

A csapadékvíztől a forrásig

A karsztvizek utánpótlását a mészkő-, illetőleg a dolomithegységek felszínére hulló csapadék adja. Ennek 20-30 százaléknyi hányada beszívog a talajba, s a víz a kőzetek repedés- vagy résrendszerében nagy utat tesz meg a hegység belsejében, amíg forrásként a felszínre nem bukkan. Például Törökországban a Toros-hegység egyik víznyelőjében eltűnő patak 75 kilométernyi út megtétele után egy forrásbarlangon át ömlik ismét felszínre. A közvetlenül a felszín alatt áramló karsztvíz – a vízvezető barlangjáratokban – óránként akár 1000 métert is megtehet, ellenben az úgynevezett mélykarsztban évente csak néhány centiméternyit halad.

A karsztvizek áramlásának útvonalából és sebességéből meghatározhatjuk egy-egy forrás vízgyűjtő és vízvédelmi területét, s ezekből az adatokból kiszámíthatjuk a tározódó víz mennyiségét. A barlangkutatók pedig egyebek között ezekből az adatokból következtethetnek a még ismeretlen patakos barlangrendszerek létezésére, helyére. De hogyan juthatunk hozzá ezekhez az

A mész- és dolomittözetek repedésrendszerében halmozódik fel az egyik legtisztább víz: a karsztvíz.

Több településünkön nagy vízhozamú karsztforrásokat kapcsoltak be a vízellátási rendszerbe, s több városunk (például Budapest, Eger) a maga gyógyhatású karsztvizeinek köszönheti hírnevét.

De a karsztvíz gondot is okozhat: több helyütt a szén és a bauxitot csak a karsztvíz kiemelése után tudják kibányászni, a váratlan vízbetörések pedig veszélyeztetik a bányászok életét. Ezért is fontos, hogy ismerjük:

miként áramlik a víz a tároló kőzetekben.

A karsztvíznek olyképp eredhetünk nyomába föld alatti útjain, hogy a vizet megjelöljük.

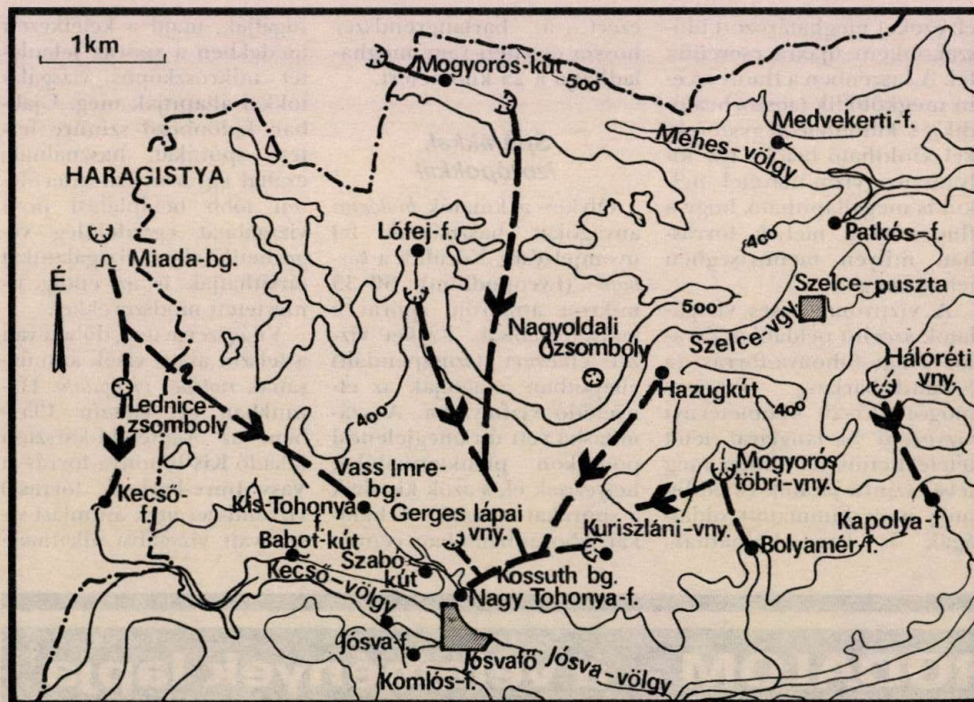
adatokhoz? Az elnyelődő vizet – például egy víznyelőben vagy a karsztfelszín valamely térségében – megjelöljük: a vizsgált vízrendszerbe olyan jelzőanyagot juttatunk, amely

természetes állapotban nincs vagy csak igen kis mennyiségben van jelen benne. (A kísérlet végzése előtt a vizsgált terület forrásainak vizében meghatározzuk a felhasználandó

nyomjelző anyag mennyiségét és a kimutathatóságához szükséges töménységét.) A nyomjelző anyagot betápláljuk a víznyelőben eltűnő bűvópatakba, mélyfúrásba, karsztfennsíktöbörbe stb., majd ezután meghatározott időközönként mintát veszünk mindama forrásokból, amelyekben a „jelzett” víz megjelen.

Mit visz a víz?

Nyomjelzőként már legrégebben is Konyhasót (NaCl) használtak. (Konyhasót használt az 1800-as évek végén E. Beloc a Pireneusok karsztvizeinek vizsgálatában, akkor sikertelenül; hazánkban 1930-ban Kessler Hubert az aggteleki Baradla-barlang



A Jósfafőtől északra levő karsztterületen víznyomjelzéses vizsgálatokkal tárták fel a karsztvíz útjait a hegység belsejében; ezeket nyílakkal jelöltük (k=kút; f=forrás; p=patak; vny=víznyelő; bg=barlang)

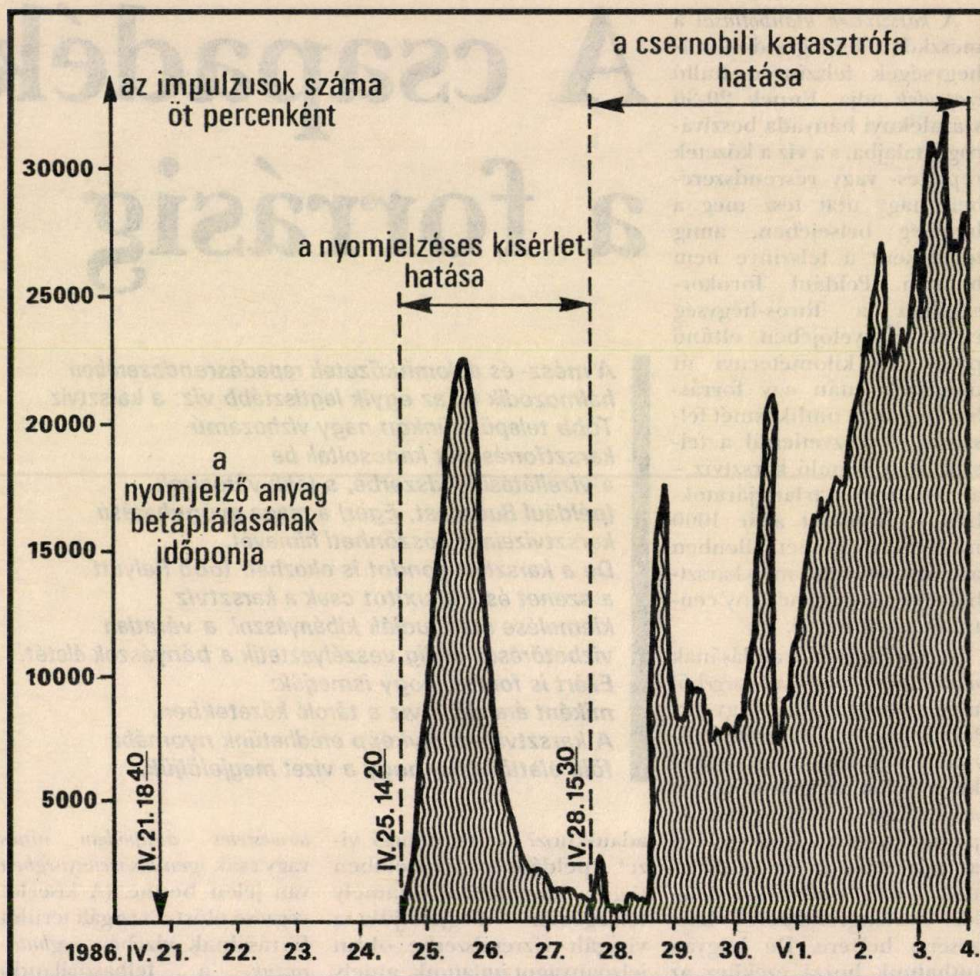
föld alatti patakjának „vallatásában” alkalmazta először ezt az anyagot – sikerrel.) A konyhasó a forrás vizében több módszerrel is kimutatható: a kloridion (Cl⁻) titrálásával*, a víz villamos vezetőképességének vagy ellenállásának mérésével, lángfotométerrel és atomabszorpciós készülékkel a nátriumion (Na⁺) mennyisége határozható meg stb. Ha a karsztvíz a föld alatti útján

más vizekkel csak kevésbé keveredik, nem hígul fel: a só a forrás vizében ízleléssel is érzékelhető.

A konyhasó egyszerű eszközökkel kimutatható, olcsó és bárhol beszerezhető anyag. Ám viszonylag sok kell belőle (a betáplált mennyiségnek általában 30-50 százaléka jelenik meg a forrásban), s ez szállítási gondokat okozhat. Emellett a bonyolultabb, változatosabb földtani felépítésű területeken időszakosan változhat a forrásvizek nátrium-, kálium- és kloridion-tartalma, s ez kétséggé teheti a vizsgálatok eredményeit. És persze a sós víz az édes vízhez szokott élővilágnak sem használ!

A világszerte legelterjed-

A bróm
82-es izotópja
a negyedik napon
jelent meg
a Jósfa-forrásban;
a jobb oldali csúcs
a csernobili katasztrófa
következménye
(imp/5 min:
ötpercenként
észlelt
impulzusok száma)



tebb nyomjelző egy szerves vegyület: a *fluorescein*. Ez narancssárga por alakjában kerül forgalomba. A fluoreszcint ammónium- vagy nátrium-hidroxidban feloldva adagoljuk a vizsgálandó vízbe; ez az oldat a vizet zöld színűre festi. Nagy előnye, hogy még milliószoros hígításban is szabad szemmel látható a víz zöld elszíneződése. A fluorescein mennyiségét a vízmintában spektrofotométerrel mérhetjük meg. Ha hidrogeológiailag ismeretlen karszterületen alkalmazunk fluoreszcint és több forrást kell egyidejűleg figyelni, a források vizében *faszén detektorokat* helyezünk

el; ezeket meghatározott időszakonként újakra cseréljük fel. A faszénben a fluorescein megkötődik (abszorbeálódik), s különféle vegyszerekkel kioldható belőle. Így folyamatos vízmintavétel nélkül is megállapítható, hogy a fluorescein melyik forrásban milyen mennyiségben jelent meg.

A víznyomjelzéses vizsgálatok szerint például a jósafői Nagy-Tohonya-forrás (a Kossuth-barlang forrása) mögött 15-20 kilométernyi vízvezető barlangjártat létét tételvezethetjük fel. Ehhez még felső szintű járatok és eddig még nem kimutatott oldalágak is kapcsolódhatnak,

ezért a barlangrendszer hossza elérheti vagy meghaladhatja a 25 kilométert.

Spórákkal, izotópokkal

Olykor a kutatók *biológiai* anyagokat használnak fel nyomjelzésre. Közülük a *korpafű* (*Lycopodium*) 30-35 mikron átmérőjű spórái a legismertebbek. Ezeket vízzel elkevert (szuszpendált) állapotban adagolják az elnyelődő vízfolyásba. A számításba vett újramegjelenési pontokon planktonhálókat helyeznek el, s azok kiszűrik a spórákat a vízből. A hálókát laboratóriumban centri-

fugálják, majd a keletkezett üledékben a spórák jelenlétét mikroszkópos vizsgálatokkal állapítják meg. Újában különböző színűre festett spórákat használnak; ezáltal egyazon karszterületen több betáplálási pont vizsgálatát egyidejűleg végezhetik el, s vizsgálatukat társíthatják is az eddig ismertetett módszerekkel.

Világszerte terjedőben van a felszín alatti vizek áramlásának *izotópos vizsgálata*. Hazánkban ezt először 1954-ben, az Aggteleki-karszton fakadó Kis-Tohonya-forrás (a Vass Imre-barlang forrása) vízrendszerének áramlási viszonyait vizsgálva alkalmaz-

Szobanövényeink

ták – kétséges eredménnyel. Másodízben 1986-ban, az aggteleki Baradla-barlang egyik víznyelőjében eltűnő víz nyomjelzésére használtak izotópot; ekkor az elnyelődő vízhez olyan *ammónium-bromidot* (NH_4Br) adagoltak, amelyben 36 órás felezési idejű γ sugárzó ^{82}Br izotóp is volt. A várható újramegjelzési pontban (Jósua-forrás) *nátrium-jodid* (NaI) egykristályú *szcintillációs mérőfejeket* helyeztek el. Az általuk észlelt jeleket scalerekkel, gyorsnyomatókkal dolgozták fel, s kazettás adatrögzítőkkel regisztrálták. A kísérlet eredménye egyértelműen igazolta azt, hogy az izotópos nyomjelzés jól használható módszer, sőt a mérések közepette szomorúan emlékeztetes esemény is történt. Miután az izotóppal jelzett víztömeg levonult, a víz radioaktivitása visszaállt a természetes radioaktivitás szintjére; egy nap múlva azonban értéke ismét rohamosan növekedni kezdett – úgy tetszett, a határ a csillagos ég. Azután megtudtuk: az észlelőrendszer a vizsgálatos végén a csernobili katasztrófa helyi hatását is érzekelte. Ezért volt sokkalta nagyobb a sugárzás intenzitása, mint a kísérlet során.

A vizek jelzésére sok más módszer is alkalmas, ilyen például a *baktériumokkal* (*Serratia marcescens*), a *habosított műanyagokkal* vagy különféle *szaghordozó anyagokkal* való jelzés. Jugoszláviában a víznyelő barlangban eltűnő Pivka-patak vizébe *jelzett angolnákat* helyeztek el, s közülük néhány példányt 49 nap múlva 51 kilométernyivel távolabb, tengerszint alatt fakadó karsztforrások környezetében fogtak ki újra. Másutt karsztfennsíki töbörben *hangimpulzusokat* adtak le, a forrásoknál pedig mikrofonnal vették a jeleket; az így kapott adatokat azután hagyományos nyomjelző anyagokkal igazolták.

Sásdi János –
Szilágyi Ferenc

Bármely időszakban ültetjük át növényeinket, mindig kíméletesen járunk el; a jól megválasztott időpont, tartó, földkeverék mit sem ér, ha a megbolygatásakor olyan sokk éri a növényt, amelyet esetleg már nem tud elviselni...

A növényt az átültetést megelőző napon – vagy legalább néhány órával az átültetés előtt – meg kell öntözni annyira, hogy teljesen átnyirkosodjon a gyökérlabdája; közvetlenül átültetés előtt már ne öntözzük, mert nehezen válik el a föld a cserép falától. A kézbe főlemelhetők tartóedény oldalát először tenyerünkkel ütögessük körbe, majd mutató- és hüvelykujunk közé fogva a növény tövét, gyors mozdulattal fordítsuk lefelé a cserepet; ütögessük óvatosan a tartóedény peremét (például az asztal széléhez), amíg ki nem csúszik belőle a gyökérlabda. Ha nem mozdul, késsel óvatosan vágjuk körül az oldal fal mentén, és ütögessük meg néhányszor a tartóedény alját. (Nem szabad egyszerűen a tövénél megfogva emelgetni, mozgatni a növényt!)

Ha már *gyökerek nőttek ki a cserépből*, akkor szét kell szedni (törni) az edényt. A kézzel nem emelhető (nagy) növények átültetését megkönnyíti az, ha a tartóedény az összetartó abroncsot, pántok vagy keresztmervítők leszerelése után szétszedhető. Ha a tartóedényt is szeretnénk megővni, kössük szorosan össze zsineggel a növény lombzatát, hogy aztán óvatosan eldönthessük. Hosszú és erős pengéjű késsel (a tartóedény oldalfala mentén) szurkáljuk sűrűn körbe a gyökérlabdát, majd ütögessük körbe az alján is az edényt; csak ezután próbáljuk meg óvatosan kihúzni belőle a növényt. A kiemelt gyökérlabda felső rétegét addig hántsuk le, amíg a legfelső gyökerek engedik. (Ezt ugyanis már nem szokták beszöni a gyökerek, mivel lefelé terjednek.) Így a földlabda kiemelkedése nélkül több föld kerülhet az alsó gyökerek alá. A tartó alján megtapadt vízelvezető homok- vagy sóderreteget, a vízkivezető nyílást fedő cserépdarabbal együtt távolítsuk el. A gyökereket viszont lehetőleg ne bolygassuk! A pusztulásnak indult barna színű, puha állományú gyökérrészeket egy kis ép résszel együtt éles késsel gondosan távolítsuk el. A ceruzahegynél vastagabb sebfelületet hintsük be

porrá tört faszénnel, vagy ecseteljük be Neomagnol oldattal.

A hosszabb ideje át nem ültetett, erős gyökérzetű növény egybefonódó gyökérkoszorúja fel is emelheti a növény gyökérlabdáját. Ezeken a gyökereken alig van (a tápanyagfelvételen hasznos, apró gyökérrészekkel teli) *elágazódás*; ezért a gyökérkoszorúban lévő gyökerek egyharmadát – esetleg a vastagabb felét is, közvetlenül az elágazódás után – levághatjuk. Utána gondosan szedjük ki a levágott gyökérrészt, és faszénporral fertőtlenítsük a vastagabb gyökereken ejtett sebeket.

A beültetés az előkészített edénybe így történik: először *cserépdarabkát* helyezzünk a vízkivezető nyílás fölé, s arra (vízgyűjtő rétegnek) egy-másfél centiméter vastagon *kavicsot* vagy *sódert* szórunk. Föléje a földkeverékből (ültetőanyagból) annyit szórunk, hogy a gyökérlabda ráhelyezésekor a tő ugyanolyan magasra kerüljön, mint eredetileg volt. Helyezzük el középen a gyökérlabdát, majd az edényfalig terjedő rést töltjük meg teljesen ültetőanyaggal. Ujjunkkal vagy lapos végű fapálcával tömörítsük is a résbé töltött anyagot, hogy üreg ne maradjon. Végül a felső, eltávolított földréteg helyébe terítsünk frisset. Ne töltjük teljesen színültig az edényt, s a növény töve körül nyomkodjuk le az ültetőanyagot, hogy az edény pereme körül maradjon mintegy másfél centiméternyi szabad rész – víztérnek. Ezután – a túlságosan sérült, megbolygatott gyökérzetű és a túllöntésre különösen érzékeny növények, valamint a kaktuszok és pozsgások kivételével – „öntözzük be” a növényt. A földlabda azonban soha se legyen sáros, csupán nyirkos! Néhány hétig a leggondosabb átültetést követően is fokozott gondossággal kell segíteni a növényt, hogy magához térjen. Óvjuk a huzattól, a tűző naptól; árnyas, zárt, nem túl meleg környezetben a párologtatása is kedvezően mérsekélhető. A különlegesen érzékeny növényre három-négy hétig érdemes fóliazacskót húzni. A tápoldatozással legalább hat hétig várjunk!

Az ilyen módon gondosan, „együttérzően” átültetett növények hamarosan megújulnak, élénk fejlődésnek indulnak. Várjuk ki mindig kellő türelemmel!

(K. L.)