

adást eredményeznek, de ez csak létszólagos, mert e mérések adatainak felhasználásával nemcsak jobb és egyöntetűbb anyag regisztrálható, — ami e mérések fő értékmérője, — hanem megtakarítható mind az a fúrási és robbantási munka, ami a sokszor bizonytalan kimenetelű próbálgatásos módszernél elkerülhetetlen.

Tapasztalataink szerint azokon a területeken, ahol az anyag minőségét döntően a robbantási mélység határozza meg, és e mélység a területen ugrásszerűen változik, célszerű sekélyszondázást alkalmazni, mert olyan támpontot ad a kutatást végzők kezébe, amely nélkül a geológiai célkitűzések teljesítése, állandó kísérletezés árán is kétséges lenne.

## A korrelációs refrakciós mérések értelmezési problémái bonyolult geológiai felépítésű területen

Írta: Ujfalussy Antal

Magyarországon a fáziskorrelációs méréseket elsősorban a harmadidőszaki medencealjzat kutatásánál alkalmazzák. Az ilyen kutatások általában átnézetes jellegűek.

A dolgozatban említett méréseket az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Geofizikai Kutatási Üzeme végezte.

Az átnézetes kutatás programja keretében a Nagyalföld ÉK-i részén olyan fáziskorrelációs refrakciós méréseket hajtottunk végre, ahol több réteghatár együttes, folyamatos nyomonkövetését tűztük ki célul. Ezzel részben az itteni kisszámú reflexiós szelvény értelmezési problémáit kívántuk megoldani, részben a további reflexiós mérések tervezéséhez akartunk támpontot nyújtani. A kutató fúrások száma kevés, és a harmadidőszaki medencealjzatot egyik sem érte el. A reflexiós szelvényekből nem volt biztosítható a harmadidőszaki medencealjzat felett elhelyezkedő eocén-kréta flis összlet és a vulkáni összlet határainak, valamint a kristályos alaphegység felszínének korrelációja.

A refrakciós mérések feladata az említett összletek elterjedésének és a harmadidőszaki medencealjzat szerkezeti viszonyainak vizsgálata volt.

A kutatási terület DNY-i részén végzett korábbi refrakciós mérések arra utaltak, hogy a paleogén flis és a vulkáni összlet egyes rétegei refraktáló határok lehetnek.

A méréseket 26 csatornás magyar műszerekkel végeztük. A gazdaságossági szempontok figyelembevételével szabályos alapészlelési rend-

szert alakítottunk ki, ahol a legnagyobb észlelési távolság 15—24 km, a robbantópontok közötti távolság 3 km volt. A felsőbb refraktáló határok nyomonkövetésének biztosítására a hullámok bonyolultságának, a határfelület elmélyülésének megfelelően, sűrítettük a robbantópontokat. A geofonok közötti távolság 60 m volt. Ha pusztán kinematikailag vizsgáljuk a megoldandó feladatot, akkor három refraktor folyamatos korrelációjáról van szó: 5600—6000 m/s, 5000—5500 m/s és 4000—4800 m/s határsebességű felületekről. A jelzett refraktorokról nyert hullámokat a továbbiakban  $t_a$ ,  $t_b$  ill.  $t_c$ -vel jelöljük.

A refraktált hullámok kinematikai és dinamikai tulajdonságait együttesen vizsgálva azonban nem egyszerű 3 réteg problémával álltunk szemben.

Az alapvető problémák a következők:

1. Az energiaviszonyok gyakori ugrásszerű változása. Gyakran előfordult, hogy a mélyebb zónákra viszonylag kisebb tölteteket kellett alkalmazni, mint a felette jelentkező refraktáló határok beérkezéseinek észlelésére.

2. A  $t_a$  és  $t_b$  hullámok szétválasztása, mivel a látszólagos sebességek gyakran csak kevésbé tértek el egymástól, így a megfelelő fedő-utigorberendszerek mellőzése a harmadidőszaki medencealjzat meghatározásában tévedésekre vezetett volna.

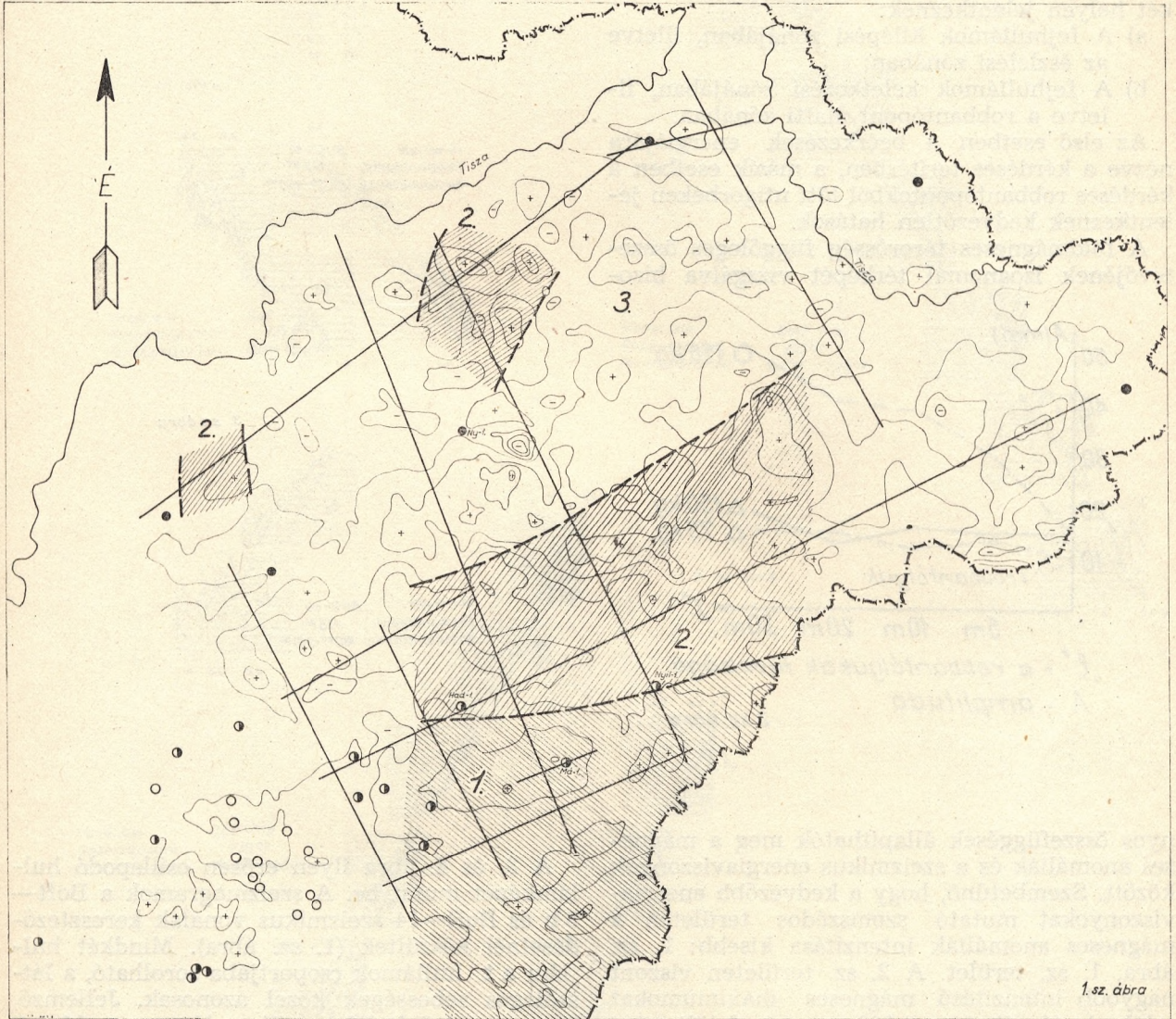
3. A terület nagy részén nem volt biztosítható a fáziskorrelációs refrakciós módszer azon előnye, amely a későbbi beérkezések felhasználásával biztosítja az egyes réteghatárokról nyert beérkezések folyamatos korrelációját. A  $t_c$  hullámokra ugyanis jellemző volt a távol-

sággal történő rendellenesen nagy csillapodás, már az első beérkezések zónájában.

4. A  $t_c$  hullámokat gyakran nem azonos geológiai korú réteghatárokról nyertük.

A vázolt problémák bizonyos mértékű területi összefüggést mutatnak. Az 1. sz. ábrán lát-

A 2. sz. területen ugyanilyen észlelési távolságokat véve alapul, már a  $t_c$  hullámok észlelésére 100—150 kg-os, a  $t_a$  hullámok észlelésére pedig 500—600 kg-os töltetet kellett alkalmazni. Erre elsősorban a hullámok rendellenesen nagy csillapodása miatt volt szükség.



ható módon három területi kategória állítható fel. (1., 2., 3.) A megjelölt területek nem különíthetők el élesen, és természetesen a felsorolt problémák és jellegzetességek is általános megfogalmazások egy-egy területrésze.

Kedvező *energiaviszonyok* tapasztalhatók az 1. sz. területen, vagyis a kutatási terület DNy-i részén, ahol a  $t_a$  hullámok első beérkezéseit 15—18 km távolságból 150—200 kg-os töltetek, a  $t_b$  hullámokat 10 km távolságból 40—50 kg-os és a  $t_c$  hullámokat 5—6 km-es távolságból 1—10 kg-os töltetek alkalmazásával tudtuk észlelni.

A 3. sz. terület helyi anomáliáktól eltekintve, a 2. sz. területnél kedvezőbb, de az 1. sz. területnél kedvezőtlenebb energiaviszonyokat mutat.

A 2. sz. ábrán látható, hogy a robbantólukak különböző elrendezésével sikerült nagyobb energiát nyerni.

A 3. sz. területen csoportos robbantólukak egymástól való távolsága különböző elrendezés esetén, hogyan befolyásolta a beérkezések amplitudóját. Pl. hatszög elrendezésben az oldalhosszak növelése egy bizonyos optimális hosz-

szig a beérkezések amplitudóit jelentősen növelte.

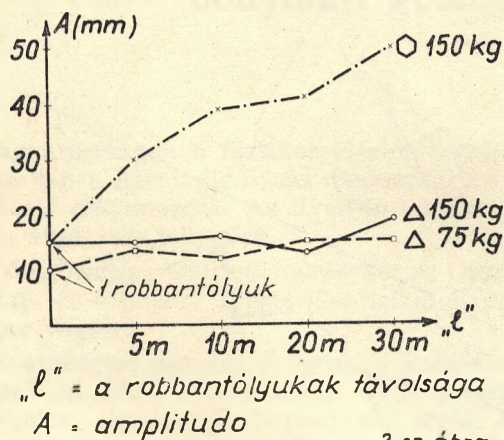
A 2. sz. területen hasonló elrendezéssel nem volt növelhető az energia. Az energiaviszonyok nagymértvű változásainak oka ott kevésbé kereshető a robbantás környezetének kőzetviszonyaiban. Az abnormális eltérések mélyszerkezeti okokra vezethetők vissza.

Mélyszerkezeti hatások a megfigyelések szerint két helyen jelentkeznek:

- A fejhullámok kilépési zónájában, illetve az észlelési zónában;
- A fejhullámok keletkezési zónájában, illetve a robbantópont alatti zónában.

Az első esetben a beérkezések energiájára nézve a kérdéses terítésben, a másik esetben a kérdéses robbantópontokból lőtt utigörbékben jelentkeznek kedvezőtlen hatások.

A földmágneses térerősség függőleges összetevőjének izoanomál térképét vizsgálva bizo-



2. sz. ábra

nyos összefüggések állapíthatók meg a mágneses anomáliák és a szeizmikus energiaviszonyok között. Szembetűnő, hogy a kedvezőbb energiaviszonyokat mutató szomszédos területen a mágneses anomáliák intenzitása kisebb: 1. sz. ábra, 1. sz. terület. A 2. sz. területen viszont nagyobb intenzitású mágneses maximumokat találunk. (Az ábrán a +100 gammán felüli mágneses anomáliákat sötét szín jelzi.)

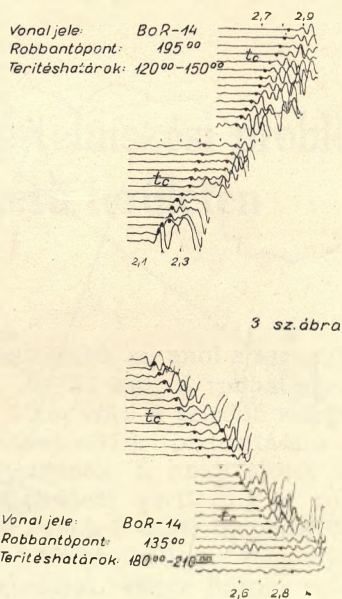
A mágneses anomáliák és a kedvezőtlen energiaviszonyok közötti összefüggés azzal magyarázható, hogy

1. a kutatási terület egyes helyein a vulkáni tufa összlet jelentősen kivastagszik és nagymértékben lecsökkenti a keresztülhaladó hullámok energiáját. (1. sz. ábra, 3. sz. terület.)

2. A 2. sz. terület nagy mágneses anomáliáit a miocén agyag- és agyagmárga rétegeibe közbelepleült vulkáni eredetű kőzetek okozzák. A flis összlet önmagában is kaotikusan gyúrt szerkezetű lehet.

Ez a magyarázata annak is, hogy a  $t_b$ ,  $t_c$  hullámok nem jelenthetnek hosszú szakaszokon folyamatosan összefüggő réteghatárokat, mint pl. a paleozoós alaphegységről nyert  $t_a$  hullámok.

A 2. sz. területen a  $t_c$  hullámokra legjellemzőbb a távolsággal történő gyors csillapodás.

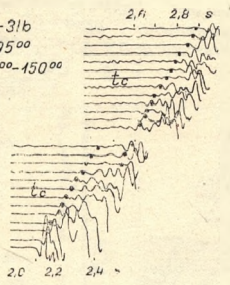


3. sz. ábra

A 3. és 4. ábra ilyen erősen csillapodó hullámképet mutat be. A szeizmogramok a BoR-3b és BoR-14 szeizmikus vonalak kereszteződéseinél készültek (1. sz. ábra). Mindkét hullám a  $t$  hullámok csoportjába sorolható, a látzólagos sebességek közel azonosak. Jellemző, hogy az első hullám csillapodása nagyobb. A hullámok közötti beérkezési idődifferencia 0,2 sec. Kétségtelen, hogy a második hullám nem az első hullám későbbi fázisa.

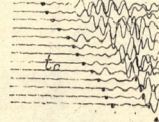
Feltételezhető lenne, hogy többszörös refraktált beérkezésről van szó. Ennek egyrészt elmentmond az a tény, hogy a két hullám közti idődifferencia tendenciózusan csökkent, v. növekedett, attól függően, hogy a két refraktor közötti, valószínűleg kisebb sebességű közeg vastagsága hogyan változott. Ezek a hullámok külön-külön fedőútídigörbe rendszerekkel követhetők, rövidebb útídigörbe szakaszok megválasztásával és sűrűbb robbantópontok elhelye-

Vonal jele: BoR-31b  
 Robbantópont: 195<sup>00</sup>  
 Terítéshatárok: 120<sup>00</sup>-150<sup>00</sup>

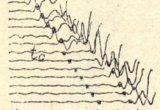


4. sz. ábra

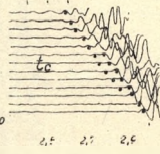
2.6, 2.8, 3.0 s



2.6, 2.2 s



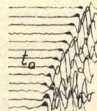
Vonal jele: BoR-31b  
 Robbantópont: 135<sup>00</sup>  
 Terítéshatárok: 180<sup>00</sup>-210<sup>00</sup>



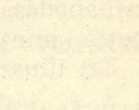
Vonal jele: BoR-14  
 Robbantópont: 60<sup>00</sup>  
 Terítéshatárok: 135<sup>00</sup>-225<sup>00</sup>

5. sz. ábra

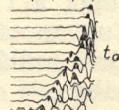
4.4, 4.6 s



4.8, 4.9, 5.0 s



4.3, 4.5 s

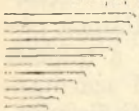


Vonal jele: BoR-31b  
 Robbantópont: 240<sup>00</sup>  
 Terítéshatárok: 60<sup>00</sup>-180<sup>00</sup>

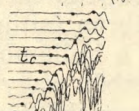
Vonal jele: BoR-31b  
 Robbantópont: 243<sup>00</sup>  
 Terítéshatárok: 90<sup>00</sup>-180<sup>00</sup>

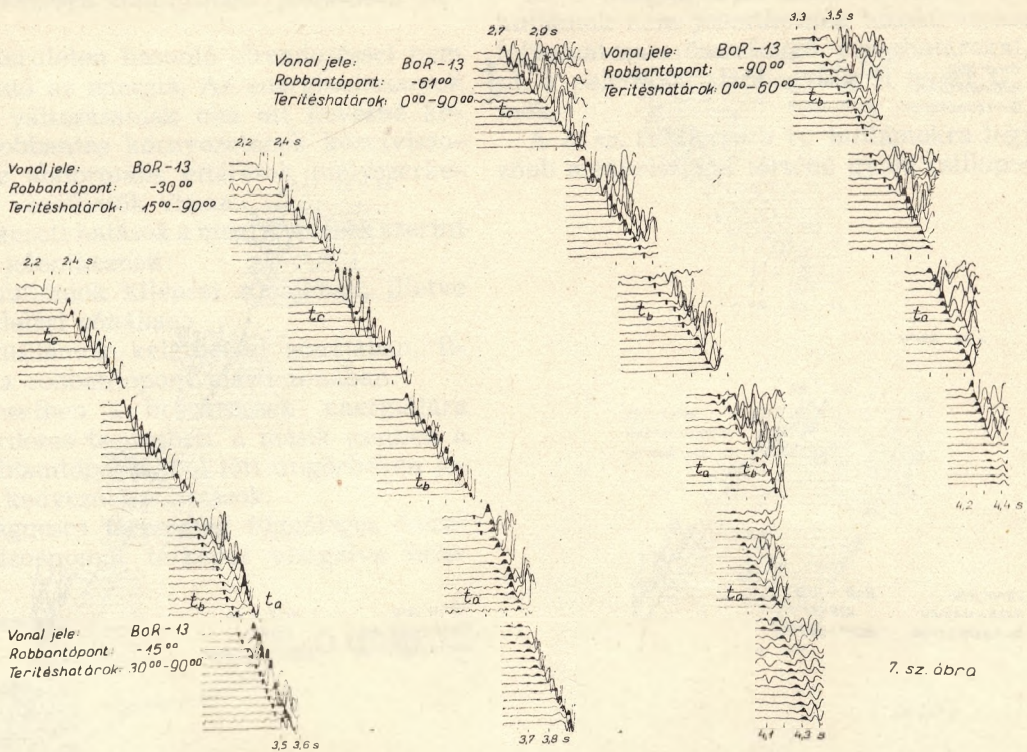
6. sz. ábra

1.7, 1.9, 2.1 s



2.7, 2.9 s





7. sz. ábra

zésével, mivel a robbantóponttól csaknem azonos távolságra következett be a hullámok nagymértékű csillapodása.

Ugyanakkor a 2. sz. területen a  $t_b$  hullámok csillapodása kisebb, hosszabb szakaszon észlelhetők, mint a  $t_c$  hullámok.

Ezt illusztrálja az 5. sz. ábra.

A  $t_b$  hullámok egyes vonalakon csak a  $t_c$  hullámok mögött jelennek meg és ugyancsak idődifferencia észlelhető a  $t_b$  és  $t_c$  jelű hullámok között az első beérkezések zónájában.

A 6. sz. ábrán jól látható a  $t_c$  és  $t_b$  hullámok csillapodása és az első beérkezések zónájában elfoglalt helyzete is.

Ugyanakkor a kedvezőbb energiájú 1. sz. területrészen lényegesen egyszerűbb a hullámkép. Nem volt probléma a látszólagos sebességben is különböző hullámok elkülönítése, amint ez a 7. sz. ábrán jól látható. A medencealjzatról kapott beérkezések ( $t_a$ ) már a  $t_b$  hullámok mögött megjelennek.

Az elmondottakból következik, hogy szükség volt az első beérkezések zónáinak folyamatos nyomonkövetésére. A  $t_b$  és  $t_c$  hullámok főleg a 2. sz. területen úgy a vulkáni, mint a flis jellegű rétegösszletbe települt vékonyabb, sokszor kis kiterjedésű rétegek felszínéről származnak, ezért geológiai értelmezésük bonyolult.

A hullámok geológiai értelmezésére és az előbbieket bizonyítására összehasonlítottam a fúrások földtani rétegsorát a fúrásokban végzett elektromos karotázsmérések ellenállásszelvé-

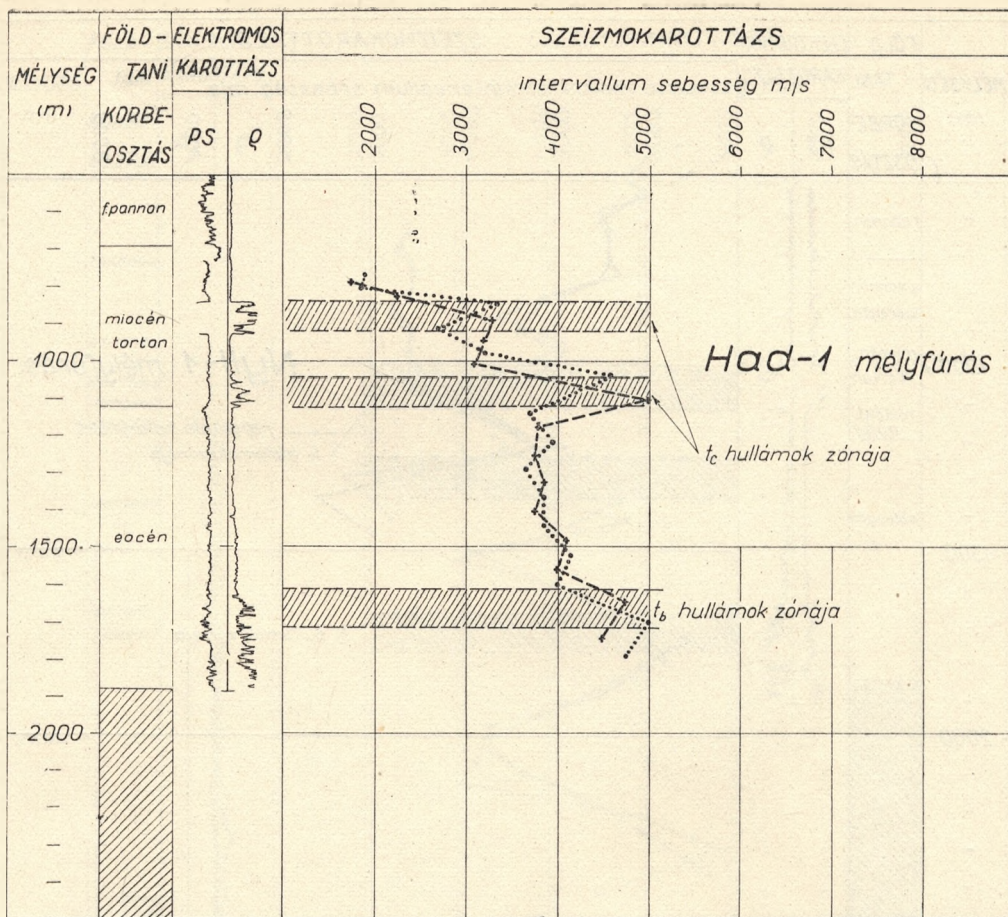
nyeivel és a szeizmokarotázsmérések intervallumsebesség-mélység függvénygörbéivel.

Ismeretes, hogy az elektromos ellenállás szelvény és a szeizmikus intervallumsebesség-függvénygörbe alakja analógiát mutat. A kutatási területen viszonylag kevés a fúrás és egyik sem érte el a harmadidőszaki medencealjazatot. Ezért a bemutatásra kerülő ábrákkal elsősorban a  $t_b$  és  $t_c$  hullámokat értelmezzük. Megállapíthatóan eltérések tapasztalhatók az ellenállásgörbe és az intervallumsebességfüggvény-görbe között. Ennek oka elsősorban a számított sebességfüggvény kisebb felbontóképessége a fúrólyukban mért folyamatos ellenállásméréssel szemben.

Visszatérve az 1. sz. ábrán bemutatott területi felosztásra, elsősorban a 2. sz. területet vizsgáljuk. Itt a miocénkorú rétegösszlet részben vulkáni eredetű kőzetekből (riolittufa, andezit) és üledékes kőzetekből (agyag, meszes agyag, mészkő) áll.

Ez alatt részben paleogén, részben kréta flis található. (Az 1. sz. ábrán az ilyen jellegű fúrásokat félig töltött körökkel jelöltem meg.)

A 8. sz. ábrán (Had—1) jól látható, hogy két viszonylag vékony réteg között — intervallumsebesség — csökkenés jelentkezik az elektromos karotázs ellenállásszelvény értékeinek csökkenésével. Az ábrán feltüntetettük a  $t_c$  hullámok zónáit. Ezek a hullámok tehát részben a miocénkorú összletből, vagy a flis határáról származhatnak. Ugyanakkor a  $t_b$  hullámok zónája mindeképpen a flis kőzetekben van.



8 sz. ábra

A  $t_c$  hullámok zónájában számított kiugró intervallumsebességértékek 4500 m/s, 5000 m/s, a  $t_b$  hullámok zónájában 5000—5400 m/s. Hasonló típusú a 9. sz. ábra is.

A hullámok dinamikai jellemzőit figyelembevéve az elmondottak alapján értelmezhetők a megszerkesztett szelvények.

A 2. sz. területről szerkesztett szelvényrészletet mutat be a 10. sz. ábra. (BoR—14.) Az ábrán különböző hullámokból szerkesztett refraktorokat láthatunk a hozzátartozó útidőgörbékkel. A  $c_1$  hullámok a miocénkorú rétegekből származnak ( $c_1$  refraktor). A  $t_{c2}$  hullámokat a flis összletből, a  $t_a$  hullámokat a harmadidőszaki medencealjzatról kaptuk (a refraktor).

Az 1. sz. ábrán feltüntetett 3. sz. terület mélyfúrásait, amiket töltött körökkel ábrázoltam, vastag miocénkorú vulkáni rétegösszlet jellemzi. A terület É-i részén a flis valószínűleg teljesen hiányzik.

Jellegzetes példa erre a 11. sz. ábrán bemutatott Ny—1 mélyfúrás. Az itt látható kiugró intervallumsebességértékek 4800—5500 m/s.

A 3. területrészen tehát a  $t_b$  hullámok jelentik a miocén vulkáni rétegösszletet. A  $t_b$  hullámok után már közvetlenül a harmadidőszaki

medencealjzat felszínéről kapunk refraktált hullámokat.

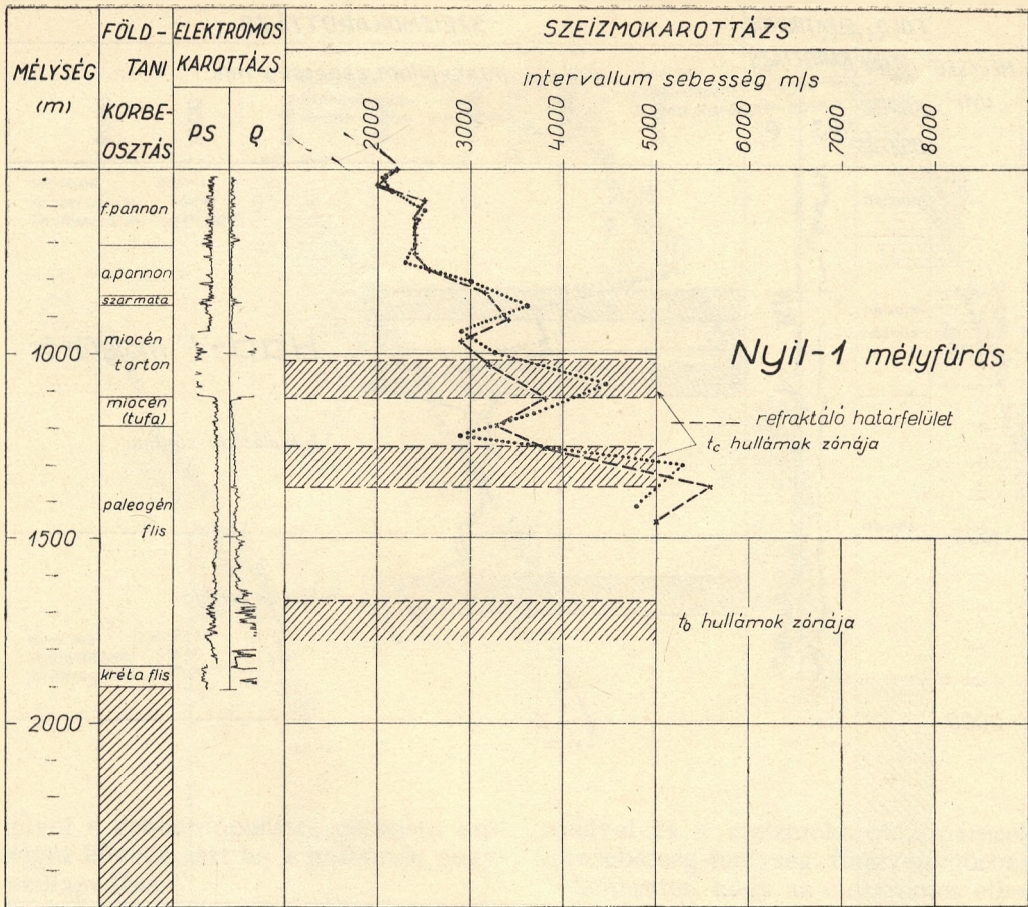
A legkedvezőbb energiaviszonyokat mutató 1. sz. területen viszont (1. ábra) DNy-felé haladva vékonyabb a vulkáni összlet. Itt inkább a flis dominál. Az ilyen fúrásokat üres körökkel jelöltem az 1. sz. ábrán. Ezen a területen, mint említettem, dinamikailag és kinematikailag jól értelmezhetők a hullámok.

A 12. sz. ábrán bemutatott szelvényrajzon a „c” refraktor a flis felszínét, az „a” refraktor a harmadidőszaki medencealjzat felszínét határozza meg. Tulajdonképpen itt érvényesek a dolgozat elején a különböző hullámokhoz tartozó refraktorokra megadott sebességértékek.

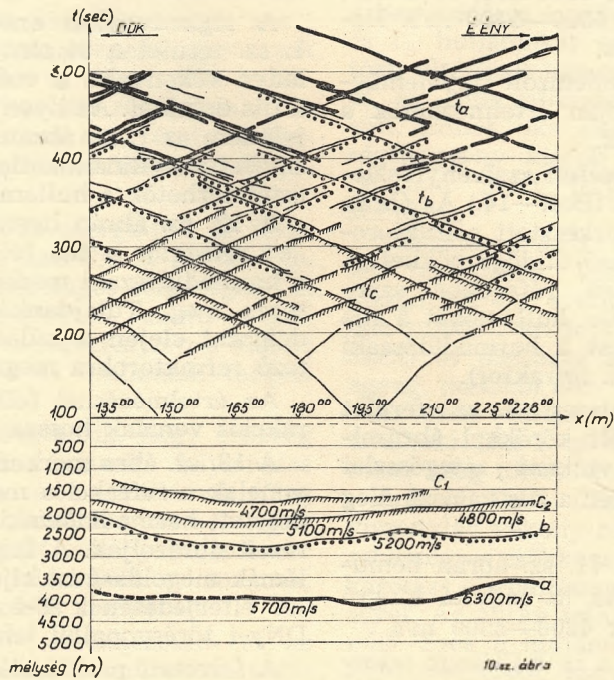
Az értelmezésnél felhasznált szeizmikus refrakciós vonalak hossza több mint 500 km volt.

A 13. sz. ábra szerkezeti vázlatot mutat be. A vonalak a refrakciós mérések alapján megszerkesztett harmadidőszaki medencealjzat főbb töréseit ábrázolják. A felsorolt értelmezési problémák megoldásával kijelölhető volt a flis összlet elterjedésének É-i határa, ami egy ÉK—DNy-i törésvonallal lehet kapcsolatos.

A felvetett problémák és a lehetséges megoldásokon keresztül arra kívántam rámutatni, hogy bizonyos esetekben ma is fontos szerepe

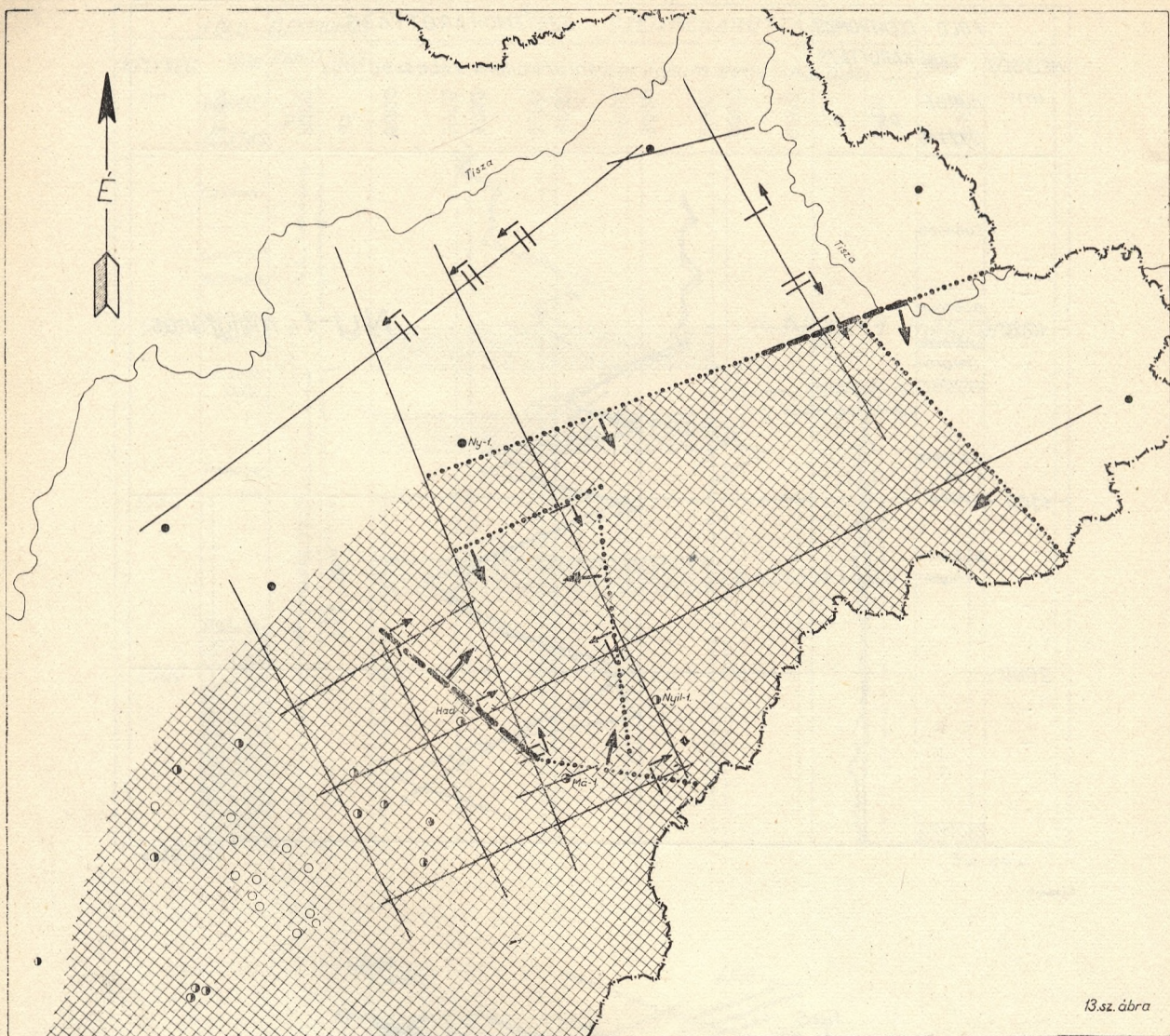


9.sz. ábra









13.sz. ábra

van a refrakciós kutatásnak. Az alaphegység kutatásán kívül pl. a pliocén és az alaphegység közötti zónákra is értékes felvilágosítással szolgálhat. Ezekben a zónákban a reflexiós korreláció helyenként ma is problematikus.

A mai digitális technika alkalmazása következtében a reflexiós stacking eljárás elterjedtebb, mint a refrakciós mérések, melyek célja az alaphegység átnézetes jellegű kutatásán kívül;

1. A geofizikailag problematikus területeken a mélyebb zónák korrelációjának megoldása. Ez történhet; a reflexiós kutatási területen egy-egy olyan, a területet átfogó refrakciós vonal vagy vonalszakasz bemérésével, ahol az alaphegység feletti néhány refraktort fáziskorrelációs módszerrel folyamatosan nyomonkövetünk.

2. Célszerű a geológiailag bonyolult tektonikájú területeken refrakciós vonalak bemérése.

A reflexiós és refrakciós módszerrel egyidejűleg bemért vonalak eredményeinek összehasonlítása az értelmezést megkönnyíti.

A felsorolt esetekben a reflexiós és refrakciós méréseket összehasonlítva néhány gazdasági kérdésre szeretnénk rámutatni.

Vegyük alapul 100<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-nak 1 reflexiós km bemérésnek költségeit, abban az esetben, ha 24 reflexiós csatornát 30 m-es geofonköz és 5-ös geofoncsoportokat alkalmazunk. Ebben az esetben 1 km refrakciós bemért km-t 60 refrakciós csatorna és 50 m-es geofonköz alkalmazása esetén 176,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-nak vehetünk.

Reflexiós 6-szoros stacking alkalmazásánál ez a szám 135<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, 12-szeres stacking-nél 270<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.