

## Wykorzystanie atrybutów sejsmicznych w interpretacji strukturalnej na przykładzie zdjęcia sejsmicznego 3D ZOCA-2 (basen Bonaparte, NW szelf Australii)

Edyta Frankowicz<sup>1,2</sup>



**Application of seismic attributes to the structural interpretation of 3D seismic survey ZOCA-2 (Bonaparte Basin, NW Shelf of Australia).** Prz. Geol., 56: 780–786.

*Abstract.* Seismic attributes are an invaluable tool supporting the interpretation of structurally complex areas. They can be used at each stage of structural analysis: 1) the reconnaissance of the structural style based on 3D seismic survey; 2) detailed analysis of fractures 3) QC (Quality Control) and the verification of structural interpretation. This paper illustrates how seismic attributes can be successfully applied to the analysis of structurally complex basins, using examples from the Bonaparte Basin, North West Shelf of Australia. The North West Shelf of Australia (NWSA) is an important petroleum province (dominantly gas accumulations, oil occurs in minor “sweet spots”). Hydrocarbons within the NWSA were captured in complex structural traps. For this reason detailed structural analysis of this area is essential to understand the relationship between strain, fault geometry and linkage, which allow a preliminary assessment of trap integrity. The results show that seismic attributes such as Semblance or Combo Volume provide immediate and efficient insight into structural evaluation of 3D seismic data. RMS Amplitude, Shaded Relief and Principal Components are proved to be useful for enhancing fracture patterns (e.g. polygonal faulting) that are usually poorly resolved on conventional amplitude seismic data.

**Keywords:** seismic attributes, polygonal faulting, 3D visualization, Bonaparte Basin, NW Shelf of Australia (NWSA)

Analiza atrybutów sejsmicznych jest innym spojrzeniem na standardową trasę sejsmiczną, a tym samym niezwykle pomocnym narzędziem w rozwiązywaniu problemów interpretacyjnych (Taner & Sheriff, 1977; Taner i in., 1979). Jednym z jej ważniejszych aspektów jest badanie horyzontalnej zmienności atrybutów, która może wynikać ze zmian stratygraficznych wzdłuż danego horyzontu sejsmicznego. Atrybuty ułatwiają także identyfikację w zapisie sejsmicznym wszelkich trendów geometrycznych (strukturalnych i stratygraficznych), a tym samym pomagają w jednoznacznej korelacji horyzontów sejsmicznych. Precyzyjna korelacja jest istotna z punktu widzenia analizy strukturalnej, gdyż przerwanie ciągłości horyzontu pomaga ustalić zrzut i rozciągłość uskoku. Prezentowane rezultaty są przykładem efektywnego wykorzystania atrybutów sejsmicznych jako narzędzia wspomagającego interpretację strukturalną zdjęcia sejsmicznego 3D ZOCA-2, położonego w obrębie basenu Bonaparte, wchodzącego w skład NW szelfu Australii (Frankowicz, 2007).

Interpretację danych sejsmicznych oraz analizę atrybutów sejsmicznych (w module *Post Stack Family* oraz *PAL*) wykonano przy użyciu pakietu *SeisWorks2D3D* firmy *Landmark Graphics Corporation*. Do celów wizualizacji 3D wykorzystano pakiet *Geo Probe*.

### Lokalizacja obszaru badań

Północno-zachodni szelf Australii (NWSA) jest obszarem o jednym z największych potencjałów gazowych na świecie. Lokalnie występują na nim też złoża ropy naftowej (Purcell & Purcell, 1988). NWSA jest pasywną krawę-

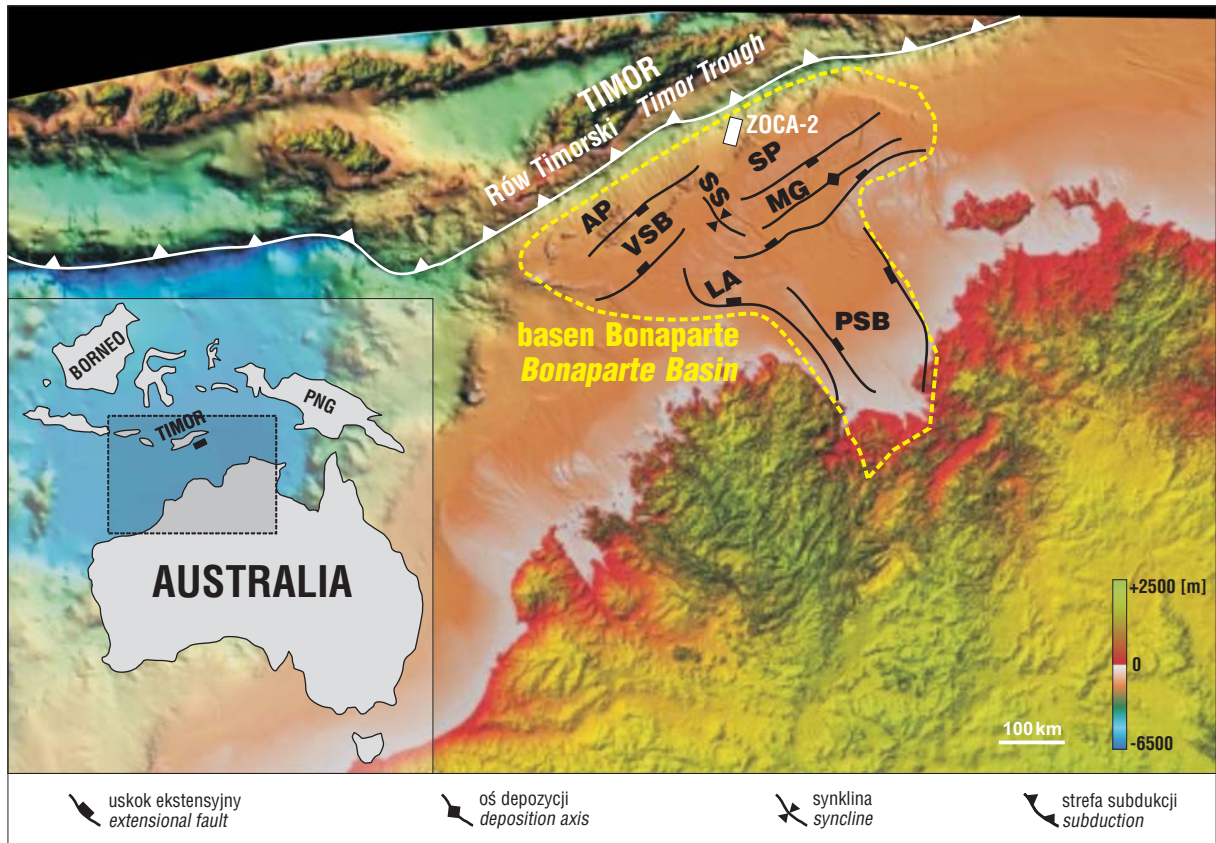
dzią kontynentu, powstała w wyniku kilku faz ryftowania (Baillie i in., 1994). Zdjęcie sejsmiczne 3D ZOCA-2 jest zlokalizowane w N części NWSA (ryc. 1), w obrębie basenu Bonaparte, złożonego z licznych basenów cząstkowych i zrębów tektonicznych.

Deformacje występujące w N części basenu są wynikiem procesów tektonicznych, jakie zachodziły od jury do czwartorzędu. Rezultatem tych procesów jest kilka zespołów uskoku ekstensyjnego, stanowiących system uskoku sprzężonych (ryc. 2). System uskoku sprzężonych powstał w wyniku reaktywacji mezozoicznych uskoku ekstensyjnego, spowodowanej neogeńską kolizją płyty australijskiej z płytą eurazjatycką (Dore & Stewart, 2002; Keep i in., 2002). Kenozoiczny system uskoku o przebiegu NE-SW, który powstał w wyniku kolizji, występuje ponad starszymi strukturami mezozoicznymi o rozciągłości E-W. Wzajemne relacje obydwu systemów mają w tym rejonie istotne implikacje dla zachowania integralności złożowych pułapek strukturalnych, kontrolowanych w większości przez uskoki mezozoiczne.

Basen Bonaparte jest częścią jednej z największych na świecie prowincji gazonośnych, jednak ekonomiczny sukces poszukiwawczy w jego obrębie był do tej pory niewielki — 29% (Ambrose, 2004). Istotnym problemem w omawianym rejonie jest ucieczka węglowodorów z pułapek strukturalnych naruszonych w neogenie. Wskazuje to na potrzebę bardziej zaawansowanych analiz strukturalnych, niezbędnych w celu ograniczenia ryzyka eksploatacyjnego, a uwzględniających skomplikowane relacje przestrzenne pomiędzy uskokami. W ustaleniu tych relacji niezwykle pomocna jest analiza atrybutów sejsmicznych, przeprowadzona już w pierwszej fazie interpretacji danych sejsmicznych w celu wstępnego rozpoznania budowy geologicznej, a także na etapie szczegółowej analizy uskoku oraz weryfikacji interpretacji strukturalnej.

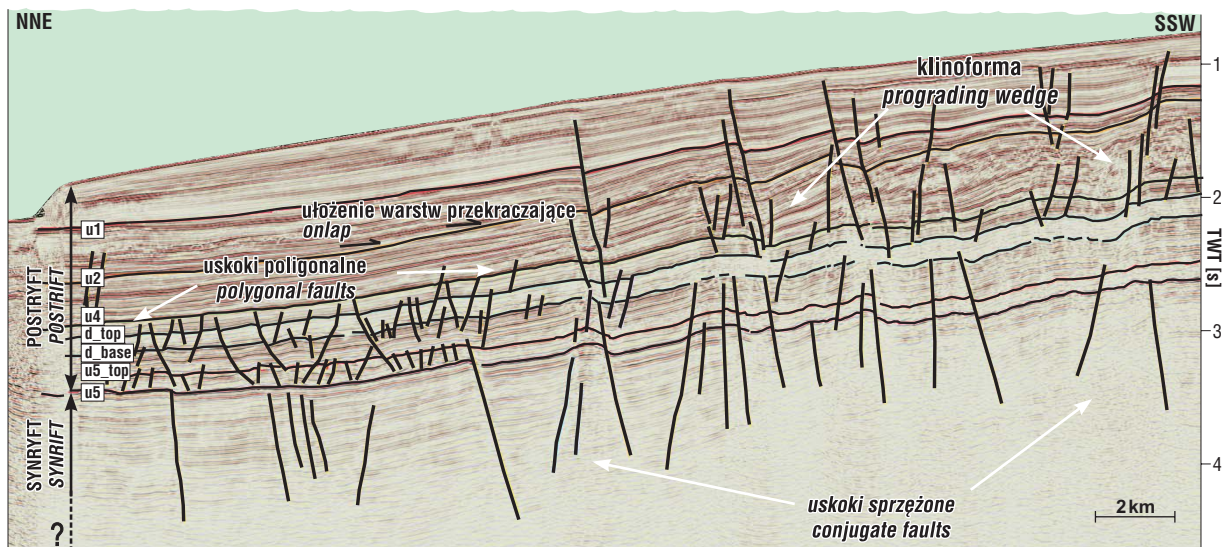
<sup>1</sup>Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

<sup>2</sup>Department of Earth Sciences, Royal Holloway University of London, Egham, Surrey TW20 0EX, UK; edyta@es.rhul.ac.uk



**Ryc. 1.** Lokalizacja zdjęcia sejsmicznego 3D ZOCA-2 oraz głównych jednostek strukturalnych basenu Bonaparte na tle mapy batytopograficznej NWSA: AP — platforma Ashmore, LA — taras Lacrosse, MG — rów Malita, PSB — basen cząstkowy Petrel, SP — platforma Sahul, SS — synklina Sahul, VSB — basen cząstkowy Vulcan

**Fig. 1.** Bathy-topographic map of NWSA showing the location of the seismic survey ZOCA-2 and main structural units of the Bonaparte Basin: AP — Ashmore Platform, LA — Lacrosse Terrace, MG — Malita Graben, PSB — Petrel Sub-basin, SP — Sahul Platform, SS — Sahul Syncline, VSB — Vulcan Sub-basin



**Ryc. 2.** Interpretacja strukturalna profilu sejsmicznego inline 280. Na profilu widoczny jest typ deformacji oraz główne powierzchnie niezgodności ( $u1$  — strop miocenu;  $u2$  — spąg miocenu;  $u4$  — strop kredy;  $u5$  — walanżyn). Horyzonty  $d_{top}$ ,  $d_{base}$  oraz  $u5_{top}$  dzielą pakiet o stałej miąższości pomiędzy  $u4$  a  $u5$  na cztery subpakiety o różnym zapisie sejsmicznym. Niezgodność  $u5$  oddziela megasekwencję synryftową, zbudowaną głównie z piaskowców morskiego szelfu i ilowców pochodzenia morskiego, od megasekwencji postryftowej, na którą składają się ilowce i mułowce pochodzenia morskiego przechodzące w górę profilu w sukcesję węglanową, typową dla pasywnych krawędzi kontynentu. Lokalizację profilu zaznaczono na ryc. 3

**Fig. 2.** Structural interpretation of inline 280 showing the style of deformations and the main unconformities ( $u1$  — top Miocene;  $u2$  — base Miocene;  $u4$  — top Cretaceous;  $u5$  — Valanginian). Horizons  $d_{top}$ ,  $d_{base}$  and  $u5_{top}$  subdivide the uniform package between  $u4$  and  $u5$  into four sub-packages of different seismic character. The  $u5$  unconformity separates the Syn-rift Mega-sequence, composed of marine sandstones and shales, from the Post-rift Mega-sequence that is formed by marine shales and claystones passing up the section into a carbonate succession that is typical of passive margins. See Fig. 3 for the location



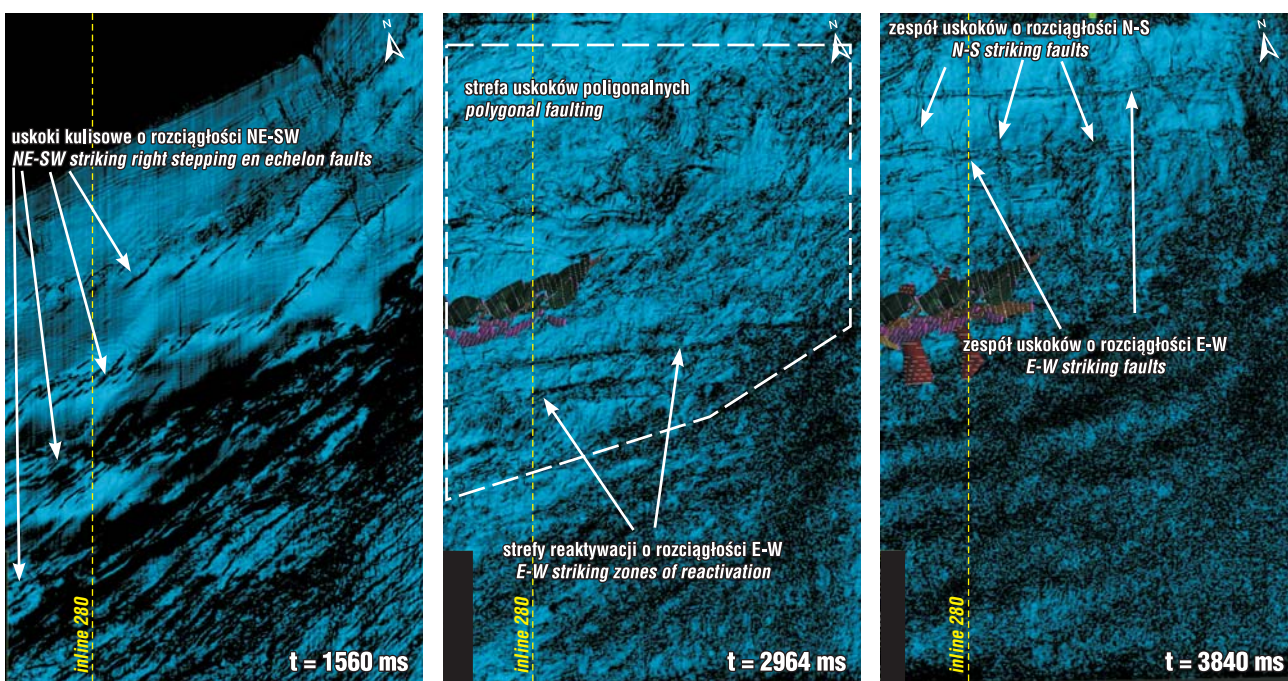
### Rozpoznanie budowy geologicznej

Do wstępnego rozpoznania budowy geologicznej obszaru objętego zdjęciem sejsmicznym ZOCA-2 użyto atrybutu *Semblance*, będącego wartością współczynnika funkcji semblance (*semblance coefficient*), obliczaną dla wejściowych tras sejsmicznych. *Semblance* jest miarą liniowej ciągłości zapisu sejsmicznego. Atrybut ten jest niezwykle pomocny w identyfikacji wszelkich nieciągłości (np. uskoków), które w wersji *Semblance* mają zapis ciągły.

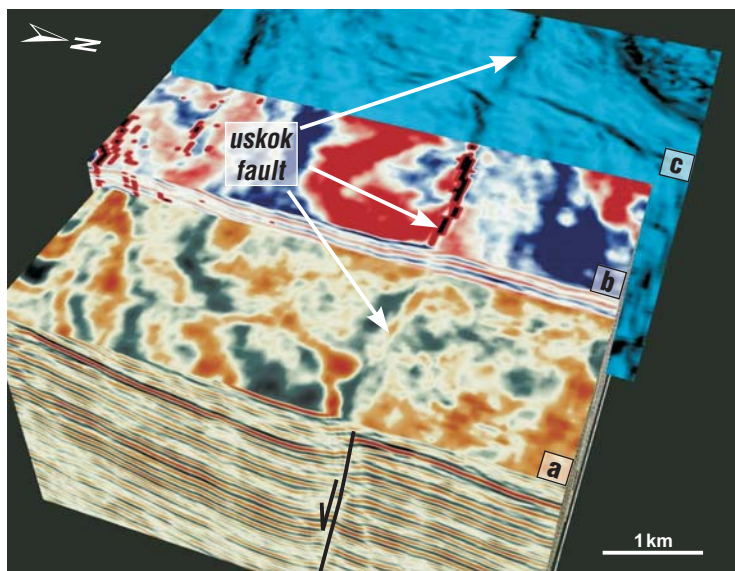
Atrybut *Semblance* został obliczony dla danych sejsmicznych z całego obszaru ZOCA-2. Na jego podstawie łatwo można zidentyfikować typ oraz zasięg deformacji, nie zawsze jednoznacznie wynikające z danych w wersji amplitudowej. Na rycinie 3 przedstawiono wybrane poziome przekroje czasowe zdjęcia sejsmicznego ZOCA-2 w wersji *Semblance*, na których widać, jak z czasem rejestracji (głębokością) zmienia się typ deformacji.

Niezwykle pomocna w lokalizacji stref uskokowych jest kombinacja atrybutu *Semblance* ze standardowym zapisem sejsmicznym w wersji amplitudowej. Otrzymany w ten sposób blok danych nosi nazwę *Combo Volume*. Ta technika wizualizacyjna pozwala na dokładne rozpoznanie w zapisie sejsmicznym stref nieciągłości związanych z uskokami, które na *Combo Volume* zaznaczają się w sposób ciągły (ryc. 4).

W trakcie analizy zdjęcia sejsmicznego ZOCA-2 wizualizacja *Combo Volume* była szczególnie przydatna na etapie wstępnej trójwymiarowej interpretacji strukturalnej. Dane w wersji *Combo Volume* informują bowiem o amplitudzie i jednocześnie ukazują strefy nieciągłości związane z uskokami (ryc. 5). Umożliwiło to jednoznaczną i szybką identyfikację stref o odmiennym stylu zuskokowania, a także ułatwiło określenie wzajemnych przestrzennych relacji pomiędzy uskokami.



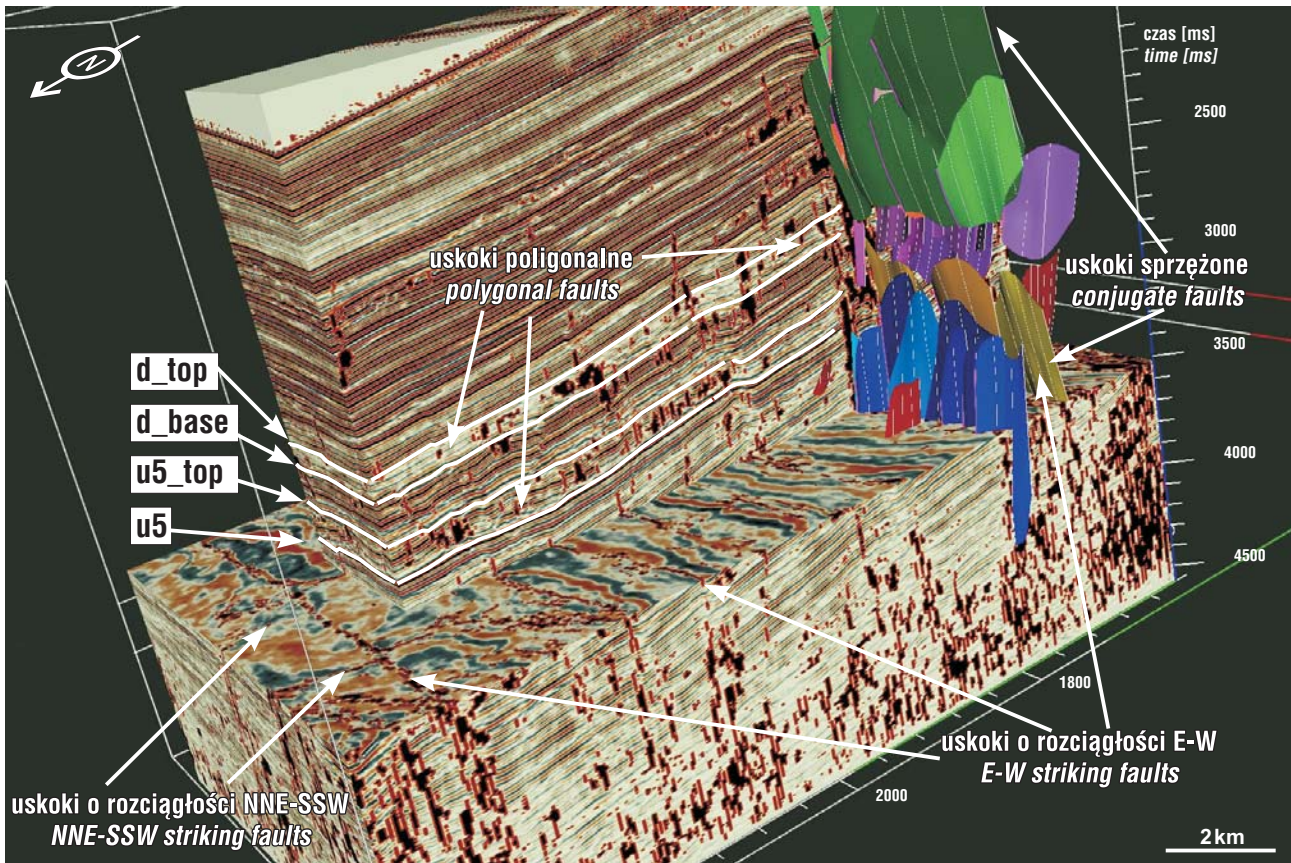
Ryc. 3. Atrybut *Semblance* obliczony dla różnych poziomych przekrojów czasowych  
 Fig. 3. *Semblance* attribute calculated for different time slices



Ryc. 4. Fragment danych sejsmicznych 3D w wersji amplitudowej (a) zestawiony z wizualizacją *Combo Volume* (b), będącą wynikiem kombinacji sejsmicznych danych amplitudowych (a) i atrybutu *Semblance* (c)

Fig. 4. Example of 3D conventional seismic data (a) juxtaposed with *Combo Volume* (b) resulted from combination of amplitude seismic data and *Semblance* attribute (c)





**Ryc. 5.** Fragment danych sejsmicznych 3D ZOCA-2 w wersji *Combo Volume* oraz ich strukturalna interpretacja. Niskie wartości *Semblance* (czarny kolor), odpowiadające słabej ciągłości zapisu sejsmicznego, zostały przedstawione na tle standardowych danych sejsmicznych w wersji amplitudowej

**Fig. 5.** Example of structural interpretation of *Combo Volume* calculated for the 3D seismic data set ZOCA-2. Low *Semblance* values (corresponding to black color) were superimposed on the conventional amplitude seismic data

### Szczegółowa analiza uskoków

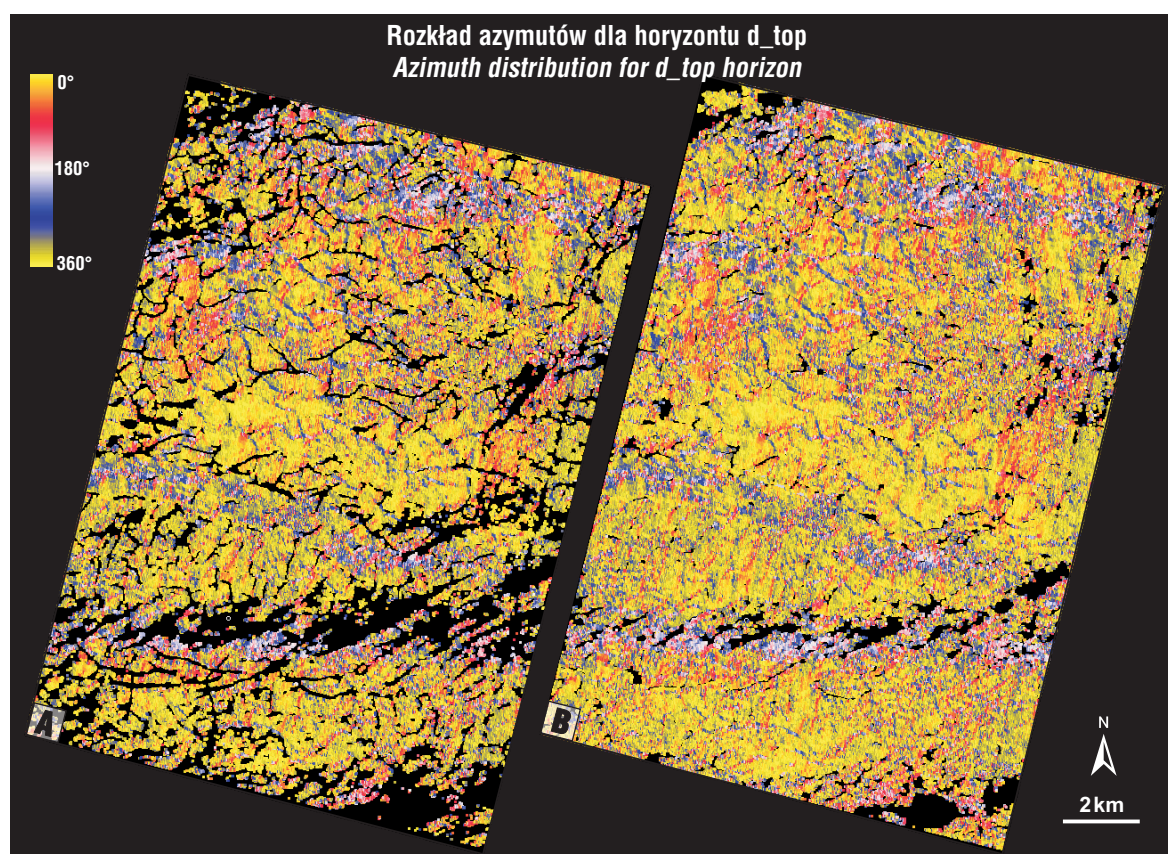
Podczas interpretacji strukturalnej zdjęcia sejsmicznego ZOCA-2 atrybuty sejsmiczne okazały się niezwykle pomocne w detekcji niewielkich (na granicy rozdzielczości sejsmicznej  $\sim 20$  m) struktur, których zasięg (poziomy i pionowy) był trudny do jednoznacznego określenia na podstawie standardowych danych sejsmicznych w wersji amplitudowej. Takimi strukturami są uskoki poligonalne (Cartwright & Dewhurst, 1998; Cartwright i in., 2003), występujące pomiędzy horyzontami *u4* i *u5*, w strefie o słabym zapisie sejsmicznym (ryc. 2). W rozpoznaniu sieci uskoków poligonalnych zasadniczą rolę odegrały takie atrybuty sejsmiczne, jak: relief pozorny (*Shaded Relief*), główna składowa P1 (*P1 Principal Component*) oraz amplituda średnia kwadratowa (*RMS Amplitude*). Atrybuty te zostały obliczone dla horyzontów zidentyfikowanych wcześniej na przekrojach sejsmicznych. Na etapie interpretacji horyzontów istotną rolę odegrał dobór algorytmu automatycznej korelacji. W przypadku horyzontów o słabej ciągłości zapisu oraz niskiej amplitudzie zastosowanie algorytmu opartego na korelacji krzyżowej pomiędzy sąsiednimi trasami, badającego podobieństwo kształtu anomalii sąsiednich tras sejsmicznych, dało znacznie lepsze rezultaty niż zastosowanie algorytmu opartego na podobieństwie wielkości amplitud, wykorzystanego podczas pikowania horyzontów o relatywnie dobrej ciągłości (ryc. 6). Wykorzystanie w

procesie digitalizacji horyzontów funkcji korelacji krzyżowej pozwoliło zatem na znacznie dokładniejszą interpretację uskoków poligonalnych.

Relief pozorny jest atrybutem sejsmicznym 3D należącym do grupy *Reflection Patterns*. Atrybuty tej grupy charakteryzują w zapisie sejsmicznym wszelkie trendy geometryczne, zarówno strukturalne, jak i stratygraficzne. *Shaded Relief* przedstawia pozorną morfologię refleksów sejsmicznych. Tego typu wizualizacja znacznie ułatwia interpretację geologiczną, gdyż eksponuje strukturalne oraz stratygraficzne niuanse budowy geologicznej w przystępny, intuicyjny sposób. Pozorna topografia jest określana na podstawie upadu i azymutu refleksów sejsmicznych. *Shaded Relief* jest zatem atrybutem pokazującym zmianę pozycji refleksu sejsmicznego, związaną z obecnością uskoków bądź zmianami stratygraficznymi. W obszarze zdjęcia sejsmicznego ZOCA-2 atrybut *Shaded Relief* został wykorzystany głównie w celu rozpoznania kształtu sieci uskoków poligonalnych (ryc. 7).

Atrybuty o nazwie *Principal Components* (główne składowe) są atrybutami wykorzystywanymi w analizie podobieństwa kilku do kilkunastu sąsiadujących tras sejsmicznych (atrybuty z grupy *Multi-trace Statistics*). Atrybuty te odzwierciedlają ciągłość zapisu sejsmicznego. Powstają one w wyniku dekompozycji danych sejsmicznych na główne składowe P1, P2 oraz P3. Składowa P1 reprezentuje najbardziej koherentną część danych sejs-





**Ryc. 6.** Rozkład azymutów upadu obliczony dla horyzontu  $d_{top}$ , pikowanego **A)** przy użyciu funkcji korelacji krzyżowej oraz **B)** przy użyciu standardowego algorytmu digitalizacji horyzontów, bazującego na podobieństwie amplitud  
**Fig. 6.** Azimuth distribution calculated for  $d_{top}$  horizon using **A)** picking algorithm based on comparing adjacent traces using cross correlation and **B)** standard autotracking algorithm based on amplitude similarity

micznych, związaną z sygnałem użytecznym. Jest ona miarą ciągłości zapisu sejsmicznego, gdzie wartość 100 odpowiada całkowitej ciągłości zapisu, a wartości mniejsze od 90 oznaczają brak ciągłości. Składowa P1 okazała się niezwykle pomocna w identyfikacji uskoków poligonalnych o małym zrzucie, które nie są widoczne na mapach innych atrybutów (ryc. 7).

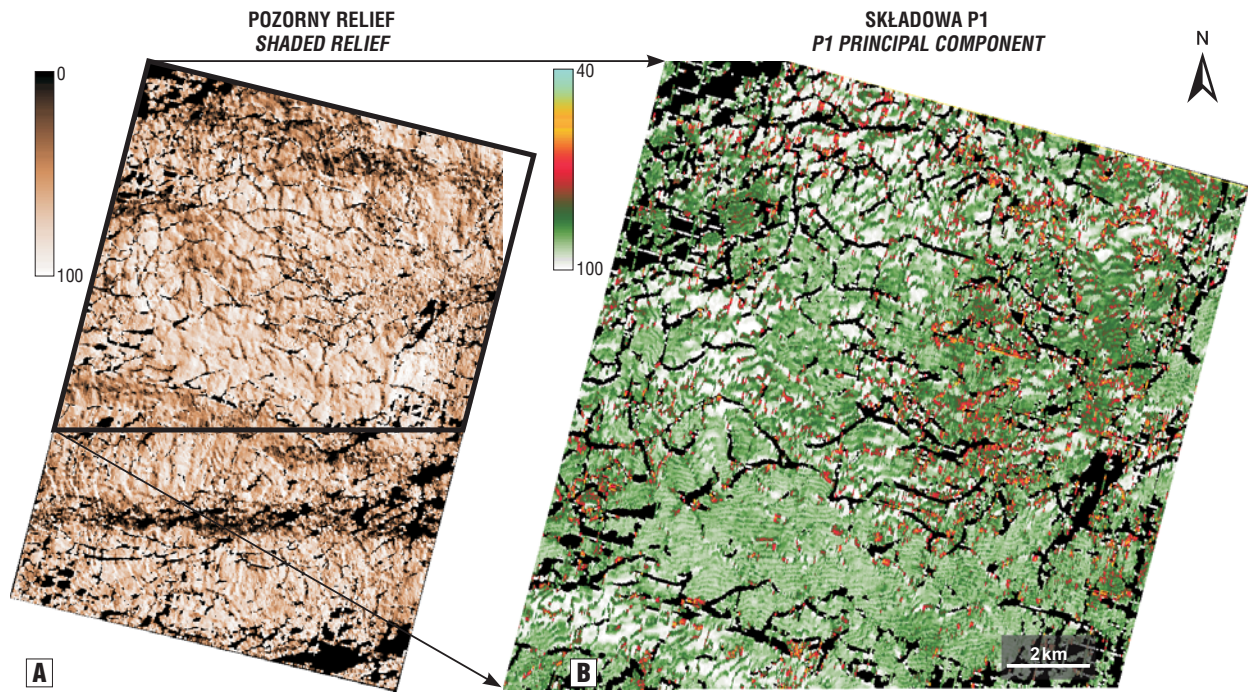
Amplituda średnia kwadratowa okazała się wysoce pomocna w identyfikacji sieci uskoków wzdłuż horyzontów  $u1$ ,  $u2$ ,  $u4$  i  $u5$  (ryc. 2) oraz konstrukcji map strukturalnych tych horyzontów. Istotniejsza była jednak przydatność amplitudy średniej kwadratowej do identyfikacji uskoków poligonalnych. W obrębie pakietu ograniczonego niezgodnościami  $u5$  i  $u4$  można wyróżnić trzy zespoły uskoków ekstensyjnych o relatywnie małym zrzucie, ograniczone przez horyzonty:  $d_{base}-d_{top}$ ;  $u5-u5_{top}$  oraz  $u5-u4$  (ryc. 2). Każdy z tych trzech zespołów tworzy osobny system uskoków poligonalnych, a poligony każdego z nich różnią się kształtem i rozmiarem. Dokładne rozpoznanie sieci uskoków poligonalnych było możliwe tylko za pomocą zaawansowanej analizy atrybutów sejsmicznych, obliczonych dla horyzontów znajdujących się w obrębie pakietu pomiędzy niezgodnościami  $u5$  i  $u4$ . Podczas gdy atrybut *Shaded Relief*, obliczony dla horyzontu  $d_{top}$ , pokazuje regularną sieć poligonów o średnicy około 1 km (ryc. 7), na rozkładzie amplitudy przekątnej kwadratowej obliczonej dla horyzontu  $u5_{top}$ , w bramce czasowej o szerokości 10 ms, umieszczonej 35 ms poniżej horyzontu  $u5_{top}$ , można zidentyfikować dwa systemy uskoków poli-

gonalnych: 1) system nieregularnych poligonów o relatywnie dużej przekątnej (~ 3 km) oraz 2) regularną sieć uskoków, tworzących poligony o bardzo małej przekątnej (~ kilkadziesiąt do 200 m) — ryc. 8. Te niewielkie uskoki, ze względu na swój rozmiar oraz słabej jakości zapis sejsmiczny w obrębie pakietu, w którym występują, są trudne do identyfikacji na pionowych sekcjach sejsmicznych i nierozpoznawalne na poziomych przekrojach sejsmicznych w standardowej wersji amplitudowej.

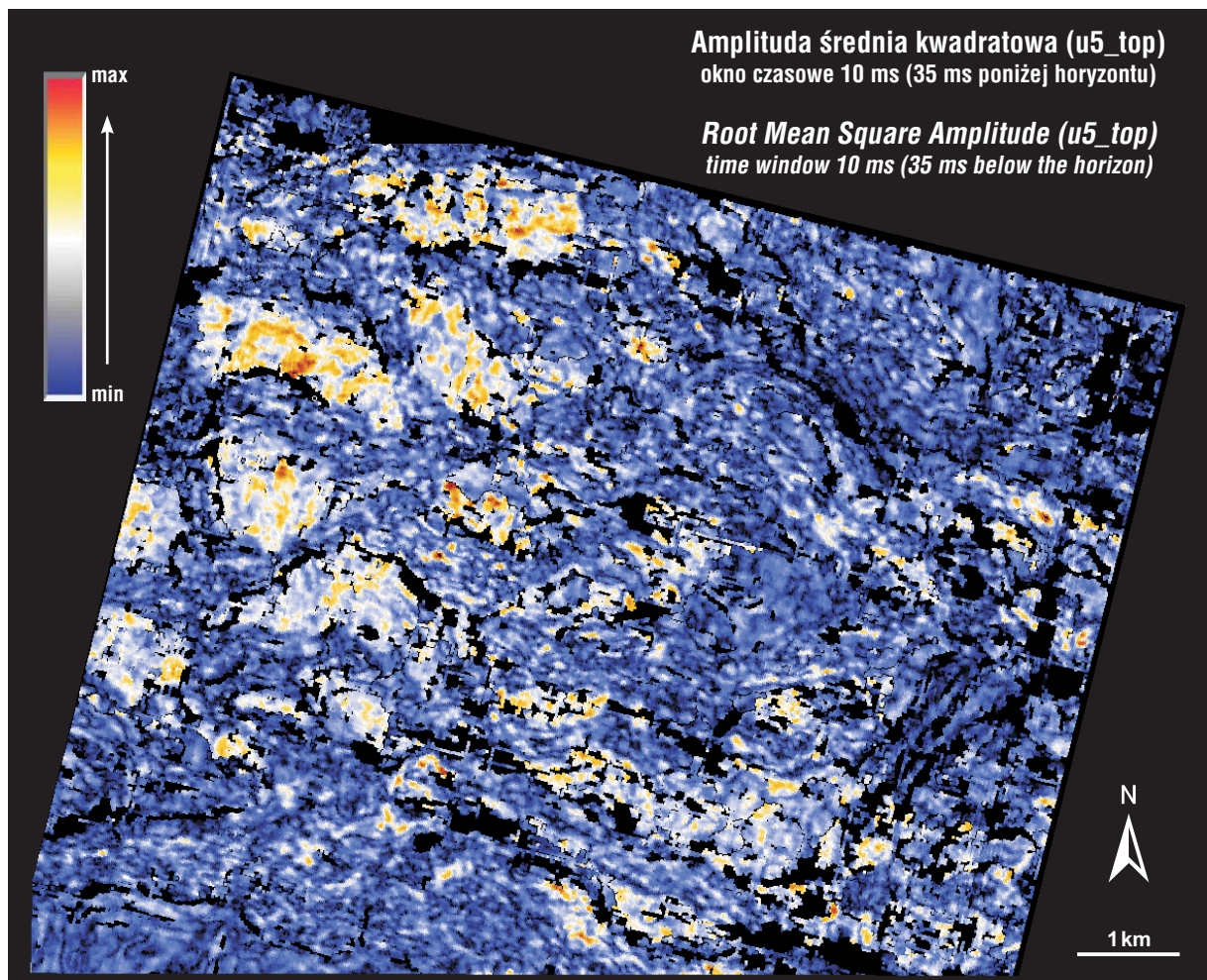
#### Wizualizacja oraz weryfikacja interpretacji strukturalnej

Atrybuty sejsmiczne wykorzystano również na końcowym etapie przestrzennej analizy strukturalnej jako narzędzie weryfikacyjne. Trójwymiarowa wizualizacja uskoków umożliwiła czytelne i jednoznaczne określenie przestrzennych zależności pomiędzy lokalizacją stref związanych z obecnością mezozoicznych uskoków o rozciągłości W-E, a występującymi ponad nimi neogeńskimi, kulisowymi uskokiemi o orientacji SW-NE, tworzącymi razem system uskoków sprzężonych. Atrybuty sejsmiczne przydatne były także w identyfikacji NNE-SSW trendu strukturalnego, ujawniającego się po długich czasach rejestracji, związanego z obecnością synsedymenacyjnych uskoków listrycznych zapadających na E. Atrybuty sejsmiczne zestawione z danymi sejsmicznymi w wersji amplitudowej oraz wyinterpretowanymi horyzontami i uskokiemi umożliwiły ocenę oraz weryfikację interpretacji strukturalnej.





**Ryc. 7.** Sieć uskoków poligonalnych widoczna na mapach atrybutów sejsmicznych (A) reliefu pozornego oraz (B) składowej P1, obliczonych dla horyzontu *d\_top* NW fragmentu zdjęcia sejsmicznego  
**Fig. 7.** Polygonal faulting revealed on seismic attributes maps (A) *Shaded Relief* and (B) *P1 Principal Component*, calculated for *d\_top* horizon within NW part of the seismic survey



**Ryc. 8.** Amplituda średnia kwadratowa obliczona dla horyzontu *u5\_top* w oknie czasowym o szerokości 10 ms, znajdującym się 35 ms poniżej horyzontu  
**Fig. 8.** RMS Amplitude calculated for *u5\_top* horizon using 10 ms time window shifted 35 ms below the horizon

## Podsumowanie

Przedstawione w tym artykule wyniki zastosowania atrybutów sejsmicznych w interpretacji strukturalnej potwierdzają ich znaczącą rolę w szczegółowym rozpoznaniu ośrodka geologicznego. Analiza atrybutów pozwala na „odczytanie” z danych sejsmicznych wielu cennych informacji o budowie ośrodka, które niejednokrotnie nie są widoczne w standardowym, amplitudowym zapisie sejsmicznym. Szczególną rolę w detekcji uskoku odgrywają atrybuty prezentujące ciągłość zapisu sejsmicznego (*Semblance* i *Principal Component*) oraz te, które pozwalają na śledzenie trendów geometrycznych w zapisie sejsmicznym (*Shaded Relief*, amplituda średnia kwadratowa).

Analiza atrybutów zdjęcia sejsmicznego ZOCA-2 ujawniła dużo bardziej złożoną budowę ośrodka, niż można by było wnioskować na podstawie konwencjonalnego zapisu sejsmicznego. Dzięki zastosowaniu tej metody dokładnie rozpoznano system uskoku poligonalnych i ustalono relacje przestrzenne między uskoku mezozoicznymi kontrolującymi większość pułapek strukturalnych w tym rejonie, umożliwiając w ten sposób wstępne oszacowanie szczelności tych pułapek.

Prezentowane rezultaty są częścią rozprawy doktorskiej *Ewolucja tektoniczna północno-zachodniego szelfu Australii (basen Bonaparte) w oparciu o zintegrowaną interpretację danych sejsmicznych 3D*, przygotowanej w Katedrze Geofizyki AGH pod opieką prof. Kaji Pietsch. Dane sejsmiczne wykorzystane w niniejszej pracy zostały udostępnione przez *Geoscience Australia*. Część badań zrealizowano w Royal Holloway University of London, Department of Earth Sciences w ramach stypendium UE — Marie Curie Fellowships.

## Literatura

- AMBROSE G.J. 2004 — The ongoing search for oil in the Timor Sea, Australia. Timor Sea Petroleum Geoscience. Proceedings of the Timor Sea Symposium, Darwin, Northern Territory, 19–20 June, 2003, Northern Territory Geological Survey, Sp. Publication, 1: 3–22.
- BAILLIE P.W., POWELL C.McA., LI Z.X., RYALL A.M. 1994 — The tectonic framework of western Australia's Neoproterozoic to Recent sedimentary basins. [In:] Purcell P.G. & Purcell R.R. (Eds), The Sedimentary Basins of Western Australia. Proceedings Petroleum Exploration Society of Australia, Perth, 1994 : 45–62.
- CARTWRIGHT J.A. & DEWHURST D. 1998 — Layer-bound compaction faults in fine-grained sediments. Bull. Geol. Soc. Amer., 110: 1242–1257.
- CARTWRIGHT J.A., JAMES D. & BOLTON A. 2003 — The genesis of polygonal fault system: a review. [In:] Van Rensbergen P., Hillis R.R., Maltman A.J. & Morley C.K. (Eds), Subsurface Sediment Mobilization. Geol. Soc., London, Sp. Publications, 216: 223–243.
- DORE A.G. & STEWART I.C. 2002 — Similarities and differences in the tectonics of two passive margins: the Northeast Atlantic Margin and the Australian North West Shelf. [In:] Keep M. & Moss S. (Eds), The Sedimentary Basins of Western Australia 3. Proceedings of the Petroleum Exploration Society of Australia, Perth, 2002: 89–117.
- FRANKOWICZ E. 2007 — Ewolucja tektoniczna północno-zachodniego Szelfu Australii (basen Bonaparte) w oparciu o zintegrowaną interpretację danych sejsmicznych 3D. Bibl. Główn. AGH, Kraków.
- KEEP M., CLOUGH M. & LANGHI L. 2002 — Neogene tectonics and structural evolution of the Timor Sea region, NW Australia. [In:] Keep M. & Moss S. (Eds), The Sedimentary Basins of Western Australia 3. Proceedings of the Petroleum Exploration Society of Australia, Perth, 2002: 341–353.
- PURCELL P.G. & PURCELL R.R. 1988 — The North West Shelf, Australia — An Introduction. [In:] Purcell P.G. & Purcell R.R. (Eds), The North West Shelf, Australia. Proceedings of the Petroleum Exploration Society of Australia, Perth, 1988: 3–15.
- TANER T.M. & SHERIFF R.E. 1977 — Application of amplitude, frequency and other attributes to stratigraphic and hydrocarbon determination. [In:] Payton C.E. (Eds), Applications to hydrocarbon exploration, AAPG Memoir, Tulsa, 26: 301–327.
- TANER T.M., KOEHLER F. & SHERIFF R.E. 1979 — Complex seismic trace analysis. Geophysics, 44 (6): 1041–1063.

Praca wpłynęła do redakcji 12.06.2007 r.  
Po recenzji akceptowano do druku 10.07.2008 r.