

A magyarországi szénhidrogén-kutatásban alkalmazott többszörös fedéses eljárással szerzett tapasztalatok

MOLNÁR K. - RUMPLER J. - SÁGHYGY. - ZSITVAY SZ.

Az előadás tárgyalta a reflexiós szeizmikus mérések egyik változata, a többszörös fedéses eljárás alkalmazásának szükségességét a magyarországi kőolajkutatásoknál és a kivitelezéshez szükséges műszeres és egyéb technikai adottságokat.

Ismertette az eljárás tervezésének szempontjait, amelyek alapján a kísérleti jellegű vonalszakaszok bemérésre kerültek. (Szabályos és szabálytalan jellegű zajok tanulmányozása).

Küért a mérések során alkalmazott különböző metodikai változatok ismertetésére.

Tárgyalta a mérések során felmerült problémákat, így:

- a gerjesztés,
- a geofonköz, robbantópont-terítés közti távolság,
- a statikus, dinamikus korrekciók,
- valamint a gazdaságosság kérdését.

Végül az egyszeres és többszörös fedéssel felvett időszelvények analízisa útján levonta a mérésekből adódó következtetéseket és megjelölte a további tennivalókat.

В докладе обосновывается необходимость применения одного из вариантов сейсмического метода отраженных волн — метода многократного перекрытия, в области разведки венгерских месторождений нефти. Рассматриваются связанные с методом вопросы об аппаратурной оснащенности, а также прочие технические вопросы.

Излагаются принципы проектирования полевых работ, на основании которых были проведены участки профилей опытно-характера. (Изучение регулярных и нерегулярных помех.)

Авторы останавливаются на изменениях, внесенных в методику исследований в процессе полевых работ.

Рассматриваются различные проблемы, возникающие в процессе работ, так напр. вопросы о

- возбуждении упругих колебаний,
- шаге сейсмоприемников и расстоянии между пунктами взрыва и разносами,
- статических и динамических поправок, а также
- об экономичности метода.

В заключение, по анализу временных разрезов, полученных при однократных и многократных перекрытиях, делаются выводы и намечаются направления дальнейших работ.

Es wird die Notwendigkeit der Anwendung eines bei reflexionsseismischen Messungen benutzten Verfahrens, des Stapelungsverfahrens in der Erdölforschung und die zur Durchführung dieser Messungen benötigten instrumentellen und anderen technischen Gegebenheiten erörtert.

Man legt die Gesichtspunkte der Planung des Verfahrens dar, auf Grund deren die experimentelle Linien gemessen wurden (Studien von regulären und irregulären Geräusche).

Es werden die während der Messungen benutzten verschiedenen methodischen Änderungen beschrieben und die aufgetauchten Probleme erörtert, so

- die Erregung
- Abstand der Geophonen, die Entfernung zwischen dem Schusspunkt und Aufstellung
- statische und dynamische Korrekturen
- die Frage der Wirtschaftlichkeit.

Schliesslich werden auf Grund der Analyse von Zeitprofilen, die mit einfacher und mehrfacher Stapelung aufgenommen wurden, die sich aus den Messungen ergebenden Folgerungen gezogen und die weiteren Aufgaben angegeben.

A magyarországi szénhidrogén-kutatás szolgálatában végzett szeizmikus reflexiós méréseinknél 1966-ig kizárólag fotoregisztrálású műszereket alkalmaztunk. Ezzel a „hagyományos” reflexiós technikával a magyar medence pannon képződményeinek kutatása során népgazdasági szempontból is igen jelentős, elsősorban boltozattípusú szénhidrogéntároló szerkezeteket mutattunk ki.

A pannon rétegsor finomabb részleteinek, valamint a pannonnál idősebb képződmények szerkezeti felépítésének meghatározása területén elért eredményeink viszont igen szerények. Az idősebb rétegsorból származó, mennyiségükben és minőségükben gyenge információk még áttekintő szerkezeti vázlatok készítésére is csak ritkán voltak elegendők. A kutatások során felmerült módszertani problémák (zavarhullám, jel/zaj viszony javítás, többszörösök kiszűrése) megoldásához az adott technika igen szűk korlátokat szabott.

Az 1966-ban beszerzett és üzembe állított korszerű mágneses jelrögzítésű műszerek lehetővé tették a felmerült kutatási problémák szélesebb módszertani skálán történő tanulmányozását.

Már a mágneses jelrögzítésű mérések kezdetén világossá vált, hogy az ugyanazon lövési paraméterekkel regisztrált hagyományos és mágneses anyag között lényeges különbség mutatkozik az utóbbi javára. Azonban az egyszerű szelvényezéssel párhuzamosan, egyrészt az említett kutatási problémák megoldására, az egyre nehezebb földtani célkitűzések teljesítésére, másrészt az analóg mágneses technika módszertani lehetőségeinek tanulmányozására és kihasználására irányuló törekvés eredményeképp 1967-től kezdődően végzünk a többszörös fedéses eljárással is kísérleti méréseket.

A kísérleti mérések helyeit úgy választottuk ki, hogy azok mind a földtani felépítés, a megoldandó feladat, mind pedig a felszíni és mélységi szeizmogeológiai adottságok tekintetében különbözőek legyenek.

A kézirat lezárásának időpontjáig összesen mintegy 150 km, az ország különböző 5 pontján bemért többszörös fedéses szelvényszakasz állt rendelkezésünkre.

Az anyag feldolgozását és összegezését CS-621 típusú analóg számítógépen végeztük el.

A mérések tervezésével, kivitelezésével kapcsolatos általános elvek ismertetésétől eltekintünk, azokat az idevonatkozó szakirodalom tartalmazza.

Minden egyes „stacking” kísérlet megkezdése előtt kiegészítő mérésekkel tanulmányoztuk a szabályos és szabálytalan zavarhullámokat. A szabályos zavarhullámok közül a néhány 100 m/sec sebességű kisfrekvenciás felszíni zavarhullám a műszer 36 dB/okt. meredekségű alulvágó szűrői következtében nem okozott különösebb problémát. A többszörös reflexiók megjelenése — elsősorban az alföldi kutatási területeken — a hasznos hullámok időintervallumában is igen gyakori.

Ilyen módon nyert adatok alapján eldönthető volt, hogy a közös mélységpontú, többszörös fedéses eljárást egy adott területen a szabályos vagy szabálytalan jellegű zajok csillapítására kell-e megtervezni.

Tekintsük át a következőkben a mérések során felmerült problémákat.

A hullámkeltéssel kapcsolatos kérdések

A hullámkeltés az egyszerű szelvényezésnél is alapvető jelentőségű a megfelelő szeizmikus anyag biztosításához. A többszörös fedéses eljárásnál jelentősége fokozódik, mivel a méréseknél nemcsak a reflexiókeltésre kell a figyelmet fordítani, hanem arra is, hogy az egyes réteghatárokhöz tartozó reflexiókat pontról-pontra közel azonos spektrummal regisztráljuk. Ellenkező esetben ugyanis az azonos mélységponthoz tartozó primer reflexiók a helyes sztatikus és dinamikus korrekciók alkalmazása után sem adják az összegezésnél az elvileg elérhető jel/zaj viszony javulást.

Hazai viszonyok között a probléma területenként másként jelentkezik. A dunántúli kísérleti méréseknél a rendkívül változatos felszínközeli szeizmológiai adottságok következtében az egymással szomszédos rp -ok reflexiói között esetenként 30–50%-os látszólagos frekvenciaeltérést is tapasztaltunk. Az eltérés nagyságát a robbantási paraméterek gondos megválasztásával sikerült csökkenteni.

A geofoncsoportok alkalmazásával kapcsolatos problémák

Kísérleti méréseinknél 5-ös és 10-es geofoncsoportokat alkalmaztunk. A bázistávolság megválasztásánál ügyeltünk arra, hogy a csoport jeltorzulást ne eredményezzen. Ezért a geofonbázistávolság a 60 m-t nem haladta meg. Egyes területeken adódott gyengébb eredmények a csoporton belüli geofonszám növelésének szükségességét vetik fel.

A geofonköz-robbantópont-terítés távolság

A többszörösök elnyomása, főképpen ha azok nagymélységű rétegekről származó egyszerű többszörösök, általában nagy robbantópont-terítéstávolság alkalmazását követeli meg. Ebből a szempontból a magyar medence ugyancsak speciális jellegű, mert a hatalmas üledékösszletben nagyon lassú a sebesség vertikális irányú változása, így a stacking hatásossága a regisztrálási idő növekedésével erőteljesen csökken.

Az ismert sebességfüggvényre és feltételezett többszörös terjedési utakra egyszerűen kiszámítható az azonos t_0 időhöz, különböző x távolságokhoz tartozó egyszerű és többszörös közti Δt kilépési időkülönbség, ami tájékoztat az összegezés utáni elnyomás mértékére.

Megjegyezzük, hogy bár az idevonatkozó szakirodalom az eljárásnak a szabályos jellegű zavarok csillapítására vonatkozó előnyét emeli ki, hazai tapasztalataink szerint a jel/zaj viszony javítása céljából a szabálytalan háttérzaj csökkentése legalább olyan fontos. A pannon rétegsorban – de különösen az ennél idősebb képződményekben – gyenge reflektáló tulajdonságokkal rendelkező határfelületek vannak, amelyekről származó hasznos jelek igen gyengék.

Saját tapasztalataink szerint alapvetően fontos ennek a kérdésnek a vizsgálata, mert a többszörösök elnyomásához szükséges nagy távolságoknál sokkal gyengébb minőségű anyagot észleltünk, ami nemcsak kisebb amplitudóban, bizonytalanabb jelformában, hanem még jelentős látszólagos frekvenciaváltozásban is megnyilvánult.

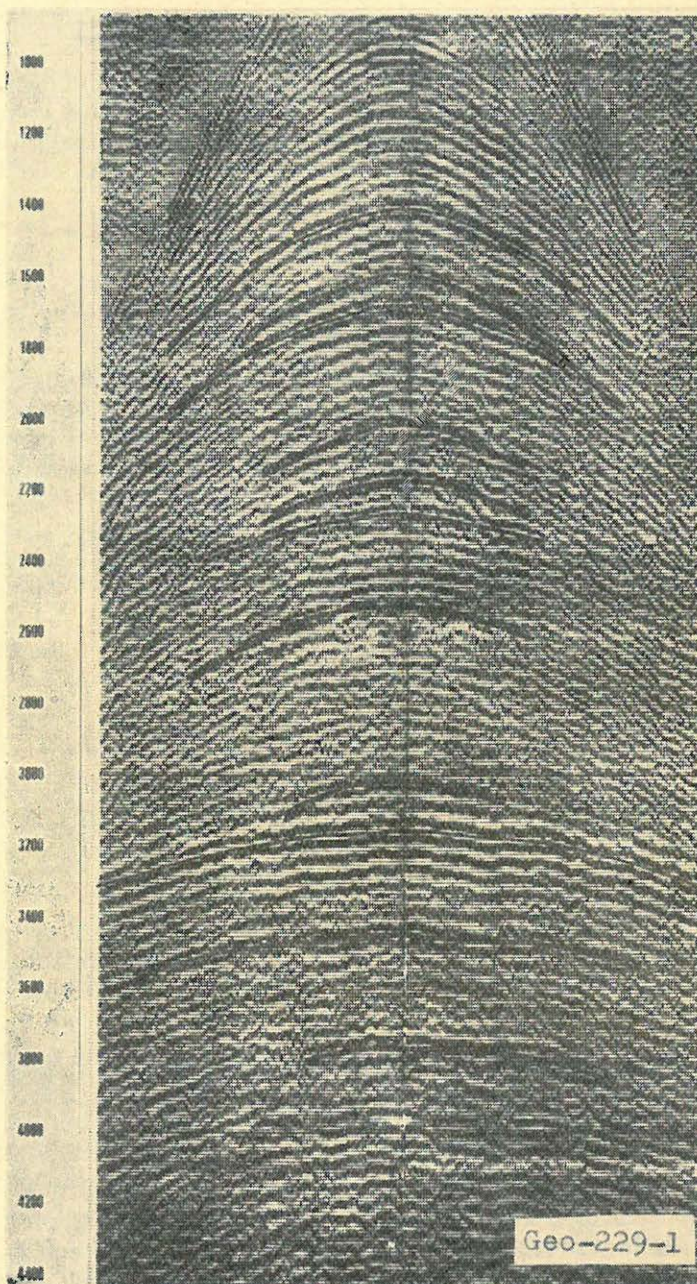
Mindezek az okok az összegezés után is elég gyenge jeleket eredményeztek.

Ezért állíthatjuk, hogy egy adott többszörös fedéses lövési rendszer megtervezése nem egyszerűen abból áll, hogy a többszörösök adatainak ismeretében a kiszámított átviteli karakterisztika felhasználásával, a szükséges geofonközt és robbantópont-terítéstávolságot, valamint a fedés számszerű értékét meghatározzuk. A vizsgálatoknál mindig azt az optimumot kell keresni, amely a szabályos és szabálytalan zajokat tekintve a legkedvezőbb.

Sztatikus-dinamikus korrekciók kérdése

A megbízható, pontos sztatikus korrekciók fontosságáról az egyszerű fedésű szelvényeknél is sok gyakorlati tapasztalatot szereztünk. Nyilvánvalóvá vált, hogy az alföldi kutatási területeken is gyakorlati jelentősége van a sztatikus korrekcióknak. A többszörös fedésű szelvényeknél a remélt javulást sem-

missé teheti, ha nincsenek megfelelő sztatikus korrekciók. A legmegfelelőbb sztatikus korrekciókat az egyszeres fedésű, központi lövési rendszerekkel mért reflexiók felhasználásával nyertük. A nagy terítési távolságú lövésekre történő számításokat a robbantóponti értékek hiánya, valamint a gyengébb anyag és a dinamikus korrekció érzékenysége nem teszi lehetővé, az első beérkezések



1. ábra
Фиг. 1.
Fig. 1.

pedig nem voltak alkalmasak a számításokra. Az összegezés előtt az egyszeres szelvényekben sok helyütt másodlagos korrekciókat alkalmaztunk, elsősorban a felidős jellegű hibák kiküszöbölésére.

A dinamikus korrekciók számításához a reflexiós sebességmérésekből nyert adatok bizonyultak a legjobbnak. Elsősorban azért, mert karottázsmérések általában csak távolabbi pontokról állnak rendelkezésre, a horizontális irányú sebességváltozás pedig a dinamikus korrekciókra már jól érzékelhető hatással van. A kezdeti (initial) sebességfüggvény javítását több esetben sikerrel végeztük el a 100 %-os szelvények adataiból a maradék görbületek meghatározásával.

Gazdaságossági kérdések

A többszörös fedéses eljárás az egyszeres szelvényezéshez viszonyítva többszörös munkaráfordítást igényel. A kísérleti mérések első fázisában nem rendelkezünk megfelelő kábellel és kapcsolódobozzal, emiatt elég nehézkes volt rugalmas rendszerek mérése és a munka a sok átállás következtében elég körülményes volt.

1968-ban megfelelő felszereltséggel (stacking kábel, kapcsolódoboz) végeztük a méréseket. A könnyebb fúrhatóságú területeken ma már 30–40 lövés/nap biztosítható, amely 6-szoros fedés esetén átlagban 3 km-es napi bemérésnek felel meg (12 órás munkaidő mellett).

Az első többszörös fedéses szelvényszakasz bemérésére 1966-ban került sor. Mintegy 6 km hosszú 3-szoros fedést biztosító középlövéses stacking rendszert, 30 m-es geofonköz, 5-ös geofoncsoport alkalmazásával alakítottunk ki Sárvár közelében. A kísérleti mérés célja kizárólag a terepi mérések technológiájának és a számítógépen végzett műveletek technikai részleteinek kidolgozása volt.

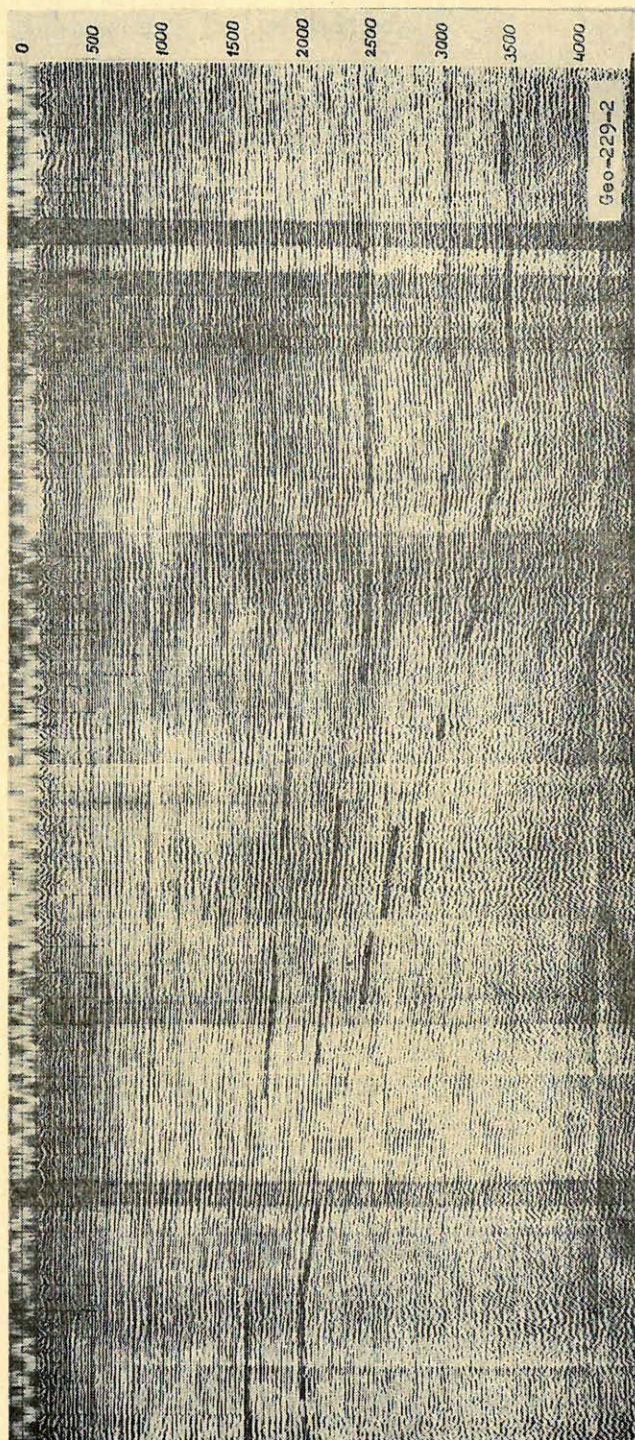
A földtani célkitűzések megoldásának elősegítésére alkalmazott stacking mérésekre elsősorban 1967-ben Hódmezővásárhelytől D-re került sor. E kutatási területen 1966-ban folytatott mágneses jelerőgzítésű reflexiós mérések célja volt egyrészt a rendkívül nagy vastagságú (4000–6000 m) üledékösszlet szerkezeti viszonyainak meghatározása, másrészt a makói árok szegélyén a törészónák, valamint az üledéksorban található kiékelődések kimutatása.

A problémák megoldását célzó stacking mérést megelőzően, a kutatási terület sebességviszonyainak tisztázására, a szabályos jellegű zajok vizsgálata, kísérleti méréseket végeztünk. A „Dix” rendszerű felszíni sebességmérések egyrészt az átlagsebességviszonyok meghatározását, másrészt a többszörösök jelenlétének kimutatását szolgálták.

Az 1. ábrán bemutatásra kerülő sebességmérés szeizmogramszelvényén több különböző t_0 értéknél jelentkező többszörös reflexiós beérkezés különíthető el. Az alkalmazni kívánt stacking-rendszer tervezéséhez felhasználtuk e többszörösök, valamint az azonos t_0 értékekkel jelentkező egyszeres reflexiós beérkezések összehasonlításával előállított Δt görbékét.

A 6-szoros összegezést biztosító útidőgörbe rendszer robbantópont-terítés-távolsága 720 m, a geofonköz 30 m, a terítéstávolság 720 m, az alkalmazott geofonszám csoportonként 5. A sztatikus korrekciók meghatározására önálló, középlövéses útidőgörberendszert alakítottunk ki.

Az egyszeres, valamint a 6-szoros összegezéssel kialakított időszelvények összehasonlítása alapján a kísérleti mérés eredménye a következőkben foglalható össze (2., 3. ábra):



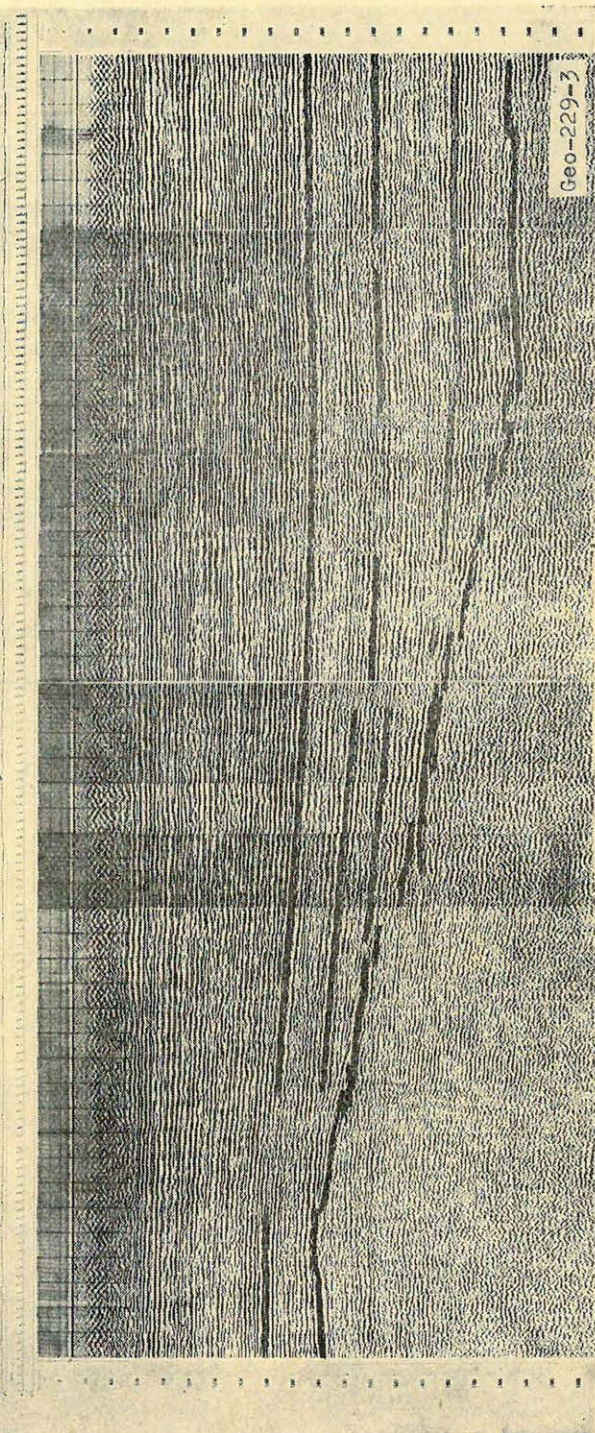
2. ábra
 Физ. 2
 Fig. 2

1. Az összegezett szelvényen az üledék-sorban jelentkező reflexiós szintek hosszan követhetők (pl. a szelvény 4⁸⁰ robbantópontnál 1,6 s értékkel jelentkező reflexiós beérkezés csaknem a szelvény teljes hosszában).
2. Az algyői gerincvonulat tetővidékén a paleozoós alaphegységgel azonosítható, 2,0 s körüli t_0 értékkel jelentkező reflexiós beérkezés elmélyülése megbízhatóan követhető a szelvény mentén 3,5 s értékig.
3. Az egyes reflektáló szintek kiékelődése a gerincvonulat elmélyülő szakaszán jól kivehető a szelvényen.

Összefoglalva megállapítható, hogy a kialakított stacking-rendszer jó-nak bizonyult a jel/zaj viszony javítása szempontjából és a földtani felépítés meghatározásához szükséges információ mennyiséget tartalmazza.

Az előzőekben utaltunk arra, hogy az egyik tényező javítása érdekében eszközölt metodikai módosítás a másik tényezőnek az előbbinél nagyobb mérvű romlását idézheti elő.

Az ismertetett területtől É-ra, a makói árok É-i részén, a kísérleti mérések



3. ábra Fig. 3.

adatai alapján, a $2,5-3,6$ s t_0 értéknél jelentkező többszörös reflexiók beérkezések elnyomására 12-szeres fedésű rendszert terveztünk. A $SzeM-5/a$ jelű vonalon kialakított 60 m-os geofonközű 1440 m robbantópont-terítéstávolságú rendszer a hasznos jelek szempontjából azonban rendkívül kedvezőtlennek bizonyult (4. ábra).

A nagy rp -terítéstávolság miatt a sekélyreflexiók kb. 1,0 s-ig kimaradnak, a mély $2,5-3,5$ s t_0 reflexiók beérkezésekre vonatkozó jel/zaj viszony az egyszerű rendszerénél tapasztaltnál kedvezőtlenebb. A 12-szeres összegezést biztosító rendszer jel/zaj viszonyra vonatkozó rossz hatásfoka az egyszerűes szelvényeken tapasztalt, egy-

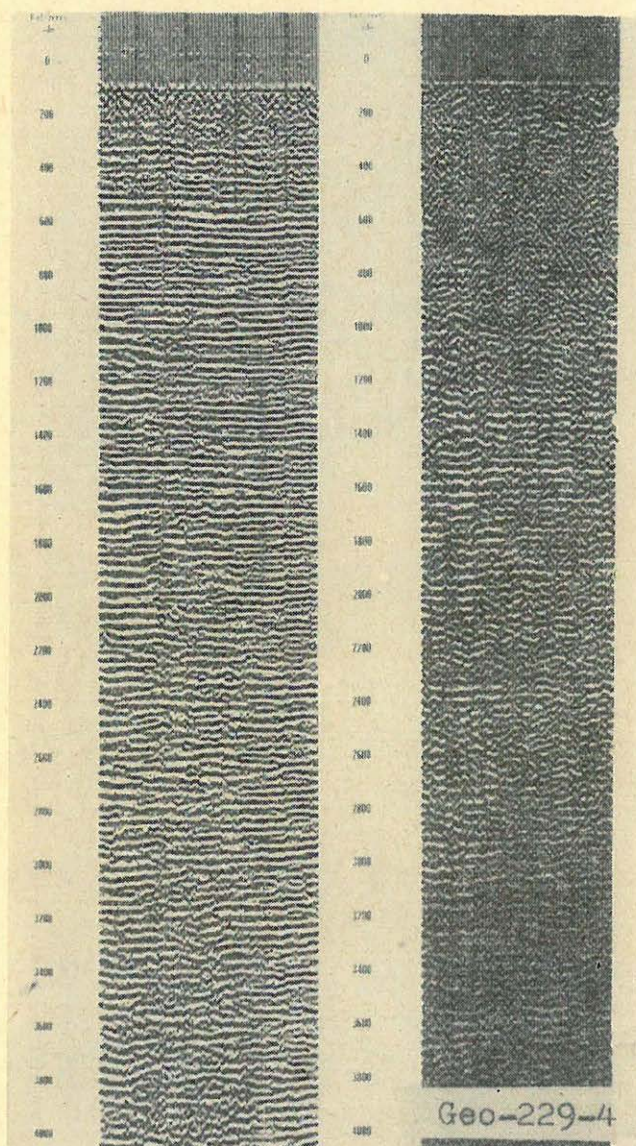
részt a robbantás környezetének változásával kapcsolatos, másrészt a nagy robbantópont-terítéstávolság következtében fellépő látszólagos frekvenciaváltozásoknak tulajdonítható.

Kedvezőbb eredményt kaptunk e vonalszakasz 6-szoros fedéses, 60 m-es geofonközű, központos lövéses bemérésével. A rendszer méretei a szabályos zajok erősítésére is kedvezők, ennek következtében a tényleges reflektáló horizontok kijelölése nehéz feladattá válik az időszelvényen. További kísérletek szükségesek a helyes robbantópont-terítéstávolság meghatározására.

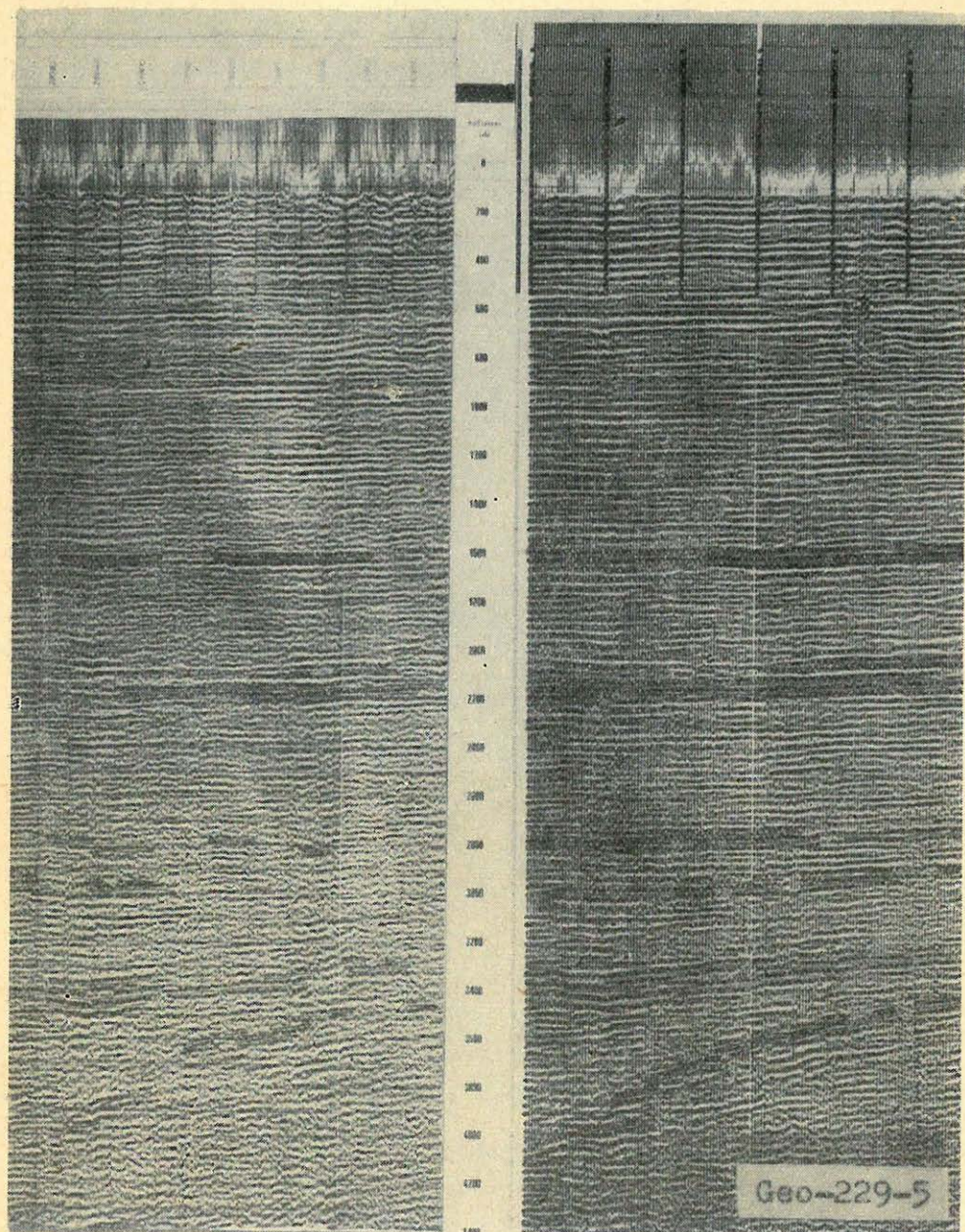
Az 1967. évi stacking kísérleteket az egyszerűes szelvény mérés technikai felszerelésével meglehetősen lassú előrehaladással végeztük.

Az 1968. évi többszörös fedéses mérésekhez már 48 érpárral rendelkező kábelrendszert és kapcsolóberendezést alkalmaztunk.

A Tiszántúli D-i részen megkezdett kísérleteket már ezzel a technikai felszereléssel folytat-



4. ábra Фиг. 4. Fig. 4.



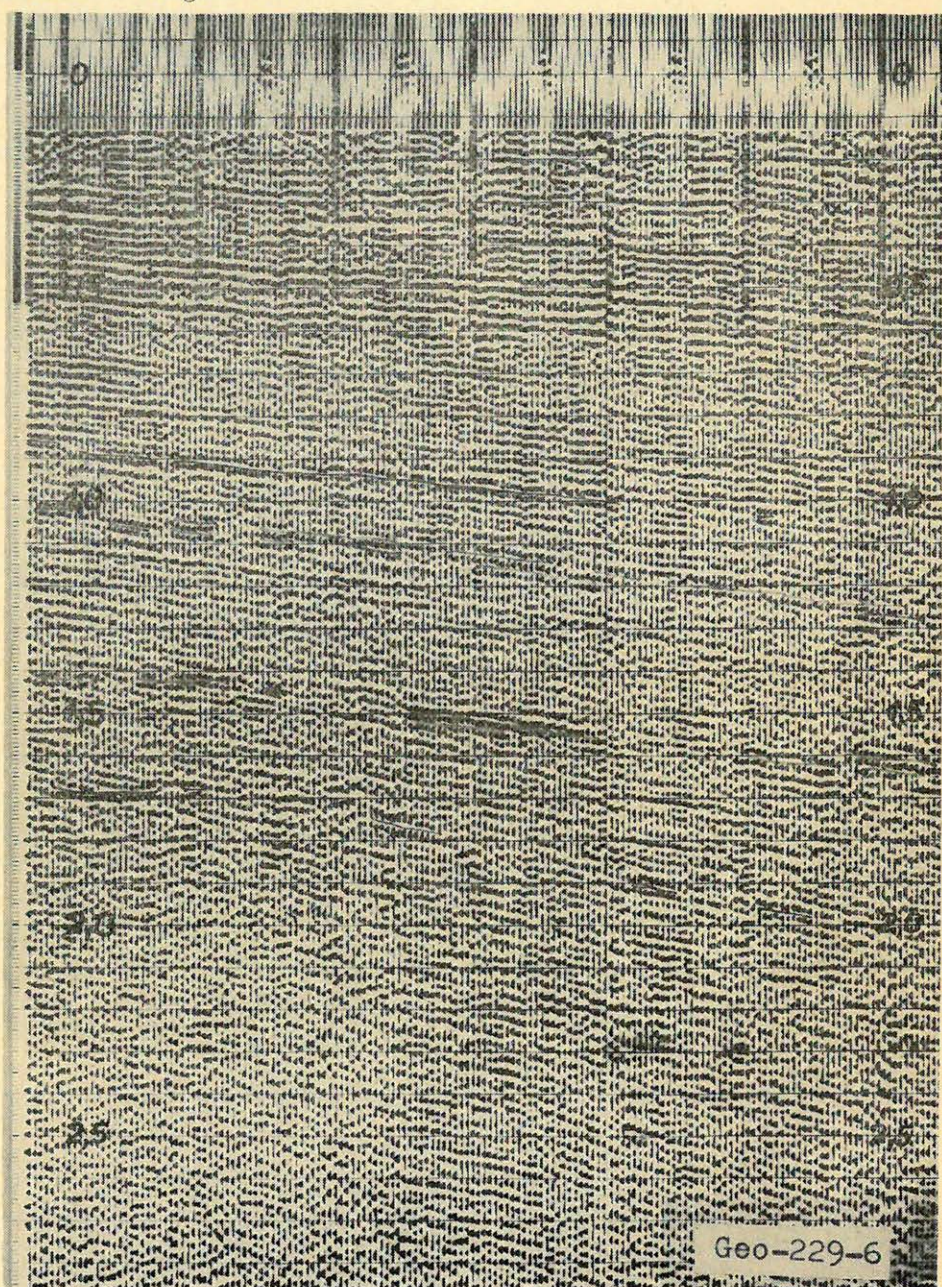
5. ábra Фиг. 5. Fig. 5.

tuk. Célunk olyan észlelési rendszerek kialakítása volt, melyek a kitűzött feladatok megoldásával egyidejűleg a kellő ütemű előrehaladást is biztosítják.

Az 5. ábrán egy, az említett területről származó egyszeres és hatszoros fedéses szelvényszakaszt mutatunk be. Az egyszeres felvételezés időszelvényét összehasonlítva a 6-szoros összegezés időszelvényeivel, megállapítható, hogy

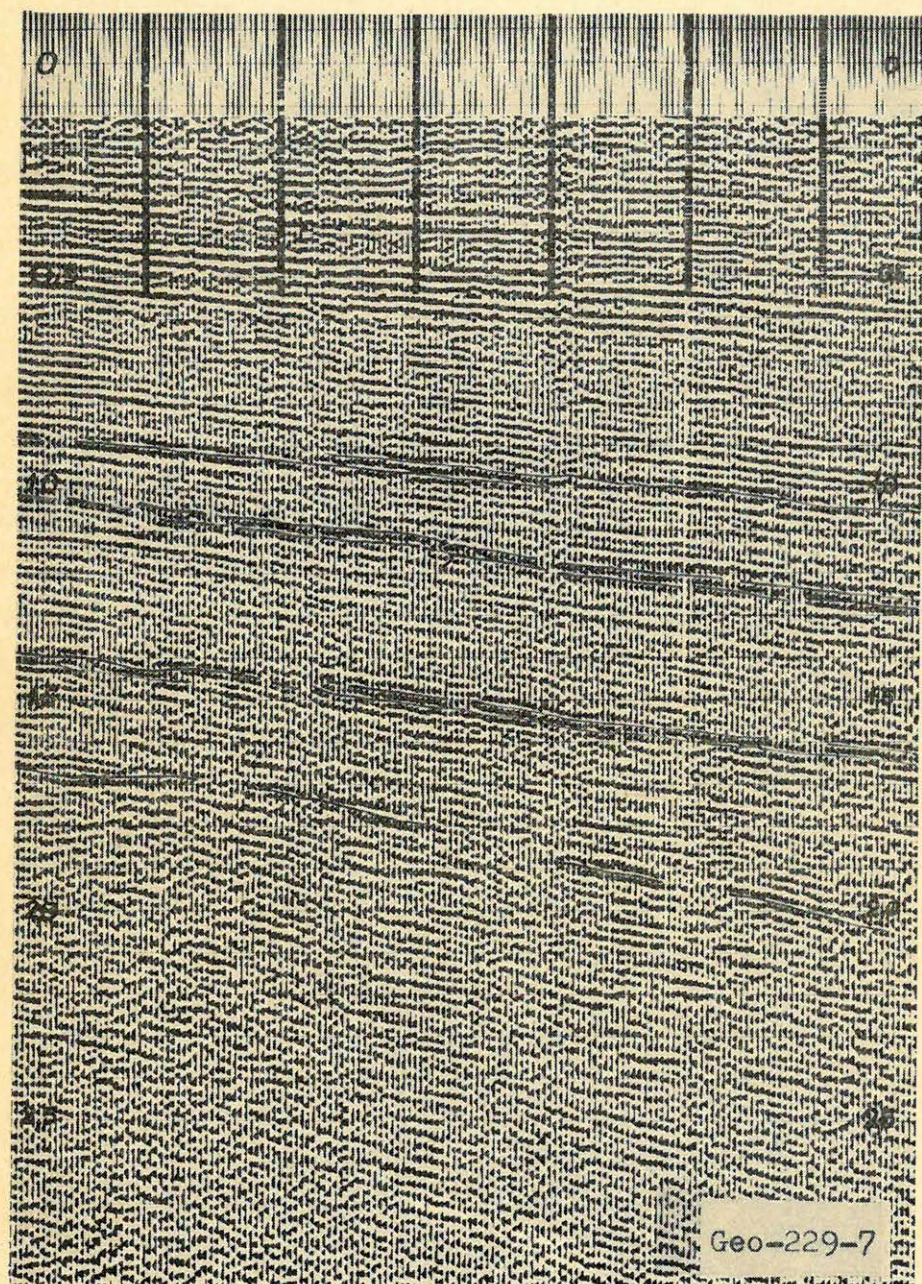
ez utóbbi mind az információ mennyiségét, mind pedig megbízhatóságát tekintve, jobbnak minősíthető.

A Tiszántúlon végzett mérésekkel egyidőben az Üllés-Sándorfalva kutatási területen is kísérleti méréseket végeztünk 4-szeres fedésű kisnyílású stacking rendszerek vizsgálatára.



6. ábra Фиг. 6. Fig. 6.

Az egyszeres fedéssel nyert időszelvényen kielégítő információt csupán a pannon korú üledékösszletből sikerült nyerni. A tervezett stacking rendszerrel elsősorban a szabálytalan zajszintet kívántuk csökkenteni. A bemutatásra kerülő szelvényszakaszt 4-szeres fedéses középlövéses, 50 m-es geofonköz alkalmazásával kialakított rendszerből nyertük.



7. ábra Физ. 7. Fig. 7.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kutatási feladatok megoldására, — bár a javulás jelentős — 4-nél nagyobb számú fedőrendszerek alkalmazására lesz szükség e területen (6–7. ábra).

A felsorolt kísérleti méréseket az Alföldön sík felszíni területeken végeztük. A többszörös fedéses eljárással a Dunántúlon, Nagylengyel környékén is végeztünk kísérleteket.

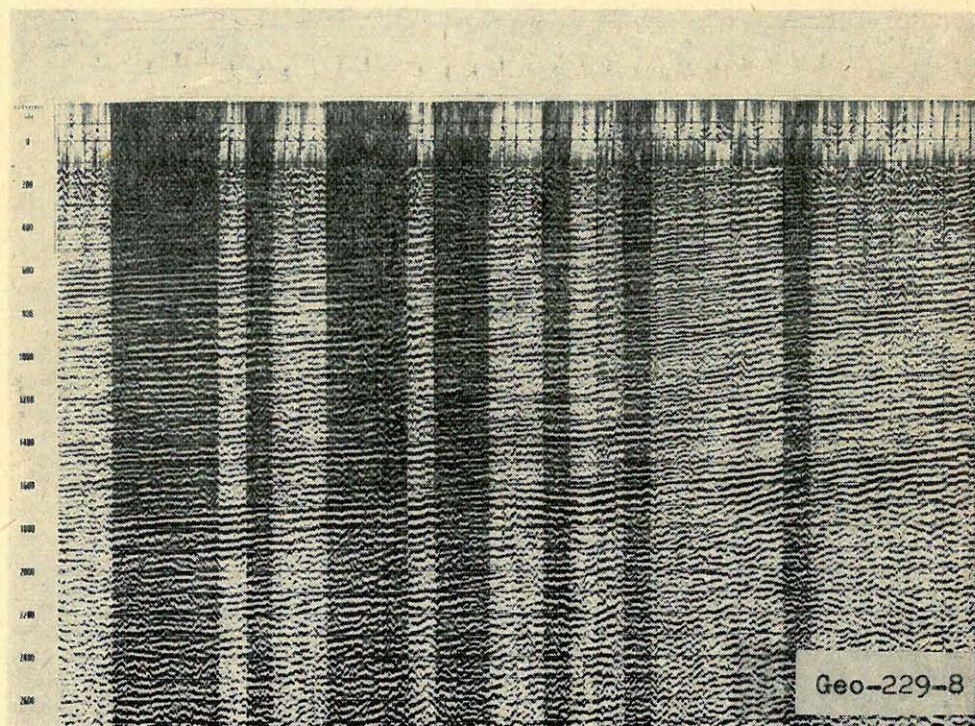
A mérések feladata a kutatási területen 2000–4500 m mélységértékek között elhelyezkedő töréss szerkezeti felépítésű mezozoós összlet szerkezeti viszonyainak felderítése volt. A kutatási terület felszíne rendkívül tagolt, a szintkülönbség helyenként a 200 m-t is meghaladja. Ezen a területen hagyományos fotoregisztrálású műszerekkel csak a pannon összletből sikerült információkat nyerni.

A mágneses jelerőztetésű egyszeres reflexiós mérésekkel a mezozoikum felszínéről és helyenként a rétegsorból is kaptunk adatokat.

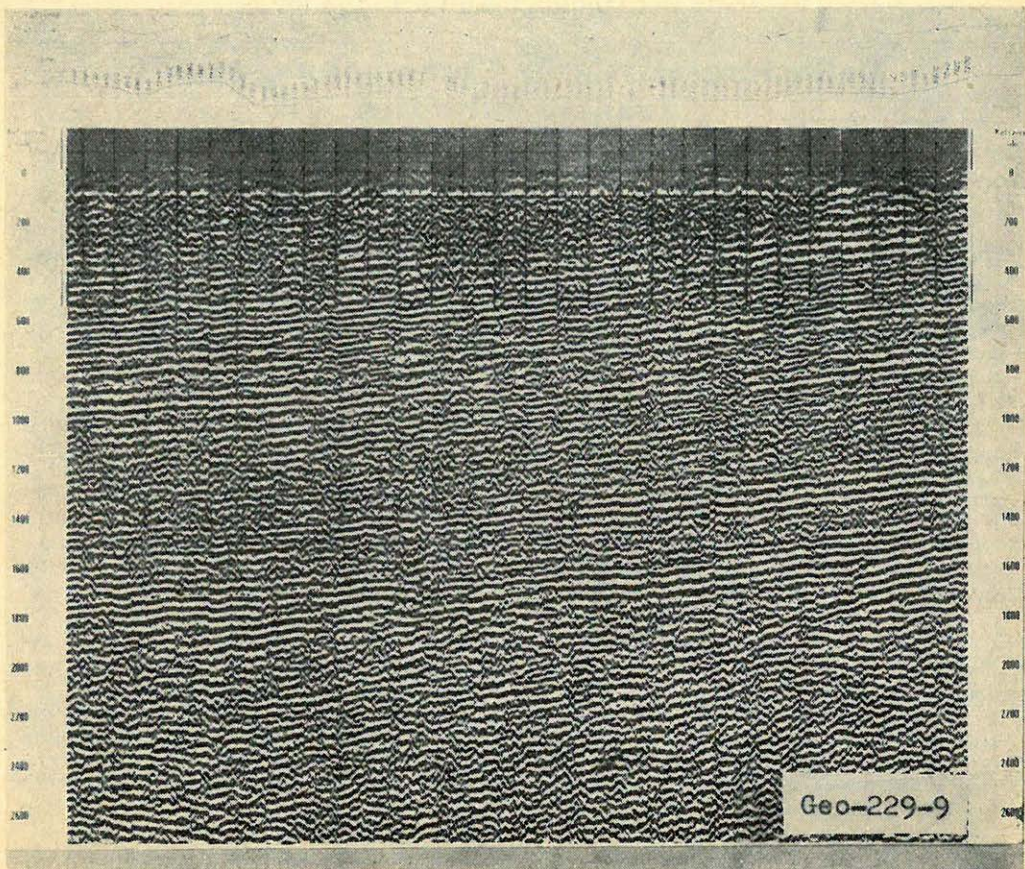
A stacking mérések megkezdése előtt sebességviszonyok tisztázásához felszíni sebességméréseket végeztünk. Intenzív többszörösök jelenlétére a mérések eredményei nem utalnak.

A reflektáló felületek várhatóan 10° -ot meghaladó dőlése és a többszörösök hiánya következtében, egy viszonylag szűk nyílásszögű, 6-szoros fedést biztosító rendszert terveztünk. Az alkalmazott geofonköz 20 m volt (8., 9. ábra).

A stacking mérés alkalmazásával a mezozoikumról származó információk mennyisége és megbízhatósága javult. Az összegezés hatékonyságát a reflexiós



8. ábra $\Phi_{uz. 8}$ Fig. 8.



9. ábra Φuz. 9. Fig. 9.

beérkezések változó spektruma jelentősen csökkentette. További metodikai kísérleteket kívánunk végezni e területen, az azonos gerjesztési viszonyok biztosítása érdekében, valamint a dinamikus korrigálásra alkalmazott sebesség-görbe megbízhatóságának növelésére.