

F. HONFI AND S. LAKATOS
THEORY, PRACTICE AND POSSIBILITIES OF
MONOELECTRODIC WELL-LOGGING

Analogy is established between the results of a monoelectrodic and those of a logging with potential-sonde. The data of a profile obtained with a spherical monoelectrodic sonde agree in theory and practice with those of a profile gained by a potential-sonde, the length of which is equal to the radius of the ball-shaped monoelectrodic sonde. Analogy can also be established between a long-shaped potential sonde and a cylinder-shaped monoelectrodic sonde.

During the lecture, several profiles obtained by monoelectrodic and potential sonde are to be shown.

**AZ EGYELEKTRÓDÁS LYUKSZELVÉNYEZÉS ELMÉLETE,
GYAKORLATA ÉS LEHETŐSÉGEI**
HONFI FERENC—LAKATOS SÁNDOR

A lyukszelvényező mérések egyik legmostoháiban kezelt módozata az egyelektródás lyukszelvényezés, amellyel a kézikönyvek is rendszerint csak mint mérési lehetőséggel foglalkoznak minden részletezés nélkül. Pedig a módszer mint a legegyszerűbb lyukszelvényezés több figyelmet érdemel, hiszen nem kell hozzá többeres kábel, pulzátor, bonyolult áramkörök és így a mérés különösebb felkészültség nélkül is elvégezhető. A szolgáltatott eredmény nem arányos az egyszerűséggel! Ennek belátásán alapszik, hogy az utóbbi időkben a karottázs mérőeszközök és módszerek nagyiramu fejlődése mellett is jelentősebb tért hódított. A szén- és érckutatásban való alkalmazására több utalás található az irodalomban.

Nem kívánjuk vitatni a többeres lyukszelvényező módszerek előnyét, csupán arra szándékozunk rámutatni, hogy egyszerű műszaki adottságok között, „kicsiben” is végezhető mérések megfelelő eredmény biztosítása mellett. És ha előfordul, hogy egy ilyen szelvény nem egyértelmű — ami többeres mérőrendszereknél is fennáll — végső esetre az oldalfalmintavétel éppúgy vitadöntő marad.

A monoelektródás karottázs elmélete

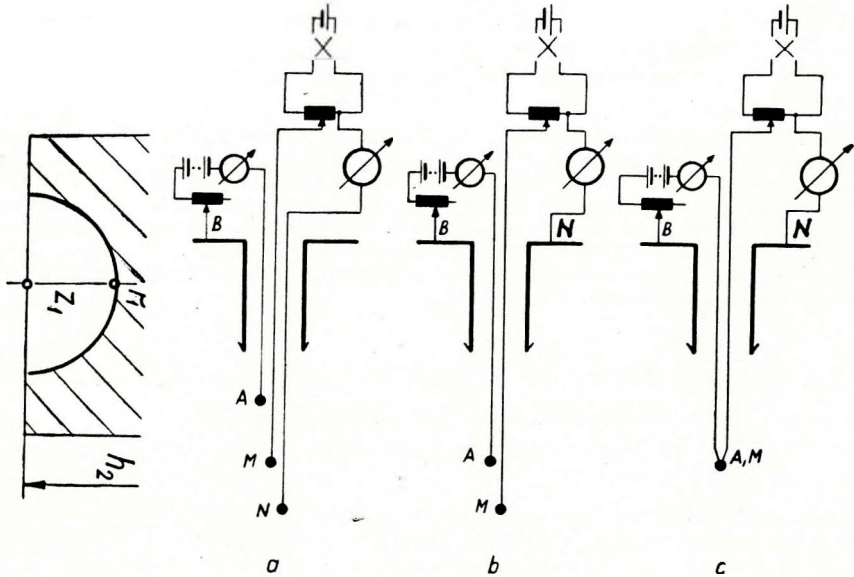
Alapelve a háromelektródás ellenállásmérésből vezethető le a lát-szólagos ellenállásra és a szondakoefficiensre vonatkozó ismert formulákból.

(1 a ábra). Ezek:

$$q_k = KR = K \frac{\Phi \bar{M} \Phi \bar{N}}{I} \quad (1)$$

$$\text{ahol } \Phi = \frac{q I}{4\pi r} \text{ és} \quad (2)$$

$$K = 4\pi \frac{\bar{A}\bar{M} \cdot \bar{A}\bar{N}}{\bar{M}\bar{N}} = 4\pi \bar{A}\bar{M} \left(1 + \frac{\bar{A}\bar{M}}{\bar{M}\bar{N}}\right) \text{ mivel } \bar{M}\bar{N} = \bar{A}\bar{N} - \bar{A}\bar{M} \quad (3)$$



1. ábra

Ha az egyik mérőelektrodát a föld felszínére helyezzük (1 b ábra) a (3) kifejezés AM/MN tagja tart a nulla felé, így

$$q_k = KR = K \frac{\Phi}{I} \text{ és} \quad (4)$$

$$K = 4\pi \bar{A}\bar{M} \quad (5)$$

Közelítsük a továbbiakban M elektrodát minden határon túl A -hoz. Így $AM \rightarrow 0$ és következésként $K \rightarrow 0$. Esetünkben azonban a pontszerű elektróda feltevésével nem élhetünk, mivel nem pontszerű, hanem valamilyen geometriai idommá kiképzett elektródával dolgozunk.

Vegyük a legegyszerűbb esetet.

Elektrodánk (A) gömbalakú és a vizsgálati pont ennek megfelelően felszínén van (1c ábra), azaz egyesítjük az áram és mérőelektrodát. Az A elektróda körül az equipotenciális felszínek gömbfelületek (2a ábra), ami természetes is, mivel az elektromos teret kialakító másik elektróda

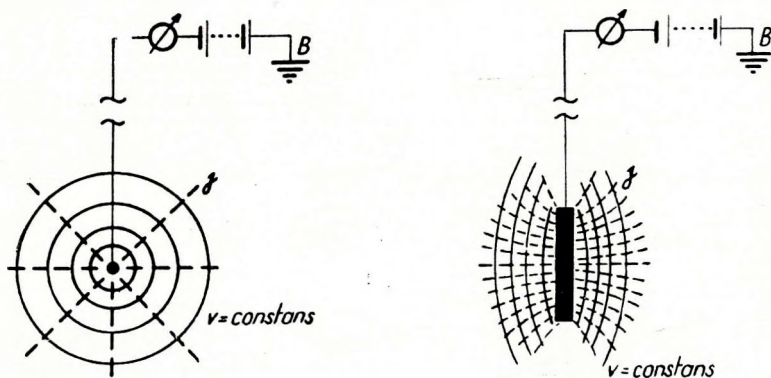
(B) viszonylag nagy távolságra van. Így az M vizsgálati pont a hozzátartozó equipotenciál felszínnel együtt egybeesik az A gömbalakú elektróda felszínével és így \overline{AM} a gömb sugarával egyenlő ($\overline{AM} = r$).

Tehát alapformuláink (1, 2, 3) a következőképpen alakulnak:

$$\varrho_k = KR = K \frac{\Phi}{I} = K \frac{V}{I}, \text{ ahol} \quad (6)$$

$$K = 4\pi r. \quad (7)$$

Összevetve a kapott eredményeket, megállapítható az egyelektródás szonda egyenértékűsége a potenciál szondával, amennyiben utóbbinak hossza megegyezik a gömbszonda sugarával. Ez a megállapítás homogén közeg esetére vonatkozik elméletileg, mivel a potenciál szondánál a mért ellenállás az MN elektródák közötti kis részhez tartozik, míg az egyelektródás szondánál az A elektródától kezdődően a tér távoli pontjáig tart.



2. ábra.

Szerencsére azonban a kapott mérési eredmény szempontjából nem lényeges ellenvetés ez még heterogén képződményeknél sem, mert az elektróda körül a potenciál a szondától való távolság $\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot r}$ -szeres szorzatával csökken és így a mérési eredményt gyakorlatilag csak a szonda közelében levő képződmények befolyásolják. Ezért elfogadható elméletileg is és gyakorlatilag is a megfelelő hosszúságú egyelektródás gömb- és potenciál-szonda azonossága. Sajnos, ez a megállapított azonosság széleskörű kiaknázása nem lehetséges a fúróluk adott kis átmérője miatt. Sőt a bennszakadás veszélye miatt olyan átmérőjű egyelektródás gömbszondát sem tanácsos alkalmazni, amelynek átmérője közelesik a fúrólukéhoz.

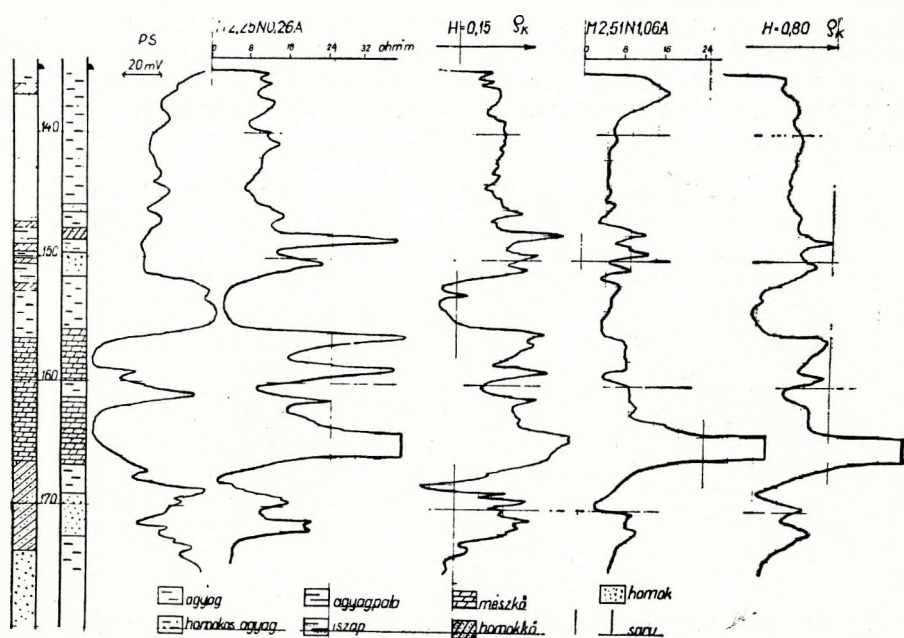
A szondaméreték változtatására maradó lehetőség tehát a hosszúság változtatása.

Ebben az esetben elméleti alapjaink megváltoznak, mivel a két-féle alakú szonda körül az elektromos tér különböző (2a és b ábra).

Az első — a gömbalakú szonda már letárgyalt esete egyszerű.

A második — hengeralakú szonda esete bonyolultabb. A potenciál-felületek forgási ellipszoidok, az áram pedig forgási hiperboloidok mentén mozog, amelynek gyújtópontjai azonosak az ellipszoidokéval. A szondának az átmérőhöz viszonyított hosszának növekedésével, az áramnak egyre több és több hányada hatol a szondára merőlegesen, ill. egyre merőlegesebben a fúróluk falába. Ugyanilyen mértékben csökken az

CSEPEL STRANDFÜRDŐ



3. ábra

iszap, lyukátmérő és az esetleges kaverna hatása a fajlagos ellenállásra. Az analógia tehát a potenciál-szondával itt is megvan, amit teljesebbé tesz az is, hogy a szonda hosszúságánál kisebb vastagságú rétegek nem mutathatók ki megbízhatóan.

De hangsúlyozzuk, hogy ez csak igen nagyfokú analógia és nem azonosság!

A fentiek igazolására kísérleti sorozatot végeztünk a következő szondákkal: (5. ábra)

Egyelektródás szondák:

$H = 0,15$ m, átmérő 40 mm

$H = 0,80$ m, átmérő 40 mm

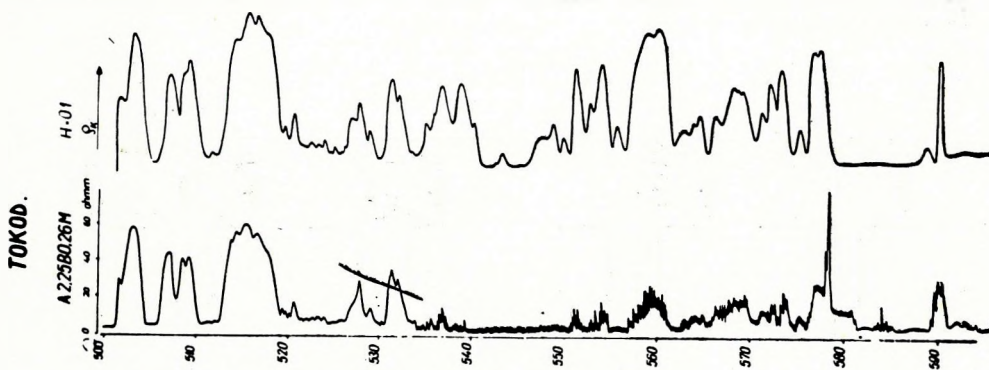
(H — az egyelektródás szonda hossza)

Háromelektródás szondák:

M 2,25 N 0,26 A

M 2,51 N 1,06 A

A 0,26 m-es potenciálszonda és a $H = 0,15$ m-es egyelektródás szonda egyenértékűsége kézenfekvő. (3. ábra). Az 1,06 m-es potenciálszonda és a $H = 0,80$ m-es egyelektródás szonda közötti eltérés a várokozásnak megfelelően jelentős, mégis az ellenállásanomáliák nagyságának viszonylagos alakulása rávilágít a hosszú potenciálszondához való rokonságra.



4. ábra

A 4. ábra az egyelektródás lyukszelvényezés érdekes előnyére világít rá: a normál karottázs felvételt kóboráramok zavarták. Látható, hogy a módszer ilyen körülmények között is jól alkalmazható.

A módszer gyakorlata

Ugyanolyan mérési eredménnyel regisztrálható

1. Φ potenciál az A elektródától a végtelenig.
2. Az elektródán átfolyó áram.

Az 5a. ábra kapcsolásánál a mért Φ potenciálhoz hozzájárul a kábelre jutó feszültség is, ami gyakorlatilag konstans. Ugyanezzel a kapcsolással egyenértékű az 5 b. kapcsolás is, ahol csak egy felszíni elektróda van.

Ezeknél a kapcsolásoknál az átfolyó áram egy szabályozó ellenállással állítható be.

Ez a két kapcsolás jól mutatja a rokonságot a háromeres karottázzsal.

Gyakorlati méréseknél célszerűbb az ellenállás regisztrálása helyett annak fordítottját, a vezető képességet regisztrálni (áramkarottázs 5c. és d. ábra). Az ilyen kapcsolás mellett az áram, azaz most már a mérőkörön átfolyó áram:

$$I = \frac{E}{R_A + (R_1 + R_B + R_I + \dots)}$$

A kifejezés nevezőjében a zárójelben levő tagok részben igen kicsinnyé tehetők, részben elhanyagolhatók. A kifejezésben szereplő tagok:

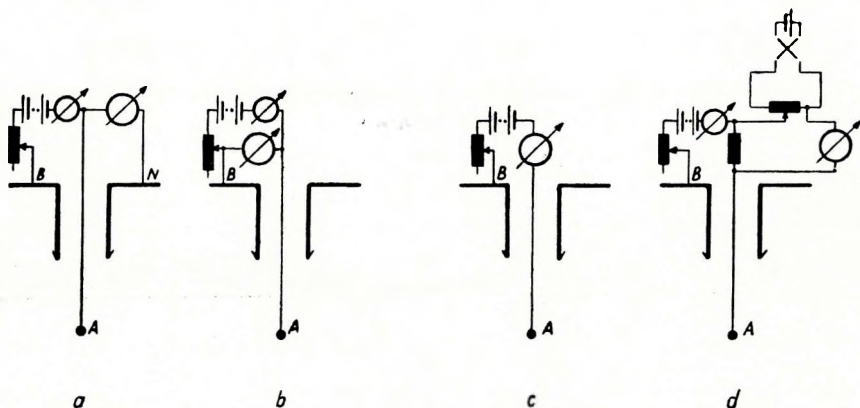
E — telepfeszültség,

R_A — a mérőelektróda átmeneti ellenállása,

R_1 — kábel és huzalozási ellenállás. Értéke néhány ohm szokott lenni és gyakorlatilag konstans.

R_B — a felszíni elektróda átmeneti ellenállása. Ha rákapcsoljuk a fúróluk csővezetékének felső részére, értéke gyakorlatilag nulla.

R_I — árambeállító ellenállás. Alkalmazása nem feltétlenül szükséges. Ezenkívül a körön átfolyó áram a telepek sorbakapcsolásával is szabályozható.



5. ábra

A nevező zárójeles kifejezésében az elmélet szerint szerepelnek: a telepek belső ellenállása, az árammérő belső ellenállása... de ezek a többiekhez viszonyítva még csekélyebb szerepet játszanak.

Alkalmazás

Az elmondottak alapján feltétlenül figyelmet érdemel a módszer. Alkalmazása pedig célszerű minden olyan esetben, amikor a szokásos lyukszelvényezés elmarad. Elsősorban gondolunk a 100—200 m-es vízfúrásra, amelyek dokumentációs értéke igen bizonytalan. Ezek szelvényezése pedig karottázs kapacitás hiánya vagy esetleges magas mérési díj miatt nem jön számításba. Az általunk javasolt módszert kiegészítve a PS mérésével, valamint az esetleges magmintavétellel, megfelelő értékű és olcsó mérések végezhetők.

Agyagos-homokos formációban a réteghatárok egy PS és egy lát-szólagos ellenállásszelvényvel a legtöbb esetben tisztázhatók. Kétféle hosszúságú monoelektródás szondával pedig bizonyos kvantitatív kiértékelés is adható a rétegek felépítésére vonatkozóan. És a célnak megfelelő mérőeszköz pedig elkészíthető olyan kicsiben, hogy az egy vagy két személy által könnyen szállítható.