

WYNIKI BADAŃ TEKTONICZNYCH, WARUNKÓW POGRZEBANIA I HISTORII TERMICZNEJ

Piotr KRZYWIEC

INTERPRETACJA DANYCH SEJSMICZNYCH

Otwory wiertnicze Wojszyce IG 1, IG 1a, IG 3 i IG 4 są ulokowane ponad i na skraju poduszki solnej Wojszyc, na północny wschód od wysadu solnego Kłodawy, w obrębie północnego skłonu wału śródpolskiego (fig. 2; por. R. Dadlez, 2001; Krzywiec, 2004, 2009; Pharaoh i in., 2010). W celu zilustrowania geometrii mezozoicznej pokrywy osadowej w otoczeniu tych otworów, wykorzystano profil sejsmiczny, który wykonano w drugiej połowie lat 80. XX w. Zaprezentowana tu wersja powstała w efekcie reprocessingu danych polowych, wykonanego przez przedsiębiorstwo Geofizyka Toruń na zlecenie PGNiG S.A. w 1997 r., w trakcie przygotowywania regionalnych profili sejsmicznych przecinających bruzdę śródpolską (por. R. Dadlez, 2001; Krzywiec, 2006; Krzywiec i in., 2006). Do kalibracji danych sejsmicznych wykorzystano również otwór wiertniczy Głogowiec IG 1.

Opracowany profil sejsmiczny charakteryzuje się stosunkowo wysoką jakością pola falowego (fig. 45). Profil obrazuje

utwory jurajskie, jednak ze względu na stosowane w latach 80. XX w. parametry pomiarowe, nie zobrazował on ich stropu i nadległych utworów kenozoicznych.

Utwory jurajskie, przewiercone w otworach z rejonu Wojszyc, tworzą łagodną asymetryczną antyklinalę, której powstanie było związane z wysklepieniem poduszki solnej Wojszyc. Miało ono miejsce w późnym triasie, a następnie w późnej kredzie–paleogenie (por. Krzywiec, 2004). Antyklina ta została przecięta przez listryczny uskok normalny, rozwinięty na jej południowo-zachodnim skłonie. Uskok ten był aktywny we wczesnej jurze, co dokumentują lokalne zmiany miąższości utworów tego wieku w jego otoczeniu. Otwór Wojszyce IG 3 odwiercono w strefie, w której obserwuje się uniesienie pokrywy mezozoicznej w kierunku osiowej części wału śródpolskiego (por. Krzywiec, 2004; Pharaoh i in., 2010).

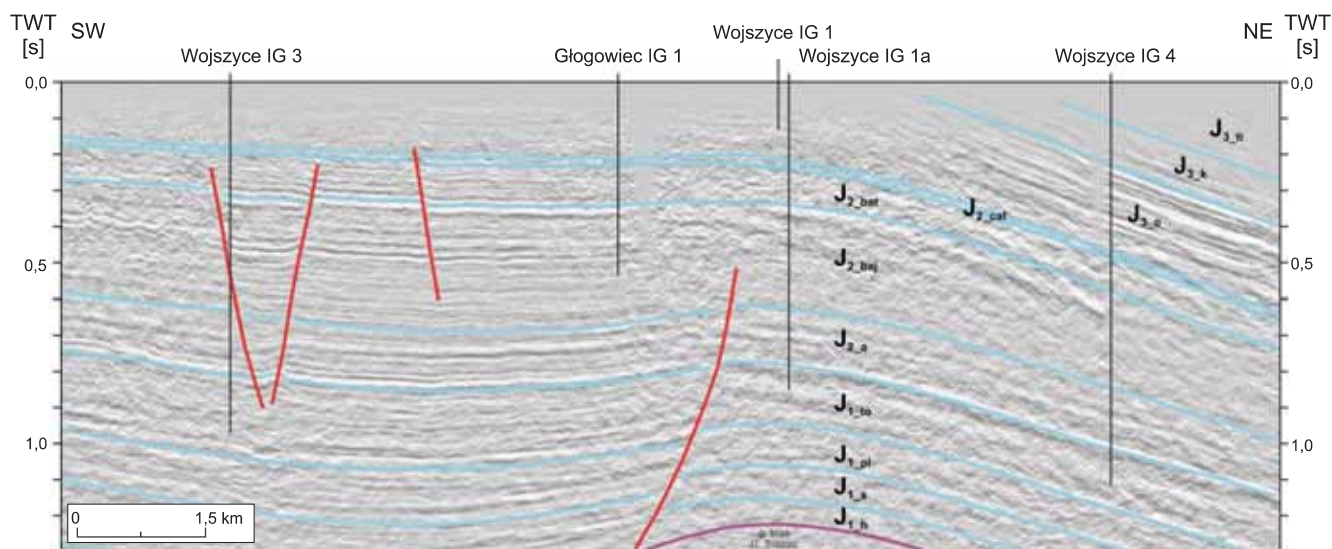


Fig. 45. Zinterpretowany profil sejsmiczny

J_{1_h} – hetang, J_{1_s} – sinemur, J₆ – pliensbach, J_{1_to} – toark, J_{2_a} – aalen, J_{2_baj} – bajos, J_{2_bat} – baton, J_{2_cal} – kelowej, J_{3_o} – oksford, J_{3_k} – kimeryd, J_{3_ti} – tyton

Interpreted seismic profile

J_{1_h} – Hettangian, J_{1_s} – Sinemurian, J₆ – Pliensbachian, J_{1_to} – Toarcian, J_{2_a} – Aalenian, J_{2_baj} – Bajocian, J_{2_bat} – Bathonian, J_{2_cal} – Callovian, J_{3_o} – Oxfordian, J_{3_k} – Kimmeridgian, J_{3_ti} – Tithonian

Paweł POPRAWA

ANALIZA SUBSYDENCJI ORAZ TEMPA DEPOZYCJI

WSTĘP

Dla profili otworów wiertniczych Wojszyce IG 1a, IG 3 oraz IG 4 przeprowadzono analizę subsydencji oraz analizę tempa depozycji. Celem tych prac było określenie mechanizmów subsydencji oraz odtworzenie aktywności obszarów źródłowych materiału detrytycznego. Analizy subsydencji wykonywano już wcześniej dla tej części basenu (np. R. Dadlez i in., 1995; Karnkowski, 1999), a prezentowane w niniejszym rozdziale wyniki badań stanowią jedynie uzupełnienie poprzednich prac.

Metodykę prowadzonych analiz opisano np. w pracy Poprawy (2008a). Miąższości utworów usuniętych w trakcie po-

szczególnych faz erozji odtworzono na podstawie obocznej ekstrapolacji miąższości ze stref o pełniej zachowanych profilach. W rekonstrukcjach tych uwzględniono także paleomiąższości prezentowane w pracach Marka i Pajchłowej (red., 1997). Dla historii pogrzebania analizowanych profili najistotniejsze znaczenie mają założenia dotyczące miąższości erozyjnie usuniętych utworów jury górnej i kredy. Jej wielkość przyjęto odpowiednio jako 1200 m (Wojszyce IG 1a), 1300 m (Wojszyce IG 3) i 900 m (Wojszyce IG 4).

SUBSYDENCJA TEKTONICZNA ORAZ TEMPO DEPOZYCJI OSADÓW

Analizowane profile otworów wiertniczych Wojszyce IG 1a, IG 3 i IG 4 nie dotarły do utworów starszych niż dolnojurajskie, zaś część utworów jury górnej oraz utwory kredy są zerodowane. W związku z tym ich użyteczność w charakteryzowaniu historii subsydencji basenu polskiego jest bardzo ograniczona. Pierwszym zdarzeniem tektonicznym, dokumentowanym przez krzywe subsydencji dla wymienionych otworów, jest faza intensywnej subsydencji w środkowej jurze (fig. 46).

Jest ona interpretowana jako odzwierciedlenie rozwoju w omawianym obszarze tektonicznego półrowu, związanego z reżimem transtensyjnym. W oksfordzie nastąpiła intensyfikacja subsydencji tektonicznej, po czym jej tempo stopniowo spadało

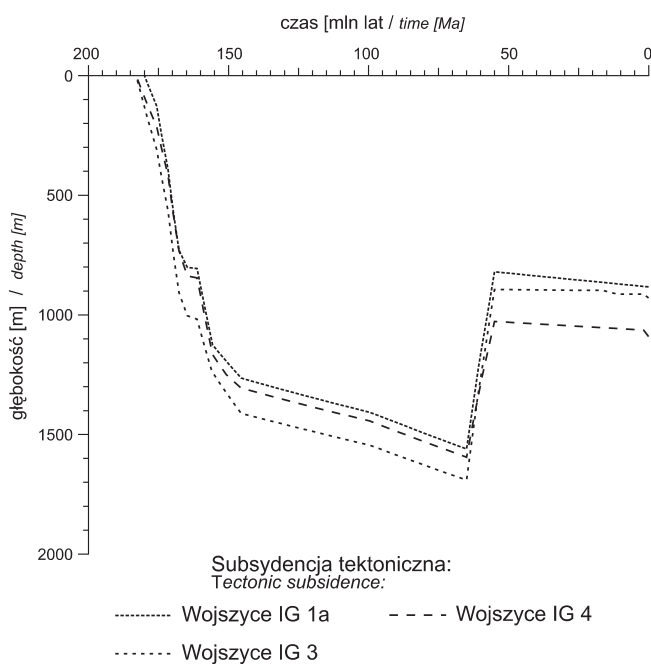


Fig. 46. Historia subsydencji tektonicznej dla profili otworów wiertniczych Wojszyce IG 1a, IG 3 oraz IG 4

Tectonic subsidence history for the sections of Wojszyce IG 1a, IG 3 and IG 4 boreholes

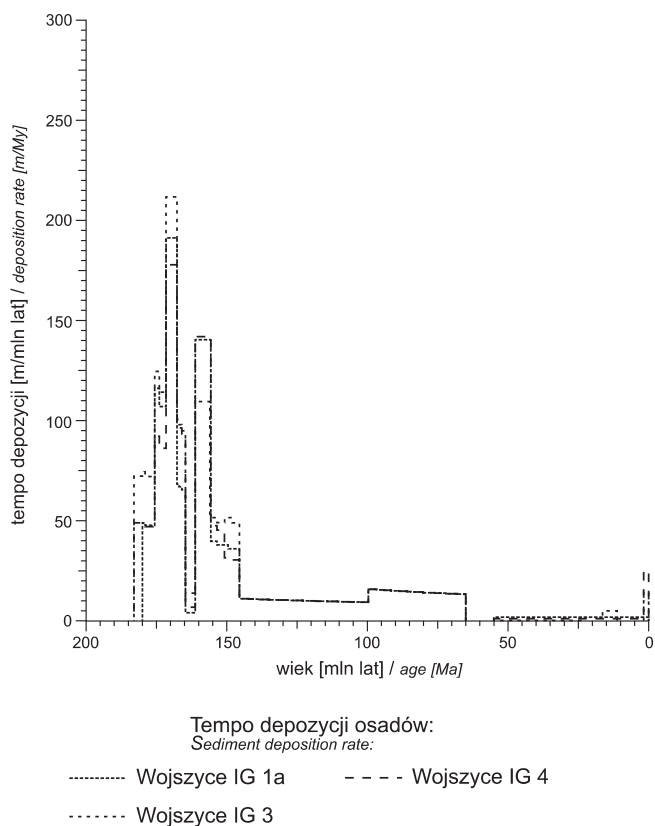


Fig. 47. Tempo depozycji osadów dla profili otworów wiertniczych Wojszyce IG 1a, IG 3 oraz IG 4

Sediment deposition rate for the sections of Wojszyce IG 1a, IG 3 and IG 4 boreholes

w pozostałej części późnej jury oraz we wczesnej kredzie (fig. 47). Taki przebieg subsydenacji pozwala sugerować, że oksfordzkie zdarzenie tektoniczne było związane z ekstensją, podczas gdy począwszy od kimerydu dominującym mechanizmem subsydenacji była termiczna relaksacja po zdarzeniu ekstensyjnym (R. Dadlez i in., 1995).

Paweł POPRAWA

JEDNOWYMIAROWE MODELOWANIE HISTORII TERMICZNEJ ORAZ WARUNKÓW POGRZEBANIA

WSTĘP

Modelowanie historii termicznej i dojrzałości termicznej oraz rekonstrukcja historii pogrzebania dla profili otworów wiertniczych Wojszyce IG 1a, IG 3 oraz IG 4 miały na celu określenie historii i mechanizmów zdarzeń termicznych w tej części basenu. Analizy tego typu wykonywano już wcześniej dla tej części basenu (np. Karnkowski, 1999; Poprawa, Grotek, 2004; Resak i in., 2008, 2010), a prezentowane tutaj wyniki stanowią jedynie uzupełnienie poprzednich prac.

Metodyka prowadzonych analiz została opisana np. w pracy Poprawy (2008b). Pierwotne miąższości utworów

We wczesnej jurze utrzymywało się tempo depozycji osadów zawierające się w przedziale 50–70 m/mln lat (fig. 47). W środkowej jurze wzrosło ono do około 70–210 m/mln lat, za wyjątkiem keloweju, kiedy utrzymywało się na poziomie poniżej 10 m/mln lat. W późnej jurze tempo depozycji stopniowo malało od około 110–140 do około 30–50 m/mln lat.

erozyjnie usuniętych bądź częściowo zredukowanych odtworzono dla omawianego profilu na podstawie obocznej ekstrapolacji miąższości ze stref o pełniej zachowanych profilach, wykorzystując m.in. paleomiąższości prezentowane w pracy Marka i Pajchlowej (red., 1997). Dla historii pogrzebania analizowanego profilu najistotniejsze znaczenie mają założenia dotyczące miąższości erozyjnie usuniętych utworów jury górnej i kredy.

HISTORIA TERMICZNA I HISTORIA POGRZEBANIA

Profile otworów wiertniczych Wojszyce IG 1a, IG 3 oraz IG 4 charakteryzują się obecnością fazy intensywnego pogrzebania we wczesnej i środkowej jurze (fig. 48A–C), związanej z rozwojem transtensyjnego półrowu tektonicznego. Szybko narastające pogrzebanie miało miejsce również w późnej jurze, co z kolei było najprawdopodobniej rezultatem fazy ekstensyjnej reaktywacji basenu. W przyjętym modelu pogrzebanie w tej strefie basenu narastało znacznie wolniej we wczesnej i środkowej kredzie. Pod koniec kredy i na początku kenozoiku omawiana strefa uległa intensywnemu wypiętrzaniu tektonicznemu i erozji. Maksymalne pogrzebanie miało w tej strefie miejsce w mastrychie.

Dla profili otworów wiertniczych Wojszyce IG 1a, IG 3 oraz IG 4 nie dysponowano termogramami otworowymi. W związku z tym współczesny reżim termiczny określono na podstawie danych zawartych na mapach temperatur na powierzchniach ściąg poziomych Karwasieckiej i Bruszewskiej (1997). Obliczona wartość współczesnego strumienia ciepłego dla tych otworów wynosi 60–61 mW/m². W obliczeniach tych, przewodnictwo cieplne skał w profilu otworu przyjęto dla poszczególnych, podstawowych typów litologicznych według danych z biblioteki programu, gdyż nie dysponowano jego laboratoryjnymi pomiarami.

Historia termiczna dla omawianych profili została odtworzona na podstawie modelowania dojrzałości termicznej, kalibrowanego laboratoryjnymi pomiarami refleksyjności wityritu. Dla profilu Wojszyce IG 1a dysponowano 22 pomiarami V_{Ro} , a także 2 pomiarami dla profilu Wojszyce IG 3 oraz 3 po-

miarami dla profilu Wojszyce IG 4. Kluczowym elementem do modelowania dojrzałości termicznej były założenia dotyczące miąższości erozyjnie usuniętych utworów jury górnej i kredy. Jej wielkość przyjęto odpowiednio jako 1200 m (Wojszyce IG 1a), 1300 m (Wojszyce IG 3) i 900 m (Wojszyce IG 4).

Przy takich założeniach oraz przy przyjęciu stałego w czasie strumienia ciepłego uzyskuje się w przybliżeniu poprawną kalibrację poszczególnych modeli (fig. 49A–C). Dla uzyskania precyzyjniejszej kalibracji należałoby doprowadzić do uzyskania nieco niższej dojrzałości termicznej obliczanej w modelu, choć odstępstwo krzywej modelowej od wartości pomierzonych mieści się w zakresie błędów pomiarów V_{Ro} .

Należy wziąć pod uwagę, że przyjęte tu miąższości erozyjnie usuniętych utworów jury górnej i kredy są stosunkowo małe. W szczególności kontrowersyjne może być zakładanie pierwotnej miąższości utworów kredy górnej w zakresie jedynie 500 m. Jest to realistyczne założenie jedynie w przypadku przyjęcia koncepcji wypiętrzania wału śródpolskiego już w późnej kredzie (np. Marek, Pajchłowa, red., 1997). Jeśli jednak przyjąć większe miąższości utworów kredy (np. Świdrowska, Hakenberg, 1999), wówczas dla utrzymania prawidłowej kalibracji konieczne jest w modelu obniżenie strumienia ciepłego w czasie maksymalnego, późnokredowego pogrzebania (por. Poprawa, Grotek, 2005). Dane dostępne dla profili Wojszyce IG 1a, IG 3 i IG 4 nie pozwalają rozstrzygnąć, który z wymienionych alternatywnych wariantów jest bardziej prawdopodobny.

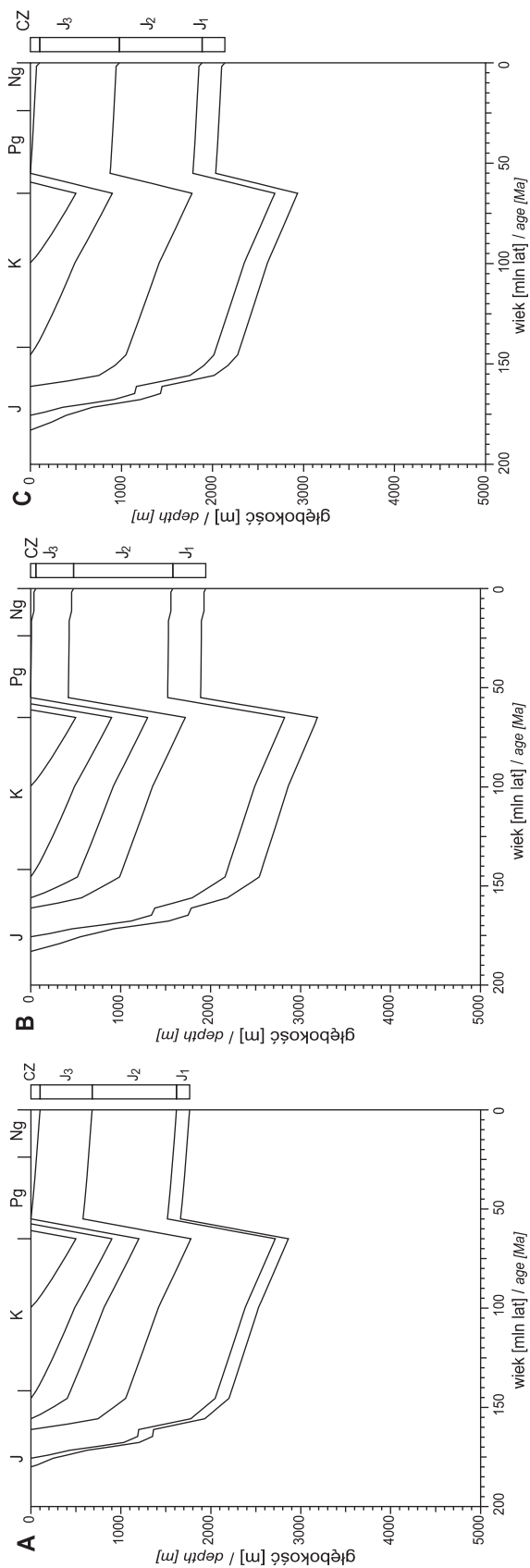


Fig. 48. Historia pogrzebania utworów w profilach otworów wiertniczych Wojszyce IG 1a (A), IG 3 (B) oraz IG 4 (C)

Burial history for the Wojszyce IG 1a (A), Wojszyce IG 3 (B) and Wojszyce IG 4 (C) borehole sections

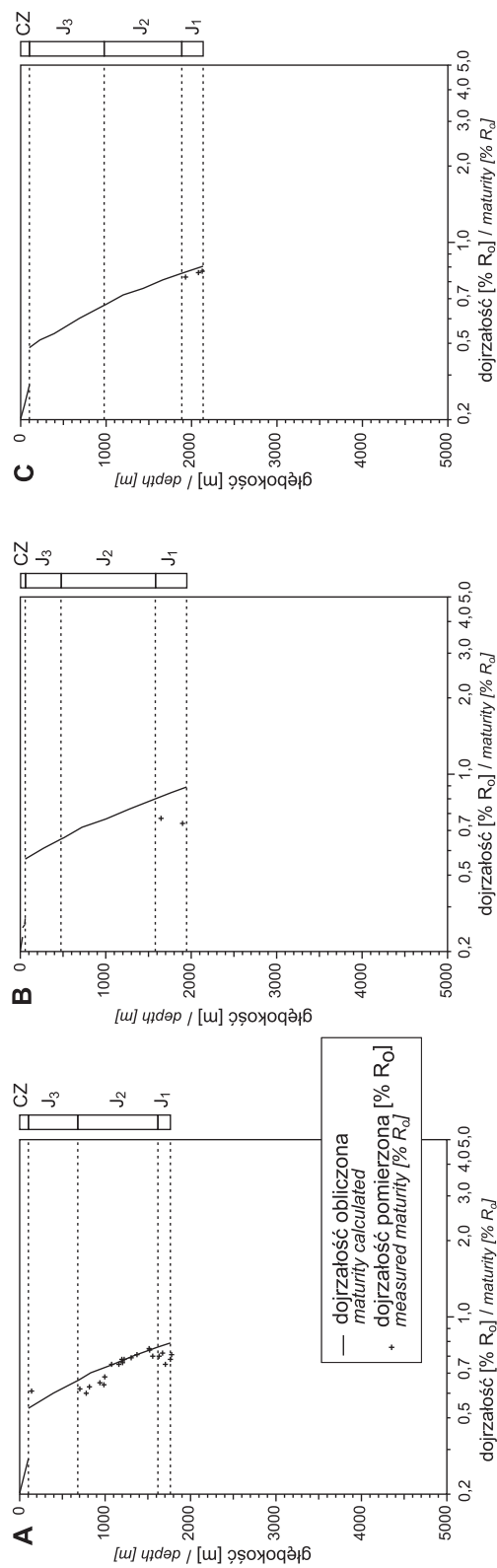


Fig. 49. Kalibracja analizowanych modeli historii termicznej pomiarami dojrzałości termicznej w profilach otworów wiertniczych Wojszyce IG 1a (A), IG 3 (B) oraz IG 4 (C)

Calibration of the analyzed models with measurements of thermal maturity for the Wojszyce IG 1a (A), IG 3 (B) and IG 4 (C) borehole sections