

# Hasadékvizsgálatok mészköves fúrólukszakaszokon

Írta: Dr. Sebestyén Károly—Morvai László

Fúrólukak vizsgálatában a szénhidrogén kutatás területén már régóta alkalmazás tárgyát képezik olyan eljárások, melyek a tömör kőzetek — elsősorban mészkövek — másodlagos porozitással bíró helyeinek — tehát a mállott, töredezett, hasadékos szakaszoknak — kimutatására alkalmasak.

Ezek az eljárások több csoportba oszthatók:

1. a „konvencionális” mérőműszerek speciális alkalmazásai,
2. Az izotópos módszerek,
3. különleges eszközök a hasadékok egyedi kimutatására.

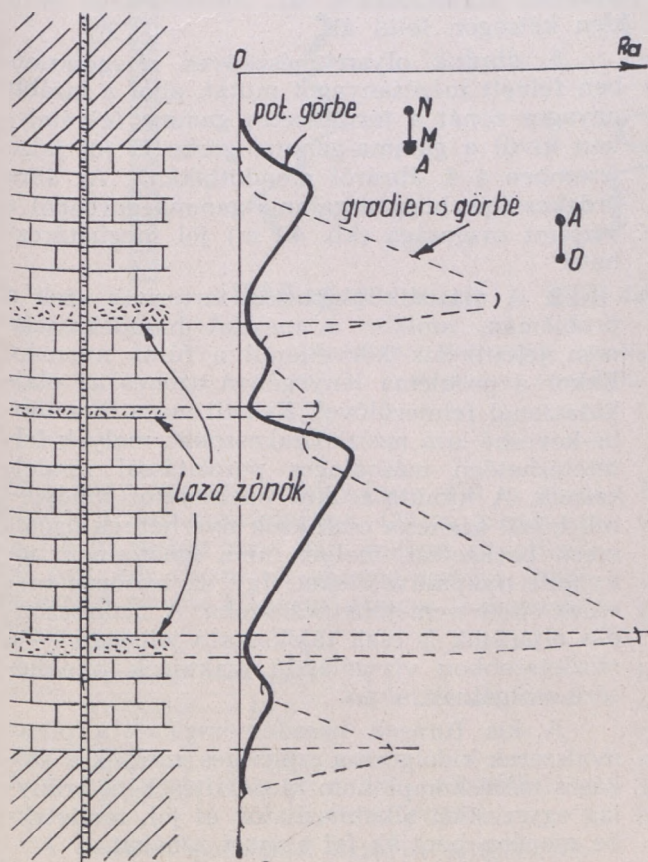
Mielőtt ezen eljárásoknak a nem szénhidrogén-kutató fúrásokban való alkalmazhatóságát vizsgálnánk, röviden összefoglaljuk lényegüket és a tőlük várható eredményeket.

A szokásos makroszondákkal végzett ellenállás és PS mérések nem adnak megfelelő ké-

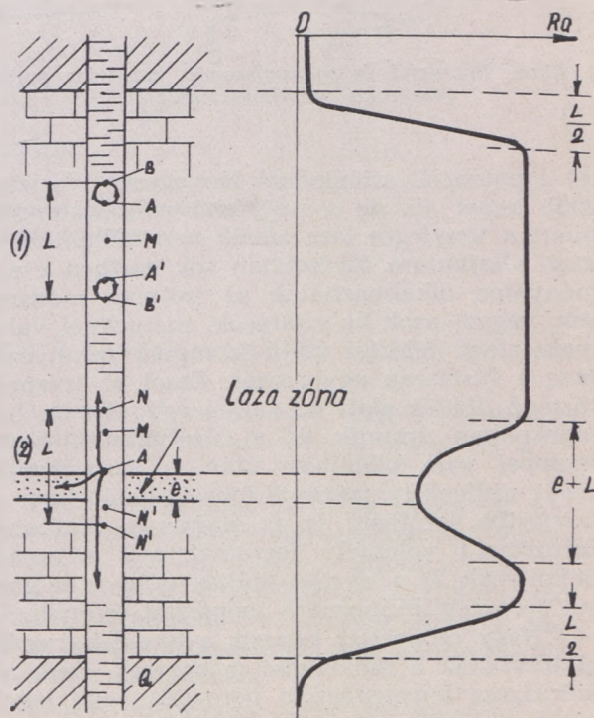
pet, mert a mészkő nagy fajlagos ellenállása hatásaként a mérőáram nagyobb része a fúróiszapon keresztül folyik és csupán kis része hatol be a kőzetbe. A tömör kőzetben meglévő laza viszonylag kis fajlagos ellenállású zónák deformálják ugyan az előbbi képet, tehát jelentkeznek az ellenállás görbéken, de mint azt 1. ábránk mutatja, a potenciál görbén széles, a réteghatárok megállapítására alkalmatlan alakú minimumokkal, a gradiens görbén szintén minimumokkal, de ezek helyzete még szisztematikusan el is van tolódva a laza zónához viszonyítva.

A makro rendszerek hiányosságait van hivatva kiküszöbölni a mészkő szonda. A rendszer fő sajátossága szimmetrikus felépítése. A szondát magát, és az általa szolgáltatott görbét is úgy lehet tekinteni, hogy egy fedős és egy fekűs gradiens szondából (ill. görbéből) van összeépítve.

A kis fajlagos ellenállású zóna a látszólagos fajlagos ellenállásgörbe minimumának közepén helyezkedik el, de vastagsága nem (illetve csak bizonytalanul) állapítható meg. (2. ábra).

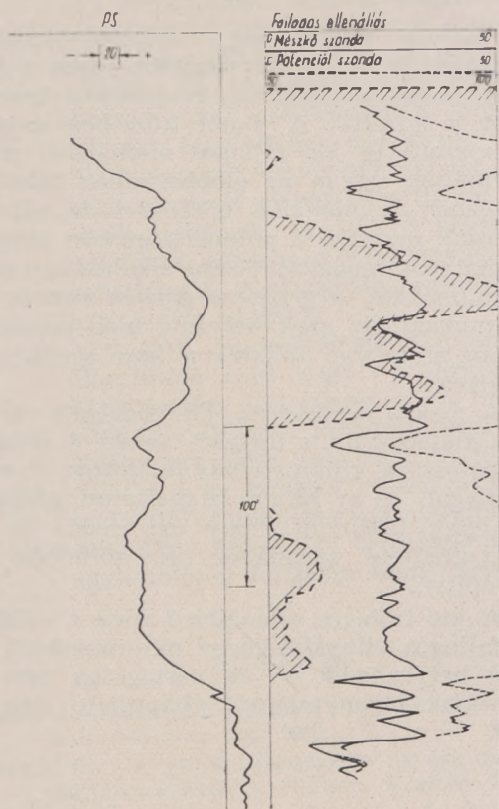


1. ábra: Potenciál és gradiens szondák görbéi mészkőösszetben lévő laza zónáknál.



2. ábra: Mészkőszonda indikációja mészkőben lévő laza zónáknál.

A laza zónák kimutatásában elméletileg várható előny, a tényleges felvételen azonban csak nehezen realizálható. Ezt mutatja 3. ábránk, ahol a mészkő szondával készült felvé-



3. ábra: Potenciál és mészkőszonda karottázs görbéi töredezett mészkőösszletben.

tel a potenciál szondáénál lényegesen részletesebb képet ad, de a nagyfokú változékonyság miatt a tényleges laza zónák nem állapíthatók meg. Olajkutató fúrásokban sok esetben eredményesen alkalmazhatók az izotópos módszerek, vagyis azok az eljárások, melyeknél valamely rövid felezési idejű izotóppal szennyezik meg a fúróiszap egy részét. Ezzel az iszappal történő öblítés alatt az izotóp egy része a hasadékokban áramlik és a fúrólyuknak tiszta iszappal való kiöblítése után is visszamarad, tehát radioaktív méréssel kimutatható. Ebbe a csoportba sorolható az az eljárás is, amikor a fúróiszapot valamely ferrómágneses anyaggal szennyezik és a tisztító öblítés után a mágneses szuszceptibilitásmérő szondával mérnek.

Nagy csoportját képezik a hasadékvizsgáló eljárásoknak a radiológiai módszerek. Ezek alkalmazása lényegében a porozitás vagy agyagosság megállapítására szorítkozik.

Nem olajkutató fúrásokban a hasadékvizsgálatoknak két nagy alkalmazási területe van.

1. Építési nyersanyagként használni kívánt

mészkőrögökben mélyített fúrásokban a hasadékoság legtöbbször nem kétséges, mert a fúróiszap eltünése ezt kétségkívül igazolja. A geofizikai mérések célja a hasadékok helyének és méreteinek megállapítása. Az ilyen fúrólyukban csak radiológiai mérések és lyukbősegmérés végezhető. Erre mutat példát (4. ábránk), mely az ÉaKKI megbízása alapján egy Eger környéki fúrás mérési anyagának egy részét ábrázolja. A természetes gamma sugár intenzitás eloszlásából megállapítható, hogy a fúrás által harántolt mészkő összetételében az A-val jelölt helyen nagyobb, a B és C-vel jelölt helyeken kisebb változás következett be. A természetes gamma szint megnövekedése agyagosodásra utal. Érdekes, hogy az agyagásványok megjelenése nem igazolható sem a gamma-gamma görbe, sem a neutron gamma görbe lefutása alapján. Egyik sem mutat számottevő anomáliát. Ennek oka valószínűleg a fúrás levegővel töltött voltából származó magas szórt sugárzásos háttér volt.

A hasadék helyét a gamma-gamma, a neutron gamma és a lyukbőség szelvény egybehangzóan mutatja. Nyitott voltukat — illetve agyagos — márgás kitöltéstől való mentességüket a természetes gamma anomália igazolja.

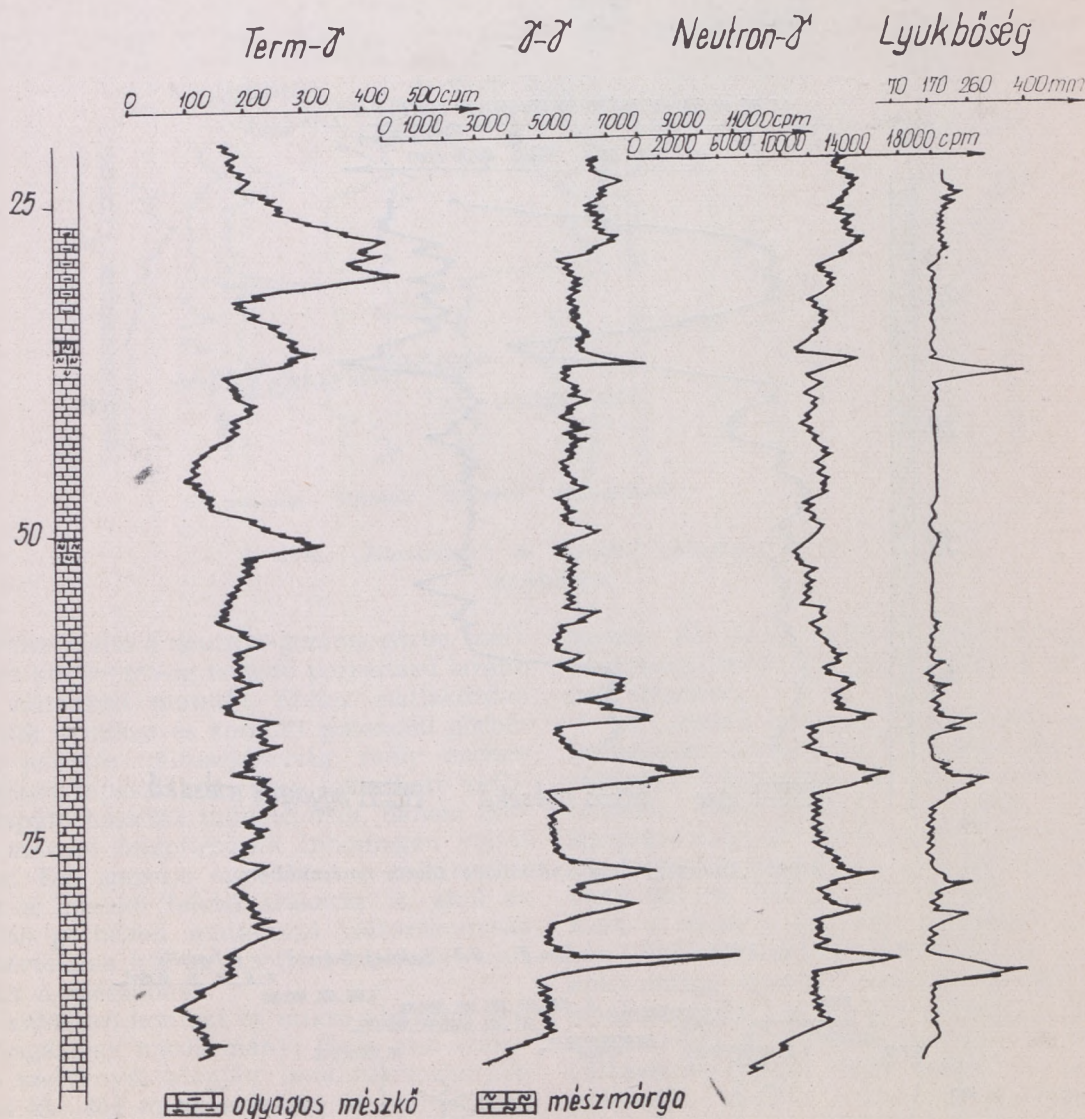
Az alkalmazott mérés-komplexumnak a hasadékok kimutatására való alkalmassága minden kétségen felül áll.

5. ábránk olyan mészköves rétegösszletben felvett mérésanyagot mutat, ahol a lazább agyagos zónát a természetes gamma felvételeken kívül a gamma-gamma görbe is jól jelzi, (szemben a 4. ábráról mondottakkal). Az ábra érdekessége, hogy a gamma-gamma görbéből a vízszint magassága (kb. 40 m) jól meghatározható.

2. A második csoportba tartoznak azok a problémák, amikor a mészkő hasadékosága nem jelentkezik közvetlenül a fúrás nyomán. Ekkor a probléma lényegében azonos az olajkutató felmerülővel. Ki kell mutatni a többé-kevésbé laza mészkőszakaszokat, melyek feltételezhetően másodlagos porozitással rendelkeznek. A kimutatásukra használatos módszerek közül azonban csak azok nyerhetnek üzemszerű bevezetést, melyek nem igényelnek bonyolult iszappalkezeléseket. Így az izotópos mérések eleve nem jöhetnek szóba. A makroszkopikus eljárások is csak tájékoztató jelleggel — a részletesebben vizsgálandó szakaszok kijelölésére szolgálnak.

A kis fúrások hasadékvizsgálatára olyan módszerek kidolgozása szükséges, melyek a szokásos mérés-komplexum kiegészítéseként aránylag egyszerűen alkalmazhatók és jól, részletekbe menően bontják fel a mért zónákat.

A radiológiai eljárások — természetes-gamma, gamma-gamma, neutron-gamma és a kiegészítő lyukbősegmérés — egymást alátámasztó indikációi érdekesen dokumentálják (6.



4. ábra: Radiológiai fúrólúkszelvények repedezett mészkövet harántoló száraz fúrásban.

ábra), hogy az egyik mányi fúrás 410 m körül kezdődő triász mészkövében 420 m körül egy kb. 1,5 m vastag zóna van, melyet egy tömör pad oszt két részre. A gamma-gamma görbéből erre a zónára 1,3 g/cm<sup>3</sup> átlagos térfogatsúly adódik, ami a

$$\psi = \frac{\sigma_{\text{mészkő}} - \sigma_{\text{mért}}}{\sigma_{\text{mészkő}} - \sigma_{\text{foly}}} \text{ képlettel számítva}$$

$$\psi = \frac{2,70 - 1,3}{2,70 - 1} = \frac{1,4}{1,7} = 80\% \text{ porozitást eredményez.}$$

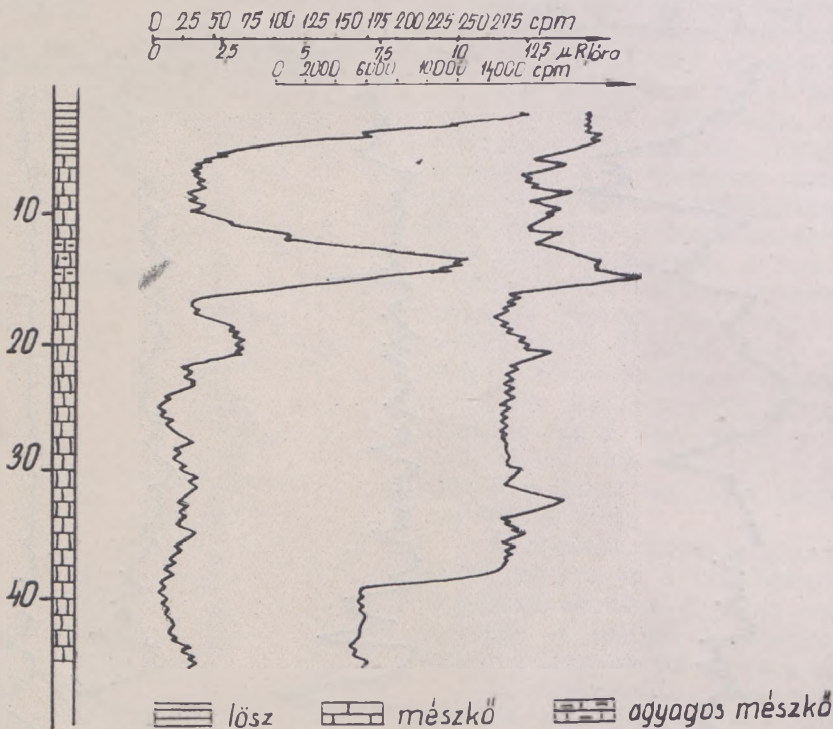
A neutron porozitást azzal a feltételezéssel számítjuk ki, hogy a 435–440 m körül elhelyezkedő tömör mészkő 1%-os, míg a 400–408 m közötti homokból, aleuritből és agyagokból álló összlet 35% porozitású (H porozitás).

Ekkor a hasadékos zóna porozitására 10% adódik.

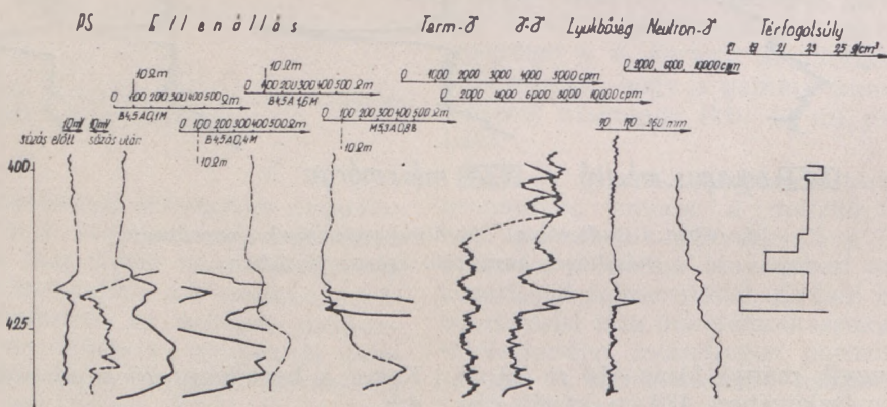
A két érték szélsőséges volta és egymástól való nagy eltérése két tényre hívja fel a figyelmet:

A gamma-gamma görbéből számított térfogatsúly valószínűleg nagyobb mértékű kaverna hatással terhelt, illetve a számítás alapjául szolgáló éles gamma-gamma maximum oka keskeny, folyadékkal telt hasadék. Ezért is adódott az iszap térfogatsúlyát alig felülmúló térfogatsúly a számításból.

A neutron-gamma görbe túl alacsony átlagporozitás adata viszont arra utal, hogy a neutron-gamma görbe szempontjából hatékony térfogatot nagyobbrészt a mészkő tölti ki és a hasadékot kitöltő folyadék H mennyisége csak



5. ábra: Agyagos zóna indikációi tömör mészkőben.



6. ábra: A teljes „klasszikus” mérési anyag hasadékos mészkőzónában.

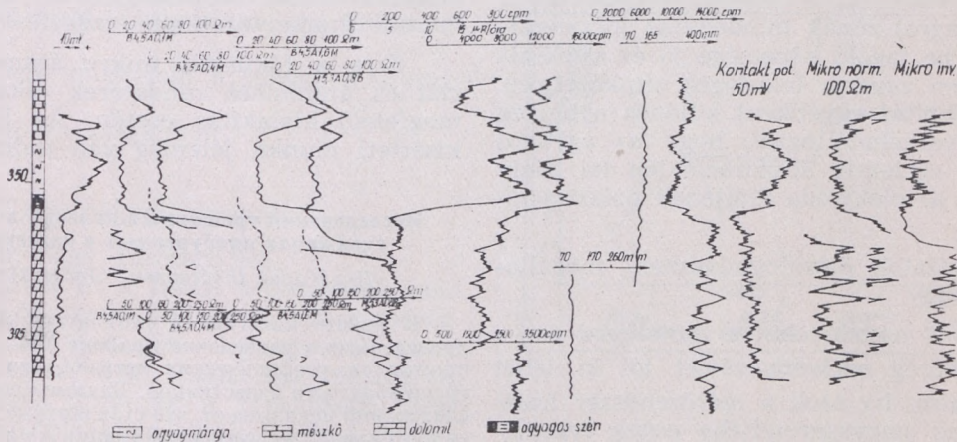
kb. 10%-kal növeli az átlagos H koncentrációt.

Ezen megállapításokat alátámasztja a lyukbővítő mérő éles indikációja is.

A PS és ellenállás görbék szépen mutatják azokat a jelenségeket, melyeket 1—3. ábránkon tanulmányoztunk.

Következő ábránk (7. ábra) a szokásos mérési paramétereken kívül kontakt mérőrendszerrel — mikroszondával — nyerhető görbéket: mikro ellenállás görbéket és a mikroszonda elektródfémjének a lyukfal anyagával való

érintkezése kapcsán fellépő kontakt potenciál görbét tartalmazza. Mint az ábrából megállapítható, a mészkő megjelenését a felvétel minden görbéje egyértelműen detektálja. Az is látható, hogy sem a természetes gamma, sem a gamma-gamma görbe számottevő inhomogenitásra — tehát nagyobb méretű hasadékokra — nem mutat, legfeljebb 376—377 m-nél gondolhatunk csekély mértékű laza szakaszra. Ezt igazolja a lyukbővítő szelvény is, mely csak minimális fúrólukátmérő változásokra utal.



7. ábra: „Klasszikus” és kontakt szelvények tömör mészkőben.

Figyelemre méltó a neutron-gamma görbe, mely tömör és kb. 5—8%-ig terjedő porozitású lazább padok változását mutatja. Ehhez csatlakozóan értékeljük a mikro és kontakt potenciál görbéket. A jelentős változékonyság, mely ezeken a görbéken tapasztalható, nem tekinthető előbbiek alapján hasadék indikációnak, hanem csupán a mészkő felépítésének inhomogén voltát mutatja. Ezt igazolja egyébként a mikro-görbéknek a mészkő feletti szakasza is, ahol az ellenállás görbéken mutatkozó változékonyság az alapértéknek kb. ugyanolyan hányadát teszi ki, mint a mészkőnél.

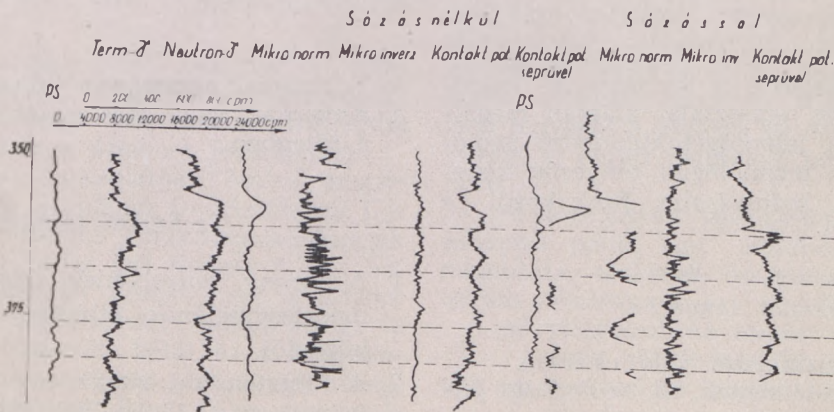
A különböző kontakt és mikro eljárások hatékonyságát egy másik mányi fúrás alsó szakaszának szelvényei alapján tanulmányozhatjuk. A fúrás kb. 354 m-től a talpig 35 m hosszban triász mészkövet fúrt. Mint azt 8. ábránk mutatja kísérleti célokból elvégezték mindazokat a méréseket, melyek előzők alapján a hasadékos, illetve laza zónák kimutatására alkal-

masak. Az iszap sókoncentrációja hatásának tanulmányozását a „sózás” felíratú görbék teszik lehetővé.

A „makro szondák” csoportjából csupán a természetes gamma és a neutron gamma felvételeket tartalmazza az ábra összehasonlítás céljából. Ezek alapján az alábbi mélységek környezetében mutat az egyébként tömör mészkő fellazuló szerkezet (agyagosodás formájában): 361 m, 367 m, 376 m, 382 m.

Ezek a zónák a kontakt felvételek mindegyikén többé-kevésbé jól láthatók. A sózás nélküli „mikro normál” csökkent látszólagos ellenállással de kis változékonysággal indikálja a zóna míg a „mikro inverz” görbe nagy változékonyságából éppen azok a szakaszok jellemzők, melyek viszonylag vastagabb alacsony látszólagos ellenállást adnak. A „sózás” nem hoz új jelenséget ezeken a görbéken, legfeljebb a kontrasztok lesznek nagyobbak.

Az adott viszonyok között a kontakt po-



A „sózás” hatása a hasadékok vizsgálatában.

tenciál, ezeken belül is a seprős érintkezővel bíró szondával sós iszapban felvett kontakt potenciál mutatkozik a legeredményesebbnek. A laza (agyagos) zónák mindegyike jól jelentkezik. A görbe tagoló képessége jó és áttekinthetőségét sem zavarja felesleges csipkézettség. Ez a megállapítás egyébként különös nehézség nélkül magyarázható azzal, hogy az agyagos szakaszokon szelektív adszorpció lép fel, mely befolyásolja az elektróda fémjének polarizációját.

A vizsgálatok összefoglalásaként megállapíthatjuk, hogy

1. Nyitott hasadékokat a radiológiai és a lyukbőség szelvényezéssel jól ki lehet mutatni, ha azok a mérőrendszer hosszának nagyságrendjébe esnek (vastagságuk nem kisebb mint 0,1 l, ahol l a szonda hossza).
2. Kitöltött hasadékok vagy tömör kőzetek fellazult zónáinak kimutatására tájékozódó mérésként a radiológiai mérés-komplexum, részletező mérésként előszórt iszappal végzett kontakt potenciál mérés végzendő.

A megvizsgált és értékelt módszerek lehetővé teszik a tömör kőzetekben jelentkező makro méretű elváltozások, fellazulások, töredezett szakaszok kimutatását, de nem adnak indikációt olyan esetekben, amikor az egyébként tömör kőzetet mikrorepedések harántolják.

Abban az esetben, ha ezek kimutatása a cél, olyan mérőrendszert kell alkalmazni, mely elegendő felbontóképességgel bír az ilyen kis-méretű áramelvezetések érzékelésére.

Erre a fókuszált mikro áramterű potenciál és árammérő rendszerek alkalmasak — megfelelő kialakítás esetén. Az ilyen irányú kísérleti munka jelenleg van indulóban.

#### Исследования трещинных явлений в буровых скважинах пробуренных в известняках

Д-р Карой Шлебештен—Ласло Морваи

В работе излагаются результаты исследований, проведенных в разведочном районе Мань при помощи промышленно-геофизических методов, для определения трещиноватости известняков. Данные проведенных исследований показывают, что стандартные зонды метода сопротивлений не дают информации о микроструктуре известняков, даже при наличии больших отклонений на кривых кажущегося удельного сопротивления. Опытные измерения позволят сделать вывод о том, что для получения ориентировки хорошо могут использоваться кривые радиоактивного каротажа, причем на кривых ГК могут быть выделены более глинистые зоны, а на кривых ГГК и НГК — рыхлые, трещиноватые зоны. По кривым последних двух типов можно проводить и вычисление пористости.

Путем непосредственной развертки стенок скважины, в участках, выделяемых по данным макрометодов, можно получить информацию и о микротрещиноватости. В этом отношении наиболее эффективным оказались контактно-потенциальные кривые, главным образом в тех случаях, когда измерения проводятся после пересаливания глинистого раствора.

В работе приводится ряд практических примеров.

## Furólyukak természetes elferdülése és néhány ebből eredő probléma

Írta: Balla Imre

Általában vizsgálva a természetes lyukelferdülést, sok éves tapasztalat alapján megállapítható, hogy a jelenséget különböző geológiai, technikai és technológiai tényezők képesek előidézni, ill. befolyásolni. Ezek közül a fontosabbak:

#### Geológiai tényezők:

1. A rétegek vízszintestől való eltérése,
2. A rétegek összetételének, ill. szilárdsági jellemzőinek váltakozása.
3. A rétegek anizotróp tulajdonsága.

4. Tektonikai adottságok (törések, vetők)
5. Kavernás, vagy más egyenlőtlen térkitöltés a rétegben.

#### Technikai tényezők:

1. A torony tengelyének, illetve a csigasor mozgásvonalának eltérése a forgatóasztal-középtől.
2. A forgatóasztal vízszintestől eltérő állása.
3. A forgatórud, vagy fúrórudak (súlyosbítók) elgörbülése.