

A refrakciós későbbi beérkezések kiértékelése

Sz. KILÉNYI ÉVA - TRENKA SÁNDORNÉ

A hazai medenceterületeken végzett korrelációs refrakciós mérések során mindenütt nagy-energiájú későbbi beérkezéseket észleltünk. Ezek úgy értelmezhetők, mint a felszínről többszörösen visszavert bemerülő direkt hullámok, amelyek létrejötte azt bizonyítja, hogy az üledékösszlet nem határozott sebességugrással bíró rétegekből áll, hanem a mélységgel fokozatosan növekvő sebességű. Másirányú kutatások is ezt bizonyítják. A későbbi beérkezések felhasználása a felszínről való többszörös visszaverődés alapján történhet.

Az egyes beérkezések x és t értékét a többszöröződés fokával osztva, az első beérkezések egy-egy szakaszát rekonstruálhatjuk. Így ha egy, az alaphegységre lőtt korrelációs rendszerünk van, a későbbi beérkezések felhasználásával létrehozhatjuk a fedőösszletet képviselő útidőgörbe rendszert. A fedőösszlet dőlésviszonyainak meghatározására több módszer is lehetséges.

При проведении сейсмических работ корреляционным методом преломленных волн в районах Венгерских бассейнов на сейсмограммах всегда выделяются последующие вступления высокой интенсивности. Эти волны могут быть интерпретированы как прямые рефрагированные волны, многократно отраженные от поверхности. Образование таких волн свидетельствует об отсутствии в осадочной толще границ раздела с скачкообразным изменением скорости и о постепенном увеличении скорости с глубиной. Такой вывод подтверждается и другими исследованиями. Последующие вступления могут быть использованы на основании их многократного отражения от поверхности.

Путем деления величинхер отдельных вступлений на кратность отражения, можно реконструировать участки годографа первых вступлений. Так, при применении корреляционной системы наблюдений, направленных на изучение фундамента, использование последующих вступлений позволяет составить годограф, характерный для покровной толщи. Для определения условий залегания пластов в осадочной толще, могут применяться несколько методов.

Im Laufe der Anwendung der Korrelations-Refraktionsmethode in den ungarischen Beckengebieten wurden überall Späteinsätze von hoher Energie beobachtet. Diese Einsätze können als an der Oberfläche mehrmals reflektierte direkte refragierte Wellen ausgewertet werden. Das Entstehen dieser Wellen beweist, dass die sedimentäre Schichtenfolge nicht von Schichten mit bestimmten Geschwindigkeitsprüngen aufgebaut ist, sondern durch eine mit der Tiefe ständig anwachsende Geschwindigkeit zu charakterisieren ist. Anderweitige Untersuchungen lassen dieselbe Folgerungen zu. Die Späteinsätze können auf Grund der mehrfachen Reflektierung an der Erdoberfläche nutzbar gemacht werden.

Teilt man die Werte und der einzelnen Einsätze mit der Mehrfachheit der Reflexion, so wird es möglich je einen Abschnitt der Laufzeitkurve rekonstruieren. So, im Falle einer Korrelations-Anordnung, die an die Feststellung des Grundgebirges abgestimmt ist, können wir – durch Anwendung von Späteinsätzen – das die Deckenschichtenfolge representierende Laufzeitkurvensystem konstruieren. Zur Bestimmung der Neigungsverhältnisse in der Deckenschichtenfolge können mehrere Methoden verwendet werden.

Magyarországon 1954-ben kezdődött meg a korrelációs refrakciós módszer meghonosítása. Már az első kísérleti mérések (Hajdúszoboszló, 1954.) során feltűntek a nagyenergiájú későbbi beérkezések. Ezeket nagy örömmel fogadtuk és nagy reményeket fűztünk kiértékelésükhöz.

Az 1956-ban a Kisalföldön már rutinszerűen mért KÁR-1 szelvény kiértékelése során kvantitatíve kívántuk felhasználni a későbbi be-

érkezéseket és ekkor derült ki, hogy nem is értelmezhetők olyan egyszerűen. A Geofizikai Intézet ezután nagyobb mennyiségű mérést – mély medence területen – csak Nagykánizsa környékén végzett. Itt a későbbi beérkezések észlelésére való törekvés miatt 1959-ben áttértek AGC használatára. Ezért az 1959. és 1960. évi anyagon végezhattünk kvalitatív vizsgálatokat, de éppen az AGC használata miatt kvantita-

tív vizsgálatokra a mérési anyag nem alkalmas. Vizsgálat alá vettük a Kőolajipari Tröszt Szeizmikus Kutatási Üzemétől kapott alföldi anyagot is, melyen ugyanazokat az alapvető jelenségeket állapítottuk meg, de kvantitatív kiértékelésre ez az anyag sem alkalmas.

A Geofizikai Intézet Szeizmikus Osztálya 1961-ben kezdett tüzetesen foglalkozni a későbbi beérkezések elemzésével. Stegena Lajos 1961. április 7-én az Egyesületben tartott előadásán [6] mutatta be Magyarország négy különböző mélymedence területén mért rutin refrakciós szelvény egyes kiválasztott út-időgörbéit, felhívta a figyelmet azok azonos jellegzetességeire és a későbbi beérkezések keletkezésének háromféle lehetőségét világította meg. Ugyancsak Stegena 1962. áprilisában tartott előadásán azután a további vizsgálódások eredményeként leszögezte, hogy az előző évben adott 3 lehetőség közül az első, azaz a refraktált hullámok felszínről való többszörös visszaverődése látszik valószerűnek.

Ezek jellemzői [2]:

1. Kétszeres távolsághoz kétszeres idő és azonos látszólagos sebesség tartozik.
2. A robbantóponttól távolodva a látszólagos sebesség nő.
3. Azonos terítésben a többszörözéssel csökken az egyes beérkezések közötti idő-intervallum.
4. A magasabbrendű többszörösök energiája általában nagyobb.

Ha már most elfogadjuk, hogy az észlelt későbbi beérkezések ilyen, a felszínről többszörösön visszavert refrakciós hullámok, vizsgáljuk meg, hogy milyen körülmények között keletkezhetnek ilyen típusú hullámok [1].

Már 1934-ben leírt Don Leet [3] egy mérést, ahol egy 12 km hosszú refrakciós szelvényben többszörösök-

ket észleltek, és bár az első beérkezések három egyenes szakaszra bonthatók, a későbbiek gyengén görbültek, tehát fel kell tételezni bizonyos mérvű sebességgradienst az egyes rétegekben. Kínai szerzők [2] a Cajdam-medencében végzett mérések során már az ezen típusú hullámok keletkezésének alapvető feltételül írják első sebességgradienssel jellemezhető rétegek jelenlétét.

Több tengeri szeizmikus méréssel kapcsolatos cikk, de legfőképp Zverev [7] ír le a mi észleléseinkhez egészen hasonló eredményeket. A tengervízben a mélységgel közel lineáris sebességnövekedés áll fenn.

Másirányú kutatásaink szintén arra engednek következtetni, hogy a magyar pannon medencékben az üledékösszlet két vagy esetleg három nagyobb vastagságú, sebesség-mélység függvénnyel jellemezhető szakaszra bontható. Egészen bizonyos, hogy ezeken belül vékonyabb-vastagabb nagyobb sebességű padok találhatóak, de ez az összképen nem változtat, és azt lényegesen nem befolyásolja.

Tehát két oldalról bizonyítottnak látszik, hogy a medenceterületek üledékösszlete a folytonos üledékképződés folytán szeizmikus szempontból nem tekinthető rétegzettnek, a fedőösszletben elhanyagolható méretben keletkeznek fejhullámok, és így csak *bemerülő direkt, vagy egyes szerzők által valódi refraktált hullámnak nevezett hullámról beszélhetünk.*

Felvetődik most már a kérdés, hogy hogyan hasznosíthatjuk a későbbi beérkezéseket, ha azok többszörösön visszavert refraktált hullámok.

A KiR-8 szelvényen (1. ábra) részben a többszöröségi elmélet bizonyítására, részben a további felhasználási lehetőségek vizsgálatára az útidőgörbe ág-ellenágán a r_p -tól azonos X -távolságra kiválasztott szakasz-

későbbi beérkezéseinek X és t értékét a többszöröződés fokával osztottuk. Így ezzel az első beérkezések egy-egy szakaszát rekonstruáltuk, pontokkal jelölve.

Amint az ábrából látható, az egyezés rendkívül jó. Bizonytalanság, illetve hiba csak az 5., illetve 6. többszörösnél feltűnő, ezek viszont már amúgy is rövid szakaszt hoznak létre, ami már a kiértékelés szempontjából lényegtelen.

Tehát, ha egy, az alaphegységre lött korrelációs rendszerünk van, a későbbi beérkezések felhasználásával rekonstruálhatjuk a fedőösszletet képviselő út-időgörbét —, de természetesen csak szakaszosan. A Geofizikai Intézet Szeizmikus Osztálya egy ilyen szelvényt mért Nagykanizsa környékén, a KiR-14-et. A szelvény 32,5 km hosszú, két végpontján a rp-ből folyamatos észleléssel 15–15 km-ig,

Az első beérkezések korrelációjában is volt némi nehézség, különösen a szelvény elejének dombos, rossz energiaközlő felszíni viszonyai miatt. A későbbi beérkezések korrelációja több nehézségbe ütközött, illetve több hibával terhelt. A hibák oka részben a műszerben keresendő, részben bizonytalanságok fordulhatnak elő az AGC használatának következtében is. Ennek ellenére a későbbi beérkezéseket minden korrekció nélkül számoltuk vissza első beérkezéssé és így az ábrán látható út-időgörbe rendszert nyertük. Ezt a rendszert szakaszos volta ellenére is jól fel lehet használni a fedőösszlet szelvénymenti sebességváltozásának meghatározására, ami az alaphegység domborzatának megszerkesztéséhez szükséges.

A refrakciós út-időgörbéből számítható sebességfüggvény elméletét Ádám Oszkár 1962. június 8-i előadásában fejtette ki részletesen. Most csak rövid összefoglalásként az eljárás lényegét ismertetnénk.

Medence-területek lyukszelvényezési adatainak és a reflexiós mérések átlagsebességgörbéinek a jellemzése arra az eredményre vezetett, hogy a mért értékek

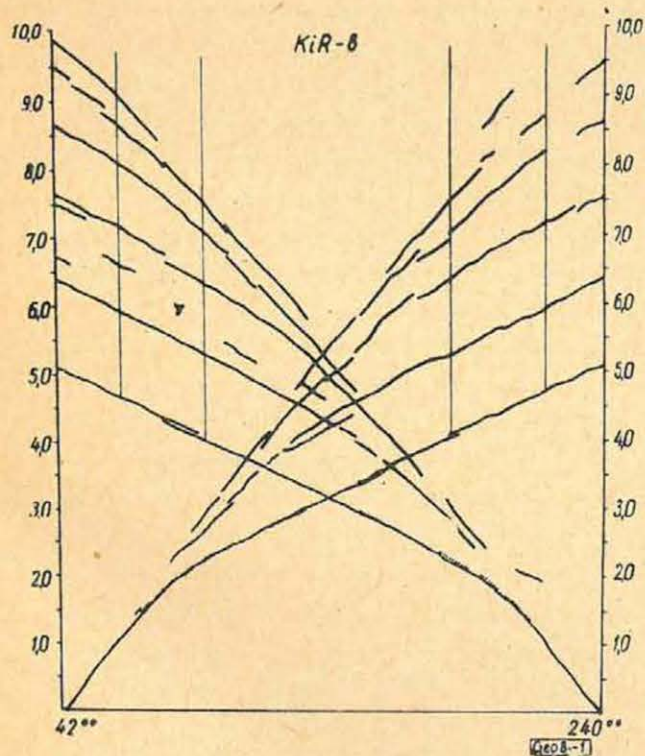
$$V = A \cdot z^{1/n} \text{ alakú hatványfüggvénynel}$$

jól megközelíthetők [4], [5]. Amennyiben ez fennáll, a refrakciós menet-időgörbék görbültek és

$$t = a \cdot x^{\frac{n-1}{n}}$$

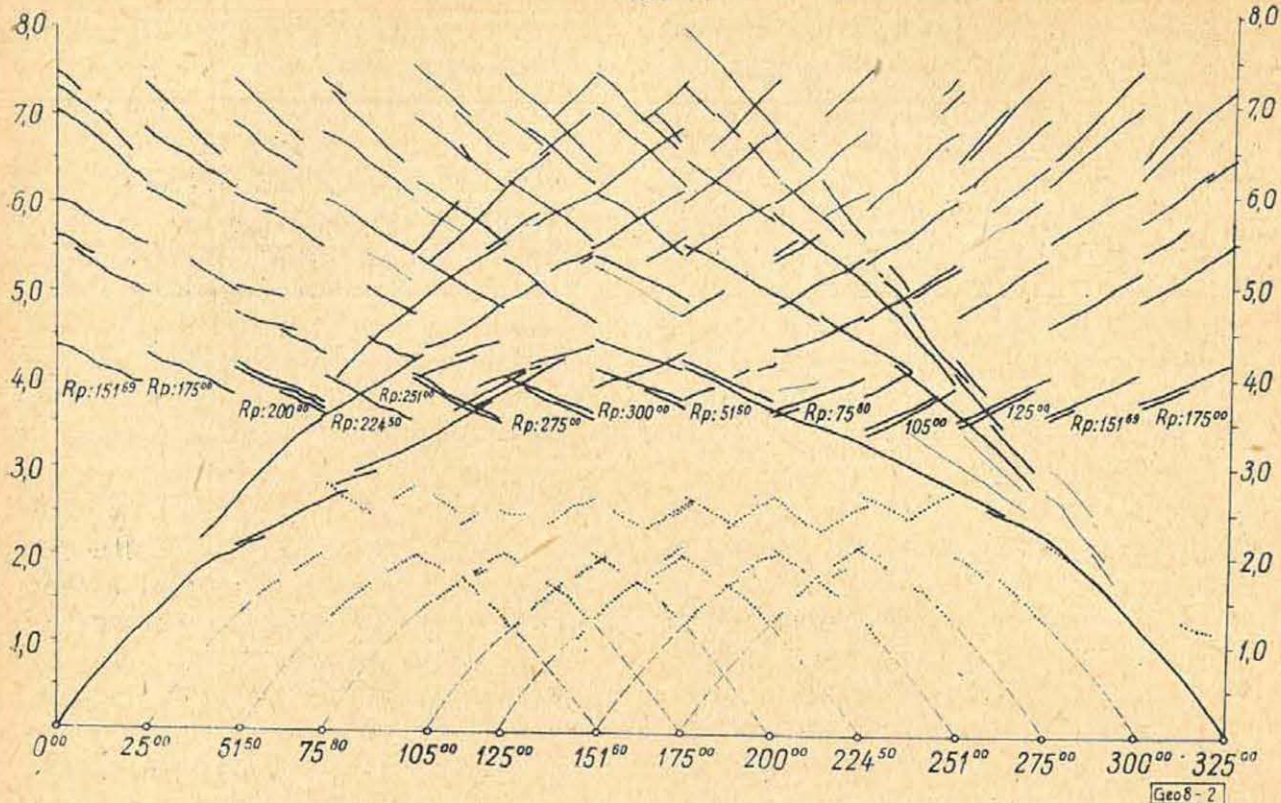
egyenlettel közelíthetők meg. Kettős logaritmus léptékben ábrázolva, azt találtuk, hogy az út-időgörbe nemcsak egy, hanem két vagy három egyenes szakaszra bontható.

Az első szakasz a $V = A \cdot z^{1/n}$ egyenletből származtatott paraméteres egyenletnek megfelelően értelmezhető:



1. ábra

a két szélső rp. között pedig 2,5 km-ként elhelyezett rp-ből 12,5–15 km távolságok közötti észleléssel. Az észlelési rendszer: fedőágak nélküli teljes korrelációs rendszer (2. ábra).



2. ábra

$$X = 2 \int_0^{\pi/2} \frac{\sin \Theta}{pV'(z)} d\Theta =$$

$$= \frac{n \pi^{1/2}}{A^n p^n} \frac{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2}+1\right)} \quad (1)$$

$$T = 2 \int_0^{\pi/2} \frac{d\Theta}{V'(z) \sin \Theta} =$$

$$= \frac{n \pi^{1/2}}{A^n p^{n-1}} \frac{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)} \quad (2)$$

Amennyiben a második szakaszt akarjuk értelmezni, magasabb fokú

parabola egyenletét kapjuk. De a második szakasz alapján egy, az egész rétegsorra érvényes közelítő sebesség-mélység függvényt származtathatunk le.

Ez a közelítő függvény $V_k = A_k \cdot z^{1/k}$ alakú és az A_k és k konstansokat a logaritmus koordináta rendszerben ábrázolt út-időgörbéből határozhatjuk meg.

De térjünk vissza a KiR-14 szelvény kiértékelésére. Az egyes rp-hoz tartozó szakaszos út-időgörbéket kettős logaritmikus léptékben ábrázoltuk, meghatároztuk a fedőösszletet képviselő két egyenes szakaszt és a második szakasz alapján minden rp-ra kiszámítottuk a sebesség-mélység függvényt.

A következő táblázat tartalmazza a kiszámított konstansokat:

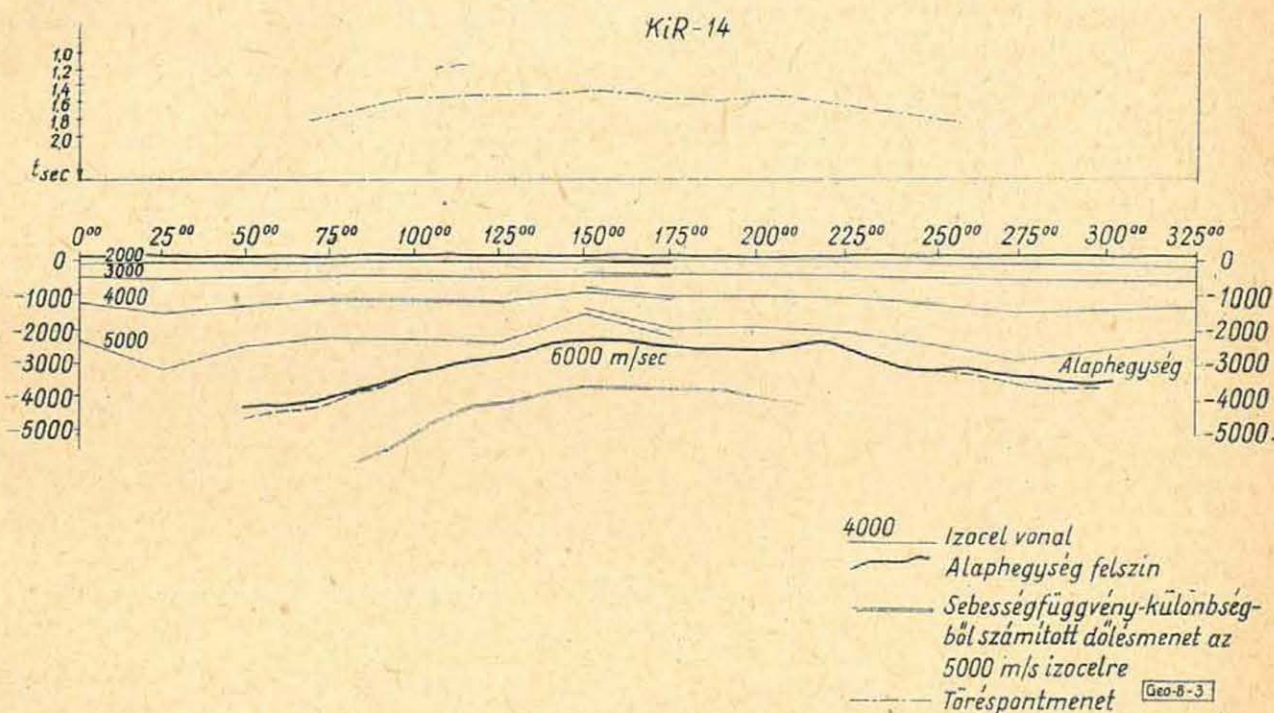
Rp.	000	2500	5150	7550	10000	12500	15100	17500	20000	22450	25100	27500	30000	32500
A	3,6	3,38	3,48	3,6	—	3,5	3,77	3,51						
k	2,87	3,07	2,76	2,72	—	2,67	2,02	2,50						
A							4,01	3,65	3,68	3,65	3,5	3,38	—	3,47
k							1,97	2,47	2,40	2,54	2,67	2,87	—	2,35

A 3. ábrán látható a megszerkesztett KiR-14 szelvény. A folytonos vastagság vonal jelzi az alaphegység domborzatát abban az esetben, ha a szerkesztéshez kétféle diagramot használtunk:

1. a kiemelt középső szakaszt a 151^{60} , 175^{00} , 200^{00} , 224^{50} rp-ból számított sebességfüggvények átlagértékével, és
2. a szárnyakat a fenti négy rp kivételével az összes többi rp sebességfüggvényeinek átlagával.

de feltétlenül bizonyos közelítéssel a fedő rétegsor dőlésviszonyait tükrözik.

A fedőösszlet dőlésviszonyainak megállapítására egyébként más módszer is lehetséges. Ha a lövés-ellenlövésből megállapított sebességfüggvényekből a kiválasztott sebességértékekhez tartozó mélységértéket kiszámítjuk és a rp-észlelési távolság felében ábrázoljuk, a két ágból kapott értékek különbsége a dőlés függvénye. A 3. ábrán az 5000-es izocelre ily módon kiszámított görbét is ab-



3. ábra

A szaggatott vonal jelzi az alaphegység lefutását abban az esetben, ha a szerkesztéshez csak a két szélső robbantópontot (tehát ami a későbbi beérkezések felhasználása nélkül rendelkezésünkre áll) használjuk fel. Fúrás ugyan nincs ezeken a szakaszokon, de a területen mért többi refrakciós szelvény a folytonos szinttel vág jobban össze. A különbség nem túl nagy, szinte a refrakciós mérések hibahatárán belül van. Ennél lényegesebb a fedőösszlet kutatásának lehetősége. Bár nem állíthatjuk, hogy a behúzott, izocel vonalak pontosan,

rázoljuk. Hasonlóképp a fedőösszlet dőlésviszonyaira jellemző a logaritmikus léptékben ábrázolt útidőgörbéből megállapítható két egyenes szakasz metszéspontja. Ezt a töréspontmenetet is feltüntettük. Ezt a görbét a 600–1000 m közötti mélységbe kellene betolni, a sebességfüggvény különbségekből számított dőlésmenet pedig az üledékösszlet legalsó részére vonatkozik. E két görbe valószínűleg hűebben követi az üledékes összlet valódi dőlését, mint az egyszerűen számított izocel vonalak.

A következőkben csupán a további kutatási lehetőségekről kívánnánk szólni. Az 1962. évi hajdúszoboszlói kísérleti mérés anyagának feldolgozásától főleg dinamikai jellegű problémák megoldását várjuk:

1. a régebbi mérési anyagon megfigyelt jelenség a későbbi beérkezések energiájának időnkénti gyengülése, majd újabb erősödése. Amennyiben ez fennáll, energiaszintek szerkesztését tesz lehetővé. Ez pedig már a sebességváltozástól függetlenül a pontos dőlést fogja tükrözni.

2. A többszörösen visszavert hullámok kb. azonos rétegben, azonos utakat tesznek meg. A hullámkép dinamikai változásaiból abszorpciókoefficiens meg lehetőségen pontos meghatározása válik lehetővé.

3. Választ szeretnénk kapni arra a kérdésre, hogy milyen egyéb hullámok jelennek meg a szeizmogramokon, és azokat milyen kinematikai

és dinamikai sajátságok alapján tudjuk elválasztani a többszörösen refraktált hullámtól.

IRODALOM

- [1] *Berzon és Epinatyeva*: A reverbált refrakciós hullámokról. (IAN Ser. Geofiz. 1952. No. 4.).
- [2] *Csen Zsung-seng et al*: Alacsonyfrekvenciás szeizmikus refrakciós eljárással nyert hullámok és többszörös hullámok a Cajdam-medencében. (Scientia Sinica V. XI. No. 1. 1962)
- [3] *Don Lect*: Some Phases on Explosion Records in a 3 Layered Region. (Gerlands Beiträge Band 42, p. 246 – 251).
- [4] *Kaufmann*: Velocity Functions in Seismic Prospecting (Geophysics XVIII. No. 2.).
- [5] *Goguel*: Seismic Refraction with Variable Velocity (Geophysics XVI. No. 1.).
- [6] *Stegena*: A korrelációs refrakciós szeizmika elvi kérdései. (Magyar Geofizika II. 3 – 4.).
- [7] *Zverev*: Hangregisztrálás felhasználása távolság meghatározására tengeri szeizmikus mélyszondázás során (IAN Ser. Geofiz. 1959. p. 560 – 569.).

Felhívjuk Olvasóink figyelmét arra, hogy a cikk 1., 2. ábráiban nyomdatechnikai okokból egyes jelölések g y e n g é n különböztethetők meg.

Szerk.