

Я. ГАЛФИ:

### ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВОЗДУШНЫХ ВЗРЫВОВ

Автор статьи знакомит с опытами проведенными Геофизическим Институтом по применению метода воздушных взрывов в районе с хорошими отражениями. Была определена пригодность этого метода и результаты вообще совпадают с опытами проведенными за границей по применению метода воздушных взрывов в сейсморазведке. Однако не подтверждена зависимость частоты возбужденных сейсмических волн от расстояний между зарядами, о существовании такой зависимости указывалось в некоторых заграничных статьях. Теперешние результаты требуют еще новых дополнительных опытов особенно в районах с плохими сейсмогеологическими условиями.

J. GÁLFI:

### HOME APPLICATION OF THE AIRSHOT-METHOD

Author is discussing the experiments made on a well reflecting field in order to adapt in this country the method of airshooting. Evidence was made that the process is applicable and the results agree in the whole with the experiences in airshooting made abroad. It did not show, however, that the frequency of the seismic waves is depending on the distance of the charges, as described in several articles. There is a necessity to complete the results already gained with further experiments, with special regard to not-reflecting fields.

### A LEVEGŐBEN ROBBANTÁS MÓDSZERÉNEK ALKALMAZÁSA A HAZAI SZEIZMIKUS KUTATÁSBAN

GÁLFI JÁNOS

Azok a külföldi tapasztalatok, amelyek szerint a levegőben robbantás eljárása sikerrel alkalmazható a reflexiós szeizmikus kutatásban egyes, addig némának bizonyult területek feldolgozásánál [1, 2], indokolttá tette a módszer hazai kikísérletezését.

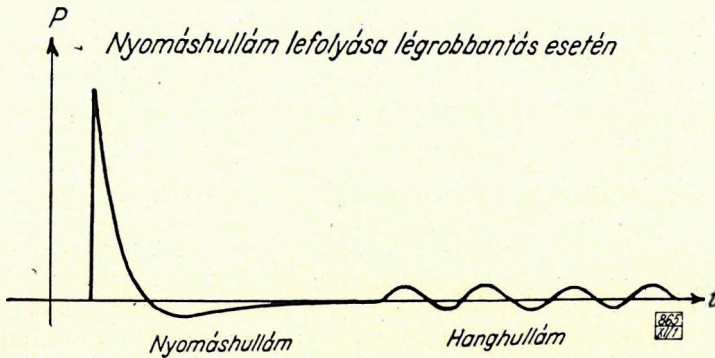
Jelentősége — figyelemmel a mérések gazdaságosságára is — nem csupán abban áll, hogy olyan területeken is végezhetünk reflexiós szeizmikus kutatást, amelyeken eddig nem volt lehetséges, hanem abban is, hogy a fúrási költség, amely egy szeizmikus csoport költségének jelentős részét képezi, így megtakarítható. A levegőben robbantás módszere tehát nem csak «rossz», hanem esetleg jól feldolgozható területen is előnyös lehet.

Figyelemmel kell lennünk arra, hogy «jó» területen levegőben robbantásnál a szokásos lyukban való robbantásnál használt robbanóanyag mennyiségének száz — kétszázszorosára is szükség lehet, és arra is, hogy kártételi körzete is nagyobb — 100—150 m — mint a lyukban robbantásnál, ahol ez a körzet nem haladja túl az 50 m-t. A települések, lakott helyek nem túl sűrű volta és a mezőgazdasági művelés szakaszossága miatt elég sok olyan

területet találhatunk, ahol az említett károsodási körzetre tekintettel is, a levegőben lövést — legalábbis az év bizonyos szakában — kártétel nélkül használhatjuk.

Előnyösnek látszik a használata azoknál a szeizmikus csoportoknál, ahol gépi fúróberendezést kell egyébként használni, ahol azonban kis mélységű, kézzel furt lyukak is megfelelőek, megfontolandó, hogy a robbanóanyag mennyiségének nagymérvű növekedése miatt célszerű-e a lyukban robbantás eljárását elhagyni. Fel kell tételeznünk természetesen, hogy az eljárás eredményes alkalmazásának előfeltétele fennáll, azaz a megvizsgálandó reflektáló határfelület nincs túl mélyen, a mélysége nem haladja meg a 2000 métert.

A levegőben robbantás módszerének lényeges vonása, [3] hogy a robbanó töltetet vagy tölteteket nem talajban, hanem levegőben lövik el. Ezzel az



1. ábra

eljárással a talajon a töltetek alatt olyan közelítőleg sík rengéshullám keletkezik, amelynek frekvenciatartománya aránylag keskeny — kb. 50 cps hosszú — frekvenciasávba esik, olyan csúcserővel, amely a talaj által jól átengedett frekvenciák között van. A töltetek megfelelő elrendezésével a sáv szélesség és a sáv helyzete bizonyos mértékig változtatható az egyes talajtípusoknak megfelelően.

A szokásos gyakorlati megoldás az, hogy több töltetet helyeznek el szabályos alakzatban a felszín felett azonos magasságban, és a tölteteket egyidejűleg ellövik. A szomszédos töltetek mindig azonos — 8—30 m között változó — távolságra vannak egymástól, és azonos a felszín feletti kb. 2,50 m magasságuk is. A kialakuló légnomáshullám a talajban rengéshullámot kelt, amely reflektálódás, illetve refraktálódás után a szokásos módon észlelhető.

A kísérleti eredmények ismertetése előtt röviden összehasonlítjuk a levegőben lövéssel keltett (LL) rengéshullámok tulajdonságait a talajban történő lövéssel keltett (TL) rengéshullámok tulajdonságaival.

1. *Frekvenciatartomány.* Robbanóanyagok explózióját levegőben többen igen részletesen tanulmányozták [4]. Ezek szerint levegőben robbantásnál az 1. ábrán látható alakú nyomáshullám keletkezik. Ez kelti a talajban a rengéshullámot. A nyomáshullám erősen aszimmetrikus ugyan, de egy nyomó és egy szívó fázisból áll, tehát a talajra is egy hullámból álló mozgást kényszerít. Ez a kényszer máris szűkíti az LL hullám frekvenciatartományát a TL

hullámmal szemben. A frekvenciatartomány szűkülését tehát a levegőben robbantás ténye már létrehozta. A hatást még fokozhatja az egyes rész-hullámok ütközése a talajban. Ugyancsak fokozhatjuk azzal is, hogy a szívó fázis megszűnt pillanatában egy másik töltés-rendszert robbantunk el, és így két hullámból álló mozgást kényszerítünk a talajra. Talajban lövésnél — mint ismeretes — hasonló kényszer általában nincsen, így a TL hullám frekvenciatartománya igen széles és a maximális energiával rendelkező komponenseket (5000 cps körül) a talaj mint sávszűrő [5] erősen vágja.

Egyes felszínhez közeli rétegek saját rezgése a keletkező TL hullám bizonyos frekvenciáit kiemelheti, másokat gyöngíthet. Ez szintén bizonyos frekvenciakorlátozást jelent. Kérdéses azonban, hogy alkalmas eljárással az LL hulláméhoz hasonló kedvező frekvenciaeloszlás elérhető-e az említett tény felhasználásával.

A felvételezés szempontjait tekintve, az a tény, hogy az LL hullám frekvenciatartománya keskeny sávban van, azt jelenti, hogy a felvevőnek nem kell változatos frekvenciák közül egy sávot kiszűrnie, mint a TL hullámok esetén. Mellőzhető tehát az erősítő szűrő fokozata, sőt annak érdekében, hogy a rengéshullám teljes energiáját kihasználjuk, széles sávú erősítő használata kívánatos. A szeizmogramm így sajátos jelleget kap: a magas frekvenciák hiánya az első refrakciós beérkezések elmosódottságát és a reflexiós beérkezések «legömbölyítettségét» eredményezi. Elmarad tehát a TL eljárásnál mutatkozó — korrekcióra jól hasznosítható — éles első beérkezés és kevés lehetőség nyílik a reflexiók alak szerint történő korrelálására.

**2. Irányítottság.** Levegőben robbantásnál nem csupán a légnyomáshullám, hanem a keltett rengéshullám is irányított. Poultér szerint [3] lyukban robbantásnál a teljes robbanási energia 32%-a, míg LL hullámoknál 85—100%-a jut egy olyan függőleges tengelyű 90°-os nyílásszögű kúpba, melynek csúcsa a robbantópontban, illetve LL-nél az alakzat centrumában van. A függőlegesen lefelé irányítottság a zavarnívó csökkenését eredményezi, tehát a reflexiók jobban kiemelkednek. Egy irodalmi adat szerint [3] a zavar — hasznos jel viszony, amely lyukban lövésnél 0,8 volt, légrobbantásnál 2,0-ra javult.

**3. Energiavesztés.** A maradandó deformációra fordított energia, amely a közeg rugalmassági határán túl történő igénybevétel miattvész el, levegőnél kisebb, mint a talajban. Kisebb az LL hullám elnyelési és szórásvesztése is, tekintve, hogy frekvenciája a talaj által jól átengedett sávba jut. A geometriai szóródásból származó veszteség az irányítottság miatt kisebb LL-nél: ez u. i. közelítőleg sík hullám lévén, amplitudója a távolsággal fordított arányban csökken, míg TL esetén gömbhullámunk van, ahol az amplitudó-csökkenés a távolság négyzetével fordítottan arányos.

Általánosságban megállapíthatjuk, hogy levegőben robbantásnál nem használunk fel kevesebb energiát — sőt esetleg jóval többet — mint lyukban robbantásnál. Az LL módszer előnye abban áll, hogy a behatoló hasznos rengéshullám viszonylag — a regisztrálásra kerülő egyéb hullámokhoz viszonyítva — több energiát visz és kisebb az elnyelési és szóródási vesztesége, mint a TL módszernél.

Az előzőkből kitűnik, hogy számos tényező van, amely az LL módszer eredményességére kihat, és sok körülmény gondos vizsgálata szükséges. Éppen ezért az első méréseket a Geofizikai Intézet szeizmikus kísérleti csoportjának keretei között végeztük, hogy gondosan ellenőrzött mérési feltételek mellett kapjuk adatainkat.

I. A mérési terület szeizmikus összehasonlító területünkön fekszik, a H II. mélyfúrás 3 km-es körzetén belül. A terület geológiai és szeizmikusan is ismert.

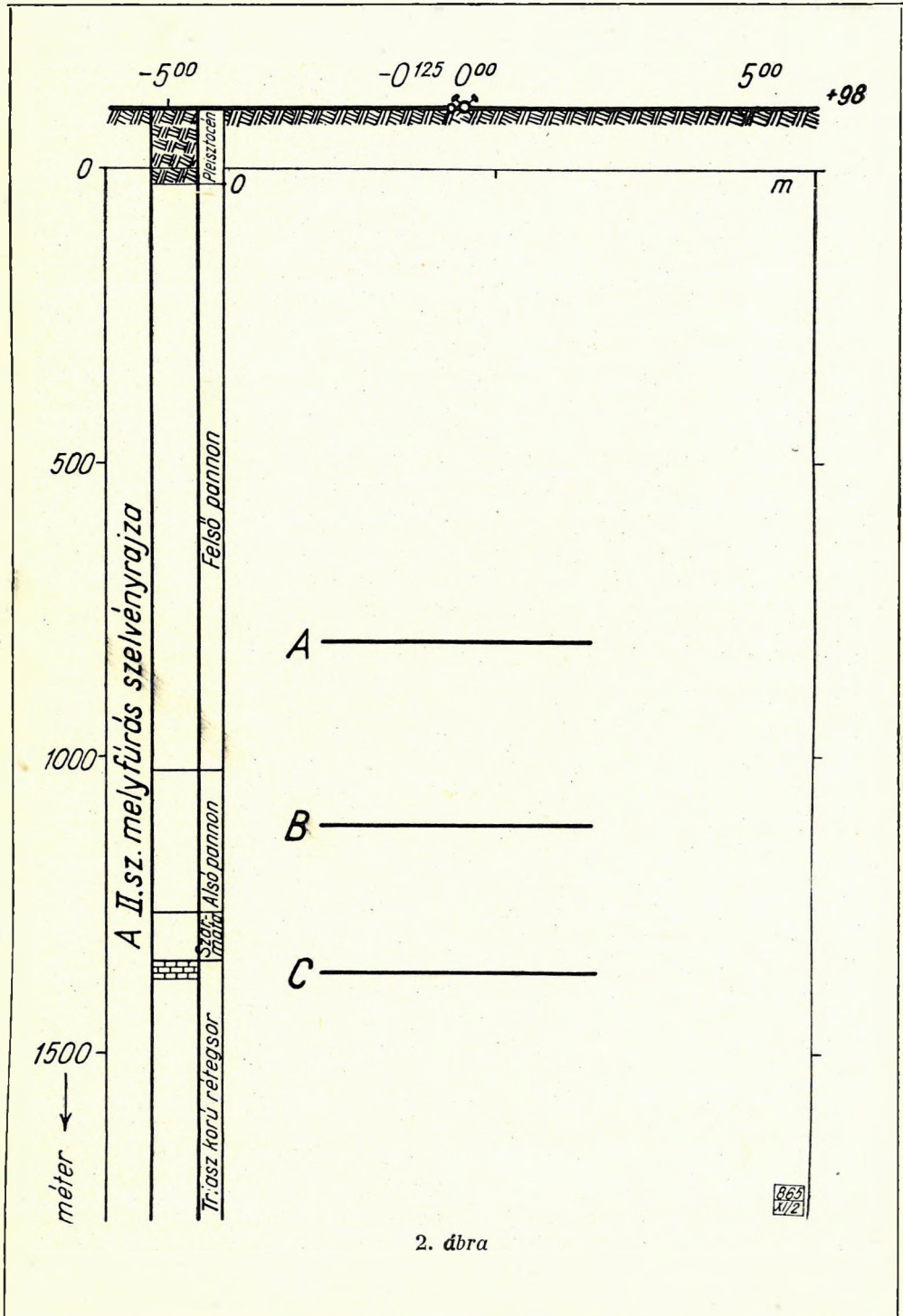
A mélybeli geológiát illetőleg utalunk a szakirodalomra [6,7]. A közel felszín geológiáját — amelynek ismerete egyéb méréseink szempontjából is fontos volt számunkra — több 20—100 m mélységű fúrással tanulmányoztuk. A fúrások geológiai szelvényét fúrómagok alapján Sümeghy József dr. oszt. vez. geológus állította össze. Ezek a szelvények a szokásos alföldi képet mutatják: apró, lencseszerű települések, az egymástól 20 m-re lévő fúrások szelvényei is alig korrelálhatók. Elégséges, ha egy fúrás szelvényét adjuk jellemzésül:

0—0,8 m	sötétbarna humuszos vályog
3	sárga agyagos lösz
6	sárga, kissé homokos lösz, mészcsumós
9	sárga finomszemű összeálló homok
15	zöldessárga humuszsávós homokos lösz
18	sárgásszürke agyag
21	sárga agyagos homok
24	szürke agyag mész és humusz csíkokkal
27	szürke, sárgafoltos agyagos homok
30	szürke összeálló iszapos homok meszes erekkel
33	zöldesszürke agyag
36	zöldesszürke iszapos homok
42	zöldesszürke összeálló homok mészcsumókkal
45	zöldesszürke összeálló homokos iszap
51	szürke élesszemű 0,3—0,4 mm-es folyami homok
57	zöldesszürke agyag
63	szürke, rozsdabarna csíkos agyag
66	világossárga agyag
72	szürke agyag
75	szürke agyag, kissé homokos
78	szürke agyag, barna csíkokkal
81	szürke agyag, szerves anyagos csíkoltságú
84	szürke agyag, fás lignit darabokkal
87	sötétszürke szerves anyagos lignites agyag
90	sötétszürke szerves anyagos agyag, több lignittel
93	szürke agyag néhány szerves anyagos csíkkal
96	szürke agyag 10 cm-es földes lignittel
100	szürke agyag, helyenként kissé homokos.

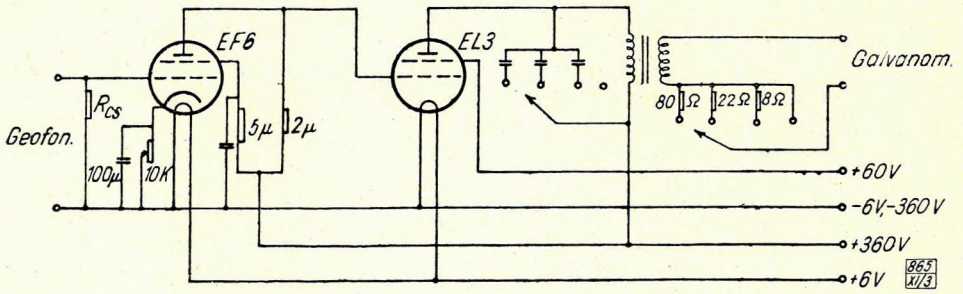
Az Intézet reflexiós és refrakciós szeizmikus mérései a területet szeizmikus szempontból is felderítették. A 6. ábrán «C» jelzéssel egy jellegzetes szeizmogrammot mutatunk. Ezt a Geofizikai Intézetben épített 24 csatornás reflexiós mérőberendezéssel készítette a berendezést kipróbáló munkacsoport. A reflektáló határfelületek és a geológiai szintek korrelálására az említett berendezéssel Pethő Márton kut. geofizikus igen részletes méréseket végzett a II. mélyfúrás közelében. Eredményei alapján megszerkesztette a reflektáló jellegzetes felület-elemeket a H II. fúrás mellett. Az így készült egyesített geológiai és szeizmikus képet a 2. ábrán mutatjuk.

A közel felszíni rétegekre vonatkozólag megjegyezzük, hogy 2—3 m vastag kb. 500 m/sec-os mállott réteg alatt 1800 m/sec-os réteg következik.

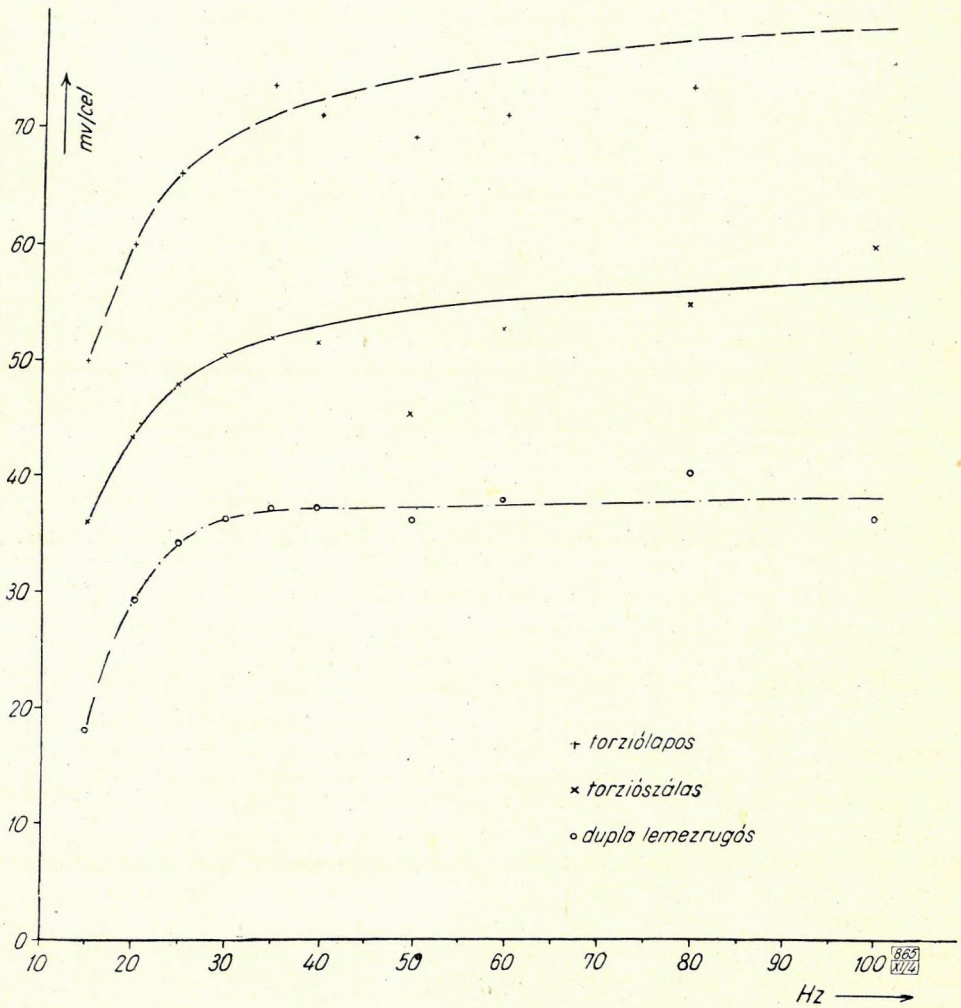
II. Mérőberendezésnek egy csatornás, széles sávú reflexiós felvevőt használtunk. Annak érdekében, hogy a beérkező hullámok frekvencia- és amplitudóviszonyait a szeizmogrammon kevésbé torzítva kapjuk, illetve a torzítást egyszerűen ellenőrizhessük, nem használtunk automatikus erő-



2. ábra



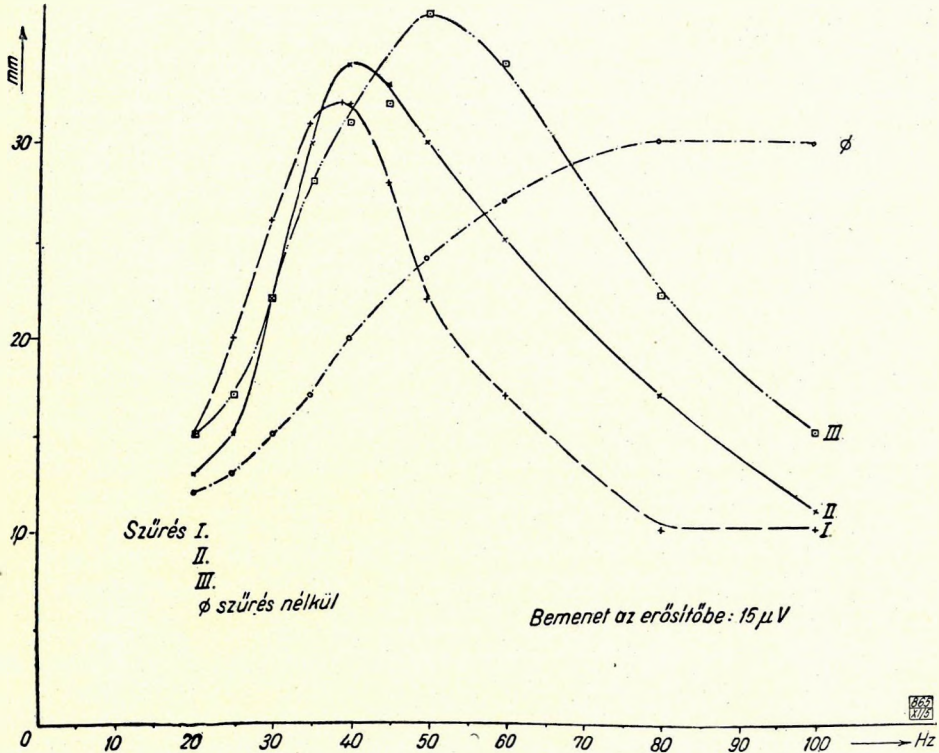
3. ábra



4. ábra

sítésszabályozást sem. A berendezés egyes elemeit a következőkben jellemezzük:

1. Szeizmométerek. Három különböző típusú szeizmométert használtunk (torziószálas, torziólapos, kettős laprúgós típust), amelyek frekvencia-karakterisztikáját a 4. ábrán adjuk. A torziós típusok alacsony (kb. 6 cps) sajátfrekvenciájuk, a laprúgós típus saját frekvenciája magasabb (kb.



5. ábra

16 cps). A csillapítás mindnél 0,7 crit. Méréseinkhez az 5,5 cps frekvenciájú torziószálas szeizmométert használtuk.

2. Erősítő. Ellenállásos csatolású, automatikus erősítésszabályozás nélkül dolgozó, bekapcsolható szűrőkkel rendelkező erősítőt használtunk. A kapcsolási vázlatot a 3. ábrán adjuk. A berendezés teljes érzékenységét úgy állítottuk be, hogy  $1 \mu\text{V}$  feszültségű 80 cps-os bemenő jel 2 mm elmozdulást okozzon a legérzékenyebb galvanométer fényfoltjánál a regisztrátumon. A teljes érzékenységet kézi potenciométerrel úgy csökkentettük, hogy a normális talajnyugtalanság legfeljebb 1 mm amplitudót adjon a legérzékenyebb galvanométernél. Az erősítő frekvenciaátvitelét az 5. ábrán mutatjuk. A karakterisztikák  $15 \mu\text{V}$  bemenettel készültek. A vízszintes tengelyen a bemenő jel frekvenciáját, a függőlegesen pedig a legérzékenyebb galvanométer fényfoltjának elmozdulását raktuk fel. A későbbiekben ismertetésre kerülő valamennyi mérésnél az erősítő beállítása ugyanaz volt. Szűrést nem használtunk, a felvételek széles sávú átvitelrel ( $\emptyset$ ) készültek.

3. Galvanométerek. Az egy csatorna által adott jelet egyidejűleg 6 galvanométer regisztrálja. A galvanométerek érzékenységét úgy állítottuk be, hogy a szomszédosaké 1:3 legyen. E szerint a beállítás szerint a legérzékenyebb és a legérzékletlenebb galvanométernél az erősítési viszony 243:1 lett. Figyelemmel arra, hogy a használt regisztráló berendezésnél egy galvanométernyomon 2 mm elmozdulás már jól leolvasható és 10 mm elmozdulás még nem zavarja a szomszédos nyomokat, a berendezés ezer-szeres amplitudótartományt fog át. A galvanométerek sajátfrekvenciája kb. 300 cps és olajjal vannak 0,7 crit-ra csillapítva.

A berendezés erősítése tehát frekvenciától függő ugyan — különösen az erősítő kimenő transzformátora miatt — azonban a megadott karakterisztikák alapján a tényleges amplitudó viszonyokra következtethetünk. Méréseinknél, ahol aránylag kicsik voltak a frekvenciakülönbségek, még ilyen átszámítás sem volt szükséges.

III. Mérés. A 6. ábrán a már említett «C» szeizmogrammon kívül bemutatunk még két szeizmogrammot. Az «A» szeizmogramm levegőben robbantással, a «B» lyukban robbantással készült. Mint látjuk, a terület szeizmikus jellemzője egy erős reflexió 1,2 sec körül, minden valószínűség szerint a triász mészkő alaphegység felszínéről és két gyengébb kb. 0,6 és 0,8 sec-nál, amelyek az alsó és felső pannon határának környezetében lévő reflektáló felületekről származnak.

Az «A» szeizmogramm készítésénél, hogy még az 1,2 sec-os reflexiót se zavarja a robbanás hanghulláma, a legközelebbi geofonállást a robbantóhely középpontjától 500 m-re tűztük ki. A többiek 40 m-rel távolabb vannak egymástól egész 700 m-ig. Robbantáshoz 13 darab 1 kg-os dinamit I patront használtunk. Ezeket 23 m-es oldalhosszú, egyenlőoldalú háromszögekből a 7. ábra szerint felépített szabályos alakzat szögpontjaiban helyeztük el a felszín felett 2,60 m magasságban és egyidőben robbantottuk el. Teljes erősítést használtunk és széles sávú átvitelt.

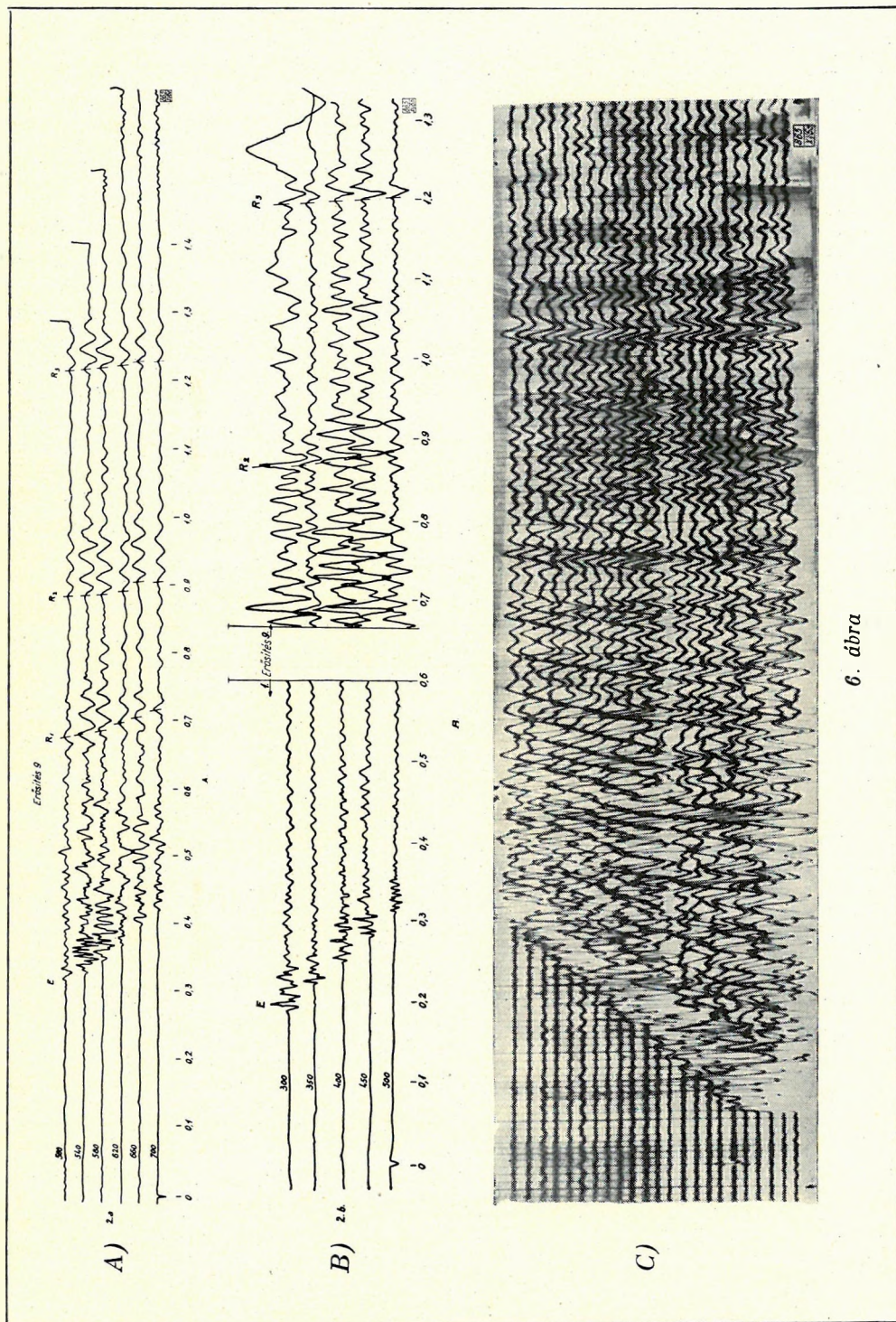
A «B» szeizmogramm robbantólyukból készült, amely a 7. ábrán mutatott alakzat belsejében volt. A legközelebbi geofonállás 300 m-re, a legtávolabbi 500 m-re volt kitézve a robbantólyuktól. A robbantás a felszín alatt 7 m-ben 0,1 kg dinamit I felhasználásával, tiszta vízfojtással történt. Abból a célból, hogy a teljes szeizmogramm olvasható legyen, csupán a második felét (9-es erősítés) mutatjuk az «A» szeizmogrammal azonos erősítéssel, az első felét pedig  $\frac{1}{9}$  arányban kicsinyítve. Szűrés és erősítés ugyanaz, mint «A»-nál.

Megjegyezzük, hogy az «A» és «B» szeizmogrammok egyes sorai nem egyidejűleg készültek, hanem egymás után történt lövésekkel. A fontosabb impulzusokat megjelöltük a szeizmogramokon:  $E$  az első refrakciós beérkezés,  $R_1$  a 0,6 sec,  $R_2$  a 0,8 sec,  $R_3$  az 1,2 sec közelében lévő reflexiók impulzus.

Megállapíthatjuk, hogy a levegőben robbantás ezen a területen — és a hasonló szerkezetű területeken — eredménnyel használható. Minden esetre feltűnő, hogy POULTER megállapításával ellentétben lényegesen nagyobb (130-szoros!) töltetmennyiséget kellett használni az LL eljárásnál, mint TL-nél. Ezt mutatja a 6. ábra is, ahol az «A» és «B» szeizmogrammokon a reflexiók beérkezések amplitudói kb. azonos nagyságúak, pedig «A» 13 kg, «B» pedig 0,1 kg dinamit I elrobbantásával készült.

Kísérleteink annak megállapítására történtek, hogy a töltetrendszer

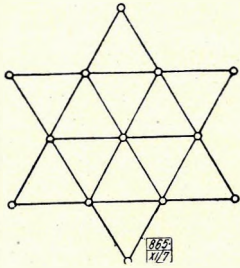




6. ábra

egyres jellemzőinek változtatása milyenképpen módosítja a szeizmogrammot, főként a reflexiós beérkezések amplitudóját és frekvenciáját.

Minden esetben a 7. ábra szerinti elrendezést használtuk. A töltetek hengeres dinamit I patronok voltak, amelyeket megfelelő hosszúságú farudakra szúrtunk fel vízszintes vagy függőleges tengellyel. A lövés egyidejűleg történt. A következőkben ismertetésre kerülő felvételeknél a felvevő szeizmométer a robbantási alakzat középpontjától 500 m távol volt elhelyezve.



7. ábra

IV. Mérési adatok. Méréseink a töltettávolság, töltetmagasság, töltetmennyiség szerepére és a regisztráción mutatózó energiaeloszlásra vonatkoztak.

1. A töltettávolság befolyására az 1. táblázatban közölt adatokat kaptuk.  $13 \times 0,5$  kg dinamit I-et használtunk 2,50 m magasságban.  $d$  a töltettávolságot,  $E$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  a megfelelő refrakció, illetőleg reflexiók maximális amplitudóját jelenti. Megállapíthatjuk, hogy a töltetek távolsága nem döntő a reflexiós energia szempontjából, csak az a lényeges, hogy a 16—22 m közönelül maradjon.

Megvizsgáltuk azt is, hogy a reflexiós beérkezések frekvenciája függ-e a töltettávolságtól. Ilyen függést a  $d = 8$  m és a  $d = 25$  m közben nem tapasztaltunk. A reflexiós beérkezés frekvenciája mindenütt 31 cps volt. Az eltérések nem haladták meg a kiolvasási hibát.

1. táblázat

$d$	$E$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
8 m	8 mm	4 mm	3 mm	3 mm
12	6	4	3	3
16	7	6	3	3
19	6	5	5	3
20	4	5	4	4
22	4	6	4	5
23	4	4	4	4
24	5	4	4	4
25	5	2	2	2

2. A töltetmagasságot  $d = 23$  m-nél változtattuk. Ugyanazt a töltetmennyiséget használtuk, mint az előző esetben. A 2. táblázat adatai szerint ( $h$  töltetmagasság;  $E$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  amplitudók) az LL eljárás nem túl kényes a töltetmagasság megtartására. Nem tapasztaltuk, hogy a reflexiók frekvenciája függene a töltetmagasságtól.

3. A robbanótöltet mennyiségének változtatása a reflexiós amplitudo arányos növekedését jelenti a 3. táblázat szerint. Itt  $d = 22$  m és  $h = 2,50$  m volt.  $q$ -val az egyes töltetek mennyiségét,  $E$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ -mal a megfelelő amplitudókat,  $R$ -rel pedig a reflexiós amplitudók számtani közepét jelöljük.

2. táblázat

$h$	$E$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
2,40 m	7 mm	6 mm	5 mm	4 mm
2,50	5	4	4	4
2,50	6	7	5	5
2,60	4	6	6	6

3. táblázat

$q$	$E$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R$
0,1 kg	0 mm	1 mm	0 mm	0 mm	0,3 mm
0,5	4	6	4	5	5,0
1,0	8	8	6	6	6,7
2,0	11	14	12	12	12,7

Megvizsgáltuk azt is, hogy a patronok orientálása jelent-e valamit a reflexiós energia szempontjából. Ezért a patronokat egyes esetekben függőleges, máskor — egyébként azonos körülmények között — vízszintes tengellyel helyeztük el, a mérési szelvény irányával párhuzamosan. Nem észleltünk különbséget.

4. *Zavarnívó.* Az LL módszer igen lényeges előnyének látszik, hogy a zavaró beérkezések száma és nagysága kisebb, mint lyukban robbantásnál. Ilyen szempontból analizáltuk a 6. ábra «A» és «B» szeizmogrammjaiknak az 500 m-es geofonállásban készült két sorát. Megnéztük, hogy az  $R_2$  és  $R_3$  reflexiós beérkezések 0,1 sec-os környezetében mekkora az átlagos amplitudó ( $Z$ ) és viszonyítottuk a reflexiós beérkezések amplitudójához ( $R$ ). Eredményeinket a 4. táblázat mutatja.

4. táblázat

Kijárás	Reflexió	$Z$	$R$	$R : Z$
LL	$R_2$	1,6 mm	5,3 mm	3,3
LL	$R_3$	1,6	5,8	3,6
TL	$R_2$	7,0	16,7	2,4
TL	$R_3$	6,4	14,8	2,3

5. *Energiaeloszlás.* Kísérleti LL szelvényünkkel azonos helyen ellenőrzésképpen TL módszerrel is löttünk 17 és 21 m mélységben 0,1 és 0,5 kg dinamit I-gyel. Az 5. táblázatban a TL eljárásra vonatkozólag értékeljük ki az első refrakció amplitudójának ( $E$ ) és az  $R_3$  reflexió amplitudójának ( $R_3$ ) viszonyát különböző mélységekre ( $h$ ) és töltésmennyiségre ( $Q$ ). Ha ezt összehasonlítjuk a 6. táblázat adataival, ahol a kiértékelést egyes LL felvételekre végeztük, látjuk, hogy az irányítottság következtében a refraktált energia lényegesen kisebb az LL módszernél, mint a TL eljárásnál.

5. táblázat

$h$	$Q$	$E$	$R_3$	$E : R_3$
—17 m	0,1 kg	325 mm	11 mm	29,5
—21	0,1	430	15	28,7
—17	0,5	548	36	18,0
—21	0,5	1700	39	43,6

6. táblázat

$d$	$Q$	$E$	$R_3$	$E : R_3$
8 m	6,5 kg	8 mm	3 mm	2,7
16	6,5	7	3	2,3
24	6,5	5	4	1,2

A IV. pontban közölt mérési eredmények, amelyek egy hosszabb mérési sorozatnak első adatai, természetesen nem nyújthatnak minden tekintetben teljes felvilágosítást. Az eddigiek alapján a következő összefoglaló megállapításokat tehetjük:

1. Azonos reflexiós amplitudó eléréséhez kb. 150-szer akkora töltésmennyiség kell az LL eljárásnál, mint a TL-nél. Ez a nagy töltéskülönbség aggodalmat kelthet a módszer használhatóságát illetően. Figyelembe kell azonban vennünk, hogy a mérést «jó» területen végeztük, ahol lyukban robbantáshoz kis töltetek is elegendők. Meg kell vizsgálnunk — ez egyik közeli programunk — hogy «rossz» területeken, ahol lyukban lövéshez is nagyobb (2—10 kg dinamit) töltetek szükségesek, hogyan alakul az arány.

2. Amint a 6. ábrán láthatjuk, a felvevőnek nem szükséges szűréssel rendelkeznie.

3. A refrakciós és reflexiós beérkezések amplitudóinak viszonya az irodalmi adatok alapján várt módon változott az LL eljárásnál. Itt  $1,2 < E/R_3 < 2,7$ , míg TL-nél  $18 < E/R_3 < 44$ .

4. A zavar-hasznos jel viszony kedvezően alakult. A lyukban robbantás-

nál az  $R/Z$  kiolvashatósági számra a 2,3 értéket kapjuk, ami kétségkívül jól kiértékelhető reflexiót jelent, de rosszabb, mint az LL eljárással készült szeizmogramra megállapítható 3,5 érték. Itt is hangsúlyoznunk kell, hogy «jó» területről van szó.

5. A töltetmagasság és töltettávolság változtatása, a töltetek orientálása igen kis változást okozott a reflexiós beérkezések amplitudójában. A töltet mennyiségének változtatása a reflexiós amplitudó arányos változását eredményezte.

6. Külön fel kell említenünk azt a tényt, hogy a töltéstávolság változtatása nem változtatta a reflexiók frekvenciáját, amely távolságtól függetlenül 31 cps érték körül mozgott. Ez figyelemreméltó azért, mert POULTER egy dolgozata szerint a keltett rengéshullám frekvenciája erősen függ a töltettávolságtól. Itt figyelembe kell vennünk, hogy POULTER az említett összefüggést a robbantóhely alatt 6 m mélységben mérte, mi pedig 800—1500 m mélységből reflektált hullámra vonatkozólag állapítjuk meg adatainkat, ahol tehát jelentős szelektív abszorpcióval is számolnunk kell. Mivel azonban az  $R_1$ ,  $R_2$  és  $R_3$  reflexiók frekvenciája nem tér el a hibahatárnál nagyobb értékkel, a szelektív abszorpciót nem tekinthetjük lényegesnek — amint a bevezetésben említettük is — ebben az esetben. Az ellentmondás kiderítése további vizsgálatot kíván. Lehetségesnek tartjuk, hogy ugyanúgy, mint ahogy egyes területeken a TL eljárásnál szerepe lehet közel felszíni rétegek saját rezgésének a behatoló hullám kialakításánál, ilyen hatás LL eljárásnál is mutatkozik. Ebben a felfogásban az LL eljárásnál a légnyomás hullám gerjeszti az önálló rezgésre képes réteget és a rengéshullámot a réteg sajátrezgése alakítja ki. Különösen akkor adódhat ez elő, ha a légnyomáshullám és a felszíni réteg frekvenciája nem sokkal tér el.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a levegőben robbantás eljárása alkalmazhatónak és előnyösnek látszik, egyelőre legalább is «jó» területeken. Néhány kérdés további megvizsgálására van szükség, különösen annak, hogy a hazai rosszul reflektáló és néma területeken milyen alkalmazási lehetőségei lehetnek.

Ez a dolgozat a Geofizikai Intézet szeizmikus laboratóriumában készült. Elkészítésében és a mérések elvégzésében Stegena Lajos, Liptay István, Sedy Lóránt és Járányi István kutatók működtek közre.

#### SZAKIRODALOM

1. T. C. POULTER—L. V. LOMBARDI: Multiple Reflections on the Edwards Plateau. *Geophysics*, 1952. Vol. XVII., p. 107.
2. CH. J. DEEGAN: New Seismic Shooting Method Demonstrated at San Antonio. *The Oil and Gas Journal*, 1948. Vol. 47, No. 28.
3. T. C. POULTER: The Poulter Seismic Method of Geophysical Exploration. *Geophysics*, 1950. Vol. XV., p. 181.
4. A. STETTACHER: Schiess und Sprengstoffe. Zürich, 1947.
5. D. H. CLEWELL—R. F. SIMON: Seismic Wave Propagation. *Geophysics*, 1950. Vol. XV. p. 50.
6. SÜMEGHY J.: Tiszántúl. Magyar Tájak Földtani Leírása. 6. köt.
7. SCHMIDT E. R.: A Kincstár Csonkamagyarországi Szénhidrogénkutató Mélyfúrásai. *M. kir. Földtani Intézet Évkönyve*. 1939. XXXIV. köt. 1. sz.