

A tudomány nagyobb arányú fejlődése elképzelhetetlen a megoldatlan feladatok, az eldöntetlen kérdések nyílt megvitatása nélkül! Ennek a gondolatnak a jegyében indul a Hidrológiai Közlöny új rovatával kapcsolatos munka, amelyben való önzetlen közreműködésre szólítjuk fel a tudomány-szerető szakembereket.

Első felvetett kérdésünk a vizek eredetének, a vizek osztályozásának sokat vitatott kérdése.

Gondolatok a Hidrológiai Közlöny 1948. évi 1—4. számával kapcsolatban

PAVAI-VAJNA FERENC DR.

Mi magyarok láttuk meg, ismertük fel, hogy *kétféle barlangüregesedési folyamat* van: Az egyiknél a régen ismert beszívárgó karsztvíz, a másikon az alulról feltörő, gőzökkel-gázokkal lövelt hévíz oldja az üregeket. Mind a két keletkezési folyamatnál többé-kevésbé nyitott, levegővel telt járatok, kőzetrepedések kellene, amelyek végeredményben tektonikai mozgás eredmények. Ebből következik, hogy ahol mélyreható tektonikai mozgások játszódnak le, ott a mélyben tározódott kőzetizzadmányok, gőzös-gázos oldatok utat is találhatnak a mindenkor felszín felé. Nagyobb mélységben a nyomás nagy, a rések szűkek, eltömődöttek, fenn a nyomás alól felszabadult, kiemelt szilárd kőzettömegek szétszakadoznak, azokban egymást sokszor keresztező szakadások, s azok mentén párhuzamos letörések keletkeznek. Ezek a mélységből, az ottani nyomás alól kiszoruló forró oldatok természetes első útjai. A felső rész a tágabb, nyitott, csak levegővel telt, tehát csak egy légköri nyomás alatt álló repedések, kőzetszakadásokon tudul ki minden gátját vesztett gáz-gőz és forró oldat. Ahol akadályokba ütközik, fokozatosan felmelegíti a kőzetet, fizikai változásokat idéz elő, térfogatot gyarapít, korrodál, old, átkristályosít. Újbegy lenyomatszerű ki-mélyedések keletkeznek, majd azok mélyülnek félgömbalakú üregekké, rövidebb vagy mélyebb, belül zárt kürtökké. Az egyik oldalon beáramló gőz és forró oldat a másik oldalon kiszabadulva, az elzáró ereszebe vágódik be, s azt megint felfelé törve, élezi, hegyezi, mint a lillafüredi *Szent István-barlang* kőfülkéjének képen látjuk, vagy csupa zárt kürtőt, üregfüzért hoz létre, mint azt a *Sátorkőpusztai barlangnál* mutatja a szerző modelje. Ahol a felszínre tör, ott buzog, forr, mint minden bővízü hőforrás és lehülve lerakja oldott anyagait: a mésztufát, a travertint, az édesvízi mészkövet, stb. A mésztufa hézagain is keresztül bugyog s abban is megint olyan éles peremű, belül-felül zárt, félgömbalakú csészéket, fülkéket vagy kürtöket váj ki, amint azt a *budai Várhegy barlangrendszerében*, vagy a *Halászbástya* alatti travertino fal ereszein látjuk. A hőforrások élete nem egy emberöltő! — Ami igaz az egyik helyen, az igaz mindenütt azonos fizikai adottságok között, legyen az a *Sátorkőpusztai barlang*, a toszkánai *Monte Rotondo*, a *Szeleta*, vagy a *Várhegy* ürege.

Van már nagyszerű ellenpróbánk is, *Jakucs* aragonit reakciója! Mit csináljunk ott, azonban

ahol már vastag travertinon keres magának feltörő utat, esetleg egy olyan hévíz, amelynek már 29° C alá szállott a hőmérséklete, s már nem alkalmas aragonit lerakódásra? Fogjuk rá, hogy ez csak fosszilis karsztvíz? Vagy mi a teendők ott, ahol mint *Monte Rotondo* sziklaiból csak vízgőz tör fel?

A laboratórium még nem egészen — legalább is nem mindig — a természet nagy műhelye. Ha *geotermikus gradiens*-ről beszélünk, ne feledjük el, hogy van olyan abnormális is s ennek az abnormális geotermikus gradiensnek éppen a mi földdarabunk az egyik nevezetes hazája. Itt az a ritka, ha normális a geotermikus gradiens, mi termálisan fűtött kazánon járunk a Magyar-Horvát belső kárpáti fiatal medencében, ahol 16—18 méteres geotermikus gradiens a szokásos, de van kisebb is. Vajjon milyen lehet ennek a felfűtöttségnek a hatása legalább a medence peremeken a hegységek szélére vonatkozólag? Egyet már tudunk, éppen a hajdúszoboszlói, karcagi, debreceni, stb. kútak alapján, hogy az al-földi medence felfűtöttsége azokra a gázos hévíztömegekre vezethető vissza, amelyeket annak mélyében feltártunk s amelyek a medence peremeken maguktól is régen feltörnek. Ahol az alap-hegységet megfűrtük a Városligetben, Órszentmiklóson, ott olyanok, mint Budán, legfeljebb forróbbak. Ahol a fedőközetekben fűrtük meg, ott földgázások, sósak.

Vajjon milyen termális vizek voltak azok, amelyek a budavidéki hévízoldotta barlangokat létrehozták?

Nem az a víz, amelyik ős fosszilis karsztvíz alakjában a budavidéki szénbányákat és a többieket veszélyezteteti. Mégkevésbé az az élő karsztvíz, amelyik hideg forrásokat táplál s el-mocsarasítja a hegységek lábát, mire elegendő sokszor a nagy lejáratörmelék egyszerű talajvíze is! Nem az, mert ezek sem hőmérsékletre, sem szorosan vett összetételre, sem *gőz-gáz tartalomra* nem tabáni, margitszigeti, városligeti és órszentmiklósi vizek. Különösen azért nem, mert pl. a diósgyőri várrom mellett levő 22 fokos ter-

* A vitairatok közreadásánál a Szerkesztő Bizottság minden íratból azt a részt közli csak — helyhiány miatt —, amely a kérdés megismeréséhez feltétlenül szükséges és minden írat nyomdába kerülő részéből kihagyja — a vita kellő színvonalának biztosítására — a vitában résztvevőknek személyi jellegű megjegyzéseit.

mészetes tócsában az alapkőzet megfűrt karszt-vize 17 fokos hőmérsékletű. Görömbölytapolcán egymás mellett fakad a 31 fokos meleg fürdővíz és a miskolci vízvezetéki vizül használt hideg karsztvíz. Mert a balatonhévízi pénzügyi üdülőnél, a közeli hévízi tónál melegebb, 46 fokos termális vizet a harmadkori (pannóniai-pontusi!) és a dolomit (triász!) alapkőzet határán, de a dolomitba belefúrva olyan hidegebb vizet ütöttünk meg, hogy a keveredett víz hőfoka 37 fokra súlytyedtt le. Nem, mert Budán a Szent Gellért-fürdő mellett, a Sziklatemplom alatt a fővárosi szakértők fúrtak egy olyan lyukat, amelyiknek szivárgó vize eleinte a dolomitban azonos hőfokú és összetételű volt a szomszédos fürdőmedence vizével s azt apasztotta, de lefelé árnyalatokkal, de következetesen alacsonyabb hőmérsékletű lett.

Ezek ismert, közzétett megfigyelések, amelyeket tudomásul kell vennünk, hogy a karszt- és a hévvizeket össze ne cseréljük. *Víz ugyanis az egyik is, és víz a másik is, de az egyik, a karsztvíz és a karsztvíz és a karsztvíz alakjában egyaránt beszivárgó felszíni csapadékvíz eredetű, míg a másik, a termális víz, már a föld kérgében átalakult, ledesztillálódott, metamorfizálódott és megint kondenzálódott nedvesség.* Hogy van még üledéktömörülésből, a közettévalás folyamata alatt kiszoruló és felmelegedő vízféséség is, az még nem ok arra, hogy a másik kettőt ezzel összekapcsolva közös eredetet állapítsunk meg.

Ezek ismeretében térjünk vissza oda, hogy vajjon milyen termális vizek voltak azok, amelyek a budavidéki hévvíz oldotta barlangokat létrehozták?

A fő tektonikai vonalak mentén, amelyek a tengerszint fölé való kiemelést előmozdították, először is a nyomás alatt levő mélységi oldatok kellett, hogy utat találjanak a felszínre. Ilyen régi hévvíz feltörési nyomok sokfelé vannak. (Lásd Scherf, Schröter, stb. közleményeit!) Ilyeneknek foghatók fel a budakeszi határban Balázs által felkutatott bauxitnyomok is, majd később az eocén szénvidékek szénrel váltakozó édesvízi mészkövei. Fel kell tételeznünk, hogy ezek a termális vizek bizonyos idő alatt nemcsak a felszínre folytak ki és alkottak ott lehűlő tócsákat, hanem telítették is a felszínalatti hegység hézagait, szakadásait, repedéseit, ameddig csak azok közlekedtek egymással s a hőmérsékletüket leadták, a kőzeteket fokozatosan felmelegítették.

A magasabb térszín fölé emelt részek kőzet-hézaiból azonban kifolyt a víz, üregek maradtak, ezekbe amikor volt, szabadon folyhatott be a csapadékvíz is. Meddig? *Csak addig, amíg férőhelye volt, amit az és termális víz nem töltött, nem tölthetett ki.* Az utóbbi viszonylag tömésnyebb és melegebb oldat, mint az előbbi, ezek keveredését már az oldatok keveredésének fizikai törvényei szabályozzák, késleltetik, rendre fölrétegződés áll elő s ez az első őskarsztvíz is lefolyást keres a hegységek peremén és mélypontjain. Tehát a hőforrások és az első karsztforrások s a karsztjelenségek megjelennek egymás mellett ugyanabban a hegységben, de *egy emelet feljebb.*

Mi történik, ha a hegység emelkedési fázisa megismétlődik? Az előbbi emelkedési fázis alatt és után kialakult termális vízszint kiemelkedik s a magasabban felszín fölé emelt részekből ki-

folyik a hévvíz a rá fölrétegződött őskarsztvízzel együtt s ezek helyét elfoglalja most már az új felszínig a hévvíz s azon a megint fölrétegződő karsztvíz. Tehát lesz már olyan csatorna-rendszer, amelyik eredetileg hévvíz eredetű, de a karsztvíz vette utólag birtokába s az el-tünteteti, elfedi, vagy kombinálja a hévvíz-működés nyomait. Mindjárt itt szögezzük le, hogy bármennyiszer ismétlődik meg ez az egy-irányú hegységkiemelési folyamat, szükségszerűen mindig marad a hegység belsejében az ottani hézagokban olyan részben lehűlt eredeti termális víz, amelyik nem folyhat ki, mert lehűlt és elvesztette gőzeit-gázait, további felhajtó ere-jét, sőt fokozatosan lehűlve térfogata is kisebb lesz. Nevezzük ezt a vízféséséget egyelőre *tetszha-lott termális víznek*, mert megfordított, süllyedő, alámerülő hegymozgás esetében mélyebbre ke-rülve, ismét felmelegedve megint rendes termá-lis víz jelleget kell öltson.

Itt kell utalnom arra, hogy sem ez, sem a karsztvíz nem keveredik a termális forrásokkal olyan egyszerűen, amint azt megelőzően gondol-tuk. Nem, mert akkor nem lehetnének egymás mellett a görömbölytapolcai meleg- és hidegfor-rások, vagy a Császár- és Lukácsfürdő forróvizei és a Malomtó langyos, a Duna-medér hideg vize egymás tőszomszédságában. Igaz ugyan, hogy ha az utóbbiak szintje apad, az övek is alább száll, de viszont amazok szintemelkedése nemcsak emeli a melegforrások felszínalatti szintjét, de a hő-mérsékletét is anélkül, hogy a víz összetételét megváltoztatná. Vagyis a *hidegebb víz fokozódó nyomása a közlekedő edényű talajban csak szű-kebb térre szorítja a termális vizek szétszivárgá-sát, elszóródását, de nem keveredik olyan arány-ban még ilyen tömegben és közelségben sem, hogy a vegyi alkatban észrevehető változást idézne elő.* Szűkebb térre korlátozódva kisebb a hévvíz elszívárgása, nem veszt annyit a hőfoka-ból és magasabb szintre is jut fel. Ezért felsző-kök, forróbbak és gázosabbak a tabáni fűrt és jól bélelt kutak, amíg jókarban tartják a fogla-lásukat. Ez a Malomtó lecsapolásának —magasabb térszínénél fogva — túlméretezettnek ítélt hatása a környező alacsonyabb szintű hőforrásokra.

Szóval a hegymozgás fázisok nyomán feltörő termális vizek még porózus kavics- és homok-rétegekben *sem keverednek* aránylag kis távolsá-gon belül sem a hidegebb és más oldatú vizekkel, de az utóbbiak térbeli elhelyezkedése szabályozza azoknak mennyiségét és hőfokát annyiban, hogy nem engedi azokat szétszóródnia.

Még csak annyit említünk a fentiekkel kap-csolatban, hogy a termális vizeket megcsapoló tektonikus vonalak meglevenedési fázisai újabb és újabb hévvíz-tömegek útját nyithatják meg, még ha időközben (geológiai idő!) azok részben vagy egészben el is dugulnának, aminek több oka lehet.

Lássuk még milyen jelenségek adódhatnak elő, ha az előbbieken vázolt felfelé irányuló hegymozgással szemben következetes vagy idő-leges *visszasüllyedő mozgások* lépnek fel?

A hegységreszek süllyedésekor a régi tekto-nikus vonalak megint meglevenednek, sőt újab-bak is keletkeznek. Ha két ilyen keresztetzi egy-mást, kettős a lehetőség, mind a részek meglazu-lását illetőleg, mind a vizek feltörésére vonatko-zólag. Ilyen helyekre utalnak gyakran a hőfor-

rások és az adottságoktól függően az általuk oldott barlangok. Tudjuk, hogy a karsztosodásnak indult hegység is süllyed, de a termális vizek azért továbbra is ömlenek. Természetesen mindenhol, ahol számukra üres tér adódik (tehát csak levegő van bennük), így az esetleg már kialakult öskarsztvízszint feletti üregekbe is, tekintet nélkül arra, hogy azokat a termális víz hozta létre és a később beszűrődő karsztvíz átalakította. Felretegződik a hévíz az öskarsztvíznek most már lefolyástalan felszínén és mindig magasabban tölti ki a régi üregeket. Lehül és kiejti gőz-gáz és oldott anyagait, de az nem esepkő lesz, hanem falbekérgezés és iszap a párkányokon, szétágazó járatok fenekén. Ezek a *szemlő-hegyi, ferenchegyi*, stb. barlangok ásványos bekérgezései. Ezeket nem a sebesen áramló barlangképző, helyel-közzel gőzősen-gázosan süvítő, fröcskölő, sugárban feltörő termális víz hozza létre. *Ezek az üregeket kitöltő, stagnáló, lehülő hévízoldatok természetes kicsapódásai!*

Ez a folyamat az alámerülés fázisai alatt emeletről emeletre megismétlődik mindaddig, amíg a termális víz beáramlása tart.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a mélyből feltörő termális víz kétségtelenül a legnagyobb nyomású minden vízféleség között, mert a legnagyobb kőzetnyomás és legtöbb elnyelt vagy keveredett gáz és gőz hajtja felfelé. Ez tölthet és tölt meg először minden szabad teret a kőzetekben. Erre retegződik fel a hideg talajvíz és annak fosszilis és élő karsztvízfélesége. Ezek emelkednek vagy süllyednek, esetleg kiömlenek az emelkedő vagy süllyedő földréteg pászták viszonylagos tektonikus mozgásainak függvényeként, de keveredni csak az oldatok fizikai törvényszerűségei alapján elegyedhetnek, ami nem nagyarányú és éppen nem általános, mint láttuk. A harmadik vízféleség az üledéktörmorélsből származó, kiszoruló vízféleség tömegeit

illetőleg a termális víz után kell következzen, mert a termális víz minden kőzetféleségnek, az egész lithoszférának az izzadmánya, desztillátuma, amíg az üledékvíz, a rétegvíz csak vizekből leülepedett üledékek kiszoruló vize. Ez egyben állandó elválasztója az üledékes medencékben a felszínről leszívárgott talajvízféleségeknek és az alulról felfelé igyekvő termális vizeknek. Az utóbbi mind a kettőt kiszoríthatja adott helyzetéből. A talajvízféleségek mennyiségére a harmadik helyen kell, hogy álljanak, mert a légkör csapadékanak még a mérsékelt égöv alatt sem valószínű, hogy egyharmada szivároghasson be a földre, különösen nem a nagy elpárolgású trópusi és az állandóan fagyott arktikus talajon. A csapadékvíz különben is csak addig szivároghat le a felszínbe, amíg nálánál könnyebb anyagot szoríthat ki a helyéből. Ez pedig nem sok!

Minden vízféleségnek vannak és lehetnek természetes és mesterséges felszínre törései, forrásai, kútjai, legyen az talajvíz, ös- vagy élőkarsztvíz, üledékvíz vagy termálisvíz és annak tetszhalott változata. Láttuk például, hogy a medence peremén végig meleg, forró és hideg források fakadnak egymás közelében (*Görömbölytapolca, Buda*, stb.), de nem keverednek egymással, csak a hévizek szintjét és feltörő mennyiségét befolyásolják.

Az előadottak alapján nem lehet egyetérteni a Hidrológiai Közlöny 1948. évi 1–4. számában közreadott karsztvíztérképpel, mert annak magyarázó szövegében karsztvízeredetűek a fentiekben vizuált összes vízféleségek; így minden termális hűzőt, az alföldi és a dunántúli artézi kutak vize hasonló jellegű és eredetű mint a „csévi vasúti állomási ingoványos rét” vize.

* Helyszűke miatt kritikai cikkemnek éppen magyarázó, geológiai, hegyszerkezeti vonatkozású fele kimaradt. Mivel abban is vannak új vonatkozások, más nyelven közlöm majd a teljes vitairatot. A Szerző.

A hévizek, karsztvizek és artézivizek kapcsolatairól

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR DR.

A Hidrológiai Közlöny szerkesztősége felkért, hogy Pávai Vajna Ferenc dolgozatához hozzászóljak. A felkérésnek az alábbiakban teszek eleget.

Talán nem felesleges, ha előzőleg megkísérlem Pávai Vajna jelen dolgozatában tárgyalt (részben már néhány régebbi tanulmányában is szereplő) elgondolásait összefoglalni.

Pávai Vajna fontosabb vízeinkre nézve követi az általánosan elfogadott genetikai elkülönítést, amikor megkülönbözteti 1. a mélységi termális vizeket, amelyek szerinte és főleg a metamorfózis folyamatai által szabadulnak fel, 2. a mészkövek és dolomitok üregeiben tárolt, lényegileg csapadék-eredetű karsztvizeket és 3. a vízből lerakódott, eredetileg vízben gazdag üledékek dehidratizációjából származtatható „üledék” vagy „réteg-víz”, amellyel többnyire artézi vizek alakjában találkozunk. Ezt az elkülönítést a magam részéről azzal egészíteném ki, hogy a mélységi vizek közt különböző magmatikus eredetű vizeket is felvennénk a kőzetmetamorfóziskor képződő vizeken kívül.

Lényegileg ezt az elkülönítést körvonalaztam a Dunántúli Középhegység és környékének fontosabb vizeire már 1941-ben (*H. K.* 1941. 82–85.) és ezt fejlesztettük azóta tovább közelebbi albeosztásokkal. A karsztvizekben pl. a lefolyó öv alatt elkülönítettük az oszcilláló, folyási és sztagnáló öveket. (*B. K. L.* 1947. 226.) Nyilvánvaló, hogy a karsztvizek magasabb öveiben a csapadékvíz uralkodik, a mélyebb öveiben azonban mélységi hozzákeveredés is lehetséges („öskarsztvíz”). Félreértés, hogy a mélységi vizeket, az üledék-dehidratizációs artézi rétegvizeket és a karsztvizeket többé nem kívánók elkülöníteni. Erre a félreértésre az a körülmény adhatott okot, hogy a dunántúli karszt- és artézivizek fokozatos átmenetét feltüntető újabb karsztvíztérképen (*H. K.* 1948. 17.) és a kapcsolatos táblázatban nincs külön jellel feltüntetve a karszt- és az artézivízterület, ill. adat. A tanulmány szerzője ezt az elkülönítést nyilván teljesen magától értetődőnek gondolta. A térképnek ezt a rajztechnikai hiányosságát Kassai Ferenc-cel egyetértésben itt is pótolni óhajtjuk. Megjegyezzük azonban, hogy a