

Sejsmiczne modelowania złożowe utworów mioceńskich wschodniej części zapadliska przedkarpackiego (struktura Ryszkowej Woli — rejon Rudki)

Piotr Krzywiec*, Piotr Zientara*

Sejsmiczne modelowania złożowe mają na celu określenie relacji między rejestrowanym sejsmicznym obrazem falowym a strefami nasycenia węglowodorami, w szczególności gazem ziemnym (por. Pietsch & Krzywiec, 1994; Pietsch i in., 1998). Jest to związane z obniżeniem prędkości fal sejsmicznych w obrębie stref występowania gazu ziemnego. Efektem zmian prędkości w obrębie stref nasyconych może być lokalny wzrost amplitudy rejestrowanych fal sejsmicznych (zjawisko typu *bright spot*) oraz lokalne pozorne ugięcie horyzontów sejsmicznych na profilach czasowych (zjawisko typu *time-sag*).

We wschodniej części zapadliska przedkarpackiego wiele złóż gazu ziemnego znajduje się w stropowych częściach antyklin, występujących ponad elewacjami premioceńskiego podłoża. W obrębie tych antyklin stwierdzano występowanie lokalnych anomalii obrazu sejsmicznego, w tym właśnie lokalne ugięcia (synkliny) ponad szczytem elewacji podłoża. Taki synklinalny układ horyzontów związany z występowaniem stref o obniżonych prędkościach sejsmicznych (Trygar, 1996). Tego typu zapis sejsmiczny stwierdzono m.in. ponad strukturą (zrębem) Ryszkowej Woli. Zręb ten jest strukturą typu *basement pop-up*, która powstała w wyniku mioceńskich ruchów przesuwczych (Krzywiec, 1999). Ponad elewacją podłoża w obrębie utworów mioceńskich można obserwować generalnie antyklinalny układ warstw mioceńskich, dodatkowo pociętych uskoki normalnymi, najprawdopodobniej częściowo o genezie kompakcyjnej. W celu określenia wpływu zmian prędkości na obraz sejsmiczny w obrębie takiej pułapki złożowej wykonano wiele modelowań sejsmicznych.

Modelowania prowadzono przy użyciu programów TDQ i GXII.

Model złożowy powstał na podstawie interpretacji profilu sejsmicznego 31–18–94K, przebiegającego przez otwór Rudka-10. Profil ten został szczegółowo zinterpretowany w domenie czasowej, a wyniki interpretacji zostały poddane konwersji czasowo-głębokościowej w oparciu o model prędkościowy udostępniony przez Zakład Geofizyka–Kraków. Uzyskany model głębokościowy został następnie skalibrowany przy użyciu danych otworowych. Bardzo istotnym elementem była modyfikacja geometrii warstw występujących w centrum struktury Rudki. Założono, iż obserwowane na sejsmicznych profilach czasowych wyraźne synklinalne ugięcie horyzontów jest efektem lokalnego spadku wartości prędkości sejsmicznych, związanych z nasyceniem gazem. W związku z tym przyjęto, iż w rzeczywistości układ horyzontów ogólnie odpowiada antyklinalnemu układowi stropu podłoża, i w ten sposób zmodyfikowano model geometryczny. Prędkości fal sejsmicznych zostały przyporządkowane na podstawie dostępnych pomiarów akustycznych wykonanych aparaturą Halliburtona.

Obecność gazu modelowano poprzez lokalne obniżenie prędkości fal sejsmicznych. W trakcie modelowań przyjęto kilka wariantów nasycenia warstw gazem powodujących obniżenie prędkości o 10, 15, 20, 25 i 30%. Osobnym zagadnieniem było wytypowanie warstw z największą zawartością gazu. Przeanalizowano wykonane w otworze Rudka-10 próby złożowe oraz wykorzystano przekrój sekwencyjno-litologiczny przechodzący przez ten otwór, a także wyniki analizy składu litologicznego porowatości i nasycenia wykonanej programem Ultra przez BG „Geonafta–Jasło”. Pod uwagę brano także kształt i położenie poziomów sejsmicznych. Modelowano występowanie

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

gazu w jednej oraz dwóch warstwach, zakładając całkowite nasycenie gazem warstw znajdujących się między głównymi uskoki normalnymi struktury Rudki. Rozważono również przypadek występowania gazu w jednej warstwie oraz przypadek niepełnego nasycenia gazu w trzech warstwach.

Modelowania wykonano dla różnych wartości obniżenia prędkości — o 10, 15, 20, 25 i 30%. Największe ugięcie występuje w przypadku największego obniżenia prędkości. Kształt ugięcia jest w miarę płynny, obniżenie zwiększa się ku środkowi obszaru między uskoki. Jest to wywołane tym, że górny obszar jest węższy od dolnego, co z kolei jest wynikiem położenia listrycznych uskoki normalnych obrzeżających strefę występowania gazu. Wyniki modelowania dobrze oddają obraz obserwowany na profilu 31–18–94K i występujące zjawisko ugięcia horyzontów, choć być może obserwowane ugięcie rozkłada się na więcej warstw. W przypadku jednej warstwy charakteryzującej się obniżeniem prędkości obserwowano bardzo gwałtowne obniżenie horyzontów na profilu czasowym. W efekcie powstaje swego rodzaju stopień, co jest sytuacją niepodobną do obrazu sejsmicznego z profilu 31–18–94K.

W przypadku występowania częściowego obniżenia prędkości w danej warstwie sytuacja jest nieco inna. Mamy w tym przypadku do czynienia z interferencją odbić od stropu warstwy i od spągu strefy anomalnych (obniżonych) prędkości. Jeżeli jednak strefa ta jest cienka to — ponieważ odbicie od stropu zmienia fazę (odbicie od granicy przejścia od wyższych prędkości do niższych) — może zdarzyć się, że strop będzie w minimum a spąg w maximum. W takim przypadku horyzont będzie prowadzony po maximum kolejnych tras. Zostanie zatem spłaszczony i pułapka złożowa nie będzie rejestrowana jako wygięcie ku górze horyzontu sejsmicznego. Na przedstawionych sekcjach syntetycznych wyraźnie jest widoczne powiększenie amplitudy związane z występowaniem gazu (zjawisko typu *bright spot*), co jest o tyle ważne, że nie wszystkie

pomierzone profile sejsmiczne są przetwarzane z zachowaniem rzeczywistych amplitud.

Wyniki złożowych modelowań sejsmicznych potwierdziły, iż w przypadku występowania stref o anomalnych prędkościach w pułapach złożowych znanych z rejonu wschodniej części zapadliska przedkarpackiego należy się spodziewać zjawisk typu *time-sag* i *bright spot*. Uzyskane wyniki pozwalają na półościową ocenę tych zjawisk pozwalając odnieść obserwowane anomalie sejsmiczne do konkretnych wielkości obniżenia prędkości sejsmicznych oraz do konkretnej geometrii warstw złożowych. Interpretując wyniki należy jednak mieć na uwadze, iż zjawisko obniżenia prędkości może być również wywołane, np. zwiększonym zeszczelinowaniem strefy przegubowej rozważanych form antyklinalnych.

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

Literatura

- KRZYWIEC P. 1999 — Mioceńska ewolucja tektoniczna wschodniej części zapadliska przedkarpackiego (Przemysł–Lubaczów) w świetle interpretacji danych sejsmicznych. Pr. Państw. Inst. Geol., 168: 249–276.
- PIETSCH K. & KRZYWIEC P. 1994 — Stratygraficzne modelowanie sejsmicznych facji złożowych. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy interpretacyjne sejsmiki”. Mogilany: 187–204.
- PIETSCH K., DEREŃ D. & GAŚSIOROWSKI T. 1998 — Anomalie sejsmiczne wywołane wielopoziomowymi złożami gazu w północno-wschodniej części zapadliska przedkarpackiego. Pr. Geol., 46: 676–684.
- TRYGAR H. 1996 — Nowe spojrzenie na budowę geologiczną mioceenu w rejonie Lubaczowa w świetle zreinterpretowanych materiałów sejsmicznych. Mat. Konferencji Naukowo-Technicznej „Geofizyka w Geologii i Górnictwie”. Krynica, 153–160.