EGYED az itt $\Delta\mathfrak{H}_s$-sel jelölt anomáliaösszetevőt ΔH-val jelöli. Nálunk $\Delta H = \Delta\mathfrak{H}_s$ vetülete H irányára $= \Delta\mathfrak{H}_s \cos(H, s) = \Delta\mathfrak{H}_s \cos\alpha = \Delta\mathfrak{H}_s \cos(\alpha_0 - \Delta\delta)$, ha α_0 az alakulat csapására merőleges iránynak a zavartalan mágneses északra vonatkozó azimutja, $\Delta\delta$ pedig a mágneses deklinációnak az alakulat okozta anomáliája.

14. V. ö. (7) 1. és 2. képletével.

15. V. ö. (7)-ben az x-re és ζ-ra közölt másodfokú egyenletekkel.

16. A jelen értekezésben (éppen úgy, mint EGYED) csak az s *tengely menti* szélőértékhelyekre szorítkozunk. A *teljes zs-síkbeli* szélsőértékhelyekkel OSZLACZKY Szilárd foglalkozott következő értekezéseiben: *A «két dimenziós» hasábnak Eötvös-ingával mérhető hatása a függőleges síkban.* Bányászati és Kohászati Lapok, 1947. évi 8. sz. — *Die mit einer Drehwage messbare Massenwirkung eines «zweidimensionalen» Parallelepipeden in der vertikalen Ebene.* Geofisica pura e applicata, Vol. X., Fasc. 5—6. Milano 1947. 174—180 old.

Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
GEOFIZIKAI KÖZLEMÉNYEK
I. kötet, 6. szám

И. Б. ХААЗ:

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТРАЖАЮЩЕГО ГОРИЗОНТА СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

Отражающий горизонт определяется автором статьи с растоянием n горизонта от взрывного пункта (на профиле, перпендикулярном направлении простирания отражающего горизонта) и с горизонтальным растоянием d взрывного пункта от пункта пересечения направления перестановки с горизонтом. Он указывает на то, что отношеиия $1:n^2$ и $1:d$ удовлетворяют линейную систему уравнений, которая состоит из числа уравнений, соответствующего числу сейсмографов перестановки. Из этой системы урав нений можно получить методом самых меньших квадратов нормальную систему уравнений, из которой можно вычислять отношения $1:n^2$ и $1:d$ и средние ошибки этих отношений. Если направление простирания отражающего горизонта неизвестно, из двух перпендикулярных друг-другу профилей определяется $1:n^2$ и обратные величины $1:a$ и $1:b$ растояний пунктов пересечений, имеющих направление, совпадающее с направлениями профилей. Из этих данных можно вычислять азимут простирания и наклон отражающего горизонта.

I. B. HAÁZ:

DETERMINATION OF THE REFLECTING PLANE IN THE REFLECTION SEISMIC PROSPECTING

When the shot-detector spread is perpendicular to the strike of the reflecting plane, the vertical plane containing this spread is perpendicular to the reflecting plane and contains the straight line of its maximum dip. The reflecting plane is determined by this straight line, that is by its dip angle γ, and its perpendicular distance n from the shot point, or by n, and by the horizontal distance d from the shot point to the point of intersection of the spread line and the dip line. The author shows that $1:n^2$ and $1:d$ satisfy a linear equation system containing as many equations as there are detectors in the spread. This system gives for $1:n^2$ and $1:d$ a normal equation system by the method of the least squares from which these quantities and also their mean errors may be calculated.

When the direction of the maximum dip or the strike of the reflecting plane is unknown, two reflection profiles are needed, usually at a right angle to each other. Cutting the lines of these directions by the reflecting plane at a horizontal distance a and b from the shot point, $1:n^2$, $1:a$ and $1:n^2$, $1:b$ may be determined in a same way as before. We get two linear equation systems, containing as many equations as there are detectors in the first, resp. in the second profile. Therefore the method of the least squares may be applied again. Of course, n, a and b determine the reflecting plane; the dip angle γ and the azimuth α of the direction of the maximum dip are easily evaluable from them.

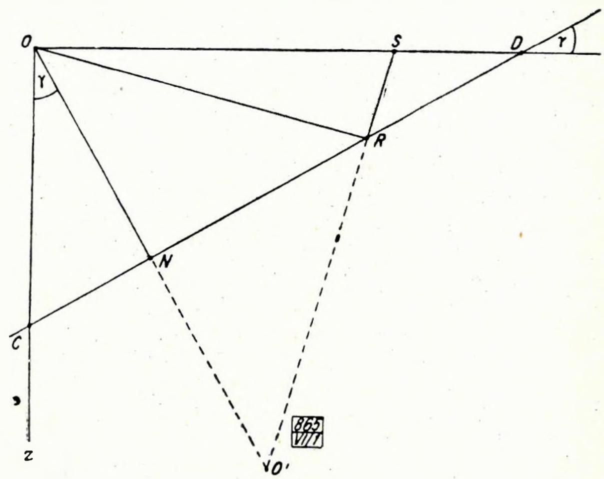
MESTERSÉGES RENGÉSHULLÁMOKAT VISSZAVERŐ SÍKFELÜLET TÉRBELI HELYZETÉNEK MEGHATÁROZÁSA

DR. HAÁZ ISTVÁN BÉLA

A geofizikai kutatásokban alkalmazott *reflexiós szeizmikus eljárás* feladata mesterségesen keltett és valamely réteg határfelületéről visszavert rengéshullámok beérkezésének megfigyeléséből *a visszaverő felület térbeli helyzetének meghatározása.*

A következőkben ennek a feladatnak elvileg is egyszerű, a gyakorlatban is könnyen alkalmazható és *kiegyenlítő számításra is alkalmas* megoldását ismertetjük abban az esetben, amidőn a visszaverő felület *síkfelület* (vagy elegendő megközelítéssel síknak tekinthető) 1).

Először azt az esetet tárgyaljuk, amidőn a visszaverő síkfelület *csapásvonalának iránya ismeretes.* Jelöljük a csapásra merőleges irányt a felület emelkedésének irányában s-sel, a függőlegesen lefelé mutató irányt z-vel. A feladat megoldását nyilván elegendő a zs-síkban tárgyalni, illetve elegendő a visszaverő síkfelületnek és a zs-síknak a metszésvonalát, az l egyenest meghatározni. Az l egyenest a z és s tengelyekből lemetszett $OC = c$ és $OD = d$ távolságokkal vagy pedig az egyenesnek a kezdőponttól való $ON = n$ merőleges távolságával és e merőlegesnek az egyik tengellyel, pl. z-vel bezárt szögével, γ-val határozhatjuk meg, amely szög egyúttal *az l egyenes emelkedésének szögét* is jelenti *(1. ábra).*



1. ábra

A rengés keltése történjék az O pontban és a felvevő eszközöket helyezzük el a csapásra merőleges s egyenes mentén. Jelöljük a rengés terjedésének (átlagos) sebességét V-vel, a felvevő eszközök helyét $S_1, S_2, \ldots, S_k$-val, a felvevő eszközök távolságát O-tól $s_1, s_2, \ldots, s_k$-val, a rengés keltésétől a visszavert rengéshullám beérkezéséig eltelt időtartamokat $t_1, t_2, \ldots, t_k$-val.

A visszaverődés törvényéből következik, hogy a visszavert rengéshullám úgy érkezik S_i-be, mintha O-nak l-re vonatkozó O' tükörképéből indult volna ki. Az $OO'S_i$ △-ből Cantor tétele szerint 2):

$$\overline{O'S_i}^2 = (\overline{OR_i} + \overline{R_iS_i})^2 = V^2t_i^2 = s_i^2 + 4n^2 - 4ns\sin\gamma$$

Az ODN derékszögű △-ből $\sin\gamma = n : d$, tehát:

$$V^2t_i^2 = s_i^2 + 4n^2 - 4n^2 s_i : d = s_i^2 + 4n^2 (1 - s_i : d)$$

$$\frac{V^2t_i^2 - s_i^2}{4}\frac{1}{n^2} + s_i\frac{1}{d} = 1$$

Legyen itt $V^2t_i^2 - s_i^2 = 4p_i^2$

és tegyük i helyébe az 1, 2, . . . , k értékeket:

$$p_1^2\frac{1}{n^2} + s_1\frac{1}{d} = 1$$

$$p_2^2\frac{1}{n^2} + s_2\frac{1}{d} = 1$$

$$\vdots$$

$$p_k^2\frac{1}{n^2} + s_k\frac{1}{d} = 1$$

Tehát az l egyenest jellemző $1:n^2$ és $1:d$ meghatározására k egyenletből álló *elsőfokú egyenlet-rendszerhez* jutottunk. Ennek az egyenletrendszernek a legkisebb négyzetek elve szerint képezett *normális egyenletrendszere:*

$$[p^2p^2]\frac{1}{n^2} + [p^2s]\frac{1}{d} = [p^2]$$

$$[sp^2]\frac{1}{n^2} + [ss]\frac{1}{d} = [s]$$

Innen $1:n^2$ és $1:d$ egyszerűen meghatározható.

Ebben a meghatározásban valamennyi felvevő készülék adata együttesen szerepel és természetesen a többszörös meghatározásnak a *középhibája* is az ismert módon kiszámítható.

A kiegyenlítő számítás alkalmazása helyett (az eddig követett gyakorlatnak megfelelően) úgy is eljárhatunk, hogy a k számú felvevő készülék közül csak kettőnek, pl. az egymástól legtávolabb lévőknek az adatát használjuk fel. Nevezzük ezeket elsőnek és másodiknak; akkor k egyenletből álló rendszerünk az $i = 1{,}2$-re vonatkozó első két egyenletre redukálódik. Ezek megoldása:

$$\frac{1}{n^2} = \frac{s_2 - s_1}{s_2p_1^2 - s_1p_2^2}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{p_1^2 - p_2^2}{s_2p_1^2 - s_1p_2^2}$$

Az $1:n^2$ és $1:d$ számadatok az l egyenest egyértelműen meghatározzák, tehát belőlük a többi meghatározó adatok is kiszámíthatók.

Pl. a z tengelyből lemetszett távolság reciproka:

$$\frac{1}{c} = \sqrt{\frac{1}{n^2} - \frac{1}{d^2}} = \frac{\sqrt{d^2 - n^2}}{nd}$$

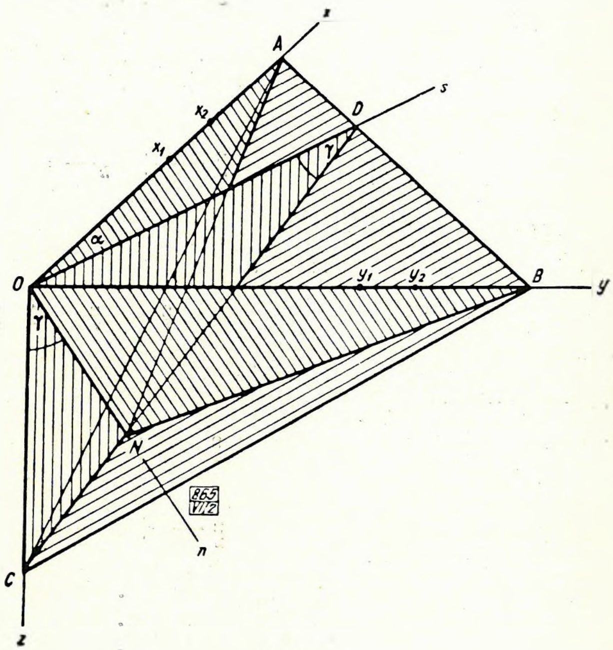
és *az l egyenes emelkedésének szöge:*

$$\gamma = \text{arc tg}\,\frac{c}{d}$$

ahol természetesen $c:d$ értékét az előbbi számítás eredményeiből $1:d$ és $1:c$ hányadosaként kapjuk.

* * *

Ha a visszaverő síkfelület *csapásának iránya nem ismeretes,* akkor azt is a felvétel eredményeiből kell meghatározni, illetve akkor a visszaverő síkfelület *térbeli helyzetét* teljesen a felvétel eredményeiből kell meghatározni. Evégből *két irányban,* pl. az egymásra merőleges x, y tengelyek irányában kell a visszavert rengéshullámok beérkezését észlelni.



2. ábra

Legyen a felvevő eszközök távolsága a rengés keltésének helyétől, O-tól, az x tengely mentén $x_1, x_2, \ldots, x_k$; az y tengely mentén $y_1, y_2, \ldots, y_h$; az O pontban keltett rengéshullám érkezzék az x tengely mentén elhelyezett felvevő eszközökhöz $T_1, T_2, \ldots, T_k$, az y tengely mentén elhelyezettekhez $U_1, U_2, \ldots, U_h$ idő alatt. A rengéshullám terjedésének (átlagos) sebessége legyen ismét V.

A visszaverő síkfelület az x,y,z tengelyeket messe rendre az A, B, C pontokban; az $OA = a$, $OB = b$, $OC = c$ távolságok, vagy akár e távolságok reciprok értékei ezt a síkot egyértelműen meghatározzák.

Síkunk az xy vízszintes síkot az AB egyenesben metszi, ez az egyenes tehát síkunk csapásvonala. Az O-ból AB-re bocsátott merőleges azonos az előző tárgyalás s egyenesével, amely tehát AB-t a d távolságban lévő D pontban metszi. A zs függőleges sík természetesen merőleges a visszaverő síkra, tehát az O-ból az l metszésvonalra bocsátott merőleges a visszaverő síkra is merőleges. Legyen ismét $ON = n$; az n iránynak a z tengellyel bezárt szöge, amely egyúttal *a visszaverő sík emelkedésének szöge,* legyen γ és jelöljük az s irány *azimutját* α-val. A visszaverő síkfelület térbeli helyzetét nyilván az α, γ, n számadatok is egyértelműen meghatározzák *(2. ábra).*

Az x tengely mentén elhelyezett felvevő eszközökkel felvett rengéshullámok most nem az xz függőleges síkban, hanem a visszaverő síkra merőleges nx ferde síkban haladnak. Az n és d meghatározására előbb követett eljárásunk azonban ebben a síkban is alkalmazható s itt n és a meghatározására vezet. A

$$V^2T_i^2 - x_i^2 = 4P_i^2$$

jelölés alkalmazásával $1:n^2$ és $1:a$ meghatározására a következő *elsőfokú egyenletrendszer* adódik:

$$P_1^2 \frac{1}{n^2} + x_1 \frac{1}{a} = 1$$

$$P_2^2 \frac{1}{n^2} + x_2 \frac{1}{a} = 1$$

$$\vdots$$

$$P_k^2 \frac{1}{n^2} + x_k \frac{1}{a} = 1$$

Ugyanígy az y tengely mentén elhelyezett felvevő eszközökkel történő felvétel az ny síkban n és b meghatározására vezet. A

$$V^2U_i^2 - y_i^2 = 4\,Q_i^2$$

jelölés alkalmazásával $1:n^2$ és $1:b$ meghatározására a következő *elsőfokú egyenletrendszer* adódik:

$$Q_1^2 \frac{1}{n^2} + y_1 \frac{1}{b} = 1$$

$$Q_2^2 \frac{1}{n^2} + y_2 \frac{1}{b} = 1$$

$$\vdots$$

$$Q_k^2 \frac{1}{n^2} + y_k \frac{1}{b} = 1$$

E két egyenletrendszerből $1:n^2$, $1:a$ és $1:b$ meghatározására *háromismeretlenes normális egyenletrendszer* szerkeszthető, abból ezek a mennyiségek meghatározhatók és a meghatározásuk *középhibája* is kiszámítható.

Természetesen itt is eljárhatunk úgy, hogy a kiegyenlítő számítás alkalmazása helyett az x tengelyen is és az y tengelyen is csak két felvevő eszköz adatát használjuk fel. Ekkor mindkét egyenletrendszerünk az első két egyenletre redukálódik és $1:n^2$ mindegyikből, $1:a$ az első, $1:b$ a második rendszerből a következőnek adódik:

$$\frac{1}{n^2} = \frac{x_2 - x_1}{x_2P_1^2 - x_1P_2^2} = \frac{y_2 - y_1}{y_2Q_1^2 - y_1Q_2^2}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{P_1^2 - P_2^2}{x_2P_1^2 - x_1P_2^2}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{Q_1^2 - Q_2^2}{y_2 Q_1^2 - y_1 Q_2^2}$$

Az $1:n^2$, $1:a$ és $1:b$ számadatok a visszaverő síkot egyértelműen meghatározzák, ezekből tehát a többi meghatározó adatok is kiszámíthatók. $1:a$ és $1:b$-ből $1:d$ így adódik:

$$\frac{1}{d} = \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}} = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{ab}$$

és mint előbb is:

$$\frac{1}{c} = \frac{\sqrt{d^2 - n^2}}{nd}$$

A csapásirány azimutja:

$$90^\circ + \alpha = -\operatorname{arc\,tg} \frac{b}{a}$$

a visszaverő sík emelkedésirányának azimutja:

$$\alpha = \operatorname{arc\,tg} \frac{a}{b}$$

a visszaverő sík emelkedésének szöge pedig:

$$\gamma = \operatorname{arc\,tg} \frac{c}{d}$$

Ezzel a visszaverő síkfelület térbeli helyzetét akár az x, y, z tengelyekből lemetszett távolságok reciprokaival, $1:a$, $1:b$, $1:c$-vel, akár pedig a sík csapását és dőlését (illetve emelkedését) jellemző szögekkel és a síknak a kezdőponttól való távolsága négyzetének reciprokával, tehát az α, γ, $1:n^2$ számadatokkal teljesen és egyértelműen meghatároztuk.

HIVATKOZÁSOK

1. A feladat megoldásának más tárgyalását illetően a következő összefoglaló művekre utalunk:

NETTLETON, *Geophysical Prospecting for Oil.* First Edition, Eighth Impression. New York and London 1940. Part III. Seismic Methods. Chapter XV. Reflection Shooting. Calculation of dip. 289—295 old.

REICH, ZWERGER, *Taschenbuch der angewandten Geophysik.* Leipzig 1943. C. Seismische Messungen. Von G. TUCHEL. III. Das Reflexionsverfahren. 243—254 old.

HEILAND, *Geophysical Exploration.* New York 1946. 9. Seismic Methods. III. D. Reflection Methods. 549—579 old.

2. REICH, ZWERGER, *Taschenbuch . . .*, 245 old. (24).