

CZESŁAW NOWOTARSKI, WANDA OLESZCZUK, MIROSŁAWA CHMIELEWSKA Przedsiębiorstwo Geofizyki Górnictwa Naftowego w Krakowie

WYNIKI BADAŃ SEJSMICZNYCH NA PÓŁNOCNO-WSCHODNIM OBRZEŻENIU GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH

UKD 550.834.505:551.//76:551.243+551.247(438-191.2:26-192.2-18 Góry Świętokrzyskie)

Badania sejsmiczne wykonane na obszarze obrzeżenia Gór Świętokrzyskich oraz antyklinorium rawsko-gielniowskiego stanowiły integralną część programu badawczego i poszukiwawczego realizowanego przez górnictwo naftowe oraz Instytut Geologiczny. W pierwszym okresie realizacji prac sejsmicznych przeważał element badawczy, w celu określenia ogólnych rysów wgłębnej budowy geologicznej, w ostatnim zaś okresie prace te miały raczej charakter poszukiwawczy dla rozpoznania głęboko zalegających struktur paleozoicznych. Uzasadnieniem prowadzenia w tym obszarze półszczegółowych i szczegółowych badań sejsmicznych było sprecyzowane w regionalnym ujęciu południowo-wschodniego zasięgu basenu permskiego i związanych z tym perspektyw poszukiwawczych, szczególnie w utworach permskich. Pracami sejsmicznymi objęto obszar 6000 km², w obrębie którego wykonano ok. 2000 km bieżących profilów sejsmicznych.

Pierwsze badania sejsmiczne wykonano na obszarze antyklinorium gielniowskiego w latach 1960-1961. Wykonawcą ich było Przedsiębiorstwo Geofizyki Górnictwa Naftowego w Krakowie, a koncentrowały się one w południowej części antyklinorium, w strefie kontaktu z obszarem świętokrzyskim. Nieco później, w latach 1963-1968 Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych w Warszawie wykonało prace sejsmiczne zlokalizowane głównie na wschodnim skrzydle antyklinorium.

W tym okresie badania sejsmiczne prowadzono przy zastosowaniu bardzo prostej metodyki, a rejestrowano aparaturami z zapisem oscylograficznym. Postęp metodyczny przejawiał się wówczas jedynie w zwiększaniu dlości grupowanych otworów na jeden punkt strzałowy oraz ilości geofonów grupowanych na jeden kanał. Wyniki tych badań nie mają obecnie większego znaczenia przy rozwiązywaniu skomplikowanych zagadnień geologicznych i poszukiwawczych.

Nowy etap postępu w pracach sejsmicznych stanowiło wprowadzenie do produkcji aparatur z zapisem magnetycznym. W rejonie antyklinorium nastąpiło to w 1970 r. Początkowo stosowano w dalszym ciągu standardowy system obserwacji, tj. jednokrotnego profilowania, a ilość grupowanych otworów strzałowych dochodziła do 7/1 PS oraz geofonów do 32/1 kanał. Metodykę taką stosowano jeszcze częściowo w r. 1972 w pracach wykonanych przez PGGN--Kraków. Zastosowanie aparatury z magnetycznym sposobem rejestracji danych otworzyło możliwości automatycznego ich opracowania. I choć pierwsze centrale analogowe miały bardzo mały zakres przetwarzania, jednak umożliwiały zestawienie pojedynczych sejsmogramów w postaci sekcji czasowych, z uwzględnieniem poprawek statycznych i dynamicznych z zastosowaniem różnych filtrów oraz wzmocnień. Był to duży skok w dziedzinie opracowania materiałów, zapoczątkowujący nowy etap maszynowego przetwarzania danych. Wprowadzenie do produkcji central analogowych wyższej klasy, zezwalającej na sumowanie danych oraz realizację z dość dużą dokładnością poprawek kinematycznych o znacznych wartościach, otworzyło możliwości rozwoju metodyki w kierunku wielokrotnych profilowań. Na te lata, tj. 1970—1972 przypada okres intensyfikacji prac sejsmicznych w południowo-wschodniej części omawianego obszaru. Badania prowadzone przez PGGN-Kraków objęły rejon między Ostałowem a Studzianną, który pokryto siecią półszczegółową oraz szczegółową w obręble wyniesionych elementów Opoczna i Przysuchy. Metodyka standardowa, jaką w większości stosowano, okazała się przydatna do śledzenia granic z kompleksu mezozoicznego, a częściowo również w utworach permu. Jednak wraz z nurzaniem się utworów permskich malała efektywność metody standardowej ich kartowania. Około 20% prac z ogólnej ilości (ok. 800 km) zrealizowano przy zastosowaniu systemu profilowań wielokrotnych (6-krotnych).

zoicznego, a częściowo również w utworach permu. Jednak wraz z nurzaniem się utworów permskich malała efektywność metody standardowej ich kartowania. Około 20% prac z ogólnej ilości (ok. 800 km) zrealizowano przy zastosowaniu systemu profilowań wielokrotnych (6-krotnych).
W północnej części antyklinorium prace sejsmiczne datują się od 1970 r., gdzie pierwsze regionalne profile wykonywało PPG. Natomiast pierwszy profil górnictwa naftowego wykonano w 1973 r. Poprowadzono go w poprzek dodatniej anomalii grawimetrycznej w rejonie Rawy Mazowieckiej i wykonano przy zastosowaniu 12-krotnego profilowania i rejestracji aparaturą z zapisem cyfrowym. Uzyskane wyniki zarówno pod względem jakościowym, jak i strukturalnym okazały się bardzo interesujące i zachęciły górnictwo naftowe do realizacji szerokiego programu badań obejmującego północną część antyktlinorium.

W 1974 r. pokryto zdjęciem regionalno-powierzchniowym obszar między Studzianną a Jeżowem. W rejonie Rawy Mazoweickiej wykonano zdjęcie szczegółowe. W 1975 r. kontynuowano rozpoznanie tego rejonu, zagęszczając sieć profilów głównie w rejonie zasygnalizowanych obiektów strukturalnych. Łącznie na tym obszarze wykonano ok. 900 km profilów. Prace te wykonano w 100% sposobem 12-krotnego profilowania, a ewolucjom podlegały jedynie stosowane schematy obserwacji pod kątem modyfikacji długości rozstawów oraz ich odsunięcia od PS. Rejestracji dokonywano w większości aparaturami typu analogowego; aparaturę z zapisem cyfrowym stosowano głównie w obrębie zdjęcia szczegółowego w rejonie Rawy Mazowieckiej. Całość materiałów przetworzono w sejsmicznym systemie komputerowym MS 421 (komputer: EMR ADVANCE 6135).

Jakość uzyskiwanych materiałów sejsmicznych jest dość zróżnicowana. Na ogół jednak otrzymany obraz falowy, głównie w przedziale rejestracji od spągowej części cechsztynu, jest bardzo złożony; ma on charakter interferencyjny. Rozdzielenie tego obrazu jest głównym zadaniem zarówno na etapie przetwarzania danych, jak i interpretacji. Trudmości te pogłębiane są wskutek braku geologicznych reperów (głębokich otworów) pozwalających na powiązanie rejestrowanych granic sejsmicznych z danymi geologicznymi.

W północnej części antyklinorium brak otworów, które nawierciły utwory cechsztynu. Utwory te osiągnęły otwory Studzianna IG-2, Ostałów 1 i Przysucha 1, położone w płytkiej części antyklinorium. W otworach Ostałów 1, Studzianna IG-2 oraz w otworze Mniszków IG-1 wykonano jedyne w tym obszarze pomiary prędkości średnich. Zestawienie wyników tych pomiarów wskazuje na znaczne zróżnicowanie warunków fizycznych w różnych częściach antyklinorium (ryc. 1).



Ryc. 1. Zestawienie danych geologicznych i prędkościowych z rejonu antyklinorium rawsko-gielniowskiego. 1 – dla otworu 0-1, 2 – dla otworu Mn-IG1, 3 – dla otworu ST-IG2, 4 – dla otworu RM-1.

Można zauważyć bardzo duże zróżnicowanie wartości V średnich na tych samych głębokościach, w różnych częściach obszaru badań (np. na głębokości 700 m różnica V średnich wynosi 2000 m/sekl). Uzyskanie nowych punktów z pomiarami prędkości średnich, między innymi w aktualnie głębionych otworach Rawa Mazowiecka 1 i Buków 1 wpłynie niewątpliwie na dokładność przedstawionego obrazu strukturalnego zarówno w znaczeniu regionalnym, jak i w ustaleniu głębokości i wielkości amplitud lokalnych elementów strukturalnych.

lokalnych elementów strukturalnych. Uzyskane wyniki sejsmiczne w nawiązaniu do danych geologicznych z głębokich otworów dostarczyły wielu informacji o budowie kompleksu permsko-mezozoicznego obszaru objętego zdjęciem sejsmicznym. Pod względem stylu budowy obszar ten można podzielić na dwie części — południową i północną, przy czym granica między tymi obszarami przebiega na południe od linii Tomaszów Mazowiecki — Rawa Mazowiecka. W południowej części obszaru, gdzie wykonano zdjęcie sejsmiczne w latach 1970—1972, obserwuje się bardzo skomplikowaną budowę geologiczną przejawiającą się występowaniem licznych dyslokacji. Część północna natomiast charakteryzuje się znacznie spokojniejszą budową geologiczną, zwłaszcza kompleksu mezozoiczno-cechsztyńskiego, co zostało wyraźnie udokumentowane wynikami badań sejsmicznych.

W rejonie badań występuje wiele granic sejsmicznych pochodzących od utworów triasu (T_k , T_m , T_{D3} , T_{D2}) i permu (Z_4 , Z_3 , Z_2 , Z_1), jednak nie wszystkie dadzą się prześledzić na całym obszarze. W niektórych rejonach w północnej części obszaru prześledzono również granicę sejsmiczną oznaczoną umownie P/C, pochodzącą prawdopodobnie z przyspągowej partii czerwonego spągowca.

Charakterystykę strukturalną obszaru przedstawiono na załączonych dwóch mapach strukturalnych (ryc. 2 i 3). Pierwsza z tych map, wykonana dla utworów wapienia muszlowego T_m , charakteryzuje budowę utworów mezozoiku i górnych cyklotemów cechsztyńskich Z_4 i Z_3 (ryc. 2). Druga mapa, sporządzona dla granicy podsolnej Z_1 (ryc. 3), odzwierciedla budowę utworów podsolnych cechsztynu. Fig. 1. Summation of geological and velocity data for the area of the Rawa — Gielniów anticlinorium.

1 — for borehole 0-1, 2 — for borehole Mn-IG1, 3 — for borehole ST-IG-2, 4 — for borehole RM-1

Jak już wspomniano wcześniej, południowy rejon jest bardzo zaburzony dyslokacjami, głównie o kierumku NW-SE, a w dolnej części profilu (w utworach podsolnych) również dyslokacjami prostopadłymi do wyżej wymienionych. Amplitudy zrzutów tych dyslokacji wzrastają z głębokością. Największa z nich ma kierunek NW-SE i w rejonie Ostałowa osiąga amplitudę ok. 1200 m (ryc. 3). Nie występują tutaj wyraźne niezgodności w zaleganiu poszczególnych ogniw mezozoiku i cechsztynu, jakkolwiek widoczne są nieznaczne przesunięcia planów strukturalnych T_m, Z₈, Z₁. Występujące formy strukturalne tworzą system wyniesionych i względem siebie poprzesuwanych bloków.

Na przedstawionych mapach dla granic T_m (ryc. 2) i Z_1 (ryc. 3) w południowej części obszaru badań, między Końskimi a Ostałowem, udokumentowano rozległe wyniesienie, które w miarę przesuwania się ku północno-zachodowi na linii Opoczno-Przysucha rozdziela się na dwie kulminacje przedzielone płytką synkliną, a następnie w rejonie Inowłodza i Nowego Miasta (głównie w utworach triasu) występuje znów jedna wąska forma antyklinalna zapadająca ku północo-zachodowi. W części północnej antyklina ta rozdziela się na dwie rozległe wielkopromienne struktury Jeżowa i Justynowa oddzielone od siebie głęboką synkliną. Zarówno wschodnie skrzydło antykliny Jeżowa przechodzące w synklinorium warszawskie, jak i zachodnie skrzydło antykliny Justynowa kontaktujące z synklinorium łódzkim charakteryzują się bardzo stromym zapadaniem warstw. Obie wyżej wspomniane formy mają kierunek osi NW-SE i bardzo gwałtownie zanurzają się w kierunku północno-zachodnim.

Na N od linii Tomaszów Mazowiecki — Rawa Mazowiecka obserwuje się na profilach sejsmicznych znaczny wpływ tektoniki solnej cechsztynu na formowanie się obrazu strukturalnego. Pracami sejsmicznymi stwierdzono tu wyraźną inwersyjność zalegania kompleksu mezozoiczno-cechsztyńskiego w stosunku do utworów podsolnych cechsztynu. W obrębie omawianych form antyklinalnych Jeżowa i Justynowa obserwuje się wzrost miąższości utworów między cyklotemami Z_2 a Z_8 , co sugeruje, że



Ryc. 2. Szkic strukturalny granicy przewodniej w triasie (Tm). Opracowano w PGGN – Kraków: część południowa – M. Bal, W. Oleszczuk, 1972, część północna – Z. Łobaziewicz, W. Oleszczuk, 1974.

1 — przebieg linii rzeczywistej granicy refleksyjnej, 2 przypuszczalny przebieg izolinii granicy refleksyjnej, 3 uskoki, strefy uskokowe oraz ich kierunki zrzutów lub strefy nieciągłości korelacyjnych, 4 — głębokie otwory, 5 — symbole nazw struktur lokalnych, 6 — linie przekroju sejsmicznego.

formy te powstały na założeniach solnych — soli starszych cyklotemu Stassfurt. Zjawisku temu towarzyszą redukcje miąższości utworów mezozoiku, głównie górnych ogniw triasu i dolnych ogniw jury. W strefach między wyniesieniami obserwuje się narastanie utworów mezozoiku i redukcję utworów cechsztyńskich. Rejestrowane w utworach podsolnych formy strukturalne w zdecydowanej większości występują pod obniżeniami mezozoicznymi lub skrzyFig. 2. Structural sketch of guide horizon in the Triassic (Tm). Elaborated at PGGN — Cracov; southern part after M. Bal and W. Oleszczuk, 1972, northern part after Z. Łobaziewicz and. W. Oleszczuk 1974.

1 — course of isoline of real reflection boundary, 2 — inferred course of isoline of reflection boundary, 3 — faults, fault zones and directions of their downthrusts or correlative discontinuity zones, 4 — deep boreholes, 5 — symbols of names of local structures, 6 — line of seismic profile.

dłami struktur mezozoicznych. Pracami sejsmicznymi zarejestrowano wiele takich obiektów strukturalnych o powierzchni od 6 do 20 km², amplitudach ponad 100 m i głębokości występowania od 4500 do 5500 m.

Obecnie dwa z przygotowanych sejsmicznie obiektów strukturalnych objęto głębokimi wierceniami, w których nawiercono dolne ogniwa pstrego piaskowca, potwierdzając dotychczasową interpretację sejs-



Ryc. 3. Szkic strukturalny granicy sejsmicznej "Zi" (granica podsolna). Opracowano w PGGN — Kraków: część południowa — M. Bal, W. Oleszczuk, 1972, część północna — Z. Łobaziewicz, W. Oleszczuk, 1974. Ciemniewska

1 — przebieg izolinii rzeczywistej granicy refleksyjnej, 2 przypuszczalny przebieg izolinii granicy refleksyjnej, 3 uskoki, strefy uskokowe oraz ich kierunki zrzutów lub strefy nieciągłości korelacyjnych, 4 — głębokie otwory, 5 — symbole nazw struktur lokalnych, 6 — linie przekroju sejsmicznego. Fig. 3. Structural sketch of seismic boundary "Z₁" (subsalinary boundary). Elaborated at PGGN — Cracow; southern part after M. Bal and W. Oleszczuk, 1972, northern part after Z. Łobaziewicz and W. Oleszczuk, 1974.

1 — course of isoline of real reflection boundary, 2 — inferred course of isoline of reflection boundary, 3 — faults, fault zones and directions of their downthrusts or correlative discontinuity zones, 4 — deep boreholes, 5 — symbols of names of local structures, 6 — line of seismic profile.

miczną. Doprowadzenie wierceń do planowanych głębokości i uzyskanie pełnych materiałów geologicznych pozwoli na dalsze uściślenie przedstawionego obrazu strukturalnego.

Analizując poszczególne przekroje sejsmiczne można wydzielić liczne strefy o bardzo złożonym obrazie falowym w obrębie spągowej części cechsztynu, co może być spowodowane istnieniem tektoricznych zaburzeń uskokowych lub skomplikowanym kształtem granic odbijających, będących źródłem różnych fal. Obraz falowy staje się bardziej czytelny przy przechodzeniu ku górze, co świadczy o znacznie spokojniejszej budowie młodszych osadów — triasu. Przy interpretacji materiałów sejsmicznych zwrócono uwagę na możliwości wydzielenia granicy sejsmicznej związanej prawdopodobnie z dolomitem głównym cyklotemu Stassfurt, który w strefie basenu perm-skiego może zawierać potencjalne akumulacje węglowodorów.

Poza rejestrowaniem granic w triasie i w cechsztynie ważnym zagadnieniem jest również karto-wanie granicy P/C, której prześledzenie pozwoliłoby na określenie w przybliżeniu miąższości utworów czerwonego spągowca.

Porównując uzyskane wyniki sejsmiczne z obrazem grawimetrycznym można stwierdzić, że obserwowane wielkopromienne elewacje w utworach triawowale wierkopiolinemie elewaje w utworach tria-sowych pokrywają się z ciągiem anomalii ujemnych. Można zatem wnioskować, że są to strefy zwiększo-nych miąższości utworów solnych. Anomaliom do-datnim natomiast odpowiadają zazwyczaj wyniesienia w podłożu podcechsztyńskim.

LITERATURA

 Dadlez R., Marek S. — Styl strukturalny kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na niektórych obszarach Niżu Polskiego. Kwart. geol., 1969, nr 3.

- 2. Horn T., Siwkowa T. Stan rozpoznania geologicznego i ocena stopnia perspektywiczności utworów mezozoicznych w obrębie wału środkowopolskiego. ZOG GN Geonafta, 1974. 3. Jamrozik J. — Syntetyczne opracowanie ma-
- teriałów grawimetrycznych z antyklinorium raw-sko-gielniowskiego. Ibidem, 1975.
- Marek S. Ropo i gazonośność wału kujaw-skiego i obszarów przyległych na tle budowy geologicznej. Inst. Geol., 1971. 5. Pożaryski W. — Podział obszaru Polski na

- Pożaryski W. Podział obszaru Polski na jednostki tektoniczne. Prz. geol., 1969, nr 2.
 Pożaryski W. Pozycja tektoniczna Polski w świetle wyników badań Morza Północnego. Ibidem, 1975, nr 12.
 Projekt badań geofizycznych górnictwa naftowego na rok 1975 dla antyklinorium gielniowskiego. Pr. zbior. ZOG GN Geonafta, PGGN Kraków, 1974.
 Projekt badań geofizycznych górnictwa naftowego na rok 1976 w południowej części basenu perm-skiego. Pr. zbior. Ibidem, 1975.
 Senkowiczowa M. Senkowicz H —
- Senkowiczowa M., Senkowicz H. Osady triasu na pograniczu mezozoicznej osłony Gór Świętokrzyskich i synklinorium brzeżnego. Kwart. geol., 1969, nr 3.

DOKUMENTACJE SEJSMICZNE

1.	Obrzeżenie Gór Świętokrzyskich,	Z.	Wiśniewski,	1960,	PGGN.
2.	Płnzach. obrzeżenie Gór Świętokrzyskich,	E.	Pawłowicz,	1961,	PGGN.
3.	Studzianna — Białobrzegi,	A.	Midura,	1963,	PPG.
4.	Studzianna - Białobrzegi - Radom.	W	. Orlow.	1964,	PPG.
5.	Regionalne profile refleksvine.	W	. Kulig.	1968.	PPG.
6.	Obszar Lubelski.	H	Jankowski.	1968.	PPG.
7.	Regionalne profile refrakcyjne.	A.	Mikołajczak, A. Materzok,	1968,	PPG.
8.	Regionalne profile refrakcyjne,	A.	Mikołajczak, A. Materzok,	1969,	PPG.
9.	Opoczno – Przysucha,	B.	Majewska.	1970,	PGGN.
10.	Polska Centralna.	H.	Jankowski, Z. Rowiński,	1970,	PPG.
11.	Włoszczowa – Radoszyce,	J.	Braner, H. Jankowski,	1970,	PPG.
12.	Polska Centralna.	J.	Radlak, Z. Rowiński,	1971,	PPG.
13.	Końskie – Tomaszów Maz. – Przysucha,	B.	Majewska,	1971,	PGGN.
14.	Opoczno – Przysucha,	B.	Majewska,	1972,	PGGN.
15.	Szczerców – Sulejów,	B.	Majewska, J. Ochał,		
10	the section of the se		M. Chmielewska,	1973.	PGGN.
16.	Zyrardow Grojec,	S.	Zaucha, Z. Łobaziewicz.	1973.	PGGN.
17.	Zychlin — Skierniewice,	A.	Białek, Z. Rowiński.	1973.	PPG.
18.	Sulejow — Tomaszow Maz.,	B.	Majewska, Z. Łobaziewicz,		
19.	Lodz — Tomaszow Maz.,		W. Oleszczuk.	1974.	PGGN.
20.	Skierniewice — Socnaczew,	B.	Majewska, W. Misiewicz,	1975.	PGGN
	* Dokumentacje w opracowaniu.	J.	Marona, K. Cianciara.	1975.	PGGN
				, _ ,	

PESIOME

Геофизическое предприятие нефтедобывающей промышленности в Кракове приступило в 1970--75 г.г. к осуществлению общирной программы сейсмических работ (метод отраженных волн) в юго--восточной части пермского бассейна. Работы охватывали площадь пермо-мезозойского обрамления Свентокписких гор и Равско-Гельнёвского анти-клинория. По стилю геологического строения вся площадь подразделяется на южную и северную части.

Южная часть характеризуется сильными тектоническими нарушениями. Структурные формы отличаются складчато-блоковым строением. В северной части на сейсмических профилях отражаются признаки цехштейновой соляной тектоники. Выявлена отчетливая инверсия в залегании мезозойско--цехштейнового комплекса по отношению к под-соляным породам цехштейна. Крупные мезозойские поднятия сопровождаются возрастанем мощности цехштейна с одновременным сокращением мощности мезозоя, а между поднятиями возрастает мощность мезозоя и сокращаются мощности горизонтов цехштейна.

Выявленные в подсоляных толщах структурные формы залегают под мезозойскими прогибами или под крыльями мезозойских структур.

The Enterprise of Geophysics of the Oil Industry at Cracow (PGGN — Kraków) started large-scale seismic (refraction) surveys of the south-eastern part of the Permian basin in the years 1970 — 1975. The surveys covered the whole area of Permian — Me-sozoic margins of the Holy Cross Mts and Rawa — Gielniów anticlinorium. Taking into account the style of structure the area may be divided into southern and northern parts. The southern part is characteri-zed by highly intense tectonics. The structural forms recorded here are characterized by fold-block structure.

SUMMARY

The seismic profiles from the northern part of that area display the influence of the tectonics of Zechstein salts. The seismic surveys carried out in that area have shown a marked inversion of position of Mesozoic-Zechstein complex in relation to sub--salinary Zechstein series. Large elevations of the Mesozoic are accompanied by both the increase in thickness of the Zechstein and the reduction in thickness of the Mesozoic, whereas there is a reduction of horizons of the Zechstein and an increase in thickness of the Mesozoic in the areas separating the elevations. The structural forms recorded in subsalinary deposits are situated beneath Mesozoic depressions or limbs of Mesozoic structures.