

B.Radler - I.Szemerédi - A.Ujfalu.

SOME QUESTIONS OF PRINCIPLES ENCOUNTERED WITH THE APPLICATION
OF CORRELATION REFRACTION MEASUREMENTS IN HUNGARY

With the correlation refraction seismic works made in Hungary some problems arose concerning the measuring and computing methods as applied thus far. Such are e.g. the development of suitable observational systems, the choice of the frequency-interval to be used with the recording, the exploitation and correct interpretation of qualitative dynamical data as they can be found on the seismograms in tracking the refracting interfaces. The aim of the investigation must be to arrive at the full scale application of modern refractive methods with the seismic investigations in our country.

A KORRELÁCIÓS REFRAKCIÓS MÉRÉSEK HAZAI ALKALMAZÁSÁNAK NÉHÁNY
ELVI KERDESE +)

Rádler Béla - Szemerédi Pálné - Ujfalussy Antal

A refrakciós mérések magyarországi alkalmazása az utóbbi években egyre inkább előtérbe került. Ennek fő oka a geológia részéről megadott feladatok természetében keresendő.

Nem állítjuk azt, hogy minden olyan geológiai probléma, melynek megoldásához szeizmikus refrakciós módszert alkalmazunk, minden körülmények között csak ezzel a módszerrel oldható meg, azonban kétségtelen az is, hogy olyan típusú feladatoknak, melyeknek megoldására a refrakciós korrelációs módszer előnyösebb a többi módszernél, széles skálája van (vertikális kontaktusok kutatása, egészen sekély kutatás, stb.).

Célunk egy-két elvi probléma tisztázása, melyek főképpen azért merülnek fel, mert a Magyarországon alkalmazott u.n. "fáziskorrelációs" refrakciós eljárásnál tökéletesebb eljárást is ismerünk, sőt alkalmazunk, közel egy év óta. Ezek alapján úgy gondoljuk, hogy Magyarországon célszerű lenne teljes mértékben áttérni a modern refrakciós mérési eljárás alkalmazására. Az előadás célja tehát nem valamely kutatott területen kapott eredmények ismertetése és elemzése, hanem kizárólag a problémák elvi felvetése. Gyakorlati példákra csak annyiban támaszkodik, amennyiben ezokat egyes elvi kérdések tisztázásához szükségesnek láttuk.

Ezt a tényt, hogy a refrakciós eljárás modernebb változatának alkalmazása csak az utóbbi időkben merült fel, részben a következő okokkal

+) A dolgozat a Magyar Geofizikusok Egyesülete 1961. április 7-i ankétján elhangzott előadást tartalmazza.

magyaríthatjuk:

1. Szakembereink csak részben ismerkedtek meg az erre vonatkozó külföldi irodalommal és tapasztalatokkal.

2. Túlságosan nagy szerepet tulajdonítottunk, egyes elméleti megfontolásokon alapuló feltevéseknek.

Igaz, hogy ezeknek a problémáknak van bizonyos szerepük (saját folyamatok, geofon-talaj csatolás karakterisztikája, stb.), de korántsem olyan veszélyesek, mint ahogy ezt általában beállítjuk. Tanulmányozásuk feltétlenül megérdemel bizonyos munkát, de ezzel nem a módszer elvetéséhez, hanem mélyebb és alaposabb megértéséhez juthatunk csak el.

A hazai irodalmat tanulmányozva, a refrakciós eljárást általában a következő alapvető tulajdonságok jellemzik, ill. jelemesték.

1. Az észlelési rendszerekből gyakran hiányzik a fedő útidőgörbék fogalma. A rendszerek kialakításánál általában olyan elképzeléshez tartottuk magunkat, hogy az így kapott felületelemek ne legyenek túlságosan távol egymástól. Ezeket összekötöttük, tehát a folytonos határfelületet mi állítottuk elő. Jelentős részükről több esetben nem áll rendelkezésünkre semmiféle információ.

2. A szeizmogramokon csak a rezgések kezdetének a gyakorlatilag észrevehető idejét jelöltük ki és vettük figyelembe, ill. mindig erre törekedtünk.

3. A szerkesztésnél az általánosan ismert sugárutakon felépülő időellenőrzéses szerkesztési eljárást használtuk. Ugyancsak feltételeztük a határfelületek sík voltát, valamint azt is, hogy a megszerkesztett refraktáló réteghatár sebessége a következő alatta elhelyeskedő refraktáló határig konstans.

Észlelési rendszerek

A refrakciós korrelációs méréseknél az alapvető észlelési rendszerek metodikája döntő kérdés. Ahhoz, hogy valamennyi, vagy néhány kitüntetett refraktáló határfelület mélységi, és dőlés-viszonyait, valamint határsebességét megbízhatóan ismerhessük - megfelelő észlelési rendszereket kell kialakítanunk.

Jelen esetben részletesen a hosszirányú vonalak lövési rendszerével kívánunk foglalkozni.

Hosszirányú szelvényeknél célunk mindig egy, vagy több határfelületről érkező hullámok nyomkövetése. Ezt biztosíthatja, ha u.n. teljes észlelési rendszert alakítunk ki. Ez azt jelenti, hogy folyamatos határfelület esetén a megfelelő hullám fázisait folyamatosan korreláljuk az egész vonal mentén és a különböző robbantópontoknál a kölcsönös pontok alapján azonosítunk.

A nem teljes rendszerek kialakítása esetén nincs teljes mértékben kapcsolódás a kölcsönös pontokban és így a hullámok azonosításánál fel kell használnunk a fedő útidőgörbék párhuzamosságát és a hullámok dinamikai jellegét.

A feladattól függ, hogy mikor melyik rendszert kell használni. Abban az esetben, ha a kutatott határfelületről kapott beérkezések domináló jellegűek és dinamikai jellegzetességeik alapján biztosan elkülöníthetők más határfelületekről kapott beérkezésektől, a teljes lövési rendszer alkalmazható. Ellenkező esetben ez nem kielégítő, mert pl. egy interferencia zónán keresztül haladva könnyen fázist téveszthetünk, vagy a folyamatos korrelálás nem felel meg folyamatos határfelületnek. Ilyen esetben egyetlen megoldás a teljes rendszernek fedőágakkal való kibővítése. Gyakorlati szempontból jobban megfelel a nem teljes észlelési rendszerek készítése, ha a fedőágak párhuzamossága és a hullámok dinamikai tulajdonságai megbízhatóan egyértelművé teszik a szükséges határfelület nyomonkövetését.

Azt azonban le kell szögezni, hogy bármelyik elv szerint tervezünk, a kialakított rendszernek olyannak kell lennie, hogy a kérdéses határfelület folyamatos nyomonkövetését lehetővé tegye.

Ezt feltétlenül megköveteli a geológiai biztonság, vagyis ne nyíljon lehetőség az egyik szintről a másikra való hibás áttérésre. Munkáink során több esetben láttunk példát arra, hogy megfelelő lövési rendszer hiányában ez előfordulhat.

Mint már említettük, a nem teljes észlelési rendszerek kialakítása gyakorlatban célszerűbb, elsősorban gazdaságossági szempontból. Ez a szempont teszi szükségessé fedőrendszer esetében is az alábbi tényezők figyelembevételét: milyen robbantópont elhelyezés, milyen hosszú ágak és hány csatornával való észlelés a leggazdaságosabb. Erre vonatkozólag egy elvi számítást végeztünk, melyet az alábbiakban ismertetünk:

Egy 1000 m mélységű, 5000 m/s határsebességű vízszintes réteg folyamatos nyomonkövetése a feladat. A fedőkőzeg átlagsebessége 2000 m/s. Meg kell határoznunk az amplitúdó csökkenését a távolsággal, hogy megállapíthassuk milyen hosszú ágat kell löni úgy, hogy még kijelölhető beérkezést kapjunk. Ezután megvizsgálhatjuk, hogy töltetnöveléssel hosszabbítsunk-e ágat, vagy új robbantópontból végezzük tovább a mérést.

Az amplitúdó görbe számításához az alábbi összefüggést használtuk:

$$A = \frac{C}{f/x} e^{-a_2 r_2 + a_1 r_1}$$

ahol: f/x a divergenciafüggvény,

A C. konstans a töltet nagyságát és a robbantás körülményeit foglalja

magában, melynek elvi meghatározása sok problémát okoz. Jelen esetben ezzel nem foglalkozunk, mivel csak relatív számítást végeztünk a töltet sulyokkal kapcsolatban.

ϵ_1 a fedőrétegben ϵ_2 a refraktáló határfelületen történő elnyelés koefficiense, r_1 és r_2 a hullám útja a fedőközegben, ill. a határfelületen.

$\epsilon_1 = 0,25/m.$ $\epsilon_2 = 0,0025/m.$ értékekkel számoltunk, ezeket az adatokat az irodalomból vettük egy olyan esetből, ahol a fedőközeg homok, homokos agyag, a refraktáló réteghatár pedig dolomit.

A divergencia függvény fokmutatóját kettőnek vettük, ugyanis irodalmi adatok szerint elég nagy x távolságra $1/x^2$ ez általában 1,7 - 2 között adódik. Mi a számítás egyszerűsítése miatt választottuk a 2 értéket.

Mivel a réteghatár horizontális, az r_1 konstans, az $e^{-1} r_1$ is állandó, így ez egybevonható a C konstans értékével. Marad tehát

$$A/x/ = \frac{C_1}{x^2} e^{-\alpha_2/x-2H} \operatorname{tgi}/$$

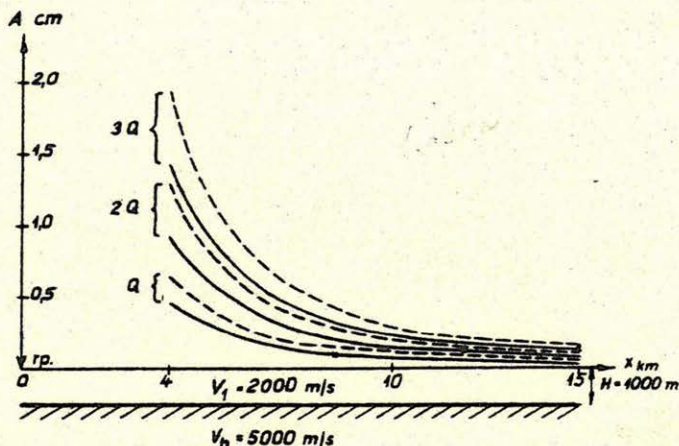
$$\begin{aligned} \text{ahol } r_2 &= x-2H \operatorname{tg} i \sqrt{v_1} \\ i &= \operatorname{arc} \sin \frac{v_1}{v_h} \end{aligned}$$

Ezt az összefüggést számítottuk ki $x = 4$ km-től $x = 15$ km-ig 500 méterként. Az 1. sz. ábrán szaggatott vonallal feltüntetett görbék az amplitúdó csillapodását mutatják a távolsággal abban az esetben, ha az exponenciális tagot figyelmen kívül hagyjuk. A folytonos vonallal jelzett görbék az exponenciális tag számításával készültek. Q töltetmennyiséget véve annak kétszeres, ill. háromszorosát tünteti fel a három görbe.

Az amplitúdó menetet megvizsgálva a következő megállapítást tehetjük: ha egy adott Q töltet robbantása után a robbantóponttól 4 km-re kb 5 mm nagyságú amplitúdót észlelünk, akkor a távolsággal való csillapodás következtében 8,5 km-re eltávolodva 1 mm-es amplitúdóhoz jutunk, amit nullához közeli alapzaj mellett még kijelölhetőnek fogadunk el. Ugyanezt az amplitúdót kétszeresre növelt töltet mellett 12 km, háromszoros töltet mellett 15 km távolságban érzjük el.

Ha tehát az eredeti robbantóponthoz képest 6 km-re új robbantópontot telepítünk, akkor 20 %-os fedést biztosítva, Q töltetnagysággal 14,5 km-ig, 12 km-re újabb robbantóponttal 20,5 km távolsáig kaphatunk hasonló amplitúdó nagyságú beérkezéseket. Nem gazdaságos tehát háromszorosára növelni a töltetet egy 15 km-es ág lövéséhez jelen esetben, amikor a Q töltet két robbantópontból megadja a kívánt eredményt ugyanarra

a hosszúságra. Ez egy 60 km hosszúságú vonalon $Q = 20$ kg töltettel számolva 480 kg helyett 360 kg felhasználást jelent, ami 25 %-os töltetmegtakarításnak felel meg.



1. ábra.

Mind ezek mellett kiszámítva a geofontávolságokat úgy, hogy a megfelelő korreláció elvégezhető legyen a szomszédos csatornák között, megállapítható az optimális csatornaszám.

Felmerül természetesen azonnal az a nézet, hogy előretervezés esetén a probléma nem ilyen egyszerű, hiszen bonyolult szerkezeti viszonyok vannak, amiket előre nem ismerünk. Ez igaz, de egy-két ág belövése után egy területen hozzávetőleg tájékozódhatunk az energia viszonyáról és meghatározhatjuk közelítőleg az ág-hosszakat, melyek a leggazdaságosabban előállíthatók és megfelelőek a kiértékelés szempontjából.

Eddig munkáink során több esetben nehezítette, vagy az értelmezést lehetetlenné tette a hiányos, nem megfelelő észlelési rendszer. Nézzünk erre egy-két példát.

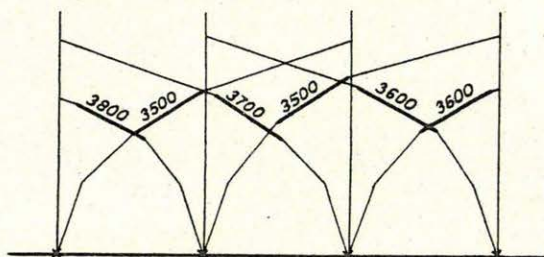
A 2.sz. ábrán feltüntetett rendszert gyakran használtuk. Vizsgáljuk meg, milyen hibákat követhetünk el.

1. Mivel csak rövid szakaszon tudjuk a felületet megszerkeszteni, nem tudjuk, hogy milyen a hiányzó részekben. Ha viszont ez a határfelület geológiailag fontos, akkor nem mindegy, hogy milyen formában egészítjük ki.

2. Ha az üledék tele van apró kiékelődésekkel, lencsékkel, vékony rétegződésekkel, könnyen áttérhetünk egyik szintről a másikra.

3. Az elkövetett hibák befolyásolják a mélyebb szintek szerkesztését és meghamisíthatják a szerkezetet.

4. Időmező módszerrel szerkesztve az ilyen rövid ágakból kiegészítésekkel egyesített útidőgörbe nem egyértelmű és semmi támpont nincs a legvalószínűbb megoldás kiválasztására.



2. ábra.

Mindezek a hibalehetőségek fennállnak abban az esetben, ha a kérdéses beérkezések egy refraktáló határfelületről érkeztek be. Kibővül azonban az elkövethető hibák száma akkor, ha még azzal is számolnunk kell, hogy nem egy határfelületet reprezentálnak ezek a beérkezések. Ez előfordulhat, ha csak kizárólag a látszólagos sebességek alapján kívánjuk meghatározni hovatartozásukat.

Feltétlenül fedőágakkal kell tehát a rendszert kiegészítenünk, hogy az itt felsorolt hibalehetőségeket kiküszöbölhessük és a kérdéses határfelület folyamatos nyomonkövetését biztosítani tudjuk.

Az értelmezés többértelműségére nézzük meg a következő példát: Vegyünk fel egy elméleti útidőgörbét (3.sz.ábra) és szerkesszük meg a hozzá tartozó határfelületet.

I. megoldás - egy szinklinálist mutató réteghatár;

II. megoldás - két különböző réteghatár.

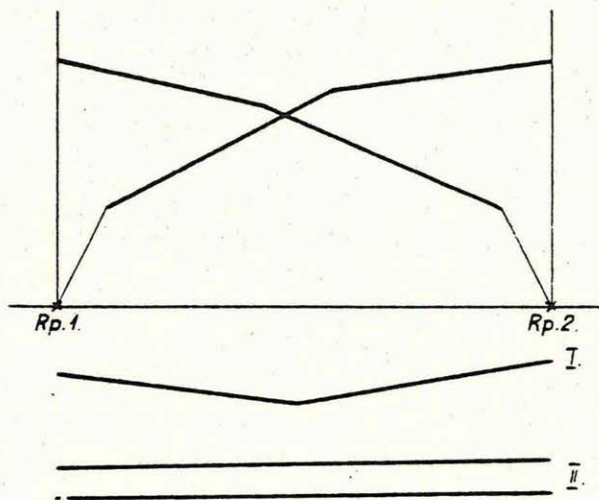
Egy ág - ellenág lövése tehát nem biztonságos megoldás.

Ha most új robbantópontot helyezünk el és tovább folytatjuk a vonalat, a robbantópont elhelyezése lényeges az értelmezés szempontjából. (4.sz.ábra.)

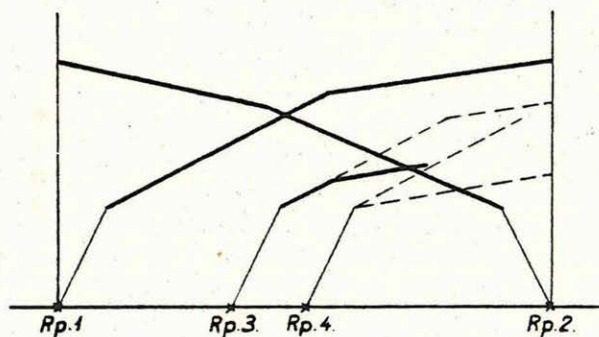
Ugy kell a robbantópontot megválasztani, (rp_3 és nem rp_4) hogy az útidőgörbe-ág kérdéses töréspontját lefedje az új ág, mert csak így lehet egyértelmű a megoldás.

A rosszul elhelyezett robbantópont eredményeként (rp_4) meghatároz-

hatunk es esetben pl. egy vertikális kontaktust, vagy egy dőlésváltozást, esetleg meghatározhatunk kiékelődést, de annak pontosabb helyét nem tudjuk megadni.



3. ábra.

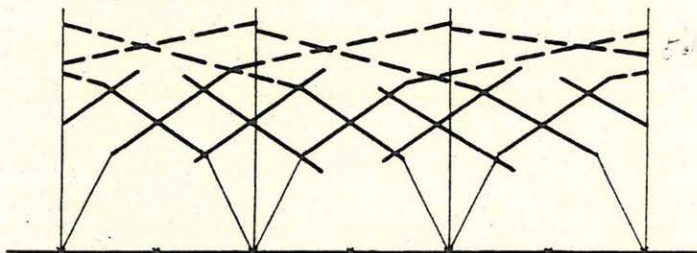


4. ábra.

Ugyanigy értelmezési problémát okoz fedőág hiányában a vetők meghatározása.

Ezen pár példa alapján is igazolva láthatjuk tehát a fedőrendszer szükségességét a megbízható adatszolgáltatáshoz.

Lényegesen nehezíti az észlelési rendszerek tervezését, ha két, vagy több refraktáló határfelület együttes nyomonkövetése a feladat. (5.sz. ábra.)



5. ábra.

Ebben az esetben is mindig azt az elvet kell követnünk, hogy egy határfelület biztos és folyamatos nyomonkövetését csak a fedőrendszer biztosítja, tehát minden kutatott határfelületre fedőrendszert kell kialakítanunk. Ez nagy munkát és anyagi áldozatot kíván, de kielégítő eredményt csak így érhetünk el.

Végül meg kell jegyeznünk még a következőket: ha egy új területen kezdünk kutatni, az első vonalat lehetőleg a várható legnyugodtabb települési viszonyok közt kell kiválasztani, hogy minél nagyobb biztonsággal lehessen a különböző refraktáló határfelületeknek megfelelő hullámokat szétválasztani. Itt az első szelvényen teljességre kell törekedni és minden réteget figyelembe venni. Így megállapíthatjuk, hogy melyek a geológiai kiválmaknak megfelelő szintek és ekkor már eldönthetjük, mely rétegek érdektelenek a kutatás szempontjából, tehát mit lehet elhagyni. Ezek után tervezzük meg a fedőrendszert a kiválasztott refraktáló határfelületekre.

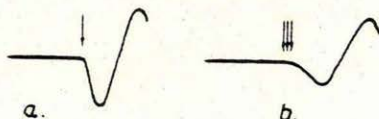
Refraktált hullámok keltése és észlelése

Mint az eddigiekből kitűnik, nagyon fontos szerepe van az energiaerjesztéshez felhasznált töltetsúlyok helyes megválasztásának, vagyis hogy olyan szeizmogramokat állíthassunk elő, melyek megfelelnek a modern

refrakciós szemlélet követelményeinek. Ehhez az szükséges, hogy a szeizmogram első részén azt a hullámot regisztráljuk, melynek nyomkövetését célul tűztük ki, ne pedig valamelyik későbbi hullámot. A két hullám összetévesztése komoly korrelációs és értelmezési hibához vezethet.

Ugyancsak fontos követelmény az is, hogy a szeizmogramon regisztrált hullám teljes alakja olvasható, látható legyen, tehát a túlságosan nagy amplitudókat, melyek a szeizmogramok egy részén olvashatatlaná teszik a jelformát, általában szintén el kell kerülni.

Ismert az a tény is, hogy az első hullám első beérkezéseit gyakorlatilag nagyon sok esetben képtelenek vagyunk a 6/a. ábrán látható hátrahozott kezdőponttal rendelkező alakban előállítani. Ehelyett valamilyen bizonytalanabb kezdőpontu (legömblyített formájú) beérkezést nyerünk. (6/b. ábra.)

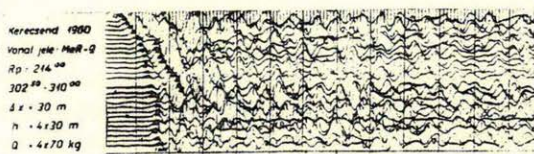


6. ábra.

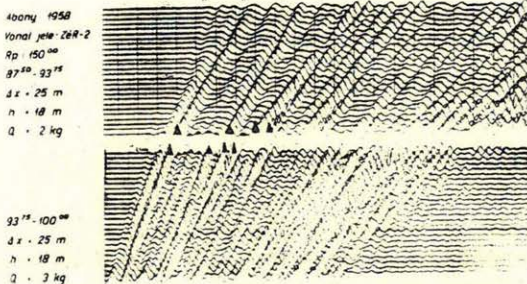
A hazai tapasztalatok azt mutatják, hogy a kiértékelők jelentős része igyekszik inkább az ilyen pontokat meghatározni, mint a hullám következő maximumát jelölni, még abban az esetben is, ha semmi kétség nem fér ahhoz, hogy az extrémális pontok egy- és ugyanazon hullám különböző fázisai. Ez a túlzott óvatosság általában alaptalan, de ha a kiértékelésnél a jelformákról egyszerűen nem veszünk tudomást, úgy természetesen nem marad más hátra, mint valóban ezen fázisok minden áron való nyomkövetése, ami gazdaságtalan, s előbb, vagy utóbb úgy is lehetetlenné válik.

Az ilyen törekvések mellett a nyert hodográfok is pontatlanabbak lesznek. Különösen alacsony frekvenciás hullámok esetében - s ilyenekkel mindig van dolgunk, ha a kutatózott szintek mélysége 2-3-4 km - az első beérkezések kezdőpontjainak meghatározási pontatlansága a 0,010 s-ot is elérheti. A maximum alapján történő meghatározás ennél jóval pontosabb. (7. ábra.)

Ismeretes, hogy ezt a jelenséget a robbantáskor keletkezett hullám magasabb frekvenciájú komponenseinek a talaj által történő elnyelése okozza.



7. ábra.



8. ábra.

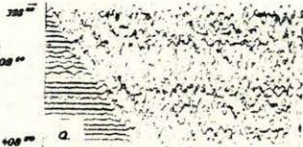
7-8. ábra.

A refraktált hullám frontja kevésbé éles, mint a reflektált hullámé. A kőolajipari Szeizmikus Kutatási Üzem eddig végzett refrakciós munkája alapján, mely regionálisan az ország jelentős területeit fedi át, arra a következtetésre jutottunk, hogy az első beérkezések kezdőpontjainak megbízható megállapítása közvetlenül a szeizmogramokról általában csak viszonylag kis robbantópont - észlelési távolság esetében lehetséges, s ha ennek ellenére is igyekeztünk ezen pontokat a szeizmogramokon meghatározni, úgy az mindig komoly hibákhoz vezetett.

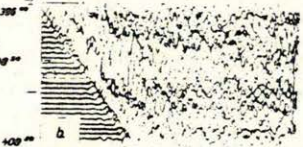
A tévedések elkerülése végett nem állítjuk azt, hogy az első beérkezések kezdőpontjának meghatározása teljesen felesleges, de tapasztalataink nincsenek ellentétben azzal a Gamburgcev által megállapított tényvel, hogy egy és ugyanazon hullám fázishodográfjai gyakorlatilag telje-

sen párhuzamosak, sőt lépten-nyomon igazolva látjuk ezt, amikor túlságosan intenzív felvételt vizsgálunk meg. Természetesen itt figyelembe kell venni azt a körülményt, hogy a fázishodográfok csak abban az esetben párhuzamosak az első beérkezések kezdőpontjának hodográfjával, ha az utóbbiakat interferencia jelenségek nem torzítják. A hodográfok ezen sajátosságai bizonyítékkal szolgálnak arra, hogy igenis jogos a hullámok későbbi fázisainak nyomokkövetése.

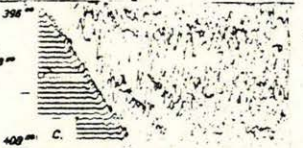
Csoport száma: 3160
Felvétel helye: Tét
Vonal jele: Tét-1
Robbantás szelvénykijáratja: 315^{mm}
Geofonok: 398^{mm} 408^{mm}
Töltet súlya: 5 kg
Robbantás mélysége: 15 m
Geofonok távolsága: 50 m
Szűrési fokozat: 3
Erősítés: 3
Műszer: 28 csal. műszer
Mérés időpontja: 1960. VI. 26.



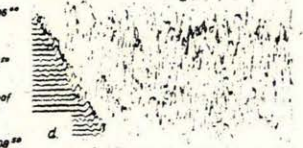
Csoport száma: 3160
Felvétel helye: Tét
Vonal jele: Tét-1
Robbantás szelvénykijáratja: 315^{mm}
Geofonok: 398^{mm} 408^{mm}
Töltet súlya: 5 kg
Robbantás mélysége: 15 m
Geofonok távolsága: 50 m
Szűrési fokozat: 3
Erősítés: 3
Műszer: 28 csal. műszer
Mérés időpontja: 1960. VI. 26.



Csoport száma: 3160
Felvétel helye: Tét
Vonal jele: Tét-1
Robbantás szelvénykijáratja: 315^{mm}
Geofonok: 398^{mm} 408^{mm}
Töltet súlya: 5 kg
Robbantás mélysége: 25 m
Geofonok távolsága: 50 m
Szűrési fokozat: 3
Erősítés: 3
Műszer: 28 csal. műszer
Mérés időpontja: 1960. VI. 26.



Csoport száma: 3160
Felvétel helye: Tét
Vonal jele: Tét-1
Robbantás szelvénykijáratja: 315^{mm}
Geofonok: 398^{mm} 408^{mm}
Töltet súlya: 5 kg
Robbantás mélysége: 25 m
Geofonok távolsága: 50 m
Szűrési fokozat: 3
Erősítés: 3
Műszer: 28 csal. műszer
Mérés időpontja: 1960. VI. 26.



Csoport száma: 3160
Felvétel helye: Tét
Vonal jele: Tét-1
Robbantás szelvénykijáratja: 315^{mm}
Geofonok: 398^{mm} 408^{mm}
Töltet súlya: 5 kg
Robbantás mélysége: 15 m
Geofonok távolsága: 50 m
Szűrési fokozat: 3
Erősítés: 3
Műszer: 28 cs. műszer
Mérés időpontja: 1960. VI. 26.



Csoport száma: 3160
Felvétel helye: Tét
Vonal jele: Tét-1
Robbantás szelvénykijáratja: 315^{mm}
Geofonok: 398^{mm} 408^{mm}
Töltet súlya: 5 kg
Robbantás mélysége: 15 m
Geofonok távolsága: 50 m
Szűrési fokozat: 3
Erősítés: 3
Műszer: portablis műszer
Mérés időpontja: 1960. VI. 26.



Csoport száma: 3160
Felvétel helye: Tét
Vonal jele: Tét-1
Robbantás szelvénykijáratja: 315^{mm}
Geofonok: 398^{mm} 408^{mm}
Töltet súlya: 5 kg
Robbantás mélysége: 15 m
Geofonok távolsága: 50 m
Szűrési fokozat: 3
Erősítés: 3
Műszer: portablis műszer
Mérés időpontja: 1960. VI. 26.



9. ábra

9. ábra.

Tekintettel arra, hogy az energiagerjesztés problémája nagy mértékben összefügg a mérések gazdaságosságának kérdésével, s a helyes tervezéssel, nagy jelentősége van annak, hogy az ország különböző területeit ilyen szempontból is megvizsgáljuk, kategorizáljuk. Ezt a munkát eddig még nem végeztük el kielégítő mértékben.

Ismeretes az a jelenség, hogy pl. az 1-2 km mélységben elhelyezkedő, a kutatás tárgyát képező fizikai (geológiai) réteghatár refrakciós módszerrel történő nyomonkövetéséhez terítésenként 10-15 kg-os töltetek is elegendők egyes területeken, míg más területeken ehhez hasonló feladatot megoldásához 100 kg, vagy ennél nagyobb töltetek szükségesek, hogy mindkét esetben azonos amplitudó nagyságot regisztrálhassuk.

Lényeges szerepet játszanak ez esetben nemcsak a területek mély szeizmogeológiai viszonyai, hanem a felszíni adottságok is. Ez utóbbiak szem előtt tartásával sikerült egyes esetekben olyan robbantópontokat megválasztanunk a kitűzött refrakciós vonal mentén, melyek lényegesen jobbaknak mutatkoztak, mint a kezdetben megjelölt pontok.

A pontok megválasztását úgy végeztük el, hogy a kijelölt robbantópontokból kisebb töltetek elrobbantásával megvizsgáltuk az energiakeltési viszonyokat, s ha azokat nem találtuk kielégítőnek, úgy a robbantópontot az eredetileg kijelölt helyétől eltérően oda tettük, ahol jobb feltételeket találtunk energiakeltési szempontból. A robbantópontok elmozdítása a kitűzött vonal mentén történt, az eredetileg megjelölt helyétől 100-200 m-re, néha 1 km-re. Azokban a robbantópontokban, melyekben az energiakeltési viszonyok rosszaknak bizonyultak, de a terepi adottságok miatt nem tudtuk a fent említett robbantópont áthelyezését elvégezni, a felhasznált töltetek nagysága adott robbantópont távolságnál az átlagosan alkalmazott töltetek többszöröse volt. Egyes esetekben pedig nem is tudtuk elérni a kívánt anyagminőséget.

Ilyen kísérletet keveset végeztünk, mert rutinmérés esetében a viszonylag szabályos lövési (észlelési) szisztémák gyorsabb előrehaladási tempót biztosítanak. Nem minden esetben kifizetődő a szabályosra tervezett robbantópont helyének változtatása, még akkor sem, ha esetleg a töltetfogyasztás bizonyos mértékig megnövekszik.

A robbantásnál keletkezett frekvenciaspektrum szempontjából ugyan csak lényeges szerepet játszik a töltet elhelyezési mélysége és nagysága is. Ilyen vizsgálatokat bizonyos mértékig elvégezhetünk, fordított lyuk-karottázs segítségével.

Hazai méréseink folyamán több robbantólyukban végeztünk fordított lyuk-karottázs mérést. A nyert szeizmogramok, túlságosan nagy intenzitásuk miatt, az ilyen vizsgálatra nem használhatók fel és így csupán a rezgések kezdőpontjának pontos helyét tudtuk meghatározni.

Az olyan természetű refrakciós méréseknél, ahol a teljes jelalakot, ill. alakokat is figyelembe vesszük, nem kis szerepet játszik az a körülmény, hogy a robbantáskor milyen spektrumokat gerjesztünk. Ez azért is fontos, mert a módszer feloldó képessége összefügg a regisztrált frekvenciákkal és az alacsonyabb frekvenciájú regisztrátum feloldó ké-

pessége kisebb, mint a magasabb frekvenciájú regisztrátumé. Az alacsonyabb frekvenciájú jelek interferencia zónái hosszabbak. Ugyanakkor azonban figyelembe veendő az is, hogy nagy mélységek kutatása esetében célszerű az alacsony frekvenciák regisztrálására való áttérés, tekintettel arra, hogy ezek intenzitása itt lényegesen meghaladja a magas frekvenciás jelekét.

Tehát a robbantás közvetlen környezetének tanulmányozása hazai méréseink során még további vizsgálatok tárgyát képezi a robbantáskor keletkezett spektrum mélysége szempontjából. Ezzel a kérdéssel nem tudunk kellő mértékben foglalkozni. Ehhez a jelenleginél jobb műszerfelkészíttség is kellene. Annyit azonban megállapíthatunk, hogy az esetek döntő többségében sikerült a robbantást tökéletesen megismételni. Így az általunk alkalmazott kiértékelési eljárással kapcsolatban felmerülő problémák ellenére - mely eljárás a szeizmogramon regisztrált jelek alakjának figyelembevételét a kiértékelés egyik alapvető mozzanatának tekintti - jelenleg alkalmazott metodikánkat helyesnek kell tekinteni.

Vizsgáljuk meg ezt a kérdést részletesebben!

a) A jelalakok figyelmen kívül hagyása indokolt lehetne abban az esetben, ha a robbantás, melyet egy és ugyanazon lyukban végzünk el, egy és ugyanazon mélységben, mindig más és más jelformát eredményezne a szelvény ugyanazon x pontjában. Ez azonban nem áll fenn a refrakciós méréseknél sem, ugyanúgy, mint a reflexiós méréseknél, ahol ugyan a jelformákat kisebb mértékben vehetjük csak figyelembe az ÁGC. és a keverő alkalmazása miatt, mégis azt tapasztaljuk, hogy a felvételek szinte tökéletesen megismételhetők, rendszerint azzal a különbséggel, ami az alapzajból, mikroszeizmákból, s esetleg a lyuk fáradásából származik. Ez utóbbinak nincs elvi jelentősége, mert új lyuk furásával ezt pótolhatjuk. A korrelálásnál az egyik szeizmogramról a másik szeizmogramra való áttérést arra alapozzuk, hogy a robbantás megismétlésekor ugyanazt a hasonló jelformát regisztráljuk, még más töltetek alkalmazásánál is. Kizárólag az időjelre nem támaszkodunk, mely a rádióon történő továbbításoknál sok esetben nagyon bizonytalan (8. sz. ábra).

b) A robbantáskor gerjesztett rezgés spektruma természetesen különbözik a szeizmogramon regisztrált jel spektrumától. Ez utóbbiból nem áll módunkban teljes mértékben rekonstruálni a robbantáskor keletkezett rezgés spektrumát a következő okok miatt:

Egyrészt a rezgés-spektrum a szelvény tetszőszerinti pontjában is különbözik a robbantáskor keletkezett spektrumtól, az elnyelés jelensége miatt, másrészt a hullám alakja a felszínre jutva a következő karakterisztikáknak van alárendelve:

1. Geofon - talajcsatolás karakterisztikája.

2. Szeizmikus csatorna karakterisztikája.

A geofon- talajcsatolásáról szólva meg kell jegyeznünk, hogy a rossz talajcsatolás eltorzíthatja a jelek alakját. Abban az esetben, ha ez a torzulás nagymérvű, lecsökkentheti azon hullámok számát, melyeket korrelációsan folytonosan nyomonkövethetünk. A geofon és talajcsatolás megjavításának módszere azonban általában ismert és tapasztalataink alapján megállapítható, hogy a kielégítő geofon - talajcsatolás feltételének gyakorlatilag eleget tudunk tenni.

Erre egy bizonyíték az, ha megvizsgálunk két különböző időben ugyanabban a műszerállásban nyert felvételt. Azok azt mutatják, hogy bár nem valószínű a helyükből egyszer már kimozdított geofonok pontos visszahelyezése, még sincs jelentős változás a hullámképben. Részben ezen az alapon gondoljuk azt is, hogy bizonyos hiányos rendszereink kiegészítését mindig el tudjuk végezni.

A szeizmikus csatornák frekvencia-karakterisztikáját illetően megjegyezzük a következőket: a szeizmikus csatorna frekvencia-karakterisztikája lényeges mértékben hozzájárul a szeizmogramon megjelenő jelek végleges alakjához, éppen ezért a helyes szűrőállás (karakterisztika) megválasztása alapos körültekintést igényel. Ha minden egyéb zavaró hatástól eltekintünk, úgy célszerűnek tűnhetne olyan széles sávú csatorna-karakterisztika alkalmazása, mely lényeges torzítás nélkül viszi át az összes frekvenciákat.

Kezdetben ebből az elvből kiindulva alkalmaztunk is széles sávú karakterisztikát, amilyen az 53. típusú magyar 48 csatornás szeizmikus műszerkarakterisztikája, azonban ennek használatáról le kellett mondanunk a következők miatt: olyan magas frekvenciájú (90-100-200 Hz) szabálytalan alapzaj jelent meg a szeizmogramokon, mely sok esetben lehetetlenné tette a jelek kiolvasását, vagy úgy eltorzította azokat, hogy emiatt több esetben lehetetlenné vált a helyes korrelálás. Ennek következtében kénytelenek voltunk általában lecsökkenteni a jel felerősítésének mértékét, s jóval nagyobb tölteteket alkalmazni.

Természetesen, ha 10-15 km-es távolságra 250-300 kg is csak alig látható jeleket eredményez, felmerül a kérdés, hogy ha a tölteteket 5-10-szeresére növelnénk, kapnánk-e kielégítő eredményt, s egyáltalán folytathatunk-e ilyen drága kutatást?

A másik ok pedig az, hogy bizonyos típusú kutatási feladatok egyébként is speciális karakterisztikákat követelnek meg.

Ezek alapján a Kőolajipari Szeizmikus Kutatási Üzem hozzálátott az 53. típusú 48 csatornás magyar szeizmikus műszer karakterisztikájának átépítéséhez. A kérdés bizonyos mértékű tisztázásához nagy segítséget adtak azok a kísérletek, amelyeket a Kőolajipari Szeizmikus Kutatási Ü-

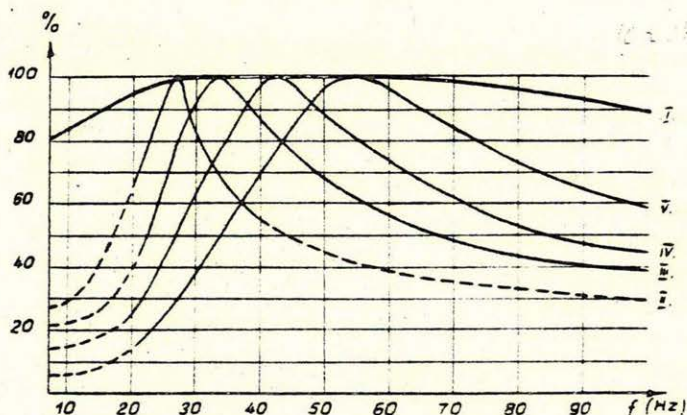
zem 1960-ban végzett el a téti mérési területen. A mérés tulajdonképpen összehasonlító mérés volt. Egyrészt az 53. tip. magyar 26 csatornás szeizmikus műszer különböző szűrőállásait egymással, másrészt ugyanezeket a szűrőállásokat a Kőolajipari Szeizmikus Kutatási Üzem tulajdonában lévő Sz-Sz-24-P szeizmikus műszer kb azonos vagy alacsonyabb frekvenciás karakterisztikáival hasonlítottuk össze.

Az összehasonlításokat egy és ugyanazon $396^{\circ\circ}$ - $408^{\circ\circ}$ szelvénykárkkal határolt terítésben különböző robbantópontokból végeztük el, mégpedig a $315^{\circ\circ}$, a $280^{\circ\circ}$ és a $245^{\circ\circ}$ pontokból, tehát a robbantópontok a terítés egyik oldalán helyezkedtek el, attól különböző távolságra 8,1 ll,6 és 15,1 km-re

Vizsgáljuk meg először a $315^{\circ\circ}$ robbantópontból kapott eredményeket:

A 9. ábrán látható felvételeken a következő robbantási és műszer paramétereket alkalmaztuk: töltetsúly: 5 kg, robbantási mélység: 15 m. Az alkalmazott szeizmikus műszerek szűrőkarakterisztikái a 10/a, és -b. ábrákon láthatók.

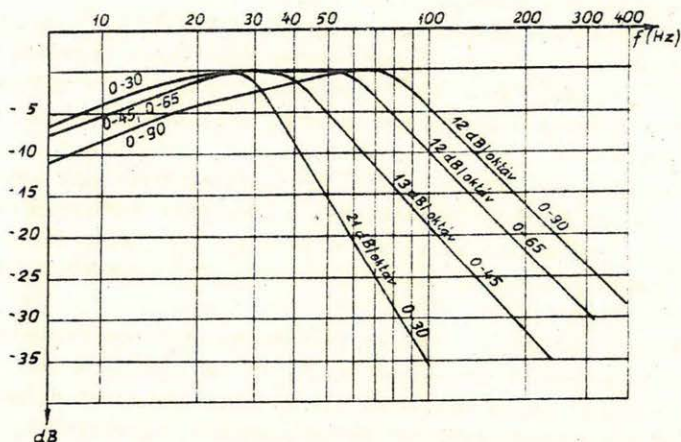
A 9. ábra a), b), c), d), e) felvételei az 53-as típusu magyar 26 csatornás műszerekkel készültek I., II. és III. szűrőfokozat állásban, illetve a d), e) ábrán ugyancsak III-as szűrőfokozattal egy másik 26 csatornás magyar műszer készített összehasonlító felvételeket, csoportos geofonok alkalmazásával.



10/a. ábra. 53. tip. 26 csatornás magyar műszer szűrőkarakterisztikái

Az Sz-Sz-24-P. típusu szeizmikus műszer két különböző szűrőállásban regisztrálta az 5 kg-os töltetet, mégpedig a 0-30 és 0-45 szűrőál-

lásban, amit a 9. ábra f), g) felvételei mutatnak. Ez utóbbi számok azon határfrekvenciákat jelölik, melyek közt a műszer lényegében azonos erősítéssel viszi át az összes frekvenciákat. A szűrőfokozatokhoz tartozó vágási meredekséget a 10/b. ábrán láthatjuk.



10/b. ábra. Sz-Sz-24-P. (szovjet portábilis) műszer szűrőkarakterisztikái

A felvételeken uralkodó energiaviszonyok olyanok, hogy az első hullám alakját csak úgy tudtuk olvashatóvá tenni, ha olyan töltetet alkalmaztunk, mely a szeizmogramok további része számára nagynak bizonyult.

A felvételeken látható hullámképek két egymást váltó hullámot mutatnak. Egy nagyobb látszólagos sebességű hullám, egy kisebb látszólagos sebességű hullámot vált le. A szeizmogramok felső részén a két egymást leváltó hullám maximumainak közeledését látjuk, melyek kb. a szeizmogram középső csatornáinál teljesen egybeolvadnak, s a szeizmogram végéig helyet is cserélnek.

A hullámváltás jelensége tulajdonképpen egyik szeizmogramon sincs kellőképpen szétbontva, megoldva.

Ha az 53-as típusú magyar 26 csatornás szeizmikus műszerek I., II., III. szűrőállásaival nyert felvételeket összehasonlítjuk, azt látjuk, hogy a három különböző szűrőállás csak nagyon kis mértékben különbözik egymástól, sőt ugyanez áll fenn még a hármas szűrőállással regisztrált 25 m mélységben végzett robbantásra is (ill. robbantásokra. 9/d. ábra). Szinte keresni kell azokat az apró mozzanatokot, melyek alapján a felvételeket megkülönböztethetjük egymástól. A szűrőkarakterisztikák jellegének megfelelően nagy gondossággal kimutatható ugyan, hogy egyik felvétel

alacsonyabb frekvenciájú komponenseket tartalmaz, mint a másik, de ezek a korreláció szempontjából nem lényegesek.

Lényegesebben elütő képet mutatnak az Sz-Sz-24-P. (szovjet) szeizmikus műszer felvételei. A hullámváltás jelensége itt is felismerhető, azonban az egymást váltó hullámok itt nem különíthetők el egymástól olyan részletesen, mint az előbbi felvételen. Megjegyzendő, hogy az Sz-Sz-24-P. (szovjet) portábilis műszert azért vontuk be az összehasonlító mérésekbe, mert lényegesen több szűrőállással rendelkezik, mint az 53-as típusu 26 csatornás magyar műszerek, s e műszer segítségével akartunk választ kapni arra a kérdésre, hogy valóban energianyerés, stb. szempontjából mindig célszerűbb-e az alacsony frekvenciás regisztrálás.

A 0-30 és a 0-45 szűrőállásban regisztrált hullámképek különböznek egymástól, mégpedig a 0-45-ös szűrőállás jobban felbontotta, megoldotta a hullámképet, mint a 0-30-as. A 0-45-ös szűrőállás lényegében nem tér el az 53-as típusu magyar műszerek által regisztrált hullámképtől, s minden valószínűség szerint ugyanazt a képet kapnánk 0-65-ös szűrőállásban. Ezek alapján valószínű, hogy a csatorna bemeneténél lévő jel frekvenciája, ill. a jelet alapjában meghatározó spektrum 30-50 Hz közt van.

Figyelmet érdemel az a körülmény, hogy az Sz-Sz-24-P. (szovjet) műszer segítségével regisztrált hullámok amplitúdója nagyobb, mint az 53-as típusu 26 csatornás magyar műszerek segítségével regisztrált ugyanazon hullámoké, azonban itt az játszik lényeges szerepet, hogy az Sz-Sz-24-P. típusu (szovjet) műszer szűrőkarakterisztikái a magas frekvenciájú zajokat kiszűrik, s ennek következtében erősítőik jobban kihasználhatók. A két különböző típusu szeizmikus műszer csatornáinak érzékenysége nincs adatunk.

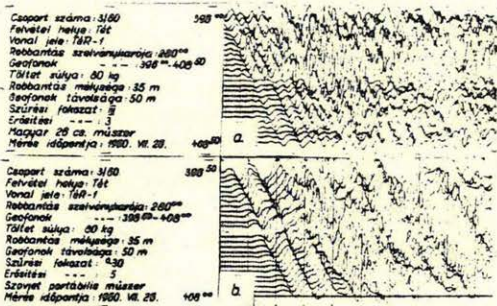
A 280⁰⁰ robbantópontból két felvételt készítettünk. Egyetlen 80 kg-os töltetet robbantottunk el. Az észlelést egy 53-as típusú 26 csatornás magyar műszer III. (11/a. ábra), az Sz-Sz-24-P. (szovjet) műszer pedig a 0-30 szűrőállásban végezte el. (11/b. ábra.) A szeizmogramon több hullám látható, melynek fázisai enyhén közelednek egymáshoz.

Az 53-as típusu 26 csatornás magyar műszer részletesen felbontott képet mutat, viszonylag jól elkülöníthetők az egyes hullámok, míg az Sz-Sz-24-P. műszer több jelet nem bont fel, egybeír. Az erősítés mértéke nagyobb az Sz-Sz-24-P. műszer felvételeinél, a fentebb említett okok miatt.

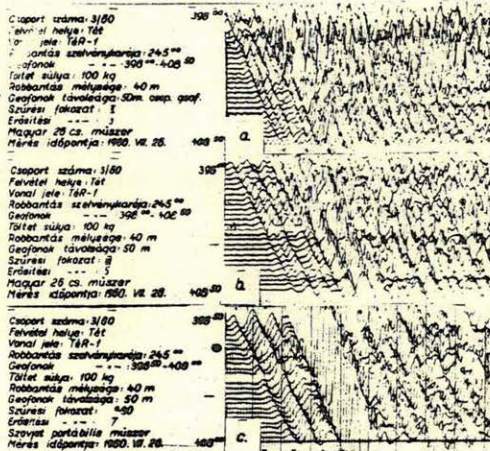
A 245⁰⁰ robbantópontban végrehajtott lövést 2 db 53-as típusu 26 csatornás magyar műszer II. és III-as szűrőállásban, (12/a, b. ábra) az Sz-Sz-24-P. műszer pedig 0-30-as szűrőállásban regisztrálta. (12/c. ábra.)

Az 53-as típusu 26 csatornás magyar műszerrel regisztrált felvételek alig különböznek egymástól. Valamivel magasabb frekvenciás a II. szü-

rőállású, mint a III-as, ami a jelekben aprólékosabb formában tükröződik, de lényegében a két felvétel teljesen azonos értékű.



11. ábra



12. ábra

11. és 12. ábra.

Az Sz-Sz-24-P. műszerén itt is nagyon alaposan egybeíródnak a jel részletei, azonban itt már megjelenik a későbbi beérkezések területén egy olyan intenzív hullám, melynek amplitúdói a szeizmogram szélén kielépnek, de a szeizmogram közepén sem olvashatók a jel-formák a nagy intenzitás miatt.

Ez a jelenség az 53-as típusú 26 csatornás magyar műszer felvételein koránt sincs ilyen élesen kifejezve.

Az összes felvételeket a 7,5 Hz-es önfrekvenciájú magyar gyártmányú geofonokkal készítettük.

A bemutatott felvételek és eddigi tapasztalataink alapján a következő megállapításokat tesszük:

1. A refrakciós méréseknél alkalmazott szeizmikus csatornák karakterisztikáinak megválasztása bizonyos határokon túl alapos körültekintést igényel.

2. Ha a mérések elé állított geológiai feladatok nagy részletességet kívánnak meg, úgy célszerű a minél magasabb frekvenciaspektrumu jelek létrehozása és regisztrálása, természetesen figyelembe véve azt a körülményt, hogy ebben az esetben az esetleg nem éri el a közepes és alacsony frekvenciák segítségével kutatható mélységet.

3. Hazai viszonyok között általában a közepes szeizmikus frekvenciák regisztrálása a célszerű (bár ez a további kutatások alapján még megváltozhat).

4. Az egészen alacsony frekvenciás 1-5, vagy még az 5-10 Hz körüli regisztrátumok létrehozása csak abban az esetben célszerű, ha nagyobb mélységeket kutatunk (3-4 km-nél nagyobb), de ebben az esetben le kell mondanunk arról, hogy az általunk kutatott réteghatárok olyan részleteit kimutassuk, melyek nagysága a hullámhossz nagyságához közel áll. (100-200-300 m-es vetők, stb.).

Az alacsony frekvenciás regisztrálás bizonyos szeizmogeológiai feltételek között lehetőséget teremt arra, hogy a szeizmogramon regisztráljuk azokat a hullámokat is, mint későbbieket, melyek csak nagy robbantópont - terítés távolság esetében jelennek meg a szeizmogramon, mint első hullámok.

5. A csatornakarakterisztikák megválasztásánál mindig a geológiai feladatból kell kiindulni, s megkeresni azt a kompromisszumot, mely mellett a geológiai feladatok megoldásának részletessége és pontossága a legjobb összhangban van a mérés gazdaságosságával.

Nem lenne helyes tehát, ha kialakulna egy teljesen alacsony frekvenciás szemlélet.

A szeizmogramok korrelációja

Mint ahogy már többször említettük, olyan felvételeket kell készíteni, melyeken a csatornákon lévő egész hullámforma alakját jól kiolvashatjuk.

Eltérően a Magyarországon uralkodó általános szemlélettől mi a refraktált hullámot és útidőgörbét nem úgy fogjuk fel, mint egy elméleti vonalat, hanem mint egy olyan zónát, melynek szélessége a beérkezett hullám periódusával van kapcsolatban. Az ilyen felfogási mód nagyon lényeges az interferencia zónák meghatározása és a hullámok optimális nyomkövetése feltételeinek megállapítása szempontjából.

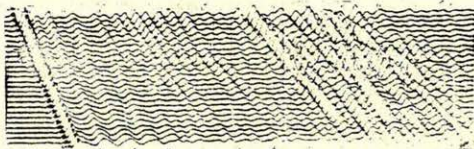
Másrészt ez teszi lehetővé, hogy a hullámok rétegtani hovatartozá-

sát már a szeizmogramokon tisztázhatjuk és elhagyjuk azt a - véleményünk szerint hibás - módszert, mely egyedül a rezgések kezdőponti idejének kiírását végzi a szalagról és ábrázolás után csak az útidőgörbére támaszkodva próbálja a szerkesztést elvégezni a látszólagos sebességek alapján, melyeket mint ismeretes, nagyon sok tényező befolyásol.

Ennek következtében az általunk alkalmazott kiértékelési eljárás-mindig a szeizmogramok helyes értelmezése alapján készült útidőgörbékre támaszkodik. Ami pedig a refraktáló határfelületek megszerkesztését illeti, arra a megállapításra jutottunk, hogy az időmezők módszere lényegesen gyorsabb, mint az időellenőrzéses eljárás és pontosabb.

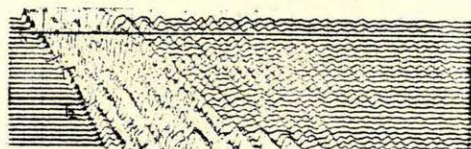
A következőkben olyan szeizmogramokat mutatunk be, melyek általában több információt tartalmaznak, mint az első "látések" időértéke és egyúttal ezeken mutatjuk be azokat az alapvető elveket, melyek alapján a különböző hullámokat egymástól elkülönítjük.

Abony 1959
Vonal jel: ZHR-2
Rp - 0⁰⁰
56⁰⁰ - 62⁰⁰
dx - 25 m
h - 15 m
Q - 0,4 kg



13. ábra.

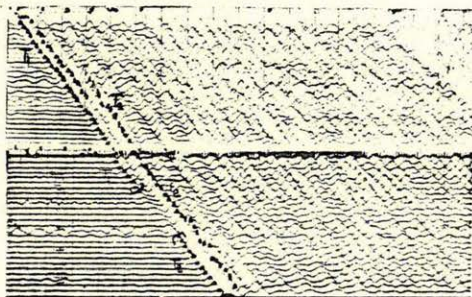
Abony 1959
Vonal jel: ZHR-2
Rp - 25⁰⁰
58⁰⁰ - 62⁰⁰
dx - 25 m
h - 15 m
Q - 0,2 kg



62⁰⁰ - 68⁰⁰
dx - 25 m
h - 15 m
Q - 0,2 kg



Szarvas 1959
Vonal jel: TMR-42
Rp - 225⁰⁰
337⁰⁰ - 356⁰⁰
dx - 75 m
h - 22 m
Q - 10 kg



15. ábra.

358⁰⁰ - 375⁰⁰
dx - 75 m
h - 22 m
Q - 10 kg

13-14-15. ábra.

1. Vegyük a legegyszerűbb esetet: a 13. ábrán látható szeizmogramon egyetlen hullámot láthatunk, a szeizmogram első részén, mely két fázissal jelentkezik. Azért tekintjük egy hullámnak az adott regisztrálási feltételek mellett, mert a fázistengelyek párhuzamosak, csatornáról-csatornára haladva jelforma változást nem mutatnak, sugancsak nem tapasztalható semmilyen anomália az amplitudó menetben sem.

2. A 14. ábrán két felvételen két különböző geológiai réteghatárról beérkező hullám váltását látjuk és mindkettő tovább követhető az interferencia zóna után is. Ez a legkönnyebben felismerhető és legegyszerűbben kijelölhető hullámváltás. Végsőfokon a vonal útidőgörbe rendszeréből állapítottuk meg, hogy ezen hullámok két különböző geológiai réteghatárról érkeztek be, de erre mutatnak a látszólagos sebességek értékei, valamint a jelalakok is.

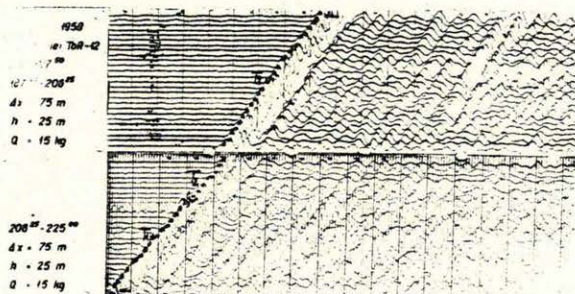
3. Ugyancsak két üledékes réteghatárról beérkező hullám váltja egymást a 15. ábrán látható szalagcsoporton is. E két hullám között azonban jóval kisebb a látszólagos sebességkülönbség, mint a 14. ábra felvételein. A hullámváltás megállapítása nem okoz nehézséget, mert a két első szalag között az átmenetnél a jelforma olyan feltűnő módon megváltozik, mely minden kétséget kizáróan a két hullám egymáshoz való közelségére, majd helycseréjére utal.

4. A 16. ábra két felvételén szintén két üledékes réteghatárról érkező hullám váltja egymást. Itt már olyan kicsi a látszólagos sebességek közti különbség, hogy ezen az alapon a hullámok elkülönítése, a váltás helyének meghatározása nem végezhető el. Ellenben figyelembe véve az amplitudó egyik csatornáról a másikra történő megváltozását, mely a jelforma bizonyos fokú megváltozásával is együtt jár, a két hullám váltásának helye megállapítható.

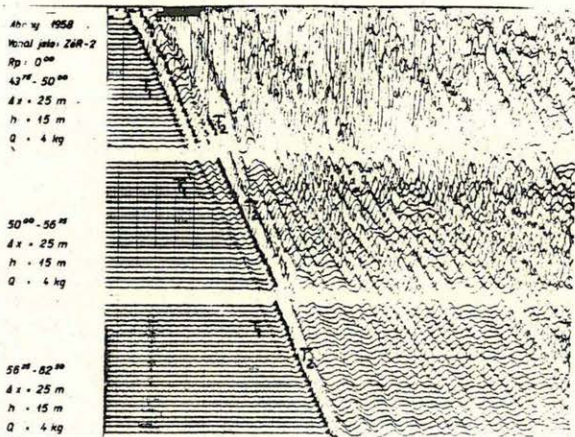
5. Gyakori esete a hullámváltásnak a 17. ábrán bemutatott példa: az egyik hullám lecsillapszik még mielőtt a másik hullámmal interferálna. Az első szalagon még jelölhető az első hullám egymással párhuzamos két fázisa, a középső szalagon az első hullám első fázisának már olyan kicsi az amplitudója, hogy biztonságosan tovább jelölni már nem lehet. Jelenléte azonban megállapítható. A két különböző fázis egymáshoz való aránya az egész szakaszon változatlan, ami arra enged következtetni, hogy valóban egy és ugyanazon hullám két fázisával, nem pedig két különböző hullámmal van dolgunk. A második fázis ugyanugy csillapodik el a harmadik felvételen. A második hullám interferencia nélkül jelölhető végig a szalagon.

6. A hullámváltásnak egy másik esete az (18. ábra), amikor a szeizmogramon megjelenő új hullám amplitudója oly kicsi az előző hullám amplitudójához viszonyítva, (a két egymást váltó hullám látszólagos sebee-

ségének különbsége nagy), hogy a szeizmogram azon részén, ahol első hullámként a nagyobb energiájú hullám jelentkezik, az utóbbi nem követhető nyomon, s gyakran jelenléte észre sem vehető. A hullámváltás helye után azonban az intenzitásbeli különbségek ellenére is nehézség nélkül jelölhető mindkét hullám.



16. ábra.



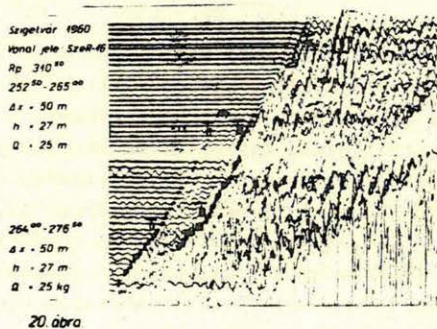
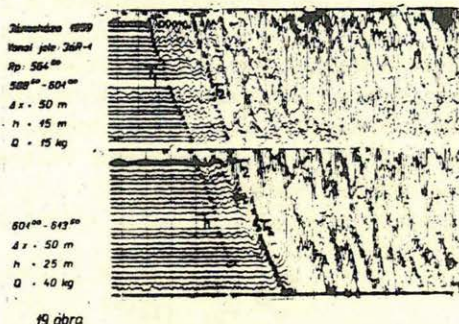
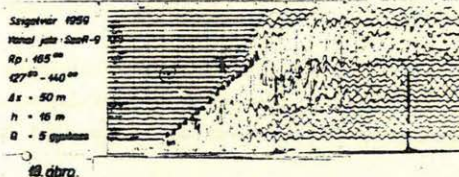
17. ábra.

16 - 17. ábra.

Az ilyen hullámok észlelése, ha csak nincs a két hullám között túl nagy frekvencia-különbség, csak mint első hullám nyomonkövetése lehetséges.

A bemutatott jelenségek alapján a hullámoknak az interferencia zónákon keresztül történő nyomonkövetése legnehezebb abban az esetben, ha a két egymást váltó hullám amplitúdója kb. azonos és a látszólagos sebességek közötti különbség kicsi. Azokban az esetekben, ha az egymást váltó hullámok amplitúdója között lényeges különbségek vannak, a hullámvál-

tás helyének meghatározása különösebb nehézséget nem okoz.



18-19-20. ábra.

7. A továbbiakban egy olyan esetet mutatunk be a 19.ábrán, amikor a két különböző hullám látszólagos sebességei között különbség nincs, ellenben a hullámok nagy beérkezési időkülönbséggel jelentkeznek a szeizmogramon, s ugyancsak különböznek egymástól az összes dinamikai jellemzőket illetően. Ezeket figyelembevéve egyáltalán nem állíthatjuk azt, hogy a két hullám egy és ugyanazon hullám különböző fázisa lehet. Nyilvánvalóan elképzelhető az az eset is, hogy az időkülönbség lényegesen kisebb, s ez ahhoz a tévedéshez vezethet a dinamikai jellemzők figyelemkívül hagyása esetén, hogy egy hullám különböző fázisa jelentkezik,

melyek különbözőképpen csillapodnak a távolsággal.

8. Az előbb említett mindkét jelenség együttesen megtalálható a 20. ábrán is.

9. Az előbbieken már említettük, hogy bizonyos szeizmogeológiai feltételek között lehetséges a mélyebb határfelületekről érkező hullámoknak a szeizmogramokon történő észlelése, későbbi hullámok formájában (21. ábra).

10. Bemutatunk még három felvétel-sorozatot a 22. ábrán, melyek alapos bizonyítékul szolgálnak arra, hogy a refraktált hullámok jelformájának figyelembevétele egy egész sor értékes információhoz juttathat bennünket, s ezenkívül nagy biztonságot nyújt arra nézve, hogy a kutatott határfelületről nem tértünk át más határfelületekre. Azonkívül szép példát szolgáltatnak a különböző típusú hullámok váltásainak kvantitatív dinamikai alapon történő felismerésére.

A három különböző szalag-csoport három fedőágot illusztrál a szigetvári kutatási területéről.

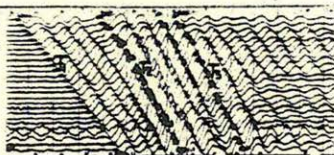
165 ⁰⁰ rp.	(140 ⁰⁰ - 65 ⁰⁰ terítés)
140 ⁰⁰ rp.	(115 ⁰⁰ - 65 ⁰⁰ - " -)
115 ⁰⁰ rp.	(90 ⁰⁰ - 65 ⁰⁰ - " -).

A terítések egy és ugyanazon szelvénykarónál (65⁰⁰) fejeződnek be. A leghosszabb útidőgörbén hat különböző hullám látszik, s a rövidebb ágakon az ághossznak megfelelően egyre kevesebbek. A hullámok egymástól az amplitúdók és a jelformák megváltozása alapján pontosan elkülöníthetők. A három szalag-csoporton azt a helyet kivéve, ahol a felsőbb szintekről az itt látható kutatott szintekre térünk át, tökéletes dinamikai fedés áll fenn. A jelenségek szinte teljes mértékben megismétlik egymást, azzal a kis különbséggel - ami egészen természetes is - hogy a távolabbi robbantópontokból regisztrált felvételek egyre alacsonyabb frekvenciások lesznek, ami abban nyilvánul meg, hogy a jelek egészen apró részletei egy bizonyos mértékig veszítenek élességükből, kifejezettségükből, azonban semmi kétség sem férhet ahhoz, hogy mindhárom robbantópontból regisztrált hullámok egy és ugyanazon felületről érkeztek be.

11. Ugyancsak figyelmet érdemel a vonal másik helyén észlelt háromszoros fedés, melyet itt mutatunk be és amelyre az elmondottak ugyanúgy vonatkoznak (23. ábra).

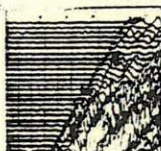
A bemutatott felvételeken a különböző hullámokat különböző okok hozzák létre, mégpedig: dőlésváltozás a kutatott határfelületben, a réteg fizikai paramétereinek megváltozása, stb. Ezt a már elvégzett kiértékelés alapján jegyezhetjük meg.

Hozórány 4959
 Vonal jel: TdR-12
 Rp 393⁰⁰
 562⁰⁰ - 584⁰⁰
 $\Delta x = 75 \text{ m}$
 $h = 20 \text{ m}$
 $Q = 10 \text{ kg}$

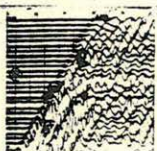


21 ábra.

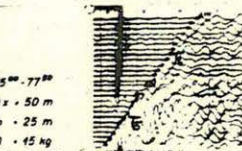
65⁰⁰ - 77⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 10 \text{ m}$
 $Q = 1 \text{ kg}$



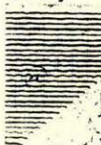
65⁰⁰ - 77⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 25 \text{ m}$
 $Q = 10 \text{ kg}$



65⁰⁰ - 77⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 25 \text{ m}$
 $Q = 15 \text{ kg}$



Rp 115⁰⁰
 77⁰⁰ - 90⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 12 \text{ m}$
 $Q = 0.2 \text{ kg}$



77⁰⁰ - 80⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 25 \text{ m}$
 $Q = 10 \text{ kg}$



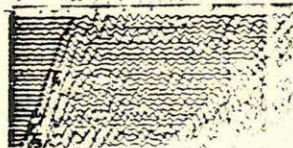
77⁰⁰ - 80⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 25 \text{ m}$
 $Q = 15 \text{ kg}$



80⁰⁰ - 102⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 25 \text{ m}$
 $Q = 10 \text{ kg}$



80⁰⁰ - 102⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 25 \text{ m}$
 $Q = 10 \text{ kg}$



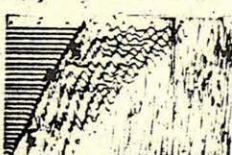
Rp 110⁰⁰
 102⁰⁰ - 115⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 25 \text{ m}$
 $Q = 10 \text{ kg}$



102⁰⁰ - 115⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 25 \text{ m}$
 $Q = 10 \text{ kg}$



115⁰⁰ - 127⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 25 \text{ m}$
 $Q = 3 \text{ kg}$

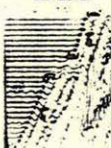


Szigetvár 4959
 Vonal jel: SzdR-9
 Rp 403⁰⁰
 127⁰⁰ - 140⁰⁰
 $\Delta x = 50 \text{ m}$
 $h = 25 \text{ m}$
 $Q = 3 \text{ kg}$



22 ábra

Szigetvár 4959
 Vonal jel: SzdR-9
 Rp 305⁰⁰
 275⁰⁰ - 282⁰⁰
 $\Delta x = 30 \text{ m}$
 $h = 30 \text{ m}$
 $Q = 3 \text{ kg}$



Rp 320⁰⁰
 275⁰⁰ - 282⁰⁰
 $\Delta x = 30 \text{ m}$
 $h = 30 \text{ m}$
 $Q = 10 \text{ kg}$



Rp 325⁰⁰
 275⁰⁰ - 282⁰⁰
 $\Delta x = 30 \text{ m}$
 $h = 33 \text{ m}$
 $Q = 25 \text{ kg}$



23 ábra

21-22-23. ábra.

Feltehető mindezek után a kérdés, hogy valóban célszerű-e az amplitúdó-szabályozó használata a refrakciós méréseknél, mint ezt az utóbbi idők folyamán egyes szerzők javasolták? Az elmondottak és a bemutatott felvételek, úgy gondoljuk erre a kérdésre tagadó választ adnak. Az ÁGC. használatát mi sokkal veszélyesebbnek látjuk, mint pl. a talajcsatolást, vagy pedig a saját folyamatok jelenségét, mert az ÁGC. alkalmazásával véleményünk szerint egy sor hasznos információtól foszthatjuk meg magunkat.

Nagyon fontosnak tartjuk az útidőgörbék (hodográfok) olyan ábrázolását, mely minden körülmények között a leghübben fejezi ki a felvételekről nyert információ lényeges mozzanatait. Nem tartjuk helyesnek az olyan hodográf készítését, amely egy tördelt egyenes darabokból álló menetet ábrázol egyetlen pontsor segítségével. Természetesen mindezek mellett ugyanolyan alapossággal felhasználjuk a hullámok kinematikai adatait is (látszólagos sebességek, a kölcsönös pontok időazonosságainak egyezését, stb.).

A folyamatosan nyomonkövetett réteghatárok megszerkesztését az egyesített útidőgörbékből gyorsan és nagy pontossággal végezzük el a hullámfrontos időmező-módszer segítségével. Az időellenőrzéses szerkesztési eljárás a sebesség-adatokat általában a látszólagos sebességekből határozta meg, még abban az esetben is, ha a területen rendelkezésre álltak karottázsadatok. Mi a szerkesztésnél viszont a karottázsadatokat használjuk fel és csak ha ezek hiányoznak, akkor részben reflexiók, részben refrakciós hodográfok alapján határozzuk meg a sebességértékeket. Ugyancsak kisebb gondot okoznak számunkra a felületi egyenetlenségek, mert ezek hatását gyakorlatilag az esetek legnagyobb többségében különbségi módszerrel kiküszöbölhetjük.

Befejezésképpen ismét megjegyezzük, hogy az általunk alkalmazott refrakciós módszer elvi alapjait G.A. Gamburgcev által kidolgozott korrelációs módszer képezi és alapjában véve ezt a módszert használtuk fel hazai kutatásainknál és munkáink során meggyőződünk annak helyességéről.

IRODALOM

1. G.A. Gamburgcev, J.V. Riznyicsenko, I.sz. Berzon, A.M. Jepinatyeva, I.P. Paszecsnyik, I.P. Koszminszkaja, E.V. Krausz: Korreljacionij metod preolmennuh voln. Izdat. AN SSSR Moszkva 1952.
2. Jepinatyeva: O nyekotoruh tyibah difragirovannuh voln. regisztriruemuñ pri szeizmiceszkih nabjudedijah. Izvesztija AN SSSR 1950 No 1.

3. I.Sz. Berzon: Ob opredelenii pokazatelja sztyepenyi funkcii raszhosedeniya dlja prelomlennuh voln po experimentalnüm dannüm.
4. J.I. Vasziljev: Ob opredelenii koefficienta pogloscsenyija szeizmicseszkih voln. Izvesztija AN SSSR 1951. No 4.
5. I.Sz. Berzon: O vüjavlenii dinamiczeszkih oszobennosztyej szeizmicseszkih zapiszej pri razlicsnüh szootnosenyijah csuvstvityelnosztyi kanalov. Izvesztija AN SSSR 1961. No 6.
6. I.Sz. Berzon: O razresajusczej szposzobnosztyi szeizmicseszküh metodov pri izucsenyii gorizontavno szloisztüh szred. Izvesztija AN SSSR 1954. No 1.
7. A.M. Jepinatyeva: Experimentalnie dannie o prelomlennüh volnah v szredah szo szlaboj szkorosztnoj differenciaciej. Izvesztija AN SSSR 1955. No 2.
8. I.Sz. Berzon: Ob izmenenyii preobladajuscsih csasztot szeizmicseszkih voln. pri uvelicsenii rasztojanija ot iztocsnika kolebanij.
9. Kilczer Gyula: Kiékelödó réteg adatainak meghatározása szeizmikus refrakciós méréssel. Geofizikai Közlemények, 6. köt. 3.-4.szám.
10. Mituch Erzsébet: Szeizmikus refrakciós mérések kiértékelése időellenőrzéses módszerrel. Geofizikai Közlemények, 6. köt. 3.-4. szám.

