

Danuta ZARDECKA

## Sejsmiczne badania refleksyjne w morskiej i lądowej części wyniesienia Łeby

### WSTĘP

Sejsmiczne badania refleksyjne wykonywane od 1964 r. w polskiej części akwenu Bałtyku zakończone zostały na początku 1968 r. Profile z części wschodniej tego obszaru, których łączna długość wynosi około 1750 km, umożliwiły rozszerzenie na obszar morski obrazu układu poziomów refleksyjnych, uzyskanego na lądowych terenach syneklizy perybałtyckiej. Wschodnie profile morskie można bezpośrednio powiązać z zachodnią siatką profilów morskich (na zachód od Koszalina), ponieważ wykonano 5 profilów wiążących. Znacznie trudniejszy jest problem powiązania refleksyjnych prac morskich z badaniami refleksyjnymi wykonanymi na lądzie. Trudności wynikają zarówno z braku profilów, które łączyłyby obszar badań morski i lądowy poprzez linię wybrzeża, jak i z różnic w metodyce badań prowadzonych w tych obszarach w ciągu kilku lat. Różnice te oraz zmiany w sposobie opracowywania wersji czasowych w poszczególnych latach nie pozwalają na bezpośrednie zestawienie materiałów czasowych; aby otrzymać w miarę jednolity obraz, konieczne było skorelowanie całości tych materiałów.

W przedstawionym opracowaniu oparto się na materiałach zawartych w dokumentacjach sejsmicznych badań morskich. Dokumentacje te opracowali: E. M. Bucnewij, E. W. Bujwolenko, G. P. Martinowa, L. A. Umański i G. W. Babrilian, L. L. Kowalczyk i W. N. Giercow.

Ponadto wykorzystano dokumentacje prac refleksyjnych wykonywanych w latach 1960—1970 w rejonie Darłowo — Hel, między innymi przez A. Klucznika, W. Kuliga, E. Poleszaka, W. Stasiaka, Z. Radonia i J. Żaruka. Po opracowaniu rozkładu prędkości wspólnego dla obszaru morskiego i lądowego, sporządzone zostały schematy głębokościowe przewodnich poziomów refleksyjnych A i Or (fig. 1 i 2).

### METODYKA BADAŃ

Metodyka badań z lat 1964—65 została już opisana wcześniej (R. Dądzek, S. Młynarski, 1967). Ogólne problemy metodyczne omawiają też inne prace (S. Młynarski, 1966, 1971; J. Żaruk, 1966). Metodyka w drugim

okresie badań morskich (1967—68) była podobna do stosowanej poprzednio. Wzdłuż profilów prowadzono ciągle profilowanie refleksyjne przy użyciu rozstawów środkowych. Odległości między punktami strzałowymi wynosiły 400—420 m, a między środkami grup hydrofonów 33,3 m. Energię wzbudzano odpalając ładunki trotylu (średnio 15,2 kg na PS) zanurzone w wodzie na głębokości 1,25 m.

Rejestrację fal sejsmicznych prowadzono równolegle aparaturą MSS-58 z zapisem oscylograficznym i aparaturą POISK z zapisem magnetycznym. Wyniki opracowane zostały na centrali MSZ, co pozwoliło na wykonanie ich interpretacji na sekcjach czasowych. Stanowiło to korzystną zmianę w porównaniu z okresem 1964—65, kiedy interpretację przeprowadzono w oparciu o rejestracje uzyskane na aparaturze z zapisem oscylograficznym.

Na obszarze lądowym do 1967 r. włącznie stosowano metody jednokrotnych pokryć i aparatury z zapisem oscylograficznym. Istotna zmiana w metodyce wykonywanych badań nastąpiła w 1968 r., kiedy to rozpoczęto prace przy zastosowaniu aparatów z zapisem magnetycznym oraz dokonano pierwszych prób w zakresie stosowania metody wielokrotnych pokryć. W 1969 i 1970 r. wielokrotne pokrycia stosowano już na skalę produkcyjną, a wyniki opracowywano na centralach analogowych.

Pod względem zagęszczenia profilów obszar lądowy można podzielić na część zachodnią o bardzo rzadkiej siatce profilów, wykonanych wyłącznie jednokrotnym pokryciem przy zastosowaniu zapisu oscylograficznego (rejon Darłowo — jez. Łebsko) i na część wschodnią o dużo większej ilości profilów częściowo wykonanych metodą wielokrotnych pokryć (rejon jez. Łebsko — Hel). Metodyka części badań wykonanych w 1969 r. z zastosowaniem nowszej techniki prac połowych była wprawdzie nastawiona na otrzymanie jak najlepszych odbić od poziomów cechsztyńskich, co mogło pogorszyć jakość otrzymanych przekrojów w zakresie informacji z większych głębokości (Cz. Twardowski, A. Pepel, Z. Werner, 1971). Niemniej zastosowanie wielokrotnych pokryć pozwoliło na wyeliminowanie w znacznym stopniu refleksów wielokrotnych, a tym samym na zwiększenie wiarygodności uzyskanych wyników.

### ZAGADNIENIE PRĘDKOŚCI ŚREDNICH

Dla rozwiązania zagadnienia średnich prędkości przeanalizowane zostały profilowania prędkości wykonane w otworach głębokich, znajdujących się najbliżej linii brzegowej w rejonie Darłowa i Łeby. Gęstą siatkę otworów płytszych usytuowanych w rejonie Pucka — Władysławowa wykorzystano dla kontroli głębokości występowania kompleksu cechsztynu. Ze względu na głębokość występowania utworów syluru i ordowiku do analizy włączono także wyniki otrzymane z pomiarów w głębokich otworach położonych dalej od wybrzeża: Lębork, Bytów i Wejherowo. Jednocześnie w części zachodniej omawianego obszaru, tj. bezpośrednio na wschód od dyslokacyjnej strefy Koszalina, uwzględniono dane z wykonanego wcześniej zestawienia morskich materiałów sejsmicznych w rejonie Swinoujście — Koszalin (R. Dadlez, S. Młynarski, 1967). W ten sposób wykorzystano najnowsze dane z wierceń dla najwierniejszego przedstawienia obrazu głębokościowego, z drugiej zaś strony — przy-

jęte rozwiązanie powinno było umożliwić powiązanie głębokościowe materiałów morskich i lądowych.

Szczegółowa analiza krzywych profilowania prędkości wykazała, że na rozpatrywanym obszarze przebieg krzywych uzależniony jest od głębokości występowania utworów cechsztynu. Tak więc najkorzystniejsze i najbardziej uzasadnione było przyjęcie dla całego obszaru morskiego i przyległego lądu krzywej dla refleksów występujących ponad stropem cechsztynu i drugiej krzywej dla poziomów głębszych; jej przebieg uzależniony jest od czasu występowania przystropowego poziomu cechsztyńskiego. Krzywe te są uśrednieniem krzywych profilowań sejsmicznych wykonanych w otworach usytuowanych na wyniesieniu Łeby i w bezpośrednim jego sąsiedztwie.

Na profilach morskich obserwuje się wznoszenie poziomu A w kierunku północnym aż do rejonu, gdzie poziomowi tego nie przeszledzono. Może to wynikać zarówno z braku utworów cechsztyńskich, jak i z tak płytkiego występowania poziomu A (czasy rzędu 0,2s), że nie mógł on być zarejestrowany. I w jednym i w drugim przypadku prędkości średnie będą większe niż wówczas, gdy utwory cechsztynu występują głębiej. Krzywa uwzględniająca występowanie stropu kompleksu cechsztyńskiego na linii czasu 0,2s jest zbliżona do wykresów prędkości efektywnych, wyliczonych z materiałów morskich w 1967 r. W tej sytuacji dla całego obszaru na morzu, gdzie nie stwierdzono poziomu cechsztyńskiego, przyjęta została krzywa, którą uzyskuje się w wypadku występowania stropu cechsztynu na linii czasu 0,2s, tym bardziej, że poziom refleksyjny występują tu jedynie głębiej.

W części zachodniej przyjęto dla profili morskich krzywą stosowaną w rejonie dyslokacyjnej strefy Koszalina, będącą uśrednieniem krzywych profilowania prędkości w otworach Jamno IG-1 i Jamno IG-2. W obszarze tym identyfikacja poziomu wiążanego z cechsztynem jest mniej pewna, co nie stwarza wystarczających podstaw do rozwijania prędkości średnich w zależności od tego, po jakim czasie otrzymuje się odbicia. Pomiedzy krzywymi z rejonu Koszalina i wyniesienia Łeby dokonano przejścia, które było uzależnione także od sposobu ułożenia poziomów refleksyjnych na przekrojach czasowych.

Opisany powyżej model prędkościowy pozwolił na jednolitą interpretację głębokościową zarówno materiałów morskich, jak i lądowych z jednoczesnym uwzględnieniem budowy geologicznej tego obszaru. Wyniki profilowań prędkości uzyskane w otworach usytuowanych na lądzie upoważniają do stwierdzenia, że przyjęte rozwiązanie problemu prędkości, uzależniająca stosowanie odpowiedniej krzywej od czasu, w którym rejestruje się poziom cechsztyński, powinno być także słuszne i dla obszaru morskiego stosunkowo odległego od lądu.

## WYNIKI

Po przeliczeniu materiałów czasowych według opisanego rozwiązania prędkości średnich sporządzone zostały schematy ułożenia przewodnich poziomów A i Or (fig. 1 i 2).

Refleksyjny poziom A został najlepiej rozpoznany w rejonie Pucka, gdzie gęsta siatka wierceń pozwoliła na bardzo dobre jego dowiązanie

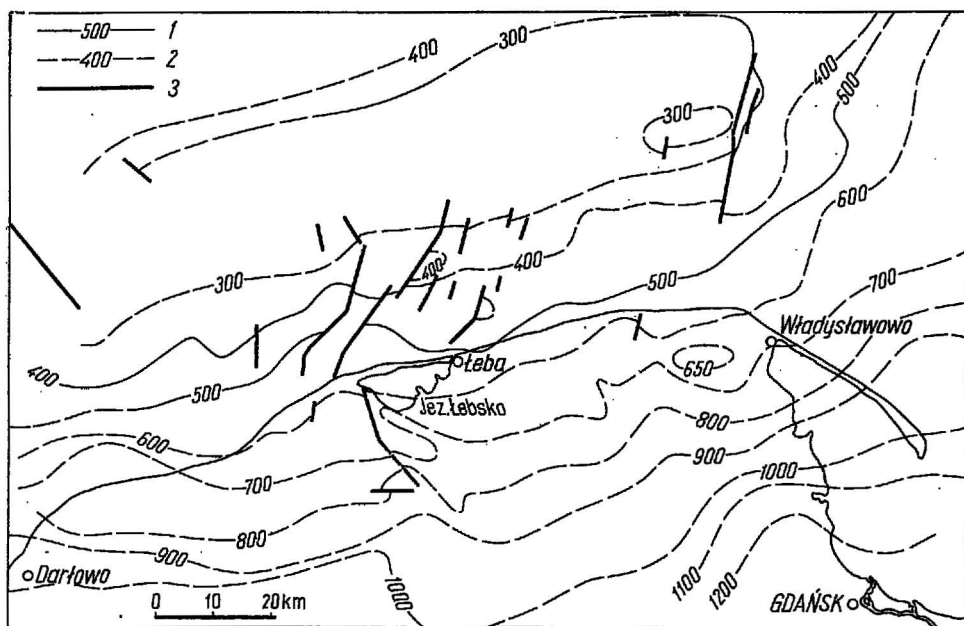


Fig. 1. Schemat strukturalny poziomu refleksyjnego A  
Structural scheme of reflexion horizon A

1 — izobaty o przebiegu pewnym (w m ppm); 2 — izobaty o przebiegu przypuszczalnym; 3 — strefy uskokowe  
1 — isobaths characterized by certain course (in m ppm); 2 — isobaths characterized by supposed course; 3 — fault zones

stratygraficzne, oraz na południowych profilach morskich. W tym obszarze wiązany on jest z przystropowymi utworami cechsztynu. Zgodnie z tendencją zaobserwowaną na lądzie poziom ten dźwiga się w kierunku północnym. Jednocześnie następuje pogorszenie jakości odbić od tego poziomu, a na północnych i zachodnich odcinkach profili refleksy prawie zupełnie zanikają. W tym obszarze osłabionej rejestracji poziomu A pewniejsze rezultaty uzyskano dopiero na profilach położonych najdalej na wschód.

Fakt całkowitego zaniku lub osłabienia odbić od przystropowych utworów cechsztyńskich najprawdopodobniej związany jest z tak płytkim występowaniem tych utworów, że refleksy od nich, przy zastosowanej metodyce prac (S. Młynarski, 1966), nie mogły być zarejestrowane. Nie można jednak całkowicie wykluczyć możliwości pierwotnego wyklinowania cechsztynu lub też jego braku związanego z późniejszymi procesami denudacji. W analogicznym położeniu pojawia się poziom A na najbardziej północnych odcinkach profili, z tym że nie ma dowodu na to, iż jest to nadal poziom cechsztyński.

Występujące na obszarze morskim, na schemacie głębokościowym poziomu A, niewielkie przyuskokowe brachyantykliny są mało pewne, ponieważ określone zostały na podstawie pojedynczych profili. Wyznaczone w tymże poziomie strefy uskokowe na morzu mają ogólnie kierunek

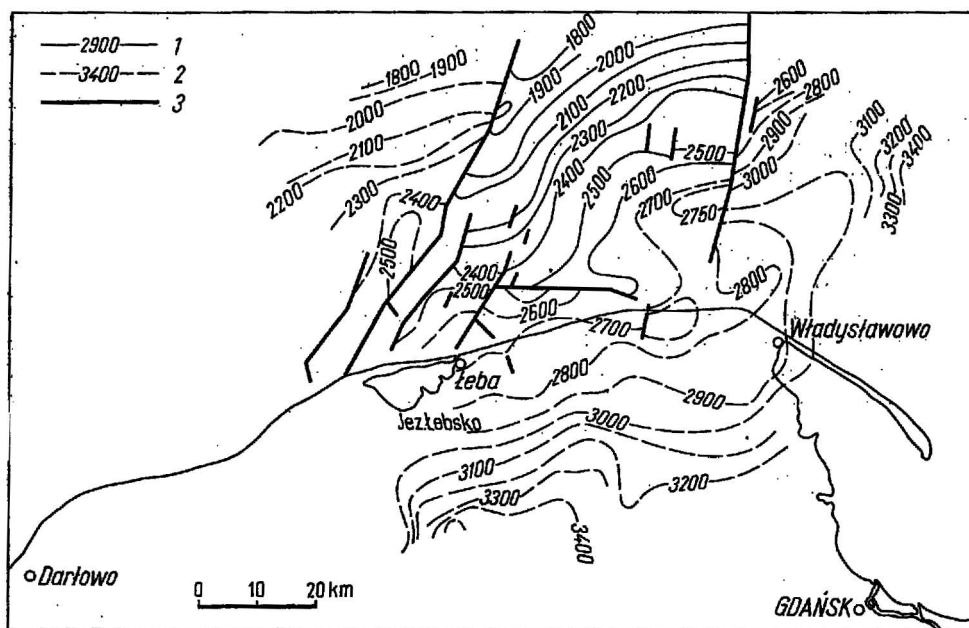


Fig. 2. Schemat strukturalny poziomu refleksyjnego Or

Structural scheme of reflexion horizon Or

1 — izobaty o przebiegu pewnym (w m ppm); 2 — izobaty o przebiegu przypuszczalnym; 3 — strefy uskokowe

1 — isobaths characterized by certain course (in m ppm); 2 — isobaths characterized by supposed course; 3 — fault zones

SW-NE. Najpewniejsze i jednocześnie najdłuższe są dwie zachodnie linie uskokowe, ciągnące się od wybrzeża aż do strefy zaniku refleksów cechsztyńskich, oraz strefa uskokowa występująca na wysokości Rozewia. Pozostałe uskoki są słabiej udokumentowane, często zaznaczają się tylko na pojedynczych profilach. Strefa uskokowa, wyznaczona na obszarze lądowym w pobliżu jez. Łebsko na podstawie prac Górnictwa Naftowego z 1968 r., ma inny kierunek niż jej przypuszczalne przedłużenie na obszarze morskim.

Poziom A wiąże się z wyznaczonym w rejonie Świnoujście — Koszalin poziomem F z tym, że poziom F jest najgłębszym poziomem przewodnym i występuje na głębokościach od 1500 do 3000 m, natomiast poziom A jest naj płytszym poziomem przewodnym, a głębokość jego występowania w zasadzie nie przekracza 1000 m.

Poziom Or, wiązany z utworami ordowickimi, jest rozpoznany na mniejszym obszarze niż poziom A. W sposób najpewniejszy jest on rejestrowany w całej środkowej części obszaru rozpoznania, między dwoma ciągami uskoków biegnącymi z południowego zachodu na północny wschód i tnącymi prawie wszystkie podłużne profile morskie. Od południa teren ten ograniczony jest nieco mniej pewną strefą uskokową o kierunku niemal prostopadłym do wspomnianych poprzednio ciągów.

Obraz ułożenia poziomu Or w najbardziej zachodnim obszarze jego

występowania cechuje monotonne dźwiganie się poziomu ku północy. Bardziej urozmaicony jest obszar między wspomnianymi ciągami uskoków, gdzie przy generalnej prawidłowości dźwigania się ku północy obserwuje się także zamknięcia strukturalne przy uskokach. Najbardziej interesującym z nich wydaje się być północny element strukturalny przy zachodnim ciągu uskokowym.

Scenematy głębokosciowe przewodnich poziomów refleksyjnych ... Or (fig. 1 i 2) ilustrują ogólne cechy budowy wgłębnej i generalną tendencję wznoszenia się utworów paleozoicznych ku północy. Najbardziej interesujące pod względem strukturalnym są w tym obszarze przyuskokowe elementy strukturalne w środkowym rejonie śledzenia poziomu Or. Otrzymany schemat poziomu Or może być w przyszłości pomocny przy typowaniu rejonów do szczegółowego rozpoznania.

Zakład Geofizyki Instytutu Geologicznego  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 13 maja 1972 r.

#### PISMIENNICTWO

- DADLEZ R., MŁYNARSKI S. (1967) — Wgłębna budowa geologiczna podłoża Bałtyku na wschód od ujścia Odry. *Kwart. geol.*, 11, p. 489—501, nr 3. Warszawa.
- MŁYNARSKI S. (1966) — Problemy metodyki badań sejsmicznych na morzu. *Prz. geol.*, 14, p. 274—276, nr 6. Warszawa.
- MŁYNARSKI S. (1971) — Wykorzystanie fal dyfrakcyjnych dla wyznaczenia uskoków w rejonie Pomorza Zachodniego. *Kwart. geol.*, 15, p. 507—516, nr 3. Warszawa.
- TWARDOWSKI Cz., PEPEL A., WERNER Z. (1971) — Zastosowanie badań sejsmicznych do poszukiwań złóż soli potasowych. *Prz. geol.*, 19, p. 221—227, nr 5. Warszawa.
- ŻARUK J. (1966) — Osobliwości morskich prac sejsmicznych. *Technika Poszukiwań*, nr 18, p. 26—28. Warszawa.

Данута ЖАРДЕЦКА

## СЕЙСМИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКСИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МОРСКОЙ И МАТЕРИКОВОЙ ЧАСТИ ПОДНЯТИЯ ЛЭБЫ

### Резюме

Описана попытка однородного представления результатов рефлексивных исследований, проведенных в восточной части польской акватории Балтийского моря, а также в материковой части поднятия Лэбы. Первым этапом работы являлось проведение временной корреляции рефлексивных материалов. Затем было разработано распределение средних скоростей, общее для морских и материковых профилей. В этом распределении были использованы новейшие данные по скважинам, а принятый результат ставил функцию  $V(h)$  в зависимость от времени, за которое были зарегистрированы рефлексии от прикровельных отложений цехштейна.

Одновременно с этим была принята во внимание необходимость связи восточной территории исследований с ранее полученными результатами работ, выполненных на западных морских профилях.

Конечным эффектом работы являются глубинные схемы основных отражающих горизонтов  $A$  и  $Or$  (фиг. 1 и 2), которые показывают положение палеозойских отложений в восточной части польской акватории Балтийского моря и на прилегающих частях материка.

Danuta ŻARDECKA

## SEISMIC REFLEXION SURVEYS WITHIN MARINE AND CONTINENTAL PARTS OF THE LĘBA ELEVATION

### Summary

The author discusses an attempt at a uniform presentation of the results of reflexion surveys made within the eastern part of the Polish Baltic sea area, and within the continental part of the Leba elevation. Correlation of the time reflexion materials has been the first stage of the work executed. Then distribution of mean velocities has been worked out, common for both marine and continental profiles. The distribution has been based on the latest data from drillings, and the solution accepted has conditioned  $V(h)$  function upon time, during which reflexes from the near-top Zechstein formations have been recorded.

The possibility and necessity of connecting the eastern area of study with the previously elaborated results of the works made along the western marine profiles have also been taken into consideration.

The research works resulted in the elaboration of depth schemes of the key reflexion horizons  $A$  and  $Or$  (Figs. 1 and 2), which illustrate the position of the Palaeozoic formations in the eastern part of the Polish Baltic sea area and within the adjacent continental areas.