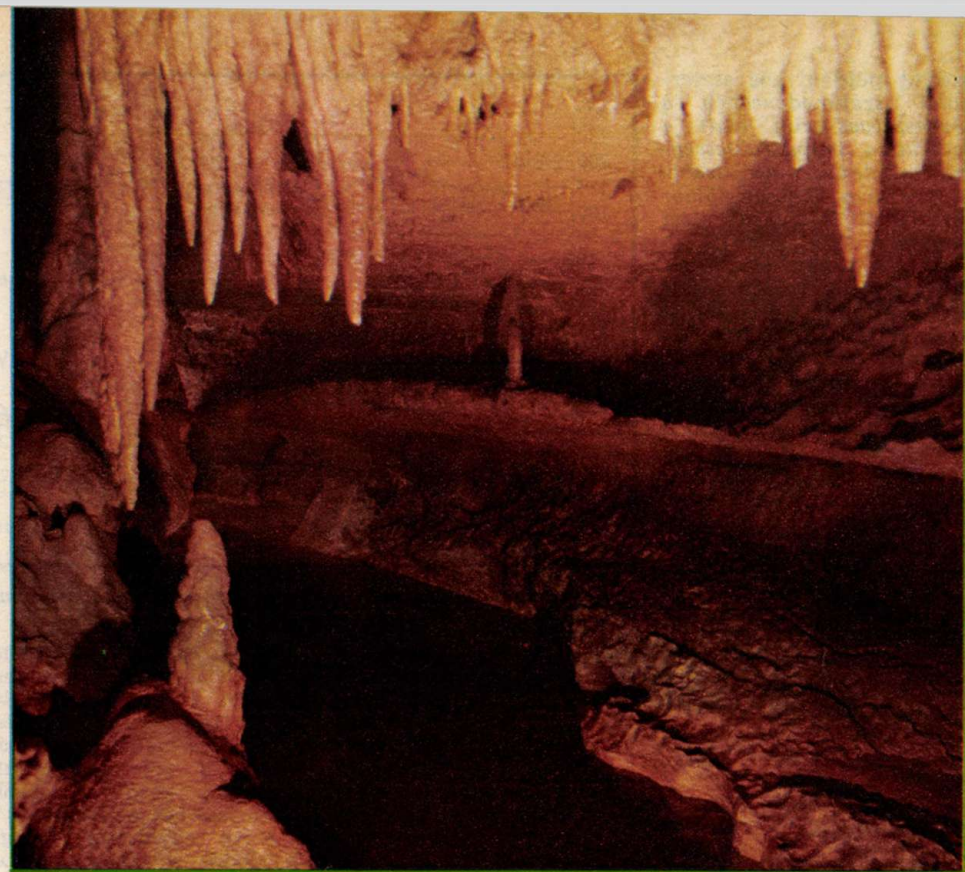


Napjainkban egyre több aggasztó jelzés érkezik arról, hogy a Dunántúli-középhegység karsztvízeinek szintje apadóban van. Az is bizonyosnak látszik, hogy e folyamatnak legnagyobb részt az emberi beavatkozás az oka. Részből a fokozódó ivóvízkiemelés, de főleg a mélyszíni bányászkodás miatt jóval több víz kerül ki a felszín alól, mint amennyi oda természetes úton visszajut. Például 1985-ben 0,166 köbkilométerrel — azaz csaknem egytized Balatonnak megfelelő vízmennyiséggel — csökkent a Dunántúli karsztvízkészlete.

1950-től napjainkig kerekén 10 köbkilométernyi vizet emeltek ki. Ebből 7,8-at a bányászatnak, 1,6-ot a vízellátásnak és körülbelül 0,6-ot a hévízkitermelésnek a számlájára írhatunk. Ugyanebben az időszakban a természetes beszivárgás útján csak 7,2 köbkilométer volt az utánpótlás, adóságunk tehát mára 2,8 köbkilométerre nőtt.

A Dunántúli-középhegységben átlagosan jó 30 méterrel, helyenként azonban 100 méterrel süllyedt a karsztvízszint. E folyamatnak ma már közzismert példái: elapadtak a *tapolcafői források*, kiszáradt a *tapol-*



Karsztos üreg a Dunántúli-középhegységben (A szerző felvétele)

MEGVÉDHETŐ-E A DUNÁNTÚLI KARSZTVÍZ?

cai *Tavasbarlang*, a *Hévíz-tó* forrásának vízhozama 50 százalékkal csökkent. Mivel, szerencsére (?), az, hogy a víztükör ellaposodik, vagyis a vízszint kiegyenlítődik, akár egy-két évtizedbe is beletelhet, a budapesti termálforrások elapadása csak hét-tíz év múlva várható. Ha a karsztvízzel folytatott *rablógazdálkodás* jelenlegi gyakorlatán sikerülne gyökeresen változtatni, talán lassítható lenne ez a folyamat, ám, ha a térségben egyáltalán nem emelnénk ki vizet a felszín alól, akkor is körülbelül nyolc évet kellene arra várunk, hogy a régebbi természeti egyensúly helyreálljon. Ilyen „vízabsztinencia”-ra azonban még gondolni is képtelenség, hiszen a térségben a jövőben is él-

ni és termelni kell, ez pedig víz nélkül lehetetlen.

Szövetek, pórusok, repedések

Az a tény, hogy bizonyos forrásaink a legfőbb víz-
apasztó bányavidékektől olykor 50—100 kilométeres távolságra is apadóban vannak, azt jelzi: csakugyan „nagyterségi” gondjaink vannak a karsztvízháztartás egyensúlyával. Arra próbálunk választ keresni, vajon miért beszélhetünk arról, hogy *ország-részn*y méretű területek karsztvízei összefüggenek egymással.

A felszíni és a mélyfúrásos kutatások egybehangzóan bizonyították, hogy a Dunántúli-középhegység tagjait a felszín alatt egy-

mással szoros kapcsolatban álló *karbonátos kőzettömegek* — mészkő és dolomit — építik fel. E kapcsolat földtani értelemben annyira szoros, hogy — a különféle hegység-részeket felszíni elkülöníthetősége ellenére — az egész vonulatot *kőzettani és vízrajzi tömeg*-*egység*nek kell tekintenünk.

A föltett kérdés megválaszolására megkívánja a karsztvízek törvényszerűségeinek ismeretét. A legutóbbi évtizedek mélyszíni bányászata során sok olyan megfigyelési adat gyűlt össze, amelyek elősegítették megérteni a karsztvízek tárolási és mozgási rendszerét.

Igazolódott, hogy a tömött, egynemű szövetű mészkövek gyakorlatilag *nem porózusak*, azaz nincs

a víz befogadására alkalmas *hézagterfogatok*. E sajátság valószínűleg azzal az *anyag-tömörödéssel* magyarázható, amely az egykori tengerfenéken leülepedett mészszipap közötté válásával járt együtt. Így aztán a mészkő víztároló és vízvezető képessége jócskán eltér például a homokkőtől, a löszétől, vagy az agyagtól. Vízét általában a porózus kőzetek tárolnak, de a bennük való áramlás a kőzetszövetek *nagy felületi tapadása* miatt igen *lassú*.

A *bányászati tapasztalatok* szerint viszont a leg-tömöttebb szövetű mészkövek is képesek nyomás alatt elég nagy mennyiségű vizet tárolni, holott *pórus-terük* egyáltalán nincs. A bányaföldtani viszonyokat jól ismerő szakemberek

szerint például „az esztergomi szénmedencében a vízveszélyes szint alatt a mészkő a bányanedvesség-nél mindenütt nedvesebb. A látszatra teljesen tömör mészkőből is csepegő vizet kapunk...”

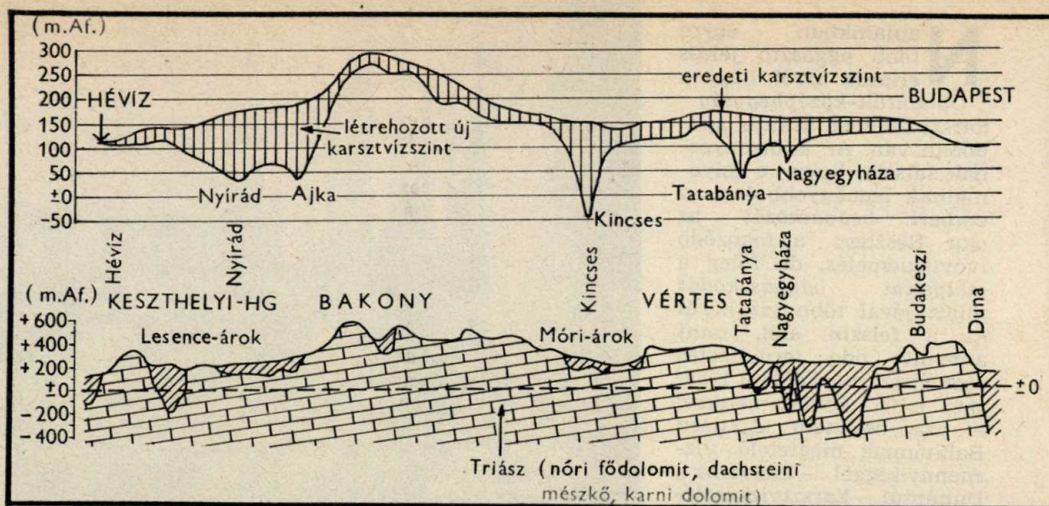
Ez a megfigyelés, bár látszatra ellentmond a kö-zetszöveti vizsgálatok eredményeinek, kétségtelenül tárgyilagos és helyes. Azt azonban nem tudjuk pontosan, hogy a példánk-ban jelzett víztározásban milyen szerep illeti meg a közetpórusok tározóképes-ségét, s milyen a mészkő mikroszkopikus repedezett-ségét. A Dunántúli-közép-hegységben meghatározó szerepű mészkőekben és dolomitokban a karsztvíz valószínűleg kizárólag az ilyen közetrésekben, repedésekben tárolódik. E közeteknek ugyanis gyakor-latilag nincs a porozitásból fakadó vízbocsátó képes-ségük.

A mészkőeknek az a tulajdonsága, hogy szinte pórusmentesek, bizonyos mértékig összefügg a korukkal. Általában annál tömöttebbek, minél idősebbek. A „fiatalabb”, 1–4 millió éves mészkőekben még jókora szövethézag-térfogot tapasztalhatók. Például a Budapest környékén is előforduló szarmata mészkő pórus-hézag-térfogata 1–7 százalékos, de az ennél fiatalabb édesvízi mészkőeké (például a budai Várhegyen) a 10–20 százalékot is eléri. Ezek a mészkőek szövetük egészében vízáteresztők.

Csak hogy a Dunántúli-középhegység területén nem ilyen fiatal, hanem tömött szövetű, idős, főként triászkorú mészkőek és dolomitok találhatók.

A belső repedéshálózat kialakulása elsősorban a mészkő tömött szövetének a következménye. Emiatt ugyanis a kőzet merev, rideg anyaggá válik a külső erőkkel szemben, s azokhoz a legkisebb mértékű képlékenységgel sem tud alkalmazkodni. A mészkővet azonban az idők folyamán sok olyan fizikai igénybevétele éri, amelynek hatására erős hajszálpredettség alakul ki benne. Minél kevésbé kristályosodott át a mészkő szöve, annál nagyobb lehet a repedezettsége.

A vizsgálatok alapján bebizonyosodott, hogy a mészkővek hajszálpredet-seinek mennyisége ugyan-



A Dunántúli-középhegység hosszanti (csapásirányú) vízföldtani metszete

csak függ a koruktól. A földtörténeti ókorból származó mészkőekben talál-tuk a legtöbb, a legfiatal-labbakban a legkevesebb repedést. Ez érthető is, hiszen a fiatalabb kőzeteket nyilván kevesebb szerkeze-ti, nyomási és nyírási igénybevétel érte.

Megmozdul a víziömeg

A mészkővek szerkezeti repedezettsége önmagában még nem elegendő ahhoz, hogy egy nagyobb közettö-meg vízvezetővé tegyen. Még az erősen repedezett, idősebb kőzetek vízzel tel-li, egymással közlekedő ré-sei és hajszálpredetsei sem tudnak kezdetől fogva utat nyitni a karsztvizek áramlásának. E rések ugyanis annyira szűkek, hogy a folyadékmozgást meggátolja az egymáshoz nagyon közeli résfalak igen erős felületi tapadása, adhéziója. Ennek az a következménye, hogy a több száz vagy 1000–2000 méter mélységben található mészkő-ek és dolomitok — nagy bányanedvességük ellenére is — hosszú földtani koro-kon át vízzáró kőzetként viselkednek.

Gyökeresen megváltozik azonban a helyzet, ha e mészkőeknek megbomlik a belső víznyomási egyen-súlyuk, azaz, valamilyen irányból nyomáshiány vagy nyomástöbblet éri őket. Ez azáltal jön létre, hogy va-lahol természetes kifolyási út nyílik, vagy például bá-nyászati vízkiemelés hatá-sára alacsony víznyomású központ alakul ki. Ez maga felé igyekszik elmozdítani a környezetében lévő rés-

hálózat vizét. Megfelelő víznyomásváltozás esetén ugyanis az addig vesztelő víz a legtágasabb résekben képes leküzdeni a tapadást. Ekkor a víz megmozdul, áramlani kezd a kisebb nyomású helyek felé.

Ezzel egyidejűleg meg-kezdődik a rések oldásos kitágulása is, hiszen a ko-rábban bennük lévő úgy-nevezett mésztelített vizek helyére friss, telítetlen, az-az újabb mészkőrészecské-k oldására alkalmas víz ér-kezik. Az oldódásos résztá-gulás természetesen tovább mérsékli a még meglévő adhéziós fékezettséget.

Ez a folyamat, öngerjesztő módon, oda vezethet, hogy a közettömegben lesz-nek bizonyos résrendszere-k, amelyek részben az oldás, részben a besodródó hordalék szemcsék koptató eróziójának hatására to-vább tágulnak. Ebből idő-vel széttérjedő csatornahá-lózat alakul ki. Ugyanakor a kezdeti közetrések másik része „embrionális” fokon marad, azaz nem kapcsolódik bele a folya-dékmozgásba. Megmarad tapadásos kötődésű, tétlen — inaktív — vízkíncként. A teljes mészkőtömeg karszt-közzetté válik, amelyben a víz nem a kőzet szöveté-ben, hanem egy táguló ka-vernahálózatban mozog.

Ettől kezdve az egész kőzetösszetlet vízbocsátó-nak tekinthető, annak elle-nére, hogy valamelyik rész-lete továbbra is vízzáró módon viselkedik a labora-tórium vizsgálatok alkalmával. A karbonátos közet-eknek tehát ily módon az válik folyadékvezetési sa-játságukká, hogy a víz mozgása karsztosan kitá-

gult járatrendszerekben megy végbe. Éppen emiatt veszélyes az, ha a karsztvíz egyensúlyi mérlegét meg-zavarjuk, hiszen a kaver-nák országrésznyi kiterje-désben is kapcsolatban áll-nak egymással, azaz, rend-szert alkotnak.

Bányászat a karsztvíz szintje alatt

Az eddigiekben számba vett felismerések régi du-nántúli bányászati tapasztalatokon alapulnak. Bá-nyásznemzedékek ismerték ki alaposan a karsztvíz szintje alatt végzett terme-lés kiszámíthatatlan sze-szélyeit. Mélyen a karszt-víz szintje alatt húzódó ré-tegekben is hosszú tárna-zakaszokat tudtak kihaj-tani anélkül, hogy nagyobb arányú vízbenyomulás ment volna végbe. Ha azonban a tárna véletlenül „megütött” egy karsztos résrendszert, nemegyszer katasztrófális vízbetörés ke-ltezett. Ezt azonban fél méterrel odébb még semmi nem jelezte. Az így előntött bányákból olykor bár-mennyi vizet kiszivattyúz-hattak anélkül, hogy a víz-utánpótlás elfogyott volna. Gyakran emiatt kellett fel-hagyni az egyébként gaz-daságos bányaművelés-sel is.

Éppen e kivédhetetlen vízbetörések okozta bánya-elöntések miatt került elő-terbe a Dunántúlon az ak-tív vízvédalom. Ez azt je-lenti, hogy a bányától füg-getlenül, megelőző jelleg-gel, természetesen süllyesztik a karsztvíz szintjét. Ennek következtében szinte 100 százalékosra növekedett a

bányaműveletek vízbiztonsága. *Mozgásba jött* azonban az egész dunántúli-középhegységi karsztvíztömeg, ennek minden káros következményével együtt. E beavatkozásokkal nemcsak apasztottuk karsztvízkészleteinket, hanem módosultak a karsztos és a nem karsztos rétegek vízmozgásának irányai is. A karsztvíz szintjének süllyesztése ugyanis sok helyen azzal járt, hogy *talaj- és rétegvizek* áramlottak be a karsztba, ezáltal a karsztvíz minőségromlását, helyenként *elszennyeződését* idézve elő.

Nem fejejték

A vízvezető karsztos csatornahálózat falainak továbbá oldódása és a hálózat keresztmetszetének bővülése idővel, persze, minden nagy kiterjedésű mészkő- vagy dolomitszirtkarsztok *törvényszerű sajátosságává* válik. Egészen lassú áramlások még akkor is kialakulnak a karsztvíz szintje alatt rejlő üreghálózatban, ha emberi beavatkozás nem történik. Ilyenkor általában csak az éghajlat hosszabb-rövidebb időtartamú változásait követik a karsztvízszint ingadozásai. Ezek, persze, vízszintes irányú területi ki egyenlítő áramlásokat is okozhatnak a vízzel kitöltött karsztos járatokban.

A mélyművelésű bányászati tapasztalatok azt is bizonyítják, hogy a karsztoknak más-más időszakokban képződött, egymás alatt, illetőleg fölött kialakult szintjei függőlegesen is kapcsolatban vannak egymással. Ezek az emeletek között meglévő víz-áramlási kapcsolatok a legtöbb kutató szerint a törési síkok mentén és egyéb szerkezeti mozgások nyomán jönnek létre, mégpedig vagy a karsztos csatornák keletkezése előtt, utólag, vagy azzal egyidejűleg.

A Dunántúli-középhegységben mindhárom változatra találunk példát. A solymári *Ördöglyuk-barlang* több szakasza csaknem teljesen független a kőzetösszetétel szerkezeti síkjaitól; a Dórog mellett lévő *Sátorkőpusztai-barlang*ban hasonló jelenséget tapasztaltunk. E járatok föl-

tehetőleg már akkor kialakultak, amikor a mai szerkezeti képet meghatározó törések még nem léteztek.

A Budai-hegység *Ferenc-hegyi-barlangjának* kialakulását ezzel szemben egyértelműen meghatározta a tektonika. A barlanghálózat valóságos rácsos alaprajzot mutat. félreérthetetlenül bizonyítva, hogy a törések keletkezése megelőzte az üregfejlődést.

A *Mátyáshegyi-barlang* sokszor áttekinthetetlen sziklatömbjei azonban jól jelzik, hogy a járatok kialakulását, kioldódását nemcsak megelőzte, hanem követte is egy (vagy több) kéregtevékenységi időszak.

Az említett karsztvízjáratok hidrológiailag körülbelül ahhoz hasonlóan függenek össze egymással, mint az emberi testben a véredények. Napjainkra, sajnos, az is kétségtelenné vált, hogy e nagy regionális rendszerbe a különféle bányatevékenységek által érintett *mélykarsztok* szintén beletartoznak.

Az eddigiek alapján azt mondhatjuk: a tudományos tények egyértelműen alátámasztják azoknak a kutatóknak a pesszimizmusát, akik a dunántúli karsztvizek szintjének süllyedésétől a *budapesti termálvíz-kincs elapadásának a veszélyét* is jelzik. Sajnos, az is előre látható, hogy a nyírádi bauxitbányának a közeljövőre tervezett bezárása *alapvetően nem oldja meg* a karsztvízapadás gondjait. Nyírád csupán egy a sok egyéb „nagy szomszágú” vízfogyasztó közül. Látnunk kell, hogy itt egy szinte leküzdhetetlennek tűnő *civilizációs válságtünetről* van szó, amely szoros következménye társadalmi és gazdasági fejlődésünknek, életünknek.

Ennek a kis tanulmánynak is az az egyértelmű tanulsága, összegzése: minden olyan karsztnak a vízkiáramlásai szükségszerűen megszűnnek, amelyek a vízkészletét drasztikusan lecsökkentik. Elvégre a legkiválóbb tehéntől sem várhatunk el tartós tejhozamot azután, hogy lecsapolták a vérért, szegénynek.

Dr. Jakucs László
egyetemi tanár

AZ ÉT KÉRDEZI:

MIRŐL TANÁCSKOZOTT A MOTESZ-FÓRUM?

● Az 1966-ban alakult Magyar Orvostudományi Társaságok és Egyesületek Szövetsége május 29-én tartotta az első tudományos fórumát. Miért csak most került sor erre az eseményre? — kérdeztük dr. Szécsény Andor egyetemi tanártól, a Semmelweis Orvostudományi Egyetem I. számú sebészeti klinikájának igazgatójától, a MOTESZ elnökétől.

Már régebben is voltak olyan törekvéseink, hogy a MOTESZ társaságai és egyesületei ne csak szigorúan szakági kongresszusokat tartsanak, hanem *társadalom-, egészség- és szociálpolitikai* kérdések is terítékre kerüljenek egy fórum keretében. Ez most megvalósult, azzal a nem titkolt céllal, hogy az ilyen, klasszikusan interdiszciplináris (tudományágak közötti) témákban egy nyelven beszéljenek különböző társaságainknak a tagjai, s közös vélemény alapján szülessen meg fejlődésünknek a lehetősége.

● Milyen előadások hangzottak el a fórumon?

Az *egészségügy reformja* volt a központi téma. Azért döntöttünk emellett, mert a fejlett gazdasággal rendelkező országokéhoz képest egyre jobban elmarad egészségügyi ellátásunk. Ez a *hatékonyságban* és az *eredményekben* (a népegészségi mutatókban) egyaránt megmutatkozik. Minthogy a kormányzat *megújulási programot* fogadott el az egészségügy területén is, kíváncsiak voltunk, hogy a jobbítás szándékával mi is megvitassuk ezt a programot.

Ezzel összefüggő kérdés az *egészségügy finanszírozása* is. A jelenlegi finanszírozási rendszer ugyanis nem tudja biztosítani a megfelelő anyagi alapot az egészségügy számára, ezért okvetlenül változtatásra szorul. Az orvostársadalom nagyjában egyetért abban, hogy *teljesítményarányos* legyen a fizetés. A teljesítményt azonban még nemigen tudjuk mérni. Miként az is kíváncsi volna, hogy az egészségügyi tárcától — tehát a kormánytól — elkülönített pénzalapból, azaz a *biztosítási rendszerből* finanszírozzák az egészségügy.

A nagyközönséget is érintő divatos témák közül az *AIDS-et* említeném. De megtanácskoztunk a *vérátömlesztés* újabb lehetőségeit is. Egyebek között szó esett az olyan műtétekről, amelyekben hígított vagy előre levett vért kap a beteg.

Előadás hangzott el a honi *gyógyszerkutatás és gyógyszeripar* helyzetéről is. A legkorszerűbb *orvosi technikát* pedig az ultrahangos bajmegállapításról, a számítógépes rétegröntgenészetről és a mágneses rezonanciavizsgálatról elhangzott összefoglaló idézte. Végül: az *egészség és a társadalom viszonyáról* szintén tanácskoztunk, mert ez a téma széles áttekintést ad az egészségügy jelentőségéről és a társadalom felelősségéről.

● Tervezik-e, hogy ezután rendszeressé teszik fórumaikat?

Habár közgyűlésünk ilyen határozatot nem hozott, tervbe vettük, hogy ezután minden évben szervezünk fórumot. De az időszerű kérdések sokkal alaposabb megvitatására szintén vállalkoznak társaságaink. Ebbe jól illeszkedik az a mindinkább gyakorlattá váló kezdeményezés, hogy nemcsak az egészségügyi vezetők, hanem a kormányzat is közli szövetségünkkel az újabb elképzeléseit, s figyelembe veszi véleményünket a döntések meghozatalakor.