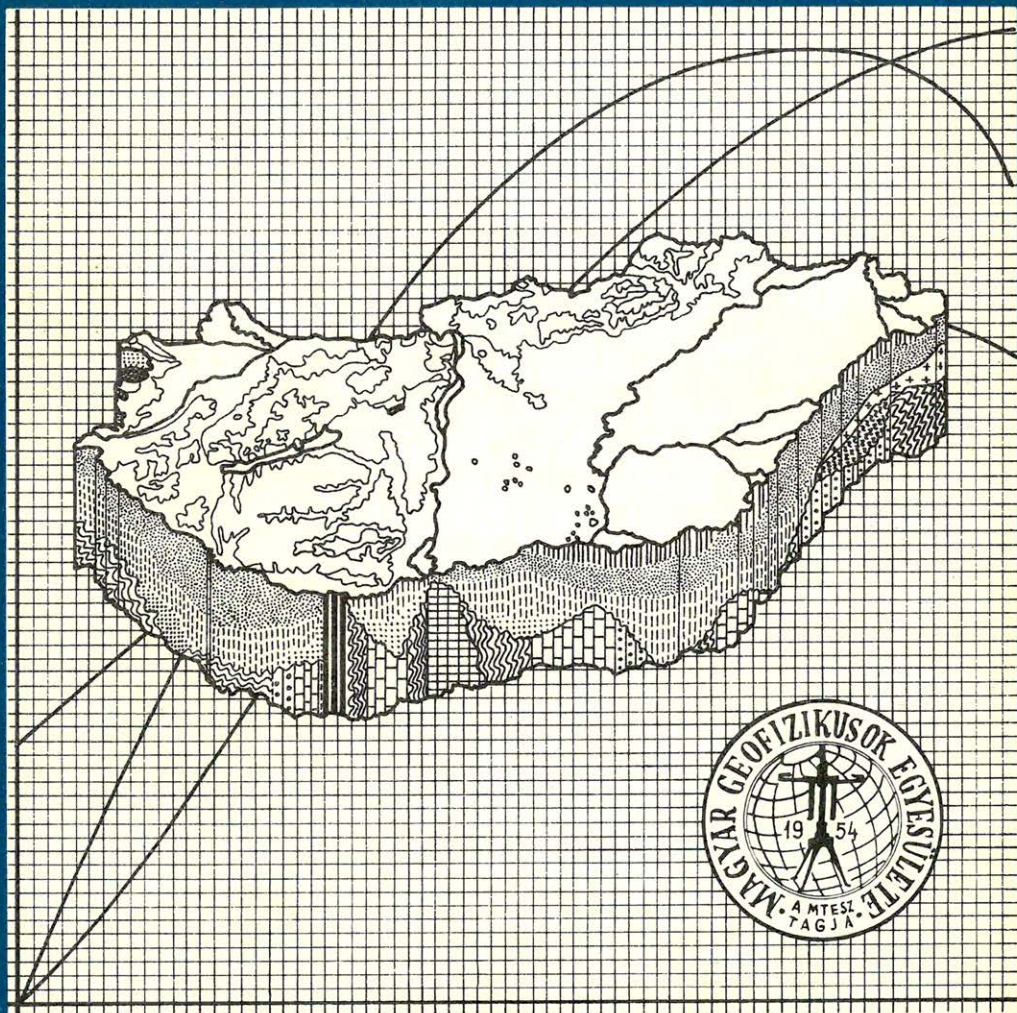


MAGYAR

GEOFIZIKA

2-3



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1979. XX. ÉVFOLYAM, 2-3. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Rumpler János</i> : Bevezető	41
<i>Bodoky Tamás—Rumpler János</i> : A vibroszeiz eljárás kifejlődése, elvi és módszertani alapjai	42
<i>Erőss Sándor</i> : A vibrátor	61
<i>Apor László—Németh Géza</i> : A vibrátor vezérlése	67
<i>Halmos Péter—Németh Géza</i> : A CFS—I—SD—10/21 szeizmikusz berendezés	69
<i>Hermann László—Németh Géza</i> : A CFS—I-hez illesztett ELGI plotter	74
<i>György Lajos—Kovács Kázmér</i> : Vibroszeiz mérések sajátosságai a terepi gyakorlatban	77
<i>Kaszner Ernesztin—Lelkes Gábor—Mouravina Lília</i> : Vibroszeiz mérésű anyagok feldolgozása	80
<i>Gadó Károly—Kaszner Ernesztin—Rumpler János</i> : Vibroszeiz mérések a magyar kőolajiparban	90
<i>Szeidovitz Győzőné—György Lajos</i> : Vibroszeiz mérések a hortobágyi néma zóna területén ..	100
<i>György Lajos—Jánvári János</i> : Vibroszeiz mérések Debrecen város belterületén	107
<i>Bodoky Tamás—Szalai István</i> : Hegyvidéki vibroszeiz mérések	111
Lapszemle, könyvszemle	76, 79, 89, 119, 120
Egyesületi hírek	60

Főszerkesztő: Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

Szerkesztő bizottság: Dr. Bencze Pál, Dr. Bodoky Tamás, Czeglédi István, Deres János, Gellért Tamás, Gerzson István, Dr. Horváth Ferenc, Hursán László, Lakatos Sándor, Marton Tibor, Dr. Posgay Károly, Rádlér Béla, Tóth Géza, Dr. Tóth Péter

Szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. félemelet 17. Postafiók 240.

Bevezető

RUMPLER JÁNOS*

A Magyar Geofizika jelen számát** teljes egészében a VIBROSEIS® módszer tölti ki. Ennek indokául a következő tények szolgálhatnak.

1. A szeizmikus módszerek között a 60-as évek elején megjelent a vibroseizmika, s alkalmazási aránya rendkívül gyorsan növekedett. A statisztikai adatokból kitűnik, hogy 1976-ra a robbanóanyag nélküli szárazföldi szeizmika az összes, a robbanóanyagot alkalmazó tevékenységet is magában foglaló mérések 50%-át is meghaladta. Ugyanakkor a robbanóanyag nélküli szeizmikán belül a vibroseizmika képviseli a legnagyobb arányt, mely 1976-ban már az összetevékenység 32,5%-át tette ki. A módszer gyors elterjedésének okai minden bizonnyal többértűek. Szerepet játszanak a mérési elvből, módszertanból fakadó előnyök éppúgy, mint a termelékenységi, gazdaságossági, valamint környezetvédelmi szempontok. Bizonyos hatása lehet még a minden újdonsággal együttjáró ún. „divat”-jelenségeknek is.

2. A vibroseizmika nem impulzust, hanem változó frekvenciájú szinuszos „rezgéscsomagot” alkalmaz a jelgerjesztésre. Ez az energiagerjesztési mód számos elvi, módszertani, technológiai következménnyel jár, melyek az impulzus-szeizmikához viszonyítva eltérést jelentenek.

3. Magyarország területén is megkezdődtek a vibroseizmikus kutatások. 1974-ben az OKGT GKŰ egyhavi kísérleti mérésre kérte fel a Prakla-Seismos céget. A MÁELGI 1976-ban, az OKGT GKŰ 1977-ben kezdte meg a vibroseizmikus méréseket az ország területén. A kutatásokat a szeizmikusok egy kisebb csoportja hajtja végre, ugyanakkor a vibroseizmikus mérések anyagával a csatlakozó szakterületeken egyre szélesebb szagárda foglalkozik.

4. A vibroseizmikát tárgyaló szakirodalom igen heterogén, s csak idegen nyelvű közleményekben hozzáférhető. Nem áll rendelkezésre egységes szemléletű összefoglaló kézikönyv, vagy tankönyv sem. Az eligazodni kívánó számára egyetlen út a tájékozódásra több tucat közlemény, nem publikált kézirat, prospektus stb. átnézése, amely sok időt igényel. A vibroseizmikáról ez ideig magyar nyelvű összefoglaló sem készült.

A vázolt igényeket kívánja kielégíteni, illetve a hiányokat pótolni – szerény mértékben és a teljességre való törekvés igénye nélkül – a Magyar Geofizika jelen füzeté.

* OKGT GKŰ

** A Magyar Geofizika jelen száma az 1978. november 16-án az MGE Felsőföldi Geofizikai Szakosztálya által rendezett ankét előadásait tartalmazza, amelynek tárgya:

„A vibroseiz eljárás elvi-módszertani alapjai, eszközei, hazai alkalmazásának eredményei” volt.

®A Continental Oil Company szabadalma.

A vibroseis eljárás kifejlődése, elvi és módszertani alapjai

BODOKY TAMÁS* – RUMPLER JÁNOS**

A cikk bevezetőként áttekintést ad a vibroseis módszer kifejlesztéséről, a Conoco által végzett fejlesztési tevékenységről. Össze foglalja a fizikai-matematikai alapokat, ismerteti az impulzusszeizmikával szembeni eltéréseket. Megadja a mérések módszertani tervezésének szempontjait. Végezetül értékeli az vibroseis eljárás alkalmazásának általános tapasztalatait.

В качестве введения, авторы дают обзорное описание истории разработки вибросейсмического метода, и деятельности фирмы Conoco по разработке аппаратур. Обсуждаются физико-математические основы метода и его различия по сравнению с импульсным сейсморазведочным методом. Рассматриваются аспекты методического проектирования наблюдений. В заключение дается оценка общего опыта применения вибросейсмического метода.

The paper describes the development of vibroseis method including the Conoco's research activity. It summarizes the physical and mathematical background in view of the difference to the impulse signal generation. It also describes the field technology. Finally, an evaluation is given about the aspects of role the vibroseis plays in the seismic exploration.

Történeti áttekintés

A VIBROSEIS® módszer kifejlesztését világosan követhetjük, ha röviden áttekintjük azt a kapcsolódó tudományos-műszaki hátteret, mely az adott időszakban az USA-ban rendelkezésre állott.

Közismert, hogy a 40-es évek végére Amerikában az alap- és alkalmazott tudományokban igen jelentős fejlődés következett be. Vonatkozik ez a hírközlés-információelméletre éppúgy, mint az elektronikára és a műszaki tudományokra. Nem szorul bizonyításra az sem, hogy az adott időszakban az új tudományos eredmények haditechnikai alkalmazása kiemelt feladat volt.

Ilyen jellegű feladatot kapott a Bell Telephone Laboratory 1951-ben. Célkitűzésként a rendelkezésre álló impulzusradar-rendszerek hatósugarának és felbontóképességének s működési sebességének növelését kapta meg. E fejlesztési munka eredménye a „CHIRP RADAR” elv volt, melyet csak 1960-ban publikáltak [1]. Itt alkalmazták először a változó frekvenciájú szinuszos rezgéscsomagot a radarimpulzus helyett, valamint a kisugárzott és visszaérkezett jelek keresztkorrelációjával végrehajtott jelfelismerést és jel/zaj viszony javítást. Ehhez természetesen nagy működési sebességű korrelátorokat is kellett építeni. Ezek kezdetben analóg, majd később digitális elven működtek.

A másik területet, amelynek eredményei a vibroseiszeizmica kifejlesztésére hatással voltak, a rakéatechnika és az űrkutatás szolgáltatta. A műszaki tudományok e komplex ágazataiban dolgozták ki a rakéták és űrobjektumok távirányítását, szét- és összekapcsolását biztosító elektromechanikus-hidraulikus szervoszeleprendszereket. Ezek nemcsak arra voltak alkalmasak, hogy távoli rádiójelekre meghatározott mechanikus-hidraulikus elmozdulást végezzenek, ha-

® A Continental Oil Company szabadalma.

* ELGI

** OKGT GKÜ

nem arra is, hogy e repülő objektumok nagynyomású hidraulikus rendszerei segítségével több fokozatban teljesítményerősítést, azaz nagy nyomatékú mozgást hajtsanak végre.

A *Continental Oil Company*, mely a VIBROSEIS elvet szabadalmaztatta, a [2] kiadványában a kifejlesztés körülményeit a következőkben foglalja össze.

1952 augusztusában a *Conoco* egyik geofizikusa, *W. E. N. (Bill) DOTY* részt vett a *MIT* bostoni szemináriumán, melynek témaköre a szeizmogramok harmonikus analízise volt. Az információelmélet ismertetett új eredményei alapján jutott arra a gondolatra, hogy ezeket az elveket a szeizmikus kutatásban is eredményesen lehetne alkalmazni. Nem sokkal később *John CRAWFORD*-dal együtt jöttek rá arra, hogy az önmagát meg nem ismétlő, változó frekvenciájú szinuszhullám az, melyre a korrelációs műveletet alkalmazva igen kifejezett hasonlósági függvény kapható.

Az elvet a *Conoco* kifejlesztésre alkalmasnak ítélte. A munkálatokat 1953 januárjában kezdték meg. A feladatok három fő területre összpontosultak.

Ezek:

- a változó frekvenciájú szinuszhullám pontos generálása,
- ezt a hullámot pontosan leképező és megfelelő teljesítménnyel a talajba juttató vibrátorok építése, és
- analóg-korrelátor tervezése és építése

voltak.

Az első, a siker ígérését magukban hordozó kísérleti méréseket 1953 szeptemberében végezték. Vibrátorként forgó excentrikus súlyokat alkalmaztak, a korrelációs művelet eredményeit kézi úton ábrázolták. A felrakott adatokon a reflexiók világosan felismerhetők voltak.

A fejlesztés további szakaszában az eszközök tökéletesítése volt a cél. A több vibrátor szinkron üzemeltetésére a forgó excentrikus súlyok elve nem volt alkalmas. Póbálgattak elektromágneses elven működő vibrátorok építésével. Itt nem a szinkronitás, hanem a hatalmas áramigény jelentette a megoldhatatlan nehézséget. Végül a szervó-hidraulikus elv alkalmazása jelentette a megoldást. 1957-ben eredményesen próbáltak ki egy kísérleti példányt. Egy évvel később négy egységet üzemeltettek kísérleti csoportjuknál – sikerrel. 1961-ben kezdték meg a visszaacsatolással ellátott vibrátorok építését, melyek biztosították a vezérlőjel és az alaplemez szinkron működését.

Az eljárást még a fejlesztés stádiumában szabadalmaztatták, így a használati jogot meg kell vásárolni.

A vibroszeiz elvet és a kísérletek első eredményeit a *Geophysical Society of Tulsa* 1958. április 10-i ülésén hozták nyilvánosságra. Az első szakirodalmi közlés 1960 februárjában történt meg [3].

Ezt követően a vibroszeiz eljárás rohamosan terjedt, s a szakirodalmi publikációk egész sora jelent meg. (Ezek közül a jelentősebbeket a hivatkozásban felsoroljuk.) A széles körű lehetőségekről és eredményekről a cikkek ugyancsak beszámolnak.

Mindezek alapján várható a vibroszeiz eljárás alkalmazási területeinek bővülése a jövőben is.

A vibroszeiz eljárás elvi alapjai

A szeizmikus kutatásoknál alkalmazott hullámforrások egy kivételével úgynevezett impulzus források. Az általuk kisugárzott jel időben rövid lefutású, nagy amplitúdójú és spektruma igen széles, úgynevezett „fehér spektrum.”

Az egyetlen, a gyakorlatban is elterjedt nem-impulzus-forrás a vibrátor. Ez időben hosszan elnyúló, folytonos, kis amplitudójú jelet sugároz ki, amelynek spektruma korlátozott és a követelményeknek megfelelően állítható be.

A vibroszeiz eljárás tehát alapvetően különbözik a többi szeizmikus eljárástól, ebből fakadnak előnyei és hátrányai. Nagy előnye például gyakorlati alkalmazásának, hogy a kibocsátott hullámok kis amplitúdója miatt lakott területen, műtárgyak közvetlen közelében, vagyis impulzusforrásokkal megközelíthetetlen helyeken is dolgozhatunk vele, az adatfeldolgozás szempontjából pedig igen jelentős, hogy míg az impulzusforrások kibocsátott jeleinek alakjáról csak közelítő ismereteink vannak, addig a vibrátor jelalakját pontosan ismerjük. Hátránya ugyanakkor az eljárásnak, hogy bonyolultabb műszerezettséget és adatfeldolgozást igényel, mint az impulzusforrásokkal dolgozó eljárások.

A sweep

A vibrátor időben folytonosan és lineárisan változó frekvenciájú szinuszoid jelet, úgynevezett „sweep”-et sugároz ki. Ez a jelalak egyszerű formulával írható le:

$$S = \text{rect} \left(\frac{t}{T} \right) \cos 2\pi t \left(f_0 + \frac{kt}{2} \right), \quad (1)$$

ahol S magát a sweepet,

t az időt,

T a sweep időbeni hosszát,

f_0 a sweep középfrekvenciáját,

k pedig a sweep frekvenciájának időegység alatt történő megváltozását jelenti.

A felsorolt változók közül a két utolsót a következő két formulával tehetjük egyértelművé:

$$f_0 = \frac{1}{2} (f_1 + f_2), \quad \text{ahol } f_1 \text{ a sweep kezdő-, } f_2 \text{ a végfrekvenciája,}$$

$$k = \frac{D}{T}, \quad \text{ahol } D = |f_2 - f_1| \text{ a sweep spektrumának sáv szélessége;}$$

k előjelétől függően beszélünk növekvő frekvenciájú – pozitív k – illetve csökkenő frekvenciájú – negatív k – sweepekről, „up-”, illetve „downsweep”-ről.

Végül a $\text{rect}(x)$ függvény a négyszög-impulzus függvényt jelenti; ezt *Woodward* definiálta a következőképpen:

$$\begin{aligned} \text{rect}(x) &= 1, & \text{ha } |x| < \frac{1}{2}, \\ &= 0, & \text{ha } |x| \geq \frac{1}{2}. \end{aligned}$$

Az (1) képletet megvizsgálva látható, hogy a sweep két függvény szorzata.

A szorzat első tagja, a négyszög-impulzus függvény, a vibrátor jelének burkoló görbét adja, aminek fenti definíciójával a jel amplitúdóját egységnyinek választottuk.

A szorzat másik tagja egy cosinus függvény, aminek φ fázisát a következő kifejezés adja:

$$\varphi = 2\pi \left(f_0 t + \frac{kt^2}{2} \right);$$

ebből számítható a jel pillanatnyi frekvenciája f_i :

$$f_i = \frac{1}{2\pi} \frac{d\varphi}{dt} = f_0 + kt. \quad (2)$$

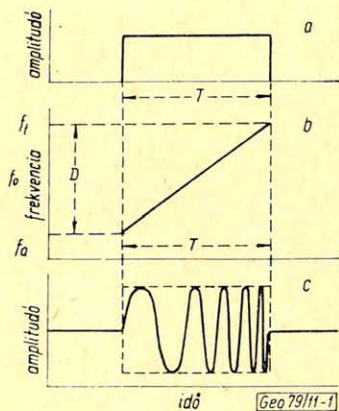
A (2) képlet értelmében szokás a vibrátor jelet egy f_0 hordozó frekvenciájú lineáris FM jelnek is tekinteni.

Az 1. ábra egy vibrátor jel – sweep – alakját (c), frekvenciamenetét (b) és burkoló görbét (a) – amplitúdó menetét – mutatja be.

1. ábra. A sweep: a) a sweep burkoló görbéje, b) a sweep frekvenciamenete, c) a sweep alakja

Рис. 1. Свип: а – огибающая свипа; б – частотная характеристика свипа; в – форма свипа

Fig. 1. a) sweep envelope, b) sweep rate, c) sweep signal



A sweep-ről eddig elmondottak alapján könnyen belátható, hogy alakját egyértelműen három adattal jellemezhetjük. Ez a három adat általában a sweep hossza (T), frekvenciaváltozásának sebessége (k) és kezdőfrekvenciája (f_1).

A vibroszeiz korreláció

A sweep hossza a gyakorlatban általában 5 és 10 sec között van, a szeizmikus reflexiók felvételek szokásos regisztrálási ideje, vagyis a várható legkésőbbi beérkezések beérkezési ideje általában max. 5 sec. Ez azt jelenti, hogy míg az impulzusforrások használatánál az egyes beérkezések időben egymást követve jelentkeznek, addig a vibroszeiz eljárásnál egymáshoz képest különbözőképpen késleltetett, de egymást hosszan átfedő sweep-beérkezések összegét regisztráljuk.

A nyers vibroszeiz regisztrátumok ezért még nem használhatók fel közvetlenül földtani kiértékelésre, szükségünk van egy további lépésre is, amely az

egymást többé vagy kevésbé átfedő sweepek összegét egymást követő impulzusok sorozatává alakítja. Ez a lépés az úgynevezett „vibroszeiz korreláció”.

A vibroszeiz korreláció a nyers regisztrátum csatornáinak a gerjesztő sweep-pel történő keresztkorrelációját jelenti: a talajba beadott „input” jellel korreláljuk a talajból válaszként jövő „output” jelet.

Jelöljük $S(t)$ -vel az „input” sweep-et,

$A(\tau)$ -val az $S(t)$ autokorrelációs függvényét,

$Y(t)$ -vel a talaj válasz-függvényét,

és $X(\tau)$ -vel az $S(t)$ és $Y(t)$ keresztkorrelációs függvényét;

akkor

$$X(\tau) = S(-t) * Y(t).$$

$Y(t)$ -ről tudjuk, hogy a különböző időkkal késleltetett sweep-ek összegeként áll elő, tehát

$$Y(t) = \sum_{i=1}^n S(t + q_i),$$

ahol q_i az i -ediként beérkező sweep késleltetése.

Így

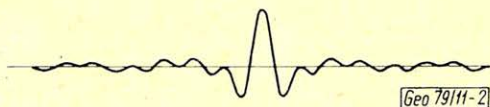
$$X(\tau) = S(-t) * \sum_{i=0}^n S(t + q_i).$$

Tekintettel a konvolúció disztributivitására,

$$X(\tau) = \sum_{i=0}^n [S(-t) * S(t + q_i)] = \sum_{i=0}^n A(\tau + q_i).$$

Az $X(\tau)$ függvény – a „vibroszeiz korreláció” végeredménye – tehát nem más, mint a sweep autokorrelációs függvények q_i időkkal késleltetett sorozatának összege. A korreláció lineáris művelet, egy összeg korreláltja azonos a tagok korreláltjainak összegével, így a különböző reflektáló szintekről visszaverődő és egymásra rakódó sweepeket összegét korrelálva a gerjesztő sweep-pel a sweep autokorrelációs függvényeinek a beérkezési időkkal késleltetett sorozatát, illetve ezen késleltetett autokorrelációs függvényeknek az összegét kapjuk. Az egyes autokorrelációs görbék amplitúdója egyenesen arányos a nekik megfelelő sweep-beérkezések amplitúdójával.

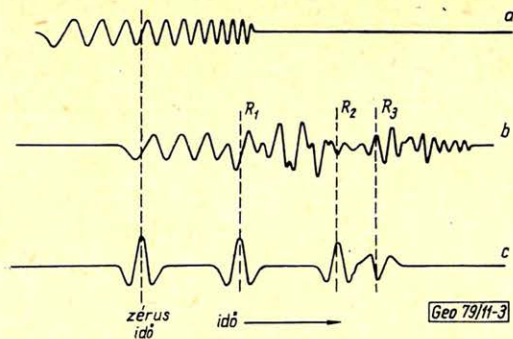
A sweep autokorrelációs függvényénél az energia az origó kis környezetére koncentrálódik és ezért a görbe alakja többé-kevésbé impulzusszerű (2. ábra). Így a vibroszeiz korreláció a sweep beérkezéseket impulzusszerű beérkezésekké



2. ábra. A sweep autokorrelációs függvénye (Klauder-wavelet)

Рис. 2. Автокорреляционная функция свипа

Fig. 2. Autocorrelation function (Klauder wavelet) of the sweep



3. ábra. A vibroszeiz-korreláció bemutatása szintetikus példán:

a) a gerjesztő sweep, b) a regisztrált csatorna, ahol R_1, R_2, R_3 jelentik a reflexiók beérkezési idejét, c) a korrelált csatorna

Рис. 3. Представление вибросейсмической корреляции на синтетическом примере
 а – свип возбуждения; б – трасса записи, по которой R_1, R_2, R_3 означают времена вступления отражений; в – коррелированная запись

Fig. 3. Synthetic model of vibroseis correlation. a) sweep signal b) recorded channel with R_1, R_2, R_3 reflections, c) correlated channel, d) zero time, e) time

alakítja, átalakítva ezzel a vibrogramot az impulzusforrásoknál megszokott impulzusszeizmogrammá (3. ábra).

A vibroszeiz korreláció ezt az átalakítást, mint ahogy azt Klauder és társai bebizonyították [1], az elvileg elérhető maximális jel/zaj arány biztosítása mellett hajtja végre.

A Klauder wavelet

Amint az az előző részből kitűnik, a vibroszeiz eljárásnál fontos szerepe van a sweep autokorrelációs függvényének, így viselkedésével valamivel részletesebben kell foglalkoznunk.

Alakjának kiszámításához tételezzük fel – Klauder nyomán – hogy az (1) formulával megadott sweep-alak nem más, mint egy komplex sweep-alak reális része:

$$S(t) = \text{Re}[S_k(t)],$$

a komplex sweep-alak pedig:

$$S_k(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) \exp\left[2\pi i\left(f_0 + \frac{kt}{2}\right)\right].$$

Számítsuk ki $S_k(t)$ autokorrelációs függvényét:

$$A_k(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \text{rect}\left(\frac{\tau-t}{T}\right) \text{rect}\left(\frac{\tau}{T}\right) \exp\left\{2\pi i\left[f_0 t + \frac{k}{2}\tau^2 - \frac{k}{2}(\tau-t)^2\right]\right\} d\tau;$$

ha $0 \leq t \leq T$, akkor,

$$A_k(t) = \exp \left[2\pi i \left(f_0 t - \frac{kt^2}{2} \right) \right] \int_{t-T/2}^{T/2} \exp(2\pi i k \tau) d\tau.$$

Az integrálást elvégezve jutunk a sweep autokorrelációs függvényének komplex alakjához:

$$A_k(t) = \frac{1}{\pi kt} \exp(2\pi i f_0 t) \sin \pi(ktT - kt^2).$$

Mivel

$$A(t) = \operatorname{Re} [A_k(t)], \quad A(t) \text{ alakja:}$$

$$A(t) = \frac{\sin \pi kt(T-t)}{\pi kt} \cos 2\pi f_0 t, \quad (3)$$

ahol $A(t)$ a sweep autokorrelációs függvényét jelenti, a többi változó jelentése pedig megegyezik az (1) formulánál használt jelölésekkel. A képlet jobb oldala itt is két részre, egy konstans frekvenciájú cosinusos tagra és egy ezt moduláló, a sinc függvényhez hasonló tagra bontható.

A sweep autokorrelációs függvényét, illetve szakirodalmi nevén a „Klauder wavelet”-et három adatával, a *jelélességgel*, a *felbontóképességgel* és a *jélszélességgel* szokás jellemezni.

A jelélesség

A jelélesség alatt a wavelet fő maximumának és első minimumának amplitúdóarányát értjük (4. ábra).

A jelélesség a sweep relatív sáv szélességének függvénye. Relatív sáv szélesség alatt az $\frac{f_a}{f_f}$ arányt értjük, ahol f_a a sweep alsó, f_f pedig felső határfrekvenciája.

Ha ez az arány, amit jelölünk D_{rel} jelöléssel, egyenlő 1-gyel, tehát $f_a = f_f$, azaz a sweep egy frekvenciaváltozás nélküli tiszta sinus, akkor a jelélesség értéke, amit jelölünk P -vel, szintén 1 lesz, mert a sin függvény autokorrelációja is sin függvényt ad. Ugyanezt képletekkel leírva:

$$\text{ha } D_{\text{rel}} = 1, \quad \text{akkor } P = 1.$$

D_{rel} értékét növelve nő P értéke is:

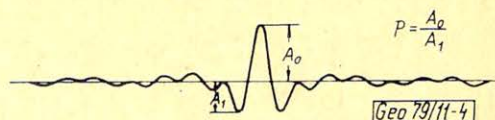
$$\text{ha } D_{\text{rel}} = \infty, \quad \text{akkor } P = \infty,$$

vagyis, ha a sweep sáv szélességét nagyon nagyra növeljük – „kifehéritjük” –

4. ábra. A jelélesség (P)

Рис. 4. Интенсивность сигнала (P)

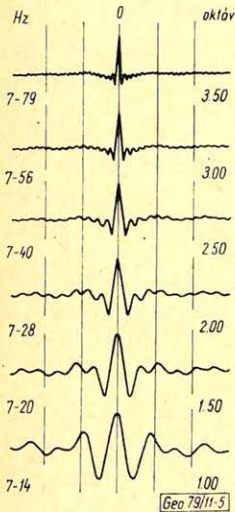
Fig. 4. Sharpness of the wavelet.



akkor a jelélesség is nagyon nagyra nő. A sweep relatív sávszélessége és a wavelet alakja közötti összefüggést szemlélteti az 5. ábra.

A jelélesség beállítása a gyakorlatban nagyon fontos, a lassan csillapodó nagy oldalmaximumok nehezé teszik a pontos beérkezési idők megállapítását, és zajként rakódnak rá más közeli beérkezésekre. Alacsony jelélesség esetén fennáll a veszélye annak, hogy egy erősebb beérkezés oldalmaximumaival interferálva elvesznek a szomszédos gyengébb beérkezések.

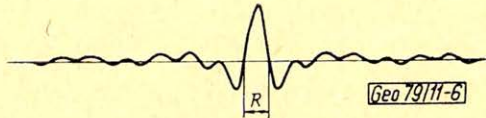
A jelélesség növelését bizonyos határon túl technikai tényezők korlátozzák; általában elfogadott a $D_{rel} = 4$ értékű, úgynevezett két oktávós sweepepek jelélessége.



5. ábra. A sweep relatív sávszélessége és a wavelet alakja közötti összefüggés

Рис. 5. Зависимость относительной ширины свипа от формы волны

Fig. 5. Relation of relative width of sweep vs. wavelet shape.



6. ábra. A felbontóképesség (R)

Рис. 6. Разрешающая способность (R)

Fig. 6. Resolution

A felbontóképesség

A felbontóképesség mértékeként a Klauder-wavelet főmaximumának a zérus értéknél mért szélességét használjuk (6. ábra). A wavelet felbontóképessége jó közelítéssel az f_0 frekvencia periódus-idejének felével egyezik meg. Ha a fel-

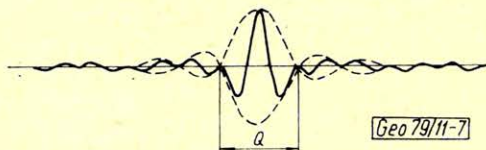
bontóképességet R -rel jelöljük, felírható, hogy $R = \frac{1}{2f_0}$. Ez a (3) képlet alapján

könnyen belátható, ugyanis egy sinuscardinális-szerű függvény éppen az origó környékén érinti legkevésbé az alapjelet. A wavelet felbontóképessége az f_0 növelésével javítható, ez a sweep frekvenciahatárainak megfelelő növelésével érhető el.

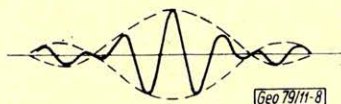
A jelszélesség

Jelszélesség alatt a moduláló függvény origóval szomszédos zéruspontjainak távolságát értjük (7. ábra). Ezt az értéket pontosan meghatározhatjuk a moduláló függvény számlálójából, de erre általában nincs szükség, mert a gyakorlatban előforduló sweepeknél jó közelítést ad a következő formula:

$Q \approx \frac{2}{D}$, ahol Q a jelszélességet jelenti.



7. ábra. A jelszélesség (Q) Рис. 7. Ширина сигнала (Q) Fig. 7. Width of signal.



8. ábra. Egy oktáv relatív sávzélességű sweep autokorrelációs wavelet-je

Рис. 8. Автокорреляционная волна свипа относительной ширины равной одной октав

Fig. 8. Autocorrelation wavelet of one octave sweep.

A formulából látható, hogy a sávzélesség növelésével csökken a jelszélesség, illetve nagyon keskeny sávú sweepeknél igen nagy lehet a jelszélessége, ilyenkor már inkább jelcsomag-szélességről beszélhetünk (8. ábra). A jelszélesség gyakorlatilag a wavelet hosszát jelenti, megmutatja, mekkora az a minimális beérkezési időkülönbség, amin túl már két wavelet nem interferál egymással.

A Klauder-wavelet felsorolt jellemzői egymással is szorosan összefüggnek, a megfelelő jelélesség jó felbontóképességgel párosulva maga után vonja a kis jelszélességet is, ugyanakkor a felső határfrekvencia technikai korlátai miatt sokszor engednünk kell a felbontóképességből a megfelelő jelélesség és jelszélesség kedvéért.

A vibroszeiz-korreláció generálta zajok

A különböző szeizmikus zaj-típusokhoz, amelyeket az impulzus-forrásokkal dolgozó szeizmikából ismerünk mint külső eredetű, forrás-generálta és műszer-zajokat, a vibroszeiz eljárásnál újabbak adódnak, az úgynevezett korrelációs zajok. Ide soroljuk a korreláció során fellépő nem kívánt jeleket, ezek két csoportját különböztetjük meg, az autokorrelációs wavelet mellékmaximumait és a korrelációs ghostokat.

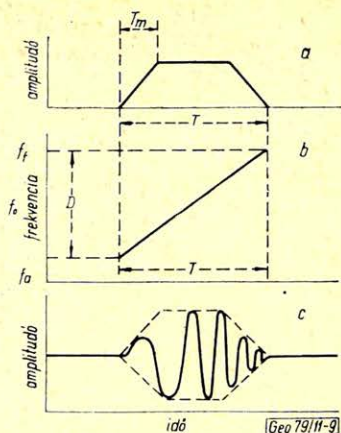
A Klauder-wavelet mellékmaximumai

A wavelet mellékmaximumainak kérdését már érintettük a jelélességgel kapcsolatban; ha nagyok a mellékmaximumok, zavarhatják a szomszédos beér-

9. ábra. Sweep lineáris taper alkalmazásával:
 a) a sweep burkoló görbéje, b) a sweep frekvenciamenete,
 c) a sweep alakja

Рис. 9. Свип при применении линейной сужения:
 а - огибающая свипа; б - частотная характеристика свипа в - форма свипа

Fig. 9. Sewep with linear taper.
 a) envelope, b) sweep rate, c) sweep



kezéseket. A mellékmaximumokat a jelélességet javítva a sweep relatív sáv szélességének növelésével csillapíthatjuk. A D_{rel} növelésének azonban korlátai vannak, és így sokszor nem bizonyul ellégnek; ilyenkor még egy lehetőség áll rendelkezésre a mellékmaximumok csillapítására; az úgynevezett „taper” alkalmazása. A taper nem más, mint a sweep végeinek adott hosszra adott függvényrel történő csonkítása, vagyis más burkoló görbe alkalmazása. A legegyszerűbb lehetőség a lineáris taper, ez négyszög-impulzus helyett trapéz alakú burkoló görbét ad; egyenlete:

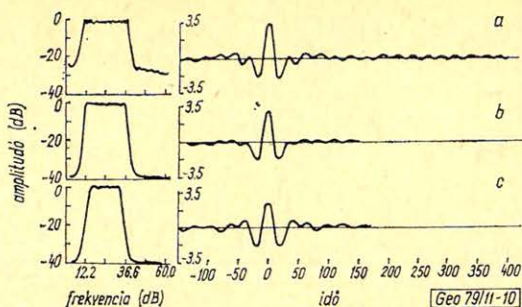
$$f(t) = \begin{cases} 1 & , \text{ ha } |t| \leq T - T_m \\ \frac{t + T - T_m}{2T_m} & , \text{ ha } T - T_m < |t| < T \\ 0 & , \text{ ha } |t| \geq T \end{cases} \quad (4)$$

ahol T_m a sweep végein a csonkított szakasz hossza (9. ábra). A tapertől a mellékmaximumok csillapítása mellett elvárjuk azt is, hogy a főmaximumot a lehető legkevésbé változtassa meg, ezért óvatosan kell meghatározni a taper hosszát; a taper alkalmazása ugyanis a sweep speciális alakja miatt hasonló hatással jár, mint egy egyszerű sávszűrés, szűkíti a sweep spektrumát, ami viszont jelélességromlást és jelszélesség-növekedést eredményez (10. ábra). A taper alkalmazásának mértékét a $\frac{100 T_m}{T}$ % kifejezéssel szokás megadni.

A taper alkalmazásával kapcsolatban még meg kell jegyezni, hogy a vibrátorvezérlő elektronikába rendszerint eleve beépítenek valamilyen, a specifikációban megadott formájú és hosszúságú tapert, erre a vibrátorok sima indulásához és leállításához is szükség van.

A korrelációs ghost

Míg a wavelet mellékmaximumai elvileg is elválaszthatatlanok magától a wavelettől, addig a korrelációs zajok másik fontos típusa, a korrelációs ghost



10. ábra. A taper alkalmazásának hatása:

a) a taper nélküli sweep spektruma és autokorrelációs waveletje, b) ugyanez a sweep 10%-os taper alkalmazásakor c) ugyanez a sweep 20%-os taper alkalmazásakor (a taper \cos^2 típusú volt)

Рис. 10. Эффект применения сужения: а – спектр свипа без сужения и его автокорреляционная волна; б – то же при 10%-ном сужении свипа; в – то же при 20%-ном сужении свипа (применялось сужение типа \cos^2)

Fig. 10. Influence of the taper function:

a) amplitude spectrum and autocorrelation wavelet without taper, b) with 10% taper, c) with 20% taper, (b) and c) with \cos^2 taper)

elvileg nem tartozik a wavelethez, de a gyakorlatban éppen olyan elkerülhetetlen, mint az előző típus. Ha a vibrátorok az (1) formula által leírt sweepet képesek lennének tökéletesen kisugározni, a korrelációs ghost nem lépne fel, de a ténylegesen kisugárzott sweep mindig többé-kevésbé torzított, emiatt megjelennek a jelben a kisugárzott frekvenciák felharmonikusai is, a korrelációs ghost pedig nem más, mint a sweep felharmonikusainak keresztkorrelációs waveletjei.

Más szóval, az $S(t)$ meghajtójel által vezérelt vibrátor ténylegesen nem egy $S(t)$ alakú sweep-et sugároz ki, hanem a kisugárzott sweep valódi alakja:

$$S_v(t) = \sum_j S_j(t),$$

ahol $S_0(t) \equiv S(t)$,

$S_1(t)$ az $S(t)$ első felharmonikusa,

$S_2(t)$ az $S(t)$ második felharmonikusa,

stb.

Ha ezt a jelet a „vibroszeiz-korrelációnak” vetjük alá, akkor az eredmény nem $A(t)$ lesz, hanem

$$K(t) = A(t) + \sum_{j=1}^n k_j(t),$$

ahol $K(t)$ a kibocsátott $S_v(t)$ jel és a referencia-sweep $S(t)$ keresztkorrelációja,

$k_j(t)$ az $S_j(t)$ és az $S(t)$ keresztkorrelációja,

n annak a legmagasabbrendű felharmonikusnak a rendszáma, amelyre a $k_n(t)$ még nem azonosan zérus amplitúdójú. Látni fogjuk, hogy n értéke az $S(t)$ sáv szélességtől, D -tól függ.

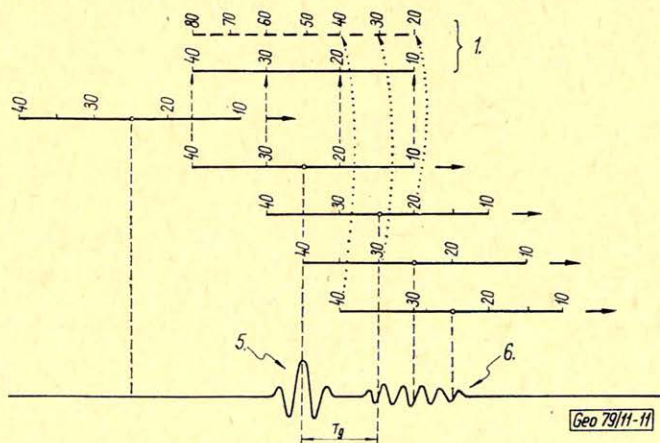
A kisugárzott sweep torzítását több tényező is előidézheti; magán a vibrátoron fellépő rezonancia jelenségek, a vibrátor talaj csatolás stb., ezeknek az

okoknak meghatározása és kiküszöbölése megoldatlan kérdés, ezért a korrelációs ghostot nem megszüntetni igyekszünk, hanem megpróbáljuk úgy választani a sweep-paramétereket, hogy a ghostok a mérés szempontjából értékes regisztrációs időn túl lépjenek fel.

A sweep-felharmonikusok korrelációs waveletjei időben eltolva jelentkeznek az alapharmonikust képviselő autokorrelációs wavelethez képest. Az autokorrelációs wavelet főmaximumát akkor kapjuk, amikor a regisztrált sweepbeérkezés és a korreláló referencia-sweep teljes fedésben van a korreláció során. Az első felharmonikus kezdő frekvenciája kétszerese az alap- és az ezzel megegyező korreláló-sweep kezdő frekvenciájának, így ez a frekvencia akkor fog korrelálni a korreláló sweep megfelelő frekvenciájával, amikor a korreláló sweep már egy oktávnyit tovább haladt. Az első sweepfelharmonikus frekvenciájának időegységenkénti változása is kétszeres, ezért a további frekvenciaösszetevők korrelálódásához a korreláló sweepnek egyre tovább kell haladnia, emiatt a ghost időben hosszan elnyúlik (11. ábra). A második felharmonikus hasonló módon másfél oktáv múlva kezd jelentkezni. A harmadik felharmonikusnak két oktávnyi távolságban kellene kezdődnie, ezért két oktávos sweepeket tételezve fel, a harmadik és az ennél magasabb rendű felharmonikusok nem képeznek ghostot (12. ábra).

Az elmondottak alapján megállapítható, hogy a legmagasabbrendű még korrelációs ghostot képző felharmonikus rendszáma,

$$n = \frac{D}{f_a} - 1 = \frac{f_f}{f_a} - 2.$$



11. ábra. A korrelációs ghost kialakulása:

1. regisztrált sweep, 2. felharmonikus, 3. alapharmonikus, 4. korreláló sweep, 5. autokorrelációs wavelet, 6. korrelációs ghost

Рис. 11. Образование корреляционного отражения-спутника: 1 – записанный свип; 2 – вторая гармоническая; 3 – основная гармоника; 4 – коррелирующий свип; 5 – автокорреляционная волна; 6 – корреляционное отражение-спутник

Fig. 11. Harmonic ghost.

1. Recorded sweep, 2. First harmonic, 3. Basic harmonic, 4. Master sweep, 5. Autocorrelation wavelet, 6. Harmonic ghost

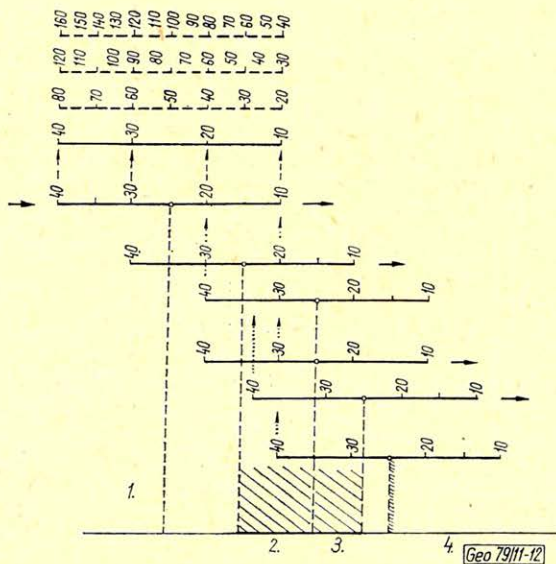
A Klauder-wavelethez időben legközelebb az első sweep-felharmonikusból származó ghost jelentkezik, ha ezt megfelelő távolságra tudjuk a wavelettől tolni, akkor a magasabb felharmonikusokból származó ghostok szintén elég távol lesznek, és így az értékes regisztrálási időt nem fogják zavarni. Az első sweep-felharmonikus keresztkorrelációs waveletjének kezdete a fenti gondolatmenet alapján könnyen meghatározható:

$$T_g = \frac{f_a T}{f_f - f_a},$$

ahol T_g az első felharmonikusból származó ghost követési ideje. Kétoktávós sweepéknél, ahol $f_f = 4f_a$, a formula még egyszerűbb;

$$T_g = \frac{T}{3}$$

A korrelációs ghost követési ideje tehát a sweep hosszának harmada, ami azt jelenti, hogy a ghostok elkerülhetők, ha a sweep hossza meghaladja az értékes regisztrálási idő háromszorosát.



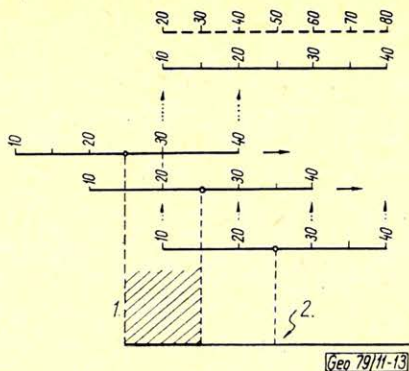
12. ábra. A magasabbrendű felharmonikusok korrelációs ghostjainak kialakulása:

1. autokorrelációs wavelet helye, 2. az 1. felharmonikus ghost helye, 3. a 2. felharmonikus ghost helye, 4. a 3. felharmonikus ghost itt kezdődne, de már nincs fedés a korreláló sweepel

Рис. 12. Образование корреляционного отражения-спутника высоких гармоник: 1 – место автокорреляционной волны; 2 – место отражения-спутника первой гармоник; 3 – место отражения-спутника второй гармоник; 4 – место где началось бы отражение-спутник третьей гармоник, но уже отсутствует перекрытие с коррелирующим свипом

Fig. 12. Ghosts due to higher harmonics.

1. Autocorrelation wavelet, 2. First harmonic, 3. Second harmonic, 4. Third harmonic (but there is no correlation with master sweep)



13. ábra. A korrelációs ghost kialakulása növekvő frekvenciájú sweep esetén:
1. ghost helye, 2. autokorrelációs wavelet helye,

Рис. 13. Образование корреляционного отражения-спутника при наличии свипа увеличивающейся частоты 1 – место отражения-спутника; 2 – место автокорреляционной волны

Fig. 13. Correlation ghost due to up-sweep.
1. Ghost, 2. Autocorrelation wavelet

A korrelációs ghost csak a Klauder-wavelet egyik oldalán jelenik meg, csökkenő frekvenciájú sweepeket esetén késik az autokorrelációs wavelethez képest (11. ábra), növekvő frekvenciájú sweepeket esetén siet, vagyis megelőzi T_g idővel az autokorrelációs waveletet (13. ábra). Ez a tény akkor válik fontossá, ha technikai vagy gazdaságossági okokból nem tudunk elég hosszú sweepet használni. Ilyenkor nem mindegy, hogy a nagy amplitúdójú korai beérkezések arányosan nagy amplitúdójú korrelációs ghostjai rakódnak-e a gyenge késői beérkezésekre, vagy a gyenge késői beérkezések kis amplitúdójú ghostjai az erős korai beérkezésekre. Míg az első esetben a zavar-energia valószínűleg felülmúlja a hasznos jelét, addig az utóbbiban hatása jelentéktelen, sőt általában észlelhetetlen. Ezért ilyen esetekben a ghost-problémák megkerülésére növekvő frekvenciájú sweepeket szokás használni, annak ellenére, hogy technikai okok miatt a csökkenő frekvenciájú sweepeket használata technikailag előnyösebb, ezeknél ugyanis sokkal jobb a fáziskompenzálhatóság.

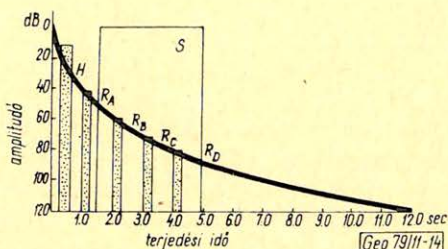
Megjegyezzük még, hogy ha a vibroszeiz-korrelációban az $S(t)$ referencia-sweep és az $S_v(t)$ valódi kimenő jel keresztkorrelációja helyett az $S_v(t)$ önmagával vett autokorrelációját képeznénk, akkor a korrelációs ghostok szimmetrikusan mindkét oldalon megjelenének. Ezért a vibroszeiz-korreláció eredeti választását ebből a szempontból is optimálisnak tekinthetjük.

Az első beérkezések problémája

A vibroszeiz-méréseknek van még egy sajátos problémaköre, ami az impulzus-módszerekkel dolgozó szakemberek számára szokatlan, ez pedig az első beérkezések problémája, amit a következőképpen foglalhatunk össze.

Ha a valóságot a lehető legjobban leegyszerűsítjük, akkor azt mondhatjuk, hogy egy felvétel összetevődik a hasznos jelekből, vagyis az egymás után beérkező reflexiókból, és a hullámforrás gerjesztette rendezett zajokból, vagyis az első beérkezésekből és a felszíni zavarhullámokból. Mind az első beérkezések, mind a felszíni zavarhullámok rendkívül nagy energiával rendelkeznek a hasznos beérkezésekhez képest, ezért fennáll annak a veszélye, hogy a regisztráló műszer dinamikatarományja nem elegendő ezeknek a zajoknak és a hasznos jeleknek az egyidejű regisztrálására, így a kis energiájú reflexiók elveszhetnek a felvételtől. Hogy ezt elkerüljük, ezeket a nagy energiájú zajokat már a műszer-bemenet előtt csillapítanunk kell erre a célra méretezett csoportosításokkal.

Az impulzus-források alkalmazásával készített felvételeken az első beérkezések minden hasznos jelet megelőzve jelentkeznek, így nem zavarják a hasznos jelek regisztrálását, és utólagos eltávolításuk is egyszerűen megoldható a hasznos jelek károsítása nélkül. Ezért itt az első beérkezésekkel nem kell törődjünk, a csoportosítások méretezésének alapvető szempontjaként a hasznos jelekkel interferáló felszíni zavarhullámok csillapítását tekintjük (14. ábra). Más a helyzet a vibroszeiz-méréseknél, itt egy-egy beérkezés hosszú sweep formájában jelentkezik, és az első beérkezésnek megfelelő nagyintenzitású sweep hosszan átfedi



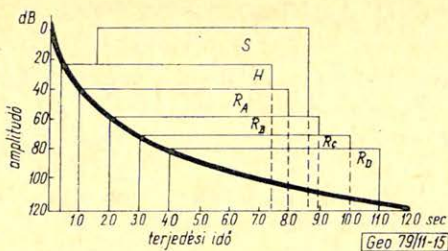
14. ábra. Az impulzus-módszerek amplitúdó-viszonyainak alakulása az idő függvényében (H = első beérkezések, S = felszíni zavarhullámok, R_A, R_B, R_C, R_D reflexiók beérkezései)

Рис. 14. Зависимость амплитуд в импульсных методах от времени (H – первые вступления, Φ – поверхностные помехи, R_A, R_B, R_C, R_D – вступления отражений)

Fig. 14. Amplitude ratio vs. time in case of impulse seismic sources. (H: first breaks, S: ground rolls, R_A, R_B, R_C, R_D : reflections)

még a legkésőbbi beérkezéseknek megfelelő kis intenzitású swepeket is (15. ábra). Ha tehát az intenzitáskülönbség meghaladja a műszer dinamikatarományát az első beérkezés és a reflexiók között, akkor a reflexiók elvesznek, a felvétel az első beérkezés eltávolítása után üres marad.

A műszerbemenetet megelőző szűrésnek tehát az első beérkezéseket kell a reflexióktól szétválasztania. Tekintve a műszerbemenet előtti szűrők – geofon és vibrátor csoportosítások – nem túl nagy meredekségű szűrőkarakterisztikáit és az egymástól szétválasztandó beérkezések különbségeinek csekély voltát, ez sokszor igen kényes feladat, amit nem lehet a reflexióktól durva eltéréseket mutató felszíni zavarhullámok szűrésével azonos értékű terítési problémaként kezelni.



15. ábra. A vibroseis mérések amplitúdó viszonyainak alakulása az idő függvényében (a jelölések magyarázatát lásd a 14. ábrán)

Рис. 15. Зависимость амплитуд в вибросейсмическом методе от времени (условные обозначения см. на рис. 14.)

Fig. 15. Amplitude ratio vs. time in case of vibroseis signals. (Notions on Fig. 14.)

A mérési paraméterek tervezésének elvei

A vezérlő rezgés meghatározásának szempontjai a következők:

- A lehető legnagyobb felbontóképességre kell törekedni, azaz f_0 értékét minél magasabbra kell választani.
- Az elérhető legkisebb wavelet-szélességet kell használni az egymást követő reflexiók jó szétválasztása érdekében. Ez a követelmény D lehető legnagyobb értékével függ össze.
- Nagy jelelességre van szükség ahhoz, hogy a Klauder-wavelet saját jel/zaj-viszonya minél jobb legyen. Ez f_0/D minimális értékénél érhető el; gyakorlatban 2 oktávot átfogó vezérlő-rezgés kielégítő eredményeket ad.
- A jel/háttérzaj-viszony a sweep-hossz négyzetgyökével arányos, a sweep-hossz megduplázása tehát 1,41-szeres javulást eredményez.
- A vezérlő rezgés kezdő és befejező szakaszában csönkítést kell alkalmazni az amplitúdóspektrum Gibbs-féle oszcillációinak csökkentése érdekében. Ezzel a Klauder-wavelet saját jel/zaj-viszonya javítható. Az amplitúdócsönkítésnek a sweep-hossz 10%-át kell a tapasztalatok szerint kitennie. Túl rövid csönkítés (taper) ugyanis nem elég hatásos, a túl hosszú pedig a D csökkenését, a wavelet-szélesség növekedését, továbbá a jelelesség romlását eredményezi.
- A vezérlőrezgés frekvenciahatárai legyenek összhangban a mérőrendszer tagjainak frekvenciakorlátaival.
 Alsó korlátok: a vibrátor csúcserejének töréspontja, valamint az előerősítők, előszűrők és a geofonok torzítatlan átvitelének alsó határa. Fázistolások a korreláció miatt szintén nem engedhetők meg.
 Felső frekvencia-korlát: a mintavételi távolsággal összefüggő „antialiasing” szűrő.
- Fontos szempont, hogy a sweep frekvenciahatárai ne lépjék túl a területre jellemző talajátviteli függvény jól átérésztő szakaszának határait. Át nem vitt frekvenciák gerjesztése értelmetlen.

- h)* Törekedni kell arra, hogy a területre jellemző felszíni zavarhullámok spektruma ne fedje át a vezérlő rezgés spektrumát, azaz a sweep alsó határfrekvenciája legyen magasabb a zavarhullámok spektrumának csúcánál.
- i)* Külön figyelmet kell fordítani az első-, másod- és harmadrendű felharmonikusghostok kiküszöbölésére. Növekvő frekvenciájú rezgések esetén a ghostok gyakorlatilag nem zavaróak, csökkenő frekvenciájú rezgések esetén pedig a sweep-hossz megfelelő választásával a hasznos időtartományon kívülre helyezhetők.

A mérési elrendezés paramétereinek meghatározásához szükséges szempontok az alábbiak:

- a)* A geofoncsoportok bázistávolságának tervezésekor az elérhető jel/zaj-viszonyt, a kívánt felbontóképességet, a kutatás mélységintervallumát, a többszörös reflexiók csillapítását kell figyelembe venni.
- b)* A felszíni zavarhullámok, s a vibrátor-motoroktól eredő hanghullámok miatt lehetőleg nagy terítés – vibrációs-pont távolságot kell választani.
- c)* Az első beérkezéseket még a műszer-bemenet előtt a lehető legnagyobb mértékben csillapítani kell. Ez azt jelenti, hogy a geofoncsoportosítás paramétereinek meghatározásánál nemcsak a nagyintenzitású felszíni zavarhullámok, hanem az első beérkezések jellemzőit is figyelembe kell venni. A geofoncsoportokon belüli távolságokat az egyenletes szűrés érdekében a

$$d = \frac{1}{2K_{\max}}$$

szerint célszerű megválasztani, ahol a K_{\max} a szűrni kívánt legnagyobb hullámszámot jelenti.

- d)* A mérés gazdaságossága érdekében olyan vibrációs-pont-csoportosítást kell tervezni, amely a vibrátorok egyirányú (hátramenet nélküli) haladásával megvalósítható.
- e)* Ugyanakkor fontos, hogy a forrás és a vételi oldal csoportosítási paramétereik azonosak legyenek, mivel a legnagyobb csillapítási érték és vágási meredekség ezáltal érhető el. Ha gyakorlati okok ezt nem engedik meg, úgy a vágási pontok egybeesésére kell ügyelni, ami a csoport bázishosszak azonosságával érhető el.
- f)* Az egy felvétel készítéséhez szükséges vibrációk számát kísérleti mérésekkel lehet meghatározni. Itt mindig az elérni kívánt jel/zaj-viszony és a felvétel elkészítésére fordított idő optimumát kell keresni. Ez kutatási területenként nagyon változó lehet.

A felsorolt elvi és gyakorlati szempontok, valamint a szeizmikus mérések tervezésére vonatkozó, itt nem említett általános ismervek felhasználásával kell a vibroszeiz mérési metodikát kidolgozni.

Ennek gyakorlati kivitelezése egy tesztmérés sorozat végrehajtásával történik.

A mérés a következő lépésekből áll:

- a)* Felszíni zavarhullám mérés,
b) Sweep-frekvencia-vizsgálat,
c) Geofoncsoportosítási paraméterek vizsgálata,
d) Vibrátor-csoportosítási paraméterek vizsgálata,

- e) Sweep-hosszúság próbák,
- f) Sweep-szám vizsgálat,
- g) Növekvő és csökkenő frekvenciájú rezgések próbája, ghostok vizsgálata,
- h) Invertált sweep-próbák,
- i) Geofonbázisköz, csatornánkénti geofonszám meghatározása,
- j) Terítés – vibrátor-pont távolság meghatározása,
- k) Fedésszám értékének meghatározása.

A vázolt kísérletsorozat eredményei alapján a rutinmérési paraméterek meghatározhatók. Egy kísérletsorozat felvételeit mutatja be a jelen füzet másik cikke, mely a kőolajipari vibroszeizmikus méréseket tárgyalja.

* * *

A fenti rövid összefoglalásból látható, hogy a vibroszeizmika elvében, eszközeiben és módszertanában jelentős eltéréseket mutat az impulzusszeizmikához viszonyítva. Több mérési paramétert kell meghatározni, s a kutatási feladathoz, a terület adottságaihoz illeszteni.

Ugyanakkor látható az is, hogy a vibroszeiz rendszer eszközei az elvileg lehetséges paraméterválasztást korlátok közé szorítják. A vibrátorok például 6–124 Hz közötti rezgések generálását teszik lehetővé. Két oktávos rezgéseket véve alapul a legalacsonyabb frekvenciaintervallum 6–24 Hz, míg az alkalmazható legmagasabb 31–124 Hz-közé esik.

Igen nagy előny a rezgések kis energiasűrűsége, így közetroncsolásra nem fordítódik energia. Ez a tény egyben lehetővé teszi lakóházak, ipari létesítmények, termelő mezők berendezéseinek 5–10 m-re való megközelítését a károkozás veszélye nélkül.

A vibroszeizmikánál sem merül fel behatolási probléma. A vibrátorok keltette kis energia ellenére megfelelő jel/zaj-viszonnyal rendelkező felvételeket, illetve időszelvényeket lehet készíteni, melyek egyenértékűek a robbantásos szeizmikus szelvényekkel. Ezt a tényt szakirodalmi közlések és a hazai tapasztalatok is egyértelműen bizonyítják.

Gyakorlati előny, hogy a fűrészi-robbantási nehézségekkel rendelkező területeken a vibroszeiz módszer gond nélkül alkalmazható, ugyanakkor károkozási és környezetvédelmi szempontokból is kedvezőbb.

A vibroszeiz módszer általános értékelésénél figyelembe kell venni a jelgerjesztő eszközök bonyolultságát, viszonylag nagy karbantartási igényességét, a módszertani lehetőségek széles skálájával járó többletmunkákat.

Van a módszerrel kapcsolatos néhány olyan problémakör, melyeket a vonatkozó szakirodalom nem tárgyal, de tanulmányozásuk feltétlenül szükséges.

Ilyen például a harmonikus ghostok keletkezésének pontos mechanizmusa, melynek közelebbi megismerése eliminálásuk kulcsát adná a kezünkbe.

Másik fontos témakör a vibrátor-talaj kényszerrezgő rendszer rezonanciájának vizsgálata. A rezonanciafrekvencia 6–20 Hz közé esik, tehát általában beleesik a rutinmérésre használt rezgés frekvenciaintervallumába. A rezonanciafrekvencia közvetlen környezetében a rezgésamplitúdó nagyobb lesz, s a kereszt-korreláció eredményeként kapott Klauder-wavelet torzul, a rezonanciafrekvenciát emeli ki. Fokozhatja ezt a hatást a frekvencia-szelektív abszorpció is.

Mindezen témakörök vizsgálatára szükség van a vibroszeiz módszer hatékonyabb alkalmazása érdekében.

- [1] *Klauder, J. R., Price, A. C., Darlington, S., and Albersheim, W. J.*: The theory and design of chirp radars. The Bell System Technical Journal, Vol. 39, No. 4, July 1960.
- [2] *Conoco Geophysics* – the first fifty years. Houston, 1975, Continental Oil Company. (Kiadvány.)
- [3] *Crawford, J. M., Doty, W. E. N. and Lee, M. R.*: Continuous signal seismograph. Geophysics, Vol. 25, No. 1, Febr. 1960.
- [4] *Smith, N. and Heishusen, W.*: Selection of field recording parameters for the "Vibroseis" systems of seismic exploration. Continental Oil Company
- [5] *Sorkin, S. A.*: A method for reducing the effects of "Vibroseis" base plate distortion. Teledyne Exploration Company.
- [6] *Geyer, R. L.*: Vibroseis parameter optimization. Oil and Gas Journal, October 27, 1969.
- [7] *Anstey, N. A.*: Correlation techniques – A review. Geophysical Prospecting, Vol. 12, No. 4, December 1964.
- [8] *Seriff, A. J. and Kim, W. H.*: The effect of harmonic distortion in the use of vibratory surfaces. Geophysics, Vol. 35, No. 2, April 1970.
- [9] *Krey, Th.*: Remarks on the signal to noise ratio in the Vibroseis system. Geophysical Prospecting, Vol. 17, No. 3, September 1969.
- [10] *Gurbuz, B. M.*: Signal enhancement of vibratory source data in the presence of attenuation. Geophysical Prospecting, Vol. 20, No. 2, June 1972.
- [11] *Geyer, R. L.*: The Vibroseis system of seismic mapping. Journal of the Canadian Society of Exploration Geophysicists. Vol. 6, No. 1, October 1970.
- [12] *Goupillaud, P. L.*: Signal design in the "Vibroseis" technique. Geophysics, Vol. 41, No. 6, December 1976.
- [13] *Erlinghagen, L.*: Das Vibroseis-Verfahren und seine Anwendung in der Molasse. Prakla-Seismos.
- [14] *Erlinghagen, L.*: Zwölf Jahre Vibroseis bei Prakla-Seismos. Technische Entwicklung und Anwendung, Hannover, 1975, Prakla-Seismos.
- [15] *Geyer, R. L.*: Catalog of Klauder-wavelets. Tulsa, 1972. Seismograph Service Corporation.
- [16] *Maass, H. W.*: Das „Vibroseis“-System als optimales Laufzeit-Verfahren. Erdöl und Kohle, Erdgas, Petrochemie, 17. Jahrgang, Nr. 11. 1964.

Egyesületi hírek

A XXIII. Geofizikai Szimpózium Várnában, 1978. október 4–7.

A XXIII. Geofizikai Szimpóziumot 1978. október 4–7. között Várnában rendezték. A résztvevők száma 450 volt, ebből 76 magyar. Összesen 69 előadás hangzott el (65 a népi demokratikus, 4 a nyugati országok résztvevőitől). Az előadások megoszlása nemzetek szerint: Bulgária 19, Magyarország 11 (egyet ebből nem tartottunk meg, de a kiadványban megjelenik), NDK 10, Lengyelország 8, Csehszlovákia 10, Szovjetunió 7, Jugoszlávai – USA – Franciaország – NSZK 1 – 1.

A szimpóziummal egyidejűleg műszerkiállítás is volt 4 népi demokratikus és 6 nyugati kiállítóval.

Első ízben sikerült elérni azt, hogy a bejelentett előadások szövegeinek legalább is nagy része előre megjelent, és a résztvevők rendelkezésére állt már a szimpózium alkalmával. A kötet 51 előadás szövegét tartalmazza. Az időben be nem érkezett dolgozatokat majd egy második kötetben közlik.

T. G.

A vibrátor

ERŐSS SÁNDOR

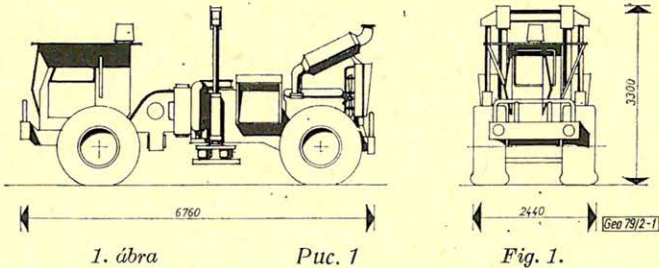
A cikk ismerteti az OKGT GKÜ és az ELGI által beszerzett Failing-Y-1100-CC típusú vibrátorokat és a vibrátorok hidraulikus üzemű BIRDWAGEN típusú hordozó járműveit.

В работе описываются вибраторы типа Failing-Y-1100-CC, приобретенные. Предприятием геофизической разведки Трестом нефтяной и газовой промышленности и Геофизическим институтом, а также автомашин с гидравлическим управлением типа BIRDWAGEN, на которых установлены вибраторы.

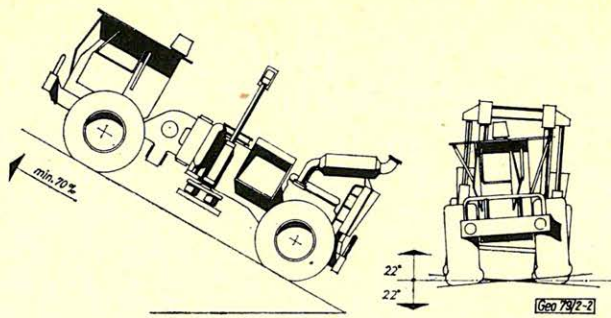
The article acquaints with the FAILING-Y-1100-CC vibrators and the hydraulically operated BIRDWAGEN type carrier vehicle, bought by OKGT GKÜ and ELGI.

A vibrószeiz eljárás technikai berendezéseinek legjellegzetesebb egységei a rezgékeltők, a speciális hordozó járművekre épített vibrátorok.

A hordozó jármű – a BIRDWAGEN – kialakításánál a konstruktőröket láthatóan az a cél vezette, hogy az a legnehezebb terepviszonyok által támasztott követelményeknek is megfeleljen (1. ábra). A jármű így elsősorban terepjáró, de rendelkezik mindazokkal a járműtechnikai berendezésekkel, melyek a közutakon való biztonságos haladáshoz szükségesek. A kitűnő terepjáró-képességet szolgálják a nagy átmérőjű és felfekvőfelületű gumiabroncsok, az alváz és vezető-



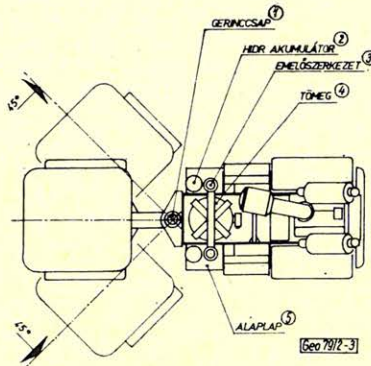
fülke robusztus kialakítása, az összkerék-hajtás lehetősége, a gerinccsapos összekötésű tagolt vázszerkezet, mely lehetővé teszi a mellő és hátsó váztagok vízszintes síkban egymáshoz képest történő elcsavarodását (2. ábra). Ennek a vonóerőkifejtés szempontjából van nagy jelentősége, mivel így egyenetlen terepen is megvan a kerekek tökéletes kapcsolata a talajjal. A gerinccsap körül történik a jármű kormányzása is. A kormányzást végző hidraulikus munkahengerek segítségével a mellő váztag mindkét oldalra 45°-ban tud elfordulni a hátsóhoz képest (3. ábra). Ez igen kedvező fordulókör-átmérőt eredményez (13 m). A jó terepjáró-képességet segíti elő a kedvezően alacsony súlyponthelyzet is, melyet a hidraulikus járműhajtás tesz lehetővé azért, hogy itt nincsenek meg a hagyományos erőátviteli szerkezetek (nyomatékváltó, felezőmű, kardántengely, differenciálmű), és ez lehetővé tette a nagy tömegű Diesel-motor „besüllyesztését” a hátsó kerekek közé.



2. ábra

Рис. 2

Fig. 2.



3. ábra

1. Gerincsap, 2. Hidroakkumulátor, 3. Emelő szerkezet, 4. Tömeg, 5. Alaplap

Рис. 3

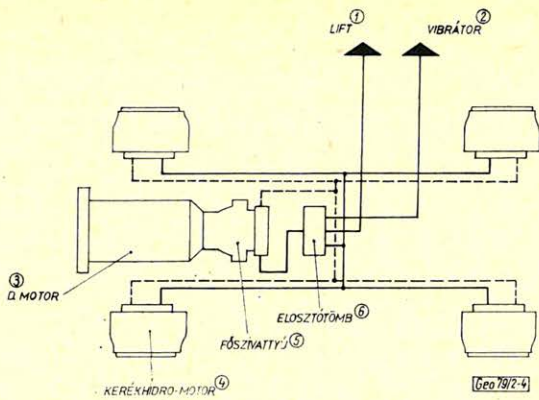
2 - Гребенная цапфа; 2 - Гидроаккумулятор; 3 - Подъемное устройство; 4 - Груз; 5 - Базовая плита

Fig. 3.

1. Main bearings, 2. Hydraulic accumulator, 3. Lift system, 4. Mass, 5. Base plate

Az elmondottak mellett a jármű fő jellegzetessége abban áll, hogy gyakorlatilag minden lényeges funkciót hidraulikusan működtetett szerkezeti elemek valósítanak meg. A járműhajtás sematikus rajza a 4. ábrán látható.

A fő energiaforrás egy V 8 hengeres 9,3 liter összlökettérfogatú, 174 kW/1800 min. teljesítményű kétütemű Detroit Diesel-motor. A motor üzembiztonság, illetve élettartamnövelés céljából olyan berendezéssel van ellátva, mely a kenési vagy hűtőrendszerben bekövetkező üzemzavar esetén a vezetőtől függetlenül megszünteti a levegő- illetve üzemanyagellátást, így a motor üzemét megszakítja. Ezt egyébként a jármű vezetője is megteheti, a vezetőfülkében egy erre a célra szolgáló „vészleállító-gomb” segítségével. Az erőforrás üzemi körülményeit tekintve mint stabil motor működik és ez általában kedvező élettartam-alakulást jelent. Ezt látszik igazolni az a tény, hogy az ELGI gépein az eddig eltelt közel három éves üzemelés során komolyabb megbontást igénylő motorprobléma nem volt.



4. ábra

1. Emelő (Lift), 2. Vibrátor, 3. Diesel-motor, 4. Kerékhidromotor, 5. Főszivattyú, 6. Elosztótömb

Рис. 4

1 - Подъемник; 2 - Вибратор; 3 - Дизельный двигатель; 4 - Гидродвигатель; 5 - Передний насос; 6 - Распределительный блок

Fig. 4.

1. Lift, 2. Vibrator, 3. Diesel Engine, 4. Hydraulic Wheel Motor, 5. Main Pump, 6. Manifold Block

A motor főtengelyéhez közvetlenül kapcsolódik a főszivattyú, mely biztosítja a kellő mennyiségű és nyomástartalmú olajat az egyes hidraulika-körökhöz. Az axiáldugattyús szivattyú folyadékcszállítása változtatható, legnagyobb értéke 520 lit/min., 1800 min⁻¹ ford. számon. Az elérhető legnagyobb nyomás 350 kp/cm². A berendezések normál üzemi nyomása 210 kp/cm². A szivattyú működésének érdekessége, hogy a kívánt üzemi nyomás hidraulikus távműködtetéssel előre beállítható. Az így beállított értéken belül a szivattyú a mindenkori terhelésváltozást érzékelve automatikusan változtatja a szállított folyadék mennyiségét.

A szivattyú „nyomóága” egy elosztótömbön keresztül három fő hidraulikus kört táplál:

- járműhajtás,
- vibrátorrendszer,
- emelőrendszer.

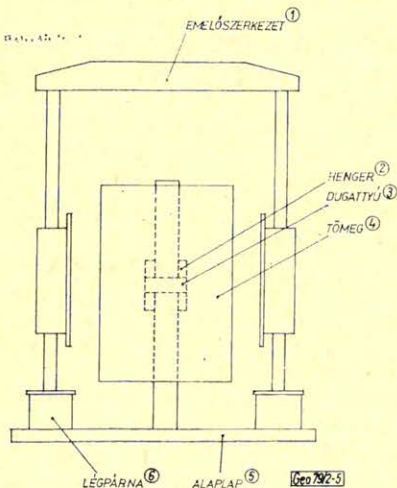
A jármű hajtása a kerekbe épített változtatható forgásirányú kétsebességű radiáldugattyús hidromotorok segítségével történik. A motorok a svéd Hägglunds gyár termékei. A járműhajtás hidraulikus köre olyan kialakítású, hogy módot nyújt a mindenkori terepviszonyoknak megfelelő optimális sebesség/nyomaték viszony megválasztására. Az erre a célra szolgáló előválasztó karokkal – ugyancsak hidraulikus úton – változtatható a haladási sebesség 36, 18 és 9 km/óra értékre. Az utóbbi sebességnél a jármű összkerekhajtás üzemmódban halad, tehát a vonóerő-kifejtés maximális. A hidraulikus hajtás igen kedvező fékhatást is eredményez, ami azt jelenti, hogy az olajáramlás részleges vagy teljes megszüntése a hidro-motorok felé intenzív járműlassulást eredményez. Termé-

szetesen megtalálható a járművön a hagyományos légfékrendszer is, melynek főleg rögzítő szerepe van, de mint üzemi fék „ráségít” a hidraulikus rendszer fékhatására. Ennek különösen nagy meredekségű lejtőn való haladásnál van jelentősége. A légfékek a két mellső kerékre hatnak.

A jármű vezetése a borulásvédő merevítőkkal és bordázattal ellátott, fűthető, illetve légkondicionálható vezetőfülkéből történik. A vezetés a sebesség előválasztása után mindössze egy pedál lenyomásával történik. Ha ehhez hozzávesszük, hogy a tisztán hidraulikus úton működő kormánymű szinte egy ujjal történő kormányzást tesz lehetővé, elmondható, hogy a 13 tonna összsúlyú jármű vezetése minimális fizikai erőfeszítést igényel. A biztonságos üzemhez hozzátartozik a beépített ellenőrző műszerek folyamatos figyelése és a szükség szerinti gyors, szakszerű reagálás üzemzavar bekövetkezése esetén. Ez a teljes rendszer és a szerkezeti funkciók tökéletes ismeretét teszi szükségessé. A vezetőfülkében található az az elektronikus egység is, mely a vibrátor üzeméhez szükséges. A jármű méretei az 1. ábrán láthatók.

A közel 4000 kp összsúlyú vibrátor – a tulajdonképpeni rengéskeltő berendezés – a hordozó jármű hossztengegyében helyezkedik el és az emelőrendszeren keresztül kapcsolódik a jármű vázszerkezetéhez (3. ábra). Az emelőrendszer hidraulikus munkahengerei segítségével süllyeszthető a talajra, illetve emelhető fel onnan a vibrátor egység (5. ábra). A vibrátor talajra történő leeresztésekor a hordozójármű felemelkedik a talajról és „ráül” az alaplagra, mintegy leszorítja azt (6. ábra).

A vibrátor hidraulikus munkahengere egy közel 2 tonna súlyú tömeg tengelyvonalában van. A tömeg le-felmozgatásából származó reakcióerő és a már említett leszorítóerő mindenkori előjelhelyes összegződéséből jön létre és adódik át az alaplapon keresztül a talajra egy változó nagyságú rengéskeltő erő. A vibrátor által kibocsátható erő nagysága a hidraulikus munkahenger hasznos felületének és az üzemi nyomásnak a szorzatából adódik. Ennek legnagyobb értéke a $c s u c s e r \bar{o}$, mely esetünkben 12,355 Mp. A csúcserő-görbe a frekvencia függvényében a 7. ábrán látható. A hatékony energiaközlés tökéletes kapcsolatot igényel az alap



5. ábra

1. Emelőszerkezet, 2. Henger, 3. Dugattyú, 4. Tömeg, 5. Alaplap, 6. Légpárna

Рис. 5

1 – Подъемное устройство; 2 – Цилиндр; 3 – Клапан; 4 – Груз; 5 – Базовая плита; 6 – Воздушный колокол

Fig. 5.

1. Lift system, 2. Cylinder, 3. Piston, 4. Mass, 5. Base plate, 6. Air Bag

6. ábra
1. Tömeg, 2. Alaplap, 3. Légpárna

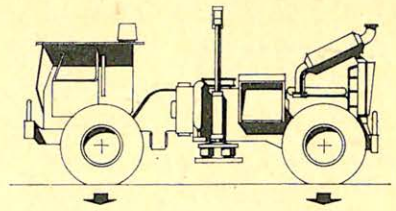
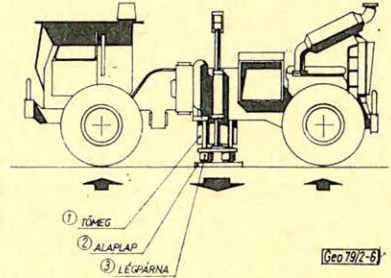
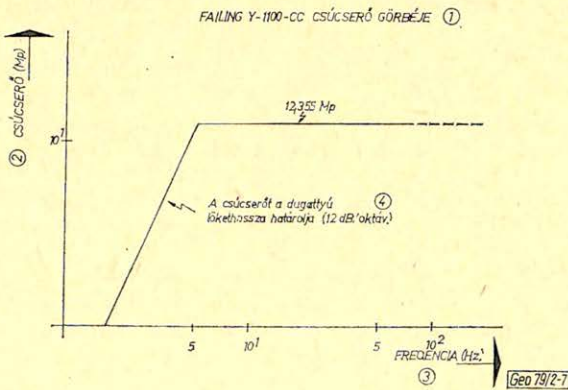


Рис. 6
1 - Груз; 2 - Базовая плита; 3 - Воздушный колок

Fig. 6.
1. Mass, 2. Base Plate, 3. Air Bag



és a talaj között. Ennek feltétele, hogy a leszorító min. 1,5-szer nagyobb legyen a csúcsernél. Adott járműsúly esetén ez a feltétel egyben határt is szab a kiadható energia nagyságának. Lényeges követelmény továbbá az, hogy a leszorító-súly (tehát a jármű) kellően izolált legyen a rengéskeltő egységtől. Ellenkező



7. ábra

1. Failing - Y - 1100 - CC típusú vibrátor csúcserő-görbéje 2. Csúcserő (Mp) 3. Frekvencia (Hz),
4. A csúcserőt a dugattyú lökethossza határozza (12 dB/oktáv)

Рис. 7

1 - График пиковой силы вибратора типа Failing - Y - 1100 - CC; 2 - Пиковая сила (Mp)
3 - Частота (гц); 4 - Икивовая сила ограничивается длиной хода клапана (12 дБ на октаву)

Fig. 7

1. Peak Force Curve of the Vibrator Failing - Y - 1100 - CC, 2. Peak Force (Mp), 3. Frequency;
(Hz), 4. The peak force is limited by the displacement of the piston (12 dB/octave)

esetben ugyanis a vibrátor kimenő energiája a leszorítószilyt mozgatná, ahelyett, hogy a talajba adódna át. Ennek érdekében a vibrátor-egység nagyméretű légpárnákon keresztül csatlakozik az emelőrendszerhez, illetve a járműhöz (5., 6. ábrák).

A vibrátor vezérlésének leglényegesebb része a szervohidraulikus szelep. Feladata, hogy az elektromos jel formájában érkező „parancs” szerint hidraulikus úton vezérelje a munkahengert magában foglaló tömeg fel-lemozgását. A tömeg kívánt függőleges mozgása úgy jön létre, hogy a szervó-szelep a hozzáérkező váltakozó előjelű elektromos jel (sweep-signal) hatására a munkahengerben levő dugattyú alatt, illetve fölött levő hengertérbe juttatja váltakozva a nagynyomású olajat.

A tömeg vibrációs mozgása előre meghatározott és beállított paraméterek szerint történik. Annak érdekében, hogy a folyamat tökéletesen ezek szerint játszódjon le, olyan érzékelő-jelátalakító szerkezetek vannak a rendszerbe beépítve, melyek egyrészt a szervó-szelep működéséről, másrészt az alaplap, illetve a tömeg gyorsulásáról adnak folyamatos visszacsatoló jeleket. Ezek a jelek a vezérlő elektronikus egységbe jutnak, ahol hatásukra folyamatosan és a megfelelő irányban módosul a kimenő vezérlő jel. Ez a gépen belüli zárt információs lánc, valamint a műszerkocsival meglévő folyamatos rádió-kapcsolat biztosítja a mérővonalban együtt dolgozó gépek tökéletesen szinkronizált működését, mely a kibocsátható kellő nagyságú energia alapfeltétele.

A széles frekvenciahatárok között létrejövő vibrációs mozgás igen nagy megterhelést jelent a hidraulikus rendszerre. Ilyen mozgást csak nagyon finom, kis reakcióidejű vezérlő szelepekkel lehet megvalósítani. Ez a rendszer nagyfokú tisztaságot és stabil üzemi körülményeket igényel. A gyors szelepnnyitás-zárásból adódó káros nyomáslengések elkerülése érdekében a rendszerbe hidraulikus akkumulátorok vannak beépítve. Ezek simító hatásukon kívül a tartalék energiaforrás szerepét is betöltik esetleges üzemzavar bekövetkezésekor.

A jármű és a vibrátor együttesen igen magas technikai színvonalat képvisel, melyet az is bizonyít, hogy a gyártók mind hidraulikus, mind elektronikus téren felhasználták az úrhajózási technika számos szerkezeti elemét. Ez jól felkészült, széleskörű ismeretekkel rendelkező technikai személyzetet igényel, mert a berendezések hatékonysága elsősorban üzembiztonságuktól függ.

A vibrátor vezérlése

APOR LÁSZLÓ, NÉMETH GÉZA

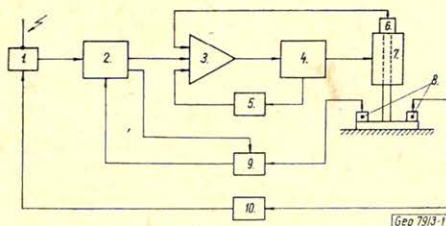
A cikk ismerteti az OKGT GKÜ és az ELGI által vásárolt Faling - Y - 1100 - CC típusú vibrátornak a Pelton Company által kidolgozott Advance I. Model 2. típusú vezérlő és szabályozó rendszerét.

В работе описывается система управления и регулирования типа Advance I, Модель 2, разработанная фирмой Pelton Company для вибратора типа Faling - Y - 1100 - CC, приобретенного Предприятием геофизической разведки Треста нефтяной и газовой промышленности и Геофизическим институтом им. Эвеша.

This paper acquaints with the Advance I. Model 2. control system of the vibrator units bought by OKGT GKÜ and ELGI. The control system was manufactured by Pelton Company.

A vibrátor Erőss Sándor által ismertetett hidraulikus rezgő-rendszerét elektromos jelek vezérlik és szabályozzák. Ezt az elektromos vezérlő és szabályozó rendszert a Pelton Company (Ponca City; Oklahoma) dolgozta ki és gyártja (1. ábra).

A vibrátor elektromos meghajtójelét, a sweep-et digitális generátor szolgáltatja.



1. ábra. A vibrátor vezérlés tömbvázlata

1. Rádió, 2. Sweep-generátor, 3. Összegző erősítő, 4. Szervoszelep, 5. szelep visszacsatolás, 6. Tömeg visszacsatolás, 7. Rezgő tömeg, 8. Gyorsulásmérők, 9. Fázis korrektor, 10. Sweep modulátor

Рис. 1

Схема управления вибратором

1 - Радио; 2 - Генератор развертки; 3 - Усилитель суммирования; 4 - Сервоклапан; 5 - Обратная связь клапана; 6 - Обратная связь груза; 7 - Вибрирующий груз; 8 - Измерители ускорения; 9 - Корректор фаз; 10 - Модулятор развертки

Fig. 1. Block diagram of the vibrator control

1. Radio, 2. Sweep generator, 3. Summing amplifier, 4. Servo valve, 5. Valve feedback, 6. Mass feedback, 7. Shaker assembly, 8. Accelerometers, 9. Phase corrector, 10. Sweep modulator

- A sweep-jel – mikrokapcsolók segítségével állítható – paramétereit:
- kezdő frekvencia; 1 Hz – 12 Hz-ig állítható 1 Hz-es lépésekben;
 - a frekvenciaváltozás sebessége; $1/8 \frac{\text{Hz}}{\text{sec}} - 17 \frac{7}{8} \frac{\text{Hz}}{\text{sec}}$ -ig állítható $1/8 \frac{\text{Hz}}{\text{sec}}$ -os lépésekben;
 - frekvenciaváltozás iránya (időben növekvő, vagy csökkenő frekvencia);
 - a sweep jel időtartama; 1 sec – 32 sec-ig terjedhet, 1 sec-os lépésközzel.

A digitális vezérlő-jel analóggá konvertálva jut az elektromechanikus jel-átalakítóra, amelyben az elektromos jelből elmozdulás lesz, majd ez az elmozdulás egy differenciál-fűvókás jelátalakító után nyomáskülönbséggé válik. A nyomás-jel hidraulikus teljesítményerősítés után az alaplemezen keresztül jut a talajba, amint ez a vibrátorvezérlés tömbvázlatából látható. A jelátalakítást és a hidraulikus jel erősítést a szervoszeleppel jelzett egység, míg a hidraulikus vég-erősítést a rezgő tömeggel jelzett fokozat végzi.

A hidraulikus erősítők megfelelő működéséhez állapotjelző jeleket kell a meghajtó jelhez hozzáadni, hogy a dugattyús hidraulikus erősítők ne két véghelyzetükig legyenek kivezérelve. A visszacsatolásokat, mellyel a rendszer stabil működését beállítjuk, egyrészt a rezgő tömegről vesszük (ez az ún. elmozdulásjel, amit a talajba bocsátunk), másrészt a szervoszelep hidraulikus előerősítője ad visszacsatoló jelet, mely 90°-os fázistolással rendelkezik az elmozdulásjelhez képest (ez az ún. sebességjel). A visszacsatoló jelekkel arányos feszültséget állítanak elő a visszacsatoló hálózatok. Ezeket a feszültségjeleket egy összegző erősítő adja össze a sweep-generátor analóg jelével.

A vibrátor elektronikus és hidraulikus áramköreinek átviteli karakterisztikával jellemezhető fázistolása van. Ezt az ismert fázistolást elektronikus áramkörök kompenzálják a rendszerben. Az alaplemez-talaj-csatolásnál azonban a földbe jutó sweep-jelet további módosulások érhetik. Ez a torzulás a felharmonikusok megjelenéséhez, illetve felerősítéséhez vezet. A felharmonikus-tartalom korrelációs zavarjeleket okoz a felvételben. Ezen zavarjelek eliminálására gyorsulásmérővel érzékeljük a talajba betáplált jelet és egy fáziskorrektor-áramkör segítségével úgy módosítjuk a generált sweep-et, hogy az alaplemezen az ideális sweep-jelet kapjuk. A helyes fáziskövetés 4–5 sweep-ciklus lezajlása után áll be. A fáziskövetés érzékenysége nagyobb, ha a sweep frekvenciaváltozása negatív. Ezért a gyakorlatban időben csökkenő frekvenciájú, ún. down-sweepet használnak. Mivel a vibroszeiz mérési gyakorlatban több (3–4) vibrátor működik egyidejűleg, fontos, hogy a startjel azonos időben indítsa a vibrátorokat. A startjelet a felvevő műszerkocsi adja ki rádióan. A vibrátorok ezt a binárisan kódolt jelet dekódolják és indítják saját sweep-generátorukat. Ez a „kódolt-start”-rendszer biztosítja a vibrátorok egymással és a felvevő műszerrel való „együttlétét”. A vibrátorok egyidejűségének és fázishelyes működésének a vizsgálatára külön ellenőrző rendszer szolgál. A felvevő műszer veszi a vibrátorok talajba küldött jelét, amelyet gyorsulásmérő detektál, és keresztkorrelációs műveletek segítségével kiértékeli azokat. A kapott regisztrátum egyértelmű képet ad a vibrátorok identitásáról.

A CFS—1—SD—10/21 szeizmikus berendezés ismertetése

HALMOS PÉTER, NÉMETH GÉZA

A cikk ismerteti az ELGI által üzembehelyezett CFS—1—SD—10/21 jelzésű terepi vibroszeiz műszerét, amely Texas Instruments és ELGI gyártmányú részekegységekből épül fel, és jellemzi a korszerű számítógép-vezérelt terepi adatgyűjtő rendszereket.

В работе описывается введенная в эксплуатацию Геофизическим институтом им. Этвета полевая вибросейсмическая аппаратура типа CFS—1—SD—10/20, построенная с использованием блоков производства Texas Instruments и Геофизического института, соответственно. Дается характеристика современных полевых систем сбора данных, управляемых ЭВМ.

The article acquaints with the CFS—1—SD—10/21 type field vibroseis equipment put into operation by ELGI. The equipment built up of Texas Instruments and ELGI made parts characterizes the data acquisition systems controlled by computer.

A Magyar Geofizika XIV. évf. 5-6. számában közölt szeizmikus digitális berendezés gondolatmenetét követve kerül ismertetésre egy számítógép-vezérelt terepi adatgyűjtő rendszer.

A Texas Instruments által forgalomba hozott CFS—1 (Computerised Field System) jelzésű vibroszeiz műszer adatfeldolgozó és vezérlő egységeinek megvásárolhatóságával, valamint az ELGI-ben folytatott digitális műszerfejlesztési gyakorlat felhasználásával lehetőség nyílt egy komplett vibroszeiz műszer építésére, ill. terepi üzembe helyezésére (1976).

Kövessük végig a geofoncsoportok által érzékelt sweep-alakú jelsorozatok útját a berendezés egységeinek tükrében. Így képet nyerhetünk a berendezés részegységeiről, azok funkciójáról, valamint a teljes berendezés szervezéséről. E kép választ ad a software jellegű irányítás szükségességére terepi viszonyok között is.

A műszer bemeneti egységét egy lassan hagyományosnak nevezhető szeizmikus digitális berendezés (analóg előerősítő, kisjelű multiplexer, gyors bináris erősítésszabályozó és A/D konverter) alegységeiből álló vezérelt adatgyűjtő és formálóként jellemezhetjük, melynek specifikációja megegyezik az SD—10/21 jelű műszerével.

A digitalizált jelek tömege különböző konverziókon keresztül (controller), kívülről szabályozható normalizációkkal (ATP) kerül átmenetileg (disc) rögzítésre. E digitalizált információtömeg szinte tetszőleges mennyiségben használható fel, mely lehetővé teszi a vibroszeiz eljárásnál beérkező gyenge jel/zaj-viszonyú adatok minőségének nagyfokú javítását. Vagyis a precízen ismételtető csekély energiaszintű gerjesztésből adódó, de mindig azonos időben és fázisban beérkező hasznos jel az összegzéssel szinte kibújik a zajból. Így különböző súlyozásokkal, normalizációs közelítésekkel (diversity stacking) még

extrém körülmények között is viszonylag kis számú ismétléssel előállítható a jól korrelálható hasznos információ.

A felvételek halmozással összegződnek két lépésben. Az első felvétel az ismeretett úton az első diszken tárolódik addig, amíg el nem indítjuk a második felvételt. Ekkor az első felvétel automatikusan átróódik a második diszkre. Innen kerül a hardware-összegzőbe (ATP) a második felvétellel egyidőben (on-line üzem). Az első összegfelvétel az első diszken rögzítődik. A harmadik felvétel indításakor az összeg átróódik a második diszkre, majd az összegzőbe kerül, ahonnan a harmadik felvétellel összeadódva ismét az első diszken jelenik meg a már halmozott összegfelvétel. Tehát n számú összegzés esetén az első diszken n számú összeg van, míg a második diszken $n - 1$ számú került rögzítésre.

Fentiek szerint lehetőség van arra, tekintve az összegzés két lépését, hogy bármelyik összetevő felvételt menet közben töröljük, ill. megismételhetjük.

Az elfogadott eredő összegfelvétellel a következő lépésben elvégezhetjük a korrelációt, melynek időigényes részét egy speciális hardware-egység (array transform processor) végzi nagy sebességgel (off-line üzem).

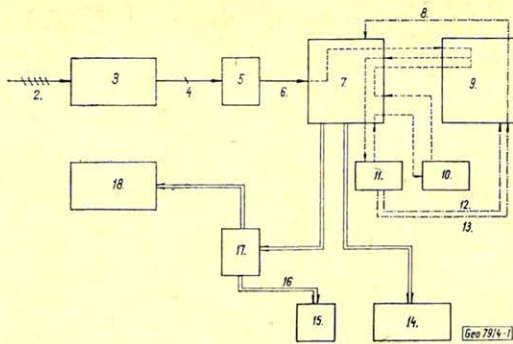
A korrelációhoz szükséges referencia előállítására két lehetőség van, egyrészt software-úton, másrészt a vibrátorelektronikában használt digitális sweep-generátor alkalmazása útján. Jelen gyakorlatban az utóbbit használjuk. A bemeneti egység segédcsatornáját geofoncsatornává átalakítva a veszélyes fázistolások kiküszöbölésével jóminőségű referencia vihető be a rendszerbe.

A korreláció elvégzése után rendelkezésre áll a korrelált felvétel, az optimalizált összeg-felvétel, valamint a korreláló referencia-sweep. Így hiba esetén a korreláció megismételhető addig, amíg a diszkeket nem töröljük. Lehetőség van az összegfelvétel szalagra történő kiíratására, ill. visszavitelére a rendszerbe. A diszkek törlése automatikusan történik, ha a következő felvételsorozat megindításával egyidőben a megelőző felvételt rögzítjük a mágnesszalagos egységen. A mágnesszalagra történő felírással egyidőben lehetőség van a fotoregisztrálással hagyományos szeizmogramot készíteni. Működés van különböző visszajátszási üzemmódokkal a terepen közvetlenül vizsgálni egy-egy adott felvételt.

Természetesen a leírt folyamat lineáris szervezésben is elképzelhető a részegységek egyszerű egymásba kapcsolásával, azonban nem ilyen egyszerű a helyzet. Nem csupán a vezérlést kell megoldani, hanem az üzem közbeni helyes működést is ellenőrizni kell folyamatosan, valamint a gazdaságos üzemeltetést, az idővel történő takarékoságot is biztosítani kell egy többszintű, de egyidejű szervezéssel. Figyelembe kell venni a nagyszámú változtatható üzemi paraméterekkel történő operációt, mely közvetlen úton rendszerint nehézkes. E megfontolások alapján egyértelműen szükségessé vált a programozható számítógéppel történő vezérlés alkalmazása. Így kapott helyet a berendezésben a Texas Instruments által gyártott R 980 A típusú terepálló, gyors és kifizetéses computer (Central Processing Unit).

Az 1. ábra mutatja az elmondottak szerinti adatáramlás folyamatát. A 2. ábrán a jelenleg működő kibővített adatgyűjtő és megjelenítő teljes rendszer látható a számítógépes szervezettség szemszögéből.

Megfigyelhető, hogy a számítógép (CPU) gyors memóriáhozáférési lehetősége (direct memory acces chanel) ki van bővítve egy hétállású kapcsolóval (direct memory acces port expander), mely biztosítja a kapcsolódó perifériák szinte egyidejű vezérlését, ellenőrzését, valamint az igen gyors adatátvitelt. Van a számítógépnek két lassabban működő, közvetett memória-hozzáférési csator-



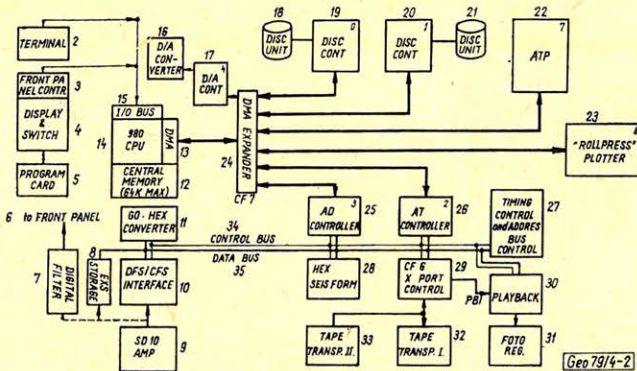
1. ábra. Az adatgyűjtés és rögzítés útvonalai

2. 24+1 csatornás analóg jelmemenet, 3. Adatgyűjtő és formáló, 4. Digitalizált és multiplexált jelsorozat, 5. Adat konvertáló, 6. 32 bites lebegőpontos adatsorok, 7. Számítógép, 8. Korrelált felvétel, 9. Tömbprocesszor, 10. Mágneslemez tároló, 11. Mágneslemez tároló, 12. Referencia sweep, 13. Az összegzett felvétel, 14. Szelvényíró, 15. Fotoregisztráló, 16. Analóg jel, 17. Adat konverter, 18. Mágnesszalagos egység

Рис. 1 Пути сбора и записи данных 2 - 24+1-каналный вход аналоговых сигналов; 3 - Устройство сбора и формирования данных; 4 - Серия кодированных и мультиплексированных сигналов; 5 - Преобразователь данных; 6 - Серии 32-разрядных данных с плавающей запятой; 7 - ЭВМ; 8 - Коррелированная запись; 9 - Блочный процессор; 10 - Накопитель на магнитный диск; 11 - Накопитель на магнитный диск; 12 - Эталонный свип; 13 - Суммарная запись; 14 - Графопостроитель; 15 - Фоторегистратор; 16 - Аналоговый сигнал; 17 - Преобразователь данных; 18 - Накопитель на магнитную ленту

Fig. 1. The scheme of the data acquisition and recording

2. Analog signal input: 24+1 channels, 3. Data acquisition and formation, 4. Digital and multiplexed signal array, 5. Data converter, 6. 32 bits floating point data, 7. Computer, 8. Correlated record, 9. Array transform processor, 10. Disc, 11. Disc, 12. Reference sweep, 13. Summarised record, 14. Plotter, 15. Photorecorder, 16. Analog signal, 17. Data converter, 18. Magnetic tape recorder



2. ábra. Az adatgyűjtő rendszer számítógépes szervezése

Рис. 2. Управление системой сбора данных ЭВМ

Fig. 2. Computerized organization of the data acquisition system.

nája is (input/output). Ezekon keresztül egyrészt a kezelőlapon (control panel) levő kapcsolókkal, másrészt az írógép (Silent 700 Electronic Data Terminal) segítségével avatkozhatunk be a vezérlési folyamatba, ill. állíthatjuk be a szükséges üzem módot.

A kezelőlapon a hagyományos működtetéstv égezhetjük el (indítás, felvétel-visszajátszás, keresés stb.), valamint a programkiválasztást is. Folyamatosan megfigyelhetjük a működést hibalámpák és számkijelzők segítségével (display).

A kazettás magnetofonnal kiegészített írógépnek több funkciója is van. Az üzem közben fellépő hibaiüzeneteket írásban megjeleníti, a hibás üzemeltetésre vonatkozó felszólításokkal együtt. Rögzíti az elvégzett adatgyűjtés módját és paramétereit (terepi mérési jegyzőkönyvet ír automatikusan). Kíráthatók a berendezés software-jének jellemző listái és változtatható paramétereit, melyek átírhatók. A berendezés ellenőrző programjainak futtatásakor az „ember – gép – ember” kapcsolat angol nyelven megvalósul. A kazettás magnetofon segítségével rögzíthető minden, ami az írógépen megjelenik, valamint adatok és programcsomagok be- és kivihetők direkt úton a számítógép memóriájából.

A rendszer software-jét a Texas Instruments szállítja, mely 86 programból áll. A terepi mágnesszalagos egység segítségével vihető be az ún. „master tape”-ről, mely az egyik diszken rögzítődik, ahonnan ismételtén kijátszható (software kópia készítése). A programcsomag alkalmazásához egy ún. „monitor program” is tartozik, mely hosszú időn keresztül megőrizhető a számítógép saját memóriájában is a berendezés időszakos üzemeltetésétől függetlenül.

A berendezés terepi üzemeltetésével párhuzamosan különböző továbbfejlesztési feladatok is végrehajtást nyertek. Így került sor az ELGI által fejlesztett és gyártott szelvényíró (plotter) és egy második számú mágnesszalagos egység illesztésére; egy rádiós úton történő vibrátorvizsgáló és egy geofon-fázistolását kompenzáló egység is kiegészíti a terepi szeizmikus műszerkomplexumot.

Az üzemeltetéshez szükséges valamennyi egység légkondicionált (Coleman Mach III. típusú hűtő-fűtő készülék) kabinban helyezkedik el, mely nagyteljesítményű terepjáró gépkocsira (ZIL 131) van szerelve. A berendezés valamennyi egységét egy stabil 110 V 60 Hz-es diesel-meghajtású (ONAN típusú) generátor táplálja, mely a hordozó járműre van szerelve. Így biztosítva van tetszőlegesen hosszú folyamatos üzemeltetés lehetősége. A berendezés speciális szerkezeti felépítése és szerelése megengedi az üzem közbeni terepi mozgást. A berendezés viszonylag bonyolult felépítése ellenére kevés karbantartást igényel, valamint kezelése rendkívül kényelmes.

A berendezés fő jellemző paramétereit:

- 24 szeizmikus csatorna,
- 1 referencia sweep csatorna,
- analóg erősítő és szűrő készlet,
- 2 msec-os mintavétel,
- lebegőpontos bináris erősítésszabályozás,
- maximálisan 999 számú halmozott összeg készíthető,
- maximális sweep + geofizikai felvételhossz 16 sec.,
- összegzés módja: vertikális stacking,
diversity stacking,
- korrelációs sebesség átlagban 25 sec.,

multiplexált adat ki- és bevétel mágnesszalagról,
szalagformátum: IFP – 21 TRACK – TIAC,
egy átlagos korrelált felvétel időigénye kb. 5 – 8 perc.

Az R 980 A számítógép jellemzői:

szervezése: 16 bites szóhossz,
kettes komplementis aritmetika,
8 címezhető regiszter,
egyszintű indirekt címzés;
üzemi adatok: 4 MHz-es órajel,
750 nsec memória-kiolvasási ciklus,
750 nsec memória beírási ciklus:
500 nsec memória hozzáférés,
összeadás: 1,75 μ sec,
szorzás: 6,25 μ sec,
osztás: 7,75 μ sec,

memória: 4×8 K kapacitású dinamikus MOS/LSI félvezetős memória,
adatáramlás: DMA ill. DMAC-n az átviteli sebesség,
1,33 millió szó/sec,
I/O átviteli sebessége 130 ezer szó/sec.

Az ATP tömbprocesszor jellemzői:

32 bites lebegőpontos formátumban működő hardware egység, mely
összead,
kivon,
szoroz,
oszt,

Fourier transzformációt végez a vertikális és diversity stacking, valamint a korreláció végrehajtása során, felhasználva a CPU memória készletét.

A mágneslemezes tároló – diszk – jellemzői:

egy egységben négy forgó mágnesezhető lemez,
percenkénti fordulata 3600,
felpörgési ideje kb. 6 perc,
tároló kapacitása 1024 K szó,
adatrögzítés: 32 bites lebegőpontos formátumban.

A CFS—1-hez illesztett ELGI plotter

HERMANN LÁSZLÓ — NÉMETH GÉZA

A cikk a CFS-fejlesztés során az ELGI-ben készített plotter-programot ismerteti.

В работе описывается программа для графопроектировщика, составленная в Геофизическом институте им. Этвеша в процессе работ по разработке аппаратуры CFS.

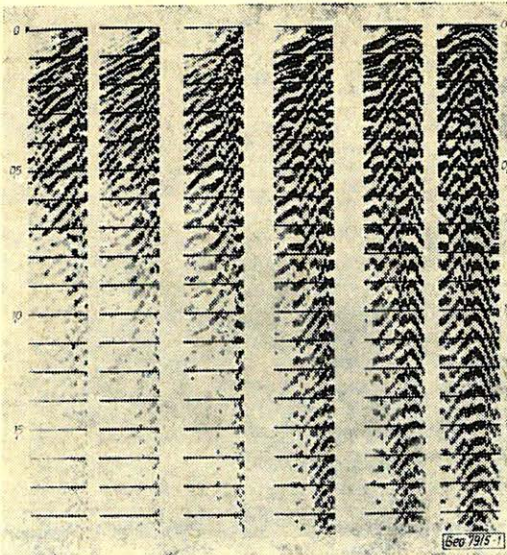
The article reviews a plotter program related to the CFS development activity in the ELGI.

A CFS—1/SD—10 rendszer bővítése során beépítésre került egy „Rollpress” plotter, melynek hardware-illesztése lehetővé teszi a központi számítógép perifériájaként való működtetését (ld. Halmos-Németh; 2. ábra). A plotter a felvételi anyagok megjelenítésével a terepi munkához szolgáltató többletinformációt.

A CFS meglévő programrendszerébe illesztett plotter-program egyik működési módja a terepi felvételek visszajátszása. A szokásos fotoregisztráló dinamikája (AGC) és formátuma miatt nem mindig ad elég jól áttekinthető képet (különösen hegyvidéki felvételeknél).

A másik felhasználási lehetőség az ún. egycsatornás szelvények készítése a terepen. Ez a szelvény a felvételek kiválasztott csatornájának egymás mellé rajzolásával jön létre. Bár minősége természetesen lényegesen elmarad a stacking-szelvényé mögött, de naprakészen rendelkezésre áll egy áttekinthető kép a végzett munka egészéről.

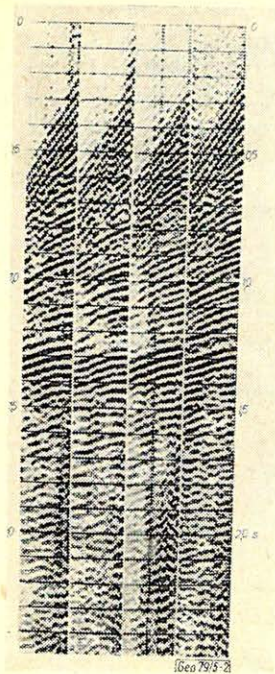
A plotter-program működésének lényege a terepi felvételi adatok átalakítása plotteren ábrázolható formátumra.



1. ábra. CFS-plotteren visszajátszott hegyvidéki vibroseis-felvételek

Рис. 1. Вибросейсмические записи, воспроизведенные на плоттере типа CFS, с горного района

Fig. 1. Rugged terrain Vibroseis-seismograms represented by the CFS-plotter



2. ábra. Vibroseis-felvételek egy alföldi vonal különböző pontjairól

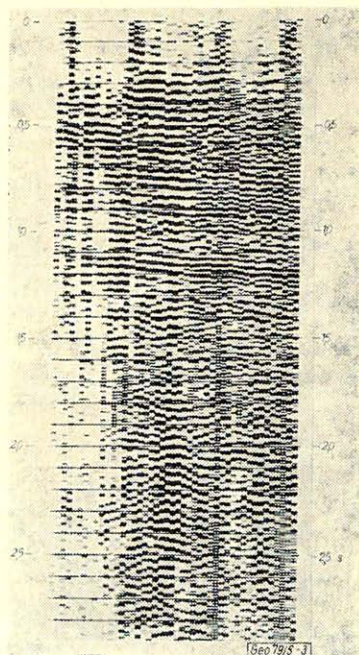
Рис. 2. Вибросейсмические записи, полученные в различных пунктах профиля на Большой низменности

Fig. 2. Vibroseis-seismograms from different points of a profile on a plain area

3. ábra. Terepen készült egycsatornás szelvény az Alföldről. Az egymás után következő felvételek 12. csatornáját ábrázoltuk egymás mellett

Рис. 3. Однakanальный разрез, полученный в поле. Записи 12-го канала каждого из последующих снимков представлены здесь подряд

Fig. 3. One-channel Field Time-section from the Great Hungarian Plain. The section is made up of 12th Channel of consecutive seismograms



Főbb egységei:

- Felvételbeolvasás a mágnesszalagról (csak szelvényírás esetén, egyébként a felvétel a diszken van),
- Csatornabeolvasás a memóriába (demultiplexálás),
- Az IBM-formátumú adatok binárisá alakítása,
- Csatorna-maximum keresés (a spike-okat a program elveti), majd ezekből a felvétel-maximum kiválasztása,
- Csatornaadatok normálása a felvétel-maximumra,
- A konverziós skála alapján bitkombináció-hozzárendelés,
- A csatorna-adattömb kiküldése a plotterre.

A plotter az adatokat tónusírással ábrázolja – a byte kitöltöttsége és így a „feketedés” az adatnagysággal arányos, 7 lépcsőben. Ez a megjelenítési mód egyszerűbben programozható, mint a vonal- vagy területírás és a program szerkezeti változtatás nélkül adaptálható a tervezett színes plotterhez.

A fentiek illusztrálására néhány példát mutatunk be. Az *1. ábrán* hegyvidéki; a *2. ábrán* alföldi szeizmogramok, míg a *3. ábrán* egy alföldi vonalról készült egycsatornás szelvény látható.

Lapszemle

Asztronautikai Tájékoztató 1978. 33. sz. Kézirat gyanánt közrebocsátja a MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya.

Szabó József: 20 éves az űrutatás, 3–18. old.

Szentesi György: Szaljut–Szojuz–Progressz, 19–39. old.

Somogyi Antal–Erdős Géza: A KFKI és az űrutatás, 41–50. old.

Gesztes Albert: Voyager, 51–99. old.

Gesztes Albert: Az 1962–1964-ben felbocsátott mesterséges égitestek, 101–148. old.

Gesztes Albert: Az 1976-ban felbocsátott mesterséges égitestek, 149–180. old.

Nagy István György: Asztronauták és kozmonauták űrrepülései. 181–193. old.

Sárhídi Gyula: Űrhajósok időtartamrekordjai (1961. IV. 12–1978. IV. 12.), 195. old.

Tóth Péter: Beszámoló a IV. Magnetoszféra-fizikai konferenciáról (Tihany, 1978. január 16–22.), 197–199. old.

Földtani Közlöny, 108. kötet, 3. sz., 1978.

Balkay B.: Válasz Stegena Lajos és Horváth Ferenc „Kritikus tethysi és pannon tektonika” c. dolgozatára, 343–350. old.

Folytatása annak a „gyümölcsöző vitának”, mely Stegena–Géczy–Horváth: A Pannon-medence késő-kainozóos fejlődése” c., a Földtani Közlöny 1975/2. számában megjelent cikke nyomán a Kárpát-medence és környezete kialakulási kérdéseinek korszerű lemeztektonikai szemlélettel való tárgyalása körül megindult.

T. G

Vibroszeiz mérések sajátosságai a terepi gyakorlatban

GYÖRGY LAJOS, KOVÁCS KÁZMÉR

Az OKGT GKÜ és az ELGI által Magyarországon bevezetett vibroszeiz mérések eddigi tapasztalatai alapján vibroszeiz csoportok csoportvezetői megvizsgálják a módszer alkalmazásának lehetőségeit és feltételeit. Rámutatnak a gyakorlati kivitelezés problémáira és néhány javaslatukkal igyekeznek segíteni ezek megoldásában.

Исходя из опыта, накопленного в процессе вибросейсмических исследований, введенных в Венгрию Предприятием геофизической разведки Треста нефтяной и газовой промышленности и Геофизическим институтом им. Этвеша, начальники вибросейсмических партий обсуждают возможности и условия применения метода. При этом рассматриваются проблемы, возникающие на практике полевых работ и даются некоторые предложения для их решения.

On the basis of experience coming from vibroseis field works carried out by OKGT GKÜ and ELGI, party chiefs examine possibilities and conditions referring to the application. Problems in the practical realization are pointed out and some helpful suggestions are given.

A szeizmikus mérések során a terepi csoportoknak sokféle feladatot kell megoldaniuk. Ezeket a feladatokat két csoportba sorolhatjuk:

a) Az első csoportba tartoznak azok a módszertani feladatok, melyek az adott kutatási feladat legjobb megoldását kell szolgálni. A módszertani feladatok legnagyobb részét a kísérleti, teszt-mérések alkotják, melyek keretében meghatározhatók az optimális szeizmikus paraméterek. Ezek jelentősége a vibroszeiz módszerrel végzett kutatás esetében még határozottabban jelentkezik. A kísérleti mérések tervezésével nem kívánunk részletesebben foglalkozni.

b) A feladatok második csoportját a szelvényméréssel kapcsolatos terepi mérések alkotják. A terepi felvételkészítés – tulajdonképpen a csoport fő feladata – mennyiségi és minőségi oldalról vizsgálva munkájának fokmérője is. E tevékenységet befolyásoló tényezők közé sorolhatjuk a terepi mérések tervezését, a szeizmikus kutatás „iparszerű” alkalmazását, valamint a mérések mennyiségi elszámolását.

A következőkben a feladatok második csoportjának megoldásáról kívánunk részletesebben beszélni, különös tekintettel a különbségekre, amelyek a hagyományos robbantásos módszer és a vibroszeiz módszer között fennállnak. A robbantásos szeizmikus mérések terepi metodikája az idők folyamán kialakult, az már csaknem véglegesnek tekinthető, amit valamennyi szeizmikus csoport rutinszerűen alkalmaz. Ezzel ellentétben a vibroszeiz-mérések terepi metodikája állandó változáson megy keresztül, mivel a módszer magyarországi alkalmazása igen fiatal, alig néhány éves múltra tekinthet vissza. Elsőnek az ELGI-ben végeztek szeizmikus kutatásokat vibroszeiz módszerrel 1976-ban. Az OKGT GKÜ 1977 óta végez vibroszeiz méréseket. Itt az eddigi üzemeltetéssel kapcsolatos gyakorlati tapasztalatainkat szeretnénk röviden összegezni.

Az első probléma a mérések tervezése. A vibroszeiz csoport mérési feladatainak megtervezése előtt fel kell mérni a módszer, illetve a technikai eszközök lehetőségeit és korlátait. A lehetségek sorában említенék a nehezen fűrható

területeket. Itt mindenképpen célszerű alkalmazni a módszert, hiszen a mérések lényegesen gyorsabbak és olcsóbbak. Vigyázni kell arra, hogy a nehezen fúrható hegyvidéki terepen a berendezés megfelelő körülmények között üzemelhessen és élettartamát jelentősen ne csökkentsék a nagyon rossz terepviszonyok. Az ilyen területen a szeizmikus vonalhálózatot megfelelő minőségű utakra kell tervezni. Az utak legalább 3 m szélesek legyenek, és lehetőleg ne legyen 20%-osnál nagyobb lejtő vagy emelkedő. Amennyiben ennél nagyobb dőlések vannak, ott a jelgerjesztést mellőzni kell. A vibrátorok közlekedésében az ennél nagyobb dőlések sem jelentenek akadályt. Törekednünk kell a területi nagy volumenű mérésekre, mert a berendezések nagy távolságú szállítása igen bonyolult és lassú. A vibroszeiz módszert kell felhasználni azokon a területeken, ahol robbantási munkálatokat végezni tilos (pl. lakott terület, műemlékek közelében, környezetvédelmi terület stb.). Fel kell használni a módszerben rejlő lehetőségeket a szeizmikusan nehezen kutatható területek jobb megismerésére.

Véleményünk szerint helytelen a vibroszeiz módszert olyan területen alkalmazni, ahol a kutatási feladatok hagyományos módszerrel is gazdaságosan megoldhatók.

A megfelelő körülményekkel végzett tervezés után el kell érni, hogy a módszert a terepi csoportok rutinszerűen alkalmazzák. Ennek elérésére bizonyos szervezési problémákat kell megoldani, valamint biztosítani kell a csoport zavartalan működéséhez a megfelelő anyagi és technikai háttérrel. A mérés a hagyományos módszertől eltérő követelményeket állít a csoport elé. Az első alapvető különbség a felvételkészítés. A robbantásos szeizmikában egy felvétel készítéséhez különböző részfeladatokat kell más-más időpontokban megoldani (fúrás, töltet elhelyezés a fúrólyukban, robbantás).

A vibroszeiz mérések során a jel gerjesztése és felvételezése egyazon időpontban történik. A felvételezési idő itt lényegesen megnövekszik és folyamatos jellegűvé válik. A felvételkészítés alatt más előkészítő és kiegészítő munka nem végezhető, így biztosítani kell a folyamatos felvételkészítés feltételeit. Ehhez megfelelő hosszúságú vonalhosszon „zajmentes” terítés kell, amihez viszont nagymennyiségű kábelre és geofonra, megfelelő számú gépkocsira, rádió adóvevőre, és létszámra van szükségünk. A terítésben más munkafolyamat nem végezhető. Alapvető különbség mutatkozik a geodéziai munkák során is. Ez főként mennyiségi jellegű, mivel vibroszeiz mérés esetében általában két egymástól távoleső nyomvonalat kell kitűzni és szintezni, így nagyobb geodéziai apparátust kell a csoportnak biztosítani. Szükséges külön részleg biztosítása, amely a korrekciós méréseket végzi, mivel ezeket a munkákat vibroszeiz módszerrel nem lehet gazdaságosan megoldani. A fentiekből következik, hogy az „iparszerű” termelés érdekében úgy kell koordinálni a munkafolyamatokat, hogy azok egy pillanatig se hátráltassák a felvételezési tevékenységet, és ahhoz minden feltétel állandóan biztosítva legyen. Biztosítani kell legalább három vibrátor üzemeltetését. Ez az eddigi tapasztalatok alapján nagy terheket ró a terepi csoportokra, ha azok csak négy vibrátorral rendelkeznek. Ennek a feladatnak két alapvető feltétele van. Egyrészt megfelelő mennyiségű tartalékalkatrésszel, másrészt megfelelő képzettségű terepi javítószeméllyel kell rendelkezünk. Tartalékalkatrész, ill. javítószemélyzet hiányában megnövekedhet a műszaki hiba miatti állásidő, amelynek kihasználása jelenleg még nem megoldott.

Törekedni kell ezeknek az időknak a hatékonyabb felhasználására, mert ezzel nagymértékű teljesítménynövekedést érhetünk el.

Megoldásra váró feladat az egységes teljesítményelszámolási rendszer kidolgozása is. Az elszámolásnál figyelembe kell venni a terepviszonyokat, a gerjesztési paramétereket, mert ezek döntően befolyásolják az elérhető teljesítményt.

Az eddig vázolt problémákon túlmenően a vibroszeiz csoport eszközigénye is részben eltér, illetve meghaladja a hagyományos módszerrel dolgozó csoportét. Az alábbiakban röviden ismertetjük a tapasztalataink alapján kialakult igényeket, illetve megoldásra váró feladatokat:

- Biztosítani kell a vibrátorok terepi üzemanyagellátását,
- megfelelő számú és típusú terepjáró gépkocsit (16 db);
- megfelelő számú és teljesítményű rádió adó-vevő berendezést,
- terepen mozgó mechanikus-kocsit, mely lehetővé teszi a helyszíni javításokat,
- vibrátorok vontatását, mentés megoldását,
- és a vibrátorok országúti szállítását.

A vibroszeiz módszer elvi alapjait nézve rendkívül modern, technikai berendezéseit tekintve igen magas színvonalat képviselő, lehetőségeit tekintve pedig sokoldalú és termelékeny eljárás. Felsorolt előnyeit azonban csak akkor tudjuk kihasználni, ha az üzemeltetés során szerzett tapasztalatok alapján a kívánt feltételeket biztosítjuk. Ehhez kívántunk néhány gondolatot hozzájárulni.

Könyvszemle

Alapfokú mélyfúrású geofizikai ismeretek, az MGE sokszorosított kiadványa.
Összeállította az MGE Zala megyei csoportjának munkaközössége Jesch Aladár irányításával, 281. old., 172 szöveg közti ábra és számos fényképfelvétel külön lapon, 2 táblázat.

A könyvet összeállító együttes – mely egyébként már 1959-ben is készített egy hasonló kiadványt – azt tartotta szem előtt, hogy a mélyfúrású geofizikában fizikai dolgozókként beosztott különféle előképzettségű alkalmazottak e kiadványból ismereteket szerezhessenek és ezen keresztül munkájukat jobban végezhessék. Ennek a célnak a kiadvány jól meg is felel.

Igen hasznos kiegészítést jelent a 8. fejezet, melyben a tárgykörben használatos egységeket állítják össze, különös tekintettel az új SI szabályzatra és a régi egységeknek az újakra való átszámítására. Ugyancsak igen hasznos az idegen szavak jegyzéke, mely több mint 200 sűrűn használatos idegen szó magyar megfelelőit adja.

A könyvből néhány példány még kapható az MGE Titkárságán példányonként 180 Ft-os áron.

Vibroszeiz mérésű adatok feldolgozása a GKV-nál

KASZNER ERNESZTIN, LELKES GÁBOR, MOURAVINA LILIA

A szerzők példákon keresztül mutatják be a vibroszeiz mérésű adatok feldolgozása során nyert tapasztalatokat. Rámutatnak arra, hogy a különböző közelfelszíni szeizmogeológiai viszonyú területeken a robbantásos és vibroszeiz mérésű adatok között milyen eltérések lehetnek és hogyan küszöbölhető ki zavaró hatásuk a feldolgozás eszközeivel.

Опыт, накопленный в процессе обработки данных вибросейсмических наблюдений, иллюстрируется авторами на примерах. При этом обсуждаются различия, которые могут возникать между данными, получаемыми при применении взрывного и вибросейсмического методов возбуждения колебаний, соответственно, в районах с различными сейсмогеологическими условиями приповерхностных отложений. Рассматриваются также возможности исключения мешающего эффекта этих различий в процессе обработки данных.

The authors describe some of the Vibroseis data and experiences gained during the data processing. The paper shows the differences between the dynamite shooting and Vibroseis data acquisition in the various exploration areas. It also describes the elimination of the disturbing effects by data processing means.

A Geofizikai Kutató Vállalatnál a vibroszeiz-mérések kivitelezése a technikából eredő különbségeken túlmenően is eltér a robbantásos mérések végrehajtásától és ez kihat az adatfeldolgozás előkészítési folyamatára.

Röviden ismertetjük a jelentősebb eltéréseket:

1. A vibroszeiz-mérési rendszerben a geofoncsoportok bázisközéppontjai a geofonbázis-távolság egész számú többszörösére helyezkednek el a vibrálás bázisközéppontjától. Így a vibrátor és geofonbázisok középpontjai a vonalon egybeesnek.

Robbantásos jelgerjesztésű mérésnél a robbantópont a geofonbázis-távolságok felénél helyezkedik el.

2. A vibroszeiz mérésnél a vibrátor- és geofonponti korrekciók meghatározása a szintezett felszín és a vonatkozási szintig megadott sebességfüggvények alapján történik.

A sebességadatokat a vonalakon változó sűrűséggel végzett sekélykarotázsmérések alapján kapjuk meg.

Egyes szelvényeken végeztünk kisrefrakciós méréseket is a lazaréteg változékonyságának vizsgálatára.

Robbantásos méréseknél alföldi vagy alföldi jellegű területeken a meghatározást hasonlóan végezzük, felhasználva a felidőt is a robbantóponti korrekciók számításához.

A tagolt felszínű, főleg dunántúli területeken legtöbbször a sekélyreflexiós beérkezések alapján számolt statikus korrekciókat alkalmazzuk. A felhasznált sekélyreflexiós beérkezéseket a közös mélységpontos lövési rendszertől eltérő külön központos rendszer regisztrálásával állítjuk elő.

A vibroszeiz rendszerben a terepi mérések gyors kivitelezésének érdekében ettől eltekintettünk.

A teszt-méréseket is a legjobb közös mélységpontos terítési rendszer kiválasztására és a mérőparaméterek megválasztására végezzük. Így, ha a statikus-korrekció számítására alkalmas reflexiók spektruma eltér a kutató reflexiók

spektrumától, akkor a pontos statikus-korrekciónak lehetőségei már eleve csökkentek.

3. A vibromérések regisztrálása CFS-I-DFS-IV. 24 csatornás rendszerrel történik, amely a mérési adatok meghatározott előfeldolgozását is elvégzi. Az adatok előfeldolgozási folyamata a korreláció és a súlyozott összegzés műveletének elvégzéséből áll.

Egy elvi hullámkeltési ponthoz tartozó korrelált adatok 24 csatornás összegfelvétel formájában kerülnek rögzítésre 1/2 inches mágnesszalagra demultiplikat formában. A rögzítés formátuma SEG-Y.

A robbantásos és vibroszeiz mérési rendszer eltérő sajátosságai szükségessé tették, hogy az adatok számítógépes feldolgozásához új adatelőkészítési rendszert vezessünk be.

A terepen rögzített és megfelelően előkészített anyag a számítóközpontba kerül további feldolgozásra. Az első művelet a SYTR nevű program alkalmazása, amely formátum-konverziót hajt végre és a 16 bites adatformátumra való áttéréskor AGC jellegű amplitúdó-kiegyenlítést is végez. A program alkalmazásánál lehetőség van 32 bites TIOPS lebegőpontos FORTRAN-real adatformátumra való áttérésre is. Ezen a ponton túl a vibroszeiz mérésű adatok feldolgozása teljesen megegyezik a robbantásos jelgerjesztéssel regisztrált adatokéval. A vibroszeiz felvételek feldolgozását a robbantásos jelgerjesztéshez kialakított programcsomaggal végezzük. A vibroszeiz mérésű adatok feldolgozásában dekonvolúció a szükséges program hiányában jelenleg nem szerepel.

A következőkben néhány, a vibroszeiz mérésű adatok feldolgozása során felmerült problémával foglalkozunk.

a) A bevezető rész 2. pontjában már leírt statikus számítási módszerünk alföldi vagy alföldi jellegű területeken valóban elegendő pontosságú bemenő adatokat szolgáltatott.

A vibroszeiz mérés lehetővé tette, hogy az azonos helyen levő vibrátorponti és geofonponti maradék statikus meghatározás pontosságát vizsgálni tudjuk (robbantásnál egyrészt a felidőből adódhatnak különbségek, másrészt a geofon és a robbantópont nincs egy helyen). A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy alföldi területeken a geofonponti és a vibrátorponti maradékkorrekciónak közti különbségek nem haladják meg az egy-két ms-ot, és még ott is elég jó egyezést tapasztaltunk, ahol a vibrálás a vonaltól oldalirányban jelentősen eltért.

A tagolt felszínű dunántúli területeken az alapstatikus számítási módszer már nem minden esetben volt elegendő pontosságú.

Példaként egy dunántúli szelvényt mutatunk be. A terület dombos, nagyon változókéony lazaréteg-sebességgel rendelkezik.

A robbantásos méréseknél az 50–100 m-es mélységekből kapott felidők általában segítettek kiszűrni a lazaréteg-zónának alacsony frekvenciájú változásait, ill. kritikus esetekben bizonyos információt nyújtottak a változás milyenségéről.

Vibromérésnél ez a feladat teljes egészében áthárul az automatikus statikus korrekciókat meghatározó programra (ASCI).

Az 1. ábrán a VZa-1 előzetes egyszeres fedésű szelvényét mutatjuk be, az adatok jel/zaj-aránya gyenge, a beérkezések látszólagos frekvenciája a szelvény mentén változik és megfigyelhető a rezgéseltései ponttól távoli csatornák energiagyengülésének és a zavarok felerősödésének szelvénymenti változása is.

Megjegyezzük, hogy a teszt-mérések következetes végrehajtása és a para-

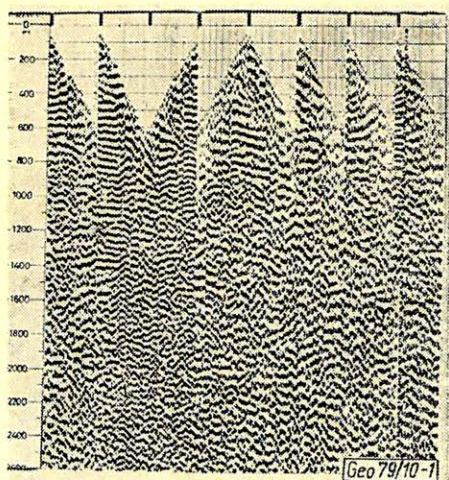
méterek helyes megválasztása sem zárja ki, hogy a robbantásos jel regisztrálásánál is megszokott szelvénymenti látszólagos frekvencia-változásokkal ne kelljen számolni.

A VZa-1-es szelvény induló korrekciókkal korrigált anyagából készült összegszelvényét a 2. ábra mutatja. Ezen megfigyelhető a gyenge jel/zaj-arány, és a reflexiók beérkezésének az összegzés hatására szintekké alakítása sem megfelelő.

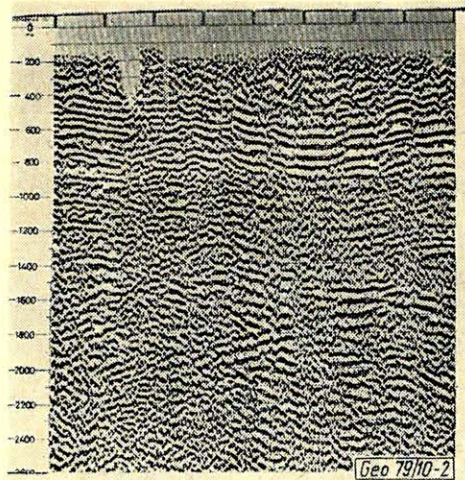
A szintekben levő egyenetlenségek eltüntetésére az összegzés jel/zaj-arányának javítására elsősorban az automatikus statikus meghatározó programot (ASCI) alkalmaztuk, mégpedig többszörösen.

Az első alkalmazáskor kapott maradék statikusok bevezetése után a 3. ábrán látható egyszeres fedésű szelvényt és az ennek megfelelő összegszelvényt (4. ábra) kaptuk. Az ismételt ASCI program olyan maradék statikus korrekciókat állított elő, amelyek alkalmazása után kapott összegszelvényben a szintek már folyamatosakká váltak (5. ábra).

A 6. ábrán az induló, a közbülső (az ASCI program első alkalmazása utáni), és a véglegesnek tekinthető geofonponti és vibrátorponti korrekciókat tüntettük fel. Jól olvasható, hogy milyen nagy mértékben változtak a kezdő geofonponti és vibrátorponti korrekciók. Egy-két ms-nál nagyobb eltérés alakul ki az azonos ponthoz tartozó vibrátorponti és geofonponti értékek között. Látható továbbá, hogy a két különböző rendszerhez (24-szeres fedésű szelvény), de egy vibrálási ponthoz tartozó korrekcióértékek is helyenként eléggé eltérő nagyságúak.



1. ábra. Egyszeres fedésű időszelvény a VZa-1 vibroseiz vonalon.



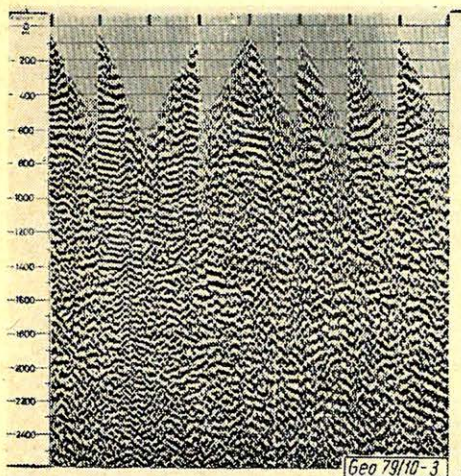
2. ábra. Összegszelvény a VZa-1 vibroseiz vonalon

Рис. 1. Временной разрез однократного рекртыян по виброейсмическому профилю VZa-1-7824

Рис. 2. Временной разрез ОГТ по профилю VZa-1-7824

Fig. 1. Single coverage time section VZa-1

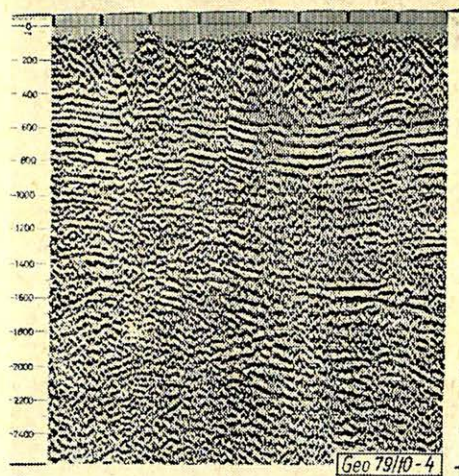
Fig. 2. Summing section VZa-1



3. ábra. Egyszeres fedésű időszelvény a VZa-1 vibroszeiz vonalon az első maradék statikusok bevezetése után

Рис. 3. Временной разрез однократного перекрытия по профилю VZa-1 после первого ввода остаточных статических поправок

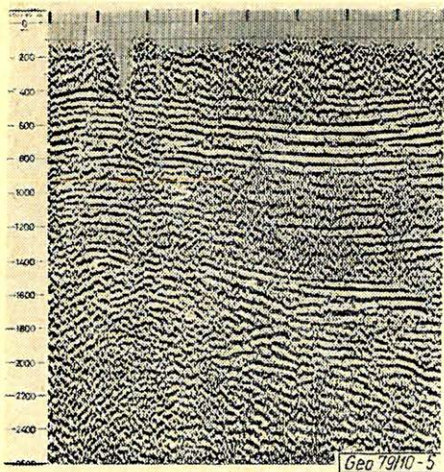
Fig. 3. Single coverage vibroseis time section VZa-1 with residual static correction



4. ábra. Összezszeivény a VZa-1 vibroszeiz vonalon az első maradék statikusok bevezetése után

Рис. 4. Временной разрез ОГТ по профилю VZa-1 после первого ввода остаточных статических поправок

Fig. 4. CDP vibroseis time section VZa-1, with residual static values

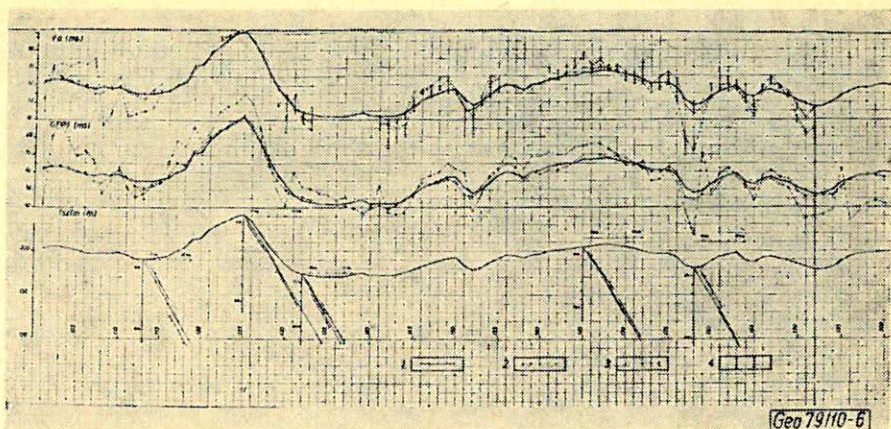


5. ábra. Összezszeivény a VZa-1 vibroszeiz vonalon az ismételt maradék statikusok bevezetése után

Рис. 5. Временной разрез ОГТ по профилю VZa-1 после повторного ввода остаточных статических поправок

Fig. 5. CDP vibroseis time section VZa-1, with repeated residual static correction

Annak érzékeltetésére, hogy dunántúli területen is lehetséges, hogy a rezidúal-statikuskok egyszeri meghatározása is megfelelő eredményt biztosít, egy másik dunántúli, a VZa-2-es szelvény jó példa. A 7. ábrán az ASCI egyszeri

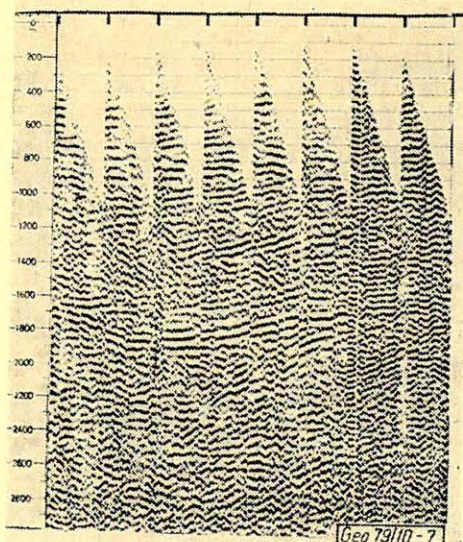


6. ábra. A VZa – 1 szelvényen alkalmazott vibrátorponti, geofonponti korrekciók grafikonjai és tengerszint feletti magasság a sekélykarotázs adataival. 1. terepi Vp és GFPT korrekciók; 2. Vp és GFPT korrekció értékei az első maradék statikusokkal együtt; 3. Vp és GFPT korrekció értékei a végleges maradék statikusokkal együtt; 4. különböző rendszerhez tartozó Vp korrekciók értéke egy vibrátorpontban

Рис. 6. Графики значений поправок за пункт вибрации, за пункт наблюдения, превышений над уровнем моря с данными каротажных наблюдений по профилю VZa – 1. 1 – полевые значения коррекций за ПВ и ПП; 2 – значения коррекций за ПВ и ПП с первыми значениями остаточных поправок; 3 – окончательные значения коррекций за ПВ и ПП; 4 – значения коррекций за ПВ в одной но относящейся к двум системам наблюдения точке вибрации

Fig. 6. Correction diagrams at Gp and Vp locations with up-hole checks

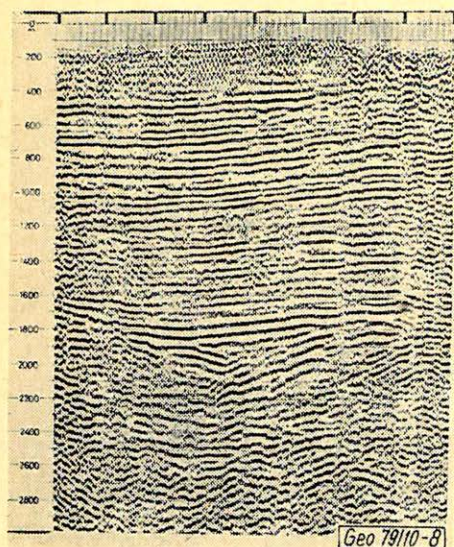
1. input Gp and Vp corrections, 2. input Gp and Vp corrections with first residual static values
3. Gp and Vp correction with final residual statics, 4. Various Vp corrections at one Vp location



7. ábra. Egyszeres fedésű időszelvény a VZa – 2 vibroszeiz vonalon a maradék statikus bevezetése után

Рис. 7. Временной разрез однократного перекрытия по профилю VZa – 2 после введения остаточных статических поправок

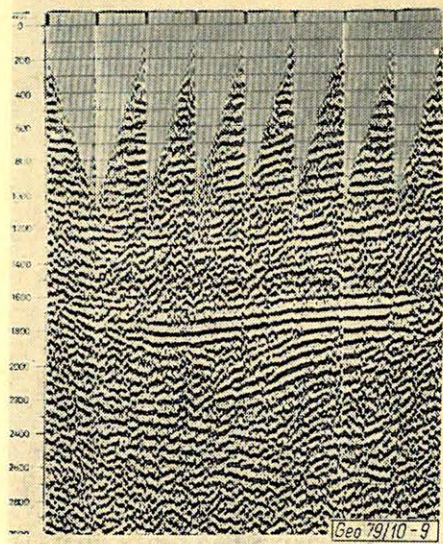
Fig. 7. Single coverage vibroseis time section VZa – 2 with residual static correction



8. ábra. Összegszelvény a VZa-2 vibroseis vonalon a maradék statikus bevezetése után

Рис. 8. Временной разрез ОГТ по профилю VZa-2 после введения остаточных статических поправок

Fig. 8. VDP vibroseis time section with residual static correction.



9. ábra. Egyszeres fedésű időszelvény a VZa-2 vonalon a maradék statikus és dinamikus korrekciók bevezetése után

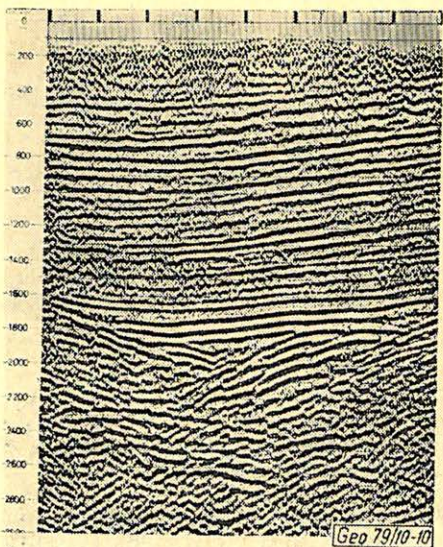
Рис. 9. Временной разрез однократного перекрытия по профилю VZa-2 после введения остаточных статических и кинематических поправок

Fig. 9. Single coverage vibroseis time section with residual static and dynamic corrections

10. ábra. Összegszelvény a VZa-2 vonalon a maradék statikus és dinamikus korrekciók bevezetése után

Рис. 10. Временной разрез ОГТ по профилю VZa-2 после введения остаточных статических и кинематических поправок

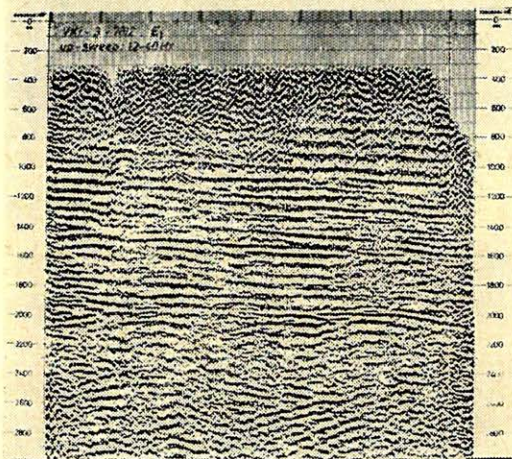
Fig. 10. CDP vibroseis time section with residual static and dynamic corrections



alkalmazása után kapott egyszeres fedésű szelvényt, a 8. ábrán az összszelvényt mutatjuk be, ahol a szintekben meglévő kisebb mértékű szakadozottságot már nem a statikus, hanem a dinamikus korrekció hibája okozta. A 9., 10. ábra mutatja a dinamikus és statikus javítás együttes eredményeként létrejött szelvényt.

b) A vibroszeizmikában a terepi regisztrálásnál alkalmazott rezgésjel és a zavaró hullámok spektrumai részben vagy teljesen megegyezhetnek. A szelvény felső részében megmaradt zavarhullámokat elnémítással tüntetjük el.

Az elnémítás alkalmazására példaként egy nagyalföldi vonalon különböző mértékű elnémítási művelet után kapott időszelvényt mutatunk be. Az első összszelvényen (11. ábra) csak a közvetlen első beérkezések eltávolítására használtuk az elnémítást, míg a másodiknál (12. ábra) már a távoli csatornákon jelentkező zavarhullámokat távolítottuk el.



11. ábra. Összszelvény a VKi-3 vonalon a $t_0 = 1000$ ms-ig tartó elnémítással

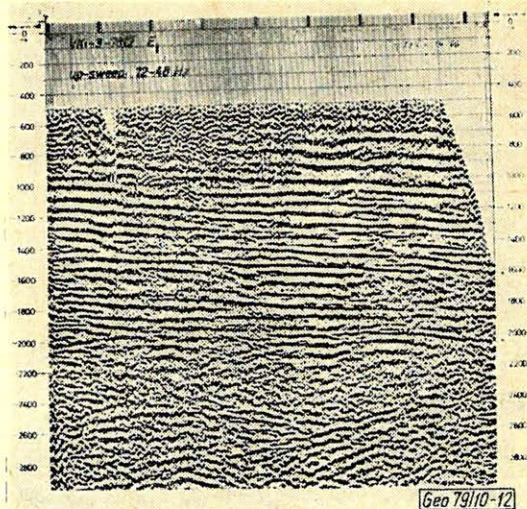
Рис. 11. Временной разрез ОГТ по профилю VKi-3 с мьютингом до времени $t_0 = 1000$ мс.

Fig. 11. CDP vibroseis time section VKi-3 with $t_0 = 1000$ ms mute

12. ábra. Összszelvény a VKi-3 vonalon a $t_0 = 1600$ ms-ig tartó elnémítással

Рис. 12. Временной разрез ОГТ по профилю VKi-3 с мьютингом до времени $t_0 = 1600$ мс.

Fig. 12. CDP vibroseis time sections VKi-3 with $t_0 = 1600$ ms mute



Geo 79/10-12

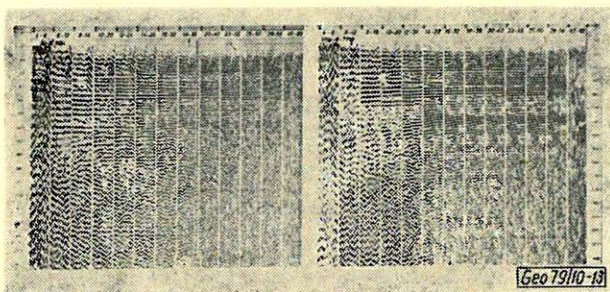
Összehasonlítva a két szelvényt láthatjuk a $t_0 = 1600$ ms feletti szintek jel/zaj-arányának javulását. Az elnémitási művelet alkalmazásánál is tekintettel kell lenni a többi művelet követelményeire, amelyek éppen az adatok redundanciájára építenek (automatikus statikus becslés, sebességvizsgálatok).

c) A vibroseis mérésű adatoknál fellépő látszólagos frekvenciaváltozások miatt (1. ábra) szükséges a bemeneti adatok előszűrése azon programok alkalmazása előtt, amelyek sikeres működése a frekvenciaváltozásokra érzékeny. Az előszűrés sávjának megválasztásánál figyelembe kell venni a viszonylag szűkebb sávú mérőfrekvenciát. Megjegyezzük, hogy az eddig végzett vibroméréseink általában 6–36 Hz, 8–48 Hz, 12–48 Hz, frekvenciasávot használtak.

A vibroseis anyagok frekvenciaeloszlásának vizsgálatához, a digitális szűrőparaméterek megválasztásához frekvenciateszt-programot alkalmaztunk.

A robbantásos és vibroseis (azonos nyomvonalon mért) szelvényen a frekvenciateszt eredményeit felhasználtuk a két különböző gerjesztésű jel energiájának és a frekvenciasávokban való eloszlásának összehasonlítására.

A 13. ábra jobb oldalán robbantásos jelgerjesztésű anyag, a bal oldalon ugyanitt mért vibroseiszmikus anyag frekvenciatesztjét mutatjuk. Az össze-



13. ábra. Reprezentatív sávszűrés a robbantásos és vibroseis szelvényen

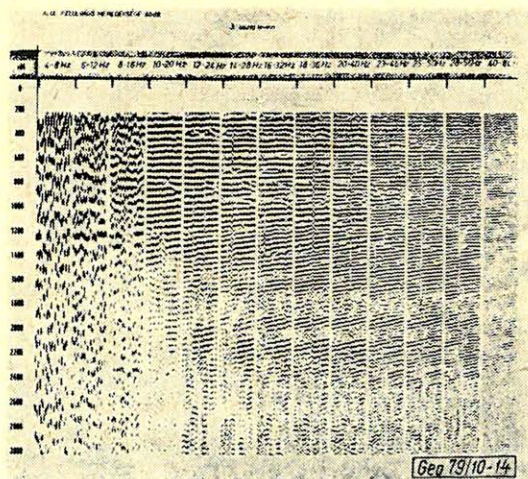
Рис. 13. Опробование фильтрации на профилях со взрывным и вибрационным возбуждением волн

Fig. 13. Representative band filtering on dynamite and vibroseis time sections.

14. ábra. Reprezentatív sávszűrés egy 20–80 Hz-es frekvenciával mért vibroseis szelvényen

Рис. 14. Опробование фильтрации на профиле с возбуждением волн вибрацией с частотой 20–80 Гц.

Fig. 14. Representative band filtering on a vibroseis time section with 20–80 Hz sweep

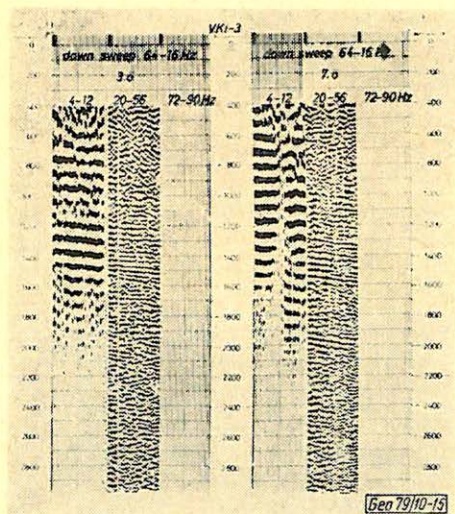


hasonlításkor a legfeltűnőbb, hogy a bal oldali ábrán a felszínközlelől származó beérkezések hosszan elnyúlva találhatók az alacsonyabb frekvenciasávokban, míg a mélyebbről jövő beérkezések sávja szűkebb, és a magasabb frekvenciák felé van eltolódva, az ábra bal oldalán levő teszten a jelenség fordítottja figyelhető meg.

A 14. ábrán egy nagyobb mélységű, 20–80 Hz mérőfrekvenciával mért szelvény szűrőtesztjét mutatjuk, ahol ugyanez a jelenség figyelhető meg.

A szűrőtesztekkel vizsgálatokat végeztünk arra is, hogy a mérőfrekvencia alatti és feletti frekvenciasávokban milyen zajok generálódnak az esetleges kényszerrezgések miatt. Az alkalmazott sávokat úgy választottuk meg, hogy mind alulról, mind felülről már csak az esetleges zavaró rezgéseket engedjük be, a középső sáv pedig a mérőfrekvenciánál szűkebb sáv (15., 16. ábra).

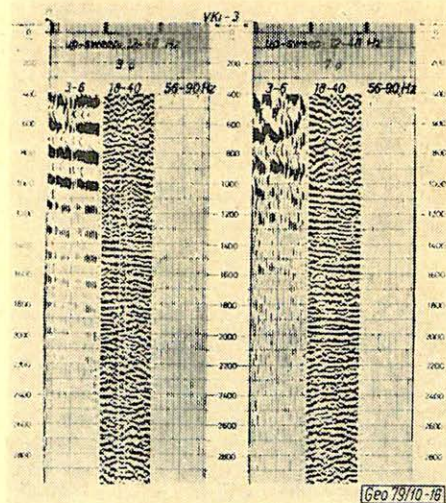
A bemutatott sorozatokon jól látszik, hogy a felső határ felett kényszerrezgés nem létezik, míg az alacsonyabb frekvenciákon jelentősebb; általában a felszínközlelben, de esetenként a teljes csatorna mentén alacsony frekvenciájú zaj, ill. jel van, amely még egy szelvényen, de egy összefelvételben belül sem egyforma.



15. ábra. Reprezentatív sávszűrés a VKi–3 szelvényen (vibrálás-frekvencia 64–16 Hz).

Рис. 15. Опробование фильтрации по профилю VKi–3 при использовании ивибраций с частотой 64–16 Гц.

Fig. 15. Representative band filtering on profile VKi–3 with 64–16 Hz sweep.



16. ábra. Reprezentatív sávszűrés a VKi–3 szelvényen (vibrálás-frekvencia 12–48 Hz).

Рис. 16. Опробование фильтрации по профилю VKi–3 при использовании ивибраций с частотой 12–48 Гц.

Fig. 16. Representative band filtering on profile VKi–3 with 12–48 Hz.

Az elmondottak alapján célszerűnek láttuk a végleges szelvények digitális szűrési paramétereinek olyan megválasztását, hogy a mérőfrekvencia alsó határától feljebb helyezzük az alkalmazott sávszűrő 6 dB-es pontját.

d) A hagyományos szelvényfeldolgozás mellett feldolgozzuk a terepi teszt-mérések anyagát is. A teszt-mérések a feldolgozásban is felhasználhatók a beérkezők azonosítására.

A bemutatott példákon keresztül a vibroszeiz mérésű adatok feldolgozása során nyert tapasztalatokat írtuk le.

Rámutatunk arra, hogy a különböző közelfelszíni szeizmogeológiai viszonyú területeken a robbantásos és vibroszeiz mérésű adatok között a mérések sajátosságai miatt milyen eltérések lehetnek, és ezek hogyan küszöbölhetők ki a feldolgozás során. A végzett mérések eredményeit tekintve megállapítottuk, hogy a vibrátoros jelgerjesztéssel mért anyagból olyan jel/zaj-viszonyú szelvényeket lehet nyerni, amelyek egyenértékűek a hagyományos jelgerjesztés eredményeivel.

Lapszemle

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz 12 (112) évf. 2. sz., 1979. február.

Kremszner Miklós: A termálfűrészek geofizikája, 51–54. old. (Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztályának XVI. vándorgyűlésén, Balatonfüreden, 1977. szeptember 26-án előadott előadás.)

A tanulmány történeti összefoglalást ad a mélyfűrés-geofizikai kutatómódszerek hazai termálfűrészekben való alkalmazásáról. Összefoglalja és példákon bemutatja a termálfűrészekben alkalmazott geofizikai módszereket és eszközöket.

Fizikai Szemle XXVIII. évf. 9. sz., 1978 december.

Balázs Tibor: Az elmélet és gyakorlat egysége Eötvös Loránd életművében, 343–348. old.

A cikk abból a szempontból tekinti át és értékeli Eötvös L. munkásságát, hogy az hogyan oszlott meg az ún. „felderítő kutatás” (FK) és a „társadalmi felhasználásnak utat nyitó” kutatás (TFK) között. (Ezekre a fogalmakra egyébként mindeddig az „alapkutatás” és „alkalmazott kutatás” kifejezéseket használtuk, és azok jól meg is feleltek a fogalmak tartalmának.)

A cikk helyesen szögezi le, hogy Eötvös L. munkássága nem szorítkozott az FK-ra – bár nem engedte a torziós ingát szabadalmaztatni, hogy az az emberiség közkincese maradjon –, hanem párhuzamosan TFK tevékenységet is folytatott. A technológiai kidolgozásra azonban csak halála után kerülhetett sor Eötvös tanítványai részéről.

A szerző – aki magát egy helyen a természettudományok területén kutató „történész”-nek nevezi – több szakmai állításával nem érthetünk egyet. Így pl. nem igaz, hogy „Az Eötvös-inga szerepét átvette annak egy korszerű változata: az ún. graviméter”. A graviméter nem az Eötvös-inga változata! Ez egyébként a geofizikusok előtt jól ismert, és nem kívánatos, hogy esetleg a rokon tudományágak szakemberei között helytelen nézetek terjedjenek el.

T. G.

Vibroszeizmikus mérések a magyar kőolajiparban

GADÓ KÁROLY, KASZNER ERNESZTIN, RUMPLER JÁNOS
OKGT GKÜ

A dolgozat összefoglalja a vibroszeizmikus mérések egyéves alkalmazásának tapasztalatait. Ennek keretében kitér:

- a módszertan elvi és gyakorlati szempontjaira,
- a vibrátor keltette hullámkép sajátosságainak áttekintésére,
- a teszmérések analizésére (csoportosítási tesztek, szűrő-vizsgálatok, átlag-abszolút amplitúdó-változás vizsgálata a frekvencia függvényében, amplitúdó-változás a sweep-frekvencia, sweep-ideőtartam és a sweep-szám függvényében),
- néhány alkalmazási példa bemutatására, ezek robbantásos szelvényekkel való összehasonlítására.

В настоящем докладе сводятся итоги по опыту применения вибросейсмического метода накопленного в течение в одного года. В частности обсуждаются:

- теоретические и практические вопросы методики,
- особенности волновой картины, возбуждаемой вибратором,
- анализ контрольных измерений (контроли по группировке сейсмоприемников, исследование фильтров, изучение зависимости изменения средних-абсолютных амплитуд от частоты, изучение зависимости изменения амплитуд от частоты развертки, продолжительности развертки и номера развертки),
- некоторые практические примеры применения метода и сопоставление результатов с разрезами, полученными стандартным сейсморазведочным методом с взрывным возбуждением колебаний.

Experiences gained in the first year of application of the Vibroseis method will be summarized. The main points discussed are as follows:

- theoretical and practical aspects of the method;
- peculiarities of the produced signal;
- analysis of test measurements (such as grouping tests, filter tests, change of the average amplitude level as a function of frequency, of sweep frequency, sweep length and of number of sweeps);
- some application examples for comparison with conventionally shot sections.

A magyar kőolajipar széles körű vizsgálatok, külföldi geofizikai cég (Prakla Seismos) sikeres magyarországi kísérleti mérései alapján 1975-ben elhatározta a vibroszeizmikus módszer bevezetését.

A megvásárolt és 1976 második félévben beérkezett vibroszeiz[®] rendszer egy DFS-IV/24 csatornás, CFS-I-el vezérelt terepi műszerből, valamint 4 db Pelton gyártmányú vezérlőelektronikával felszerelt, Birdwagen járműre épített Y-1100 CB típusú Failing vibrátorból állott.

A rendszer installálása, üzembehelyezési előkészítése, a kezelő személyzet kiképzése és szervezési előkészületek után, 1977 márciusában kezdődtek meg a terepi mérések.

Az első évi vibroszeizmikus kísérleti program a következő főbb elveket foglalta magában.

- A műszer és a vibrátorok alapos megismerése, kezelésük begyakorlása, a mérési technológia optimális szervezése.
- A módszertani lehetőségek beható tanulmányozása különböző felszíni (felszínközeli, és mélyföldtani) adottságokkal rendelkező területeken.

- A vibroszeizmikus módszer lakott területeken való alkalmazásának vizsgálata, talajrezgés-vizsgálatok a biztonságtechnikai szabályok kidolgozása érdekében.
- Mindezen eredmények birtokában általános következtetések levonása a vibroszeizmikus módszer jövőbeni célirányos alkalmazása érdekében.

Fenti elvek alapján 7 különböző földtani felépítésű területen hajtottuk végre a kísérleteket. Ezek magukban foglaltak olyan helyeket is, ahol robbantásos szeizmikával nem lehetett mérni (természetvédelmi, illetve lakott terület).

A vázolt mérési program eredményeit, az ezekből adódó következtetéseket vázlatosan a következőkben foglaljuk össze:

A vibroszeizmikus módszer alkalmazása során egyrészt a

- felszínen gerjesztéssel együttjáró zavarhullámok,
- másrészt az alkalmazható paraméterek nagy választéka miatt

a rutinmérési állandók meghatározására megkülönböztetett figyelmet kell fordítani. Ehhez zavarhullám mérést és paraméter-meghatározó tesztmérés-sorozatot kell végrehajtani (l. az 1. ábrát).

A 2. ábra egy zavarhullámmérés eredményét mutatja be. Itt a vibráció keltette teljes hullámkép tanulmányozható. Bejelöltük az egyes hullámtípusok sebesség, látszólagos frek-

VIBROSEIS TEST PROGRAM			
VIBRATOR PATTERN PARAMETERS	SWEEP	GEOPHONE PATTERN PARAMETERS	REMARK
A NO PATTERN VIBRATION ON 3 DIFFERENT OFFSETS	AT LEAST 4 DIFFERENT SWEEPS 1 - CONST	GEOPHONES BOUNCED INTER TRACE DIST. 10 m	NOISE SPREAD 12 RECORDS
B	— —	INTER TRACE DISTANCE: 30 - 50 m GROUPING BASIS 50m 24 and 48 GEOPH.	GEOPHONE PATTERN TEST 12 RECORDS
C	— —	INTER TRACE DISTANCE: 30 - 50 m GROUPING BASIS 75 m	— —
D	— —	INTER TRACE DISTANCE: 30 - 50 m GROUP BASIS: 110 m	— —
E	VIBRATION ON 50 m BASIS, 2 OR 3 DIFFERENT OFFSETS	TWO DIFFERENT SWEEPS	INTER TRACE DISTANCE: 30 - 50 m GEOPHONE BASIS 50 m
F	VIBRATION ON 75 m BASIS, 2 OR 3 DIFFERENT OFFSETS	— —	INTER TRACE DISTANCE: 30 - 50 m GEOPHONE BASIS 75 m
G	VIBRATION ON 110 m BASIS, 2 OR 3 DIFFERENT OFFSETS	— —	INTER TRACE DISTANCE: 30 - 50 m GEOPHONE BASIS 110 m
H	VIBRATION WITH E, F, OR G, PARAMETER NO OF VIBRATION 3 DIFFERENT	WITH THE USE OF THE BEST SWEEP	INTER TRACE DISTANCE: 30 - 50 m GEOPHONE BASIS E, F, OR G.
E	— —	— —	SWEEP NUMBER TEST 6 RECORDS
ONE DAY PROGRAM - 78 RECORDS Puc. 1, Fig. 1.			SWEEP LENGTH TEST, 6 REC.

Geo 78/23-1

1. ábra. Teszt mérési táblázat

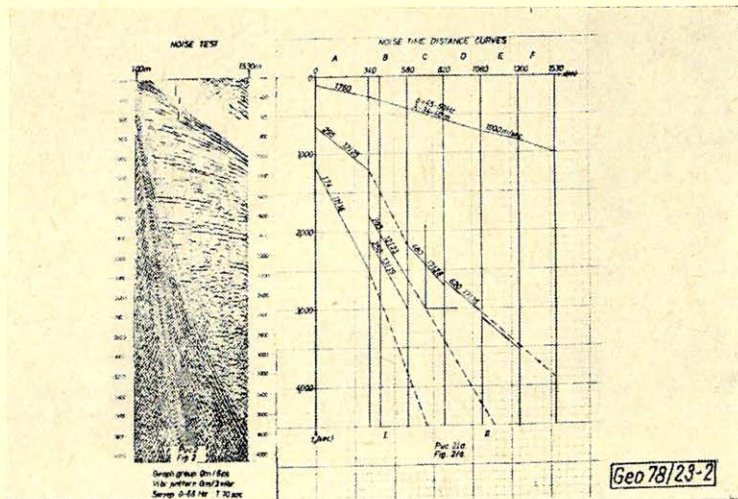
Puc. 1. Таблица содержания результатов тестовых измерений

Fig. 1. Test measurement table

2. tábla. Zavarhullám mérés

Puc. 2. Наблюдение мешающих волн

Fig. 2. Measurement of disturbing wave



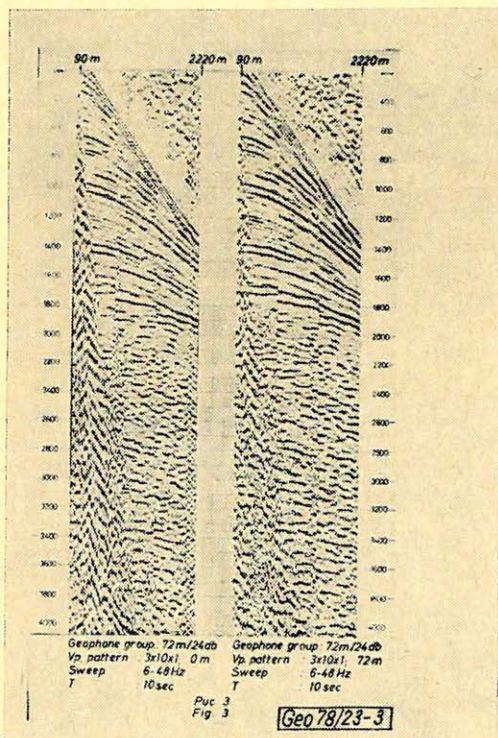
Geo 78/23-2

venia és látszólagos hullámhossz értékeit is. E mérésnél 10 sec hosszúságú 6 – 68 Hz-es szélessávú sweep-et alkalmaztunk 10 m-es geofonközű terítésre, forrás és vételi oldali csoportosítás nélkül. Feltűnő az ábrán a felszíni zavarhullámok nagy energiája.

A 3. ábra a forrás oldali csoportosításra mutat egy példát. Mindkét felvétel-sorozat 10 sec hosszú, 6 – 48 Hz-es sweep alkalmazásával készült. A vételi oldal csoportosítása azonosan 24 geofon/csatorna, 72 m-es bázison. Különbség csupán a vibrátor oldali csoportosításban van. A bal oldali felvételek 0 m-es, a jobb oldali-ak pedig 72 m-es bázison való csoportosítással készültek. A felszíni zavarhullámok csillapításában mintegy 16 – 20 dB különbség észlelhető. A forrás és vételi oldali csoportosítás együttes hatása ennek közel kétszerese lesz, amit az intenzív zavarhullámok miatt feltétlenül el kell érni.

A kutatni kívánt rétegsor átviteli sajátosságainak és a feladat megoldásához is megfelelő sweep-frekvencia meghatározását célozzák a különböző sweep-tesztek (4. ábra).

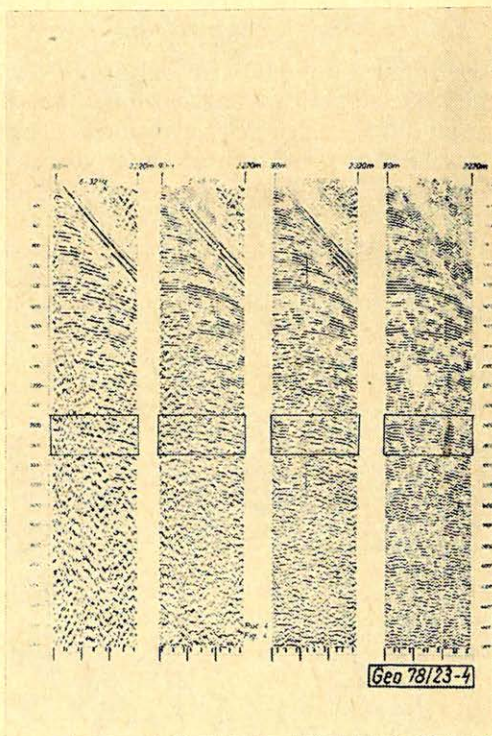
Itt a rezgésfrekvenciákon kívül minden más paraméter azonos (T=10 sec, vibrátorcsoport $3 \times 10 \times 1$, 90 m-es geofoncsoport, 24 geofon/csatorna 72 m-es bázison).



3. ábra. Vibrátor csoportosítás hatása

Рис. 3. Влияние группирования вибраторов

Fig. 3. Effect of vibrator grouping



4. ábra. Különböző sweep frekvenciák

Рис. 4. Вибрация с различными частотами

Fig. 4. Various sweep frequencies

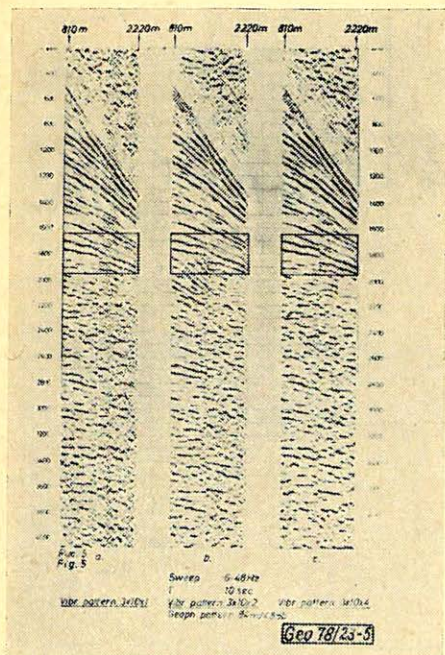
Az *a*, *b*, *c* és *d* felvételsorozatok rendre 6–32; 8–48; 12–60; és 20–80 Hz rezgések alkalmazásával készültek.

Amíg az *a* és *b* felvételeken jól látható az alacsonyfrekvenciájú zavarhullámok hatása, ez a *c* és *d* felvételeken nem észlelhető. A zavarhullámok 12 Hz felett nem gerjesztődnek. Ez a tény a csoportosítás hatásosságát is javítja. A rutinmérésekhez a 12–60 Hz-es rezgést választottuk, amellyel lehetővé vált a 2,8 sec-os reflektáló szint térképezése.

A következő lépés a szükséges lehatolást, egyben jel/zaj viszonyt, ugyanakkor gazdaságossági optimumot is adó sweep-szám meghatározása (5. ábra). Itt $T = 10$ sec, a rezgés 6–48 Hz-es, a vibrátor és geofon oldali csoportosítás mindhárom felvételsorozat esetében azonos (48 geofon 84 m-es bázison, 3 vibrátor 72 m-es bázison).

A talajba juttatott rezgésenergia mennyiségére jellemző lehet a vibrátor szám \times vibrációs helyek száma \times egy ponton végzett vibrációk száma szorzatérték. Ez az *a*, *b* és *c* felvételek esetében rendre $3 \times 10 \times 1 = 30$; $3 \times 10 \times 2 = 60$; és $3 \times 10 \times 4 = 120$, azaz mindegyik az előző duplája. Látható, hogy az 1,7 sec-nél levő legmélyebb szint követésére elegendő az *a* szerinti összenergia, több rezgés talajba juttatása nem javítja a jel/zaj viszonyt, így gazdaságtalan.

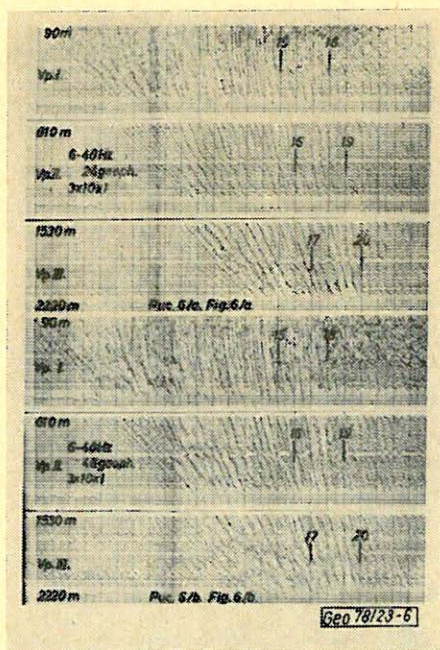
Hasonló vizsgálatokat célszerű elvégezni a sweep-hosszra vonatkozóan is. Landrum szerint ugyanis a sweep-hossz megduplázásával a jel/zaj viszony 3 dB-el javítható. Ez kevésnek tűnhet, de a rendkívül zajos területeken erre is szükség lehet.



5. ábra. Sweep-szám kísérlet

Рис. 5. Опыт для определения количества числа вибраций

Fig. 5. Sweep-number experiment



6. ábra. 24, ill. 48 geofonos csoportosítás

Рис. 6. Группирование сейсмоприёмников по 24 или по 48 штук на канал

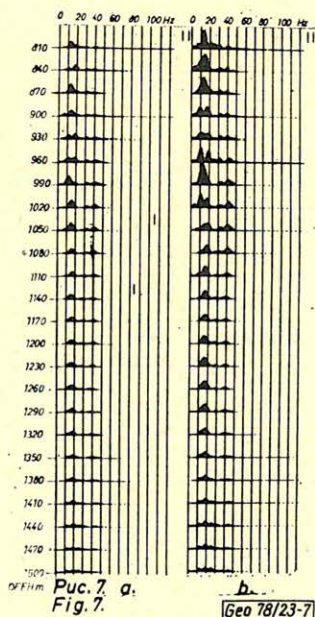
Fig. 6. Grouping with 24, respectively 48 geophones

Érdekes a csoportosítási paraméterek meghatározása során az egy csatornához tartozó geofonszámot is vizsgálni. Ha több geofon lehelyezésével a kívánt jel/zaj viszony kevesebb vibrációval érhető el, a mérés gazdaságossága javul.

Jó példa erre a 6. ábra, amelyen a 24 ill. 48 geofont tartalmazó csoportosítás hasonlítható össze. Minden más paraméter azonos a két felvételsorozaton. A vizsgált intervallumban a 48 geofon/csatorna csoportosítás jobb eredményt adott, ezt kellett alkalmazni.

A 7 a, b ábrákon a 24 és 48 geofoncsoport alkalmazásával kapott eredmények amplitúdó spektrumait mutatjuk be, amelyet a $t_0 = 2,4 - 3,0$ sec időablakra számítottunk ki. Az ábrák vízszintes tengelyén a frekvenciát, a függőleges tengelyén az amplitúdót ábrázoltuk. Felvételeknek egy oszlopba egymás alá rajzolva az azonos felvételekhez tartozó csatornák amplitúdó spektrumait az offset függvényében. Az ábrákat összevetve jól látható, hogy az amplitúdók a 48-as csoportnál nagyobbak, mégpedig arányuk 1:2-höz.

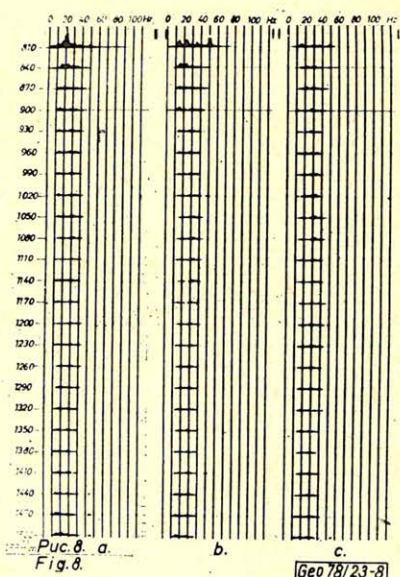
Hasonló amplitúdó spektrumokat mutatunk be a vibrátor és geofoncsoport hosszak változtatásaival kapott eredményekre a 8 a, b és c ábrán, ahol az alkalmazott vibrátorcsoport és geofoncsoport hossz a következő volt; vibrátorcsoport hossz 90 m, geofoncsoport hossz 70 m (a); vibrátorcsoport hossz 90 m, geofoncsoport hossz 110 m (b); vibrátorcsoport hossz 130 m, geofoncsoport hossz 110 m (c); az amplitúdó arányokat kiszámítva 2:1,5:1 eredményeket kapunk az a ábrán bemutatott csoportosítás javára.



7. ábra. Geofoncsoportok amplitúdóspektruma

Рис. 7. Амплитудный спектр группы сейсмоприёмников

Fig. 7. Amplitude spectrum of geophone groups



8. ábra. Vibrátor- és geofoncsoportosítás amplitúdóspektruma

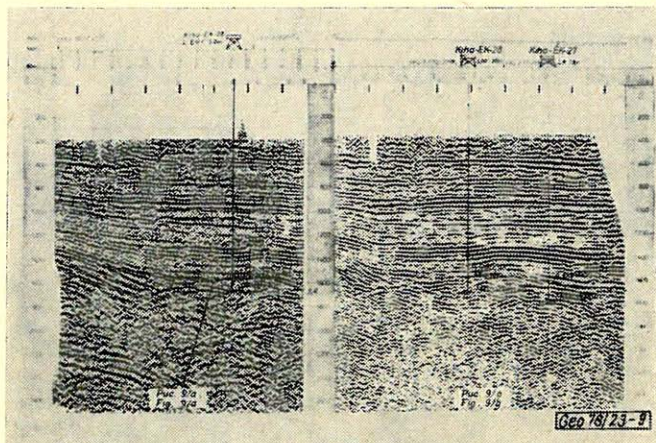
Рис. 8. Амплитудный спектр группирования сейсмоприёмников и вибраторов

Fig. 8. Amplitude spectrum of vibrator and geophone grouping

Térjünk át most néhány kísérleti eredmény vizsgálatára.

A 9. ábra két szeizmikus szelvényt mutat, melyek a jelzett fúrópontnál kis szögben metszik egymást. A bal oldali szelvény robbantással $24\times$ -es fedéssel, a jobb oldali pedig vibroszeiz eljárással $12\times$ -es fedéssel készült. Az offset és geofonköz a 2 szelvényen azonos.

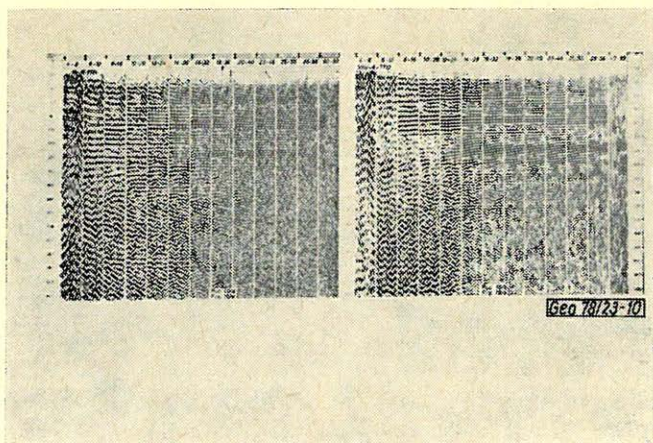
A 10. ábra mutatja a metszéspontban végzett szűrővizsgálatok eredményét. A bal oldali robbantásos szűrőtesztből látszik a szélesebb spektrum, s a nagyobb energia. A jobb oldali vibroszeizmikus adatok szűrőtesztjéből kitűnik, hogy a



9. ábra. Robbantásos és vibro-szelvény összevetése

Рис. 9. Сопоставление профилей вибросейс и взрыва

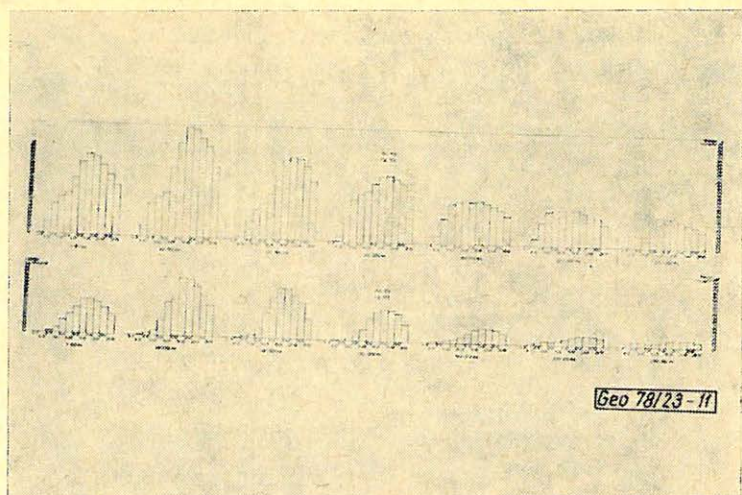
Fig. 9. Comparison of explosion and vibro-profiles



10. ábra. Szűrővizsgálat

Рис. 10. Исследование фильтрации

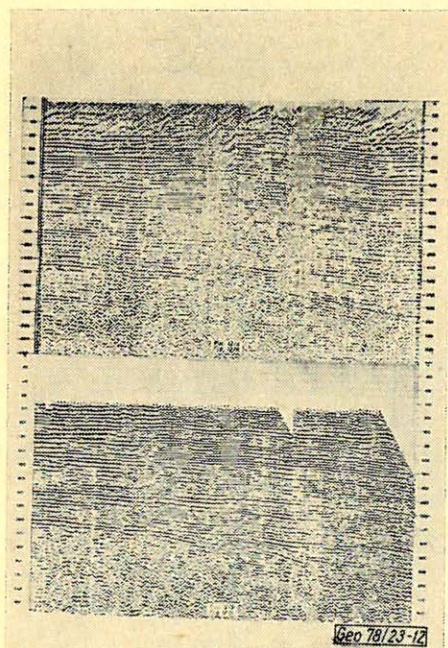
Fig. 10. Filtering investigation



11. ábra. Átlagenergia-frekvencia diagram

Рис. 11. Диаграмма зависимости средней энергии от частоты

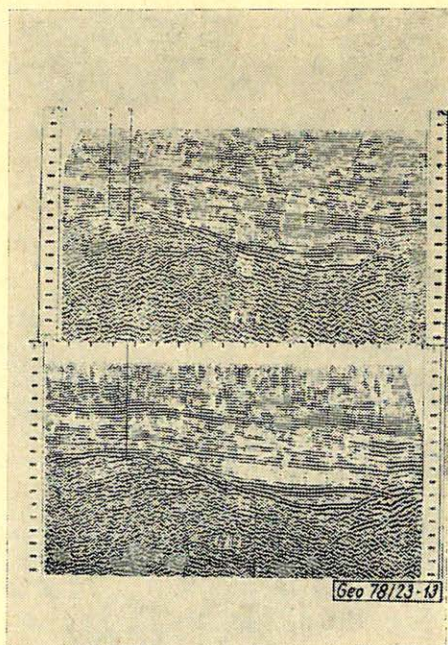
Fig. 11. Average energy-frequency diagram



12. ábra. Robbantásos-vibro-szelvény összevetés

Рис. 12. Сопоставление профилей вибро-сейс и взрыва

Fig. 12. Comparison of explosion-vibro profile



13. ábra. Robbantásos-vibro-szelvény összevetés

Рис. 13. Сопоставление профилей вибро-сейс и взрыва

Fig. 13. Comparison of explosion-vibro profile

8–48 Hz-es sweepnek megfelelően a 8 Hz alatti tartományban csak a kényszerrezgés keltette alacsonyfrekvenciás zajok fordulnak elő. A 40–80 Hz-es szűrésnél a reflexiós energia jelentősen csökken.

A 11. ábrán az átlagenergia látható egymással átfedésben levő frekvencia- és időintervallumokra. Itt is kitűnik az impulzusforrás szélesebb spektruma, valamint a nagyobb és időben kevésbé csillapodó energia (az ábra felső része).

Ugyanakkor a vibráció keltette energiák értékei kisebbek, a spektrum a keltett 8–48 Hz-nek megfelelően keskenyebb, az energiacsökkenés a robbantáshoz viszonyítva gyorsabb (ábra alsó része).

A 12 a és b ábra ugyanazon vonalon mért robbantásos és vibroszeizmikus szelvényt mutat be. Bár az észlelési rendszerek eltérőek, egy jelenség az összevetés során tanulmányozható. A robbantásos szelvényen a hullámkép szakaszokénti változása figyelhető meg. Ez a felszínközeli összetettség fizikai állandóinak nagymértékű változásával kapcsolatos, mely gerjesztett impulzus spektrumának eltéréseit eredményezi.

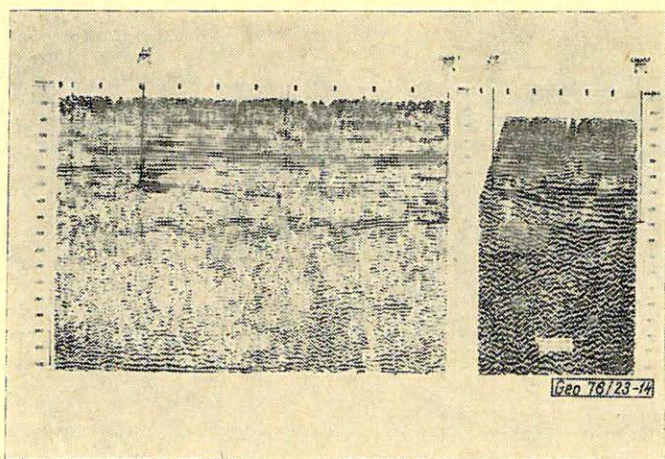
Ugyanez a vibroszeizmikus gerjesztéssel sokkal kiegyenlítettebb, nyilván a gerjesztéshez felhasznált frekvenciaintervallum állandósága miatt.

A 13 a és b. ábra egy flis aljzatú területről, ugyanazon nyomvonalon mért robbantásos és vibroszeizmikus szelvényt mutat. Mindkettő közel azonos észlelési rendszerrel, $12\times$ -es fedéssel készült. A vibro-szelvény mérésénél 8–48 Hz-es sweep-et használtunk.

Első rátekintésre a két szelvény egyenértékűnek tűnik. Egy jelenségre azonban érdemes rámutatni. Ez pedig a vibroszeizmikus szelvény kedvezőbb jel/zaj viszonya, amely feltétlenül a diversity-stack és a korrelációs művelet eredménye. Ennek révén a flis felszín alatti zónában is jobban elkülönülnek a flis szerkezetével összefüggő jelek a zajszinttől.

A 14 a és b ábrák egy tagolt felszínű területről, egyazon vonalról származó robbantásos és vibroszeizmikus szelvény összehasonlítását teszik lehetővé.

Itt a bejelölt két mélyfúrás közötti korrelációs problémára hívnánk fel a figyelmet. Addig, amíg a robbantásos szelvényen a mezozoikum felszínét nem



14. ábra Robbantásos-vibro-szelvény összevetés

Рис. 14. Сопоставление профилей вибросейс и взрыва

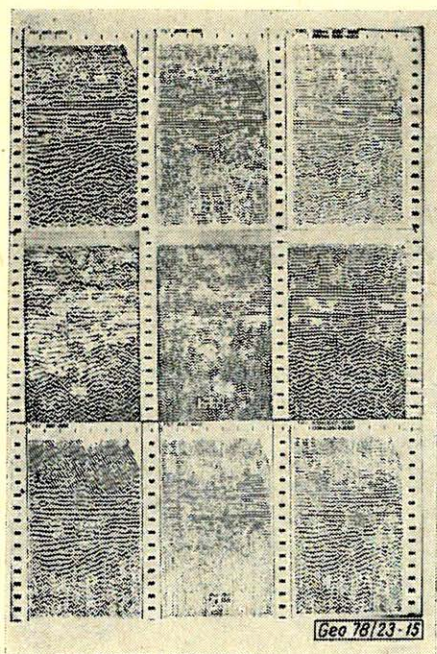
Fig. 14. Comparison of explosion-vibro profile

lehetett reflexiók horizont hiányában korrelálni, ez a korreláció a vibroszeizmikus szelvényen jó reflexiók határ mentén elvégezhető volt. Ez a jelenség véleményünk szerint azzal magyarázható, hogy a 8–58 Hz-es rezgéssel sikerült a kérdéses horizontoknak megfelelő frekvenciasávra ráhangolni.

Ezekhez a szelvényekhez még egy megjegyzés fűzhető. A robbantásos, 12×-es fedésű mérés 16 munkanapot, a vibroszeizmikus 24×-es fedésű mérés 5 munkanapot vett igénybe.

Végezetül a 15 a, b és c ábrák egyazon vonalon mért robbantásos, vibroszeizmikus és air-gun szelvényeket mutatnak be 3 féle szűréssel. Észlelési paraméterek a robbantásos és az air-gun szelvényeken azonosak voltak, azaz offset = 0 m, míg a vibrációs szelvény esetén az offset 6 geofonköznyi volt. Sweep-frekvencia 8–48 Hz, időtartama 10 sec.

A 8–20 Hz-es szűréssel készült robbantásos és az air-gun szelvények igen jó hasonlóságot mutatnak, csupán a felszíni gerjesztésű air-gun szelvényen a felszíni zavarhullámok energiája nagyobb. (Megjegyzendő, hogy itt csupán 1 forrás gerjesztés történt, így ezen az oldalon a csoportosítás szolgáltatja előnyöket nem lehetett kimutatni.) Ugyanezen szűrésen a vibroszeizmikus mérés a várt alacsonyfrekvenciás képet mutatja. A felszíni zavarok a kétoldali csoportosítás és a nagyobb offset miatt kisebb energiájúak.



15. ábra. Robbantásos-vibro-szelvény összevetés

Рис. 15. Сопоставление профилей вибросейс и взрыва

Fig. 15. Comparison of explosion-vibro profile

A 20–46 Hz-es szűrésen a szelvények lényegében azonos értékűek. Hasonló megállapítás tehető az időben változó szűréssel készült szelvényekre is.

Mindezekből megállapítható, hogy kedvező szeizmikus adottságok között air-gun források alkalmazásával a vibroszeiz technikával készült időszelvények minőségével egyenértékű vibrációk nyerhetők.

Összefoglalva:

Célunk csupán az volt, hogy rövid áttekintést adjunk a magyar olajipari vibroszeizmikus mérések első esztendejéről.

A levonható főbb következtetések az alábbiak:

1. A vibroszeizmika a robbantásossal egyenértékű, vagy ettől esetenként jobb minőségű szelvényeket nyújt, azonos, vagy jobb termelékenységi jellemzőkkel.
2. A vibroszeizmika – felszíni energiaforrás lévén – rendkívül érzékeny a mérési paraméterek pontos meghatározására. Ezek fontossági sorrendben:
 - a) A kutatási feladathoz és a közeg átviteli sajátságaihoz legjobban illő sweep-frekvenciaintervallum (legalább 2 oktáv sáv szélesség),
 - b) olyan alsó határfrekvencia választás, mely magasabb mint a felszíni zavarhullámok domináns frekvenciája,
 - c) a gerjesztési és geofon oldali csoportosítás optimális megtervezése, mely az első beérkezéseket is megfelelően csillapítja. Kedvező esetben a szabályos zavarhullámok mintegy 40 dB-es csillapítása érhető el,
 - d) az egy csoportba lehelyezendő geofonszám és a vibrációs szám minőségi és gazdaságossági egyensúlyának meghatározása,
 - e) továbbá a sweep-hossz vizsgálata, melynél a rezgés időtartam duplázása további 2–3 dB-es jel/zaj javulást hozhat,
 - f) s végül az egyéb, fedésszámra, geofonbázisközre, és offset meghatározására szolgáló rutin vizsgálatok.
3. A bemutatott szelvények a vibroszeiz eljárás széles körű alkalmazási lehetőségét bizonyítják. Ezek további kiterjesztését, a módszertan finomítását tekintjük jövőbeni feladatunknak.

Vibroszeiz mérések a hortobágyi néma zóna területén

SZEIDOVITZ GYŐZŐNÉ - GYÖRGY LAJOS

Két szeizmikusan néma területen vibroszeiz rendszerrel végzett kísérleti mérések eredményeit ismerteti a cikk. A legoptimálisabb vibrojel-paraméterek kiválasztásáról mutat be példát, valamint összehasonlít robbantással és vibroszeiz rendszerrel mért szelvényt. Végül még bemutat néhány szelvényrészletet a néma területekről.

В работе описываются результаты опытных работ, проведенных системой «Вибросейс» в двух сейсмически немых зонах. Приводится пример выбора оптимальных параметров вибросигнала и дается сопоставление разрезов, полученных взрывным и вибросейсмическим методами возбуждения колебаний. В заключение показаны некоторые части разрезов, полученных в немых зонах.

This paper deals with the results obtained by vibroseis field tests in two low-signal areas. An example is shown for the choice of optimal sweep parameters and a comparison is made between profiles by shooting and vibroseis methods. Finally some profile sections are presented from the low-signal areas.

Szeizmikus mérési tapasztalatok alapján ismert, hogy a Hortobágyon és Debrecen környékén vannak olyan területrészek, ahol a hagyományos szeizmikával nem lehetett reflexiókat észlelni, ezeket „néma zónák”-nak nevezték el.

A néma zóna problémájával az elmúlt két évtized folyamán néhány jelentősebb munka foglalkozott, sok kísérletet végeztek megszólaltatására.

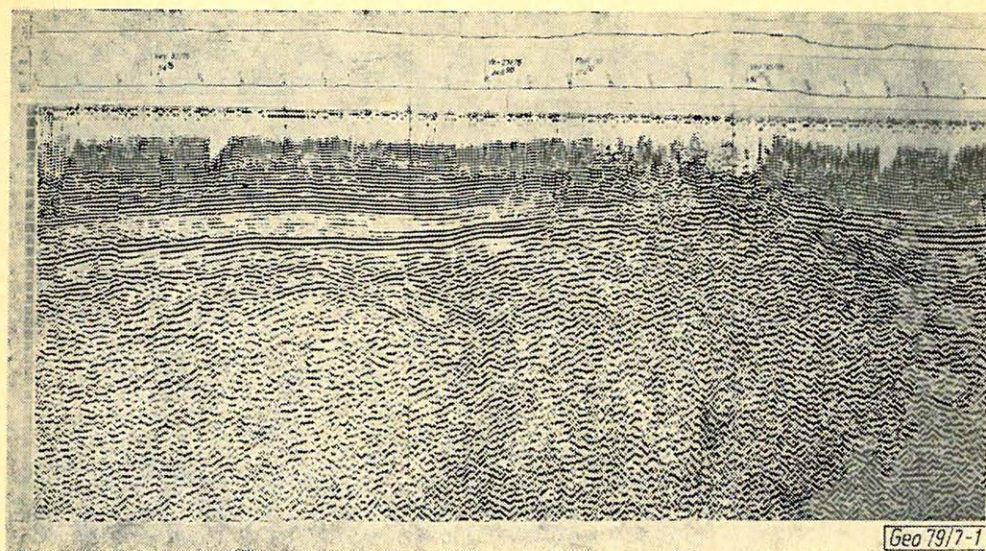
A szeizmikus kutatási eljárások fejlődésével a néma zónák száma csökkent, de néhány területen a modern szeizmikus eljárások és műszerek alkalmazása ellenére sem volt lényeges előrelépés.

Kézenfekvő, hogy a vibroszeiz rendszerrel, amely rengéskeltés terén jelentősen újat, meg kell vizsgálni a néma területek megszólaltatásának lehetőségét.

A vibroszeiz rendszer használatát a Hortobágyon az is indokolta, hogy a területet Nemzeti Parkká nyilvánították, s a hagyományos robbantásos rengéskeltést csak kevés területen engedélyezik.

1977-ben az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, a Központi Földtani Hivatal és az ELGI között létrejött szerződés keretében kísérleti módszertani reflexiós méréseket végeztünk a vibroszeiz rendszerrel három ismert szeizmikus néma területen, ebből kettő a Hortobágyon, (a Kócs-1 és Kócs-2 vonalon — ez utóbbi közel az 1962. évi egyik kísérleti vonalhoz); egy pedig Józsatól É-ra evő területen van a Vé-31/76 vonal középső szakaszán.

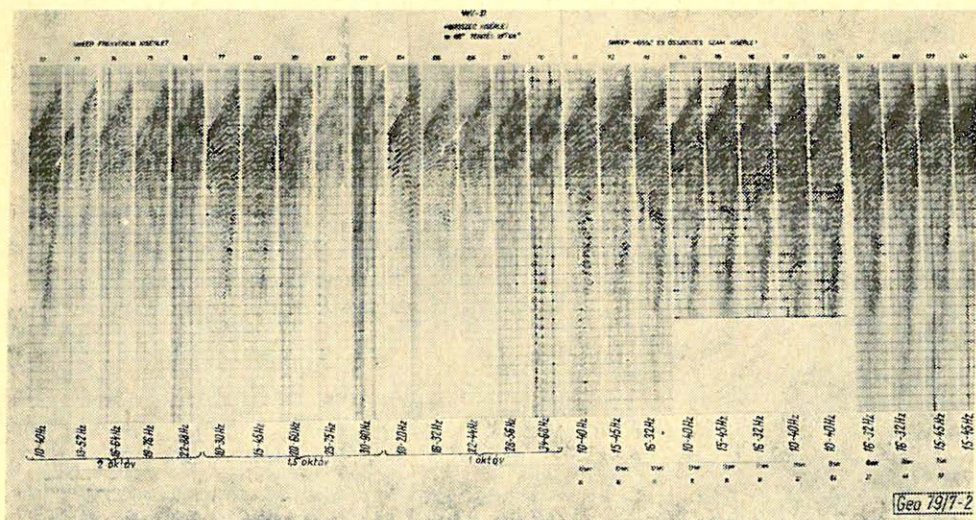
A Vé-31/76 szelvény néma szakaszára hajdúsági kutatásaink közben bukantunk. A szelvény középső szakaszán mérve hirtelen az anyagminőség elromlott. Próbálkoztunk a robbantótöltet emelésével (egészen 50 kg-ig), de eredmény nélkül, majd 3-as és 5-ös lyukcsoportokból löttünk, lyukanként 20-20 kg-ot robbantva 24 m-es mélységből. A kritikus szakaszt ezekkel a paraméterekkel mértük végig. Az anyagminőség kb. 5 km lemérése után ismét javult (1. ábra). A közbülső részben a jel/zaj-viszony olyan mértékben elromlott és az energia annyira csökkent, hogy a szinteket a felemelt töltet és a lyukcsoportok ellenére sem lehetett követni.



1. ábra. VÉ – 31/76 robbantásos szeizmikus időszelvény

Рис. 1. Сейсмический временной разрез по профилю VÉ – 31/76 проведенному взрывным способом возбуждения

Fig. 1. Reflection time section by shooting VÉ – 31/76



2. ábra. Vibroszeiz kísérlet a VÉV – 31 vonalon

Рис. 2. Эксперименты по вибросейсмическому методу по профилю VÉV – 31

Fig. 2. Test series of vibroseis parameters on the profile VÉV – 31

A vibroszeiz kísérletek súlypontját a vibrojel (sweep) paramétereinek kiválasztása képezte, mivel a néma zóna-kísérletek a rengéskeltés újszerűsége miatt kerültek előtérbe. Mindhárom területen a kísérletek végrehajtása a következőképpen folyt. Első lépésben a *vibrojel frekvencia- és sáv szélességkísérlet* volt 7 sec-os sweep-hossznál és 16-szoros összegzésnél. A két, másfél ill. egy oktávós vibrojeleknél folyamatosan emeltük az alsó határfrekvenciát 3, 5., ill. 6 Hz-enként, majd a kísérletsorozat 3 legjobb felvételének paramétereit használva megismételtük 10 és 13 sec-os hosszal az összegzésszám változatlanul hagyásával a *vibrojel hosszának és változási sebességének vizsgálataként*. Harmadik lépés az *összegzésszám hatásának vizsgálata* volt: az előző sorozat 3 legjobb felvételét kiválasztva megismételtük a méréseket 32 és 64-es összegzésszámmal is (2. ábra).

A kísérletek tapasztalatai alapján választottuk ki a vonalmérésekhez a sweep-paramétereiket.

A Kócs – 1 vonal Pusztakócs mellett nagyjából É – D-i irányban haladt majdnem 5 km hosszban, a Kócs – 2, tőle DK-re az Árkus csatorna és a Sárosér csatorna összefolyásánál, szintén É – D-i irányban 4,15 km hosszban. A harmadik kísérleti vonalat a Vé – 31 szelvény rossz szakaszára telepítettük 6 km hosszúságban.

A fedésszám mindhárom vonalon 12-szeres volt. A terítési paramétereiket az alföldi tapasztalatok alapján választottuk ki, 50 m-es geofonbázisközzel; csoportonként 16 db, 45 m hosszúságú geofoncsoportokból álló füzerekből állítottuk össze a terítéseket. Az offsetet a hortobágyi Kócs-jelű vonalakon 300 m-nek választottuk, Józsnánál pedig a kisebb mélység miatt 150 m-nek. A vibrátor oldalon 100 m-es csoportosítást alkalmaztunk, (3 vibrátor egymástól 25 m távolságra, lépéshossz 16,6 m; az összegzsám 4×4 volt). A vibrátorcsoport hosszakat is az alföldi mérési tapasztalataink alapján választottuk az első beérkezések szűrésének megfelelően.

A kísérleti szelvényeket a 3., 4. és 5. ábrákon mutatjuk be:

3. ábra a Kócs – 1/77, a

4. ábra a Kócs – 2/77, az

5. ábra a Vé – 31/76 és VéV – 31/77

szelvényeket együtt mutatja.

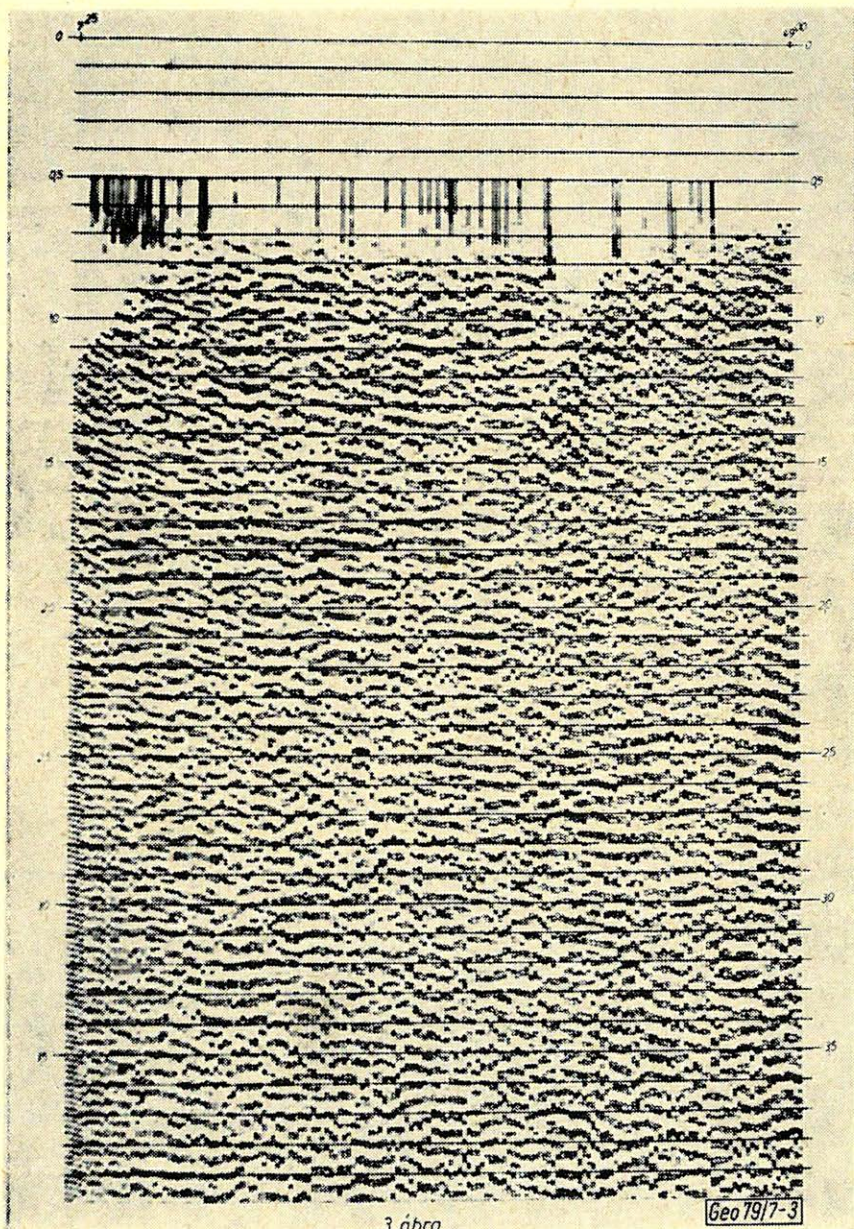
A három kísérleti szelvény közül egyedül a VéV – 31 szelvényre tudunk egyértelmű összehasonlító, robbantásos rengéskeltéssel készült szelvényt bemutatni. Itt a vibroszeiz technika ugrásszerű javulást eredményezett. A Kócs – 1 és Kócs – 2 vonal környékén végzett korábbi mérések minden szempontból alacsonyabb szintű terepi felvételezéssel készültek és az eredményeket vagy egyáltalán nem is közölték, vagy a szelvény nem reprodukálható. Gyakorlatilag reflexió akkor nem jelentkezett egyik területen sem. Ehhez képest mindkét vonal esetében van minőségi javulás.

A Kócs – 1/77 vonal (3. ábra) a leggyengébb minőségű a három szelvény közül. A szelvény utolsó harmadában ingoványon haladt át a mérés, emiatt a lövési rendszertől el is tértünk a szelvény e szakaszán.

A Kócs – 2/77 szelvényen (4. ábra) a pannóniai üledékösszlet jó reflexió-sorozattal jelentkezik. Lezáró reflexiókötege nagyobb energiájú a többinél. Alatta kisebb diffrakciók láthatók. A szelvény alapján megállapítható, hogy a pannóniai medence aljzata alatt már nem tudunk összefüggő szintet korrelálni.

A VÉV-31/77 szelvény (5. ábra jobb oldalán) szembetűnő javulást mutat a VÉ-31/76 (5. ábra bal oldalán) szelvényhez képest.

A szintkövetés lehetségessé vált a vibroseis szelvényen.



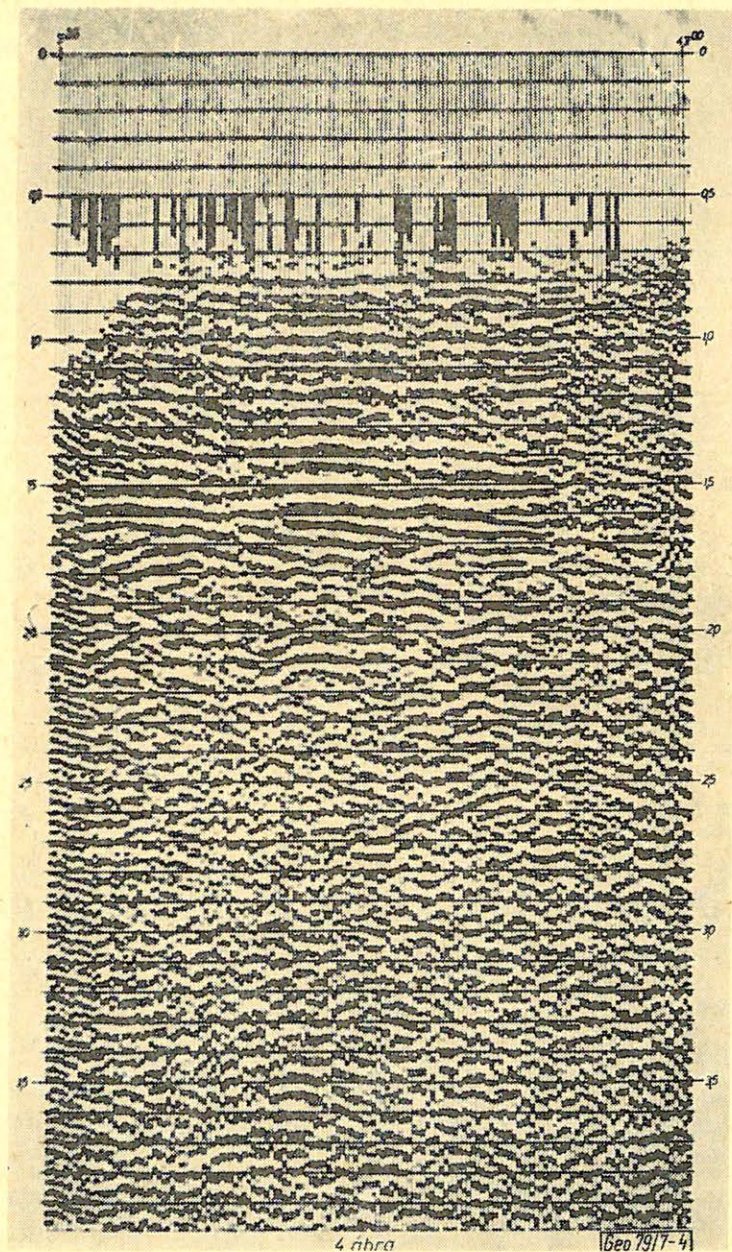
3. ábra

3. ábra. Kócs-1/77 vibroseis kísérleti szelvény

Рис. 3. Опытный вибросейсмический разрез Кócs-1/77

Fig. 3. Experimental vibroseis time section Kócs-1/77

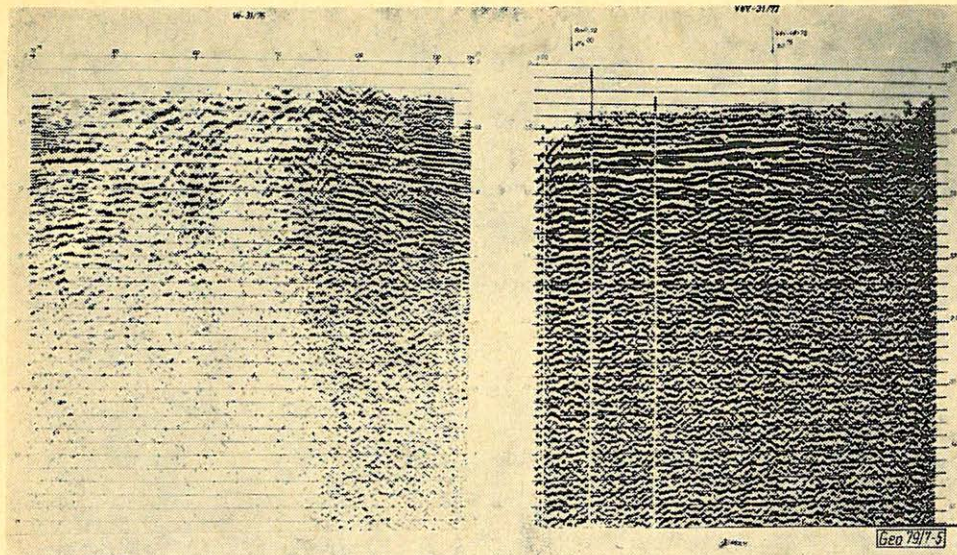
Végül még bemutatunk két, 1978-ban mért szelvényrészletet, melyek a Hortobágyi Nemzeti Park területén készültek vibroseiz rendszerrel:
 a 6. ábra az A-14/78 egy részletét,



4. ábra. Kócs - 2/77 vibroseiz kísérleti szelvény

Рис. 4. Опытный вибросейсмический разрез Кócs - 2/77

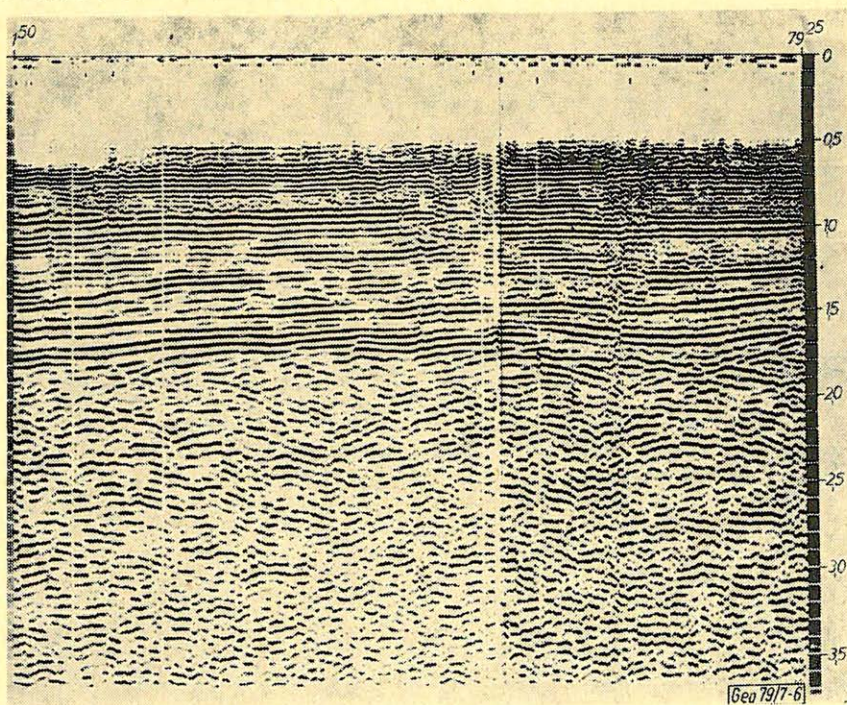
Fig. 4. Experimental vibroseis time section Kócs - 2/77



5. ábra. Vé – 31/76 szelvényrészlet és VéV – 31/77 vibroseiz kísérleti szelvény

Рис. 5. Часть разреза Vé – 31/76 и опытный вибросейсмический разрез VéV – 31/77

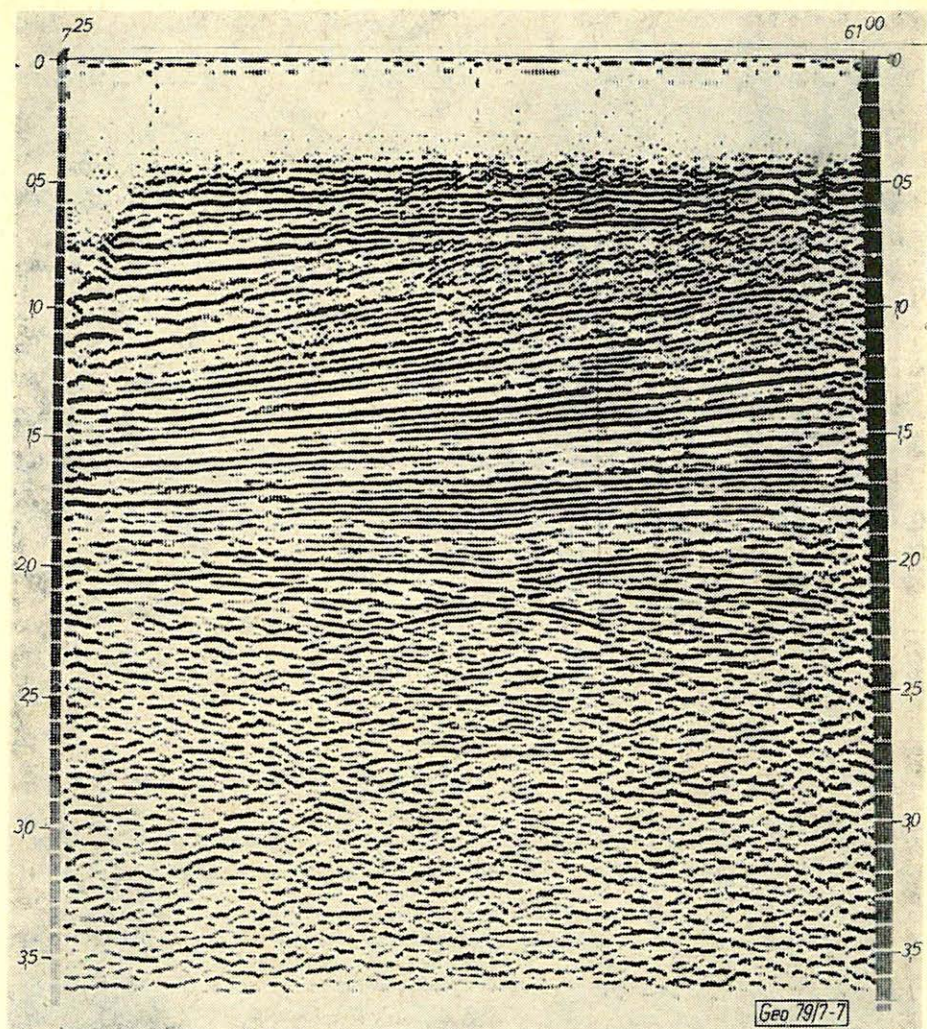
Fig. 5. Part of the time section Vé – 31/76 and the experimental vibroseis time section VéV – 31/77



6. ábra. A – 14/78 vibroseiz szelvényrészlet

Рис. 6. Отрезок вибросейсмического разреза А – 14/78

Fig. 6. Part of vibroseis time section A – 14/78



7. ábra. Ho - 3/78 vibroseis szelvény

Рис. 7. Вибросейсмический разрез Ho - 3/78

Fig. 7. Vibroseis time section Ho - 3/78

a 7. ábra a Ho - 3/78 szelvényt mutatja be.

Összefoglalva, az 1977. évi kísérleti mérések eredményei alapján megállapítható, hogy a vibroseis technika alkalmazása a „néma zónák” területén mind a földtani információk szerzésében, mind mérési problémák megoldásában komoly előrelépést jelentett.

Vibroseis mérések segítségével jelentősen tovább szűkíthető a „néma zónák” területe és a hagyományos robbantásos mérésekkel összehasonlítva a vizsgált területen lényegesen jobb eredmények várhatók.

Vibroszeiz mérések Debrecen város belterületén

GYÖRGY LAJOS – JÁNVÁRI JÁNOS

A cikk a vibroszeiz eljárás lakott területeken, illetve városokon belüli alkalmazásáról mutat be példát.

В работе приводится пример применения вибросейсмического метода в заселенных районах и в пределах городов.

The article presents some examples on the application of the vibroseis method in inhabited areas and towns.

A vibroszeiz eljárás alkalmazásával a Geofizikai Intézetnek az a célja, hogy olyan helyeken is lehetővé tegye a szeizmikus kutatást, ahol ez eddig a hagyományos (robbantásos) módon nem volt lehetséges, vagy csak nagy költségekkel lehetett megvalósítani.

A lakott területeken – falvakban és városokban – a szeizmikus kutatási eljárások közül a vibroszeiz eljárás az egyetlen, amely jó kutatási eredményeket szolgáltat.

Lakott területen belüli mérésekre az Intézet vibroszeiz csoportjával első ízben 1977. év végén került sor Debrecen város belső területén.

A debreceni mérések részét képezik annak a hajdúsági komplex kutatási programnak, amely 1974. évben egy OKGT-Geofizikai Intézet szerződés keretében kezdődött.

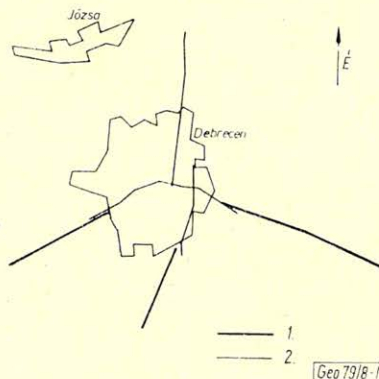
A legtöbb területi kutatásnál a kutatási eredményeket összefoglaló térképeken gyakran fehér foltok jelölik a településeket és azok közvetlen környezetét, még akkor is, ha e települések alatt érdekes földtani szerkezetek valószínűsíthetők.

Esetünkben Debrecen alatt a gravitációs mérések helyi maximumot jeleztek. Az 1. ábrán mutatjuk be azokat a szeizmikus vonalakat, amelyekkel a jelzett ano-

1. ábra. A kutatási terület helyszínrajza
1. robbantásos eljárással mért vonalak, 2. vibroszeiz eljárással mért vonalak

Рис. 1. План района работ 1 – профили со взрывным способом возбуждения 2 – профили с вибросейсмическим способом возбуждения

Fig. 1. Location Map of Seismic Survey
1. with shot method, 2. with vibroseis method



máliát megpróbáltuk felderíteni. Ezek a vonalak a robbantásos eljárással már korábban lemért hajdúsági vonalhálózathoz csatlakoznak.

A városban belüli mérések megtervezése igen gondos előkészítési munkát igényel.

Első lépésben be kellett járni a város azon utcáit és útjait, amelyeken a mérési vonalak úgy vihetők végig, ahogy azt a földtani kutatási cél megkívánja. Ezután ellenőrizni kellett, hogy az így kijelölt vonalak mentén betarthatók-e azok a biztonságtechnikai előírások, amelyek a városi mérésekre, ill. a lakóházakra és a közműhálózatra vonatkoznak. Ennek megfelelően rendelkezésre kellett álljon az érintett terület közműhálózati térképe, vonalbejárással pedig ellenőrizni kellett a vonalhoz közeli épületek műszaki állapotát.

Néhány pontban összefoglaljuk azokat a legfontosabb biztonságtechnikai feltételeket, amelyeknek a lehető legszigorúbb betartása és betartatása mellett terveztük meg a mérést.

Az alkalmazott biztonsági hatásokat, ill. a biztonsági határokra vonatkozó előírásokat és javaslatokat az OKGT GKÜ által összefoglalt szakirodalmi anyag, a Bányászati Kutató Intézet, a Földtani Talajvizsgáló Intézet és kevés saját mérési adatunk alapján az alábbiakban adtuk meg:

1. Az alkalmazható sweep-frekvencia alsó határa: 18 – 20 Hz. (Nagyobb, mint az épületek saját rezgésszáma.)
2. Normál állapotú földszintes épülettől csak 5 m távolságra lehet vibrálni.
3. Panelház esetén a legkisebb vibrálási távolság 10 méter.
4. Városi víz- és csatornahálózat közelében a vibrátorok 3 m-en belül nem vibrálhatnak.
5. Gázvezetéseket 5 m-en belül vibrálással nem szabad megközelíteni.
6. Városrészek, gyárak, üzemek ellátását biztosító főnyomóvezetékek (víz, gáz) közelében háromszoros biztonsági távolságot kell betartani.
7. Nem szabad vibrálni: villamos- és vasúti síneken, különlegesen rossz állapotú (aládúcolt) épületek közelében, hídon, csatornatetőn, vasúti kereszteződésekben.
8. A rezgéseltetés pszichológiai hatásának csökkentésére a lakosságot előre értesíteni kell a munkákról.
(A különböző objektumokra előírt kárküszöb 1/5 részét az élő szervezet már kellemetlennek érezheti.)

A fenti feltételekkel sikerült egy közel egyenes É–D irányú vonalat ki-tűzni, amely a városba vezető, Záhony–Debrecen vasútvonal mentén a pályaudvarig haladt. A további É–D irányt párhuzamosan eltolva viszonylag szűk utcákon vezetett vonallal tudtuk tartani. A városközponton áthaladó K–Ny irányú vonal a város szélénél csatlakozik a robbantásos technikával készült vonalakhoz.

A mérések megkezdése előtt a szükséges hatósági engedélyeket (Bányaműszaki Felügyelőség, Városi Tanács, Rendőrség, Víz- és Csatornaművek, Gáz-művek, KPM) be kellett szerezni

A kábelterítési munkákat nappal, ill. az esti órákban, a méréseket éjszaka (22–06 óráig) végeztük. A terítést igyekeztünk az útnak a vibrátorpontokkal ellentétes oldalára telepíteni.

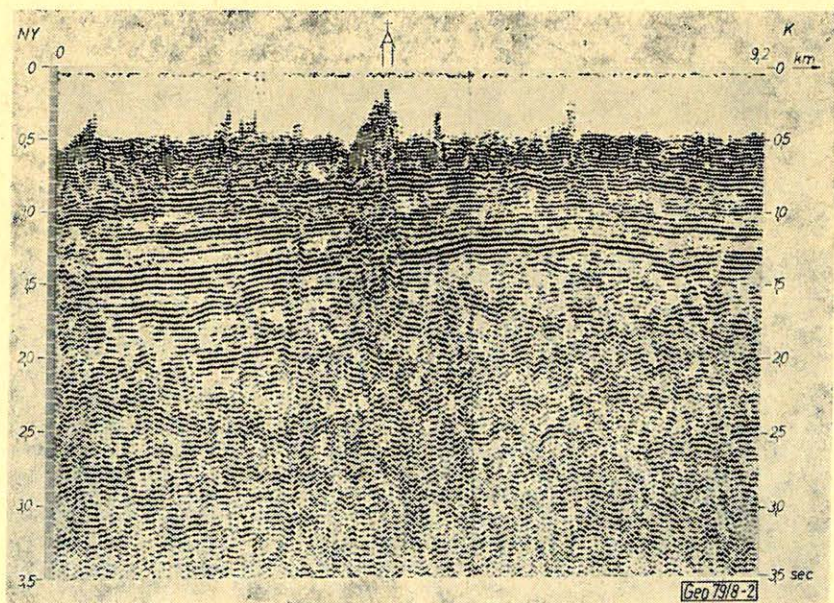
A városi vonalakat az alábbi paraméterekkel mértük:

sweep-frekvencia:	20 – 80 Hz,
sweep-hossz:	11 sec,
stack szám:	16 (4 × 4),
vibrátorcsoport hossza	50 m,
fedésszám:	6 × 100%,
geofoncsoport távolság:	25 m,
geofoncsoport tagszáma:	16,
geofoncsoport hossza:	45 m,
offset-távolság:	475 m,
regisztrált felvétel hossza:	5 sec.

A fenti paraméterek kiválasztásához a vonalmérés megkezdése előtt az É – D irányú vonal É-i szakaszán egy rövid kísérleti felvételsorozatot mértünk. A kísérleti anyag azt is igazolta, hogy míg a nappali zaj szinte lehetetlenné tette a mérést, addig az éjszakai órák zajszintje már elfogadható volt.

A 2. ábrán a K – Ny irányú keresztmetszést mutatjuk be. A szelvény jellemzői:

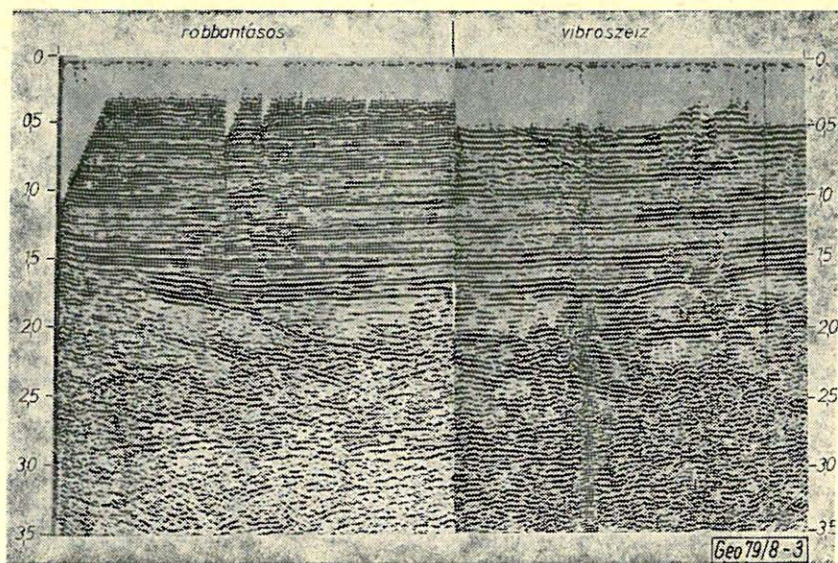
- a feldolgozás az intézeti MINSZK – 32 számítógépen történt,
- 6 – 100%-os fedésű stacking szelvény időben változó frekvenciaszűréssel,
- az összegzés előtt amplitúdókiegyenlítést (TAR), kijátszásnál automatikus erősítésszabályozást (AGC) alkalmaztunk,



2. ábra. Ny – K irányú szeizmikus szelvény

Рис. 2. Сейсмический разрез по широтному профилю

Fig. 2. Seismic Time Section, Direction W – E



3. ábra. Robbantásos és vibroszeiz eljárással készült szelvények csatlakozása

Рис. 3. Привязка разрезов, полученных при взрывном и вибросейсмическом способах возбуждения колебаний

Fig. 3. Tying of the Vibroseis Time Section to the Shot Seismic Time Section

- a statikus korrekciót kézi módszerrel végeztük,
- sebességmeghatározások módja: velocity scan,
velocity spectra.

E szelvény nyugat-keleti irányba egyre emelkedő, majd süllyedő aljzatot valószínűsít a gravitációs adatokkal megegyezően.

Az egyes rövid szakaszokon jelentkező minőségi romlást a lövési rendszerbe nem illeszkedő felvételek okozzák. A szelvény közepén jelentkező leghosszabb szakaszú átlövések környezetében 18 felvételt kellett biztonságtechnikai okokból a rendszerbe nem sorolható vibrációs helyekről elkészíteni.

A 3. ábra egymáshoz kölcsönös pontjaiban csatlakozó olyan szelvényt mutat be, ahol robbantásos és vibroszeiz eljárással készült szelvények találkoznak. A csatlakozási helyen a korreláció nagyon jó. Mint a szelvényekből is megállapítható, a vibroszeiz anyag hasonlóan jó felbontást biztosít, mint a robbantásos eljárással készült szelvények.

A városi mérések vonalain összesen 403 felvételt készítettünk 15 éjszakai műszak alatt. A legtöbb felvétel egy műszakban 48 db volt, a legkevesebb pedig 12 db.

Hegyvidéki vibroszeiz mérések

BODOKY TAMÁS – SZALAY ISTVÁN

A cikk ismerteti azokat a terepi módszertani kísérleteket, amelyeket az ELGI végzett nehezen járható, illetve hegyvidéki területeken a vibroszeiz eljárás alkalmazására.

В работе описываются полевые методические работы, проведенные Геофизическим институтом им. Этвеша для изучения возможности применения вибросейсмического метода в районах с тяжелыми условиями бурения и в горных районах.

The article outlines some field methodological experiments made by ELGI on rugged topography area with difficult drilling conditions.

A hegyvidékeken a járhatóság és a járhatóság igen rossz, gépjárművel rendszerint csak utak mentén lehet közlekedni. Ez a gyakori rengéskeltést igénylő reflexiós módszer alkalmazását rendkívül megdrágítja, esetenként nemcsak gazdaságtalanná, de lehetetlenné is teszi. Ilyen területeken a szeizmika számára a kézenfekvő megoldást a fúrást nem igénylő, utakon is alkalmazható felszíni rengéskeltéses eljárások jelentik. Így került sor az ELGI vibroszeiz-csoportjának hegyvidéki bevetésére.

A vibroszeiz eljárást elsősorban a szénhidrogén-kutatás céljaira dolgozták ki, és mint ilyen a nagymélységű medenceterületek kutatását szolgáló eszköz. A hegyvidéki kutatások azonban szinte kivétel nélkül a bányászattal kapcsolatos földtani feladatok megoldását tűzik ki célul, és így a szeizmika szempontjából „sekély” kutatásoknak minősülnek.

A vibroszeiz eljárás sekély kutatásokra való alkalmazása módszertani problémákat vet fel.

A módszertani problémák közül a legfontosabb, és jellegzetesen a vibroszeiz eljáráshoz kapcsolódó probléma az első beérkezések szűrésének szükségessége.

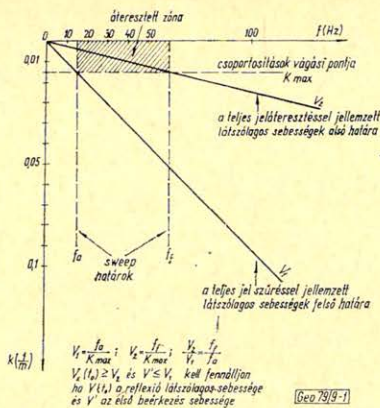
1. ábránkon vázlatosan bemutatjuk frekvenciatartományban a sweep-határokat és a csoportosítások vágási vonalát, ezek határolják a frekvenciacsík eszközeink által áteresztett tartományát, amit az ábrán sátrózással jeleztünk (az ábrán ez 15–60 Hz). A sémából látható, hogy két oktávos sweep esetén ahhoz, hogy a reflexiókat teljesen átresszük és az első beérkezéseket teljesen vágjuk, látszólagos sebességeik arányának legalább 1:4-nek kell lennie.

Ismert tény azonban, hogy sekély reflexiós beérkezések esetén a látszólagos sebességek aránya a vibroponttól távolodva gyorsan csökken és igen hamar a megadott érték alá süllyed. A probléma megoldására két út kínálkozik:

- a) – a csatornák vibroponttól mért távolságát a terítések összehúzásával,
– a geofonbázistávolság csökkentésével – a kritikus értéken belül tartani,
- b) – a sweep sáv szélességét csökkentve a látszólagos sebességek között megkövetelt arányt csökkenteni.

2. ábránkon látható, hogy egy oktávos sweep alkalmazása esetén az előírt arány csak 1:2.

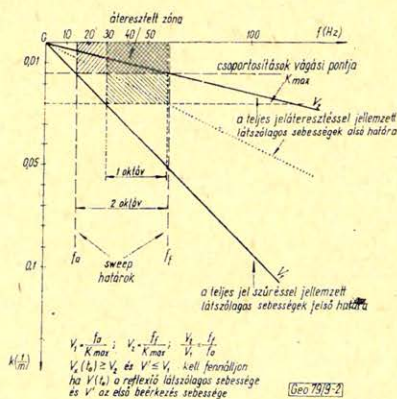
Az a) lehetőség megvalósításában a vibrátorok saját zaja, amely lehetetlenné teszi a terítésen belüli, vagy a terítéshez túl közeli vibropontok alkalma-



1. ábra. A legalacsonyabb teljesen áteresztett látszólagos sebesség és a legmagasabb teljesen szűrt látszólagos sebesség helyzete az áteresztett zónához viszonyítva a frekvencia-hullámszám síkon, kétoktávós sweep esetén

Рис. 1. Положение самой низкой полностью пропущенной кажущейся скорости и самой высокой полностью отфильтрованной кажущейся скорости по сравнению с зоной пропускания на плоскости числа волн частоты при двухоктавном свипе

Fig. 1. The position of the smallest totally transferred apparent velocity and the highest totally filtered apparent velocity compared to the transferred zone in the frequency – wavenumber domain for sweeps of two octaves



2. ábra. A legalacsonyabb teljesen áteresztett és a legmagasabb teljesen szűrt látszólagos sebességek kölcsönös helyzetének változása a sweep sáv szélességének változásával

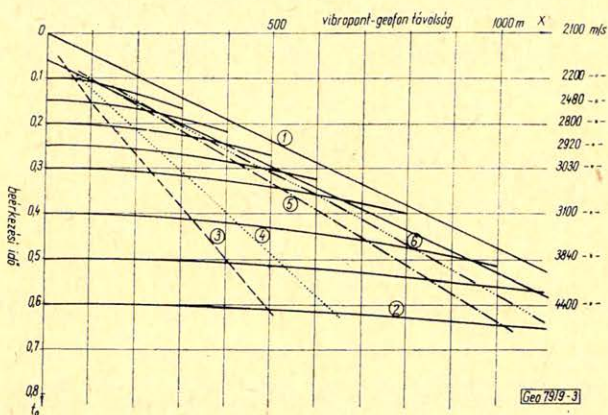
Рис. 2. Изменение взаимного положения самой низкой полностью пропущенной и самой высокой полностью отфильтрованной кажущейся скорости с изменением ширины полосы свипа

Fig. 2. The change in the mutual position of the smallest totally transferred and the highest totally filtered apparent velocities with the change in the bandwidth of the sweep

zását, elháríthatatlan technikai akadályt jelent, de ettől eltekintve a túlzottan rövid terítéseknek a gazdaságossági megfontolások is ellene szólnak.

A b) lehetőséget jelentő sweep-sávszélesség-csökkentéssel több kísérletet végeztünk.

Első kísérleti területünk Mány környéke volt, itt a kutatási mélység 600 m-ig terjedt. A mérések előtt a 3. ábrán látható diagramot készítettük el a várható eredmény becslésére. Az ábrán az 1. és 2. jelű folytonos vonalak az első beérkezések zónáját jelzik, illetve a reflexiók várható út – idő-görbéit mutatják, a 3. jelű szaggatott vonal a 2 oktávós sweepre számított maximálisan megengedhető terítéshosszakat mutatja a beérkezési idő függvényében, a 4. jelű pontozott vonal az 1,5 oktávós sweepre, az 5. jelű pontos szaggatott vonal az 1 oktávós sweepre ugyanazt ábrázolja. Végül feltüntettük a diagramon 6. jellel a dinamikus korrekció okozta torzulás miatt még megengedhető terítéshosszak határát is. A diagram jobb szélén a területi sebességfüggvény értékei láthatók.



3. ábra. A mérések tervezéséhez használt $t_0 - x$ diagram a sweep-sávszélességektől függő maximálisan megengedett vibropont-geofon távolságok feltüntetésével

Рис. 3. Диаграмма $t_0 - x$, применяемая для проектирования наблюдений, с максимально допустимыми расстояниями между пунктом возбуждения и сейсмоприемником, зависящими от ширины полосы свипа

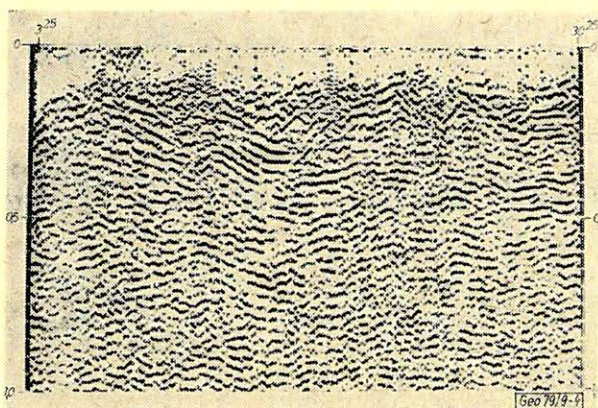
Fig. 3. $t_0 - x$ diagram used to the planning of the measurements with the longest allowable source – receiver distances

A kutatandó szintek 0,25 sec-től 0,45 sec-ig helyezkednek el. Tekintve, hogy az alkalmazott technika a terítésen belüli vibropontokat kizárja, a diagram 2 oktávós sweepek használata esetén irreálisan rövid terítéshosszakat enged csak meg. Ezzel szemben 1 oktávós sweep használata mellett lehetőség nyílik a megszokott 25 m geofonbázistávolságú terítések alkalmazására is.

Első vonalunkat a Mány – I vonalat másfél oktáv széles sweeppel mértük (30 – 90 Hz) (4. ábra), majd ugyanezt a vonalat ismételtük meg 1 oktávós sweep-pel (35 – 70 Hz) Mány – 1B néven (5. ábra).

A mányi eredményeket módszertani szempontból negatívnak ítéljük. Az derült ki, hogy a sweep sávszélességének csökkentése a szelvény jel/zaj-viszonyának, illetve dinamikájának gyorsabb romlásával jár együtt, mint ahogy azt az elméleti megfontolások alapján vártuk.

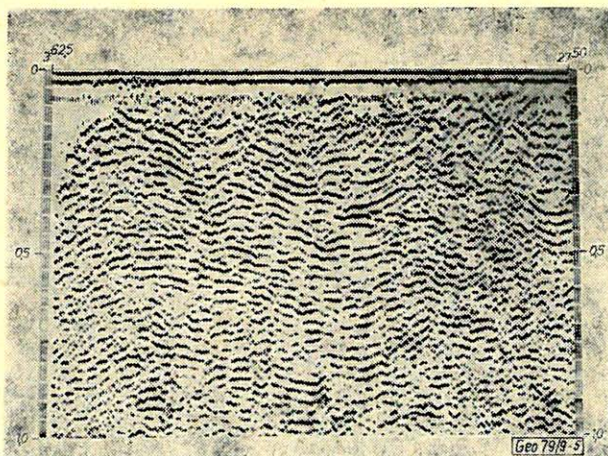
A mányi eredmények értékeléséhez összehasonlításként bemutatjuk még a 2 oktávós sweeppel (22–88 Hz) mért M_{a-1} szelvényt a Ny-bakonyi kutatási területről. Ebben a szelvényben általában később – nagyobb t_0 értékeknél – élednek fel a reflexiók, de onnan markánsabban, jobb jel/zaj-viszonnal jelentkeznek (6. ábra).



4. ábra. Kísérleti szelvény másfél oktávós sweeppel mérve

Рис. 4. Экспериментальный разрез с свипом размера полуторы октавы

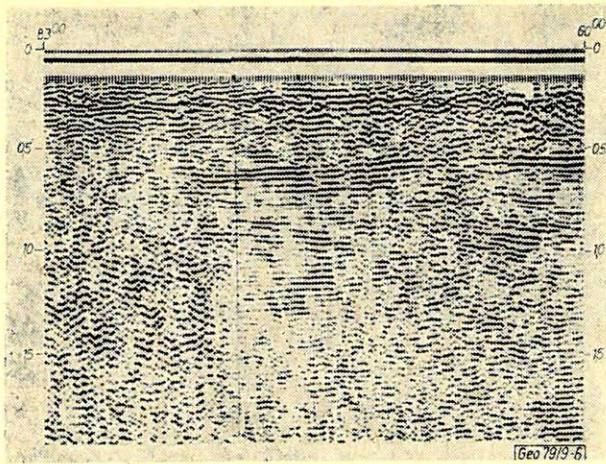
Fig. 4. Experimental profile measured using one and a half octave sweep



5. ábra. Kísérleti szelvény egy oktávós sweeppel mérve

Рис. 5. Экспериментальный разрез с однооктавным свипом

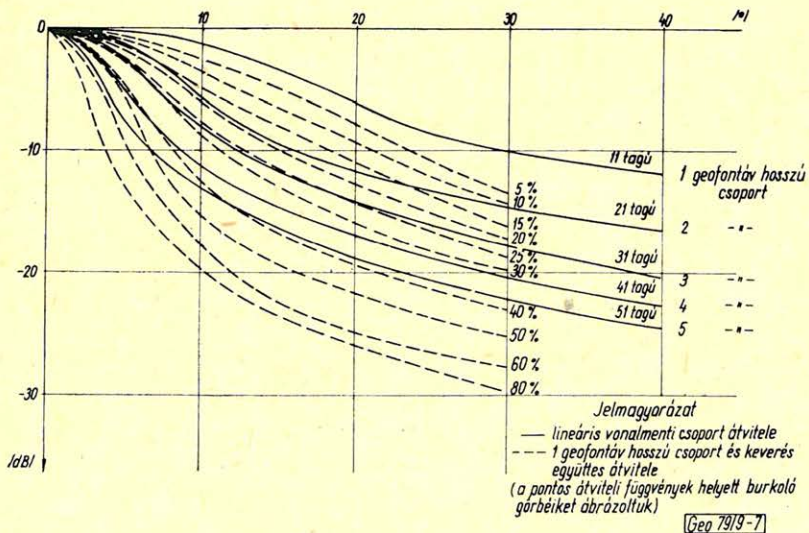
Fig. 5. Experimental profile measured using one octave sweep



6. ábra. Kísérleti szelvény két oktávós sweppel mérve

Рис. 6. Экспериментальный разрез с двухоктавным свипом

Fig. 6. Experimental profile measured using two octave sweep



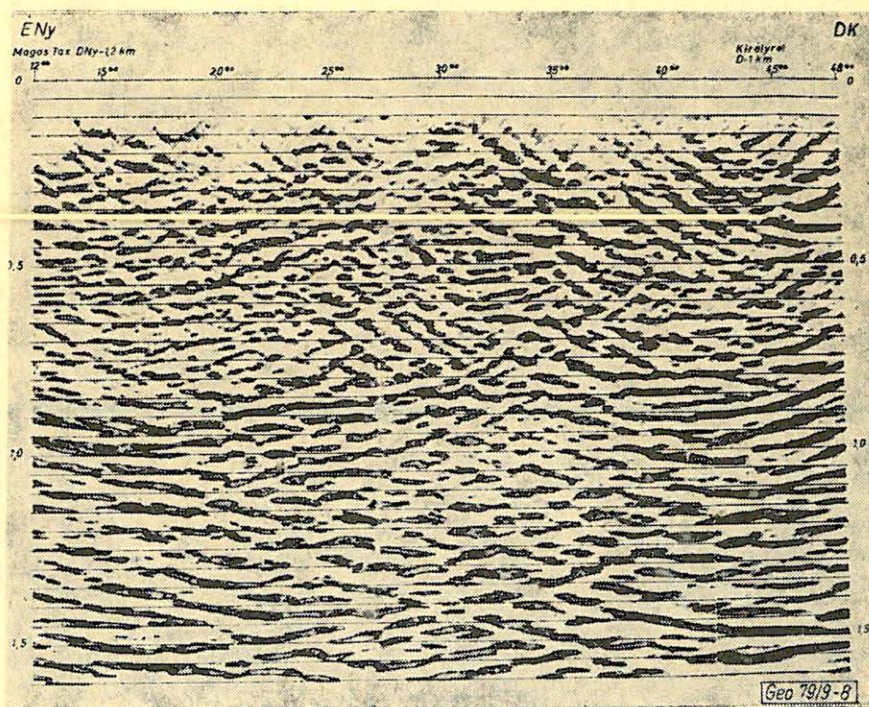
7. ábra. A hosszú geofoncsoportok átvitelének összehasonlítása a rövid geofoncsoportok és a keverés együttes alkalmazásának átvitelével

Рис. 7. Сопоставление характеристики длинных групп сейсмоприемников с характеристикой при совместном применении коротких групп сейсмоприемников и смешивания

Fig. 7. Comparison of the transfer functions of long geophone arrays and the joint application of short geophone arrays and mixing.

Következő kísérleti területünk a Börzsönyben a Csóványos és Királyrét között húzódó vonalon volt. A feladat itt a rétegvulkáni felépítmény és a mélyszerkezet egyidejű kutatása volt. Részben a feladat komplexitása, részben a keskeny sávú sweeppel szerzett korábbi tapasztalatok arra ösztönöztek, hogy a lehető legszélesebb sávval dolgozzunk. A széles sávú sweepekkel kapcsolatban különösen a sekély részeken elkerülhetetlen terítési problémákat úgy kívántuk áthidalni, hogy két sweeppel mértünk és a két mérés eredményét utólag a közös mélységpontos összegzés során összegeztük. Egy alacsonyfrekvenciás (12–48 Hz) 2 oktávós sweeppet és egy magasfrekvenciás (40–100 Hz) keskeny sweeppet használtunk párhuzamosan. Hogy sweep-váltáskor a terítés átépítését elkerüljük, a magasabb sweephez való rövidebb geofoncsoportokat terítettük ki, és kihasználva a geofoncsoportok és a keverés átviteli tulajdonságainak identitását, az alacsonyabb sweepra való váltáskor keverést kapcsolunk be (7. ábra).

Az alacsonyfrekvenciás sweep a kristályos medencealjzatot és feltételezésünk szerint az ábrából sejthető lakkolitot nagy amplitúdójú reflexióval jelezte, de a fedőrétegsorról kis mélységben magasfrekvenciás sweeppel kaptunk kedvezőbb képet. Különböző sweepekkel végzett kísérleti egyedi felvételek, valamint



8. ábra. A börzsönyi reflexiós szelvény migrált változata a két különböző sweeppel mért adatok összegezése után

Рис. 8. Вариант Бэржэньского разреза МОВ, полученный с миграцией, после суммирования данных по двум различным свипам

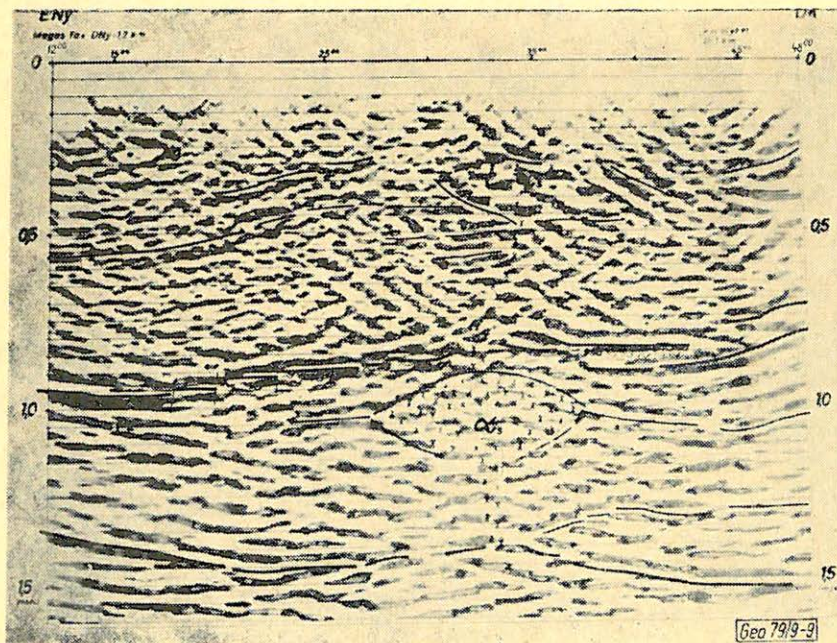
Fig. 8. The reflection profile made in the Börzsöny area after summing the data measured with two different sweeps and migrated

a lemért szelvények szűrése, frekvencia- és amplitúdó-vizsgálata alapján az a véleményünk, hogy az alacsonyfrekvenciás sweep ad teljesebb képet, a magasfrekvenciás sweep alsó határfrekvenciáját túl magasra választottuk. Súlyos energiaproblémák mellett ez rendkívül kényes a statikus korrekcióra, ami a nagy térszínváltozások és a felszíni sebességek erős szórása miatt kisrefrakciós korrekciós méréseket tett szükségessé (a felszíni sebességek 200 m/s-tól 4000 m/s között változtak, a törmelékek és andezitek előfordulásától függően).

Igen lényeges anyagjavulást értünk el a kétféle sweeppel mért összegzett szelvény migrációjával (8. ábra). Ezen kiugró amplitúdóval jelentkeznek a legnagyobb sebességkülönbségű felületekről, a medencealjzatról és az andezitesteokről származó reflexiók (9. ábra). A hidrotermális ásványosodás szempontjából fontos áttörési zóna és a törések kijelölhetők.

Harmadik kísérleti területünk az Upponyi és Bükk hegység alaphegység-kibúvásos részeire esett. Ezen a területen a nagymélységű kutatások rutinmetodikájának alkalmazásával próbálkoztunk a módszertani nehézségek figyelmen kívül hagyásával.

A felszíni nagysebességek miatt szükséges geofoncsoporthosszat itt meg sem lehetett közelíteni, kompromisszumként 50 m geofon- és vibrátor-csoporthosszat alkalmaztunk, 14–64 Hz-es sweeppel, 12-szeres fedéssel. A Bükk bányászati szakaszán, bonyolult tektonikájú karbon kibúvásterületen mért ÉK – 3-e szelvényen alig emelkedik ki néhány reflexió a zajból. Komoly javulást eredményezett



9. ábra. A börzsönyi szelvény értelmezése

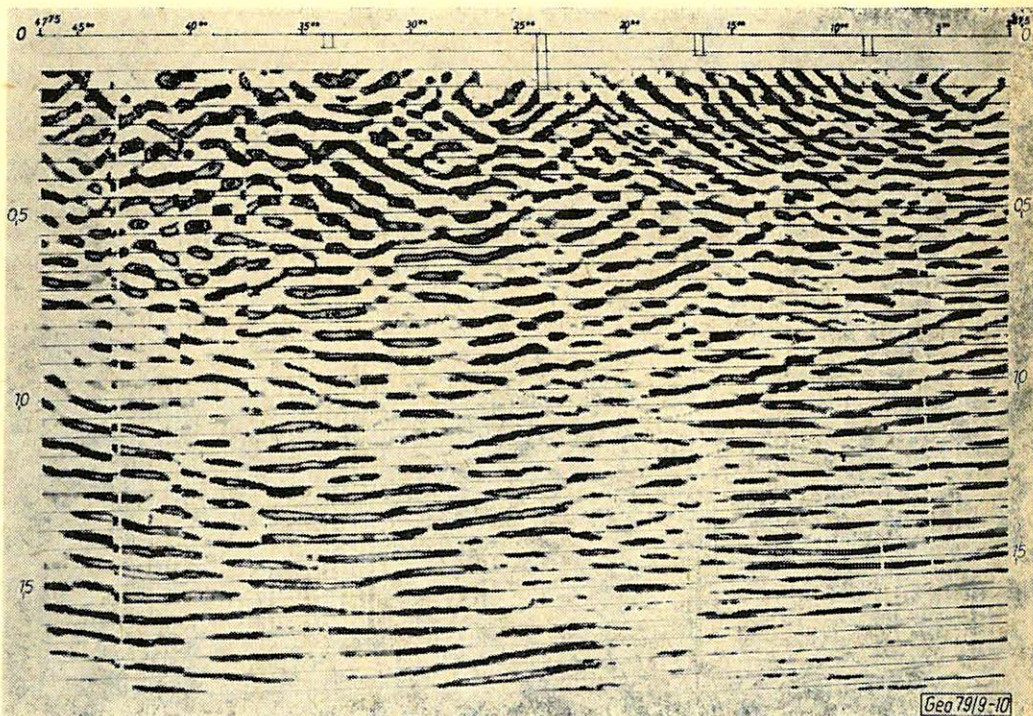
Рис. 9. Интерпретация Бэрженского разреза

Fig. 9. The interpretation of the profile shown on Fig. 8.

a felső 0,5 sec-on (kb. 1000–1200 m mélységig) az alacsony frekvenciák kiszűrése. Nagyobb mélységű szerkezetvizsgálatra azonban a migráció jelentette a legjobb megoldást, mint ahogyan a hasonló karakterű, nyers stacking szelvényként alig értékelhető, Uppony hegységi ÉK–3-a szelvény példája mutatja (10. ábra). Itt a rétegsorok dőléskülönbségéből megállapítható diszkordancia rávilágít arra, hogy a hegység mélye lényegesen kisebb dőlésű rétegekből áll, mint amilyen felszínközélen ismert.

A Zsinnye-tető környéki vasérc-terület egy ma még ismeretlen maggal rendelkező, a diszkordancia szint felett kialakult töréses-boltozódásos szerkezet tetőrészének felel meg (11. ábra).

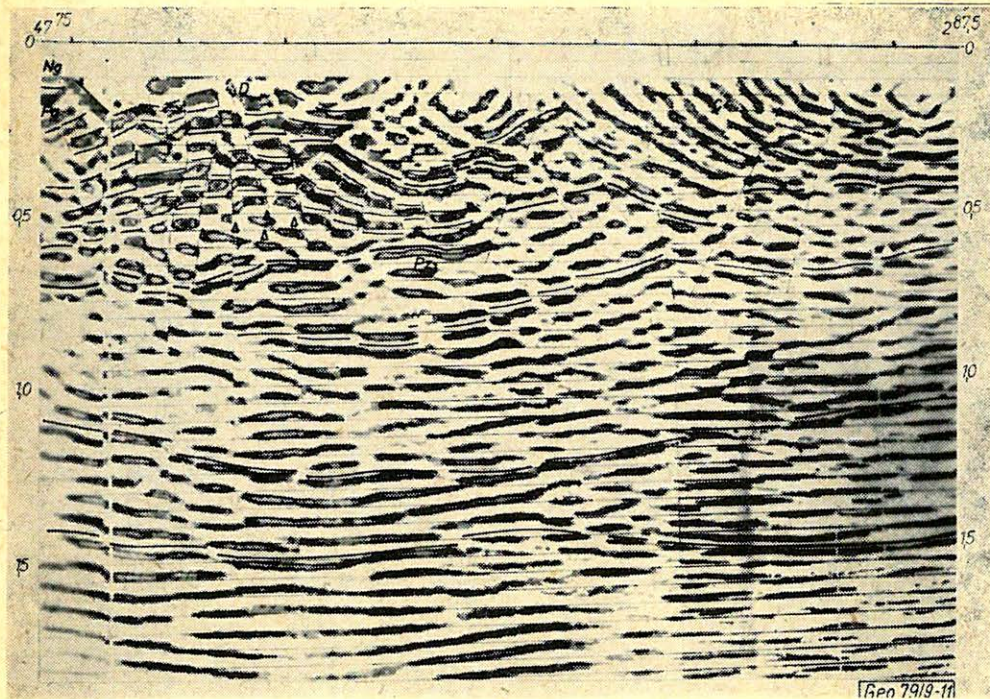
A kísérleti mérések összefoglalásaként elmondhatjuk, hogy területtípusonként más-más mérési-paramétereket kell választanunk, de az adott területen mutatkozó domináns frekvenciáktól nem függetleníthetjük magunkat. Gyakorlati alkalmazásra 15–25 m-es geofonbázisközt, 10–12 Hz-től kezdődő 2–3 oktávós sweepet, 14 sec-os sweep-hosszat, 16–32-szeres összegzést, 12–24-szeres fedést és migrációs feldolgozást javaslunk.



10. ábra. Az upponyi reflexiós szelvény migrált változata

Рис. 10. Вариант упоньского разреза МОВ, полученный с миграцией

Fig. 10. Migrated version of the profile measured in the Uppony area



11. ábra. Az upponyi szelvény értelmezése

Рис. 11. Интерпретация упоньского разреза

Fig. 11. The interpretation of the profile shown on Fig. 10.

Általános tanulságként megállapítható még, hogy a vibroszeiz eljárás medenceterületeken 250 – 350 m-nél sekélyebb szerkezetek kutatására, hegyvidéken 400 – 500 m-nél sekélyebb szerkezetek kutatására nem alkalmas. Ilyen kutatásoknál a kutatási költségek nem állnak arányban a várható eredményekkel.

Lapszemle

Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 111. évf., 10. sz., 1978. október

Gidai László: A Bajna – Gyermely közötti terület („Bajna-Dél”) eocén szénelőfordulás távlatai, 684 – 692, old.

A cikk elemzi a „Bajna-Dél”-terület valamennyi fúrását és a területről megjelent teljes szakirodalmat és megvizsgálja, hogy a területen a további kutatásnak milyen távlati vannak.

Eredményként megjelöli azokat a részterületeket, melyek eocén kőszénkutatás szempontjából számításba jöhetnek. A területen folyt geofizikai kutatásról így emlékezik meg: „A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet kutatóinak több, nyomtatásban megjelent jelentése foglalkozik a területtel. A geofizikai kutatási eredmények a szerkezeti viszonyok és a mezozoos aljzat mélységének megállapításánál nélkülözhetetlenek bizonyultak”.

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz 12.(112) évf. 1. sz., 1979 január.

Korim Kálmán: Hévíztároló rendszerek és működés módjuk a Pannon medencében, 10 – 15 old.

Könyvszemle

A XXII. Nemzetközi Geofizikai Szimpózium előadásai, Prága, 1978., a Geofizika n. p. Brno sokszorosított kiadványa. Két kötet, 568 + 690 oldal, 187 + 183 ábra és 16 táblázat.

A XXII. Nemzetközi Geofizikai Szimpóziumot 1977. szeptember 13–16. között tartották Prágában. A Szimpózium előadásait tartalmazó kiadványt a csehszlovák résztvevő fél mint főrendező jelentette meg aránylag rövid idő alatt (1978 nyarán). Főrendezőként a Brno-i Geofizikai Vállalat szerepelt. J. Novákkal, mint főszerkesztővel, de a szerkesztésben résztvettek a társrendező államok, illetve szervezetek képviselői is. Magyarország részéről Nagy Magdolna látta el ezt a feladatot.

A kiadvány két hatalmas kötetet foglal magában. Az I. kötet elején külön részben közlik a szervezéssel kapcsolatos általános jellegű dolgokat (tartalomjegyzék, napirend, ünnepi beszédek, megnyitók, résztvevők jegyzéke) két nyelven: oroszul és angolul (1–57 old.). A második rész (61–568 oldal + hibajegyzék) tartalmazza az A-szekcióban tartott előadásokat azon a nyelven, amelyen az előadást megtartották (oroszul vagy angolul), továbbá a másik hivatalos nyelven készült összefoglalásokat. Az ábrák mindenütt a dolgozatok végén, külön lapokon szerepelnek. A szöveg az eredeti, a szerzők által beadott gépírás fotolejárással való másolata, kivéve néhány esetet, amikor a beadott eredeti nem volt alkalmas a sokszorosításra és a szerkesztőségnek újra le kellett azt írnia. Az ebben a részben szereplő előadások száma 32.

A II. kötetben helyezték el a B-szekcióban tartott előadások szövegeit; a bevezető tartalomjegyzék itt is szerepel, mint az I. kötet elején, ugyanúgy külön római számozással I-től VIII-ig: 34 előadás az I-től 531 oldalon. Külön további részben azok az előadások vannak összegyűjtve, melyeket az egyidejűleg rendezett kiállításon tartottak, valamint azok szövegei, melyeket bejelentettek, de nem tartottak meg (535–690 oldal + hibajegyzék).

A résztvevők jegyzékében felsorolt 359 geofizikus közül a legtöbb csehszlovák: 170, azután a magyar küldöttség következik 81 résztvevővel. A nevek mellett a résztvevők munkahelye is szerepel, de furcsán hat az, hogy egyeseknél helyes az adat, a legtöbbnél azonban csak annyi áll, hogy: Magyar Geofizikusok Egyesülete, a MTE SZ tagja, vagy ugyanez angolul. A nevek írásánál is sok a sajtóhiba, ami bizonyára elkerülhető lett volna, ha a magyar szerkesztőbizottsági tag a sokszorosítás előtt megtekinthette volna a jegyzéket.

A magyar előadások száma: az A-szekcióban 3, a B-szekcióban 7 (2 orosz, 8 angol nyelven).

Ezek a következők:

Az A-szekcióban:

Késmárky I. – Makáry E. – Sulyovszky J.: Idővel változó effektusok korrekciója a valódi amplitudó feldolgozásnál, 259–274. old.

Balla Z.: A geofizika szerepe a paleovulkánok rekonstrukciójánál, 501–519. old.

Landy I. – Lantos M.: Komputer-modellezés alkalmazása megfúrt nagy ellenállású üledékek kijelölésére, 553–567 old., (a kiadványban hibásan 549. old. szerepel).

A B-szekcióban:

Kis K. – Meskó A.: A logaritmikus teljesítményspektrum alkalmazása a mágneses adatok interpretációjánál, 51–56. old.

Laczkovics J.: Építési anyagok geofizikai kutatása, 157–170 old.

Géresi Gy. – Mozsolits T. – Szabó J.: Bányageofizikai komplex módszer fejlesztésénél szerzett első tapasztalatok Reesken, 171–191 old., (a KFH itt mint „Központi Geofizikai Hivatal” szerepel).

Hermesz M. – Körmendi A. – Verbőczy J.: A magyar szénbányászati geofizika tevékenysége és kutatási feladatai, 207–215 old.

Gellért T. – Komlói Zs. – Markó L. – Réz F.: Asztali számítógép alkalmazása fúróluk-interpretációs feladatoknál, 277–293. old.

Szantner F. – Morvai L. – Nyerges L.: Geofizikai mérések feladatai és eredményei a magyar bauxit-kutatásban, 353–368. old.

Kiss J. – Verbőczy J.: A bányageofizika alkalmazása és további kilátásai a mecseki szénbányák földtani szolgálatánál, 409–429. old.

A kiadvány kiállítása igen szép, a felhasznált papír minősége kiváló és az ábrák igen jók. Mindkét kötet végén van ugyan hibajegyzék, ezek azonban csak a hibák kis százalékát ölelik fel. Valamennyi felsorolt hiba mellett is a kiadvány igen dicséretes munka és határozott előrelépést jelent a szimpóziumokról eddig megjelent kiadványok sorában.

T. G.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Я. Румплер</i> : Введение	41
<i>Т. Бодоки, Я. Румплер</i> : Развитие вибросейсмического метода, его теоретические и методические основы	42
III. <i>Эрёш</i> : Вибратор	61
<i>Л. Апор, Г. Немет</i> : Управление вибратором	67
<i>П. Халмош, Г. Немет</i> : Сейсморазведочная аппаратура типа CFS – 1/SO – 10 – 21	69
<i>Л. Херман, Г. Немет</i> : Плоттер разработки ЭЛГИ, подключенный к аппаратуре CFS – 1	74
<i>Л. Дьердь, К. Ковач</i> : Особенности вибросейсмических наблюдений на практике полевых работ	77
<i>Э. Каснер, Г. Лелкеш, Л. Муравина</i> : Обработка данных наблюдений вибросейсмического метода	80
<i>К. Гадо, Э. Каснер, Я. Румплер</i> : Вибросейсмические исследования в венгерской нефтяной промышленности	90
<i>Ж. Сейдович, Л. Дьердь</i> : Вибросейсмические исследования в немой зоне района Хортобадь	100
<i>Л. Дьердь, Я. Январи</i> : Вибросейсмические наблюдения в пределах города Дебрецен	107
<i>Т. Бодоки, И. Салаи</i> : Вибросейсмические наблюдения в горном районе	111
Обзор журналов	76, 79, 89, 119
Обзор книг	120
Новости в общества Венгерских Геофизиков	60

CONTENTS

<i>J. Rumpler</i> : Introduction	41
<i>T. Bodoky – J. Rumpler</i> : Development and methodological as well as theoretical bases of the vibroseis method	42
<i>S. Eröss</i> : The vibrator	61
<i>L. Apor – G. Németh</i> : Control of the vibrator	67
<i>P. Halmos – G. Németh</i> : Seismic installation CFS – I/SD – 10 – 21	69
<i>L. Hermann – G. Németh</i> : The ELGI plotter linked with the installation CFS-I	74
<i>L. György – K. Kovács</i> : Features of vibroseis measurements in field practice	77
<i>E. Kaszner – G. Lelkes – L. Mouravina</i> : Computation of vibroseis measurements	80
<i>K. Gádó – E. Kaszner – J. Rumpler</i> : Vibroseis measurements in the Hungarian oil industry	90
<i>Mme Gy. Szeidovitz – L. György</i> : Vibroseis measurements on the mute zone of Hortobágy	100
<i>L. György – J. Jánváry</i> : Vibroseis measurements within the town area of Debrecen	107
<i>T. Bodoky – I. Szalai</i> : Vibroseis measurements on a hilly country	111
Reviews of books and periodicals	76, 79, 89, 119, 120
News about the Association	60

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

A szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat. 1073 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 429-350. Levélcím: 1906 Budapest. Pf. 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

79.282. Állami Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Bresztovszky Péter

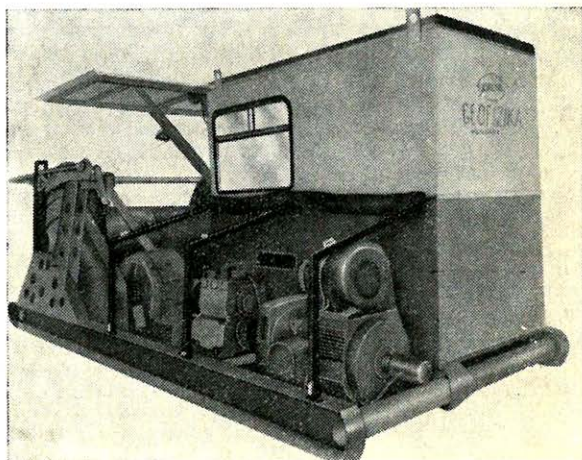
Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor



ALAPÍTÁSI ÉV: 1920



Do9 típ. STABIL KÁBELCSÖRLŐ

- Elektromos meghajtás
- Kábelsebesség: 1—70 m/perc
- Karotázskábelek átcsévélése állandó terhelés mellett
- Nagymélységű fúrólukban mérés állandó telepítés mellett
- Tengeri mélyfúrásoknál mérés (max. 8500 m)

Gyártja és exportálja:

Gamma Művek

1509 Budapest, Pf. 1

Telefon: 853-144

Telex: 22—4946