

A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉG KARSZTVÍZSZINT-TÉRKÉPEI ÉS A FŐKARSZTVÍZTÁROLÓ ÁLLAPOTELLENŐRZÉSE

Dr. Lorberer Árpád

Karsztvízszint-térképeink szorosan összefüggenek a karsztvíztároló rendszerek vízföldtani jellemzőinek megismerésével, illetve a Dunántúli-középhegység térségében folytatott bányászati tevékenységek fejlődésével, valamint azok egyre növekvő mértékű környezeti hatásaival és vízgazdálkodási jelentőségével. Önálló tematikus térkép-kiadványok mindmáig csak a főkarsztvíztárolóról jelentek meg, a többi karszterület (Aggteleki-hg., Bükk-hg., Ny-i Mecsek, Villányi-hg.) vízszint- és nyomásviszonyairól csak kéziratosszerű feldolgozások vagy publikációs ábrák ismeretesek.

A Dunántúli-középhegység karsztvizeinek céltudatos hasznosítása évszázadokig a forrásokra korlátozódott, a barnaköszén-bányászat kényszerű karsztvíz-csapolásai, vízbetörései az 1860-as évektől kezdve okoztak egyre súlyosabb problémákat. A főkarsztvíztároló vízkészletének egységét, az egyes tárolórészek regionális összefüggését az egyre szaporodó tapasztalatok mellett is csak sok évtizeddel később ismerték fel. Az egyes bányák feltárási és mérési-észlelési adatai üzletpolitikai megfontolások miatt sem voltak korlátlanul elérhetők a hidrogeológiai kutatás számára. Magyarországon először **Szádeczky-Kardoss Elemér**. ([1941.](#), [1948.](#)) igazolta meggyőzően a triász főkarsztvíztároló **Grund**-féle egységes jellegét, megszerkesztve a nyíltkarsztos hegység részek első (igen vázlatos) vízszint-térképét is. Ő adott először reális képet a lokálisan előforduló **Katzer**-típusú fedőkarsztokról, „függő karsztforrásokról”; sőt a Hévízi-tó „fedett karszt-forrás” jellegének felismerése is neki köszönhető.

A II. világháború után – elsősorban a Dorog-Tokod környéki bányászati tapasztalatokra támaszkodva – **Kassai Ferenc** ([1948](#)) adott átfogó értékelést az addig végzett karsztvízföldtani kutatásokról, kiegészítve a térség fúrásaiban és bányavágataiban észlelt (hiteles) karsztvízszint-adatokkal, részletes hidrológiai vizsgálatokkal. Dunántúli „karsztvíz-térképe” viszont, amelyen a főkarsztvíz-szinteket néhány rétegvíz-adat segítségével a Mecsek-Villányi karszterületekkel is kapcsolatba hozta, ma már inkább csak kuriózumnak

tekinthető. Lényegében ugyanez állapítható meg Úrkút és Ajka környékének első „részletes karsztvíztérkép”-ről (**Kálmán Gy. – Pethó J. (1950)** is, amelyen a triász-júra főkarsztvíztárolóra vonatkozó Csékút-Padrag környéki vízszint-adatokat összeszerkesztették az Ajka-Csingervölgy és Úrkút környéki kréta-eocén függőkarsztok adataival.

A „széncsata” kezdeti időszakában készült bányavíz-védelmi prognózisok sorozatosan alábecsülték a vízmentesítésre fordítandó költségeket; a karsztosodottság feltételezett térbeli korlátaira hivatkozva ismételen a kényszerűen csapolandó bányavíz-hozamok csökkenésére számítottak. Ezzel szemben 1955-ig Dorogon háromszorosára ($70 \text{ m}^3/\text{min}$ -re), Tatabányán kétszeresére ($50 \text{ m}^3/\text{min}$ -re) növekedtek a bányavíz-emelések, Pilisszentivánnál $5 \text{ m}^3/\text{min}$, Ajkán pedig $20 \text{ m}^3/\text{min}$ körül állandósultak. 1948-tól a kincsesbányai bauxitbányában is megkezdődött a főkarsztvíz-csapolás, amely az 50-es évek közepén már meghaladta a $15 \text{ m}^3/\text{min}$ évi átlagos hozamot (Nyirád környékén ekkor még inkább csak fedővizeket csapoltak). Az évtized végéig további bányászati karsztvíz-csapolásokra került sor (Várpalotán 1950-től, Dudaron 1952-től, Úrkúton 1957-től, Balinkán, Oroszlányban és Halimbán 1958-tól), 1960-ban a bányavíz-emelések összesített átlagos hozama már meghaladta a $180 \text{ m}^3/\text{min}$ -t. A folyamatosan növekvő karsztvízveszély nemcsak a bányászat számára tette elengedhetlenné a karszthidrológiai ismeretek és az ezt megalapozó vízföldtani kutatások növelését, hanem – a bányászat növekvő mértékű vízgazdálkodási hatásai (forráshozam-csökkenések és a bányavizek élővízfolyásokba történő bevezetése) következtében – az 1952-ben megalakult Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetnek is egyik kiemelt feladatává vált.

A VITUKI akkori III/3. Karsztvíz- és Forráskutatási Osztálya **Dr. Kessler Hubert** vezetésével először kiépítette az Országos Forráskataszterbe sorolt réteg- és karsztforrások hozammérési hálózatát, bevezette az Országos Bányavíz Nyilvántartást, majd 1955-ben a Bakony és a Balaton-felvidék területén (két merőleges szelvény mentén), illetve Budapesten és néhány más jellemző ponton karsztvízszint-észlelő fúrásokat telepített a vízjárás tanulmányozására. (Korábban csak időszakosan végeztek vízszint-megfigyeléseket egyes bányáknál az erre alkalmas nyersanyagkutató mélyfúrásokban.)

A tudományos célú észlelőfúrások közül a Nemesvámos-1. és Veszprémfajs-1. jelűek mindmáig kiemelt jelentőségűek a zavartalan természetes állapotú vízjárás tanulmányozásában. A főkarsztvíztároló dinamikus-utánpótlódó vízkészletének megismerését

is jelentősen elősegítette **Kessler H.-nek (1954)** a Tettye-forrás adataira alapozott ún. „mértékadó csapadék-%-módszer”-e a karsztos beszivárgás számítására, lehetővé téve a konkrét vízmérleg-számításokat.

1958-59-ben megszűnt az óbudai Római-fürdő forrástavának túlfolyása és egyértelművé vált a tatai források folyamatos hozamcsökkenése. Az egyre növekvő mértékű bányászati karsztvíz-kivételek és a szaporodó bányakár-igények hatására a VITUKI újabb (óbaroki, tatai, vértesszőlősi és solymári) észlelőkútjaival megkezdte a depressziós hatások vizsgálatát is. Ugyanekkor kezdte meg a Magyar Alumíniumipari Tröszt és a Bauxitkutató V. Nyirád, Halimba, Iszkaszentgyörgy-Kincsesbánya, Fenyőfő és Bakonyszentkirály környéki észlelőhálózatának kiépítését, illetve a Dorogi, Tatabányai, Balinkai, Dudari szénbányák saját üzemi észlelőfúrásainak rendszeres észlelését, amit rövidesen a többi bányüzemnél is rendszeresítettek.

A szaporodó mérési adatok és a bővülő ismeretek hatására újabb karsztvízszint-térképeket is szerkesztettek a Bakony-hegységről (VIZI I.:1957), illetve a Dunántúli-középhegység egészéről (**Jaskó Sándor, 1959, Mike Károly, 1963**); ezek azonban még mindig túl sok szubjektív elemet tartalmaztak. Az első részletes bányüzemi karsztvízszint-térképeket **Gerber Pál (1961, 1964)** publikálta a Tatabányai-medencéről, szerkesztésükhöz kezdetben nem-egyidejű archív adatokat is felhasznált. A Bauxitkutató Vállalatnál viszont ekkor már megkezdtek az egyes bányák vízszint-adatainak havi, illetve negyedéves gyakoriságú, 1:25.000-es és 1:100 000-es térképi dokumentálását (**Hóriszt György, 1961**-től). Mivel vízszintészlelő fúrások nagyobb sűrűségben ekkor még csak a bányák körzetében, egyes rész-medencéknél, forrásküszöb-szintek pedig csak a hegységperemeken álltak rendelkezésre, a nyíltkarsztos hegység részek vízszint-eloszlásáról nem lehetett megbízható képet alkotni. A nagyobb területre terjedő vizsgálatoknál a szerkesztők extrapolációkra kényszerültek.

Léczfalvi Sándor erre a célra még egy közetmatematikai becslést is kidolgozott a Gerecse-hg. térségében 1962-ben). **Sárváry István (1965)** kéziratos Bakony-hegységi térképén még egyetlen, Szentgál-Herend környéki 290 mAf magasságú vízszint-maximum látható. Vízszint-és nyomásváltozási térképet Nyirád környékéről elsőként **Böcker Tivadar (1964)** publikált, később Dorog környékéről (**Lorberer Á., 1966**, diplomaterv), sőt a Dunántúli-középhegység egészéről (**Sárváry I.: 1968**-tól) is készültek depresszió-térképek.

1964-ben Nyirád-Nagytárkány térségében a Bakonyi Bauxitbányák V. megkezdte a fúrt aknás aktív vízszintsüllyesztést, vízemelése intenzíven növekedett (1965-ben 50, 1966-ban 110, 1967-ben 150 m³/min-re). A tárolórendszer bányavíz-emeléseinek összesített évi átlagos vízhozama 1968-ban meghaladta az 534 m³/min-t. Már a 60-as évek közepén nyilvánvalóvá vált, hogy a főkarsztvíztároló vízforgalmát olyan nagy volumenű mesterséges hatások érik a továbbiakban, amelyek csak a karsztvíz-földtani ismeretek és az észlelési adatok jelentős bővítésével ellenőrizhetők. Ezt a cél szolgálta a VITUKI-ban kidolgozott észlelő-hálózati terv ([Böcker Tivadar, – Müller Pál, 1967](#)), amely az addig kiépült üzemi észlelőhelyeket 82 db, szelvények mentén telepített, földtani-hidrogeológiai szempontból egyaránt jól dokumentált, vízügyi kezelésű új észlelőfúrással javasolta kiegészíteni, kidolgozva egyúttal az egységes észlelési, adatszolgáltatási-nyilvántartási és dokumentálási rendszert is. A karsztvízszint-észlelő alaphálózatot 1968-1972 között építették ki a Központi Földtani Hivatal, a Nehézipari Minisztérium és az Országos Vízügyi Hivatal finanszírozásával. Pénzügyi és egyéb korlátok miatt a kutatófúrások többségét a hegységperemi övezetekbe telepítették, a hegység részek központi részei (Keszthelyi-hg., Tési-fennsík, Magas-Gerecse, Budai-hegységi Nagy-Kopasz-hegy környéke) és a mélyebb süllyedékek továbbra is feltáratlanok maradtak. Elsőként az 1958. 1968. és 1969. január 1-i állapotokat rögzítő 1:100.000-es méretarányú térképlap-párok jelentek meg egy rövid ismertető leírással együtt ([Böcker T. et al., 1969](#)), majd 1977-ig a továbbiak, amelyeket később kicsinyített formában a vízrajzi és vízkészletgazdálkodási évkönyvek is közöltek.

A DNy-ÉK-i tájolású alaptérképeken a szürke nyomású felszíni domborzat mellett kék színnel feltüntették a felszíni vízfolyásokat és a forrásokat, a triász főkarsztvíztároló kőzetek kibúvás-foltjait lila, a kréta-eocén-miocén-pliopleisztocén „fedőkarsztok”-at pedig sárga színnel jelölték, egyéb földtani információt nem közöltek. Az egyes évek január 1-i vízállásait rögzítő mélykék felülnyomatú állapot-térképeken kezdettől fogva közöltek a koncentrált bányavíz-kivételek megelőző évi átlagos hozamait, majd később (1973-tól) egyes jellemző észlelőfúrások előző évi havi átlagos vízszint-diagramjait is. A Balaton-felvidéken szintvonal-eloszlást nem szerkesztettek, sőt figyelmen kívül hagyták a karsztforrások fakadási szintjeit és az egyre nagyobb számban létesülő egyedi víztermelő karsztkutak túlnyomó többségét, - részben adatszolgáltatások hiányában, részben pedig a termálkarsztvizes hévíz kutak vízszintjeinek átszámítási problémái következtében. A központi vízrajzi alap kutatások keretében készült – és a felhasználóknak térítésmentesen szolgáltatott – térképsorozat igen rövid idő alatt általánosan elterjedt, a területi vízgazdálkodási tervezés egyik alapja lett. A

VITUKI évente kiadott térképeitől függetlenül a Bakonyi és a Fejér Megyei Bauxitbányák, valamint a Bauxitkutató V. továbbra is készített negyedévenként 1:25.000-es, illetve évenként 1:100.000-es kéziratos karsztvízszint-térképeket. Az átnézetes BKV-térkép szerkesztéséhez a VITUKI által üzemeltetett, REPLIN-műszeres fúrások adatait is felhasználták. (Mebízás alapján a bauxitbányák műszeres észlelőfúrásait is a VITUKI III/3. Osztálya üzemeltette.) Az alaphálózat kézi észlelésű észlelőfúrásait naponta vagy heti 2 alkalommal mérték, a bauxit- és szénbányászati észlelő-kutaknál havi 2 ellenőrző mérés volt. A 60-as évek végén a főkarsztvíz-tárolóból mesterséges megcsapolásokkal kitermelt vízhozamok már meghaladták a tárolórendszer sokévi átlagos természetes utánpótlódását, s ez a minden korábbit felülmúló beavatkozás regionális méretekben is megváltoztatta a természetes vízforgalmi jellemzőket. A Dorog térségi bányavízemelések az 1967 évi, 133 m³/min-t meghaladó maximum után rohamosan csökkenni kezdtek az aknák sorozatos elfulladásáa következtében (csak passzív vízvédelmi módszereket alkalmaztak), 1976-ra már 20 m³/min-nél is kisebb hozamot csapoltak. A tatabányai vízemelések hozama 1974-ben érte el 150 m³/min-es maximumát, s ezt követően szintén mérséklődött, az ÉK-i tárolórészben néhány évig kisebb nyomás-regenerálódás, vízszint-emelkedés volt. Ezzel szemben a Nyirád térségi vízkivételek tovább növekedtek, maximális havi értékeik az 1978-1981. években 288-318 m³/min között ingadoztak. Kincsesbánya maximális évi átlagos vízemelését 1980-ban érte el 91,53 m³/min-el. A bányák koncentrált karsztvíz-kivételeinek nyomás-depressziói folyamatosan terjedtek, a 70-es évek elejére a karsztforrások többsége elapadt. A regionális észlelőhálózat kiépítése már több helyen „elkészt”: a hegységperemi-hegységközi süllyedékek nyomás alatti tároló-részeibe telepített észlelőfúrások (Szentgál-10., Csehbánya-12., Tarján-2., Páty-5., stb.) már kezdettől fogva folyamatos nyomáscsökkenést regisztráltak. A regionálisan összefüggő nyomás alatti tároló-részeket keresztül kommunikáló, egységes „nyomásdepresszió-háló” kezdett kialakulni és folyamatosan terjedt a peremek felé.

A természeti tényezőktől független „víztelenedés” jelenségére, a budapesti hévizek és a Hévízi-tó gyógyvíz-bázisainak veszélyeztetésére már a 70-es évek elején készült prognózisok felhívták a figyelmet (pl. [Sárváry I., 1971](#)), azonban a változatlanul fennálló ismerethiányok, illetve a karsztvízmérleg-vizsgálatok bizonytalanságai miatt a döntéseket érdemben nem befolyásolták. A közép- és É-dunántúli bányák vízgazdálkodási hatásairól az első részletesen dokumentált regionális értékeléshez ([Alföldi L. – Böcker T. – Schmieder A. – Szilágyi G. et al., 1976](#)) felhasználták a hálózati kutatás eredményeit, éves vízszint-differenciátérképekkel dokumentálták a változásokat (**Maucha László**) és az újabb ismeretek alapján rekonstruálták

a „zavartalan természetes állapot” valószínű sokévi átlagos vízszint-térképét (**Müller P.**). Az É-zalai medencerészek területén folyó kőolaj-kitermelés hatásait ekkor vizsgálták először részletesebben, - viszont kimaradtak a vizsgálatokból a Balaton-felvidéki és Duna-balparti tárolórészek, illetve a vízminőségi és geotermikus jellemzők.

A VITUKI karsztvízszint-térképeinek megújítására 1978-ban, a Budapest környéki hévízföldtani alap kutatások befejezése után, illetve a Hévízi-tó tágabb környezetének részletes kutatásával egyidejűleg került sor. Az addigi 2 db 1:100 000-es térképlapról egyetlen A1 formátumú, ÉD-i tájolású 1:200.000-es alaptérképre való áttérést az alábbi körülmények indokolták:

- az ország átnézetes geológiai alaptérképei is 1:200 000 méretarányúak;
- egyetlen lapon a főkarsztvíztároló nyomásviszonyai könnyebben áttekinthetőek, sőt az észlelőhálózat sűrűsége sem indokolta az 1:100 000-es léptékű dokumentálást;
- kartográfiai szempontból sem volt szerencsés megoldás, hogy addig a kézirat és a nyomdai térképek azonos léptékben készültek.

A „hivatalos használatra” minősített (tehát torzított) topográfiai alaptérképen a többszínnyomású karsztos és vulkáni képződmények kibúvás-foltjain kívül a tektonikai elemeket, köztük (piros színnel kiemelve) a légi- és űrfelvétel-interpretációval (**Rádai Ödön**) lokalizált neotektonikus szerkezeti vonalakat, lila színnel pedig a főkarsztvíztároló képződmények felszín alatti elterjedési határvonalait is feltüntettük. 1987-ig az alapnyomaton „a főkarsztvíz rekonstruált felszínének és piezometrikus nyomásának szintvonalai (a bányavíz-kitermelést megelőző időszakban)” is szerepeltek. Ezeket azért hagytuk el, mert erősen zavarták a térkép áttekinthetőségét, - azon kívül, hogy néhány év múlva, az újabb ismeretek következtében el is avultak.

A rendelkezésre álló kisebb felülnyomási felület miatt el kellett hagynunk az egyes fúrások feliratait, a jellemző vízjárású észlelőhelyeknek a tárgyéveket megelőző havi átlagos vízállás-diagramjai is a laphatáron kívülre kerültek. A tárolóközetek vízvezetőképességét és hőmérsékleti jellemzőit szemléltető 1:1.000-000 léptékű melléktérkép szintén a felülnyomáshoz tartozik, így adatait és izotermáit több alkalommal is javítani, pontosítani lehetett. Az új formátumú karsztvízszint-térképek szerkesztésénél fokozatosan ki tudtuk küszöbölni a korábbi változatok hiányosságait.

A termálkarsztvizes hévízkutak adatait az ún. geotermikus állapotú vízoszlop-szintekre ([Liebe P., – Lorberer Á., 1978.](#)) átszámítva tudjuk az észlelőfúrások szint-adataival összhangba hozni. (Így az összes észlelőfúrásban a vízoszlop vertikális hőmérséklet-eloszlása megegyezik a környező kőzetek hőmérséklet-eloszlásával). A karsztvízszint-izohipszák szerkesztésénél a termelőkutak ellenőrző vízszint-mérési adatait és a források túlfolyószintjeit is figyelembe vesszük. A térképek kézirati változatait stereo-vetületű 1:100 000-es térképlapokon szerkesztjük; a jobban feltárt, nagyobb fúrás-sűrűségű vagy bonyolultabb földtani felépítésű részekről (Keszthelyi-hg., Balaton-felvidék, Sümeg-Nyirád-Halimba-Tapolca, Veszprém, Zirc-Fenyőfő-Bakonyoszlop, Várpalota-Kincsesbánya, Dorog, Tatabánya és Budapest környéke) 1:50-000-es és 1:25-000-es kivágat-térképek is készülnek, amelyeket optikai úton kicsinyítve illesztünk az áttekintő térkép megfelelő helyére. A koordináta-helyes kéziratot térképet szintén kicsinyítve visszük át a nyomdai alaptérképre, amelynek torzításai az észlelési pontok kisebb-nagyobb eltolódását okozzák a végleges változaton; - ennek ellenére a vízszint-eloszlás jól illeszkedik a hegységek szerkezeti-morfológiai adottságaihoz. Az észlelőhálózat és az alaptérkép adottságai mindmáig nem tették lehetővé a térképszerkesztés gépesítését (az adathiányos körzetekben nem kerülhető el az extrapoláció), - de egy újabb (digitális) alaptérkép alkalmazásával lehetővé válna az észlelési adatok gépi felrakása, sőt a jobban feltárt körzetekben az előzetes szintvonal-kiosztás is.

1979-82. között az ÉK-dunántúli („eocén-programos”) új szénbányák létesítésével kapcsolatban került sor újabb észlelőhálózat-bővítésre a VITUKI ([Lorberer Á.](#)) tervei alapján és irányításával, ismét közös KFH-OVH-NIM/TSzV finanszírozás mellett. A 28 db, zömében 500 m-nél nagyobb mélységű alapfúrás szerkezeti-földtani és karsztvíz-földtani vonatkozásban egyaránt jelentősen bővítette ismereteinket. Az ekkor létesült termálkarsztvizes észlelőfúrások (Diósd-1., Erzsébet-tér, stb.) mérési adatsorai közvetlenül igazolták a „geotermikus állapotra redukált” vízszintek használatának jogosságát. A Hévíz környékén 1978-81 között létesített kisebb mélységű fúrásokkal egyezően a részletes hidrodinamikai vizsgálatok keretében mindegyik fúrásnál sor került izotópos vízkor-meghatározásokra is. 3-4 éves késéssel a Nagyegyháza-Mány környéki tárolórészek karsztvízszint-változásai is ellenőrizhetővé váltak a bányák környékén észlelésbe vont, kb. 40 db nyersanyagkutató fúrással, - de közben egyre nagyobb számban „száradtak le” a hegységperemi körzetekben 1968-72 között létesült kismélységű törzshálózati észlelőfúrások. Ezek továbbmélyítését vagy pótlását központi forrásokból egyre ritkábban lehetett biztosítani.

A korábban művelt bányák körül kiépült üzemi észlelőhálózatok tönkrement fúrásait sem pótolták, így a térképek pontosságának lokális növekedésével egyidejűleg más területeken komoly információhiányok is keletkeztek. A főkarsztvíztárolóban 1971-1981 között bekövetkezett állapotváltozások dokumentálása és összefoglaló értékelése az 1981. január 1.-i állapotú karsztvízszint-térkép hátnyomataként jelent meg ([Böcker T. – Lorberer Á. – Maucha L. et al. : 1981](#)).

A 80-as évtizednek a főkarsztvíztárolóra vonatkozó hidrogeológiai kutatásait elsősorban a budapesti termálkarszt és a Hévízi tóforrás gyógyvízkészlet-védelmi követelményei határozták meg. 1983-tól 1992-ig évente részletes vízmérleg-vizsgálatokat és állapotértékeléseket készítettünk a tároló-rendszerrel ([Lorberer Á. et al.](#)). Ezek a tárgyév január 1-i karsztvízszint-térkép 1:100 000-es kézirati változatán kívül a megelőző évben bekövetkezett vízszint- és víznyomásváltozások depresszió-térképét és a vízszintészlelő fúrások vízjárás-diagramjait is tartalmazták (néhány évig a havi átlagok grafikus feldolgozásával, majd később SHATIR rendszerű számítógépi nyomtatással). Táblázatos formában mellékeljük a karsztos beszivárgás, a karsztvíz-kitermelések és a tározott-készlet változások adatait is. 1986-ig hasonló tartalommal az ALUTERV-FKI (**Böcker T. – Hegyiné Hoványi K.**) is készített állapotértékelő jelentéseket és éves vízmérleg-vizsgálatokat. Igen sok, eltérő részletességű és más-más modellre, illetve bányavíz-prognózisra alapozott előrejelzés is készült ebben az időszakban a Hévíz-Nyirád és a Nagyegyháza-Budapest környéki tárolórészekre, miközben az új „eocén-bányák” vízemelései 5 év alatt 20 m³/min-ről 200 m³/min-re növekedtek, a nyirádi bauxitbányáknál pedig 1985-től 235 m³/min-re sikerült mérsékelni a vízelvonást. Várpalotán a vízemelések 1986-ig növekedtek (az 1980 évi 20 m³/min-ről 45 m³/min-re), majd ezt követően 15 m³/min alá csökkentek.

1986-ban került sor a főkarsztvíztároló újabb regionális karsztvízföldtani reambulációjára és vízkészlet-gazdálkodási értékelésére ([Lorberer Á. – Gözl B. – Kovács Gy. – Neppel F. – Rádai Ö. et al., 1986](#).) Ennek keretében, az újabb adatok és ismeretek birtokában készítettük el a tárolórendszer 1950., 1960., 1965. január 1-i állapotú vízszint-térképeit, illetve szerkesztettük újra az 1970. és 1975 évi 1:100 000-es karsztvízszint-térképeket és vizsgáltuk a köztes időszakok vízszint- és nyomásváltozásait. A javított vízszint-térképek nyomdai kiadására nem volt lehetőségünk, csak a melléktérkép izoterma-vonalainak javításánál tudtuk figyelembe venni az ekkor készült 1:100 000-es geotermikus térképváltozat adatait. A kutatási eredmények biztosították a VITUKI szimulációs modelljének alapadat-bázisait.

1986-87. után, a szén- és bauxitbányák sorozatos bezárása következtében a vízemelések látványosan lecsökkentek (Tatabánya-Mány környékén és Nyirádon 50 m³/min, Kincsesbányán 70 m³/min évi átlagos érték alá), lényegében csak az ivóvíz célú bányabeli karsztvíz-csapolások állandósultak. A depressziós centrumokban megkezdődött a nyomásemelkedés, de a peremi övezetekben a késleltetés miatt még folytatódtak a vízszint-süllyedések. A Hévízi tóforrás hozama 1988 júniusában érte el 282 l/s-os minimális értékét. Az Esztergom melletti Lencsehegy-II bányaiüzem vízemelése kisebb mértékben növekedett (9 m³/min-ről 35 m³/min-re) egy nagyobb vízbetörés következtében. Az évtized végén került sor a főkarsztvíztároló újabb kiegészítő feltáró-kutatására és az észlelőhálózat kisebb bővítésére Esztergom-Nyergesújfalu-Lábatlan-Dunaalmás térségében. A tervezett nagymarosi vízlépcső környezeti hatásaival kapcsolatos, 1987-ben megkezdett és 1989 májusában leállított kutatás lokalizálta a Duna folyammal kommunikáló körzeteket, számítógépi szimulációval meghatározta a duzzasztás esetén várható többlet-átszivárgások mértékét, de csak 4 db triász főkarsztvíz-észlelő és 2 db eocén fedőkarszt-megfigyelő fúrás befejezésére és kiképzésére biztosított lehetőséget.

A 90-es évek elején a karszt-hidrogeológiai kutatások többsége a bányavízművek (Nyirád-Izamajor, Kincsesbánya-Rákhegy-II, Tatabánya-XIV/a és XV/c vízaknák, Tokod-IV/c és Ágnes ereszkék) vízminőségi védőidomainak kijelölésére irányult, amelyeknél már rutinszerűen alkalmaztuk a lokális szimulációs és transzportmodellezést. Az éves értékelő jelentések sem szakadtak ekkor még meg, eredményeikre támaszkodva egy újabb hátnyomati kiadványt is terveztünk 1991-ben, de ez végül nem valósult meg. (Az ekkor készült, 1:400-000-es léptékű 20 éves (1970-1990 közötti) differencia-térkép végül kicsinyített formában Magyarország Atlaszában jelent meg 1999-ben.) Abban az évben a főkarsztvíztároló összesített vízforgalma már nem érte el a természetes állapot sokévi átlagát, de a tárgyévi beszivárgásokat még meghaladta, így a nyomás-regenerálódás csak 1992-től vált általánossá.

Egy PHARE-program keretében folytatódott a még 1987-ben megkezdett komplex környezetvédelmi kutatás a Rózsadomb – Lukács-fürdő térségében, amelynek során 1992-ben 3 nagyobb mélységű észlelőfúrást is telepítettek; ezek vízföldtani-hidrodinamikai vizsgálatai azonban hiányosak maradtak, sőt az észlelőhálózatba sem voltak eddig besorolhatók. (Észlelésük 1994-ben abbamaradt, azóta állaguk leromlott.)

1992 után egy ideig csak a vízrajzi (törzshálózati) észleléseket lehetett fenntartani, állapot-értékelésre és karsztvízszint-térkép szerkesztésére csak 1995-ben kaptunk újabb megbízást. Ez csak 2 db térkép elkészítését tette lehetővé, így a tárgyévi térképlap mellett utólag csak a már korábban megkezdett 1993. évi térkép-változatot adhattuk ki. Ezek a térképlapok külső felhasználók részére már térítéskötelesek, csak a finanszírozó és a területileg illetékes vízügyi és környezetvédelmi hatóságok és néhány adatszolgáltató-együttműködő társintézmény kaphatja meg hivatalból.

A korábbi bányavállalatok felszámolásával összefüggésben, 1995-ben a bányák üzemi észlelőhálózatait is sorra megszüntették. Az újabb bányavállalkozóktól adatokhoz még a hatóságok, a területileg illetékes VIZIG-ek is egyre nehezebben juthatnak, ha azok szolgáltatása nincs előírva számukra. A vízrajzi szolgálat a korábbi, bányászati kezelésű észlelőfúrások közül néhány kiemelten fontos mérőhelyet tudott csak átvenni saját törzshálózatába, egyes MAT-BKV-fúrásokat pedig a MÁFI Vízföldtani Osztálya vont észlelésbe, a többi fúrásban viszont megszűntek a mérések. Így az 1995 január 1-i állapotú karsztvízszint-térkép lett az utolsó, amelynek pontossága még többé-kevésbé azonos a megelőző években kiadott állapot-térképekével.

Újabb térkép kiadására és a legutóbbi állapot-értékelő jelentés elkészítésére 2 évvel később kerülhetett sor a KDT-VIZIG vezetőinek kezdeményezésére ([Lorberer Á. et al., 1997](#)). 1995-ben és 1966-ban a koncentrált karsztvíz-kivételek összesített átlagos hozama már alig haladta meg a 175 m³/min-t, a Hévízi-tó hozama viszont elérte a 404 l/s értéket. A rákövetkező év ismét kimaradt, de 1999-ben a tárgyévi térképen kívül az 1998. január 1.-i állapotú térkép-változatot is elkészíthettük, - annak árán, hogy a szöveges értékelő jelentésre időnk sem maradt, de anyagi fedezetet sem lehetett rá biztosítani. 1998-ban a koncentrált vízkivételek összesített átlagos hozama már csak 157 m³/min volt, a Hévízi-tó hozama ismét 404 l/min lett.

A bányászati észlelések megszűnése következtében fokozódott a karsztvízművek üzemi adatszolgáltatásainak jelentősége. A 90-es évek elején az adatszolgáltatási fegyelem a vízművek „spontán decentralizációja”, tulajdonos-változásai következtében drasztikusan lecsökkent, az évtized végére viszont javult az üzemi ellenőrző mérések megbízhatósága. Egyes körzetekben (pl. a Balaton-felvidéken és a Gerecse térségében) a központi forrásokból finanszírozott vízbázis-diagnosztikai munkálatok során létesített monitoring-fúrások

jelentősen javították a helyi megkutatottságot, adataik révén a karsztvízszint-térkép pontossága is növekedett. Ezeknek az újabb észlelőfúrásoknak a jövőbeni üzemeltetése azonban kétséges, mert még egyetlen befejezett védőidom-vizsgálat helyszínéről sem érkezett a vízrajzi szolgálathoz karsztvízszint-adatszolgáltatás...

A főkarsztvíztároló „állapotellenőrzése” 2 éve ismét a törzshálózati mérések folytatására és az üzemi adatszolgáltatások gyűjtésére, valamint gépi adatrögzítésére korlátozódik, - súlyosbítva az eddigi HAFTER rendszerű adatáramlásról az újabb ISO –MAB rendszerre történő átállás nehézségeivel. Az aktuális karsztvízszint-térképek nemcsak az operatív vízgazdálkodási feladatokhoz nyújtanak segítséget, de a különféle számítógépi szimulációs előrejelzések ellenőrzéséhez, hitelesítéséhez is szükségesek. Kétségtelen hátrányuk, hogy a karsztrendszerben lejátszódó felszín alatti mozgás-folyamatokról csak a hideg-karsztos körzetekben nyújtanak közvetlenül áttekinthető képet, a hegységperemi termális források előtéri süllyedékeiben (Hévíztől Ny-ra, Sümegtől ÉNy-ra és Budapesttől K-re) ún. „konvekciós depressziók” jelentkeznek. Ezekből a látszólag minimális nyomású körzetekből azonban a hévizek a geotermikus-, vízkémiai- és izotóp-hidrológiai vizsgálatokkal bizonyíthatóan - eljutnak a források szintjéig (a vízfajsúly-különbségből származó „hólift” szerepe leginkább egy különleges vízszugár-szivattyúhoz hasonlítható, - mint ezt **Liebe P. (1976)** megfogalmazta). Többfázisú és háromdimenziós termodinamikai transzportmodellezéssel a termálkarszt-rendszerek is elég megbízhatóan leírhatók lennének, - ehhez azonban a jelenlegi megkutatottságnak a többszörösére lenne szükség.

Irodalom

Alföldi L.,-Böcker T.,-Schmieder A.,-Szilágyi G., et.al. (1976):

A Dunántúli-középhegység vízföldtani adottságainak értékelése, a működő és a barnaszénre telepítendő bányák vízelvonásából származó környezeti hatások vizsgálata – *BKIBányavízvédelmi Osztály-VITUKI III/3. Karsztvízkutató Osztály közös kutatási jelentése, Témaszám: 13-9/75.(Kézirat).*

Böcker T. (1965):

A nyirádi bauxit-előfordulás vízföldtani viszonyai - *Bányászati és Kohászati Lapok* XCVIII.évf./1.f. p.25-35; 2.f.pp. 99-117.

Böcker T. et al. (1969):

Dunántúli Középhegység karsztvízszint térképe. - *OVH-VITUKI-VIZDOK kiadása, Budapest, p. 6.*

Böcker T.,-Liebe P.,-Lorberer Á.,-Szilágyi G. (1986):

A Dunántúli-középhegység főkarsztvíz-tárolójában és a kapcsolódó vízrendszerekben bekövetkezett változások. - *Földtani Kutatás XXIX.évf./4.sz. pp. 85-90.*

Böcker T.,-Lorberer Á.,-Maucha L., et al. (1981):

A karsztvízszintek és a bányavíz kivételek sokévi változása a Dunántúli-középhegységben (Az 1981 évi karsztvízszint-térkép hátnyomata, magyarázó szöveggel.) - *VITUKI I.Vízrajzi Intézet és Kartográfiai V. kiadása, Budapest.*

Böcker T.,-Müller P.(1967): A Dunántúli Magyar Középhegység karsztvíz-megfigyelő hálózatának terve. – *Beszámoló a VITUKI 1965. évi munkájáról.*

Gerber P. (1961):

A tatabányai barnaköszénmedence karsztvíztérképe. - *Hidrológiai Tájékoztató 1961. március hó pp. 20-22.*

Gerber P. (1964):

A karsztvíztükör változása a tatabányai medencében (1960. szeptemberi állapotú karsztvízszint-térképpel.) - *Műszaki élet Tatabányán 3.sz. pp.-25-29.*

Hóriszt Gy. (1963):

A nyirádi bauxitterület vízvédelmének kialakításához szükséges vízföldtani megfigyelések értékelése. - *IV. Bányavízvédelmi Konferencia, Tatabánya anyaga pp.208-214.*

Hóriszt Gy. (1979):

A Dunántúli-középhegység karsztvízszint-térképe (mBf) M = 1:100 000
– *Felülnyomat a DMK bauxitföldtani térképén BKV-MÁFI kiadása, Budapest.*

Jaskó S. (1959):

A földtani felépítés és a karsztvíz elterjedésének kapcsolata a Dunántúli Középhegységben. - *Hidrológiai Közöny XXXIX.évf. pp. 289-297.*

- Kassai F. (1948):
Paleogén szénbányászatunk, a karsztvíz és a védekezés módjai. - *Hidrológiai Közlöny XXVIII.évf./1-4.sz. pp. 4-48.*
- Kálmán G., – Pethő J. (1950):
Úrkút és Ajka környékének részletes karsztvíztérképei. - *Hidrológiai Közlöny XXX.évf. pp. 175-179.*
- Kessler H. (1954):
Az országos forrásnyilvántartás. - *VITUKI kiadása, Budapest.*
- Liebe P.,-Lorberer Á. (1978):
Az áramlási és hőmérsékleti viszonyok összefüggésének vizsgálata karsztos hévíztárolók esetében. - *In: Beszámoló a VITUKI 1975 évi munkájáról – VITUKI Közlemények-Proceedings 3.sz. pp. 162-175.*
- Lorberer, Á. (1989):
Representation of karst-hydrogeological maps of the Hungarian Transdanubian Central Range. - *UIS 10th International Congress of Speleology, 13-20. August, Budapest,- Poster-exhibitional Session, VITUKI Research Centre for Water Resources Development p. 3.*
- Lorberer Á. et al. (1978-1999):
A Dunántúli-középhegység karsztvízszint-térképei (mBf) M = 1:200 000 (Hiányzó évek: 1994., 1996., 2000.) VITUKI Rt. Hidrológiai Intézete – *Topographia Kft (és jogelődök) kiadása, Budapest.*
- Lorberer Á. et al (1983-1992):
A DMK-val kapcsolatos feltárás és értékelés – *Éves értékelő jelentések a főkarsztvíz-tárolóban észlelt állapotváltozásokról VITUKI Rt. Hidrológiai Intézet kutatási jelentései (Kéziratok, 1:100 000-es karsztvízszint-térképekkel, vízjárás-diagramokkal és vízmérleg-táblázatokkal)*
- Lorberer Á. et al. (1997):
A karsztvízszint és a karsztvízháztartás elemzése a Dunántúli-középhegységben
- *VITUKI Rt. Hidrológiai Intézet kutatási jelentése, Témaszám:714/1/4074-1. (Kézirat)*
- Lorberer Á.,-Göldz B.,-Kovács Gy.,-Neppel F.,-Rádai Ö. et al. (1986):
A Dunántúli-középhegység karsztvíz-földtani és vízgazdálkodási helyzetfelmérése és döntés-előkészítő értékelése. - *VITUKI Vízirajzi Intézet kutatási jelentése. Témaszám:7611/1/62. (Kézirat)*
- Mike K. (1963):
A Dunántúli Középhegység főkarsztvízszintje és annak alakulását befolyásoló tényezők. - *Bányászati Kutató Intézet Közleményei VIII.kötet, pp. 63-73.*
- Müller P.,-Sárváry I. et al. (1969-1977):
A Dunántúli-középhegység karsztvízszint-térképei (mAf) M = 1:100 000 (Az 1958-as és 1968-as lapokkal kiegészítve) VITUKI – *Kartográfiai V. kiadása, Budapest.*

Sárváry I. (1968):

A karsztvízszint változása a Dunántúli-középhegységben 1960-1967-ig - *Hidrológiai Tájékoztató* 1968. június hó pp 86-87.

Sárváry I. (1971):

A természeti tényezőktől független karsztvízszint-süllyedés a Dunántúli Középhegységben. - *Hidrológiai Közlöny* LI. évf./10.sz. pp. 429-437.

Szádecky-Kardoss E. (1941):

A Dunántúli Középhegység karsztvizeinek néhány problémájáról. - *Hidrológiai Közlöny* XXI. évf. pp .67-92.

Szádecky-Kardoss E. (1948):

A Dunántúli Középhegység karsztvíz térképe. - *Hidrológiai Közlöny* XXVIII. évf./1-4.sz. pp. 2-3.

Vizi I. (1957):

A Bakony karsztvíztérképe M = 1:200 000 - *Bányászati Kutató Intézet kutatási jelentése (kézirat)*.