

Robbantással keltett felületi hullámok vizsgálata

BISZTRICSÁNY E. – KISS Z. – MOLNÁR K.

Egy múlt évben elkezdődött kísérletsorozat első feldolgozását tárgyalja a dolgozat. A robbantások és észlelések Szolnok környékén két vonalon történtek, s ezek adatai a következők:

Észlelési távolság (m)	Töltetsúly (kg)	Töltet mélysége (m)
2 070	5	5
4 550	20	8
10 830	70	20
18 000	4 × 50	16
951	1,08	5

Az észlelést 3 komponenses elektrodinamikus VEGIK szeizmográfjal végeztük. Az ingák saját periódusa 1,6 sec, a galvanómétereké 0,08 sec volt.

Annak ellenére, hogy a szeizmográfok nagyobb észlelési távolságokon nem voltak elmozdulásmérők, minden észlelési ponton a felületi hullámnak két fő csoportját lehetett megkülönböztetni.

Az egyik hullámcsoport első beérkezési sebessége 350 m/sec, nem diszperzív, pályamozgás alakja ellipszis, iránya előre-forgó.

A másik hullámcsoport diszperzív első beütésssebessége 200 m/sec. Pályamozgás alakja ellipszis, tengelyaránya $\frac{z}{H} \frac{3}{2}$ irányra hátra-forgó.

В работе обсуждается первая обработка материалов наблюдений, проведенных в прошлом году. Взрывы и наблюдения были проведены в окрестностях города Солнока на двух профилях, данные этих наблюдений следующие:

Расстояние наблюдения (м)	Вес заряда (кг)	Глубина заряда (м)
2 070	5	5
4 550	20	8
10 830	70	20
18 000	4 × 50	16
951	1,08	5

Наблюдения проводились трехкомпонентным электродинамическим сейсмографом ВЕГИК. Собственный период маятников равен 1,6 сек, а гальванометров – 0,08 сек.

Несмотря на то, что сейсмографы на больших расстояниях наблюдения нельзя считать измерителями смещения, на всех точках измерения можно было различить две главные группы поверхностных волн. Для одной из групп волн скорость первых вступлений – 350 м/сек, нет дисперсивности, траектория движения – эллипс, направления вращения вперед.

Вторая группа волн дисперсивна, скорость первых вступлений 200 м/сек. Форма траектории движения – эллипс, соотношение осей которого $\frac{z}{H} \frac{3}{2}$, направление вращения назад.

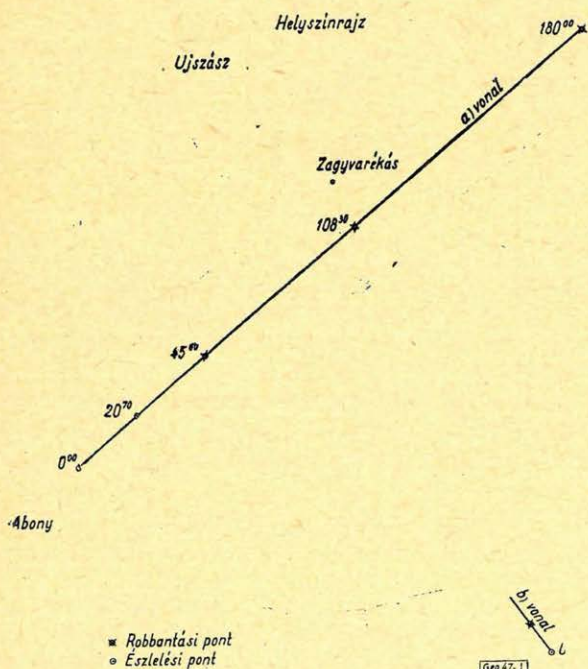
Surface waves generated by explosion are investigated. The waves were observed at a distance of 1–20 km. On the basis of seismograms and particle motions two principal wave-groups can be separated. The rotation of the first type of surface waves is directed forward, while that of the second retrograde.

A földrengésekből származó felületi hullámok elvi problémáinak vizsgálatainál egyik módszer a terepi model kísérlet. Ez esetben robbantással keltett felületi hullámokat vizsgálunk geológiai és geofizikailag ismert területen. E módszernek az az előnye a földrengésekkel keltett felületi hullám analízisé-

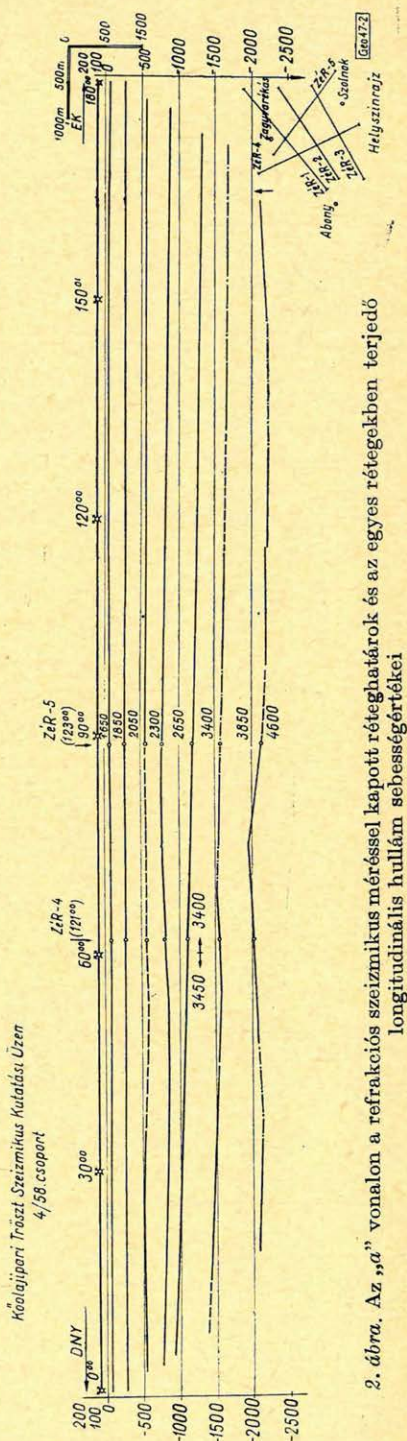
vel szemben, hogy a hullám által átfutott kőzet paraméterei, valamint a forrás négy koordinátája ismert. Az alkalmazott geofizika szempontjából pedig a modellkíséretekkel szerzett tapasztalatok alapján a felületi hullám diszperziójának segítségével lehetőség nyílhat, hogy ismeretlen területen rétegszerkezetet határozzunk meg. Ilyen jellegű kísérletsorozatot a múlt évben kezdtünk el. E dolgozatban a kapott észleléseinkről előzetes tájékoztatást adunk.

A robbantásokat Szolnok környékén végeztük. A mérések két szelvény mentén történtek. A robbantás és észlelési pontokat az 1. ábra mutatja. A területen a szeizmikus felmérést a Kőolajipari Tröszt Szeizmikus Üzeme végezte.

Az „a” vonal szóban forgó szelvényén elvégzett szeizmikus méréseknek a célja nem kifejezetten a felső 0–300 m üledékes összetétel kutatása volt, a méréseknél alkalmazott metodika elsősorban a mélyebben fekvő szerkezetek pontosabb kimutatásának célját szolgálta. A vonalon végzett refrakciós mérések azonban lehetőséget adtak, hogy a felső rétegösszetétel



1. ábra. A kísérleti mérés helyszínrajza



2. ábra. Az „a” vonalon a refrakciós szeizmikus méréssel kapott réteghatárok és az egyes rétegekben terjedő longitudinális hullám sebességértékei

mélységi dőlési és sebesség viszonyairól, ha nem is egészen pontos, de tájékoztató jellegű adatokat nyerjünk. Az említett pontatlanság főképpen a dőlési adatokra értendő, bár azt is meg kell jegyeznünk, hogy számottevő dőlésváltozásokat a mélyebb szintekben sem mutattak ki a mérések. Az 1650–1850 m/s sebességű rétegek határvonala a szelvény közelében lemélyített mélyfúrások adatai alapján a quarter üledékek fekjével azonosítható. A szelvényen az 1650 m/s sebességű réteg mélysége 150 m, ugyanezen mélységben ütötte meg a fúró a quarter üledékek fekjét 3 fúrásban, amelyek a jelzett szelvénytől kb. 1–1,5 km-re települtek. Az 1850 m/s sebességű réteg (360 m fekülmélység) levantei képződménnyel azonosítható (2. ábra).

Bár nagyszámú kisrefrakciós mérési adat nem áll rendelkezésünkre, a néhány mérés azonban egyértelműen bizonyítja, hogy a szelvényen 1650 m/s sebességgel feltüntetett réteg nem homogén, hanem közvetlenül a felszín alatt néhány méteres (4–8 m), sebességét 400–600 m/s intervallumban változtató mállott zóna helyezkedik el. Feltehető, hogy az 1650 m/s-os rétegben ezenkívül még települhet helyenként néhány méter vastagságú 700–1000 m/s sebességű réteg, ennek elhelyezkedéséről azonban hiányos mérések birtokában biztosan nem mondhatunk. A szeizmikus robbantásokhoz felhasznált kismélységű fúrások szelvénye a feltevés helyességét látszik igazolni, a kérdés végső eldöntését azonban csak pótlólagos mérésekkel lehetne tisztázni.

Az „a” vonalon 4 lövés és a „b” vonalon egy robbantás történt, amelynek adatait az 1. táblázat mutatja:

1. táblázat

Sorszám	Szelvény jele	Észlelési táv (m)	Töltet súly (kg)	Töltet mélysége (m)
1.	a	2 070	5	5
2.	a	4 550	20	8
3.	a	10 830	70	20
4.	a	18 000	4 × 50	16
5.	b	951	1,08	5

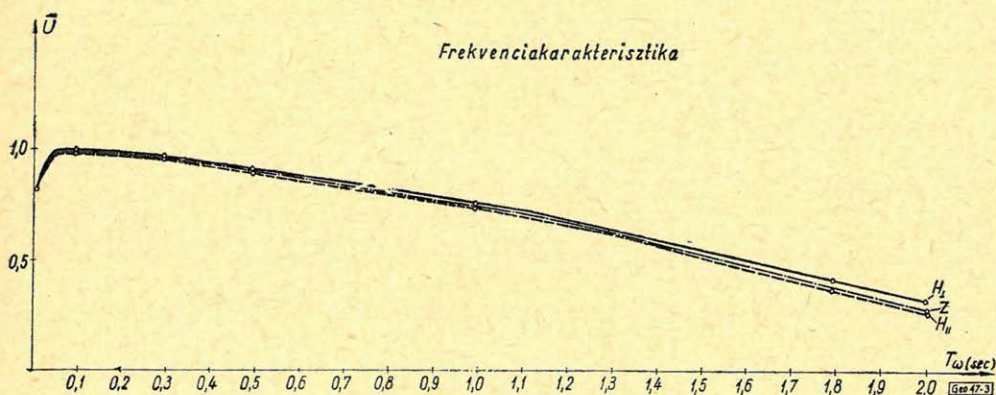
Az észlelést 3 komponenses elektrodinamikus VEGIK típusú szeizmográf-fal végeztük. A különböző robbantási távolságoknál különböző nagyítási fokozatot használtunk. Az ingák sajátperiódusa $T_1 \sim 1,6$ sec, a galvanométerek sajátperiódusa $T_2 \sim 0,08$ sec volt. Az egyes komponensek frekvenciakarakterisztika görbéit a 3. ábra, a fázistolás görbéket a 4. ábra mutatja.

A mérési vonalakon a műszer mindvégig helyben maradt és a robbantás helyét változtattuk. Az egyik horizontális komponens lengésiránya egybeesik a robbantópont-észlelési pont vonalával. Jele $H_{||}$. A másik horizontális komponens jele H_{\perp} , a vertikálisé Z .

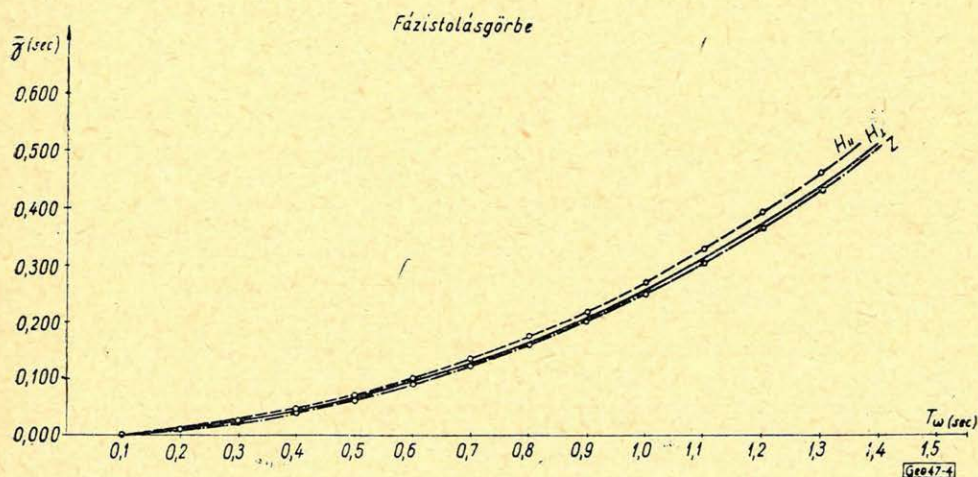
Első lépésként a felületi hullámok pályamozgásával foglalkoztunk, hogy ezzel, valamint a terjedési sebességük figyelembevételével az észlelt felületi hullámtípusokat meghatározhassuk.

A felületi hullám amplitúdók kiolvasásának megkönnyítése céljából felvételeinket felnagyítottuk és egy secundumot 16 részre bontottunk. Ez a szeizmogram alapján elegendő nagyságú felbontásnak látszott. A részecskemozgás számítását és ábrázolását a szokásos módon végeztük el. Mivel a különböző

komponensek fázistolás görbéi lényegesen nem térnek el egymástól és az egyidőben beérkező hullámok periódusa közel azonos volt, az egyes komponenseken a vektoros összeadásnál fázistolással számolni nem kellett.



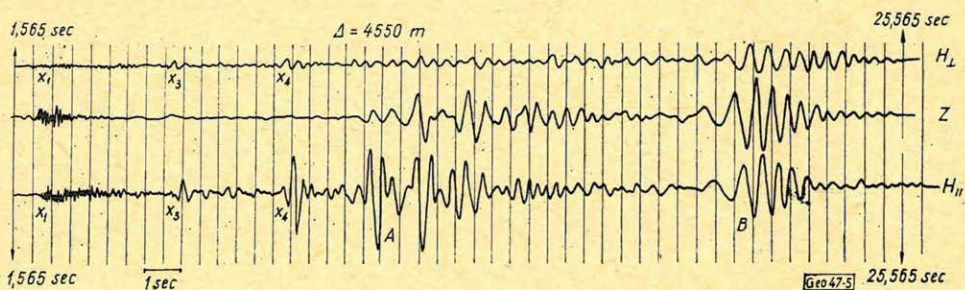
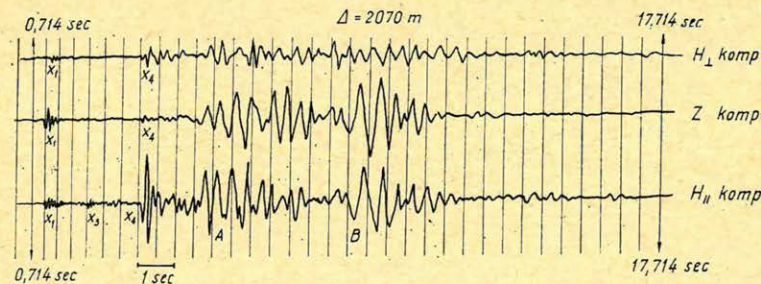
3. ábra. A kísérleti mérésben használt VEGIK típusú készülék frekvenciakarakterisztika görbéi (\bar{U}). T_ω = a talajmozgás periódusa



4. ábra. A VEGIK készülék fázistolás ($\bar{\varphi}$) görbéi

Több határozott térhullám beütést észleltünk, amelyek a különböző távolságokban általában követhetők. Különösen jellegzetesek a szeizmogramokon X_3 és X_4 -gyel jelzett (5. ábra) térhullámbeütések, amelyek a szeizmogramokon szemmel láthatóan horizontális síkban polározottak. Ezeket a hullám-típusokat a részletes feldolgozásban vizsgáljuk.

A továbbiakban megkíséreljük a szeizmogramokon a különböző felületi hullám-típusokat meghatározni s azokat más távolságokon azonosítani. 2 km-es távolságnál kapott szeizmogramról látható, hogy a felületi hullám két jól megkülönböztethető csoportra bontható (A , B). Az első felületi hullámcsoport (A) a robbantás után 5,91 sec-ben, a $H_{||}$ komponensen éles beütéssel jelentkező



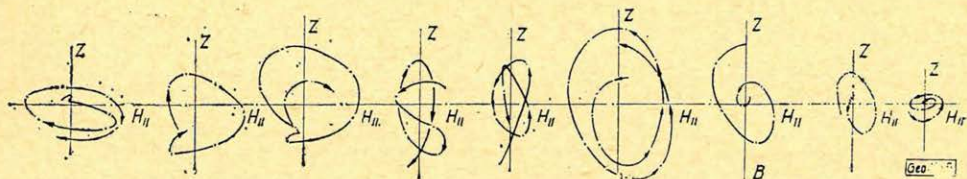
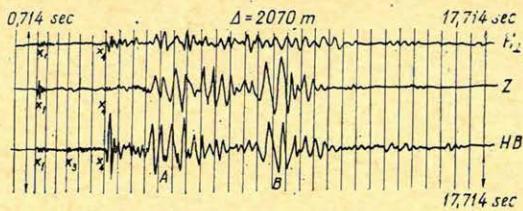
5. ábra. Az „a” vonalon $\Delta = 2070$ m és $\approx \Delta = 4550$ m távolságokban regisztrált 5 kg, ill. 20 kg-os töltetsúlyú robbantás felvételei. (H_{\perp} , H_{\parallel} és Z komponensek.) A regisztrálási sebesség kb. 20 mm/sec. x_1, x_3, x_4 = térhullámbeérkezések, A = első felületi hullámcsoport, B = második felületi hullámcsoport

(6. ábra). Ennek a hullámtípusnak pályamozgása (6. ábra) előreforgó és a $Z-H_{\parallel}$ síkban ellipszisalakú. A horizontális tengely közel kétszer akkora, mint a vertikális. Ezt az első hullámtípust egy újabb beütés megzavarja s ettől kezdve a forgásirány megtartása mellett az ellipszistengely viszonya a még további beütésektől zavarva állandóan változik. 6,5 sec körül a részecskemozgás hátraforgó lesz és a Z tengely nagyobbra növekszik mint a horizontális.

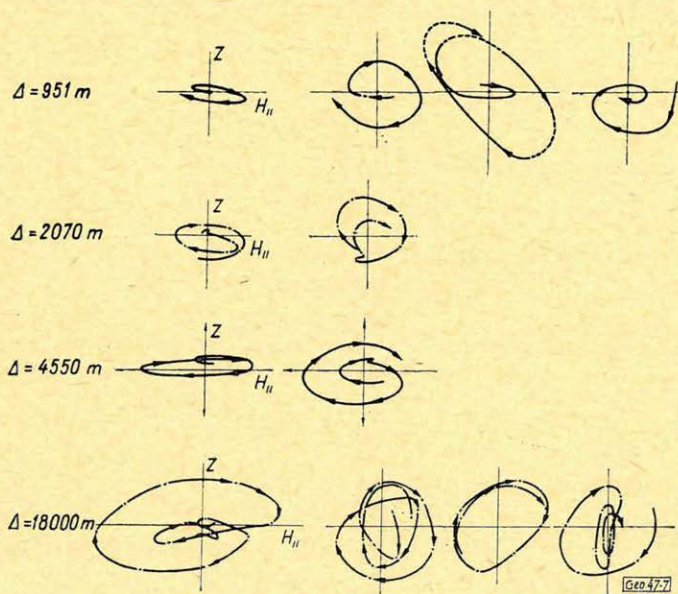
A második felületi hullámcsoport 8 sec körül kezdődik. A pályamozgás hátraforgó (6. ábra). A Z/H_{\parallel} tengely arány $\sim 3/2$. Ez a mozgás 9,5 sec-nál lecseng és újabb ugyanilyen hullám érkezik be. Ennek tengelyaránya lecsengés közben jelentősen megváltozik.

Ezek után összehasonlítjuk az 1, 4,5, 10, 18 km-en kapott részecskemozgás görbéket az előbbi 2 km-en kapott két fő hullámcsoport görbéivel. Az első hullámcsoport esetén (7. és 8. ábra) a 2 km távolságban észlelt pályamozgáshoz hasonlóan a fent említett távolságokban is a mozgásirány előreforgó, s a pálya alakja ellipszis. A Z tengely ezeken is kisebb, mint a H_{\parallel} . Továbbiakban a forgásirány a 2 km-nél észleltekhöz hasonlóan változatlanul előreforgó, annak ellenére, hogy a hullámcsoport beütésektől zavart. A második fő hullámcsoportnál (8. ábra) minden távolságban a pályamozgás hátraforgó, a 10 és 18 km-eknél először zavart, majd ellipszis alakú. Az ellipszis tengely arány $\frac{Z}{H} \sim \frac{3}{2}$.

Mind a szeizmogramokból, mind a részecskemozgás ábrákból tehát két fő felületi hullámcsoportot különböztethetünk meg minden távolságban. Az első fő hullámcsoport éles beütéssel jelentkezett. (A hullám sebessége 350 m/sec.) A hullámtípus nem mutat kifejlődött diszperzív vonulatot. A részecskemozgás



6. ábra. Az ábra felső részén az 5. ábrában is jelzett ($\Delta = 2070$ m) robbantás felvételének másolatát adjuk. Az alsó sorban az első 5 diagram az A (első) felületi hullámcsoport részecskemozgását, az utolsó 4, a B (második) felületi hullámcsoport részecskemozgását mutatja a $Z-H_{||}$ tengelysíokban

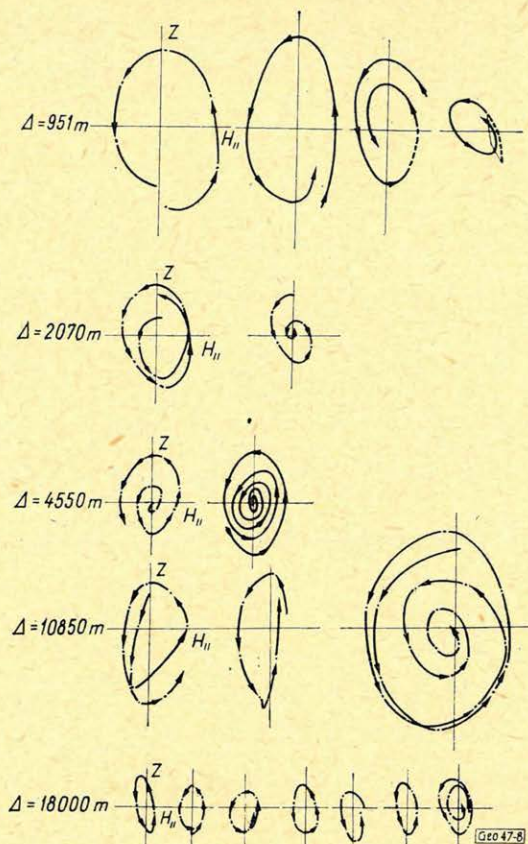


7. ábra. $\Delta = 951$ m, $\Delta = 2070$ m, $\Delta = 4550$ m és $\Delta = 18000$ m távolságokban regisztrált felvételek A (első) felületi hullámcsoportjának részecskemozgás-diagramjai a $Z-H_{||}$ síkban

iránya előreforgó és a hullámcsoport elején a $H_{||}$ nagyobb, mint a Z tengely. A fenti jellegzetességek leginkább a H^* hullám kritériumának felelnek meg, de pontos meghatározásához további vizsgálat szükséges.

A második fő hullámcsoport hátraforgó diszperzív hullám-menet. A diszperzió különösen 4,5 km-es távolságnál kifejezett. Itt a $Z/H_{||} \sim 3/2$. Az első be-

* A H hullámot másképpen hidrodinamikus hullámnak is nevezik. (L. Don Leet: Earth Waves, 1950.)



8. ábra. Az ábrán jelzett távolságokban regisztrált felvételek B (második) felületi hullámcsoportjának részecskemozgás diagramjai

érkezés sebessége 200 m/sec . Ezt a felületi hullámcsoportot M_1 Rayleigh-hullámmal azonosíthatjuk. Mindkét hullámtípus felismerhető a $H \perp$ komponensen is, de lényegesen kisebb amplitudóval, beütésekkel zavarva, nem világos tagoltsággal.

A következő feladat, hogy részletesen vizsgáljuk a hullámtípusokat és azok kapcsolatát a rétegszerkezettel.

Méréseinket a b vonalon 24 csatornás szeizmikus műszer felvételeivel egészítettük ki, amelyeket az említett részletes feldolgozással együtt fogunk kiértékelni. Az egész kísérleti mérés műszaki feltételeit az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Kőolajipari Szeizmikus Kutatási Üzeme biztosította, amiért itt is hálás köszönetet mondunk az Üzem Igazgatóságának.