

MIT REFLEXIONSMESSUNGEN BESTIMMTE HORIZONTE UND GESCHWINDIGKEITSVERTEILUNG IN DER ERDKRUSTE UND IM ERDMANTEL

K. POSGAY*

In den vergangenen Jahren hat das Geophysikalische Institut Roland Eötvös Reflexionsmessungen in der ungarischen Tiefebene zwecks Studium der Erdkruste und des Mantels durchgeführt. In diesem Artikel werden die ersten Resultate der Untersuchungen veröffentlicht.

Bei den Messungen wurde eine spezielle 24-kanalige, seismische Digitalapparatur angewandt, die mit Hilfe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften für diese Versuche im Eötvös-Institut entwickelt wurde (POSGAY, KORVIN, VINCZE, 1970). Es wurden polnische Seismometer vom Typ NC-2 benutzt, die eine Eigenfrequenz von 2,6 Hz und eine Empfindlichkeit von 0,4 V/cel haben.

Die Messungen wurden zwischen Debrecen und Szolnok, neben Karcag durchgeführt. Die Messanordnung wurde nach dem Stapelungssystem durchgeführt, so dass von demselben Reflexionselement eine sechszehnfache Überdeckung erreicht wurde. Als Energieanregung dienten Bohrlochsprengungen. In einem Feuer wurden 200—400 kg Ladung versprengt. Die Distanz zwischen den Seismometern betrug 100 m. Die Mitteilung des Sprengbefehls und des Abrissmomentsignals — zwischen Sprengpunkt und Aufnahmeapparat — erfolgte über Rundfunk, mit einem speziell entwickelten Kodiergerät.

Die Seismogramme wurden im Rechenzentrum des Eötvös-Institutes mit einem Rechner Minsk-32 verarbeitet. Die speziellen Periferien und die Rechenprogramme wurden gleichfalls im Eötvös-Institut entwickelt.

Auf dem groben Seismogrammprofil erkennt man nur schwache Reflexionen. Die stärksten Wellen des Bildes sind jene, die in den oberen, jungen Sedimenten mit einem sich beugenden Strahlenweg auf die Erdoberfläche zurückkehren, dort lassen sie sich reflektieren, und danach wiederholt sich der Prozess. Es war die Aufgabe der Bearbeitung, die schwächeren Reflexionen aus dem starken Störwellenpegel herauszuheben.

Die statischen Korrekturen wurden aufgrund von Erdölprospektionsmessungen (MURAVINA, NAGYNÉ, ÚJFALUSY, 1965) berechnet. Das Geophysikalische Unternehmen des Ungarischen Erdöltrustes hatte vorher seismische Reflexions-Refraktions- und Bohrlochmessungen durchgeführt. Mit Hilfe der Angaben des Berichtes wurde die Mächtigungsänderung der jungen Sedimente (ca. 1 km) in Korrektur genommen.

Für die Entfernung der Störwellen wurde zweidimensionale Filterung in zwei Etappen angewendet. So gelang es, dass man auf einer Länge von 50—65% entlang der Laufzeitkurven der besseren Reflexionshorizonte markierbare Reflexionen feststellen konnte. Es war aufgrund der Resultate möglich, ein gut interpretierbares Constant-Velocity-Scan-Bild herzustellen.

* Ungarisches Geophysikalisches Institut Roland Eötvös Manuskript eingegangen am 26. 2. 1976

Es konnten aus der Erdkruste 3, bei der Mohorovičić-Diskontinuität 2 und im Erdmantel 7 Reflexionshorizonte und zwischen diesen auch Intervallgeschwindigkeiten bestimmt werden (Abb. 1.). Bei den Berechnungen wurde die durch die Brechung des Strahlenweges verursachte Geschwindigkeitserhöhung berücksichtigt. Die korrigierte Durchschnittsgeschwindigkeitskurve und die Intervallgeschwindigkeitskurve ist auf der Abbildung mit ausgezogenen Linien, die Durchschnittsgeschwindigkeitskurve ohne Korrekturen mit unterbrochenen Linien aufgezeichnet.

Die Bearbeitung der Resultate wurde bei 5 Sekunden begonnen. Man kann die Intervallgeschwindigkeit von 6,36 km/s der oberen Schichten als Annäherungswert betrachten. Es ist interessant, dass die vertikalen Intervallgeschwindigkeiten der unteren Erdkruste und der Mohorovičić-Diskontinuität grösser sind als die durch Erdkrustenforschungen bestimmten Grenzgeschwindigkeiten (Митух, Пошгаи, 1971), und dass die unterste Schicht der Erdkruste eine Geschwindigkeitsverringering zeigt.

Man darf vielleicht bei der Beurteilung der höheren vertikalen Intervallgeschwindigkeitswerte an eine Geschwindigkeitsanizotropie denken. Es sei als Beispiel erwähnt, dass HESS (1964) im nordöstlichen Teil des Stillen Ozeanes festgestellt hat, dass in ostwestlicher Richtung die Mohorovičić-Diskontinuität mit einer Grenzgeschwindigkeit von 8,6 km/s auftritt, gegenüber dem Wert 8 km/s in nordsüdlicher Richtung.

Natürlich soll ebenso in Betracht gezogen werden, dass die Störungswellen in diesem Zeitraum sehr stark waren und diese konnten eventuell die Ergebnisse verfälschen.

Die Mohorovičić-Diskontinuität tritt in diesem Gebiet mit zwei benachbarten Reflexionshorizontgruppen auf, wie dies schon früher bestimmt wurde (Митух, Пошгаи, 1967).

Die Inverszone über die Mohorovičić-Diskontinuität ergänzt sehr gut die bisherigen Kenntnisse (R. MEISSNER 1967, 1973; DOHR, FUCHS 1967; ДАВУДОВА et al. 1972).

Es ist wahrscheinlich, dass zur Mohorovičić-Diskontinuität auch eine — in physikochemischer Hinsicht — instabile Zone gehört. Man könnte sich vorstellen, dass diese Zone zunächst mit einer Geschwindigkeitsverringering beginnt. Nach einigen Kilometern lassen sich bereits härtere Bänke feststellen, welche lamellenartige Struktur zeigen. Mit zunehmender Tiefe wird die Geschwindigkeit der härteren Bänke charakteristisch für die Schichtenfolge. Die geschilderte Vorstellung soll noch mit weiteren Untersuchungen erhärtet werden, weil das Zeitintervall der Geschwindigkeitsverringeringzone klein ist, und die bestimmte Intervallgeschwindigkeit fehlerhaft sein kann.

Die bei der 12,16 und 14,5 Sekunde beobachteten Reflexionen lieferten am sichersten bestimmbare Durchschnittsgeschwindigkeiten (Abb. 2.). Es gab zwischen diesen reflektierenden Horizonten die grösste Intervallgeschwindigkeit mit einem Wert von 9,1 km/s, in einer Tiefe von 40—50 km. Dieser Wert stimmt gut mit den in der Literatur nachlesbaren Angaben über die Horizontalgeschwindigkeit überein (Сибботин, Наумчик, Рахимова, 1968; Косминская, 1966.)

Eine mächtige Geschwindigkeitsinversionszone beginnt in einer Tiefe von 57 km. Von hier bis zu einer Tiefe von 96 km, von wo die tiefste Reflexion erhalten wurde, ist die Intervallgeschwindigkeit nahezu gleichbleibend. Man kann diese Zone als LVL (GUTENBERG, 1948) interpretieren. Bisztricsány und Egyed haben im Karpatenbecken aus seismologischen Daten die Tiefe der LVL auf 75,5 km bestimmt (BISZTRI-

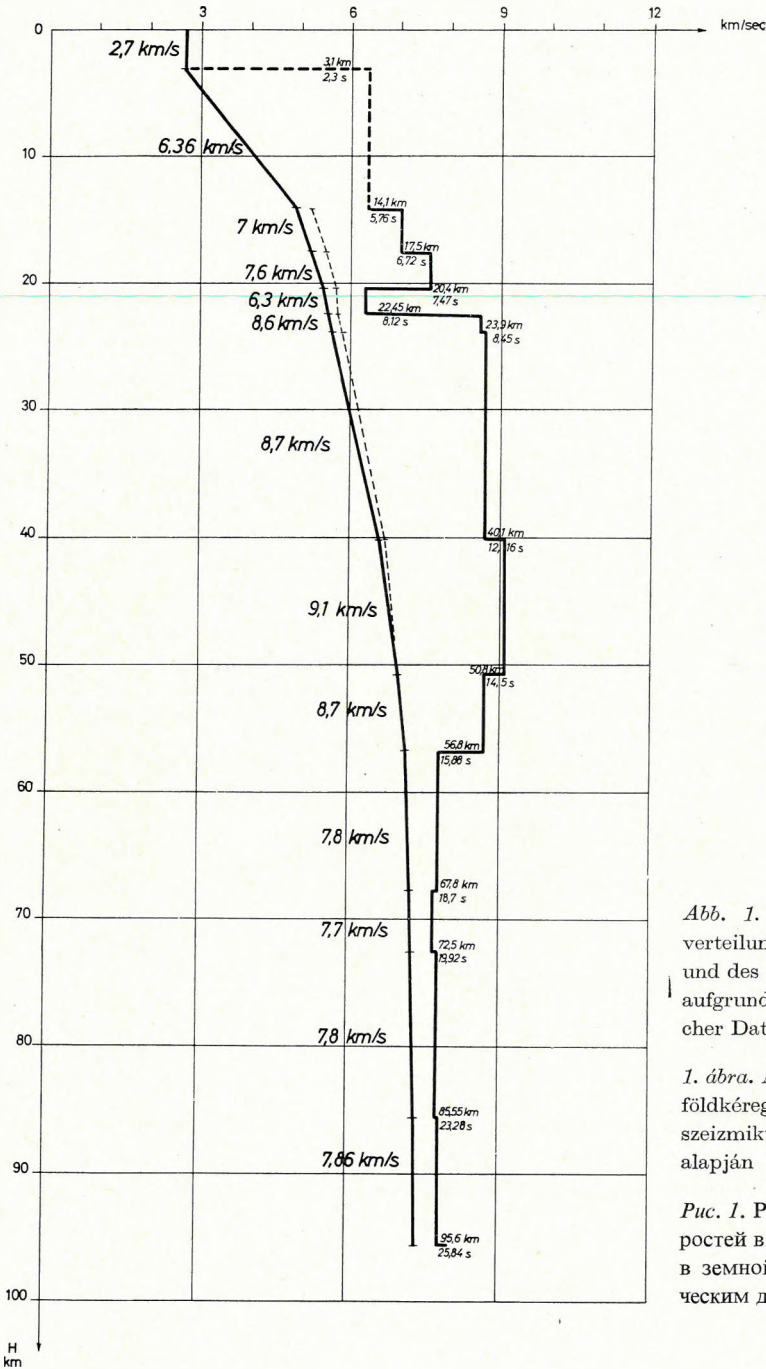


Abb. 1. Geschwindigkeitsverteilung der Erdkruste und des oberen Erdmantels aufgrund reflexionsseismischer Daten

1. ábra. A felső köpeny és a földkéreg sebességeloszlása szeizmikus reflexiós adatok alapján

Рис. 1. Распределение скоростей в верхней мантии и в земной коре по сейсмическим данным МОБ

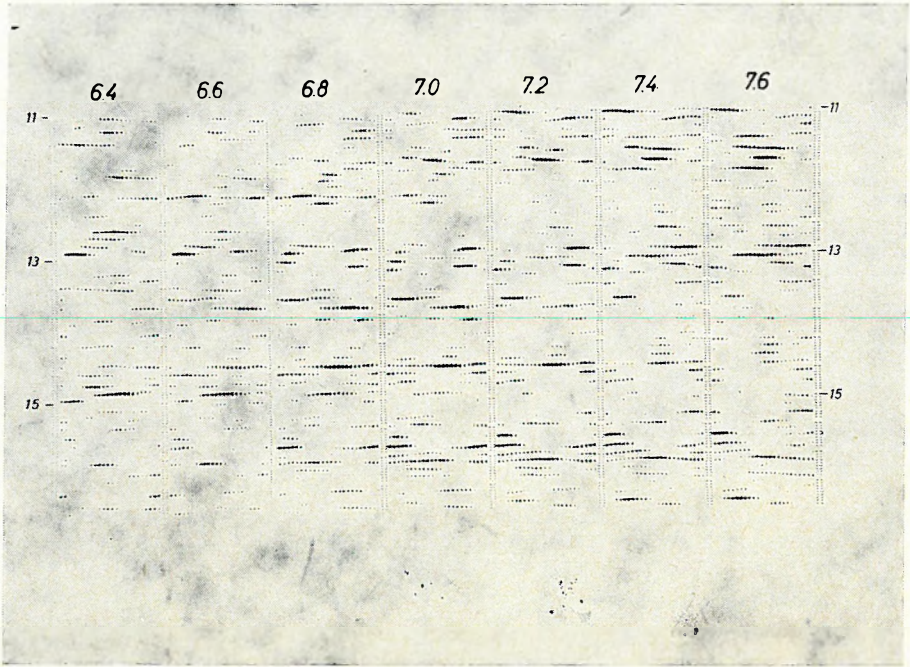


Abb. 2. Constant-Velocity-Scan-Bild zwischen 11 und 16 Sekunden. Die bei 12, 16 und 14,5 Sekunden beobachteten Reflexionen lieferten am sichersten bestimmbare Durchschnittsgeschwindigkeiten. Die LVL meldet sich zuerst bei 15,88 Sekunden

2. ábra. Konstans sebességeloszlás 11—16 sec között. A 12, 16 és 14,5 sec-nál észlelt reflexiók szolgáltatták a legbiztosabban meghatározható átlagsebességeket. A kisebbességű zóna először 15,88 sec-nál jelentkezett

Рис. 2. Константное распределение скоростей в интервале времен от 11 до 16 сек. Наиболее достоверно определяемые средние скорости получены по отражениям, записанным на временах 12, 16 и 14,5 сек. Зона пониженных скоростей впервые появляется на времени 15,88 сек

CSÁNY, EGYED, 1973; BISZTRICSÁNY, 1974). Die Autoren haben die Tiefe aus den Messergebnissen vieler Erdbeben berechnet. Dieser Wert kann als Durchschnittswert für ein grösseres Gebiet aufgefasst werden, und die Übereinstimmung der seismologischen und seismischen Angaben ebenso beurteilt werden, wie es damals mit den Mohorovičić-Tiefendaten interpretiert wurde (MITUCH, POSGAY, SÉDY, 1964). Der Tiefenwert von 57 km erhärtet auch die Auffassung von ÁDÁM (1970). Er nahm an, dass die gutleitende Schicht auch mit dem LVL korreliert. Er hat aus magnetotellurischen Messungen mit zwei Komponenten die Tiefe auf 40 km und 80 km bestimmt. Wegen der Anisotropie streuten diese Daten. Die durchschnittliche Dicke der gutleitenden Schicht beträgt in Europa ca. 50 km (FOURNIER, ÁDÁM, DE MIGUEL, SANCLEMENT, 1971).

Ich möchte noch erwähnen, dass ich über andere Reflexions-Tiefensondierungsdaten bis in die Tiefe der LVL nicht verfüge, deshalb können diese Resultate vorläufig noch nicht als absolut zuverlässig angenommen werden. In Ungarn planen wir weitere Untersuchungen. Wir möchten sehen, welche Reflexionshorizonte sich

verfolgen lassen. Mit der Publikation dieser Resultate möchten wir dazu anregen, dass man sich in anderen Gebieten gleichfalls mit Reflexions-Tiefensondierungen befasst. Ich nehme an, solche Ergebnisse werden bei der Beurteilung der Globaltektonik-Hypotesen sehr aufschlussreich sein (SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1974).

Ich möchte mich bei E. Mituch und dr. T. Bodoky, sowie I. Petrovics, G. Korvin und E. Drahos bedanken, die einerseits bei der Leitung und Organisation der Feldmessungen, andererseits bei der Anfertigung der Rechenprogramme und bei der Bearbeitung der Seismogramme im Rechenzentrum eine wertvolle Arbeit und Hilfe geleistet haben.

LITERATUR

- ÁDÁM A., 1970: A földi elektromágneses tér szerepe a Föld belső szerkezetének kutatásában. MTA X. Osztályának Közleményei. 4. Budapest. 385-417.
- E. BISZTRICSÁNY, 1974: The depth of the LVL in Europe and in some adjacent regions. Geofizikai Közlemények XXII. Budapest. 61-68.
- E. BISZTRICSÁNY, L. EGYED, 1973: The determination of LVL depth from data of closely spaced seismological stations. Geofizikai Közlemények XXI. 1-4. Budapest. 83-85.
- N. I. DAVYDOVA, I. P. KOSMINSKAYA, N. K. KAPUSTIAN and G. G. MICHOTA, 1972: Models of the Earth's Crust and M-Boundary. Zeitschrift für Geophysik. Band 38. S. 369-393.
- G. DOHR, K. FUCHS, 1967: Statistical evaluation of deep crustal reflections in Germany. Geophysics, Vol XXXII, No. 6, pp. 951-967.
- H. G. FOURNIER, A. ÁDÁM, L. DE MIGUEL, E. SANCLEMENT, 1971: Proposal for a first upper mantle magnetotelluric E-W profil across Europe. Acta Geodetica, Geophysica et Montanistica Academiae Scientiarum Hungaricae. 6 pp, 459-477.
- B. GUTENBERG, 1948: On the layer of relatively low wave velocity at a depth of about 80 kilometers. Bull. Seism. Soc. Am. 38. 121-148.
- H. H. HESS, 1964: Seismic anisotropy of the uppermost mantle under oceans. Nature 203. 629.
- И. П. КОСМИНСКАЯ, 1966: Современные проблемы глубинного сейсмического зондирования. Геофизический сборник 15. Киев. Ст. 36.
- R. MEISSNER, 1967: Exploring deep interfaces by seismic wide angle measurements. Geophysical Prospecting. Vol. XV, No. 4, pp. 598-617.
- R. MEISSNER, 1973: The "Moho" as a transition zone. Geophysical Surveys 1, pp. 195-216.
- MITUCH E.-POSGAY K.-SÉDY L., 1964: Szélesszögű reflexiók alkalmazása a kéregkutatásban. Geofizikai Közlemények XIII. 2, 209.
- E. МИТУХ, К. ПОФГАЙ, 1971: Стрoение земной коры центральной и юго-восточной Европы; Венгерская Народная Республика. Наукова Думка. Киев. 118-130.
- E. МИТУХ, К. ПОШГАЙ, 1967: Результаты исследования земной коры на венгерских участках международных профилей. Геофизические исследования строения земной коры юго-восточной Европы. № 5. Издательство «Наука», Москва. Ст. 39.
- MURAVINA L.-NAGY ZNÉ-ÚJFALUSSY A., 1965: 83. sz. jelentés az 1958-62. években a Hajdúszoboszló-Nyírség kutatási területen végzett refrakciós mérések eredményeiről. OKGT Adattár.
- K. POSGAY-G. KORVIN-J. VINCZE, 1970: Concepts of seismic digital instrumental and methodological development in the ELGI. Geofizikai Közlemények (Geophysical Transactions) XX. 1-2 Budapest
- SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR, 1974: Geonómia. MTA Geokémiai Kutató Laboratórium előkiadása.
- С. И. СУББОТИН, Т. Л. НАУМЧИК, И. Ш. РАХИМОВА, 1968: Мантия земли и тектогенез. Наукова Думка. Киев. Ст. 26.

POSGAY KÁROLY

REFLEXIÓS MÉRÉSEKKEL MEGHATÁROZOTT FELÜLETEK
ÉS SEBESSÉGELOSZLÁS A FÖLDKÉREGBEN ÉS KÖPENYBEN

Az elmúlt években az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet a magyar Alföldön reflexiós méréseket végzett a földkéreg és köpeny tanulmányozására.

A méréseket számjegy-es regisztrálású műszerrel végeztük. Dinamikatartománya és a számítógépes feldolgozás segítségével sikerült a földkéregből és a felsőköpenyből reflexiókat meghatározni, bár szintjük általában lényegesen kisebb volt, mint a velük egy időben regisztrált felszínközeli terjedő hullámoké. A reflektáló szintek közötti intervallum sebességét is számítottuk. A Mohorovičić diszkontinuitás felett közvetlenül 6,3 km/s sebességű inverz zóna tételezhető fel. A Mohorovičić-diszkontinuitás alatt közel 20 km-re már 9 km/s intervallumsebesség adódott. Az eredményekből 57 km-ben újabb sebességcsökkenésre lehet következtetni, mely 96 km mélységben meghatározott legmélyebb reflexiónál még szintén feltételezhető volt. Valószínűnek tartjuk, hogy a mérési területen az alacsony sebességű csatorna (*LVL*) felső határa 57 km körül helyezkedik el.

K. POSGAY

DETERMINATION OF BOUNDARIES AND VELOCITY DISTRIBUTION
IN THE EARTH'S CRUST AND THE UPPER MANTLE
BY REFLEXION MEASUREMENTS

In the last few years the Hungarian "Roland Eötvös" Geophysical Institute carried out reflexion measurements on the Great Hungarian Plain in order to investigate the earth's crust and the upper mantle. The dynamic range of the digital equipment used for the measurements permitted to enhance deep reflection signals of low amplitudes from below the level of near-surface waves by the aid of computer processing. The measurements led to the determination of many reflecting horizons and interval velocities between them. It can be induced that the Mohorovičić discontinuity is directly overlain by an inverse zone of 6.3 km/s velocity. By approximately 20 km below the Mohorovičić discontinuity velocity increases as high as 9.1 km/s. The low velocity layer (*LVL*) is in a depth of 57 km. The velocity inversion could be followed down to the deepest reflecting horizon detected by the measurements at a depth of 96 km.

К ПОШГАИ.

ГОРИЗОНТЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ В ЗЕМНОЙ КОРЕ
И В МАНТИИ ПО ДАННЫМ МЕТОДА ОТРАЖЕННЫХ ВОЛН

За последние годы Венгерским геофизическим институтом им. Этвеша были проведены сейсмические работы методом отраженных волн для изучения строения земной коры и мантии в районе Большой Венгерской низменности. Динамический диапазон применявшейся в процессе работ цифровой сейсмостанции дал возможность выделить в результате обработки данных на ЭВМ глубинные отражения небольшой амплитуды на фоне волн, распространяющихся вблизи дневной поверхности. Выделен ряд отражающих горизонтов и определены интервальные скорости между ними. Результаты позволяют судить о наличии зоны инверсии скоростей, характеризующейся скоростью 6,3 км/сек и перекрывающей непосредственно раздел Мохоровичича. Примерно на 20 км глубже этого раздела скорость увеличивается до 9,1 км/сек. Глубина залегания зоны пониженных скоростей Гутенберга составляет 57 км. Инверсия скоростей прослеживается до самого глубокого горизонта залегающего на глубине, равной 96 км.