

Szeizmikus refrakciós mérések a Bükk-fennsíkon*

BALÁSZ LÁSZLÓ—BALOGH IVÁN—PETHŐ GÁBOR**

A kísérleti jellegű mérések célja az agyaggal fedett mészkő reliefjének nyomon követése volt. Az előadás a mérés ismertetése mellett az értelmezés néhány elvi és gyakorlati problémájával foglalkozik.

Рассматриваемые сейсморазведочные работы, носившие опытный характер, имели целью прослеживание рельефа известняков, поеркрытых глинами. Кроме описания проведенных исследований, в настоящей работе обсуждаются некоторые принципиальные и практические проблемы интерпретации.

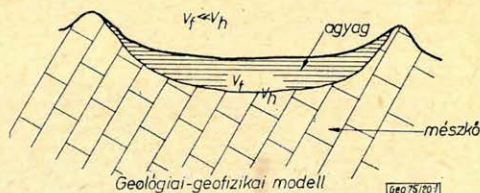
Aim of the experimental measurements was the tracing of the relief of limestone buried under clay. Besides the review of measurements some problems of praxis and principles of interpretation are dealt with.

1. A mérés célja, geológiai és geofizikai modell

A mérés célja a mészkő reliefjének nyomon követése agyaggal kitöltött töbrőben, a Bükk-fennsíkon található Feketesárréten. A feladat az 1974. évi TDK kutatótáborban az egri Ho-Si-Minh Tanárképző Főiskola geomorfológiával foglalkozó hallgatói részéről merült fel.

A geológiai modell (1. ábra) kialakításában a környező mészkő-kibúvások és a környék általános jellemzői voltak segítségünkre. A kibúvásokban a rétegzett mészkő dőlése meredek, és a környéken sem változik jelentősen (60–80 fok). Ennek alapján feltételezzük, hogy az elfedett rész alatt is ilyen a mészkő dőlése.

A feladatot szeizmikus refrakciós méréssel oldottuk meg. A geofizikai modell kedvezett ennek a módszernek: a rugalmas hullámok terjedési sebessége az agyagos fedőösszletben nagyságrenddel kisebb mint a mészkőben, így a refraktált hullámok kialakulhattak.



1. ábra — puc. — Fig.

2. A berendezés műszaki leírása

A Pioneer III. refrakciós szeizmikus berendezés a mérnöki gyakorlatban felmerülő szeizmikus kutatási feladatok megoldására készült. Terepen könnyen üzembe helyezhető, egyszerűen kezelhető és üzembiztos. A legfontosabb műszaki jellemzők a következők:

a) Az erősítő csatornák szélessávúak (20–250 Hz), nagy érzékenységgűek (1 μ V-os bemenőjel), nagyításúak (1 μ V/mm) és kicsi áthallásúak (–120 dB).

b) A berendezésnek 24 csatornája van. Az áramkörök tranzisztorizáltak és kisműködésű táplálást (30 V) kívánnak.

* Elhangzott 1975. márc. 12–13-án az Ifjú Szakemberek Ankétján, Pécsen (Díjnyertes előadás).

** NME Geofizikai Tanszék hallgatói.

c) A regisztrálási sebesség 0,5; 1,0 és 2,0 m/s értékre állítható be.

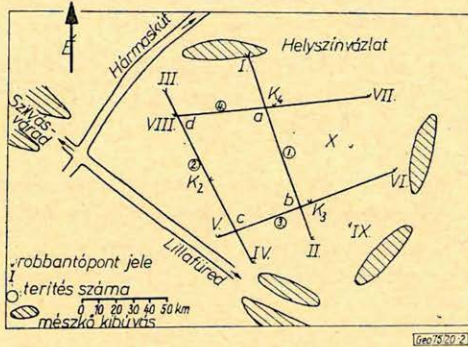
d) A berendezés könnyen szállítható egységekből áll. A mérőegység súlya 28 kg, az áramellátó egység 15 kg, a lőgép 0,7 kg.

A mérésnél használt kábel 12-csatornás, acélbetétes PVC kábel. A geofonköz 5 m, bekötési ráhagyás 10 m. A geofon önfrekvenciája 8 Hz, érzékenysége 46 mV/cel, a tekercs ellenállása 300 ohm.

3. A mérés kivitelezése

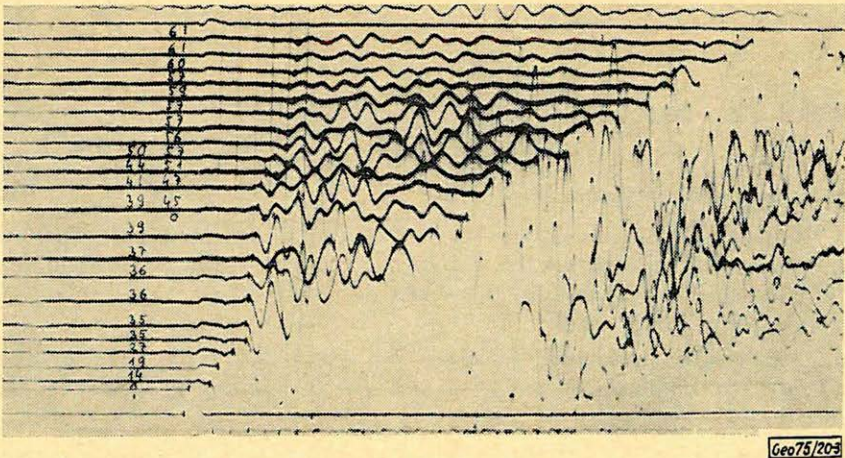
Négy vonalat tűztünk ki. A helyszínrajz a 2. ábrán látható. A mérés megkezdése előtt a vonalakat geodéziailag bemértük és leszinteztük. Százhusz méteres terítésekkel dolgoztunk, azaz a geofonköz öt méter volt. Robbanóanyagként paxitot használtunk, a töltősúly 5, illetőleg 20 dkv volt. A tölteteket kb. 20 cm-rel a felszín alatt helyeztük el. Valamennyi terítést meglőttük mindkét végéről, és az első vonal kivételével középpontos lövést is végeztünk.

Ennek célja fedőágak nyérése volt. A második és negyedik terítésre haránt robbantó pontokat is telepítettünk kísérleti célból. Több lövésre a robbanóanyag korlátozott mennyisége miatt nem volt lehetőségünk. A regisztrátumokat terepen hívtuk elő.



2. ábra - puc. - Fig.

3. ábra - puc. - Fig.



4. A mérési adatok kiértékelése

A refrakciónál első beérkezést kell kiolvasni, erre a célra az egész területen azonos fázist kell felhasználni. A rengéskeltés kis hatásfoka, valamint a talaj erős csillapító hatása miatt (amit ezzel a műszerrel nem lehetett kompenzálni),

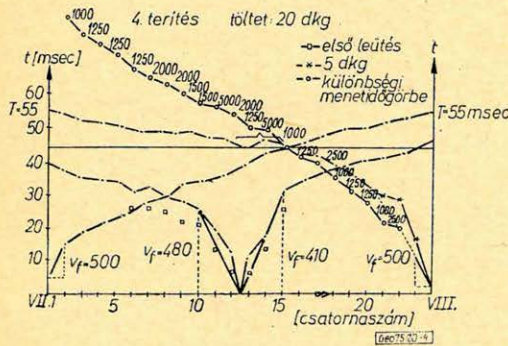
a gyenge kezdő fázis hamar elhalt. A vesszővel jelölt fázis azonban szinte végig követhető volt. Egyes esetekben, ha hiányzott, segédfázisokat jelöltünk be (3. ábra). A szeizmogramokon általában jól felismerhető a hanghullám 330 m/sec-os frontjának beérkezése.

A fedősebességet a közvetlen hullámnak megfelelő menetidőgörbe szakaszából számítottuk.

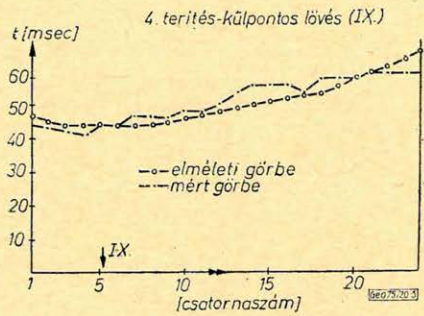
A hullámváltás pontját legjobban a középpontos lövésekkel kialakított fedő-menetidőgörbe ágakkal való összehasonlítással lehetett megállapítani. Ott, ahol ez a lehetőség nem volt meg, egyszerűen a sebességváltozásból következtettünk a hullámváltásra. Ez néha elég bizonytalan volt.

A határsebesség meghatározása különbségi menetidőgörbével történt (4. ábra).

A refraktáló felületet időmezős módszerrel szerkesztettük meg. A hullámfrontok azonban nem adtak az egész terítés alatt metszéspontokat, sőt az I-es terítésnél az egyik időmezős szinte teljesen megszerkeszthetetlen volt (a szeizmogram kiértékelhetetlensége miatt). Így csak egy metszéspontot kaptunk. A refraktáló felületet ilyenkor a határsebesség körzőnyílásba vételével, majd a pontok kimetszésével szerkesztettük meg. (Az ilyen szakaszok szaggatott vonallal vannak jelölve.)



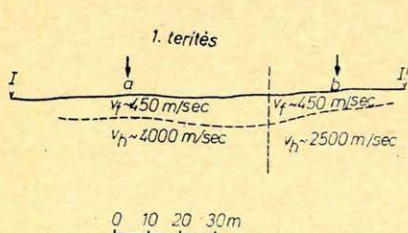
4. ábra - puc. - Fig.



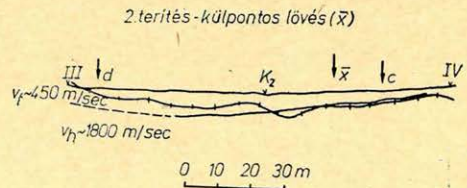
5. ábra - puc. - Fig.

A harántszelvények kiértékelése:

A menetidőgörbét elméleti görbével hasonlítottuk össze. Az elméleti görbét szintes felszín és szintes refraktáló felület feltételezésével számítottuk. Az elméleti görbe az elrendezés geometriájából következőleg hiperbola. A kiértékeléskor a mért és az elméleti görbe Δt eltéréseit használtuk fel (5. ábra).



6. ábra - puc. - Fig.



harántszelvény

7. ábra - puc. - Fig.

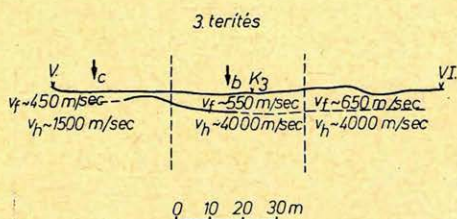
Ezeket az időkülönbségeket a refraktáló felület mélységváltozásaiként értelmeztük.

$$\Delta H = \Delta t \cdot V_f \cdot \cos i, \quad \text{ahol} \quad \cos i = \sqrt{1 - \left(\frac{V_f}{V_h}\right)^2}.$$

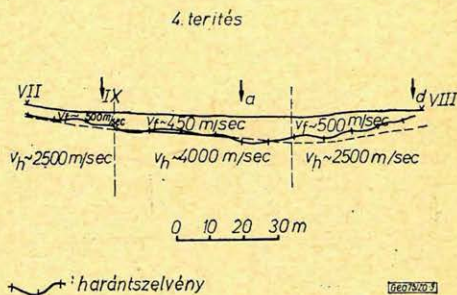
A $\cos i$ számításához a helyi határsebességet és fedősebességet használtuk fel a hosszanti szelvények alapján. A mélységváltozást a robbantóponttal szemben levő geofon alatti mélységhez viszonyítottuk, melyet szintén a hosszanti szelvényről vettünk. A terep felszínének szelvénymenti magasságváltozásait is figyelembe kellett vennünk.

5. A mérési adatok értelmezése

A refraktáló felületet mind a 4 szelvényen meghatároztuk (6., 7., 8., 9. ábra). Mivel a mérési vonalaknak vannak metszéspontjai (1. mellékleten a, b, c, d. pontok), ezen pontokban az egyes szelvényeken meghatározott refraktáló mélységszinteknek egyezniük kell. Egyúttal ez egy jó ellenőrzési lehetőség is.



8. ábra - puc. - Fig.



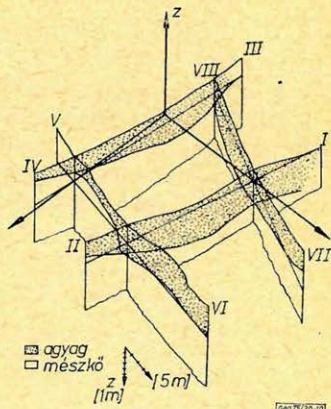
9. ábra - puc. - Fig.

A 6., 7., 8., 9. ábrákon látható, hogy az egyezések ± 1 m pontosságú. A mérési vonalak illesztése a 10. ábrán látható.

A kiértékelést kezdetben egy, a területre jellemző fedőösszlet sebességgel végeztük (450 m/sec), és a közös pontokban volt, amikor 7 m eltérést is tapasztaltunk. Csak térben változó fedőösszlet sebességgel lehetett a feladatot megoldani. A 3. terítésen (8. ábra) jól látható, hogy 450 m/sec-től 650 m/sec-ig változik az ágyag sebessége. A többi szelvényen is ebbe a sebességintervallumba eső értékeket kaptunk.

A fedőösszlet sebességváltozásának okai az eltérő földtani körülmények.

Ott nagyobb a sebesség, ahol jobban konszolidálódott az agyag. Ezenkívül az is elképzelhető, hogy egyes helyeken az agyagban mészkőgörgöttek vannak.



10. ábra - puc. - Fig.

A különbségi menetidőgörbékől megállapított határsebességek jelentős szórást mutattak (1500–4500 m/sec). Ezt több körülmény együttes hatásaként értelmezhetjük:

- a) A mészkőben vetők, töredezett zónák találhatók. Ezek a helyeken kisebb sebességeket tapasztalunk, mint a tömör szálban álló kőzet esetén.
- b) A kibúvások dőlés-csapás viszonyai alapján a mészkőrétegek csapásvonala közel a 3. terítés irányával azonos.

A területen meghatározott határsebesség értékekből számított anizotrópia tényező $1,1-1,3$ között mozog, azaz csapásirányban ennyiszor nagyobb sebesség észlelhető, mint dőlésirányban. Ezt a rétegzettség és a bemosódott agyag okozza.

A fenti két hatás rendszerint együttesen jelentkezett, ami a helyzetet erősen bonyolította.

A harántlövések alapján általunk szerkesztett refraktáló felület nem veszi figyelembe a robbantó pont és a terítési vonal között a refraktáló felület szintingadozásait. Ebből is adódik az eltérés a haránt, illetve hosszanti lövésekből meghatározott refraktáló felületek között.

A haránt menetidőgörbe, illetve az ebből meghatározott refrakciós felület nagyfrekvenciájú változása a geofonokhoz közeli szerkezetre utal, míg a kisfrekvenciájú változás a robbantópont és a geofonok közötti szerkezetre (esetleg szerkezetekre). Ha az így meghatározott refrakciós felület a hosszantihoz képest feljebb kerül, az azért van, mert a hullámok korábban érkeznek be az elméleti menetidőgörbéhez képest. Ennek oka, hogy a robbantópont és a geofonok között a refraktáló felületnek kiemelkedése van. Ezt feltételezzük a 2. terítés III-tól K_2 -ig terjedő szakasza alapján (7. ábra). Ezt a kiemelkedést igazolja a 4. terítés különleges lövése (9. ábra), ahol a d pont környékén ugyanazt tapasztaljuk, mint a 2. terítésnél a d pontnál.

6. Tapasztalatok, javaslatok

A mérés tapasztalatai alapján hasonló körülmények között folytatandó mérésekre a következőket tudjuk javasolni:

- a) A szelvényeket célszerűbb úgy elhelyezni, hogy ne a végeken messék egymást, mivel ott a legbizonytalanabbak a mélységadatok, s ezáltal ellenőrzésre kevésbé van lehetőség.
- b) A szelvények mentén célszerű minél több robbantópontot elhelyezni. Az időmérés módszerének pontosságát ugyanis a fedőösszlet sebességének pontos ismerete döntő módon befolyásolja. A sűrűbb szelvény menti robbantópont telepítésnek a több adat nyerésén kívül az az előnye is megvan, hogy a fedőágak felhasználásával ezek az adatok megbízhatóbbak is lesznek.
- c) A fedőágak nyerése céljából vonalba eső külső robbantópontokat is érdemes telepíteni.
- d) A kísérleti céllal alkalmazott harántlövések annyira beváltak ilyen körülmények között, hogy feltétlenül érdemesnek tartjuk minden szelvénynél alkalmazni, esetleg több robbantópont távolsággal is.
- e) A szeizmogramok jobb kiolvashatósága érdekében – amennyiben a b) pontban leírtakat végrehajtjuk – célszerű kisebb csillapítást és kisebb tölteteket használni.

Ádám Oszkár: Szeizmikus kutatás (Tankönyvkiadó 1972).

Gálfi – Márton – Meskó – Stegena: Geofizikai kutatási módszerek I. Szeizmika (Tankönyvkiadó 1967.)

Könyvszemle

Asztronautikai Közlemények, Ionoszféra- és magnetoszféra-fizika

I – II., kiadja a MTE SZ Központi Asztronautikai Szakosztálya, litografált kiadvány.

I. rész: A Tihanyban, 1972-ben tartott „Ionoszféra- és magnetoszféra-fizikai szeminárium” előadásai, 207 szövegoldal + 117 ábra.

A megtartott 17 előadás tárgykörei:

<i>Barta György</i> : Megnyitó	3 – 4 old.
<i>Barta György</i> : A Föld mágneses tere és annak változásai	5 – 9 old.
<i>Bencze Pál</i> : Az ionoszféra, mint a magnetoszféra bázisa	11 – 20 old.
<i>Szemerédy Pál</i> : A magnetoszférához kapcsolódó jelenségek	21 – 23 old.
<i>Bencze Pál</i> : Az ionoszféra és magnetoszféra közötti csatolás	25 – 54 old.
<i>Hegymegi László</i> : A napszél és a földmágneses tér kölcsönhatása	55 – 62 old.
<i>Gombosi Tamás</i> : A külső geomágneses tér vizsgálata 1 – 100 MeV-os töltött részecskék segítségével	85 – 106 old.
<i>Tarcsai György</i> : A magnetoszféra kutatása whistlerekkel	107 – 109 old.
<i>Verő József</i> : A geomágneses tér mikropulzációinak felhasználása a magnetoszférakutatásban	111 – 125 old.
<i>Cz. Miletits Judit</i> : A mikropulzációk szélességi eloszlása	127 – 133 old.
<i>Tóth Péter</i> : Emissziós jelenségek a magnetoszférában	135 – 143 old.
<i>Szemerédy Pál</i> : Elektromos terek és plazmaáramlások a magnetoszférában	145 – 162 old.
<i>Tóth Péter</i> : A magnetoszférikus plazma instabilitásai	163 – 167 old.
<i>Szemerédy Pál</i> : A magnetoszféra szerkezete és a magnetoszféra-viharok	169 – 185 old.
<i>Borbély Edit</i> : A meteorológiai elemek mezőinek tavaszi és őszi átváltódása a sztratoszférában	187 – 198 old.
<i>Sajkó János</i> : A felső ionoszféra méréseinek néhány kutatási eredménye	199 – 207 old.

II. rész. A Sopronban, 1973-ban tartott „2. Ionoszféra- és magnetoszféra-fizika szeminárium” előadásaiból, 215 old., 88 ábra.

A közölt 12 előadás tárgykörei:

<i>Barta György</i> : A Föld mágneses tere okáról	5 – 11 old.
<i>Tóth Péter</i> : Whistlerek előfordulási gyakorisága és azok kapcsolata a Nap – Föld-eseményekkel	13 – 24 old.
<i>Tóth Péter</i> : Mágneses térváltozások spektruma és a szoláris ciklusok	25 – 35 old.
<i>Hegymegi László</i> : Elektron-sűrűség mérése whistlerekkel és a plazmaszféra	37 – 46 old.
<i>Verő József</i> : Az ionoszféra, a plazmaszféra és a külső magnetoszféra hatása a mikropulzációkra	47 – 73 old.
<i>Cz. Miletits Judit</i> : A pulzációk morfológiájáról	75 – 88 old.
<i>Holló Lajos</i> : Egyidejű mikropulzációs tevékenység vizsgálata két obszervatóriumban	89 – 96 old.
<i>Bencze Pál</i> : Nap – Föld-események és a felső légkör	97 – 124 old.
<i>Márcz Ferenc</i> : A mágneses tevékenységgel összefüggő utóhatás az alsó ionoszférában	125 – 155 old.
<i>Sátori Gabriella</i> : Föld-ionoszféra üregrezonátor vizsgálata	157 – 176 old.
<i>Sajkó János</i> : A sztratoszféra-felmelegedések hatása az alacsony ionoszféra paramétereinek változására	177 – 197 old.
<i>Borbély Edit</i> : Az ózon szerepe a magaslégköri folyamatokban	199 – 215 old.

T. G.