



TADEUSZ KRYNICKI

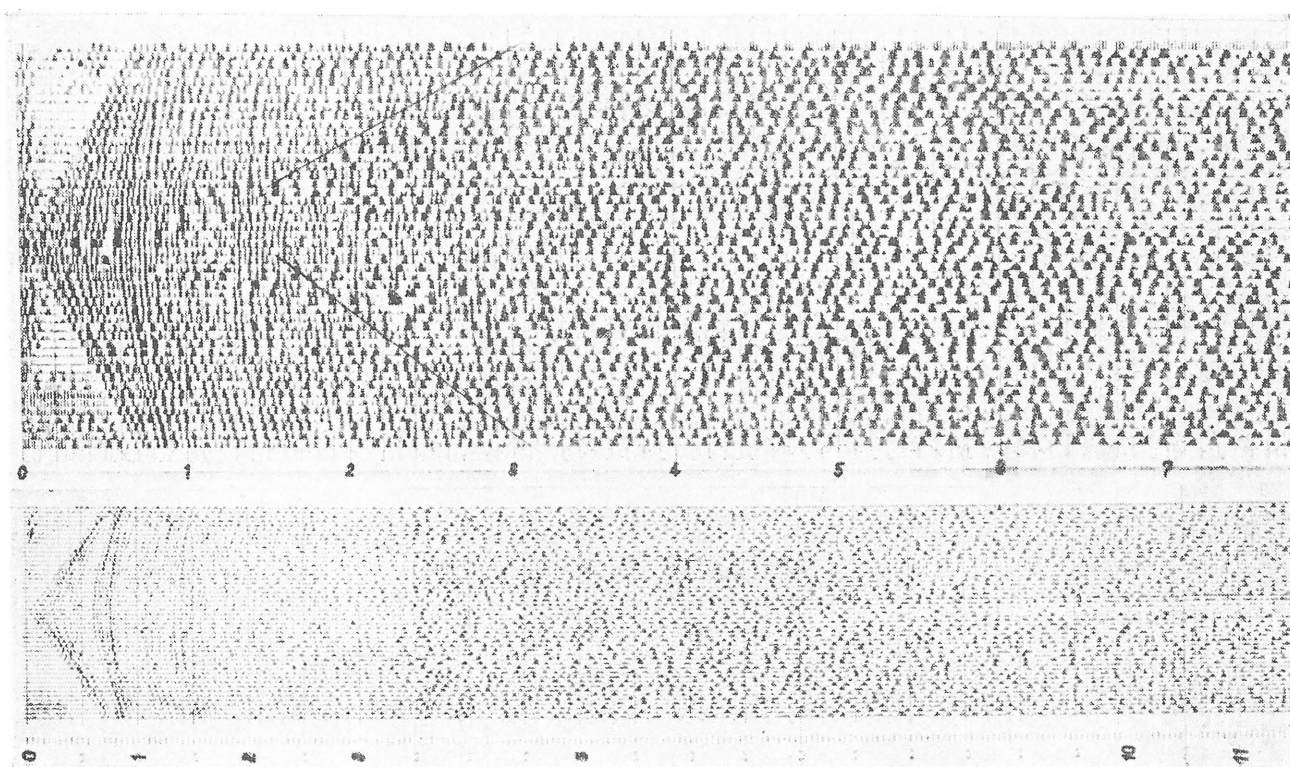
Przeds. Poszukiwań Geofizycznych

MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA FAL ODBITYCH PRZED PUNKTEM KRYTYCZNYM W BADANIACH GŁĘBOKICH GRANIC SEJSMICZNYCH

UKD 551.14:550.834.32.04.05:0.347.62

Informacje o budowie głębokich warstw skorupy ziemskiej, w tym również i granicy Mohorovičića, mają istotne znaczenie dla właściwego ukierunkowania badań geologiczno-poszukiwawczych. Wynika to ze związku między położeniem głębokich granic skorupy ziemskiej a budową nadkładu. Dlatego też coraz więcej uwagi poświęca się badaniom geofizycznym, a zwłaszcza metodom sejsmicznym stanowiącym podstawowe źródło informacji o budowie skorupy ziemskiej (1, 2, 3, 5, 6).

W Polsce, jak dotychczas, nie prowadzi się w zasadzie rejestracji fal odbitych od głębokich granic skorupy ziemskiej w strefie przed punktem krytycznym, mimo że ze względu na pewność danych i niewielkie koszty należałoby podjąć takie badania. Za celowością wykorzystania fal odbitych w badaniach głębokich granic przemawiają uzyskane wyniki, które zostaną niżej przedstawione.



Ryc. 1. Sejsmogramy odtworzone na plotterze cyfrowym. Sejsmogram górny uzyskano w paśmie przepuszczania częstotliwości 2–50 Hz. Dla sejsmogramu dolnego przyjęto filtrację zmienną w czasie: do 3,5 s — 20–40 Hz, do 18 s — 8–40 Hz.

Fig. 1. Seismographs displayed on numerical plotter. Upper seismograph was obtained in pass band with 2–50 Hz frequency, and the lower seismograph — using filtration variable in time: up to 3.5 s — 20–40 Hz, up to 18 s — 8–40 Hz.

PRZESŁANKI TEORETYCZNE POWSTAWANIA FAL ODBITYCH OD GŁĘBOKICH GRANIC W SKORUPIE ZIEMSKIEJ

Jednym z podstawowych czynników decydujących o uzyskaniu informacji metodą sejsmiczną fal odbitych z dużych głębokości jest budowa geologiczna, warunkująca rozkład zmian fizycznych właściwości w skonsolidowanym ośrodku, jaki stanowi skorupa ziemska. Z punktu widzenia możliwości zastosowania metody refleksyjnej największe znaczenie mają takie parametry, jak gęstości warstw i prędkości rozchodzenia się fal lub, będące ich iloczynem — twardości akustyczne, od zróżnicowania których zależą współczynniki odbicia, a więc i intensywność fal odbitych.

Należy nadmienić, że pomimo wykonania wielu prac, głównie metodą głębokich sondowań sejsmicznych oraz pomiarów laboratoryjnych parametrów fizycznych przy dużych ciśnieniach i temperaturach, istnieje wiele niejasnych i dyskusyjnych zagadnień, dotyczących budowy geologicznej skorupy ziemskiej, a także rozkładu wartości właściwości skał oraz fizycznej natury granic sejsmicznych. W świetle wyników badań sejsmicznych ostatnich lat uległ zmianie pogląd na model budowy skorupy ziemskiej i charakter tworzących się fal sejsmicznych.

Koncepcja, zgodnie z którą w skorupie ziemskiej wyodrębniono kompleks warstw osadowych, granitowych i bazaltowych jest obecnie modyfikowana. Uzyskane wyniki potwierdzają, że wymienione kompleksy nie stanowią ośrodków jednorodnych. Budowa skonsolidowanego kompleksu skorupy ziemskiej nie jest tak prawidłowa, jak skał osadowych, chociaż występuje pewne usystematyzowanie właściwości fizycznych ośrodków. Tak więc na przykład — na podstawie danych głębokich sondowań sejsmicznych, w tym również i z obszaru Polski, można zauważyć pewien systematyczny wzrost prędkości z głębokością (Guterch, Sołogub), chociaż występuje również inwersja prędkości. Należy też odnotować, że na granicy Konrada nie zawsze obserwuje się zróżnicowanie wartości

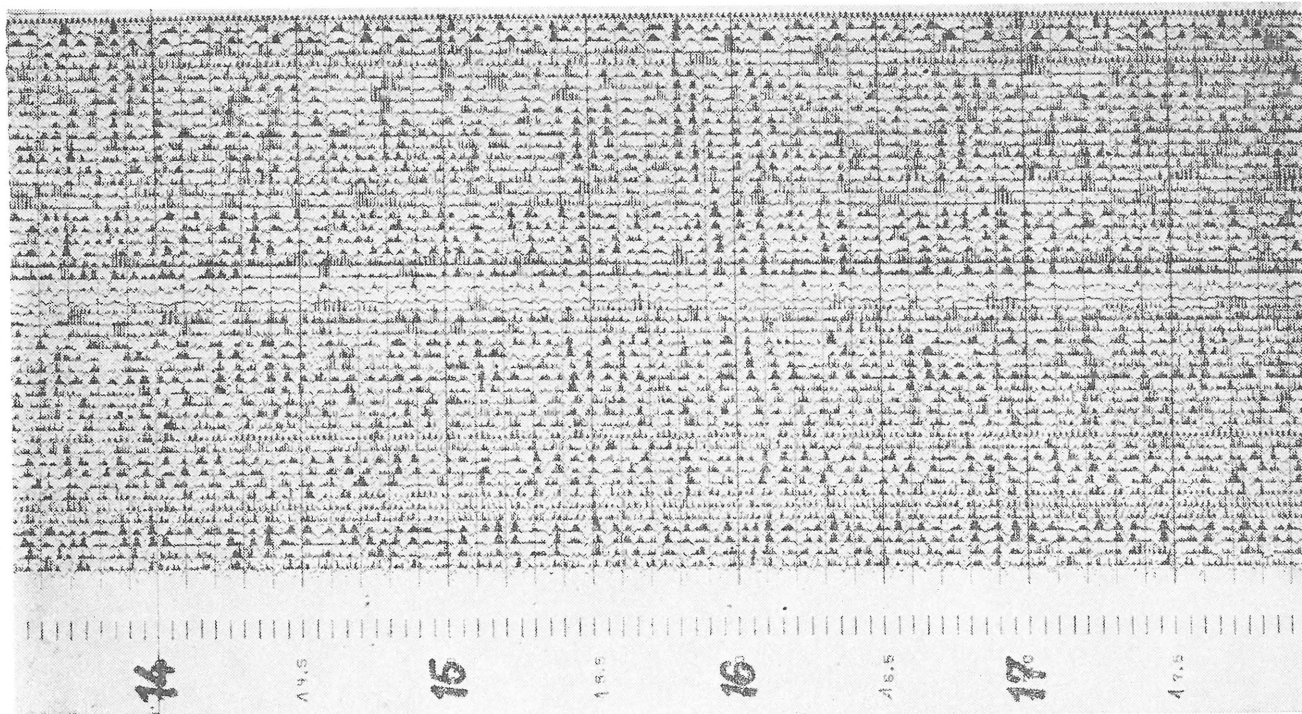
prędkości i gęstości, a A. Guterch uważa, że granica ta powinna oznaczać, najczęściej, jedynie pewną prędkość fal lub strefę przejściową, określoną przedziałem zmian prędkości fal podłużnych. S. Krasowski wypowiada pogląd, że dla granicy Konrada zróżnicowanie prędkości może osiągać wartości 0,1–0,4 km/s, gęstości zaś — rzadko przekracza 0,1 g/cm³.

Z kolei dla nieciągłości Moho, charakteryzującej się względnie stałymi wartościami prędkości, wynoszącymi najczęściej 7,6–8,2 km/s, zróżnicowanie wartości prędkości waha się w przedziale 0,1–1 km/s, a gęstości — 0,2 g/cm³. Według S. Krasowskiego, poniżej granicy Moho trudno oczekiwać występowania warstw o większym zróżnicowaniu prędkości i gęstości. W związku z tym można uważać, że znacznie intensywniejsze fale powstawać będą na granicy Moho niż Konrada.

W świetle przytoczonych danych wydaje się w pełni realna perspektywa rejestrowania fal odbitych od głębokich granic skorupy ziemskiej w strefie przed punktem krytycznym, nawet tuż obok miejsca wzbudzenia, pod warunkiem zastosowania odpowiedniej metodyki prac polowych. Potwierdzeniem tego mogą być próbne pomiary fal odbitych z dużych głębokości, wykonane na temacie „Wejsuny — Bartoszyce — granica państwa” (T. Krynicki, A. Mikołajczak, 1961), których wyników niestety nie załączono do dokumentacji oraz niżej omówione wyniki uzyskane na wyniesieniu Łeby.

METODYKA POMIARÓW I UZYSKANE WYNIKI NA WYNIESIENIU ŁEBY

Głównymi czynnikami, które utrudniają uzyskiwanie informacji z dużych głębokości, podczas rejestracji prowadzonej w pobliżu punktu strzałowego, są fale wielokrotne i powierzchniowe. Te pierwsze, w pewnych przypadkach, np. płytko występujących granic o dużych wartościach współczynników odbicia, mogą być względnie łatwo rozpoznane. Poza tym, nie będą się one nakładać na refleksy pochodzące z dużych głębokości, gdyż jak to wynika z doświadczeń, krotność fal w większości obszarów jest ograniczona.



Ryc. 2. Fragment sejsmogramu obrazujący charakter zapisu fal odbitych od głębokich granic skorupy ziemskiej.

Fig. 2. Part of seismograph illustrating the nature of record of waves reflected from deep crustal boundaries.

Wydaje się, że większy problem stanowią fale powierzchniowe, w tym również i fale Rayleigha, których prędkości mogą być stosunkowo niskie, intensywność zaś duża, na co wskazują m.in. wyniki badań uzyskane w Karpatach (4). Potwierdzają to również pomiary przeprowadzone na wyniesieniu Łeby, przy zastosowaniu następujących parametrów:

- aparatura SN — 338
- geofony DF — 4 V (częstotliwość rezonansowa 10 Hz) w liczbie 24 kanałów
- czas rejestracji (2 t) 25 s
- filtracja 12,5–125 Hz
- ładunek 10 kg
- liczba otworów 3, odległość między nimi 15 m
- głębokość otworów 18 m
- rozstaw środkowy, odległość między kanałami 50 m, między kanałami 24 i 25, 100 m
- geofony kanałów 1–10, ustawione na polu uprawnym, kanałów 11–23 na podmokłej łące, kanałów 24–48 w lesie
- odległość między geofonami w grupie 4 m
- długość bazy grupowania geofonów 44 m

Należy nadmienić, że parametry wzbudzenia (poza większością ładunków) i odbioru były zbliżone do stosowanych podczas prac produkcyjnych, których celem było rozpoznanie budowy utworów cechsztyńskich. Refleksy cechsztyńskie występują na czasie około 0,5–0,8 s. Na sejsmogramach odtworzonych w aparaturze polowej, w paśmie przepuszczania 16–56 Hz, widoczne są tylko refleksy cechsztyńskie. Fale odbite z większych głębokości trudne są do wyznaczenia. Z kolei na sejsmogramie odtworzonym w paśmie 2–40 Hz, oprócz fal cechsztyńskich, zarysowuje się fala na czasie około 16 s. Poza tym, na sejsmogramie obserwuje się powierzchniowe fale zakłócające, o niskich częstotliwościach.

Powierzchniowe fale zakłócające widoczne są także na sejsmogramie odtworzonym na plotterze cyfrowym do czasu ponad 8 s, a przedstawionym w górnej części ryc. 1. W zasadzie począwszy od czasu 1,5 s na całej długości sejsmogramu i wszystkich kanałach występuje silne tło zakłócające, wywołane falami powierzchniowymi.

W nawiązaniu do specjalnych pomiarów fal powierzchniowych z obszaru Karpat, można przypusz-

czać, że i w tym przypadku mamy do czynienia z podobnymi falami. Nie wnikając w naturę tych fal wydaje się prawdopodobne, że fale powierzchniowe z powodu swej intensywności stanowią będą największą przeszkodę w wydzielaniu fal odbitych na dużych głębokościach. Pomimo, że fale powierzchniowe charakteryzują się na ogół niższymi częstotliwościami niż fale odbite, to jednak wskutek dużej ich intensywności, poprzez zastosowanie procesów filtracji, nie zawsze uda się wyodrębnić fale odbite z tła zakłócającego. Potwierdza to sejsmogram przedstawiony na ryc. 1, a odtworzony na plotterze cyfrowym do czasu ok. 18 s, w paśmie przepuszczania częstotliwości 20–45 Hz do 3,4 s i 8–40 Hz. Na odcinku sejsmogramu uzyskanym w paśmie przepuszczania niskich częstotliwości, silne tło zakłócające występuje od 3,5 do 9,5 s. Dalej fale zakłócające stopniowo słabną i zaczynają pojawiać się zgodności fazowe, które na podstawie ich układu, na poszczególnych kanałach, można uważać za fale odbite. Najwyraźniejsze refleksy występują na czasie około 15,5, 16 i 17 s.

Ten fragment sejsmogramu, w powiększeniu, ilustruje ryc. 2. Zauważa się, że wspomniane refleksy różnią się pod względem charakteru zapisu, w tym również i intensywności. Stosunkowo mniej widoczne są fale odbite na kanałach 25–48, znajdujące się w dolnej części ryc. 2. Przyczyną tego wydają się być warunki powierzchniowe, jako że geofony tych kanałów ustawione były na odcinku profilu, przebiegającym przez wydmy piaszczyste pokryte lasem. Każda z zarejestrowanych fal ma 3–4 fazy, chociaż ich wyodrębnienie na wszystkich kanałach nie jest tak jednoznaczne. Okresy dominujące fal wynoszą około 70–80 ms.

Ustalenie głębokości występowania granic odbijających jest stosunkowo trudne. Jeżeli przyjąć średnią, równą 5000 m/s, otrzymamy, że refleksy powstały na głębokości rzędu 37–42 km. Trzeba nadmienić, że głębokości te są bliskie wynikowi uzyskanym na VII profilu międzyrodowym (A. Guterch), na którym wyznaczono, w bliskim sąsiedztwie miejsca rejestracji omawianych fal odbitych, granice różnicowania prędkości na głębokościach 38 i 45 km.

Jest oczywiście, że na podstawie omówionych wyników nie można wyciągać daleko idących wniosków

geologicznych. Niemniej nasuwają się pewne uwagi metodyczne a mianowicie, że — celowe jest kontynuowanie prób rejestracji fal odbitych w pobliżu punktu wzbudzenia, do czasu około 20—25 s. Pewną ilość takich pomiarów należałoby przeprowadzić w pierwszej kolejności w obszarach o małej miąższości nadkładu osadowego, aby uniknąć rejestracji fal wielokrotnych. Z kolei dla osłabienia fal powierzchniowych wskazane jest grupowanie otworów i geofonów na wydłużonych bazach do 200—300 m.

W przypadku uzyskiwania głębokich refleksów, należałoby podobne prace przeprowadzić w obszarach o większych miąższościach skał osadowych, dostosowując odpowiednio metodykę prac polowych i interpretacyjnych do celu badań, tj. do wzmocnienia fal odbitych rejestrowanych w strefie przed punktem krytycznym. Pomocna w tym względzie, zapewne, okaże się metoda wielokrotnych pokryć. Zastosowanie metodyki zbliżonej do omówionej i proponowanej niewątpliwie przyczyni się do zmniejszenia kosztów badań głębokich warstw skorupy ziemskiej.

SUMMARY

The paper presents the results of seismic surveys of deep crustal boundaries in the Leba elevation. The works made it possible to record waves reflected at about 37—42 km depth before reaching critical point. Identification of waves reflected from deep crustal boundaries on seismographs is impeded by several agents including surface waves. The latter may be effectively muffled by selecting appropriate method of field works. This is illustrated with some examples of wave records on seismographs. The results obtained show that it is justified to carry out works of this type.

LITERATURA

1. Fajkiewicz Z. — Miąższość i budowa skorupy ziemskiej w Polsce. Komitet Międzynarodowej Współpracy Geofizycznej przy PAN. Biul. Inf. 1966 nr 1.
2. Guterch A. i in. — Sejsmiczna struktura skorupy ziemskiej wzdłuż VII profilu międzynarodowego w świetle badań metodą głębokich sondowań sejsmicznych. Prz. Geol. 1975 nr 4.
3. Krasowski S. S. — Modelowanie struktur ziemnej kory i wierzchniejmantii. Probl. fiz. ziemli na Ukrainie. Izd. Nauk. Dumka 1975.
4. Krynicki T., Hałóń E., i in. — Opracowanie metodyki kierunkowego wzbudzenia drgań w warunkach Karpat. (maszynopis PPG — 1975).
5. Pożaryski W. — Interpretacja geologiczna wyników głębokich sondowań sejsmicznych na VII profilu międzynarodowym. Prz. Geol. 1975 nr 4.
6. Солюгуб В. В., Григ Н. Е. — Опыт промиеиния способа ОГТ при изучении глубинного строения земной кory. Geofiz. sb. 1975 nr 64.

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты сейсмических исследований, полученные от глубоких границ земной коры на поднятии Лэбы. Проведенные работы позволили зарегистрировать отраженные в докритической зоне волны с глубин порядка 37—42 км.

Одной из существующих причин, усложняющих выделение на сейсмограммах отраженных волн с больших глубин, являются поверхностные волновые помехи, которые однако могут быть существенно подавлены путем применения соответствующей методики полевых работ. Приведенные примеры записи волн на сейсмограммах подтверждают это. На основании полученных результатов следует, что такие работы целесообразно проводить в будущем.