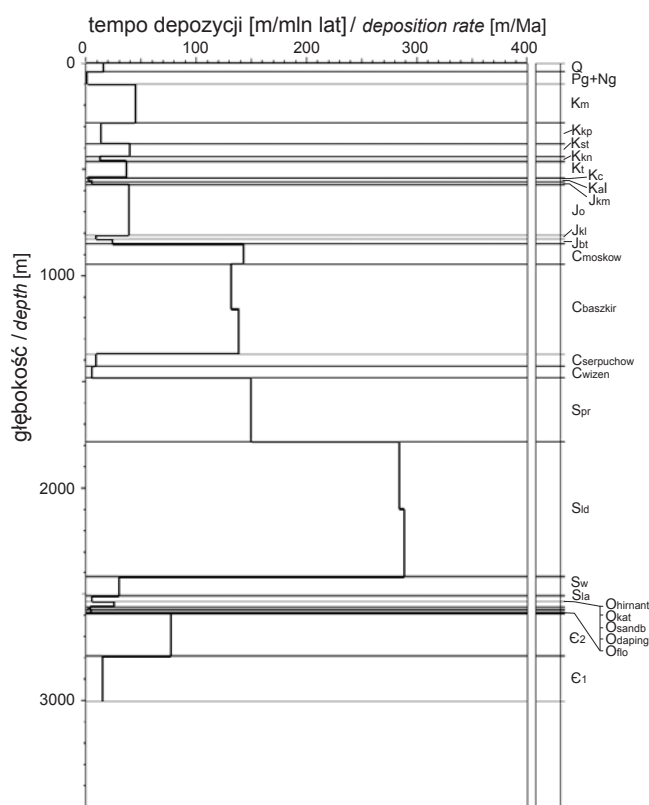


Fig. 31. Tempo depozycji osadów dla profilu otworu Siedliska IG 1

Stratygrafia: Q – czwartorzęd, Pg+Ng – paleogen i neogen, K – kreda (m – mastrycht, kp – kampan, st – santon, kn – koniak, t – turon, c – cenoman, al – alb), J – jura (km – kimeryd, o – oksford, kl – kelowe, bt – baton), C – karbon; S – sylur (pr – przydol, ld – ludlow, w – wenlok, la – landower), O – ordowik, C₂ – kambr środkowy, C₁ – kambr dolny

Sediment deposition rate for the Siedliska IG 1 borehole section

Stratigraphy: Q – Quaternary, Pg+Ng – Paleogene and Neogene, K – Cretaceous (m – Maastrichtian, kp – Campanian, st – Santonian, kn – Coniacian, t – Turonian, c – Cenomanian, al – Albanian), J – Jurassic (km – Kimmeridgian, o – Oxfordian, kl – Callovian, bt – Bathonian), C – Carboniferous; S – Silurian (pr – Pridoli, ld – Ludlow, w – Wenlock, la – Llandovery), O – Ordovician, C₂ – Middle Cambrian, C₁ – Lower Cambrian

Bezpośrednio na utworach karbonu górnego (moskowu) leżą utwory jury środkowej (batonu). Luka stratygraficzna obejmująca utwory permu, triasu i jury dolnej oraz dolnej części jury środkowej jest związana z istnieniem niewielkiego paleowypiętrzenia, jakie stanowił ten obszar, dosyć odległy od głównego depocentrum basenu polskiego. W środkowej jurze tempo depozycji osadów węglanowo-klastycznych batonu i keloweju wynosiło odpowiednio 24 i 9 m/mln lat. W późnej jurze nastąpił wyraźny wzrost subsydencji i tempa depozycji utworów węglanowych, które w oksfordzie osiągnęło ok. 39 m/mln lat. Wzrost subsydencji miał związek z ekstensją, zachodzącą w głównym depocentrum basenu polskiego (Dadlez i in., 1995). W kimerydzie nastąpiło kolejne spowolnienie tempa depozycji osadów do 5 m/mln lat.

Na utworach jury górnej spoczywają utwory kredy dolnej (albu górnego). Luka stratygraficzna obejmuje pozostałą część utworów kredy dolnej oraz część utworów jury górnej (tyton, kimeryd) i była związana z młodokimeryjską fazą wypiętrzenia. Wzrost tempa sedymentacji w późnej kredzie, jak również jego zmienne tempo (od 1 do 45 m/mln lat) w poszczególnych piętrach tego okresu, wiąże się ze wzmożoną subsydencją basenu i sugeruje reaktywację tektoniczną w basenie polskim. Proces ten zachodził w kompresyjnym reżimie tektonicznym (Dadlez i in., 1995; Krzywiec, 2002; Poprawa, 2011c).

Utwory kenozoiku (paleogenu, neogenu i czwartorzędu), dla których tempo depozycji wynosiło od 1 do 16 m/mln lat, kończą profil otworu Siedliska IG 1.

MODELOWANIE HISTORII TERMICZNEJ I WARUNKÓW POGRZEBANIA

Dla profilu otworu Siedliska IG 1 wykonano jednowymiarowe modelowanie i rekonstrukcję historii termicznej oraz warunków pogrzebania (fig. 32). Podstawowym celem analizy było odtworzenie warunków paleotermicznych

oraz stopnia pogrzebania skał w basenie. Do kalibracji modelu wykorzystano wyniki 29 pomiarów refleksyjności wityrytu (R_o ; Grotek, 2018 – ten tom), określających dojrzałość termiczną utworów (fig. 33). Pomiarzy te obejmują

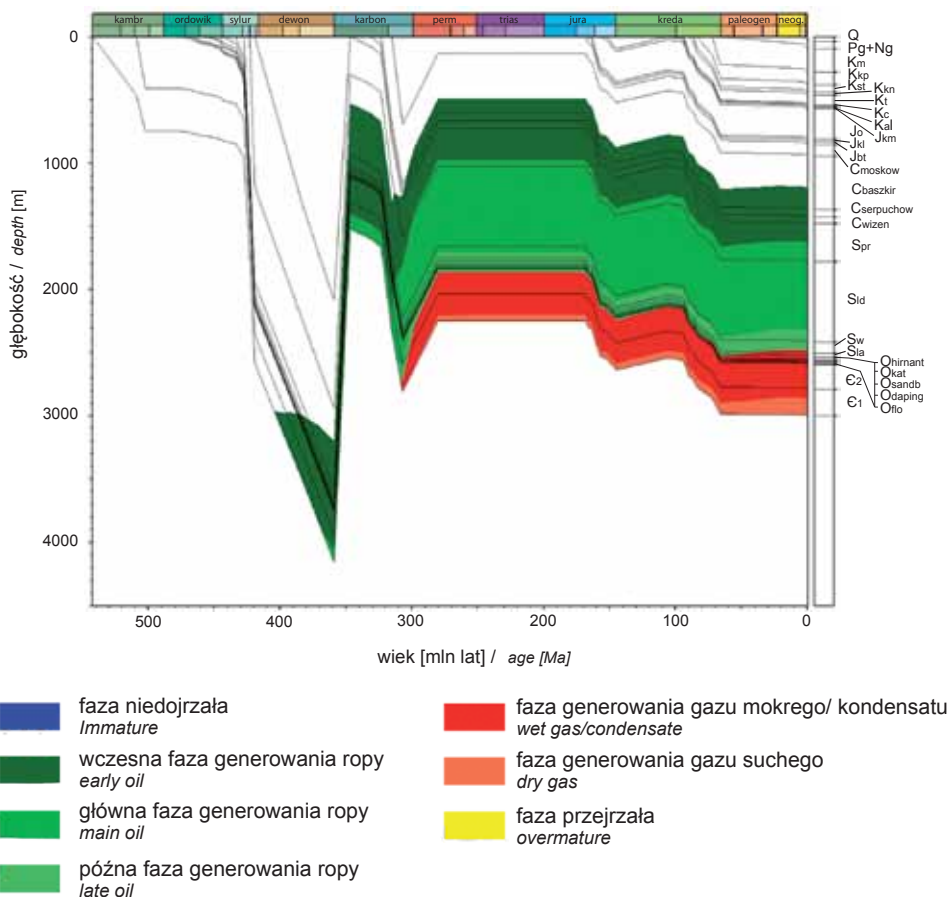


Fig. 32. Historia pogrzebania utworów w profilu otworu Siedliska IG 1

Burial history for the Siedliska IG 1 borehole section

interwał od kambru dolnego po jurę górną. Rozkład wyników w profilu otworu jest względnie równomierny, chociaż do lepszej kalibracji modelu niezbędne byłoby również wykonanie pomiarów w utworach kredy. Zróżnicowana jakość kalibracji powoduje, że model historii termicznej nie jest jednoznaczny i są możliwe jego inne rekonstrukcje.

Gęstość współczesnego strumienia ciepłego dla otworu Siedliska IG 1 obliczono na podstawie współczesnych wartości temperatury pomierzonych w górotworze (Karwasiecka, Bruszezewska, 1997; Szewczyk, Gientka, 2009; Szewczyk, 2011). Ponieważ nie dysponowano pomiarami laboratoryjnymi przewodnictwa ciepłego skał z profilu z tego otworu, to wartości te dla wydzielonych typów litologicznych przyjęto z biblioteki programu. Ostatecznie na podstawie prac Szewczyka (2011, 2018 – ten tom) przyjęto najnowszą wartość obliczonego strumienia ciepłego w wysokości 69,4 mW/m².

Do odtworzenia paleomiąższości wykorzystano prace Marka i Pajchlowej (1997) oraz Modlińskiego i in. (2010). Ponadto na podstawie ekstrapolacji miąższości z obszarów o pełniej zachowanych profilach odtworzono miąższości erozyjnie usuniętych utworów. Dla górnej części utworów przydolu przyjęto erozję na poziomie 550 m, dla utworów dewonu – 2080 m, dla górnej części utworów karbonu (moskoku) – 400 m oraz dla utworów jury górnej (tytonu) – 90 m.

Profil otworu Siedliska IG 1 charakteryzuje obecność kilku faz zwiększonego pogrzebania i szybkiego tempa depozycji materiału. Bezpośrednio po okresach wzrostu pogrzebania następowały okresy wypiętrzania i erozji lub stagnacji.

Model pograżania utworów dla profilu otworu Siedliska IG 1 rozpoczyna się we wczesnym kambrze fazą niewielkich rozmiarów pogrzebania, która kontynuowała się do późnego ordowiku. Okres ten był związany z subsydują termiczną, z syn- i poryftowym etapami rozwoju basenu, co doprowadziło do powstania pokrywy osadowej o miąższości ok. 850 m.

Na początku syluru nastąpiła faza gwałtownego pogrzebania, której maksimum rozpoczęło się w wenloku i która kontynuowała się do późnego dewonu. Tak intensywna faza pograżania miała związek z rozwojem zapadliśka przedgórskiego kaledonidów. Pod koniec dewonu miąższość pokrywy osadowej wyniosła ok. 4150 m, co również stanowi na obszarze, na którym odwiercono otwór Siedliska IG 1, maksymalną głębokość pogrzebania w historii depozycji osadów.

Pod koniec dewonu i na początku karbonu nastąpił etap wypiętrzania i znacznej erozji, który determinowała bretońska faza deformacji (Żelichowski, Kozłowski, 1983). Erozja ta doprowadziła do całkowitego usunięcia utworów dewonu o miąższości 2080 m oraz znacznej części utworów przydolu o miąższości 550 m. Całkowita miąższość pokrywy osadowej zmniejszyła się do ok. 1500 m. Wraz z początkiem wizenu nastąpiła jednak kolejna faza intensywnego pogrzebania, kontynuująca się do moskoku, prowadząca do wzrostu miąższości pokrywy osadowej do ok. 2800 m. Bezpośrednio po tym okresie, na przełomie późnego karbonu i wczesnego permu zachodziła asturyjska

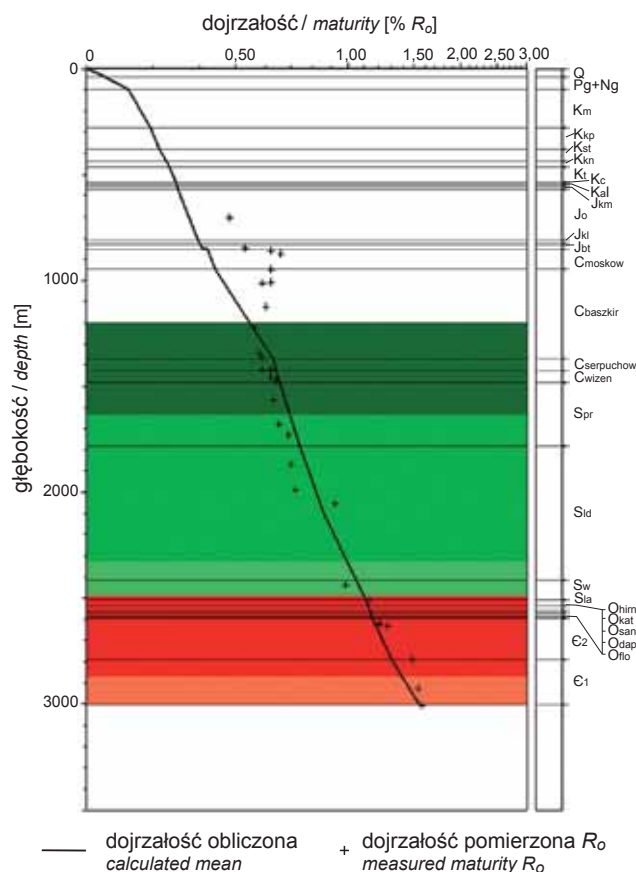


Fig. 33. Kalibracja modelu historii termicznej pomiarami dojrzałości termicznej dla profilu otworu Siedliska IG 1

Calibration of thermal history model with thermal maturity measurements for the Siedliska IG 1 borehole

faza wypiętrzania i erozji, która doprowadziła do erozji ok. 400 m utworów karbonu górnego (moskoku).

Okres od wczesnego permu do środkowej jury charakteryzowała stagnacja oraz niewielkie wypiętrzanie, dlatego w profilu otworu brak jest utworów tego wieku.

W mezozoiku zaznaczyły się dwie intensywnie fazy pogrzebania: pierwsza w środkowej i późnej jurze, po której nastąpiła faza erozji we wczesnej kredzie, oraz druga w późnej kredzie. W kenozoiku następowało dalsze bardzo małe pograżanie, które ostatecznie ukształtowało miąższość i głębokość pokrywy osadowej w profilu otworu Siedliska IG 1.

Rozkład dojrzałości termicznej (fig. 33) w obrębie utworów paleozoicznych i mezozoicznych tworzy w miarę spójny profil dojrzałości termicznej. Jednak w górnej części utworów karbonu (baszkiru i moskoku) oraz jury środkowej i górnej można zaobserwować wyraźnie względem głównego trendu podwyższoną dojrzałość termiczną, która wzrasta wraz z głębokością. Podwyższone wartości dojrzałości termicznej w utworach karbonu mogłyby sugerować wpływ pozytywnego zdarzenia termicznego w tym okresie, związanego z intruzją magmową lub migracją gorących roztworów (Poprawa, Żywiecki, 2005) i podwyż-

szenie strumienia ciepłego do poziomu ok. 150 mW/m^2 , co jest wartością mało prawdopodobną. Jak sugerują Kozłowska i Poprawa (2004) oraz Poprawa i Żywiecki (2005) podwyższone wartości dojrzałości w utworach jurajskich można tłumaczyć wpływem jurajskiego przegrzania związane z migracją gorących roztworów w obrębie tych utworów. Obie propozycje są dyskusyjne, gdyż wyraźnie nie mają wpływu na ukształtowanie się dojrzałości termicznej leżących niżej utworów paleozoicznych, dlatego traktuje się je jako hipotezę. Z pewnością uszczegółowienie pomiarów dojrzałości w utworach mezozoiku (zwłaszcza w profilu kredy) mogłoby podsunąć pewne sugestie odnośnie do historii termicznej tych utworów.

Obniżenie dojrzałości termicznej względem głównego trendu obliczonej krzywej w obrębie utworów ludlowu i przydolu najprawdopodobniej jest związane z rozwijaniem się dojrzałości w reżimie naciśnięć (Poprawa, Grotek, 2005). Szybkie tempo depozycji osadów klastycznych w ludlowie i przydolu oraz ich mechaniczna kompaktacja wpłynęły na tworzenie się naciśnięć w profilu tych utworów. Innym potencjalnym czynnikiem tworzenia się naciśnięć obniżających dojrzałość termiczną mogła być generacja węglowodorów z utworów macierzystych dolnego paleozoiku.

W celu zweryfikowania i dobrego określenia historii termicznej tej części basenu, w której zlokalizowano otwór Siedliska IG 1, wykonano różne warianty modelowań. Zakładały one cztery scenariusze: stałego strumienia ciepłego w czasie, podwyższonego strumienia ciepłego we wczesnym kambrze związanego z fazą synryftową (Kosakowski i in., 1999), podwyższonego strumienia ciepłego z końcem karbonu związanego z intensywną fazą pogrzebania (Majorowicz i in., 1984; Kosakowski i in., 1998; Poprawa i in., 2002, 2010; Poprawa, Grotek, 2005; Poprawa, 2011d) oraz wariant związany ze zdarzeniem termicznym w późnym mezozoiku (Poprawa, Grotek, 2005; Poprawa i in., 2010; Poprawa 2011d).

Najbardziej prawdopodobnym wariantem dającym odpowiednią kalibrację modelu wydaje się być przyjęcie dla wczesnego kambru strumienia ciepłego podwyższonego do 60 mW/m^2 , związanego z fazą synryftową, a następnie jego spadek do wartości ok. 40 mW/m^2 i znowu powtórne

podwyższenie pod koniec karbonu, związanego z intensywną fazą pogrzebania, po czym jego spadek do wartości obecnego strumienia ciepłego na poziomie $69,4 \text{ mW/m}^2$. Założenie podwyższonego strumienia ciepłego w karbonie do ok. 75 mW/m^2 pozwala na przyjęcie w miarę prawdopodobnej miąższości erozyjnie usuniętych utworów przydolu (częściowo) oraz dewonu i karbonu, pokrywającej się z sugerowanymi analizami paleogeograficznymi (Marek, Pajchłowa, 1997; Modliński i in., 2010).

Na podstawie wyników modelowań można określić strefy faz generacyjnych węglowodorów oraz śledzić to zjawisko w czasie. Fazy te określono na podstawie modelowań, dla których kalibrację stanowiły pomiary refleksyjności wityrytu wykonane przez Grotek (2017, 2018 – ten tom). Dojrzałość termiczna mierzona parametrem refleksyjności wityrytu (materiały wityrytopodobnego) dla utworów starszego paleozoiku może być jednak nieznacznie zawyżona, średnio o ok. 0,2%, co sugerują Makos i in. (2016). Wprowadzenie tej poprawki może spowodować, że fazy generacyjne wyznaczone na podstawie R_o (Grotek, 2018 – ten tom), mogą być porównywalne z fazami wyznaczonymi na podstawie T_{max} (Janas, 2018 – ten tom).

Wyniki modelowania jednowymiarowego dla profilu otworu Siedliska IG 1 ukazują, że w strefie generowania węglowodorów znajdują się utwory od kambru dolnego do dolnej części utworów pensylwanu (baszkiro) włącznie. Utwory kambru dolnego niemal w całości znajdują się w oknie generowania suchego gazu ziemnego ($1,4\text{--}3,5\% R_o$). Utwory od górnej części kambru dolnego do dolnej części wenloku znajdują się w oknie generowania gazu mokrego/ kondensatu ($1,1\text{--}1,4\% R_o$). Rozpoczęcie generowania węglowodorów z utworów kambru, ordowiku i dolnego syluru, począwszy od generowania ropy naftowej, mogło nastąpić już w trakcie fazy intensywnego pogrzebania w dewonie, a następnie zostało zahamowane przez fazę wypiętrzania we wczesnym karbonie, żeby wejść w kolejny etap generowania fazy gazowej na przełomie karbonu i permu. Utwory od górnej części wenloku do baszkiro znajdują się odpowiednio w późnym ($1,0\text{--}1,1\% R_o$), środkowym ($0,7\text{--}1,0\% R_o$) i wczesnym ($0,55\text{--}0,7\% R_o$) oknie generowania ropy naftowej. Początek generowania ropy naftowej dla tych utworów to przedział czasowy karbon–perm.

Sylwia KIJEWSKA

INTERPRETACJA DANYCH SEJSMICZNYCH

Otwór Siedliska IG 1 odwiercono po północno-wschodniej stronie tzw. strefy Kocka, uznawanej za północno-wschodnią granicę rowu mazowiecko-lubelskiego (Żelichowski, 1972; Narkiewicz, Dadlez, 2008). W promieniu kilku kilometrów od otworu zlokalizowano kilkanaście linii sejsmicznych 2D, których pomiary cyfrowe wykonywano już od lat 70. XX wieku.

Do interpretacji danych sejsmicznych wykorzystano linię sejsmiczną T0060494 w domenie głębokości (fig. 2, 34), wykonaną w 1994 r. przez Geofizykę Toruń, a w latach 2011–2012 ponownie przetworzoną. Jakość sygnału jest zadowalająca, a ciągłość horyzontów sejsmicznych w porównaniu z wynikami pomiarów i przetwarzania z lat wcześniejszych znacząco się poprawiła. Jednak nadal południo-

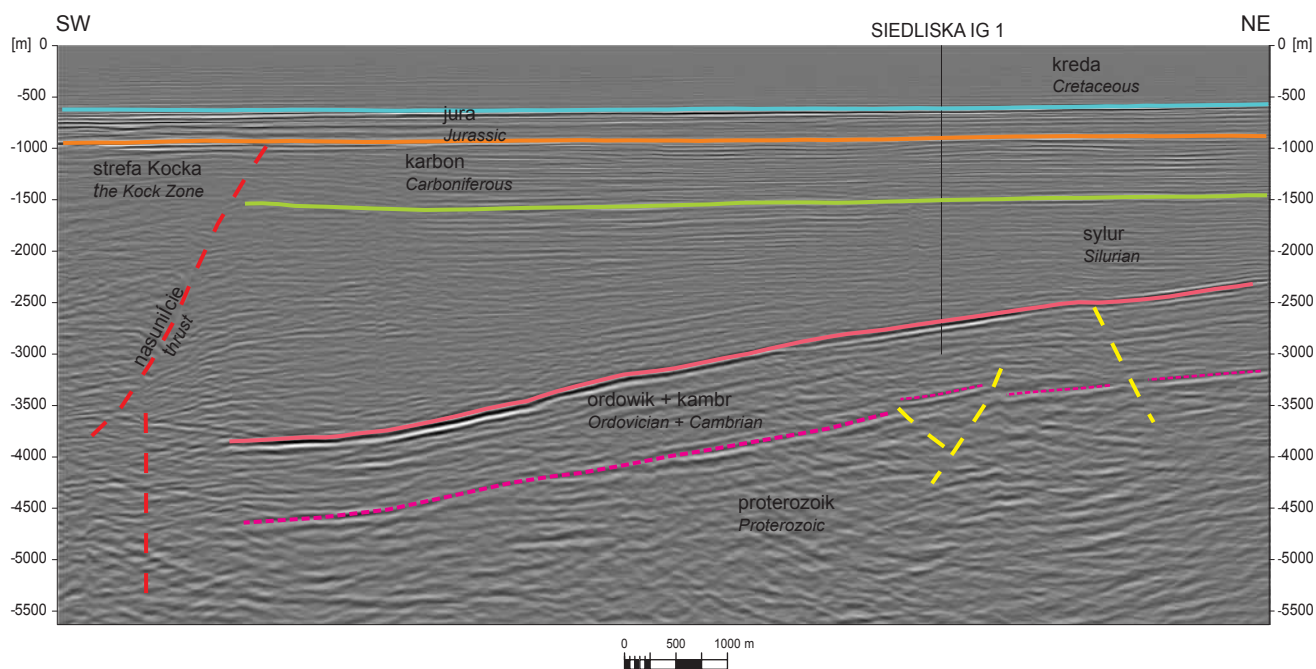


Fig. 34. Interpretacja fragmentu profilu sejsmicznego T0060494

Linie żółte przerywane – deformacje nieciągłe hipotetyczne, linie czerwone przerywane – hipotetyczny i uproszczony przebieg nieciągłości związanej ze strefą Kocka, linia różowa przerywana – korelacja horyzontu na podstawie informacji z dalszego otworu wiertniczego

A part of interpreted seismic profile T0060494

Yellow dotted lines – hypothetical discontinuous deformations, red dotted line – hypothetical and simplified course of deformations connected with the Kock Zone, pink dotted line – horizon correlation based on information from a further located borehole

wo-zachodni fragment profilu związany ze strefą Kocka sprawia trudności w dobrym zobrazowaniu budowy geologicznej, co wprowadza niejednoznaczność interpretacji zapisu sejsmicznego.

Wyniki pomiarów sejsmicznych pozwoliły na interpretację horyzontów sejsmicznych wyznaczających strop utworów: proterozoiku, ordowiku, syluru, karbonu oraz jury. Ze względu na małą miąższość utworów ordowickich i ograniczenia rozdzielczości metody sejsmicznej nie wyznaczono stropu kambru.

W obrazie sejsmicznym miąższość kompleksu kambryjsko-ordowickiego zasadniczo nie wykazuje wyraźnych zmian, a jego upad jest skierowany ku SW. Największe zmiany są widoczne w obrębie utworów syluru, których miąższość wzrasta ku SW. Strop profilu syluru, podobnie jak warstwy posylurskie, zalega horyzontalnie. W profilu otworu nie występuje dewon, a utwory karbonu leżą bezpośrednio na sylurskich. Jest to prawdopodobnie wynik erozji, która wystąpiła podczas wypiętrzania basenu na przełomie późnego dewonu i wczesnego karbonu. W tym czasie na płytę przedpola silny wpływ miał orogen waryscyjski, co obok wypiętrzania, spowodowało również powstanie deformacji tektonicznych (Poprawa, 2011c). Strop utworów

karbonu jest wyznaczony przez regionalną powierzchnię niezgodności związaną z pokarbońską erozją. Horyzonty sejsmiczne w obrębie warstwy karbońskiej nie wykazują obecności deformacji nieciągłych ani wyraźnych zmian przebiegu w stosunku do stropu i spągu. Bezpośrednio na karbońskich leżą utwory jury i kredy. Ich miąższość wzdłuż analizowanego profilu znacząco się nie zmienia.

W bezpośrednim otoczeniu otworu budowa tektoniczna nie wykazuje dużej komplikacji. Hipotetycznie występujące deformacje nieciągłe mogły powstać w kambrze lub najmłodszym sylurze i prawdopodobnie są zakorzenione w utworach proterozoiku. W odległości kilku kilometrów na południowy zachód od otworu Siedliska IG 1 zaznaczono nasunięcie związane ze strefą Kocka. Czerwona przerywana linia pokazuje jedynie hipotetyczny i uproszczony kształt nasunięcia, gdyż zarówno budowa, jak i rozwój basenu lubelskiego podlegają ciągłym dyskusjom (np. Żelichowski, 1972; Antonowicz i in., 2003; Krzywiec, Narkiewicz, 2003) wraz z przybywaniem nowszych i dokładniejszych danych. Jedną z najnowszych hipotez jest występowanie nasunięcia zakorzenionego w łupkach sylurskich zlokalizowanego nad uskokiem (Głuszyński i in., 2015; Krzywiec i in., 2016; Tomaszczyk, 2016).