

A KAROTÁZS-PROGRAMBÓL NYERHETŐ
MÉRNÖKGEOLOGIAI "IN SITU" INFORMÁCIÓK
A BUDAPESTI METRÓ FURÁSAINÁL

Fáy Miklós^{x)} - Szlabóczky Pál^{xx)}

BEVEZETÉS

A kőzetrétegek fizikai tulajdonságainak megismeréséhez, a kutató magfurásokból kétféle információ forrás áll rendelkezésünkre:

- a kőzetmintaanyag és
- a furólyuk kőzetcfal.

A hagyományos talajmechanikai, mérnökgeológiai furásfeldolgozás csak az első hasznosítja, maga a furólyuk "elvész" a mérnöki feldolgozás számára. A lyukfal, ill. a mögötte levő, eredeti állapotú kőzet "in situ" vizsgálata, karotázs méréssel (geofizikai "átvilágítással") végezhető el. (A szó eredete francia, répát jelent, mivel több mint fél évszázada az első mérési görbék alakja a francia furásokat répára emlékeztette.)

A főbb karotázs módszerek a következők:

- a.) Elektromos szelvényezés. A kőzetbe vezetett áram ellenállását és a természetes földi áramokat mérik. Ehhez iszapos vízzel feltöltött, csövezetlen furólyuk szükséges.

x) UVATERV csoportvezető, geológus, mérnök,

xx) OFKFV vezetőgeológus, bányageológiai mérnök, mérnök geológiai szakmérnök

- b.) Radiológiai szelvényezés. A természetes és mesterségesen keltett rádióaktív sugárzáson alapul. Ez száraz, csövezett furásban is végezhető, így talajmechanikához kiterjedtebben használható.
- c.) Akusztikus szelvényezés. Hangterjedési sebességet mérnek.
- d.) Geometrikus módszerek: bőségsszelvényezéssel a lyukátmérő változást, ferdeségméréssel a lyukszelvény vízszintes vetületének abszolút irányu változását mérik.

A karotázs program helyét és jelentőségét, az építési célú kutató furás feldolgozásban, az 1. ábra mutatja.

A karotázs mérés többlet előnyei a mintavételeken alapuló hagyományos talajmechanikai furásfeldolgozással szemben a következők:

- (1) Folyamatos információt ad.
- (2) A furás teljes kőzetanyagáról tájékoztat.
- (3) "In situ" körülményeket vizsgál.
- (4) Jóval kevesebb szubjektív hibával terhelt, mint a laboratóriumi anyagfeldolgozás.
- (5) A mérés nyers eredménye közvetlenül a felvétel után, tehát még a furóberendezésnél terepen látható, így hetekkel, hónapokkal megelőzi a laboratóriumi kőzetminősítő eredményeket.
- (6) Réteg felbontóképessége jelentősen meghaladja az átlagos emberi kőzettelismerés pontosságát.
- (7) A furással feltárt rétegeket összletekre vonja össze, átlagolva azok paramétereit.

Az UVATERV ill. METROBER megbízásából az Országos Földtani Kutató és Furó Vállalat (OFK FV) 1966. óta végzi az épülő budapesti metró vonalak tervezését megelőző mérnökgeológiai, talajmechanikai, sőt a műszaki furásokat is. 15 év alatt kb. 26 ezer fm, mintegy félezer darab kutató furás mélyítését és feldolgozását végezték el Budapest egész területén. A furásokban - a kezdeti hitetlenkedések után - részletes karotázs mérés is történt.

GYAKORLATI PÉLDÁK

A következőkben néhány kísérletet mutatunk be az OFK FV karotázs szelvényei, és az UVATERV talajmechanikai laboratórium eredményei közötti kapcsolatról. Előre kell bocsájtani, hogy az ilyen vizsgálat csak akkor hozhatna egzakt eredményt, ha a talajmechanikai mintavételek a karotázs szelvény alapján történik, talajmechanikus, - geológus, - geofizikus együttműködéssel. Ennek hiányában egyelőre csak laza kapcsolatokat várhatunk.

A 2. ábra furási rétegsora melletti első két görbe a természetes térfogatsúly és a neutron-gamma (továbbiakban $n-\gamma$) sugárzási szelvény kapcsolattal mutatja. Látható, hogy a $n-\gamma$ intenzitás változást követi a térfogatsúly változása. Szembetűnő az is, hogy a karotázs görbe sűrűbb kőzettömörség változásokat mutat, mint az átlag 2 m-kénti zavartalan mintavételekkel meghatározott térfogatsúly eloszlás. Pl. a furás 45 m alatti szakaszán a $n-\gamma$ szelvényből 7 db nagy tömörségű szint jelölhető ki (az ábrán ezeket sorszámoztuk), még a labor eredményekből csak két csucs adódik a 6. és a 2. jelű.

A jobboldali két görbe, ami természetes-gamma sugárzás (továbbiakban $T-\gamma$) és mikro elektromos ellenállás szelvény, 38 m-ben élesen jelez egy nagy ellenállású és magas radióaktív sugárzású szintet. Ebben a földtani szituációban ezt laza, vulkanogén közbetelepülésnek kell itélni. Ez egy kiemel -

kedően rossz nyíró szilárdságu szintet jelent, amit a terepi kőzetleírásnál nem lehetett felismerni, az egyébként is tufigén agyagban, ezért mintavétel sem történt belőle. Így - karotázs mérés hiányában - a talajmechanikai értékelés számára ismeretlen maradt volna ez a gyenge zóna.

Az előbbi ábrán térfogatsullyal összevetett n-¹ szelvény kapcsolatát mutatjuk be az egyirányu nyomószilárdsággal, a 3. ábrán. A karotázs görbéken feltűnően látszik 38 m mélységben egy csucs, ami nagyszilárdságu közbetelepülést jelent. Mivel ebből a mélységből éppen nem történt mintavétel, ez az információ is "elveszett" a talajmechanikai értékelés számára.

A karotázs, rétegfelbontó képességének rendkívüli jelentőségére mutat példát a 4. ábra. A felső oligocén kora zöldes színű, vizuálisan rosszul értékelhető homokos agyag rétegsor teljesen egyveretűnek látszott (a-oszlop). A talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatok során már kimutatható volt néhány agyag és agyagos homok réteg, (b-oszlop). Ezzel szemben a karotázs 33 rétegre bontotta a rétegsort. Ennek igazolására a teljes karotázs mérési programból egy elektromos ellenállást és a T-¹ görbét mutatjuk be. Ez utóbbi "agyagcsucsait" besötétítettük és ehhez képest mutatjuk a plasztikus index görbét. Szembetűnő a felbontó képességbeli különbség. Megjegyezzük, hogy a mélyépítési geotechnikai katasztrófák, gazdasági kimenetelű károk jelentős részét a rétegsor tulzottan sematikus figyelembevétele okozza. Ez kiküszöbölhető a fenti példák alapján, karotázs méréssel.

Általános geotechnikai szempontból az építő mérnök részéről is közvetlenül értékelhető mérésfajta a furólyuk átmérő változását regisztráló, ugynevezett bőségshelvény (kaliber-shelvény). A bőségshelvény értékelésére az 5. ábrán mutatunk példát. A furás felső kavicsréteg szakaszát "kitámasztó" béléscső alja (saruja) alatt, mindenkor jelentkezik egy erőteljes átmérő növekedés a furólyuk öblítőáram és a szerszám ki-beépítések miatt. Alatta a

homogén aleuritban (kemény agyagban) látható erőteljes lyukátmérő növekedést már a kőzet nagyméretű természetes töredezettsége okozza. Itt ez földtörténeti expanzióból ered). Egyedi kőzetmintákon ez aligha ismerhető fel. A homokos szakaszokban jelölt átmérő csökkenéseket a folyósodási hajlam okozza. A homokok közötti kötött kőzetekben jelölt helyi átmérő növekedések, különböző mértékű töredezettségekre utalnak. Mindezek a helyek "gyenge zónái" a kőzetszelvénynek. Ezek fel nem ismerése mélyépítési problémákat okozhat.

ÚJ MÓDSZEREK

Az OFKFBV hazánk egyetlen általános geológiai kutató vállalata. Mivel a nyersanyag telep meghatározásán kívül a bányászat egyre inkább igényli a meddő kőzetek fizikai paramétereinek meghatározását is - a NIM pénzügyi támogatásával - állandóan fejlesztik a kőzetmechanikai irányú karotázs módszereket. Ezekből ismertetünk néhányat, ami talajmechanikai területen is használható.

Fókuszált szondák

A hagyományos, valamint fókuszált elektromos mérési módszerek áramkép vázlatai láthatók a 6. ábrán. A hagyományos szonda áramforrása (F) a fúróluk körüli kőzettérben gömbszerű áramképet kelt. A szondában levő két mérő elektródával mérjük az áramtér két pontja közötti potenciál csökkenést, (M_1 , M_2). Így egy meghatározandó kőzetrétegről kapott információba a szomszédos rétegek is bejátszanak.

A fókuszált szondánál úgy terelik az áramvonalakat, hogy azok minél vékonyabb nyalábban haladjanak, így egy-egy vékony rétegről, pontosabb ellenál-

állítás értéket kapunk. Ezáltal megnő a réteg felbontóképesség is. Az áramtér terelését, terelő áramforrásokkal (T_1 , T_2) végzik. Az egyik mérő elektróda közös az áramforrással.

Tovább fokozható a karotázs rétegfelbontó képessége, a mélységi lépték növelésével. Fókuszált gömbszonda, kőzetminőséget jelző, nagyellenállású csucseit hasonlítjuk össze, a hagyományos léptékű mikroszelvényel a 7. ábrán. Az eredmény: a gömbszonda mélységszintjei pontosabbak és a csucsk ellenállás értékei differenciáltabbak mint a hagyományos mikrológ szelvényen.

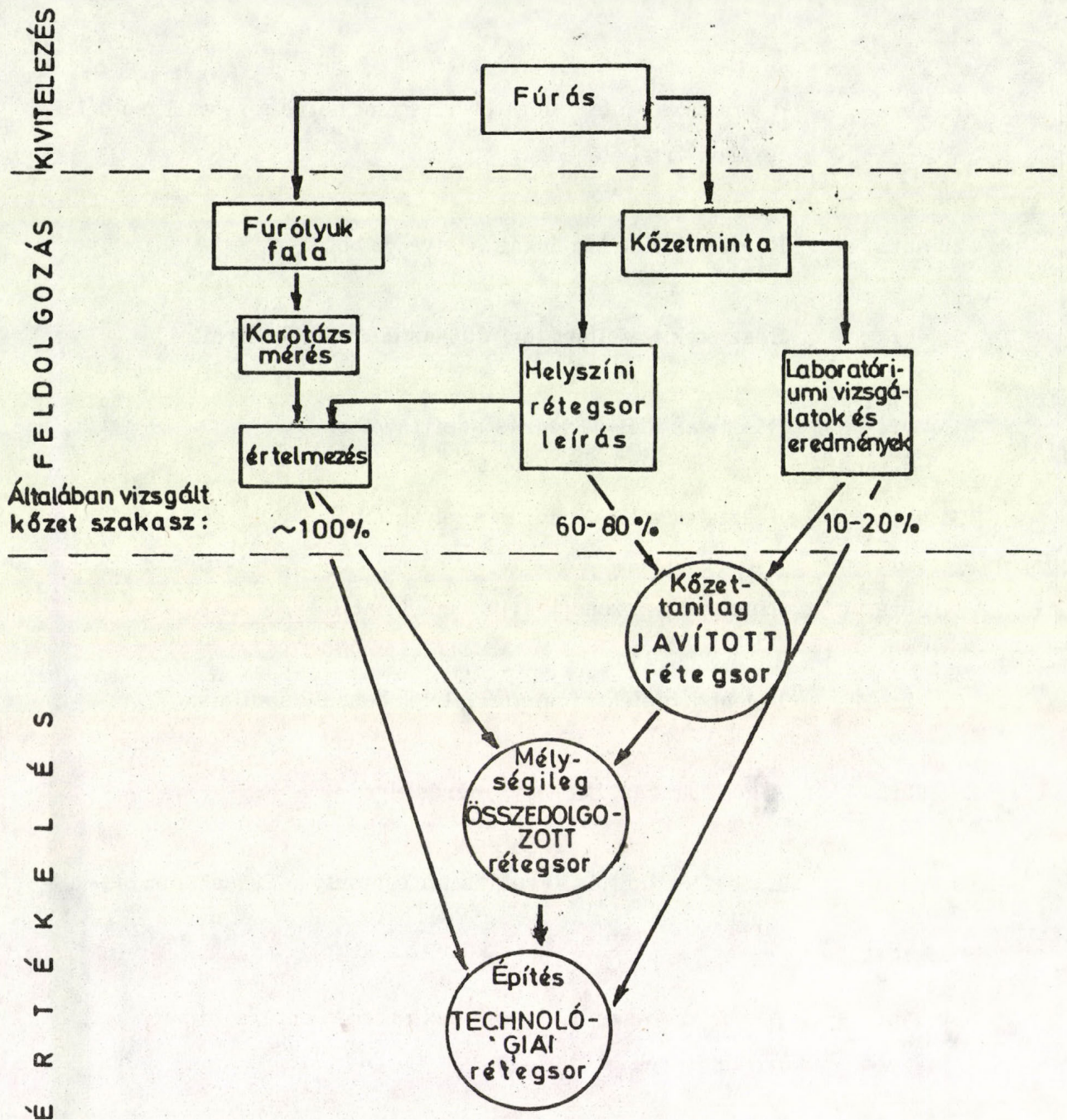
Rádióaktív szondák

Kiválóan hasznosítható talajmechanikai célra a rádióaktív mérések közül, a kétsugaras gamma-gamma szelvényezés (8. ábra). A hagyományos módszernél egy detektorral érzékelik a mesterségesen keltett Compton-féle sugárzást. Az új módszernél az egyik detektor a lyukfal közeli, a másik a távolabbi sugárzást méri, ill. hasonlítja össze. Így kiküszöbölhető a lyukfal körüli zavart zóna torzító hatása, valamint az uthossz különbségekből fizikai paraméter határozható meg. Rendkívül fontos lehet ez a módszer az "in situ" térfogatsúly meghatározásánál, mivel a legtökéletesebb zavartalan mintavételnél is a laborban már csökkent víztartalmu minta eredményét kapják. Ezt igazolja a 9. ábra. Magasabb térfogatsúly tartományban a labor. értékek néhány tizeddel alacsonyabbak a karotázs értékeknél.

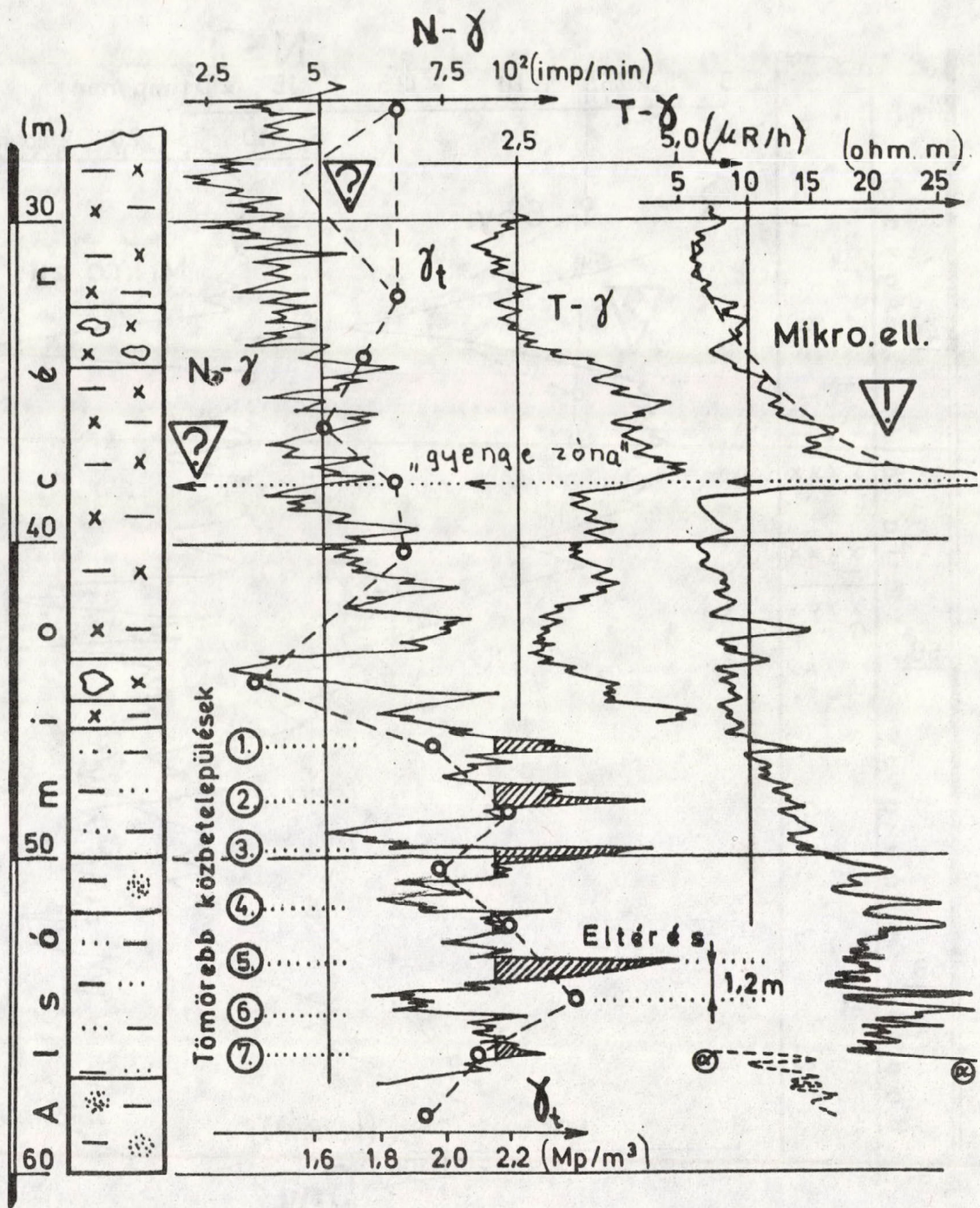
A 10. ábrán összefoglaltuk a jelenleg talajmechanikai paraméter meghatározásra használható karotázs módszereket. Ezek általános bevezetéséhez azonban még célkutatásra van szükség.

Ábrák feliratai

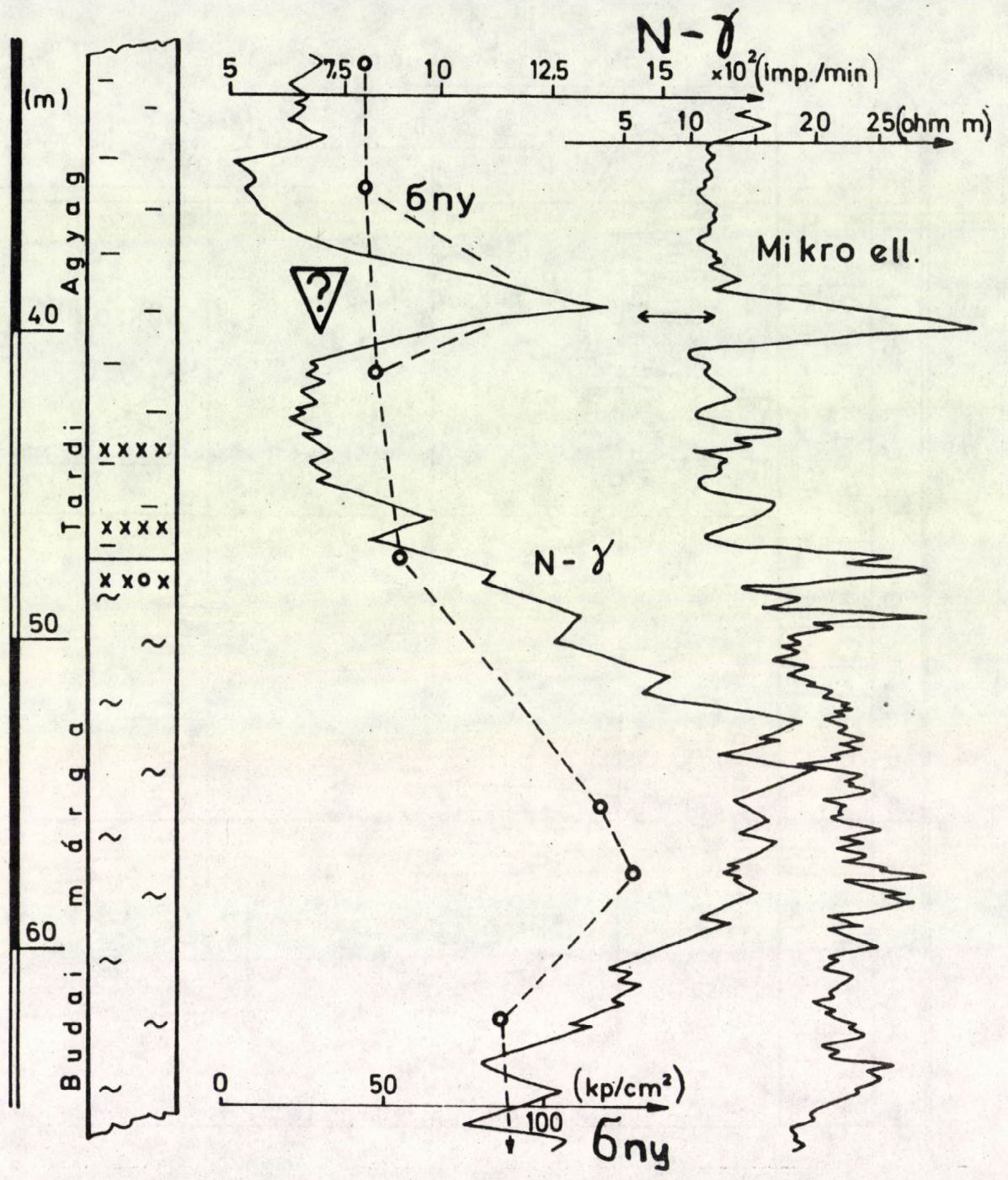
1. ábra A karotázs, mint "in situ" vizsgálat helye a mérnökgeológiai furások értékelésénél
2. ábra Részletek a K-11. furás szelvényeiből
3. ábra Részletek a Gellért téri 298-as furás szelvényeiből
4. ábra Részletek a B-50. furás szelvényeiből
5. ábra Részletek a K-13. furás szelvényeiből
6. ábra Elektromos szondák áramkép vázlatai
7. ábra Különböző elektromos felvételek összehasonlítása
8. ábra A két sugaras β - γ mérés elve.
9. ábra Laboratóriumi és karotázs térfogatsúly mérések korrelációja
10. ábra A főbb karotázs módszerekből nyerhető mérnökgeológiai paraméterek



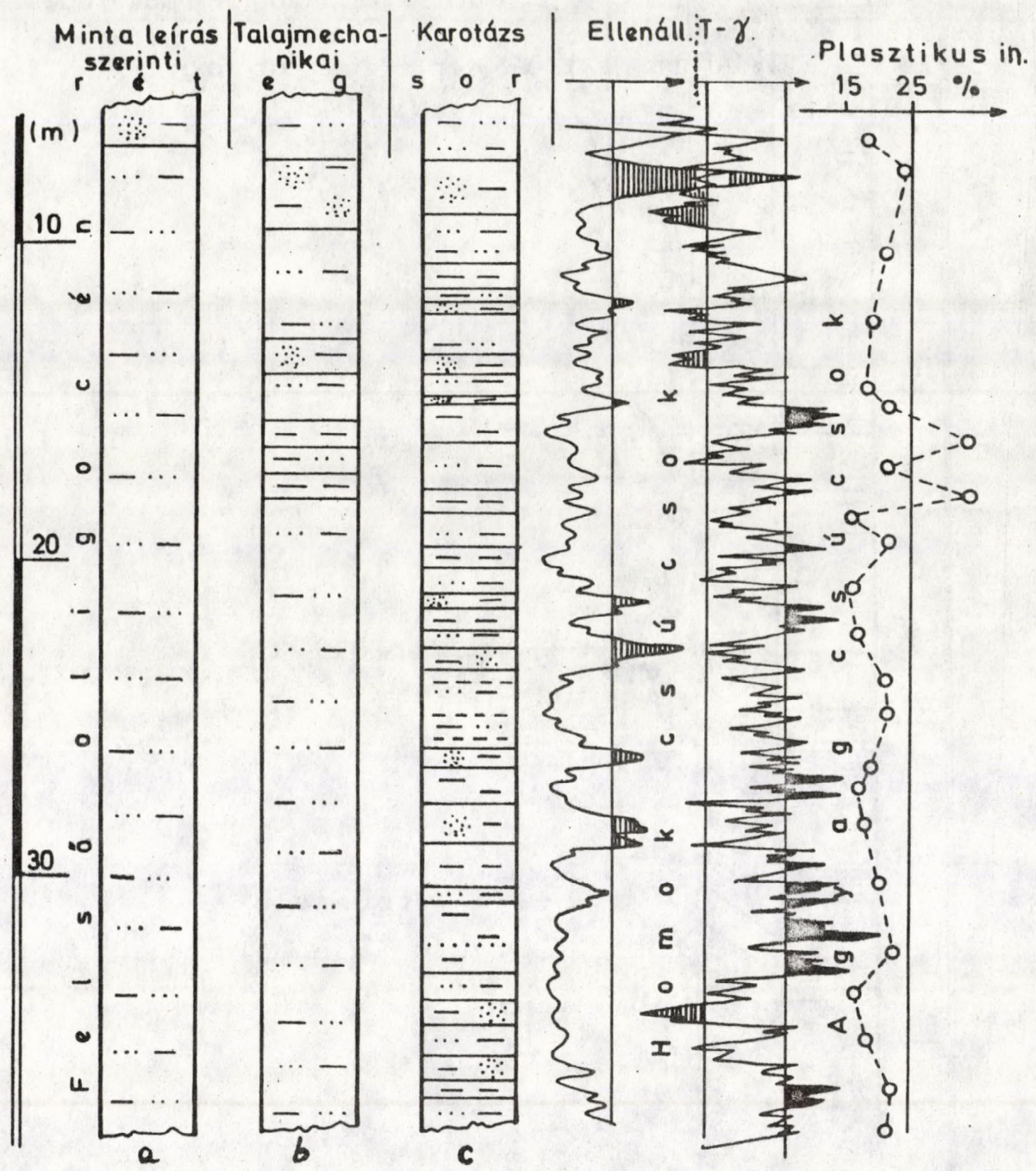
1. ábra



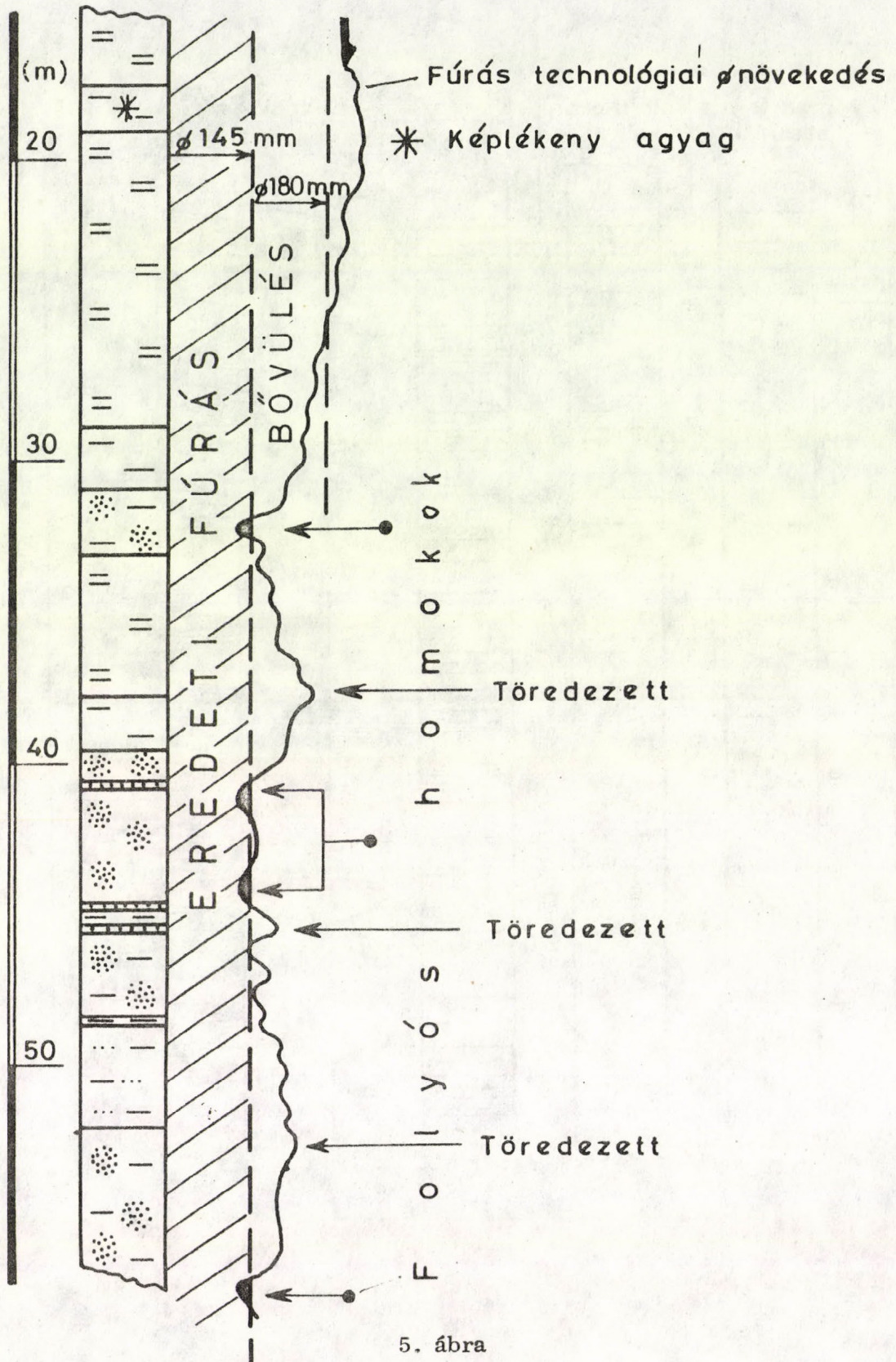
2. ábra

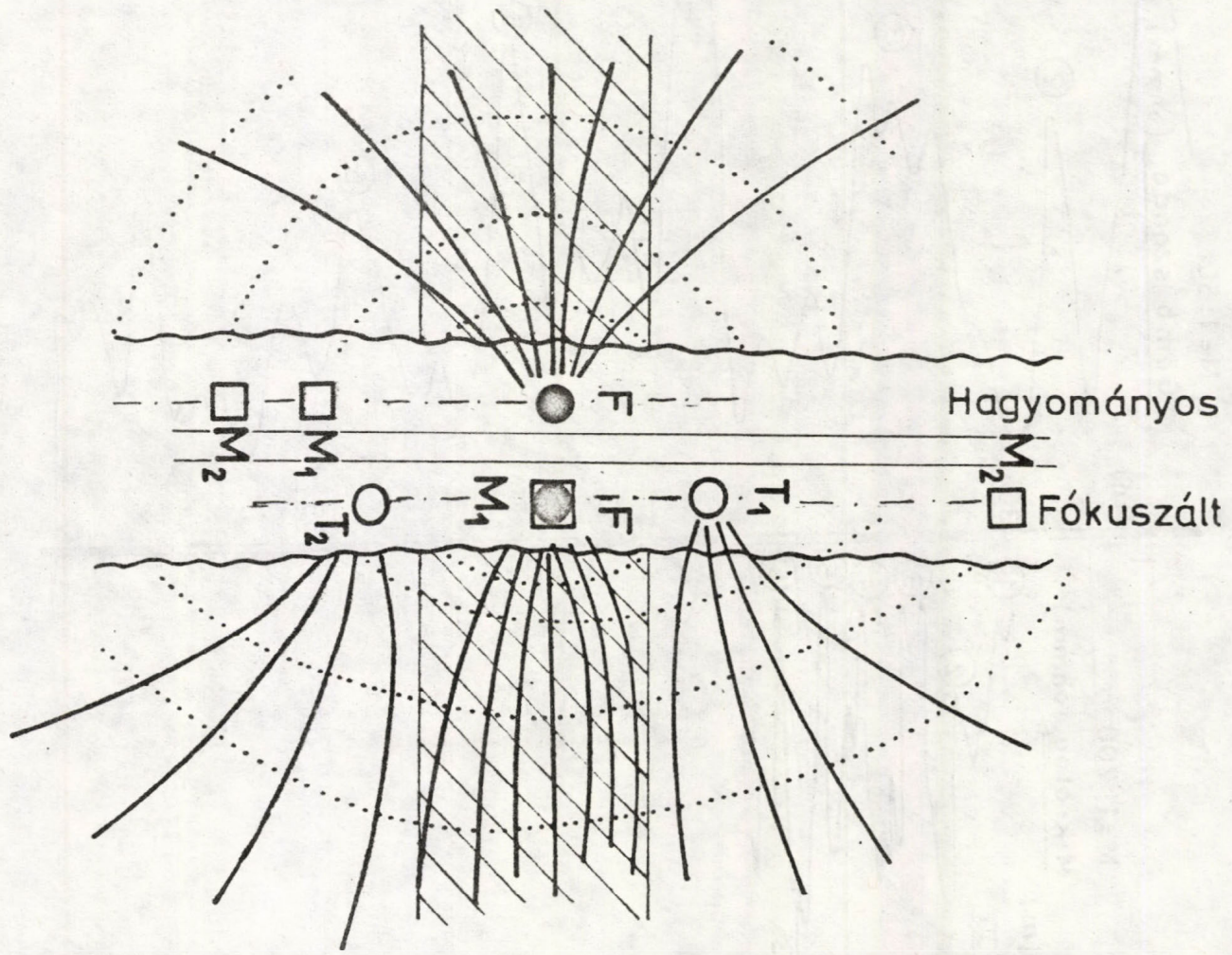


3. ábra

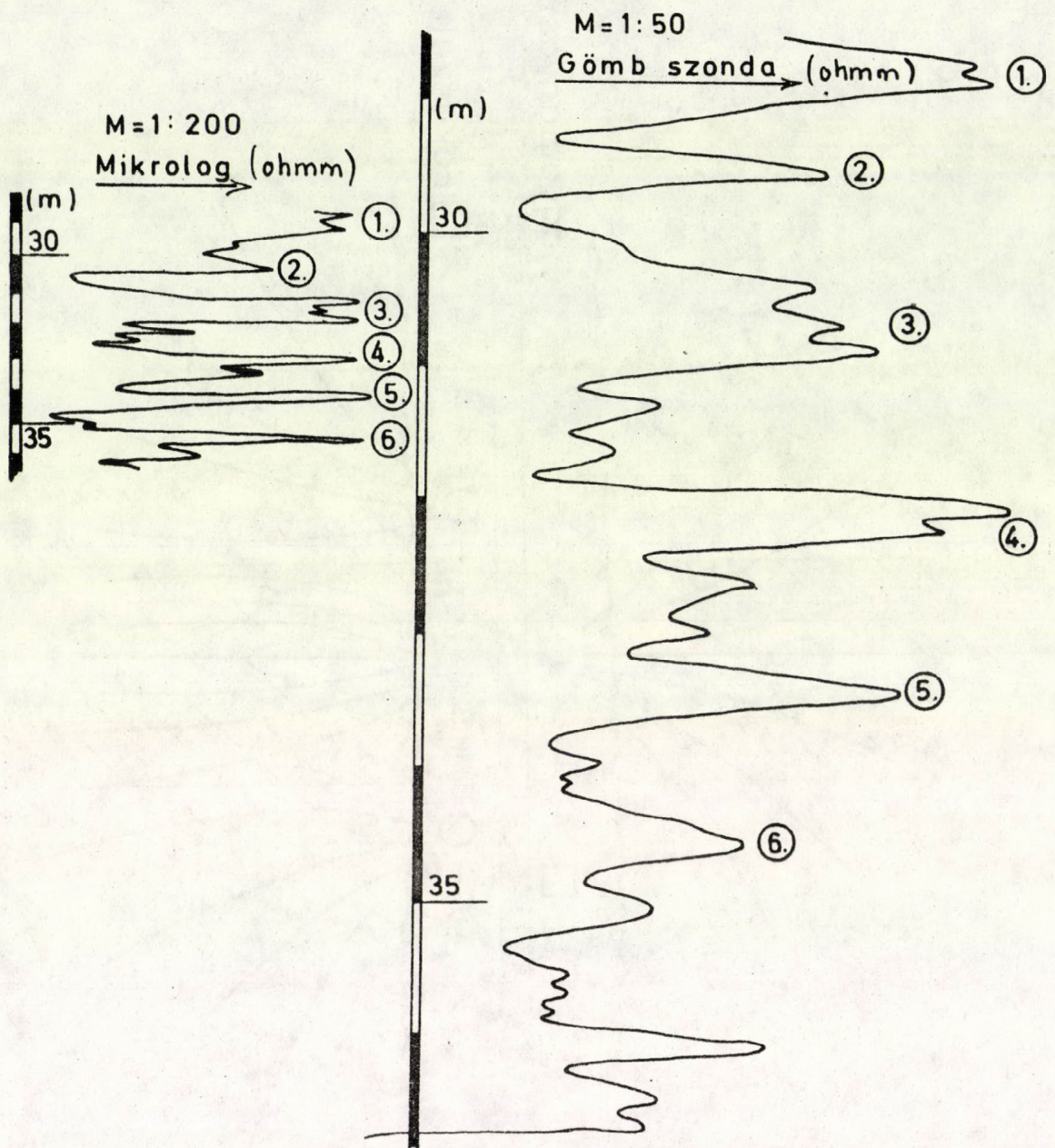


4. ábra

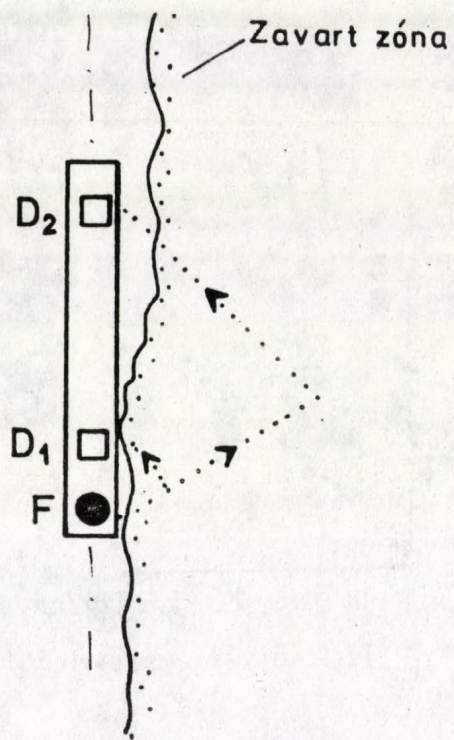




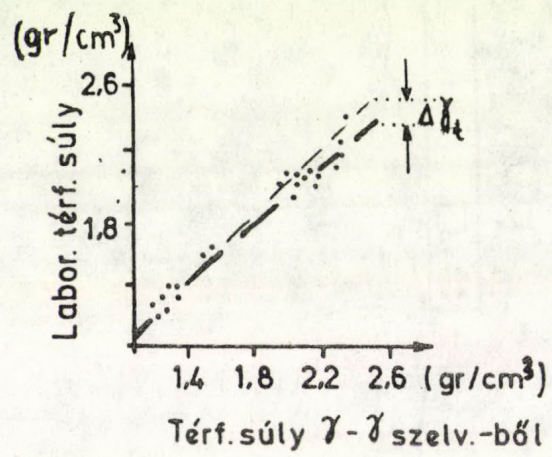
6. ábra



7. ábra



8. ábra



9. ábra

Karotázs Nyer- mérés hető fajta mérnök- geológiai információ	Elektromos ellenállás	Mikro szelvényezés	Mikro fókuszált mérések	Sósós, ellenállás	Természetes radioaktivitás	Gamma-gamma sugárzás	Neutron-gamma sugárzás	Neutron-neutron mérés	Akusztikus szelvényezés	Bőség mérés
Homokos kőzetek szemcseösszeté	■									
Kötött kőzetek agyag tart.					■					
Víztartalom							■			
Vízszivárgás				■						
In situ tér- fogat súly						■	■			
Hézagtéyző (porozitás)	■					■		■		
Szivárgási tény. (permeabilitás)	■			■						
Mikroréteg- zettség		■	■							
Töredezetttség						■				■
Rugalmassági modulus								■		



Elsősorban
javasolható módszer



Másodsorban
javasolható módszer

10. ábra

