

Szelvényezési és szelvényértelmezési tapasztalatok nagy vezetőképeségű fúrófolyadékban

MARKÓ L.

Dunántúli rutin-fúrásainkban általában édes iszapokat alkalmaznak. A rétegvizek sótartalma rendszerint néhány, vagy néhány tíz gramm literenként. Ilyen körülmények mellett a konvencionális szelvényeket általában jól fel tudjuk használni értelmezési munkánkban, az agyagok hatása azonban gyakran nehézség elé állít bennünket. Az édes iszap a korszerű, irányított áramterű laterolog módszer számára kedvezőtlen helyzetet teremt.

A Nagykanizsa határában levő bajcsai mező nagy sótartalmú vízzel (kb. 300 g/l NaCl) fúrt kútjaiban irányított áramterű (laterolog) és nukleáris szelvények együttes alkalmazásával sajátos értelmezési módszereket dolgoztunk ki. Tapasztalataink alapján az a véleményünk, hogy homokkő és agyagos homokkő rétegeket tartalmazó területeinkben kiterjedtebben kellene a sósiszapokat használni. Ez kedvező körülményeket teremt nemcsak a tároló megvédeése, hanem a korszerű szelvényezési és szelvényértelmezési módszerek alkalmazása szempontjából is.

В производственных скважинах Задунайской области, как правило, применяются пресные буровые растворы. Содержание соли в пластовых водах составляет первые единицы или несколько десятков грамм в литр. При таких условиях стандартные каротажные кривые могут удобно интерпретироваться, однако взаимодействие веществ часто вызывает затруднения. Пресные буровые растворы создают условия, неблагоприятные для проведения работ методом бокового каротажа с направленным полем тока.

На месторождении Байча, находящемся в районе г. Надьканижа, для скважин, пробуренных с применением воды с высоким содержанием соли (прибл. 300 гр/л NaCl), путем комплексного применения методов РК и методов с направленным полем тока (бокового каротажа), разработаны специфические методы интерпретации. Опыт показывает, что в районах распространения песчаников и глинистых песчаников необходимо более широко применять соленые буровые растворы. Последние создают благоприятные условия не только для защиты месторождения, но и для применения современных методов проведения каротажа и интерпретации получаемых данных.

In den Routinbohrungen in Westungarn wird süsse Bohrspülung verwendet. Der Salzgehalt der Schichtwässer beträgt meistens einige, oder einige zehn g/l. Unter solchen Bedingungen können die konventionellen Profile bei der Interpretierung gut benützt werden, der Einfluss der verschiedenen tonigen Substanzen stellt uns jedoch oft vor Schwierigkeiten. Die süsse Bohrspülung schafft für die moderne Laterolog-Methode mit gerichtetem Stromfeld ungünstige Voraussetzungen.

In den mit grossem Salzgehalt (etwa 300 g/l NaCl) abgetriebenen Bohrungen im Gebiet von Bajcsa bei Nagykanizsa konnte durch die simultane Anwendung der Laterologprofilierung mit gerichtetem Stromfeld und der nuklearen Profilierung eine eigenartige Interpretationsmethode entwickelt werden. Aufgrund unserer Erfahrungen vertreten wir die Ansicht, dass in den Gebieten mit Sandstein und lehmigen Sandstein, der salzige Bohrschlamm ausgedehnter verwendet werden sollte. Das würde nicht nur den Schutz des Speichers gewährleisten, sondern die Anwendung der modernen Profilierungs- und Interpretationsmethoden fördern.

Szénhidrogénkutató- és feltáró-fúrásainkban, a nagymélységű fúrásokat kivéve, általában vízbázisú édesiszapot használunk. Ilyen kutak szelvényezése konvencionális (normál és laterál szondákkal) és mikroszelvények felvételével történik, és a területi adottságoktól függően nukleáris és laterológ szelvényekkel egészítjük ki azokat.

A nagyvezetőképeségű sós víz alkalmazása a Nagykanizsa határában fekvő bajcsai mező újabb fúrásaiban tehát újdonságnak számított, és néhány fontos tanulsággal szolgált a karottázs-szelvényezés, de méginkább az értelmezés számára.

A gáztároló produktív réteg 2100–2300 m között települt kemény, kis porozitású (általában 15%-nál kisebb) és néhány millidarcy vagy ez alatti

áteresztőképességű, többnyire csíkozott felépítésű és változó agyagtartalmú, melynek áteresztőképességét a korábban használt nagy szilárdrésztartalmú édes iszapok nagyon lerontották a kútkörnyéki zónában. Ennek elkerülésére vezették be a sósvizet, amelynek sótartalma meghaladta a 200, sőt a 250 g/l-t is, amely a réteghőmérsékleten (110–120 C°) kb. 0,015 ohmm fajlagos fűrófolyadék-ellenállást jelentett.

A réteg és a fűrófolyadék fajlagos ellenállásának viszonya (R_l/R_m) 500–2000 között változott.

Ezek a körülmények olyan eljárások alkalmazását írták elő, amelyeket a nagyvezetőképességű sósvíz döntően nem befolyásol és az értelmezés számára elegendő információkat adnak. Ebből a szempontból a laterolog és nukleáris módszerek jöhettek számításba. Minthogy a fűrófolyadék kis fajlagos ellenállása miatt a laterolog és főleg a mikrolaterolog szondák figyelő-elektrodái között igen kicsiny vezérlő (hiba) feszültség jön létre, a jeleket a kábelben való felszínre továbbításuk előtt elektronikusan fel kellett erősíteni. Erre a szondafejhez csatlakozó ún. lyukelektronika szolgált.

A mikrolaterolog méréseket még a lyukelektronika alkalmazása mellett sem sikerült elvégezni, holott normál iszapokban ez nem jelentett különösebb problémát. Ugyancsak a sósvizes mérések mutattak rá egyértelműen arra, hogy a pszeudo-laterologok túl magas látszólagos értéket adnak, amelynek oka minden bizonnyal nem a sósvíz alkalmazásával függ össze alapvetően.

A fenti két kérdés tisztázása folyamatban van.

Az értelmezés szempontjából a sósvíz alkalmazásával kapcsolatban a következő megállapítások tehetők:

1. Mivel a fűrófolyadék fajlagos ellenállása kb. egy tizede a rétegvízének, a PS görbe természetesen fordítottan jelzi a permeábilis rétegeket, és a PS -anomáliák a nagy R_l/R_m kontraszt miatt elnyújtottak lesznek: a szokásos PS formula,

$$PS = -K \log R_{mf}/R_w,$$

azonban ilyen esetekben is alkalmas a fűrófolyadék és a rétegvíz fajlagos ellenállásának összekapcsolására.

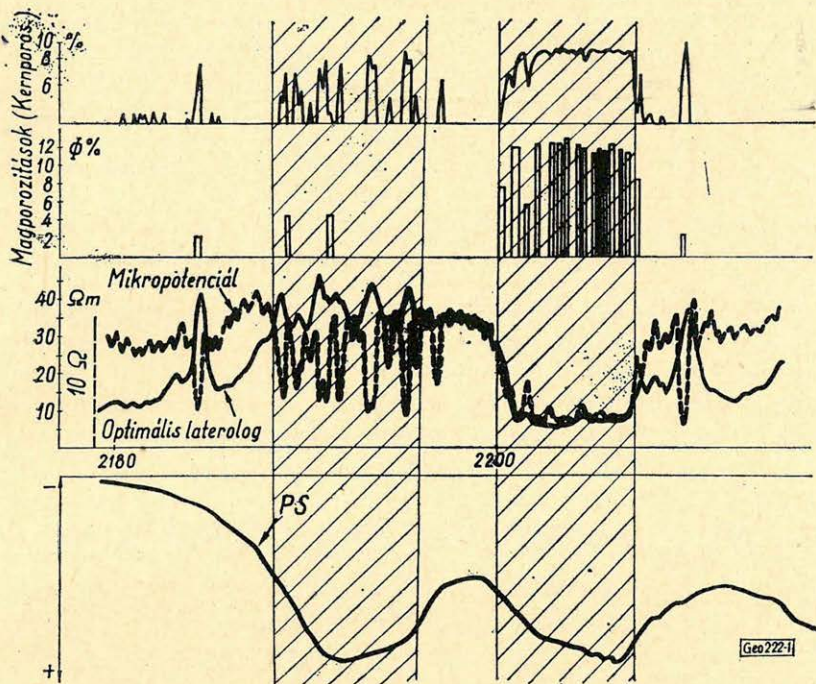
2. A sósvíz, beszűrődve a permeábilis rétegekbe, lecsökkentette azok fajlagos ellenállását a kútkörnyéki zónában.

A jól tagoló mikroszelvényen ez a hatás kimutatható, amely világosan megmutatta a rétegek heterogén felépítését; az édesvizes iszapokban kialakuló iszaplepleny miatt a korábbi mikroszelvények ezt nem tudták nyújtani. (1. ábra. A legfelső görbe a mikroszelvényből kapott porozitásértékeket tartalmazza.)

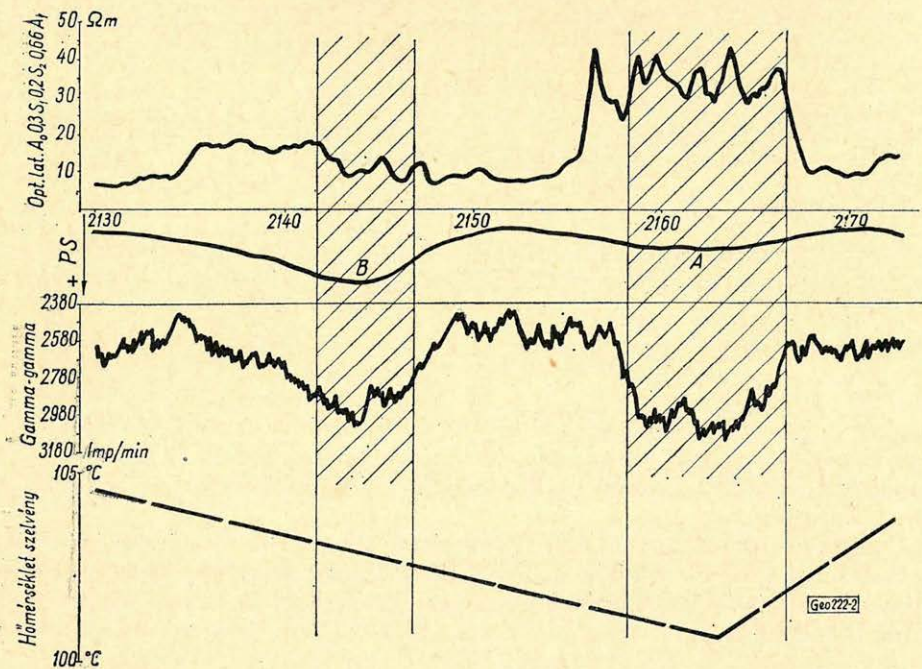
3. Az iszaplepleny hiánya még azzal az előnnyel jár, hogy a kis vizsgálati mélységű mikroszelvények közvetlenül a kiöblített zóna ellenállását (R_{xo}) mérik, amelyből a homokkőcsíkok vagy szakaszok porozitása közvetlenül számítható. Ugyanis a befiltráló sósvíz vezetőképessége mellett az agyagoké elhanyagolható; tehát a mikroszelvényből kapott formációfaktor az effektív porozitásra jellemző érték lesz.

A kőzetmintákon mért és a mikroszelvényekből számított porozitások 1. ábrán látható jó egyezése bizonyítja ezt.

4. A nagyvezetőképességű lyukfolyadék kedvező körülményt jelent a laterolog felhasználása szempontjából, mivel az elárasztás ellenére az a valódi ellenálláshoz közeli értéket ad, és jól megkülönbözteti a produktív rétegeket



1. ábra Фиг. 1. Fig. 1.

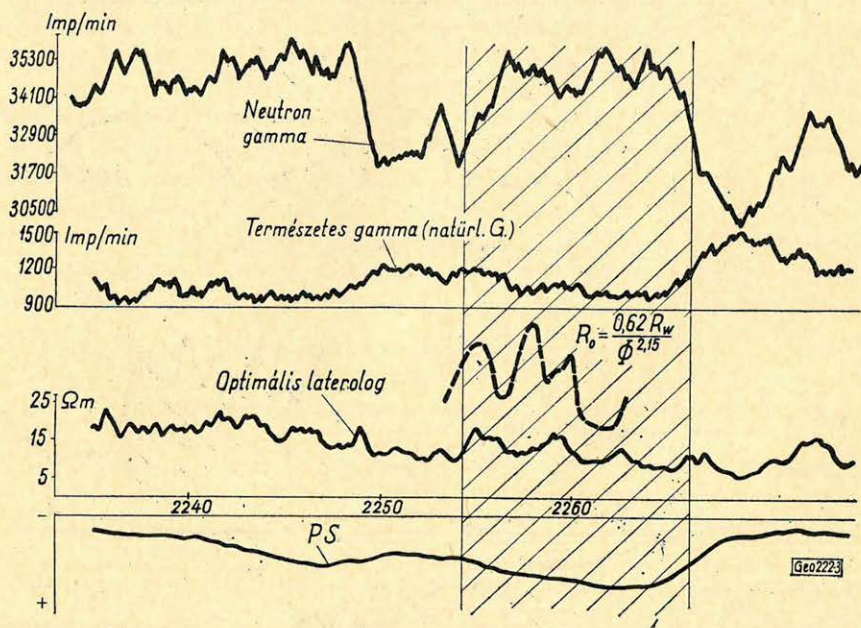


2. ábra Фиг. 2. Fig. 2.

a víztartóktól. Lényegében a laterolog csak ilyen csökkentő elárasztások mellett tudja érvényesíteni a konvencionális szelvényekkel szembeni valamennyi előnyét. Ezt látjuk a 2. ábrán is, ahol a laterolog a gáztartó *A* réteget a víztartó *B* réteghez képest feltűnő ellenállás-növekedéssel jelzi, amely a sűrűség-szelvény által mutatott közel azonos porozitás mellett a szénhidrogéntartalom biztos jelzője. A legalsó görbét termelés közben vették fel, s az a gázbeáramlás helyét jól mutatja.

Megjegyezzük, hogy édesiszappal vagy a rétegvízzel azonos sótartalmú iszapban készített laterolog szelvények nem adtak ilyen világos képet a rétegekről (lásd pl. *Bj* – 20).

5. A záró iszaplepleny hiánya és a szinte „végtelen nagy vízleadás” miatt némely esetben olyan nagymérvű elárasztás jön létre, hogy a laterolog nem képes a gáztartalom érzékelésére, mivel mérési tere nem nyúlik lényegesen túl az elárasztott zónán. Egy ilyen esetet látunk a 3. ábrán is, ahol a laterolog görbét egy rövid lyukszakaszon a magporozitásból és rétegvízellenállásából

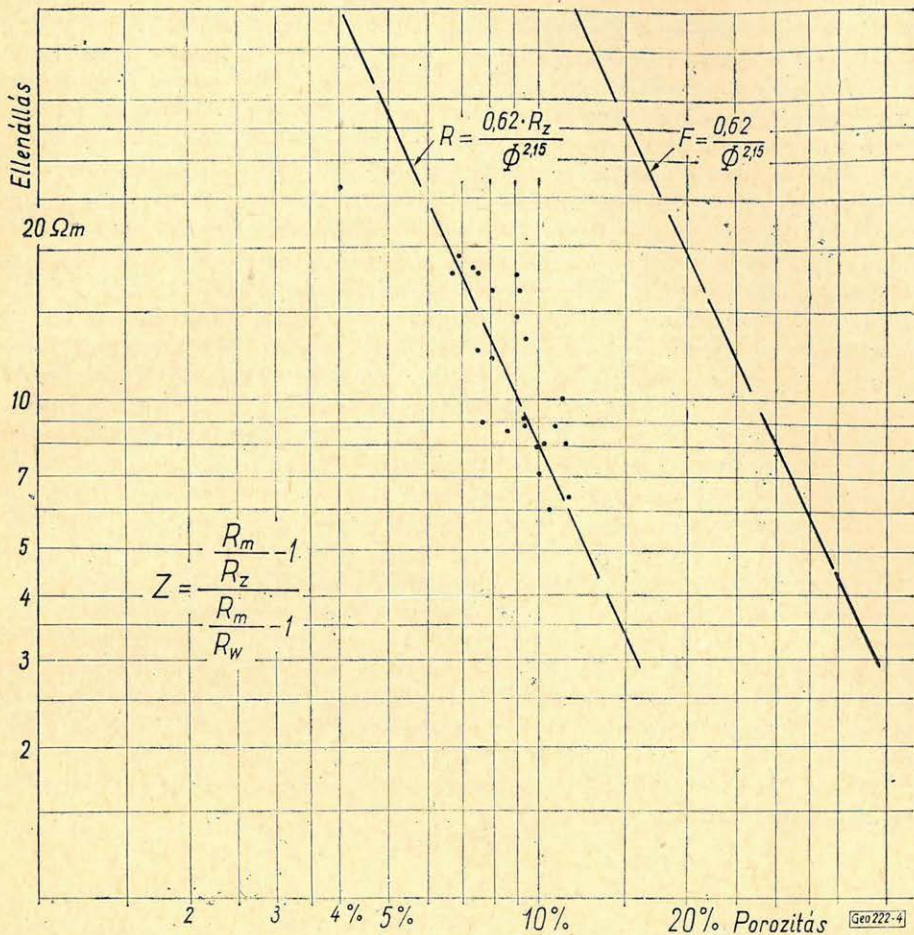


3. ábra • Физ. 3. Fig. 3.

számított „vizes réteg” ellenállással együtt ábrázoltuk. E szakasz a vizsgálatok folyamán gázbeáramlást adott. Ennek ellenére a laterolog érték kisebb, mint a számított ellenállás, amely csak a sósvíz mély beszűrődésével magyarázható.

A mintegy 200 m maggal fúrt lyukszakasz további tanulmányozása céljából a laterolog ellenállásokat a magporozítások függvényében ábrázoltuk *log-log* diagramon (4. ábra). A pontok eloszlása egyenessel közelíthető meg, amely a Humble-formulát

$$F = \frac{0,62}{\Phi^{2,15}}$$



4. ábra Физ. 4. Fig. 4.

ábrázoló egyenes balirányú párhuzamos eltolásával illeszthető a pontokhoz. A két egyenes közötti távolság az elárasztott zónát kitöltő rétegvíz- és fűrófolyadék-keverék fajlagos ellenállásával (R_z) arányos, amelyből az kiszámítható. A rétegvíz-, a fűrófolyadék- és az elárasztott zónában levő folyadék-keverék fajlagos ellenállása ismeretében kiszámítható a

$$Z = \frac{\frac{R_m - 1}{R_z}}{\frac{R_m - 1}{R_w}}$$

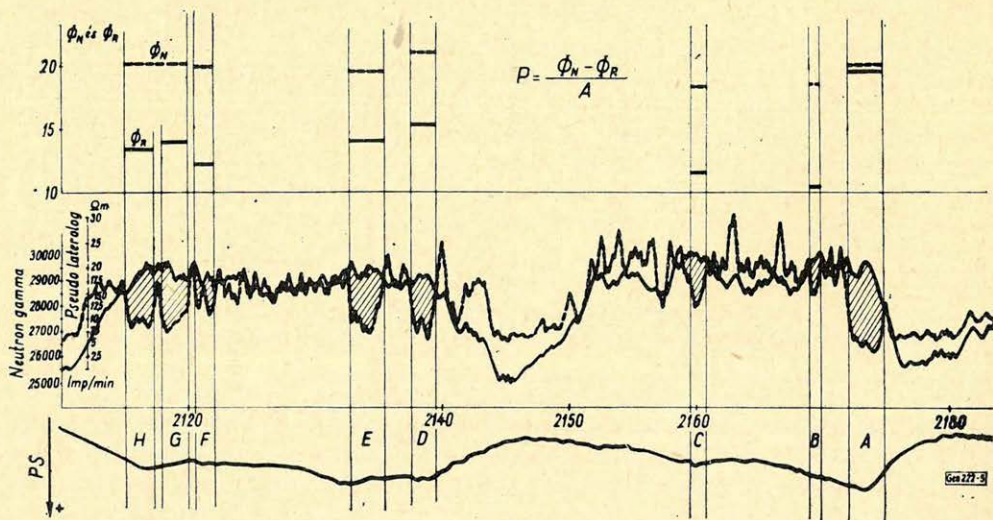
keveredési tényező, amely az elárasztáskor a pórusterben visszamaradó rétegvíznek a póruster százalékában kifejezett nagyságát jelzi. A jelen esetben ez a tényező mintegy 80%-nak adódott, ami azt jelenti, hogy a sósvíz kiszorítás ellenére a pórusternek csak mintegy 20%-a cserélődött ki kűtfolyadéokra. Ez feltétlenül érdekes információ, különösen, ha meggondoljuk, hogy a viszonylag

mély elárasztás ellenére a kiszorítás hatásossága kicsiny maradt. Ez a megállapítás viszont nagyon jó egyezésben van azzal a ténnyel, hogy a rétegvizsgálatok alkalmával jelentős mennyiségű vízbeáramlást sehol sem kaptak ezen a szakaszon, esetleg csak gyenge szívárgást, noha a karottázs-adatok és földtani megfontolások szerint a rétegsorban víztároló, tehát nem produktív rétegek is vannak. Oka ennek az, hogy a pórusvíz legnagyobb része mozgásképtelen, így nagy mennyiségű folyadékmozdulásra nincs mód. Egyébként ez az igen kicsiny átérésztőképességből is következik (lásd pl. a Kozeny-formulát).

Karottázs szempontból ennek alapján arra az érdekes következtetésre jutunk, hogy kis átérésztőképességű kőzetekben az elárasztott zóna fajlagos ellenállása alapján éppen a keveredési tényező nehezen megbecsülhető, igen kritikus értéke miatt téves formációfaktor-, illetve porozitás-értékeket kaphatunk és édes iszapok alkalmazása esetén az ilyen kőzetekben túl magas porozitásokhoz jutunk. Ezt mutatják a területen korábban készült konvencionális szelvények is. Megfelelő, nem túl mély elárasztást okozó sósiszapok alkalmazásával a laterolog szelvények a valódi fajlagos ellenálláson keresztül helyes porozításokat adnak, amelyeket nukleáris szelvényekkel ellenőrizhetünk.

6. A laterolog és nukleáris, elsősorban a laterolog és neutron szelvények együttes alkalmazása a sós vizes technikában további előnyöket mutat az ipari nagyságú permeabilitással rendelkező szakaszok kijelölésében és azok agyagtartalmának meghatározásában is. Miként az 5. ábrán látható, bizonyos mély elárasztási viszonyok mellett, a beszűrődő víz a laterolog látszólagos ellenállását lecsökkenti, míg a hidrogén-indexet mérő neutron görbét nem befolyásolja. A két görbe célszerű összerajzolásával a permeabilis szakaszok világosan kitűnnek. Minthogy pedig a neutron szelvény a folyadékkal és az agyaggal töltött „teljes” porozitást méri, a laterolog viszont a már korábban említett ok miatt az effektív porozitást, a kettő különbségéből, az agyag porozitás-indexének figyelembevételével a

$$P = \frac{\Phi_N - \Phi_R}{A}$$



5. ábra Фиг. 5. Fig. 5.

képletből az agyagtartalom kiszámítható, A -t az agyag hidrogén indexét $0,5$ -nek lehet venni.

Az 5. ábrán a számított fajl. ellenállás- és neutron-porozitásokat is ábrázoltuk. A kétfajta porozitás különbsége alapján az ábrán közvetlenül is leolvasható az agyagosság mértéke. A fenti képlet alapján történő számítás szerint, amíg az A réteg legfeljebb 1% agyagot tartalmaz, addig a B réteg 20% -ot, a C 17% -ot, a D és E 14% -ot, az F 19% -ot, a G 15 és H 17% -ot tartalmaz.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a sós víz alkalmazása kedvező a kőzetek felépítésének tanulmányozása, a permeabilis szakaszok kijelölése, sőt azok agyagtartalmának meghatározása szempontjából is. Az a tény azonban, hogy ilyen fűrófolyadékok esetén az elárasztás nem szabályozható, gyakran meghiúsíthatja a valódi fajlagos ellenállás és így a rétegtartalom megállapítását. A karottázs-értelmezés szempontjából tehát olyan iszap alkalmazására kell törekedni, amelynek filtrátuma nagy vezetőképességű, az általa létrehozott elárasztás azonban nem mély.

Kis porozitású és átteresztőképességű kőzetek porozitásának meghatározása az elárasztott zóna ellenállásából számított formációfaktor alapján a keveredési tényező nagy értéke miatt általában hibás eredményeket ad. Édes iszapok esetén túl magas, sós iszapok esetén túl alacsony porozításokhoz jutunk. Tehát gondoskodnunk kell mindig független porozitás mérésekről. A mi viszonyaink között a neutron- és sűrűség-szelvények állnak rendelkezésre ilyen célból.

A különböző szelvények célszerű összerajzolásával a kútszakaszt felépítő kőzetekről igen világos és jellemző képet kapunk. A szelvények gépi úton való megfelelő összejátszásával tehát jelentős interpretációs előnyökhöz juthatunk.