

## Uwzględnienie prędkości DMO w konstrukcji modelu prędkościowego w celu poprawienia odzwierciedlenia budowy strukturalnej zapadliska przedkarpackiego (na przykładzie zdjęcia sejsmicznego Rudka 3D)

Krzysztof Dzwinel\*, Anna Haber\*\*, Jolanta Raczyńska\*\*\*

Użycie przy budowie modelu głębokościowego prędkości składania, prędkości DMO, daje nam więcej informacji o rozkładzie stref anomalnych prędkości (związanych zarówno ze stratygrafią jak i zmianami facjalnymi), niż informacje pochodzące jedynie z otworów. Zadanie prędkości na etapie standardowego processingu jest przede wszystkim związane z jakością sejsmiki w domenie czasu (ciągłością, siłą refleksu, redukcją szumów, dobrym umiejscowieniem reflektora). Duża liczba punktów analiz prędkości i ich usytuowanie w pobliżu otworów daje możliwość kalibracji tych pomiarów danymi pomierzonymi bezpośrednio w otworach, a to z kolei umożliwia bardziej obiektywną (opartą na wynikach pomiarowych) konwersję czasowo-głębokościową. Dodatkowo prawdopodobieństwo wytypowania miejsc występowania węglowodorów zwiększają analizy atrybutów. Poniżej przedstawiono problem wykorzystania prędkości DMO w rejonie zdjęcia sejsmicznego Rudka 3D.

**Słowa kluczowe:** prędkości DMO, klasteryzacja, metryka Manhattan, kroskorelacja, złoż Rudka, atrybuty sejsmiczne, rozkład normalny

Krzysztof Dzwinel, Anna Haber & Jolanta Raczyńska — **DMO velocity as an aid in constructing velocity model for improving an image of Carpathian Foredeep structures (survey Rudka 3D— SE Poland).** *Prz. Geol.*, 49: 445–447.

*S u m m a r y.* Stacking velocities (DMO velocities) were used in order to build a more accurate velocity–depth model. The previous approach based only on borehole data could not give any information on the distribution pattern of velocity anomaly zones (associated with stratigraphic and facies changes). This new information turned out to be valuable even though a basic primary function of stacking velocities is to improve the quality of seismic time section in terms of continuity, reflection strengths, noise attenuation and good (real) location of reflectors. A large number of velocity analysis points and their locations near boreholes enables to calibrate stacking velocities by comparing those obtained from direct measurements in boreholes. The results of performed measurements indicated that a time–depth conversion is more objective. In addition, the analysis of seismic attributes increases the probability of hydrocarbon location pinpointing. An example of using DMO velocities in the area of the Rudka 3D seismic project is presented.

**Key words:** DMO velocity, cluster analysis, Manhattan classifier, cross–correlation, gas field Rudka, seismic attributes, normal distribution

Nowe badania sejsmiczne Rudka 3D, we wschodniej części zapadliska przedkarpackiego, w rejonie zrębu Ryszowej Woli (ryc. 1) wskazują na dużą zmienność litologiczno-facjalną w utworach miocenu (Krzywiec, 1999), szczególnie nad zrębem, oraz na jego skłonach. W utworach tych występują niewielkie, wielopoziomowe złoża gazu. Dokładne analizy strukturalne mogą przyczynić się do wskazania nowych, interesujących pod względem poszukiwawczym miejsc (Filo & Kachlik, 2000).

Konwersja czasowo-głębokościowa jest jednym z podstawowych problemów interpretacji zdjęcia sejsmicznego (Fink, 1999, 2000). Metodyka pomiaru sejsmicznego standardowo prowadzi do wyniku w domenie czasu, mimo operowania w trakcie processingu różnymi formami prędkości. Zadaniem prędkości sumowania, NMO, czy też DMO jest uzyskanie sekcji sejsmicznej o najkorzystniejszym stosunku sygnału do szumu oraz właściwego umiejscowienia granic refleksyjnych (eliminacji wpływu migracji na wynik zdjęcia sejsmicznego). Pomiar prędkości *in situ* wykonywane w otworach wiertniczych, takie jak profilowanie akustyczne, są doświadczeniem fizycznym innym niż pomiar sejsmiczny. Dla kalibracji pomiarów akustycznych z pomiarem sejsmicznym wykorzystuje się pomiar prędkości średnich teoretycznie obciążony mniejszym błędem, o dużym podobieństwie do pomiaru sejsmicznego

(odbicia od granic refleksyjnych zlokalizowanych w otworze, podobny zakres częstotliwościowy). W sumie dysponujemy dwoma grupami prędkości (*soft data & hard data*) (Lee & Xu, 2000);

□ prędkości wykorzystywane w processingu sejsmicznym, w punktach analiz prędkości rozrzuconych dość gęsto na całym zdjęciu 3D lub profilu sejsmicznym,

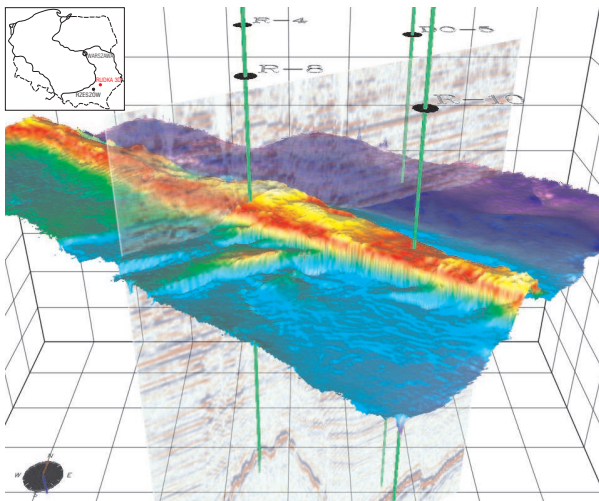
□ pomiary prędkości w miejscu otworów wiertniczych, precyzyjne dla konwersji czasowo-głębokościowej lecz bardzo rzadko rozmieszczone na badanym obszarze (często całkowity ich brak).

Na obszarze zdjęcia sejsmicznego Rudka 3D o powierzchni ok. 110 km<sup>2</sup> dysponujemy czterema pomiarami prędkości średnich i 118 punktami analiz prędkości z processingu. Budowa modelu w oparciu o cztery punkty pomiarowe, z zastosowaniem interpolacji i ekstrapolacji jest niedostateczna, chociażby z uwagi na koncentrację danych pomierzonych w rejonie zrębu Ryszowej Woli. Skomplikowana litostratygraficzna budowa miocenu oraz niejednokrotnie niejednoznaczna korelacja granic refleksyjnych powodują, że interpolacja strukturalna uwzględniająca kształt skorelowanych horyzontów może być niewystarczająca. Wykorzystanie dość gęstej sieci punktów analiz prędkości (1 punkt średnio na 0,95 km<sup>2</sup>), mimo ich zupełnie innego zadania fizycznego umożliwi prześledzenie miejsc o anomalnych wartościach prędkości i prowadzi do dokładniejszej transformacji czasowo-głębokościowej (ryc. 2, 3). Przed użyciem prędkości DMO do transformacji należy przeprowadzić kalibrację danymi pomierzonymi w otworach. W najprostszych przypadkach jest to podzielenie najbliższych hodografów jednej i drugiej grupy prędkości

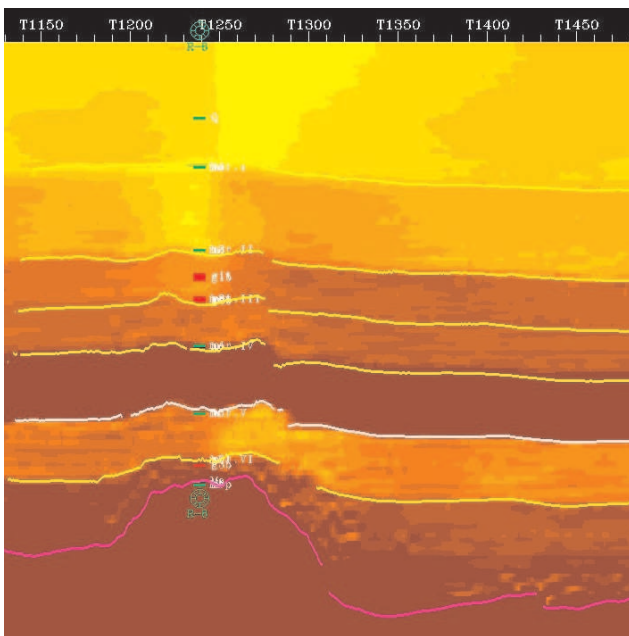
\*Geofizyka Kraków Sp. z o. o. ul. Łukasiewicza 3, 31-429 Kraków; k.dzwinel@geofizyka.krakow.pl

\*\*a.haber@geofizyka.krakow.pl

\*\*\*j.raczynska@geofizyka.krakow.pl

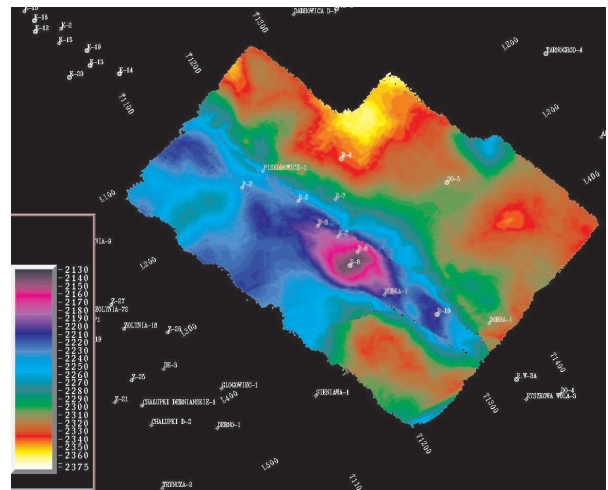


Ryc. 1. Zrąb Ryszkowej Woli na obszarze zdjęcia 3D  
Fig. 1. The Ryszkowa Wola ridge on the 3D project area

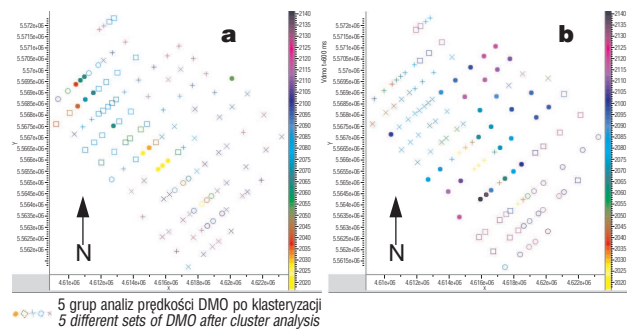


Ryc. 2. Rozkład prędkości DMO w wersji prędkości interwałowych po kalibracji wzdłuż profilu sejsmicznego  
Fig. 2. Distribution of interval velocity after calibration along seismic line

i ich strukturalnej interpolacji i ekstrapolacji (*Depth Team Express*). Dla zbadania rozkładów prędkości DMO i oceny ich jakości oraz porównania z czterema danymi z otworów, wybrano metody kroskorelacji i klasteryzacji (ryc. 4) w aplikacji RAVE (Page, 1999). Opisana procedura trans-



Ryc. 3. Mapa skalibrowanych prędkości DMO wzdłuż granicy wewnątrzmioceniowej  
Fig. 3. Distribution of DMO velocity for Miocene seismic reflector (after calibration)



Ryc. 4. Klasteryzacja hodografów prędkości DMO: a) w oknie poziomu mioceniowego; b) w pełnym zakresie czasowym  
Fig. 4. Cluster analysis of DMO velocity hodographs: a) in miocene horizon window; b) in full range of time

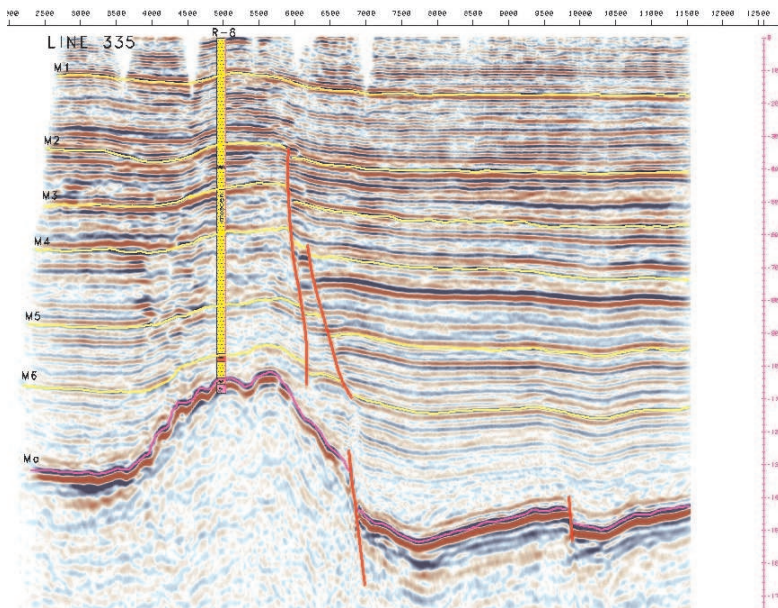
formacji czasowo-głębokościowej pozwala na poprawne rozwiązanie problemu kształtu struktur (ryc. 5).

W celu weryfikacji stref prędkości kompleksowych posłużono się metodami klasyfikacji okna trasy sejsmicznej dla wybranego poziomu. Jedną z bardziej interesujących metod jest porównywanie okien miarą podobieństwa Manhattan (ryc. 6, 7). Algorytm ten rozбивa trasy sejsmiczne na zbiory, które możemy przyporządkowywać różnym strefom prędkościowym. Wychodząc z założenia modelu spłotowego trasy sejsmicznej przy założeniach niskiego szumu, stacjonarności czasowej i przestrzennej fali elementarnej, dodatkowo zakładając mniejszy wpływ zmian gęstości od zmian prędkościowych i brak ostrych nieciągłości wzdłuż analizowanej formacji

Tab. 1. Tabela parametrów rozkładu współczynników RC dla miocenu z rejonu RUDKA 3D i przykładowych współczynników RC monokliny przedsudeckiej

Table 1. Histograms reflection coefficients for Miocen of the region Rudka 3D and stratigraphic units of the Fore-Sudetic Monocline

	Średnia	Minimum	Maksimum	Kwartył 1	Kwartył 3	Skośność	Splaszczenie
Rudka-4	0,000263	-0,24133	0,21824	-0,01131	0,01117	-0,208481	21,05346
Rudka-8	0,000878	-0,18105	0,32609	-0,01228	0,01216	1,923114	22,69371
Rudka-10	0,000526	-0,22446	0,30747	-0,00990	0,01051	1,962229	46,25461
Piskorowice-2	0,000976	-0,16612	0,22521	-0,01367	0,01418	0,979098	12,69087
Dobra-5	0,000518	-0,14533	0,23538	-0,01087	0,01205	0,431149	12,68258
Pakosław-2	0,001096	-0,29220	0,19022	-0,01548	0,01935	-0,636659	7,59614
Pakosław-4	0,000744	-0,20011	0,18897	-0,01355	0,15310	-0,508032	6,34461



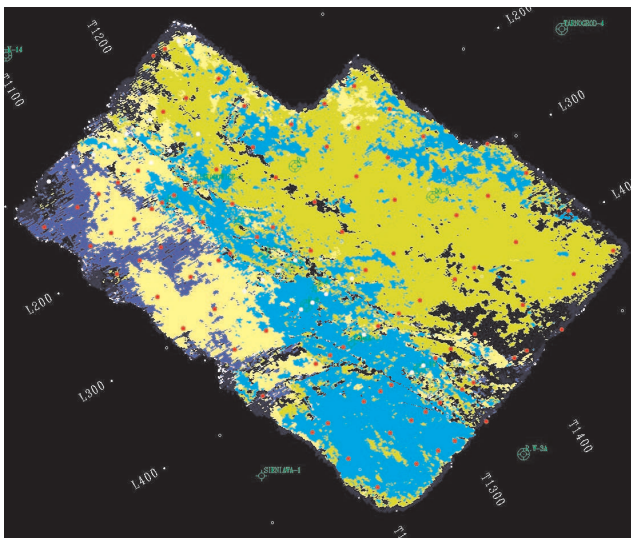
stopniu spłaszczenia (*kurtosis*; tab. 1). Zapadlisko przedkarpackie jest rejonem występowania wielu znanych złóż węglowodorów. Przy użyciu dokładnych, wieloaspektowych i kompleksowych badań geofizycznych stopień ich rozpoznania, jak również możliwości odkrycia nowych złóż mogą się znacznie zwiększyć.

**Znaki zastrzeżone:** Depth Team Express i Rave przez Landmark A Haliburton Company.



**Ryc. 5.** Wynik transformacji czasowo-głębokościowej

**Fig. 5.** Result of time — depth conversion

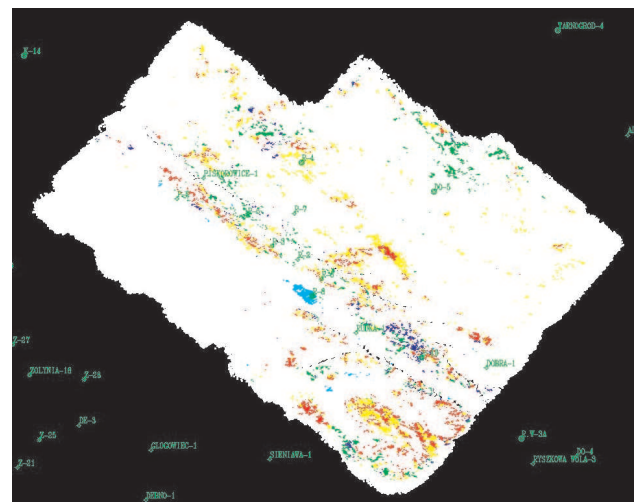


**Ryc. 6.** Klasyfikacja sygnału sejsmicznego dla granicy mioceńskiej miarą podobieństwa Manhattan

**Fig. 6.** Wavelet classification for miocen seismic reflector using the Manhattan classifier

miocennej, algorytm ten klasteryzuje pole prędkości rozważanego okna czasowego. Jest to dodatkowa możliwość analizy informacji sejsmicznej zawartej w interwale czasowym wokół interesującego poziomu mioceńskiego. Algorytm ten nie wyodrębnia oddzielnych atrybutów sejsmicznych (Raczyńska i in., 2000) z bramki analizowanego okna (takich jak, np.: *average*; *peak*, *trough* lub *absolute amplitude*, *maximum peak amplitude*, *kurtosis in amplitude*, *average reflection strength*, *slope of instantaneous frequency*, *effective bandwidth*, *average zero crossing response frequency*, *energy half-time*, *number of peaks*, *perigram* × *cosine of phase* itd.), lecz na podstawie całej bramki tworzy syntetyczną mapę wydzielającą obszary o podobnych zapisach sejsmicznych.

Trudności poszukiwawcze w basenie trzeciorzędowym zapadliska przedkarpackiego są związane między innymi z wykształceniem utworów mioceńskich, w których współczynniki odbicia mają rozkład bliski normalnemu o wysokim



**Ryc. 7.** Obszary podobieństwa sygnału sejsmicznego dla granicy mioceńskiej ( $\pm 20$  ms)

**Fig. 7.** The area of seismic wavelet similarity for miocen reflector ( $\pm 20$  ms)

## Literatura

- FILO M. & KACHLIK J. 2000 — Opracowanie wyników badań sejsmicznych temat: Rudka 3D. — XI.Arch. Geonafta — Warszawa.
- FINK L. 1999/2000 — Some Fundamentals of Depth Conversion — Part 1 & Part 2 — User Net The Technical Newsletter for Landmark Users; 07/08/09.1999; 1–8; 01/02/03.2000; 16–23.
- LEE W. B. & XU W. 2000 — 3D geostatistical velocity modeling: Salt imaging in geopressured environment — The Leading Edge I, 19: 32–36.
- PAGE A. 1999 — Using RAVE to Augment Depth Team Workflows — User-Net The Technical Newsletter for Landmark Users; 10/11/12.1999; 6–16.
- KRZYWIEC P. 1999 — Mioceńska ewolucja tektoniczna wschodniej części zapadliska przedkarpackiego (Przemysł–Lubaczów) w świetle interpretacji danych sejsmicznych. Analiza basenu trzeciorzędowego Przedkarpacia. Pr. Państw. Inst. Geol., 168: 249–276.
- RACZYŃSKA J., HABER A. & DZWINEK K. 2000 — Wykorzystanie aplikacji RAVE systemu Open Works w interpretacji atrybutów sejsmicznych. — Spotkanie użytkowników stacji interpretacyjnych Landmarka — 4–6.X.2000.
- RACZYŃSKA J., HABER A. & DZWINEK K. 2000 — Nowe elementy w interpretacji atrybutów sejsmicznych na przykładzie wybranych zdjęć sejsmicznych 3D rejonu przedgórze Karpat — Konferencja naukowo-techniczna GEOPETROL 2000. 25–28.09.2000.