

Mélyfúrási geofizikai vizsgálatok karsztvízkutató fúrásokban

LANTOS MIKLÓS NÉ - DOROGI JÓZSEF

A karbonátos karsztosodás mértékének, a tárolt víz mennyiségének és tulajdonságainak vizsgálata a kutatás igen fontos feladata.

A dolgozat azokról az eredményekről és lehetőségekről számol be, melyeket az Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat dunántúli geofizikai részlege ezen a területen karottázs-mérések segítségével elért, illetve felhasználni kíván. A karsztos tárolók alaptulajdonságainak és keletkezési módjaival kapcsoló különböző fajtáinak felsorolása után megbeszéljük a rendelkezésre álló speciális karottázsvizsgálati módszereket és bemutatunk több tényleges vizsgálati eredményt.

Befejezésül leszögezzük, hogy a megnyitásra legalkalmasabb vízadó szintek kijelölésénél a karottázs ma már rutinszerűen alkalmazott módszernek tekinthető.

Изучение степени карбонатного карстообразования, количества и свойств накопившейся воды является весьма значительной задачей разведочных работ.

В работе излагаются результаты, достигнутые Задунайским геофизическим филиалом Государственного предприятия геологической разведки и бурения с использованием промыслово-геофизических методов, а также дальнейшие направления этих работ. Описываются основные свойства карстовых коллекторов, а также различные их разновидности. Рассматриваются существующие специальные промыслово-геофизические методы и излагаются полученные результаты.

В заключение авторы делают вывод о том, что при выделении водоносных горизонтов каротажные работы могут считаться методом, применяемом в производственных масштабах.

Die Untersuchung des Masses der Karstbildung, der gespeicherten Wassermenge und ihrer Eigenschaften ist eine sehr wichtige Aufgabe der Erkundung.

Im Aufsatz wird über Ergebnisse und Möglichkeiten berichtet, die die geophysikalische Abteilung des Landesunternehmens für Geologische Erkundung und Bohrung jenseits der Donau unter Anwendung von Karottage-Messungen erreichte bzw. zu verwirklichen beabsichtigt. Nach der Besprechung der Grundcharakteristiken der Karstformationen und der Aufzählung der damit in Zusammenhang entstehenden verschiedenen Formen der Speicher werden die zur Verfügung stehenden speziellen Karottage-Methoden ausgelegt und einige tatsächliche Untersuchungsergebnisse gezeigt.

Zum Schluss wird betont, dass bei der Markierung der zur Erschliessung am geeignetesten Schichten die Karottage-Methode heute schon als eine routinemässig angewendete Methode gilt.

Ismeretes, hogy hazánkban karsztos képződmények, mészkövek és dolomitok a felszínen vagy fiatalabb képződményekkel takarva meglehetősen gyakran fordulnak elő. A karsztosodásról és a hozzá kapcsolódó tekintélyes mennyiségű víztömegről egyaránt beszélhetünk pozitív és negatív értelemben. Míg a karbonátos kőzetekben tárolt karsztvíz víznyerés, pl. ivóvízellátás, vagy strandok létesítése szempontjából igen nagy jelentőségű, azon nyersanyag-lelőhelyek esetében, melyek közvetlenül karsztos aljzatra települnek, vagy tektonikai vonalak mentén érintkeznek vele, komoly problémákat okoz a bányászati szakembereknek.

Tehát a karbonátos előfordulások karsztosodása mértékének, a benne tárolt víz mennyiségének és tulajdonságainak vizsgálata a kutatások igen fontos feladata.

Az alábbiakban azokról az eredményekről és lehetőségekről szeretnénk beszámolni, melyeket az Országos Földtani Kutató- és Fúró Vállalat dunántúli geofizikai részlege e területen karottázs-mérések segítségével elért, illetve meg kíván valósítani.

Előljáróban utalunk a karsztosodás és a karsztvíz azon alapvető tulajdonságaira, amelyek a karottázs módszerek megválasztásában szerepet játszhatnak. Az egyik ilyen lényeges sajátosság, hogy a karsztvíz mozgásának és tárolásának *helyei* a tektonikai igénybevétel révén kialakult törés- és repedésrendszerek, illetve az ezeken keresztül beáramló csapadék oldásával és hordaléka mechanikai hatásával kialakított karsztosodott hézagok, járatok, üregrendszerek.

A karsztvíz mozgásának és tárolásának *lehetőségei* szempontjából a karsztos összlet elhelyezkedésének mélysége szerint ún. „*övek*” különböztethetők meg.

- I. A nyílt karsztvíz öve – ahol a karsztos összlet a felszínre bukkan, a karsztvíz nyílt tükrű és közvetlenül táplálkozik a csapadékból.
- II. A leszálló karsztvíz öve – ahol a víz elsősorban lefelé folytatja útját, a járatokban nem torlódik fel, hanem csak időszakosan vagy folyamatosan átáramlik.
- III. A támaszkodó karsztöv – ami a leszálló karsztvízöv alján elhelyezkedő vízoszlop, mely az üreg – járatrendszert teljesen kitölti, és alulról egy vízzárónak „*támaszkodik*”. Itt már tárolt vízmennyiséggel állunk szemben.

A *tároló képességet* meghatározza, hogy a karsztos összletben a karsztvízszint az erózióbázis fölött, vagy alatt helyezkedik el. Az első esetben sekély karsztövről beszélünk, itt a víztároló-képesség kicsi, az uralkodó járatok vízszintesek. A második eset a mélykarsztöv, itt az uralkodó járatok függőlegesek, és a vízszintes járatok erősen bekapcsolódnak ezekbe.

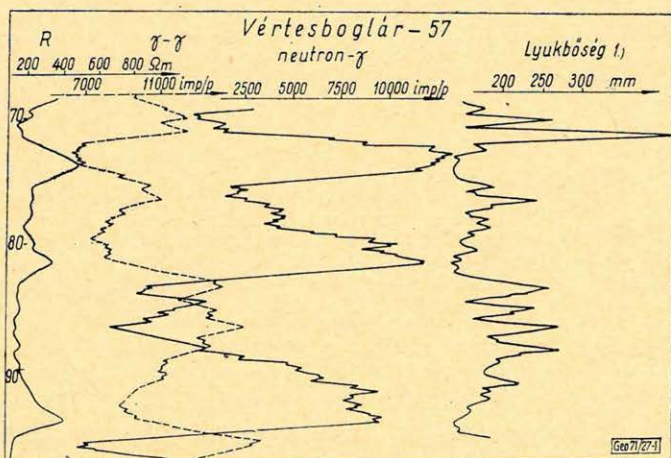
A karsztos összlet *előfordulása* szempontjából a nyílt karszt mellett fedett karsztos előfordulásról beszélünk, ha az összlet nem terjed a felszínig, hanem mélybe süllyedvén fiatalabb vízzáró összletek fedik. Benne a víz szintje lehet szabad tükrű és leszorított tükrű.

A karsztos összletekben végzett karottázs-szelvényezés terén szerzett tapasztalatokról szóló beszámolóink anyagául a Dunántúlon végzett tevékenység mérési eredményeit használtuk fel. A területen karsztos képződményre telepített fúrások célja többségében vízkutatás, hidrogeológiai kutatás és szilárd-nyersanyag kutatás. A rendelkezésre álló mérési anyag csaknem kizárólag a víz- és hidrogeológiai-kutatást szolgáló fúrásokból származik, mivel a szilárd nyersanyagot – barnakőszén és bauxitot – feltáró fúrások a karsztos aljzatba általában csak néhány méter mélységig hatolnak be.

A karsztosodásra hajlamos képződményeknek, a mészkő- és dolomit-összleteknek a feltárt rétegsoron belül történő megbízható és pontos kijelölése ma már a karottázs szelvényezés rutin-feladatai közé tartozik. E kőzetek jellegzetes paraméter-értékei, mint például az igen nagy fajlagos ellenállás, alacsony természetes-gamma szint, viszonylag nagy térfogatsűrűség és magas neutron-gamma szint, meghatározásukat egyértelművé teszik. A víz tárolásának és mozgási lehetőségeinek megismerésében igen fontos tényező a fellazult, repedezett zónák kijelölése.

a) Ha a feltárt karsztos összlet a karsztvízszint alatt helyezkedik el, a repedések vízzel telítettek. Ebben az esetben a vízzel telt repedezett zónák a különböző paraméter-görbéken a következőképpen jelentkeznek: csökkent fajlagos ellenállás, magas gamma-gamma szint a kisebb térfogatsűrűségnek megfelelően, neutron-gamma minimum a megnövekedett hidrogén tartalom hatására. A mikroszelvényeken minimum van a víztartalom és az iszapszelvény

következtében, pozitív elválás a porózus szerkezet miatt. Ha a repedezett zóna a víz hordalékaként lerakódott agyagot tartalmaz, a természetes gamma-szelvény szintje megemelkedik, emelkedésének mértéke összefügg az agyagtartalom nagyságával. A fellazult, repedezett zónák kavernásodásra hajlamosak, így a lyukbőség-szelvényen is pregnánsan jelentkeznek (1. ábra).



1. ábra: — Különböző paramétergörbék viselkedése repedezett mészkőösszletben

Фиг. 1. Поведение кривых различных параметров в толще трещиноватых известняков

Fig. 1. — Ablauf verschiedener Parameterkurven in einer spaltigen Kalksteinschichtenfolge

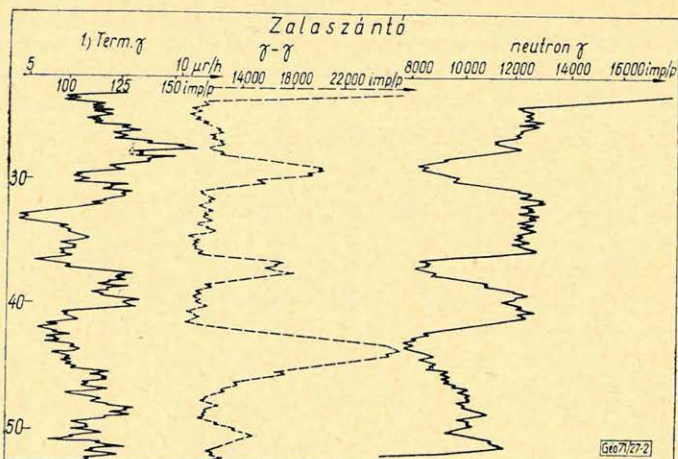
1) Lochweite

b) Ha a karsztos összlet karsztvízszint feletti szakasza került feltáráásra, melyben a lyukfolyadékot megtartani nem lehet, vagy lyukműszaki okokból a mérést csak csövezés után lehet elvégezni, elektromos méréseket nem lehet végrehajtani. Ilyenkor csak radioaktív szelvények állhatnak rendelkezésre, melyek egymagukban is hasznos információkat adhatnak a repedezett zónák kijelölésére (2. ábra).

A víztárolási viszonyok közelebbi megismeréséhez speciális karottázs-vizsgálati eljárások állnak rendelkezésre.

a) Az egyik eljárás a szózással egybekötött folyamatos lyukfolyadék-ellenállás mérésorozat, melynek lényege a következő (3. ábra).

A karsztos összletet feltáró fúrást vízzel feltöltjük, és megmérjük a lyukfolyadék fajlagos ellenállását. Majd a vízben konyhasót oldunk fel úgy, hogy a koncentráció a fúrás mentén egyforma legyen, vagy a vizet előre elkészített só-oldattal cseréljük le. Újabb folyadék-ellenállásszelvényt veszünk fel. A két esetben a lyukfolyadék fajlagos ellenállása lényegesen, többnyire egy nagyságrenddel eltér. Ha szózás után kanalizással, szivattyúzással, vagy kompresszorozással dinamikailag instabil állapotot hozunk létre, a karsztvizet tartalmazó zónákból a víz a lyukba áramlik, a sós vizet felhígítja, így fajlagos ellenállását növeli, melyet az izzapellenállás-szelvény pregnánsan jelez. Ha a vízkiemelési



2. ábra: - Radioaktív görbék viselkedése repedezett mészkőösszletben, csővezetett fúrólúkszakaszon

Фиг. 2. Поведение кривых РК в толще трещиноватых известняков в обсаженном интервале скважины

Fig. 2. - Ablauf radioaktiver Kurven in einer spaltigen Kalksteinschichtenfolge, an einem verrohrten Bohrlochabschnitt

1) Nat. Gamma

műveletet és a méréseket egyenletes időközökben megismételjük, a mérési görbék viselkedéséből következtetni tudunk a vízáadó szakaszok elhelyezkedésére, a beáramlás viszonylagos intenzitására. Kellő számú mérés végrehajtása esetén a beáramló víz mennyisége, továbbá a szivárgási tényező számítható.

b) A repedezett szakaszokon tárolt víz mennyiségének és mozgási viszonyainak másik vizsgálati eszköze az áramlásmérő berendezés, vagy ismert nevén a reométer.

Míg a sózásos eljárás meglehetősen időigényes, a reométeres mérések kevésbé időigényesek és nagy előnyük, hogy a vízmozgás irányára (beáramlás vagy nyelés) is felvilágosítást adnak.

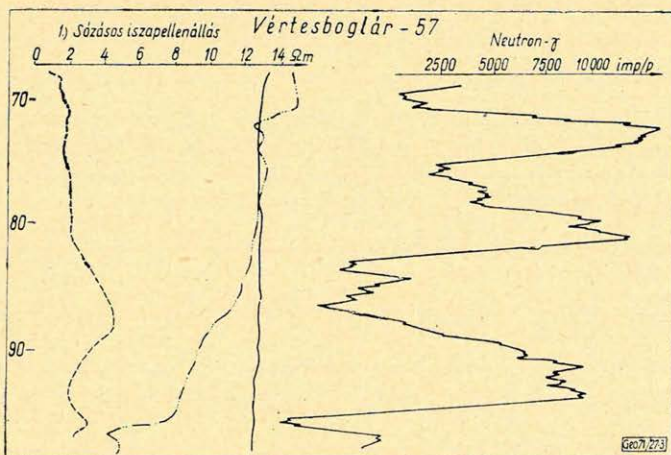
A reométerek három legismertebb típusa:

- forgólapátos, (vagy mechanikai rendszerű),
- termisztoros,
- és az indukciós elven működő.

Mindhárom detektálási eljárás jellemzője, hogy a regisztrált jel a vízáramlás sebességével arányos, egyaránt alkalmas pontmérésre és folyamatos regisztrálásra.

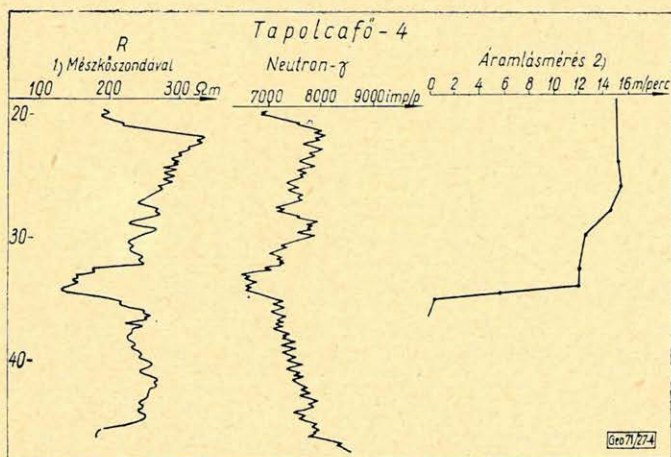
A módszert a Jolsvay Arthur által szerkesztett, és házilag kivitelezett forgólapátos reométerrel már több éve alkalmazzuk, a másik két típusú eszköz, melyek áramlási sebességekre érzékenyebbek, kifejlesztés alatt áll.

A módszerrel nyert információk számszerű adatszolgáltatásra is alkalmasak (pl. a vízáramlás liter/percben történő meghatározása, szivárgási tényező megadása). (4. ábra.)



3. ábra: – Sósás lyukfolyadék-ellenállás méréssorozat a karsztvízbeáramlási helyek kijelölésére
 Фиг. 3. Результаты резистивиметрии, проведенной для выделения мест притока карстовых вод

Fig. 3. – Bohrlöchlflüssigkeitswiderstands-Messreihe (gesalzigte Flüssigkeit) für die Bestimmung der Karstwassereinströmungstellen
 1) Salzflüssigkeitswiderstand



4. ábra: – Forgólapátos reométeres mérés a karsztvízbeáramlás helyeinek és mennyiségének meghatározására

Фиг. 4. Результаты реометрии, проведенной для выделения мест притока карстовых вод и определения их количества

Fig. 4. – Messung mit Drehflügel-Rheometer zur Bestimmung der Karstwassereinströmungstellen und Wassermengen

1) Mit Kalksteinsonde 2) Strömungsmessung

A tárolt vízmennyiség meghatározására fontos információ a tároló zóna porozitása. E paraméter számszerű meghatározására a karottázs-szelvényezés több lehetőséget is kínál.

- a) Elektromos mérésekből történő porozitás-számítás, melynél az eljárás azonos a porózus, pl. homokos víztárolóknál alkalmazottal, csak a helyes alapadat szolgáltatásához speciális ellenállásmérő eszközt, az ún. mészkőszondát kell alkalmazni.
- b) Gamma-gamma mérésből, ha a mérőberendezés térfogatsúlyra be van kalibrálva.
- c) Neutron-gamma szelvényből, porozitásra történő hitelesítés révén.

Ezek a számítások a karottázs gyakorlatban — elsősorban az olajkutatásnál — általánosan elterjedtek, csak a karszt-hidrologiai kutatásokban még rendszeresen nem alkalmazzák ezeket.

Fúrásos kutatás során a karszthidrologiai vizsgálatok általában a vízszint detektálására szorítkoznak, mely olyan dinamikus egyensúlynak megfelelő szint, ami a feltárt összletben lejátszódó mozgások eredőjeként jön létre. Az elmondottakból látható, hogy a karottázs vizsgálatok a körülmények és folyamatok részletes vizsgálatára is alkalmasak.

Reméljük, hogy az elmondottakkal sikerült rávilágítanunk arra, hogy a karottázs-szelvényezés a karsztvíz-kutatásban is hatékony segítséget tud nyújtani a kutatási problémák megoldásában. Ennek köszönhető, hogy az ismertett szelvényezési eljárások alkalmazása vállalatunk víz- és hidrogeológiai kutatófúrásaiban ma már általánosan elterjedt.

Így leszögezhetjük, hogy a vízkutató fúrásokban a megnyitásra legalkalmasabb vízadó szintek kijelölésének a karottázs ma már rutinszerű, rendszeresen alkalmazott módszere.