

# *Kiértékelő problémák a* **KINAI - MAGYAR** *szeizmikus* *méréseknél.*

A kínai-magyar expedíció Kína két nagy területén végzett szeizmikus kutatásokat. A Sárga-folyó által körülölelt Ordosz vidékén, és ÉK-Kinában. A kutatás az Ordosz területén túlnyomórészt reflexiós szeizmikus mérésekkel történt, ÉK-Kinában pedig refrakciós mérésekkel.

Az Ordosz vidékén a helyzeti adottságnak megfelelően a reflexiós mérések léglövéses módszerrel készültek. A léglövéses módszer alkalmazása szükségszerű volt, a vízhiány miatt, másrészt a nagykiterjedésű lakatlan területek is alkalmasnak bizonyultak a földfeletti robbantásokra. Ennek megfelelően a kiértékelési problémák a léglövéses módszer alkalmazásával kapcsolatosak.

Az alaphegység általában paleozoos, amelyre mezozoos rétegek települtek. A hatalmas táblás szerkezetek jól elkülönülő markáns reflexiókat eredményeztek. He-lyenként meglepően nagydőlésű reflexiós szintek voltak kimutathatók folyamatos korrelációval csaknem 100 km-en keresztül. Ily módon nyertünk folyamatos szinteket pl. a Paotow-i regionális vonal mentén a perm és helyenként a karbonkoru rétegekről. A perm-korú réteg felső határát D-ről É-felé haladva 3000 m-es mélységből kiindulva közel 100 km-es szakaszon követtük végig, folyamatosan egészen a felszíni kibúvásig. Ezt követően hatalmas vetőzóna következett É-felé, és a szintek erősen elmélyültek a Hoang-Hó felé. Ezen a részen 4000-5000 m mélységből is észleltünk határozott reflexiókat.

A geológiai adatokon kívül az átlagsebességgörbék menete is utal az idősebb koru rétegek jelenlétére. 500 m/sec-ig 2500 m/s, és 1800 m/sec-ig 3200 m/s az átlagsebesség értéke. A rendelkezésünkre álló jó sebességadatok birtokában a horizontális sebességváltozást is megbízhatóan figyelembe tudtuk venni, ami a nagy dölések és így a rétegvastagságok jelentékeny változása miatt számottevő volt. Pl. a vetőzóna után az előbbi nagy átlagsebességértékeket jóval alacsonyabbak váltják fel. Itt 1800 m/sec-ig az átlagsebesség értéke 2500 m/s. A horizontális sebességváltozás 700 m/s, ami az elmélyült részen a fiatalabb koru rétegek jelenlétére utal.

A vonal D-i részén a 3000 m-ben elhelyezkedő reflektáló felületek tehát már 1750 m/sec-nál jelentkeztek. Az ismert léglövési szisztémánál 625 m-es terítéstávolságot alkalmazva tehát nem volt zavaró a hanghullám mélyebbről beérkező reflexióknál sem. A reflektáló szintek elmélyülésénél azonban már problémát okozott a reflexióknak egy csoportja, ami a hanghullám zónájába esett. Itt a reflexiónak egy-egy szakasza hiányzott, ami a szerkesztést, illetve a sebességszámítást bizonytalanná tette volna. Ezekben az esetekben a robbanóponttól jobbra és balra egy terítés kihagyása után 1250 m-es hiperbola ágakat löttünk meg. A többnyire közeli-tően sík reflektáló felületekről a sebességszámítás biztosabban elvégezhető volt és a szerkesztésnél is nagyobb szakaszokat tudunk figyelembe venni.

Különböző elrendezésű lövési szisztéma esetén a  $t_0$  érték könnyen kiszámítható az utidőgörbe néhány időadatából, ugyancsak az átlagsebességadatok is kiszámíthatók  $t_0$  nélkül. De a korrelációs problémákban is segítséget nyújt egy olyan könnyen elvégezhető számítás, amely az egyes hiperbola-ágak összetartozóságát vezeti le, szintén az utidőgörbe néhány időadatából. Ezek a számítások különösen léglövés esetén adhatnak segítséget, amikor a hiperbola robbanópont melletti szaka-



kezdő összefüggést kapjuk:

$$v = \sqrt{\frac{6d^2}{(t_3^2 + t_4^2) - (t_1^2 + t_2^2)}}$$

amely még könnyebben számolható a következő alakban:

$$v = \frac{d\sqrt{6}}{\sqrt{(t_3 + t_1)\Delta t_1 + (t_4 + t_2)\Delta t_2}}$$

Az előzőek kiegészíthetők még azzal, hogy ez az összefüggés alkalmazható abban az esetben is, ha a robbantóponttól jobbra és balra 1-nél több terítés távolságot hagyunk ki olyan módosítással, hogy a számlálóban szereplő gyökjel alatti számértéket annyiszor néggyel növeljük, ahány terítéstávolságot hagyunk ki egy terítéstávolság figyelmen kívül hagyásával.

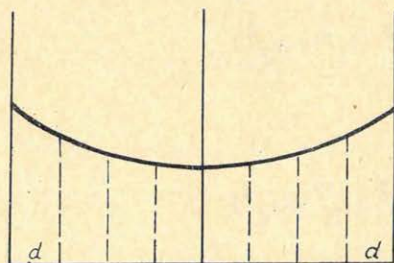
PL két terítés kihagyása esetén



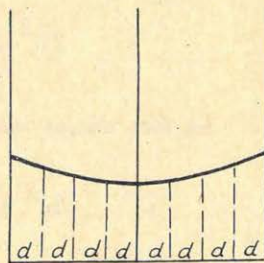
2. ábra

$$v = \frac{d\sqrt{10}}{\sqrt{(t_3 + t_1)\Delta t_1 + (t_4 + t_2)\Delta t_2}}$$

Az összefüggés felhasználható abban az esetben is, ha a teljes hiperbolából akarjuk az átlagsebességet meghatározni és a robbantópontban a beérkezési idő bizonytalan. Ebben az esetben különböző  $d$ -ket választva egyszerű és gyors számítással kapjuk meg a hiperbola több pontját figyelembevéve az átlagsebesség értékét.



a eset



b eset

3/a. /b ábra.

Az előző összefüggésekből és az A. ábra alapján határozható meg a  $t_0$  értéke is, az időadatok segítségével.

$$t_0 = \sqrt{\frac{4t_1^2 + 4t_2^2 - t_3^2 - t_4^2}{6}} \quad \text{vagy} \quad t_0 = \frac{\sqrt{(2t_1 - t_3)(2t_1 + t_3) + (2t_2 - t_4)(2t_2 + t_4)}}{\sqrt{6}}$$

Problematikussá válhat a hiperbola ágak összetartozósága, amikor a hiperbola robbantópontba eső szakasza hiányzik és korrelációs lehetőségünk sincsen. Ebben az esetben ugyancsak az előző jelöléseket alkalmazva az összetartozóság könnyen megállapítható a következők segítségével:

$$x = \frac{v^2(t_4^2 - t_3^2)}{8d} \quad ; \quad x = \frac{v^2(t_2^2 - t_1^2)}{4d}$$

$$\frac{(t_2 + t_1)(t_2 - t_1)}{(t_4 + t_3)(t_4 - t_3)} = 0,5 \quad \text{vagy} \quad \frac{(t_4 + t_3)(t_4 - t_3)}{(t_2 + t_1)(t_2 - t_1)} = 2$$

Igy tehát a hiperbolák összetartozóságának megállapítására általános érvényű szabály vonatkozik.

Regionális mérést végezve a helyi adottságoknak megfelelően a szeizmikus vonalat több ízben meg kellett törnünk. A vonaltörés ha robbantópontban történik és talajlövésről van szó, különösebb problémát nem okoz korrelációs szempontból. Lég-lövésnél azonban, amikor a robbantóponttól jobbra és balra egy terítésnyi szakasz kimarad, vagy a robbantópontban nem tudjuk megvalósítani a törést, ebben az esetben érdemes megvizsgálnunk, hogy milyenek a korrelációs lehetőségek a vonaltörésnél, illetve a felületelem-szerkesztésnél mekkora szakaszok maradnak ki.

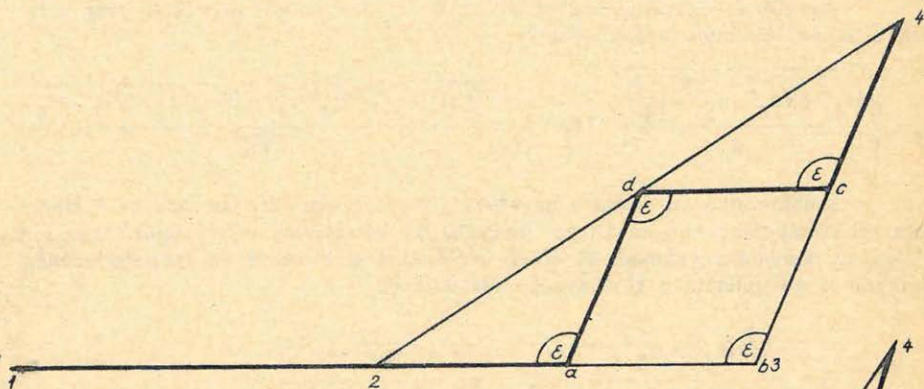
Vonalmenti robbantásoknál a felületelem a vonallal egy síkba esik, függőleges síkba pedig akkor, ha a vonal dőlésirányban halad.

Tételezzünk fel vízszint s reflektáló felületet. Ebben az esetben a reflektáló felület tényleges helyének meghatározására a következő szabály állítható fel. A robbantópontot összekötjük az 1. és 26. szeizmóméter helyével. E két összekötő sugár felezőinek összekötése adja a terítéshez tartozó felületelem hosszát, és térbeli helyzetének vetületét a felszínre.

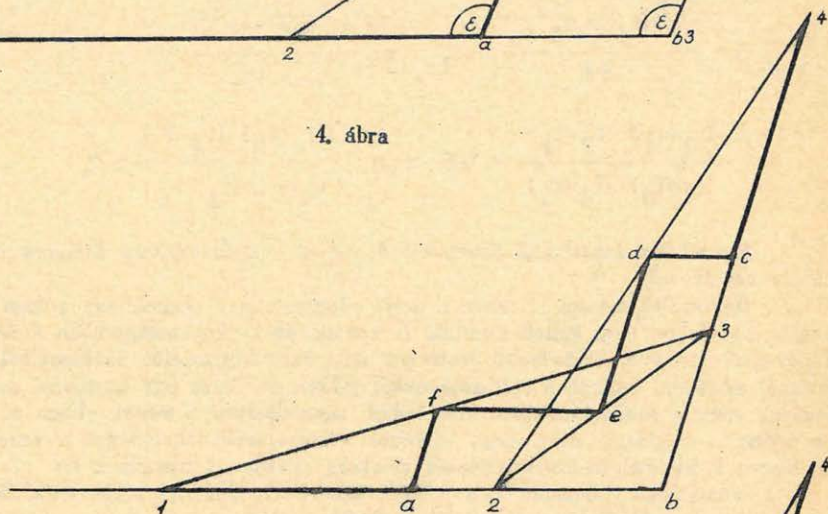
A 4., 5., 6. ábrák a vonaltörést háromféle elrendezésben mutatják be. 1., 2., 3., 4. számmal jelölt pontok a robbantópontok és egyszersmind a terítés határok is. A 4. sz. ábrán a vonaltörést a robbantópontban hajtjuk végre, az 5. sz. ábrán a terítés közepén és 6. sz. ábrán a terítés tetszésszerű helyén. Az ábrákból látható, hogy a robbantópontban hajtva végre a vonaltörést, a felületelemek vonalmenti szerkesztésénél a töréspont előtt és után fél-fél-terítésnyi kimaradás van, tehát összesen egy terítésnyi szakaszon (a b c) nem kapunk felületelemet.

A terítés közepén vagy tetszésszerű helyén törve meg a vonalat a felületelem kimaradás nagyobb az (a b c) szakaszon; 1 és fél terítésnyi szakasz. A tetszésszerű helyen választott törés esetén a töréstől jobbra és balra nem azonos a kimaradó felületszakasz hossza.

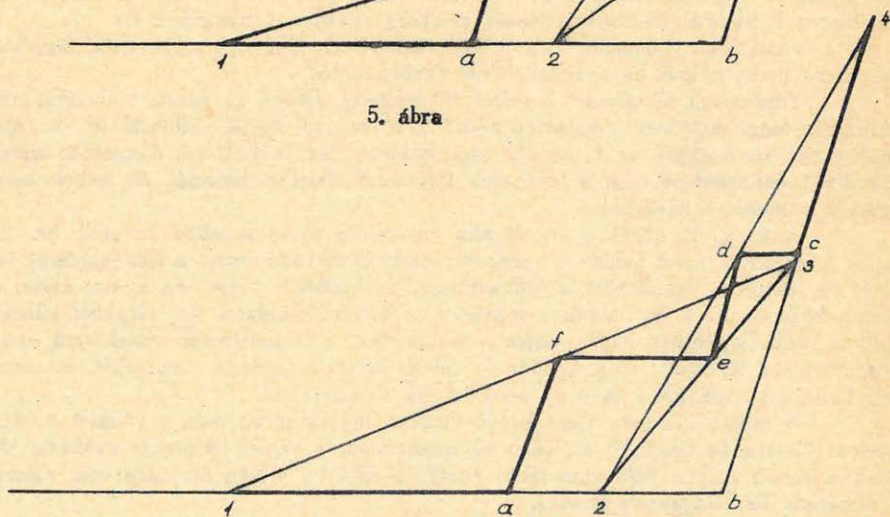
$$\text{vagyis} \quad \begin{array}{l} \overline{ab} = \overline{bc} \quad \overline{ab} + \overline{bc} = 1 \text{ terítés} \\ \overline{ab} = \overline{bc} \quad \overline{ab} + \overline{bc} = 1,5 \text{ " } \\ \overline{ab} \neq \overline{bc} \quad \overline{ab} + \overline{bc} = 1,5 \text{ " } \end{array}$$



4. ábra



5. ábra



6. ábra

Az ábrából jól láthatjuk, hogy a hiányzó szakaszok helyett hol kapjuk meg a megfelelő felületelemeket,

$$\begin{array}{l} 1. \quad \overline{ad}, \quad \overline{dc} \\ 2. \quad \overline{af}, \quad \overline{fe}, \quad \overline{ed}, \quad \overline{dc} \\ 3. \quad \overline{af}, \quad \overline{fe}, \quad \overline{ed}, \quad \overline{dc} \end{array}$$

A legkomplikáltabb a 2. és 3. ábrán látható elrendezés esetén a nem vonalmenti felületszakasz helyzete, tekintve, hogy a nem vonalmenti felületszakaszon a. f. e, d, c, töréspontokat kapjuk az 1. ábra a, d, c töréspontjával szemben. A szerkesztés szempontjából nem jelent előnyt az a tény, hogy a felületelem a vonalhoz közelebb esik.

Az elmondottakból a következő tények szűrhetők le. Ha a törés a robbantópontban van, a töréstől jobbra és balra lévő egy-egy felületelem a törés utáni szakasszal párhuzamosan toódik el, a belső szög irányába. Ha a vonal törésszöge  $\varepsilon$ , a két felületelem belső szöge és a felületelem elfordulása is  $\varepsilon$ .

A vonaltörés léglövés esetén is a legelőnyösebb, ha a robbantópontban történik, mert

- a./ a legkisebb a vonalmenti felületelem kimaradás,
- b./ a töréstől jobbra és balra azonos szakasz marad ki, ha a felületelem közel vízszintes helyzetű,
- c./ a nem vonalmenti felület helyzete e legegyszerűbb és kevés törésponttal rendelkezik.

Általános érvényű az a szabály, hogy folyamatos mérésnél a folyamatos korreláció minden esetben fennáll és a felületelemek korrelálásánál külön munkát igényel. Ezért nem szükséges az ugynevezett végterítés készítése a vonaltöréseknél, ami a terepmérések miatt esetleg körülményes és a rutinmérésnél lassítást is jelent.

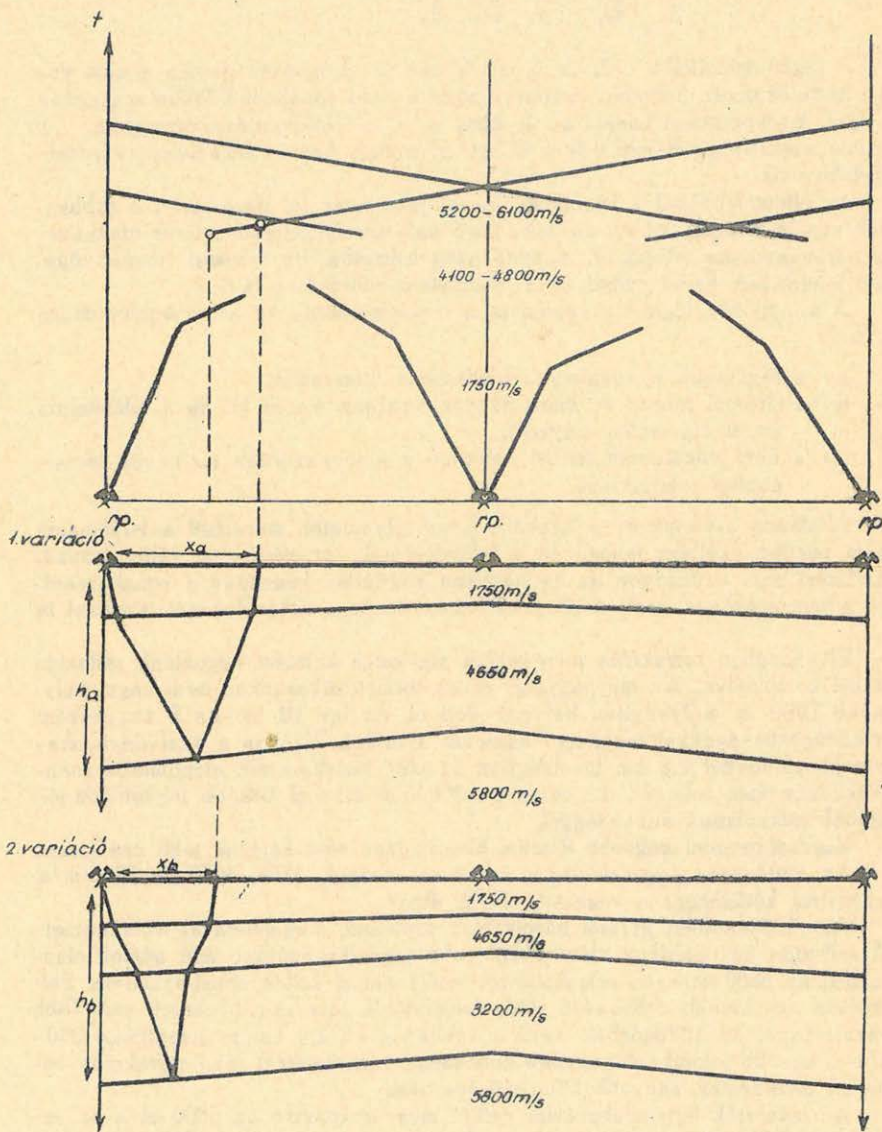
ÉK-Kinában refrakciós mérésekkel átnézetes kutatást végeztünk reflexiós mérésekkel kombinálva. Az alaphegység egyes területszakaszokon nem nagy mélységben kb 1000 m mélységben helyezkedett el, és így 10 km-es 5 km-enként meglőtt utidőgörbe-ágakkal megfelelő adatokat nyertünk. Ezekben a szelvénytárszakaszokon robbantóponttól 2.5 km távolságban az első beérkezések amplitudója rohamos csökkenés után teljesen megszűnt és 200-500 m/s-al később folytatódott jóval nagyobb látszólagos sebességgel.

Nagyságrenddel nagyobb töltettel kísérletezve sem kaptunk jobb eredményt. Az utidőgörbe-ágak alapján a valódi sebességek: 1750, 4650 és 5800 m/s. A szerkesztést kétféleképpen végeztük el /B. ábra/

Az első esetben normál háromrteg probléma megoldásával szerkesztettünk. A reflexiós és tellurikus mérésekből és a rendelkezésünkre álló adatok alapján azonban az 5800 m/s-os réteghatárnak magasabban kellett elhelyezkednie. Feltételezhetően egy kisebb sebességű réteg jelenlétéről, inverzióról lehetett szó. Több szelvénytárszakasz mérésénél az utidőgörbék minden ágában a kb 2.5 km-re jelentkező 200-500 m/s-al később jelentkező nagyobb sebességű réteghatárról jövő refrakciós beérkezés az inverzrteg nagyobb kiterjedésére utal.

Az inverziók figyelembevétele nélkül megszerkesztve az 5800 m/s-os sebességű réteg felszínét, a réteghatár  $h_a$  mélységben helyezkedik el. Ebben az esetben a robbantóponttól  $x_a$  távolságra kaphatjuk meg az elsőnek beérkező refrakciós hullámot.

Inverz réteg megszerkesztése a kínai-magyar  
szeizmikus refrakciós méréseknél.



B. ábra

Határozott refrakciós beérkezést kaptunk azonban már a robbantóponttól kisebb távolságra is, az 5800 m/s-os sebességű réteg felső határáról. Ennek a réteghatárnak tehát magasabban kell elhelyezkedni, ami az időadatok figyelembevételével csak akkor lehetséges, ha közben egy kisebb sebességű réteg helyezkedik el a 4650 m/s-os sebességű réteg alatt.

A második esetben a refrakciós sugárút-törvény és az időadatok figyelembevételével már  $x_2$  távolságra is kaphatunk refrakciós beérkezést, és természetesen így az 5800 m/s-os réteghatár is magasabbra kerül.

Az inverzréteg felszínét pontosan meghatározni nem tudjuk, tekintve, hogy vastagságát és sebességét nem ismerjük. Sebességét a következő feltételezések alapján vettük fel. Vulkáni képződmények esetén a feltörő láva egy nyugodtabb településű üledéksorba hatol be. Esetünkben ez megfelel 4650 m/s-os rétegeknek. Az alatta elhelyezkedő réteg sebességét a környező refrakciós szelvények profilja alapján 3200 m/s-os sebességűnek tételeztük fel, miután az 1750 m/s-os rétegeket a szelvényeken a 3200 m/s-os réteg követte. A 3200 m/s réteg felső határát párhuzamosnak vettük fel a felette lévő réteghatárral ugyancsak alapozva azt a feltörő láva horizontális kiterjeszkedésére.

Az inverz réteg vastagságát tehát a felvett sebesség és dőlésviszonyok alapján határoztuk meg oly módon, hogy a 3200 m/s-os réteghatárt párhuzamosan fel- vagy letoljuk, addig, amíg a sugártöréseknek és az időadatoknak a figyelembevételével  $x_2$  távolságra már refrakciós beérkezést kaphatunk az 5800 m/s-os réteghatárról.

Az inverz réteg felett elhelyezkedő 4650 m/s-os réteg felső határáról kapott első beérkezés gyors csillapodásának oka a rétegvastagság hullámhossz kedvezőtlen arányában is kereshető, melyet esetünkben vékonynak tételezhetünk fel.

Amennyiben az inverz réteg vastagságát választjuk meg tetszőlegesen, úgy az inverz réteg minimális sebessége határozható meg az előzőek figyelembevételével. Ennél kisebbre választva a sebességet a sugártörés törvényei alapján az alatta lévő réteghatárról reflektálódás nem lehetséges.

Az elmondottakból kitűnik, hogy az inverz réteg adatainak meghatározása nem egyértelmű. Esetünkben a megoldás helyességére utalnak a más mérésekkel történt összehasonlítások, amelyek az alaphegység magasabb elhelyezkedését mutatják.

A kínai területek rétegtani felépítése eltér ugyan a magyarországitól, mégis néhány következtetés felhasználható lehet a hazai méréseknél is.

Ujfalu Antal