

Zastosowanie procedury *mistie reduction* do oceny i poprawy jakości danych używanych do konstruowania map sejsmicznych

Bartosz Papiernik*,**, Jarosław Gładzik*, Piotr Krzywiac**

Konstruowanie cyfrowych map i modeli strukturalnych, przy udziale komputerowo wspomaganego interpretacji sejsmiki refleksyjnej, staje się obecnie standardem tak w zakresie kartografii węgłębnej, jak i prospekcji naftowej. Modelowania te wymagają zastosowania wyspecjalizowanego oprogramowania, takiego jak np. interpretacyjne moduły oprogramowania firmy Landmark — służący do interpretacji sejsmiki program SeisWorks 2D i 3D i zintegrowany z nim za pośrednictwem bazy danych OpenWorks, program ZMAP-Plus, umożliwiający konstruowanie map konturowych na podstawie modelu numerycznego (*grid*). Mapy strukturalne — dla potrzeb prospekcji naftowej — konstruowane na podstawie danych sejsmicznych, wymagają szczególnie wysokiej precyzji. W tym kontekście do kluczowych funkcji programu ZMAP-Plus należy zaliczyć procedury umożliwiające ocenę zgodności modeli z danymi wejściowymi (np. *Quality Assurance*), a zwłaszcza umożliwiającą ocenę i poprawę jakości sejsmicznych danych wejściowych procedurę *Mistie Reduction (MR)*. Idea procedury *MR* polega na wyeliminowaniu z danych często występujących na krzyżówkach profili sejsmicznych niedowiazań (*misties*). W zależności od wybranej opcji program wykazuje nieznaczna migrację przetwarzanych horyzontów w sposób losowy, bądź migracji profili uznanych za obciążone błędem względem profili reperowych (wskazanych w postaci listy). Najbardziej zaawansowana opcja procedury umożliwia wykonanie redukcji niedowiazań dla obecnie przetwarzanego horyzontu, jak również dla horyzontów wyżej i niżejleżących.

Doskonałą okazję do wnikliwego przetestowania opisywanej opcji programu ZMAP-Plus stanowiło skonstruowanie dla rejonu Biszczka-Księżpól map czasowych czterech śródmioceńskich horyzontów sejsmicznych oraz mapy horyzontu wiążanego ze stropem badeńskich ewaporatów. Zinterpretowane dane sejsmiczne były stosunkowo wysokiej jakości i poszczególne horyzonty zostały na poszczególnych profilach zidentyfikowane i skorelowane w sposób dość pewny. Największym problemem był fakt, iż dane sejsmiczne były pomierzone w różnych latach, za pomocą różnej aparatury i z różnymi parametrami, co spo-

wodowało, iż występują obecnie istotne przesunięcia pionowe między różnymi grupami profili. W celu sprawdzenia jakości danych wejściowych dla każdego z horyzontów wykonano następującą sekwencję przetwarzania numerycznego: 1) przeprowadzono redukcji niedowiazań; 2) obliczenie na podstawie „surowych” i zmodyfikowanych danych wstępnych modeli numerycznych; 3) wizualizacja na wspólnym podkładzie obydwu modeli z uzupełnieniem obrazu obliczonymi wartościami niedowiazań, przedstawionymi w postaci mapy lokalizacyjnej.

Analiza otrzymanych rozkładów strukturalnych i rozkładów błędów pozwoliły zebrać wiele obserwacji dotyczących jakości danych wejściowych i możliwości ich poprawy za pomocą procedury *MR*:

□ Obserwowane niedowiazenia osiągają bardzo znaczne rozmiary dochodzące w obrębie horyzontów śródmioceńskich do 40 ms, satysfakcjonującą dokładność większą niż 5 ms wykazuje zaledwie ok. 50% krzyżówek. W obrębie poziomu ewaporatów maksymalne niedowiazenia sięgają 98 ms, a dokładność wyższą niż 5 ms wykazuje zaledwie 30% krzyżówek (dokładność większą niż 10 ms – 49%).

□ Dla horyzontów śródmioceńskich dominująca część niedowiazań przekraczających 10 ms układa się wzdłuż kilku (4–5) profili sejsmicznych, na ogół biegnących poprzecznie względem rozciągłości struktur geologicznych. Rozbieżności notowane na krzyżówkach profili są tak duże, że zastosowanie procedury *MR* nie niweluje ich, a co gorsza, w wielu przypadkach na krzyżówkach sąsiednich profili często zaznacza się pogorszenie zgodności. W rezultacie modele (mapy) obliczone na podstawie danych „surowych” i „poprawionych” wykazują istnienie sztucznych struktur, biegnących równoległe do źle dowiązanych profili, rozbijając synkliny i antykliny obserwowane na obszarze badań, na wiele mniejszych kopuł i niecek. Są to oczywiście struktury pozorne.

□ W obrębie stropu horyzontu wiążanego ze stropem ewaporatów przestrzenny rozkład niedowiazań nie jest tak klarowny, gdyż na ogół obserwowane tu rozmiary rozbieżności przekraczają 10 ms. Można jednak wyróżnić kilka profili wykazujące na krzyżówkach niedowiazenia przekraczające konsekwentnie wartość ± 15 ms.

□ Obserwowane niedowiazenia mają charakter niestacjonarny, tzn. zmieniają się one zarówno wzdłuż profili, jak i z głębokością (są nieznacznie różne dla poszczegól-

*Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

nych horyzontów). Niestabilność ta w zasadzie pozbawia sensu stosowania bardziej zaawansowanych opcji *MR*.

□ Rozmiary niedowiazań nie wiążą się w konsekwentny sposób z wiekiem profili sejsmicznych, gdyż oprócz profili wykonanych w latach 70 i 80. dotyczą również — choć w dużo mniejszym zakresie — profile wykonanych w drugiej połowie lat 90.

Zdecydowano, że ze zbiorów danych wejściowych należy usunąć wprowadzające niedokładności profile sejsmiczne. Dla horyzontów śródmioceńskich redukcja objęła cztery do pięciu profili, które eliminowano w całości lub rzadziej częściowo. Zmodyfikowane dane ponownie poddano procedurze *MR*, która w tym przypadku przyniosła zadawalającą poprawę jakości. Redukując obserwowane niedowiażania do poziomu poniżej 7,5 ms (ok. 80% krzyżówek wykazuje niedowiażania nie przekraczające 5 ms). Zasadnicza poprawa jakości danych uwidacznia się również w zwiększeniu ciągłości obliczonych na ich podstawie map czasowych, które wykazują znacznie mniejszą ilość ewidentnie sztucznych struktur.

W przypadku horyzontu ewaporatów ilość i wielkość niedowiazań była tak duża, że pomimo usunięcia 4 profili wykazujących najwyższe niedokładności, zastosowanie procedury *MR* nie dało satysfakcjonującego rezultatu. Maksymalne niedowiażania przekraczają w poprawionym zbiorze 21 ms, zaś dokładność wyższą niż 5 ms wykazuje zaledwie 41% krzyżówek (10 ms — 67%). Obserwacje te potwierdzają się również w skali regionalnej — bardzo duże niezgodności (sięgające w skrajnych przypadkach 200 ms) zostały zaobserwowane w trakcie konstrukcji

regionalnej trendowej sejsmicznej mapy stropu horyzontu ewaporatowego, w domenie czasowej dla obszaru pomiędzy Rzeszowem a wschodnią granicą państwa. Dane wykazujące tak duże rozbieżności uniemożliwiają obliczenie dokładnych modeli strukturalnych. Co więcej, notowane błędy rzutują również na jakość interpretacji sejsmicznej wyżejleżących horyzontów śródmioceńskich, gdyż omawiany poziom stanowi „reper”, do którego są dowiązywane sejsmogramy syntetyczne.

Podsumowując powyższe obserwacje należy stwierdzić, że zastosowanie procedury *Mistie Reduction* wydaje się być niezbędnym etapem estymacji cyfrowych map czasowych, na podstawie danych sejsmicznych, wykonywanym w celu wyeliminowania wyraźnie błędnych danych. Równocześnie trzeba podkreślić, że nie można osiągnąć odpowiedniej poprawy ich jakości wyłącznie za pomocą programu ZMAP-Plus, który może wyeliminować tylko nieznaczne rozbieżności występujące na krzyżówkach profili sejsmicznych. Wydaje się, że w przypadku danych sejsmicznych, pochodzących z omawianej części zapadliska przedkarpackiego, jest konieczne zastosowanie zaawansowanych technik poprawy jakości danych sejsmicznych na etapie poprzedzającym ich interpretację, takich jak reprocessing z zastosowaniem systemu PROMAX, czy też wykorzystanie technik bilansowania pionowych niedowiazań dostępnych w programie SeisWorks 2D.

Prezentowane wyniki zostały uzyskane w trakcie realizacji grantu celowego KBN nr 9 T12B 028 15. Wszystkie dane sejsmiczne i otworowe zostały udostępnione przez PGNiG S.A. — BG „Geonafra-Jasło”.