

A VITUKI TEVÉKENYSÉGE A KARSZTVIZEK TERÜLETÉN AZ UTÓBBI KÉT ÉVTIZEDBEN

Liebe Pál

Bevezetés

A magyar karsztvízkutatás jelentős fejlődést mutató, **Kessler Hubert** nevével fémjelzett időszakáról, amelynek nagy része a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI) Karsztvízkutatási Osztályának munkájához kapcsolódott **Rádai Ödön** és **Sárváry István** tanulmánya számol be. A VITUKI, illetve a Karsztvízkutatási Osztály a 60-70-es években **Böcker Tivadar** vezetésével további jelentős eredményeket ért el, amelyekről az **Böcker T.** tanulmánya ad összefoglaló ismertetést. Az utóbbi két évtizedben a VITUKI-ban már nem működött önálló karsztvízkutatási osztály, de a Vízrajzi Intézet Felszín alatti vizek Osztályán, majd a Hidrológiai Intézetben folytatódott az elődök által elért jelentős eredményekre alapozott munka, elsősorban **Ágotai György**, **Csepregi András**, **Izápy Gábor**, **Lorberer Árpád**, **Maucha László** és **Sárváry István** munkássága keretében. Ezekben a munkákban magam is részt vettem, főként koordinációs szerepkörben, a komplex vízgazdálkodásba integrált szemléletet követve, főként pedig a hideg és meleg karsztvízkészletek összefüggéseit vizsgálva ([Alföldi L.-Deák J.-Liebe P.-Lorberer Á., 1980](#); [Liebe P.-Lorberer Á., 1981](#)).

A karsztvizekre irányuló monitoring fejlesztése

Az ország vízrajzi észlelőhálózatának üzemeltetése az elmúlt három évtizedben fokozatosan a vízügyi igazgatóságokhoz került a VITUKI-tól a decentralizálás jegyében. Az utóbbi húsz évben a karsztvízszint és forrásészlelő hálózat esetében is csak a központi vízrajzi feladatokat látta el a VITUKI: az észlelések szakfelügyeletét, az adatok gyűjtését és ellenőrzését, a Központi Vízrajzi Adattár működtetését és az adatok megjelentetését a Vízrajzi Évkönyvben. (Ez ma már valamennyi törzsállomás adatát tartalmazza, s CD-melléklettel jelenik meg, amely a MÁFI vízmegfigyelő hálózatának adatait is tartalmazza.) Az újonnan épített karsztkutak vízföldtani naplói a többi mélyfúrású kútéval együtt a VITUKI-ban készültek, az adatok megtalálhatók az Országos Kútkataszterben.

A karsztvízszint-észlelő törzshálózat – amely jelenleg 247 figyelőkútból áll - az utóbbi két évtizedben nem mutatott jelentős számszerű növekedést: a karsztvízszint-észlelések lényegében a **Kessler H.** és **Böcker T.** munkásságának időszakában kiépített hálózaton folytak. Kiseb változásokat jelentett a bányabezárások időszaka, amikor a lokális bányászati célú figyelőkutak egy része a vízügyi kezelésű törzshálózatba került. Jelentősebb változás a forrásmérések területén történt: a **Kessler H.** korában nagy számú forrásra kiterjesztett hálózat a 80-as évekre gyakorlatilag megszűnt, s ennek nem csak a karsztforrások elapadása volt az oka. A hálózatot szűkebb keretek között a 80-as években szerveztük újra. Jelentős lépés volt a 80-as években a Hévízi-tó pontosabb hozammérésének megoldása műszeres regisztrálással. A 90-es évek második felében a VITUKI Rt. Hidrológiai Intézete készítette a Forráskataszter köteteit, amely 4200 forrás adatait és térképeit tartalmazza, miközben a forrásmérő törzshálózatban csak 31 karsztforrás szerepel.

A bányavíz kivételek hozamának mérése többé-kevésbé megbízhatóan ebben az időszakban is megoldott volt. A vízművek üzemi adatszolgáltatásának országos megszervezése és nyilvántartása a 80-as évektől egyre több információt adott a vízkivételek mennyiségéről, de mindig probléma maradt a vízművekbe foglalt források túlfolyó hozamának mérése. A VITUKI Rt. Hidrológiai Intézete által szerkesztett Vízbázis Atlasz térinformatikával összekapcsolt adatállományai a 90-es évek elejétől a karsztvízbázisok és objektumaik főbb adatait, engedélyezett és tényleges termelésüket is tartalmazzák.

A 80-as években épült ki az országban a felszín alatti vízminőségi törzshálózat. A mintegy 600, főleg üzemelő kutakból és forrásokból álló hálózat mintegy 20 %-a a karsztvizek minőségét észleli. Sajnos a vízműkutak és források bevonása a hálózatba azzal a hátránnyal járt, hogy az egyes állomásokon a rendszeres hozammérés nem garantált, sok helyen megszakadt vagy hiányos. A karsztvizek minőségére vonatkozó képet a kutak építéskori, valamint – főleg a legutóbbi években végzett – expedíciószerű felmérések adatai is segítettek megrajzolni. Ezen kívül kijelölt mintaterületeken (Jósvafő, Bükk hegység, Veszprém) is folytak hosszabb-rövidebb idejű vízminőség vizsgálatok ([Izápy G., 1994](#); [Izápy G.-Maucha L., 2000](#)). Az utóbbi két évtizedben vízfestéssel történő nyomjelzés kevés történt, de folytatódtak a környezeti izotóp vizsgálatok, amelyek adataiból a vizek korára, felszín alatti tartózkodási idejére lehetett következtetni.

A magyarországi karsztterületeken végzett vizsgálatok áttekintése

A karszthidrológiai vizsgálatok súlypontja a 80-as években a *Dunántúli középhegységre* tevődött át, ahol a nagyarányú bányászati víztelenítések által okozott karsztvízszint-süllyedés megfigyelését és értékelését a 70-es években kialakított, s **Böcker T.** tanulmányában ismertetett karsztvízszint-észlelő kúthálózat tette lehetővé. Ebben az időszakban már rendszeresen készültek a karsztvízszint térképek, s az ezekhez kapcsolódó állapotértékelések, amelyekről **Lorberer Á.** külön tanulmánya számol be. A térség feszített vízgazdálkodási helyzete indokolta, az országos átlagnál nagyobb feltártság tette lehetővé, hogy a karsztvízszint változásokat, illetve a főkarsztvíztároló vízforgalmát számítógépi modellekkel kövessék, értékeljék, illetve előre jelezzék. Ez a – Bányászati Kutató Intézetben, az ALUTERV FKI-ban és a VITUKI-nál végzett - modellezés a számítástechnika akkori lehetőségei között nagy teljesítményt jelentett. A VITUKI-ban 1987-ben készült el a főkarsztvíztároló nempermanens hidraulikai modellje, amelyet **Csepregi A.** tanulmánya tárgyal. Az említett tanulmányok bemutatják a Dunántúli-középhegység főkarsztvíztárolójának a bányászati víztelenítések miatt már a 60-as évektől kezdődő túligénybevételét, amely a 80-as években érte el a maximumát, majd a 90-es évek elején történt bányabezárások és bányászati vízkivétel-csökkenések következtében megszűnt, de a kialakult depresszió visszatöltődésének folyamata még évtizedekig elnyúlik. A Balaton-felvidék karsztvízkészletének felülvizsgálatára is sor került ebben az időszakban (**Maucha L., 1991**). Az egykor nagy hozamú hideg és langyos karsztforrások elapadása már a kezdeti időszakban megtörtént, s ez után a figyelem elsősorban a veszélyeztetett Hévízi tóforrásra és a budapesti termálkarsztra irányult

A *Hévízi-tóval* a 70-es években végzett elővizsgálatok (**Liebe P., 1979; Böcker T.-Liebe P.-Lorberer Á.-Maucha L.-Székely F., 1980**), tervek alapján a megkezdett vizsgálatok (ezekről **Böcker T.** tanulmánya számol be) a 80-as években nagy arányú munkálatokkal folytatódtak a Bakonyi Bauxitbánya Vállalat, a Hévízi Gyógyfürdő Kórház és a vízügyi hatóságok támogatásával, az ALUTERV FKI, az AMPHORA Búvár Klub, a VITUKI és más intézmények részvételével (**Böcker T.-Liebe P.-Lorberer Á.-Szilágyi G., 1986**). A tó forrásbarlangjában és a tóban végzett nagy számú áramlás-vizsgálat, hőmérséklet- és vízminőség-mérés, a tó vízszintjének és a tóból kilépő vízhozam egyre pontosabb regisztrálásának megoldása jelentősen bővítette a korábbi ismereteket, s ehhez járult a tó környékén kialakított lokális észlelőkúthálózat (**Liebe P.-Rádai Ö., 1985; Böcker T.-Liebe P.-Hóriszt Gy., 1986**). A sokoldalú

vizsgálatok, a nagytömegű információ ellenére heves szakmai viták dúltak a tó vízhozamcsökkenésének okairól, a bányászati vízkiemelések, a helyi, tókörményeki vízkivételek és a csapadékhiányos időszakban lecsökkent beszivárgás hozamcsökkentő hatásának arányairól. Felmerült a Keszthelyi hegység É-i részén található Zalaszántói tározóban elszivárgó víz készletnövelő hatásának fokozása, illetve a mesterséges dúsítás ötlete is ([Csepregi A.-Izápy G.-Sárváry I., 1990](#)). Kétségtelen, hogy a 90-es évek elején történt bányabezárások után a tó vízhozama növekedni kezdett, de ez a folyamat még évtizedekig eltarthat. Az alkalmazott vízföldtani modell ma már alkalmas arra, hogy a környezetben tervezett vízkivételek hozamcsökkentő hatását kiszámítsuk, viszont bizonytalan a megengedhető hozamcsökkenés mértéke. A szakemberek szerint az eredeti állapotában 500-600 l/s körüli, a 80-as évek kritikus időszakában 300 l/s alá csökkent hozam még elfogadható mértéke a 450 l/s lenne, mivel ebben az állapotban a tó termális konvekciós áramlásai és vízminősége még nem mutattak károsodást, azonban ennek megbízható vizsgálata nem történt meg. A MÁFI-val az utóbbi években közösen végzett, a tóforrás védőidomára és mennyiségi védőövezeteinek meghatározására vonatkozó vizsgálatok szerint újabb vízkivételek csak a további hozamnövekedés függvényében, fokozatosan engedhetők meg oly mértékben, hogy a tónál távlatban se okozzanak nagyobb vízhozam csökkentő hatást 50 l/s-nél.

A *budapesti termálkarsztra* vonatkozó, **Papp Ferenc (1937, 1962)** által feldolgozott, és a Fővárosi Fürdőigazgatóságnál összegyűlt, a „*Budapest hévizei*” című, a VITUKI által kiadott (**Alföldi et.al., 1967**) kötetben szereplő információk az utóbbi két évtizedben elsősorban az üzemi mérések adataival bővültek, de hiányzott egy újabb állapotfelvétel, amely magában foglalta volna a távolabbi környezetet is. A hiányosságok pótlására nagyszabású tervek készültek, de ezekből csak nagyon kevés valósult meg. A PHARE támogatással a Rózsadomb környékén végzett kutatásaink ([Izápy G.-Maucha L.-Sárváry I., 1993](#); [Maucha L., 1993](#)) alapvetően a Lukács-Császári fürdő környékén langyos és meleg karsztvíz-előfordulásokra vonatkozó ismeretek bővítését célozták, s elsősorban a Rózsadomb barlangrendszerén keresztül történő beszivárgás, illetve szennyeződés lehetőségeinek tisztázására irányultak. A budapesti termálkarszt veszélyeztetettsége a 80-as években az eocén programban szereplő nagyegyházi-mányi bányák megnyitásával növekedett. A forráskörzetben a karsztvízszintek, illetve nyomások csökkenésének folytatódása a Duna vízszintje alá azt a veszélyt vetítette előre, hogy a szökevényforrások járatain, illetve az alluviális durvaszemű rétegeken keresztül a felszíni, felszínközeli - rosszabb minőségű, többségében szennyezett – víz a termálkarsztvízhez

keveredve szennyezi, illetve lehűti azt. A lehűlés a termális cirkulációs rendszer visszafordíthatatlan károsodását is jelenthette volna: megszűnt volna az a felhajtó erő, amit a melegebb, kisebb sűrűségű víz képvisel a hidegebbhez képest. Már korábban is problémát okozott a melegebb tároló túlterhelése miatt a langyos és melegforrásoknál történt keveredés okozta lehűlés, aminek a veszélye tovább nőtt. A bányabezárásokkal itt is csökkent a veszély, de az újabb termálvíz-kivételek iránti igények, valamint a szennyeződések elleni védelmet biztosító, korszerű védőidom-rendszer hiánya még sok feladatot ad. Ezek a munkák már folyamatban vannak.

A *Dél-dunántúli területen* a belül a Mecsek hegységgel a VITUKI az utóbbi két évtizedben gyakorlatilag nem foglalkozott, a feladatok a Villányi hegységben és annak ÉK-i előterében található karsztrögökkel kapcsolatban jelentkeztek ([Liebe P.-Lorberer Á., 1981](#)). A területen megállapított túligénybevétel oka itt nem a bányászat, hanem a vízművek termelése. A probléma lokálisan a depresszió által leszívott, rosszabb minőségű, illetve felszíni és felszínközeli vizek leáramlásában jelentkezett, de a vizsgálatok fő szempontja a regionális karsztvízháztartási egyensúly volt, különös tekintettel a *harkányi termálvízbázisra*. Ez utóbbira vonatkozó víz- és hőmérséklet vizsgálatok ellentmondásainak elemzése során merült fel, hogy a harkányi termálvíz-előfordulás esetleg ÉNy-ról, Szigetvár felől a mecseki karszterületről is kaphat utánpótlódást, s határon túlnyúló hidraulikai kapcsolat lehetséges a horvát területek mélykarsztja felé. A Harkány-Siklós karsztvízbázis védőidomjának meghatározását ([Lorberer Á., 1983](#)) a mennyiségi és a minőségi védelem szempontjait figyelembe véve dolgozták ki.

A Dunántúlon az előzőekben ismertetett karszterületeken kívül még több helyen foglalkoztak a mélykarsztos alaphegységi előfordulásokkal (Zalakaros-Táska, Bük) ([Lorberer Á.-Korim K., 1996](#)). Ezeknél is felmerült a határon túlról származó utánpótlódás kérdése (az előbbieknél horvát-szlovén, az utóbbinál osztrák területről). Ezeket a hévíz előfordulásokat a szénhidrogén kutatás tárta fel, s az itt alkalmazott hidrodinamikai-rezervoármechanikai vizsgálatok a hévíztárolóra vonatkozóan is példaszerűen korszerűek voltak az olajipari gyakorlatra alapozva (pulzációs vizsgálatok, 3D többfázisú modellezés).

A *bükki térséggel* a VITUKI az elmúlt két évtizedben elsősorban az *Eger környéki termálkarszt* kapcsán foglalkozott. Az egri fürdőt ellátó langyos karsztforrásokon kívül a környékbeli hévízkutak és a termális karsztvíztárolóval összefüggő Bükki hegységi hideg karsztvíztárolót

vizsgálták az utánpótlódás, a vízszint-, illetve nyomásalakulás, a hőmérsékleti és vízminőségi viszonyok szempontjából, beleértve a vizek genetikájának értékelését a környezeti izotópadatok felhasználásával. A vizsgálatok alapján védőidom meghatározására is sor került, valamint intézkedési javaslatok születtek az egri termálkarsztos előfordulás védelmére. Ehhez a területhez kapcsolódott a 80-as években a bükkszéki és a Recsk-mátraderecskei termálkarszt vizsgálata is. A Bükk hegység körüli további termálkarsztos előfordulásokkal – Mezőkövesd, Bogács, Kács, Miskolctapolca – is foglalkoztunk egy átfogó jellegű felmérés keretében, amely a Bükk hegység karsztvízháztartásának egészére is kitért ([Izápy G.-Maucha L., 1992](#)), tekintettel a hideg- és meleg karsztvízkészletek összefüggésére. A Bükk hegység vízföldtani tagoltsága miatt a VITUKI által folytatott vizsgálatok ezen a területen nem adnak teljes képet, s ezért van nagy jelentősége a területtel foglalkozó más intézményeknek. Ezeknek a munkáknak az eredményeiről történeti áttekintést ad **Lénárt László** tanulmánya.

Az Észak-borsodi karsztvidéken a Jósvafői Karsztkutató Állomáson – amelyet a VITUKI 1985-ben az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóságnak adott át kezelésre – ha csökkentett keretek között is, de folytatódott az a munka, amelyet az előző két tanulmány is említ. A folytatódó hidrometeorológiai, forráshozam és bővülő mértékű vízminőségi mérések újabb ismereteket eredményeztek. Ezeket – a korábbi időszakok vizsgálataival együtt - részletesen ismerteti **Izápy G.** és **Maucha L.** tanulmánya.

Az eddig tárgyalt karsztterületeken kívül érintőlegesen foglalkoztunk a VITUKI-ban *további mélykarsztos* előfordulásokkal is: Sárospatak-Vérgardó a Zempléni hegység K-i peremén, valamint az alföldi területek alatt nagymélységben található mezozoós-karbonátos alaphegységi pászták, amelyekből nagy technikai nehézségek közepette gőzt tártak fel (pl. Nagyszénás). Ezeknek az előfordulásoknak is vannak határmenti kapcsolatai szlovák-ukrán és román területek felé.

A vízbázisvédelemmel kapcsolatos vizsgálatok

A vízügyi ágazat a 90-es években nagy súlyt fektetett a sérülékeny vízbázisok védelmére. Mivel a hideg karsztvízkészletek az egyik legjobb minőségű ivóvízbeszerzési forrást jelentik Magyarországon, viszont a felszíni eredetű szennyezések a nyíltkarsztos felületeken keresztül

igen rövid idő alatt elérhetik ezeket, a karsztvizek a sérülékeny vízbázisok védelmére indított célprogramnak egyik súlyponti területét képezték. Az üzemelő, sérülékeny felszín alatti vízbázisok védőterületeinek meghatározását, a lakosság egészséges ivóvízellátását szolgáló vízbázisok biztonságba-helyezését megalapozó nagyszabású kutatási-fejlesztési munka 1993-96 között folyt a VITUKI-ban ([Liebe P., 2000](#)). A munka keretében felmértük az üzemelő, sérülékeny vízbázisokat: a 658 vízbázisból 146 volt karsztos, ezek kapacitása 525 ezer m³/d (az összes sérülékeny vízbázis 3 316 ezer m³/d). Az előzetes védőterület-méretezések azt mutatták, hogy a karsztvízbázisok hidrogeológiai védőterülete mintegy 2 100 km²-t tehet ki (az összes védőterületnek – 4 700 km² – ez közel a fele, miközben a karsztvízbázisok db-száma és kapacitása az összeshez képest lényegesen kisebb arányt képvisel. Már az előzetes méretezésekénél is kitűnt, hogy a nyíltkarsztos beszivárgási területek legnagyobb része valamelyik vízbázis védőterületére fog esni, vagyis a hidrogeológiai védőterületekhez tartozó védelmi intézkedéseknek a karsztterületek egészére ki kell terjednie. Ez megerősítette a karsztvizek regionális védelmét szolgáló érzékenységi területek kijelölésénél azt, hogy a nyíltkarsztos területek a legérzékenyebb kategóriába kerüljenek. A vízbázisok lokális védelme tehát főleg a karsztvizek esetében szorosan összefügg a felszín alatti vizek regionális vízminőségi védelmével, amelyet a 33/2000. (III.17.) Kormányrendelet szabályoz. Az ennek mellékletében szereplő érzékenységi térképeket – köztük a nyílt- és félig fedett karsztterületek kijelölését – szintén a VITUKI végezte ([Albert K., 2001](#)). Ezek a feldolgozások alapvetően a földtani térképekre épülnek. Ez évben a Környezetvédelmi Minisztérium megbízásából a Magyar Állami Földtani Intézet készítette a VITUKI bevonásával újabb feldolgozást korszerű térinformatikai alapokon.

Az üzemelő, sérülékeny vízbázisok diagnosztikai feladatainak ellátására vonatkozó Cselekvési Program végrehajtása 1996-ban megkezdődött. A VITUKI Rt. Hidrológiai Intézete az előző öt évben több sérülékeny vízbázisra vonatkozó pályázatot nyert el és végezte el a diagnosztikai munkálatokat, illetve a védőidomok, védőterületek meghatározását, köztük több karsztos üzemelő ivóvízbázis (Sárisáp, Tardos, Tatabánya, Kádárta, Felsőörs).

A karsztos ivóvízbázisok védelmének speciális feladatait jelentették a bányászati vízemelésekhez kötődő ivóvízbázisok a bányabezárások után, amikor a vízkivételek megszűnése, illetve csökkenése miatt emelkedő karsztvíz elöntötte a – szennyező, illetve a korábban levegőtől elzárt kőzetek fellazulása és oxidációja során keletkezett vízminőség rontó anyagokkal telt – bányászati

„öregségeket”. Az említett, az üzemelő, sérülékeny ivóvízbázisok védelmére vonatkozó Cselekvési Program ezekre a vízbázisokra is kiterjed, de az ivóvízkivétel közvetlen környezetében maradt, víz alá kerülő szennyezett bányatérségek kérdése itt külön problémákat vetett fel (Nyirád, Rákhegy, stb.), amelyek megoldásában a VITUKI Rt. is több alkalommal vett részt.

Az említett, az üzemelő, sérülékeny ivóvízbázisokra vonatkozó Cselekvési Program nem terjedt ki a termálkarsztos, balneológiai célra hasznosított előfordulásokra, miközben ezek mennyiségi és minőségi védelme kitüntetett feladat. A Hévízi-tó, a budapesti termálkarszt, a harkányi és az egri termálkarsztos előfordulások vizsgálatainál már ismertetett védőidom-meghatározások már ezt a célt szolgálták, de ezek még nem feleltek meg a 123/1997. (VII.18.) Kormányrendeletben foglaltaknak, s nem jelentették a Cselekvési Programban az ivóvízbázisok esetében előírt diagnosztikai vizsgálatok teljes körű elvégzését. A 80-as években kidolgozott védőövezetek korszerűsítésére a MÁFI-val közösen újabb védőidom-rendszert dolgoztunk ki a Hévízi-tó védelmére, s folyamatban van a budapesti termálkarszt védőidomával kapcsolatos felülvizsgálat is, első lépésben a Gellért hegy térségében.

A kitermelhető karsztvízkészletek meghatározása, állapotértékelés

A vízügyi és környezetvédelmi főhatóságok megbízásából a VITUKI Rt. Hidrológiai Intézete rendszeresen foglalkozik a kitermelhető felszín alatti vízkészletek meghatározásának módszertanával. Korábban ez elsősorban az egyes karszthidrológiai egységekben sok éves átlagban beszivárgó vízmennyiség számítását ([Csepregi A., 1985](#)), s erre alapozva kitermelési limitek meghatározását jelentette. Ez a módszer a hidraulikai egységet képező karsztvíztárolóknál más felszín alatti vízfajtákhoz képest jobban használhatónak bizonyult, de még így is csak szükséges, de nem elégséges feltételként. Nem mindegy ugyanis, hogy egy nagyobb vízkivétel az adott egységen belül egy védendő forrás közvetlen közelében vagy távolabb helyezkedik el. Végül a karsztvíztárolók esetében is a modellezés bizonyult az egzakt megoldásnak, amellyel a kívánt pontokon a várható hatás számítható. A legjobban a Dunántúli-középhegység főkarsztvíztárolójának modelljét sikerült kiépíteni, amelyet **Csepregi A.** tanulmánya ismertet. A térségi limitek használatánál további problémát jelentett a beszivárgás hosszú idejű változása a csapadékosság függvényében: bizonyos időszakokban – így pl. a 80-as években – az utánpótlódás a sokéves átlaghoz képest 10-20 %-al is lecsökkenhet, s ezért a

limitek meghatározásánál egy csökkentett értéket vettünk figyelembe. Láttuk, hogy az utánpótlódás éves ingadozása ennél még sokkal nagyobb, de ezt hosszabb időszak átlagában a tárolt készletváltozások kiegyenlíthetik. A kitermelhető karsztvízkészletek meghatározásának egyre inkább alapvető kérdésévé vált a környezeti korlátok figyelembevétele: a forrásokban és a karsztvidékek patakjaiban „mederben hagyandó” készletek levonása az utánpótlódó készletértékekből. Ezek a szempontok az EU Víz-keretirányelvben is megjelentek. Ennek bevezetésével kapcsolatban felmerülő feladatok meghatározásával, a hazai vízkészletgazdálkodási gyakorlatban való érvényesítésükkel a felszíni és felszín alatti vizek vonatkozásában is bekapcsolódtunk a vízügyi és környezetvédelmi főhatóságok által koordinált, több intézmény által végzett munkába. Ilyen szempontok alapján tekintettük át a Középdunántúli régióban a fenntartható karsztvízgazdálkodással kapcsolatos feladatokat a közelmúltban. A kérdéskörre az ország karsztvízkészleteinek és az ezredfordulón jelentkező feladatok áttekintésénél térek vissza.

A kitermelhető készletek meghatározása csak egyik eszköze a karsztvízgazdálkodásnak. A 90-es évek közepén a vízgazdálkodásról, környezetvédelemről és természetvédelemről született törvények, hazai szabályozások és az EU Víz-keretirányelv szellemében rendszeres országos állapotértékelést végeztünk vízkészleteinkre, köztük a karsztvízkészletekre vonatkozóan ([Liebe P. edit, 1994-2000](#)).

Irodalom

Albert K. (2001):

Területek szennyeződés-érzékenységi besorolása. - *KöM Kiadv. VITUKI szerk.*

Alföldi L.-Deák J.-Liebe P.-Lorberer Á. (1980)

A középhegységi hideg és meleg karsztvízkészletek összefüggése, különös tekintettel a bányászat víztelenítési törekvéseire - *VITUKI Közlem. 23.*

Böcker T.-Liebe P.-Lorberer Á.-Maucha L.-Székely F. (1980)

Természetes karsztvízforgalom modellezése a Dunántúli Középhegység Ny-i felén. - *In.: Bauxitkutató Szakmai Napok kiadv. Balatonalmádi, 1980.*

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

A Dunántúli Középhegység főkarsztvíztárolójában és a kapcsolódó vízrendszerekben bekövetkezett változások. - *Földtani kutatás XXIX.évf. 1986/4.*

Böcker T.-Liebe P.-Höriszt Gy. (1986)

A Hévízi-tó és a közvetlen környezetének állapota 1985-ben - *Földtani Kutatás XXIX.évf. 1986/4.*

Csepregi A. (1985):

A karsztos beszivárgás számítási módszereinek összehasonlítása a vízszintváltozások elemzése alapján - *Hidr. Közl., 1985. 3.sz. pp. 130-133.*

Csepregi A.-Liebe P.-Varga Gy. (1998)

Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése. - *Vízügyi Közlemények LXXX.évf. 3.füzet*

Csepregi A.-Izápy G.-Sárváry I. (1990):

Javaslat a Hévízi-tó hozamának növelését szolgáló vonal menti karsztvíz-visszatáplálás megvalósítására - *Hidr. Közl., 1990. 2.sz. pp. 94-100.*

Izápy G., Maucha L.(1992): A Bükk-hegység vízháztartási vizsgálata. - *A Bükk karsztja, vizei, barlangjai c. konf. kiadv. Miskolc, 1992. pp. 131-141.*

Izápy G., Maucha L., Sárváry I. (1993):

PHARE 134/2 Zárójelentés VII. Alfejezet. - *VITUKI jelentés.*

Izápy G.-Maucha L. (2000):

A magyarországi karsztos denudáció sebességének becslése. - *Karsztfejlődés V. Konf. A Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskolán. Szombathely, pp. 7-20.*

Izápy G., Sárváry I.(1993):

Tájékoztató a magyarországi karsztos termálvízelőfordulások állapotáról. Budapest, Eger, Hévíz, Miskolc-Tapolca. - *KHVM-OMFB. Bp. VITUKI Rt. 1993.*

Izápy G. (1994):

Karszterületeken végzett vízminőségi vizsgálatok értékelése. - *Konferencia a felszínalatti vizekről. Siófok.1993. VITUKI.Bp.1994. pp.129-132.*

Liebe P. (1979)

A Dunántúli Középhegység Ny-i részének geotermikus viszonyai - *MHT Orsz.Vándorgyűlése, Keszthely, 1979.*

Liebe, P.-Lorberer, Á. (1981)

Hydrodynamic and temperature conditions in the karstic thermal water reservoir. - *Kras i Speleologia, Katowice, Vol 3 Suppl. 1981.*

Liebe P.-Lorberer Á. (1981)

A baranyai termális karsztrendszer hidrogeológiai és hidrodinamikai jellemzői - *MHT II.orsz.Vándorgyűlés kiadv., II.kötet, Pécs, 1981.*

Liebe, P.-Rádai, Ö. (1985)

Exploration of Hévíz Lake. - *VITUKI Közlem., Budapest, 1985.*

Liebe P. (1989)

Thermalkarst systems in Hungary Exploration and problems thereof - *International Congress of Speleology Budapest, 1989.*

Liebe P. edit. (1994)

Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése

Liebe P. (2000)

A vízbázisvédelmi program módszertani előkészítése. - *Vízügyi Közlemények LXXXII. évf. 1. füzet, p. 85-106*

Liebe P. (2001)

Termálvízkészleteink, hasznosításuk és védelmük - *Környezetvédelmi Minisztérium (Tájékoztató) VITUKI kiadv. 2001. p 21*

Lorberer Á. (1983):

Harkányfürdő védőidomának lehatárolása. *Magyar Hidrológiai Társaság IV. Országos Vándorgyűlés, Gy_r 1983.június 29-30. IV.Kötet: Vízmin_ség-védelem, Környezetvédelem pp. 20-31. 6 ábra, magyar R.*

Lorberer Á. (1992):

A karsztvíz-kitermelések környezet- és természetvédelmi hatásai Magyarországon. - *Környezet- és Természetvédelmi Nyári Akadémia, - Baja, 1992. július 1-4. anyaga pp.223-235, 2 ábrával ANALIZIS Kft-Környezetvédelmi Információs Klub kiadványa, Budapest.*

Lorbererné Szentes, I. – Lorberer, Á. – Maucha, L. (1994):

Hydrogeological research of karstic aquifers in Hungary. In: *"Groundwaters in carbonate rocks of the Carpathian-Balkan Mountain Range" pp.175-201, 20 ábr. Edited by the School of Mining and Geology, University of Belgrade - Allston Holding Co., Jersey CBGA-IGC 299 Project.*

Lorberer, Á., Korim, K. (1996):

Hydrogeological characteristics of the Devonian thermal water reservoir of Sárvár-Rábasömjén and Bük Spa. In: *IAH-CMTW International Communications 1995., Scientific meeting in Dax, France, October 7-14, 1995., Enclosure No.8.p.34., 32 ábrával, Edition par AIH Commission eaux minérales et thermales, Vianen, Nederland.*

Lorberer Á. (1998):

A büki termálkarsztvíz eredete és utánpótlódása. - *Vasi Szemle LII. évf. /2.sz. p.224-243. 15 ábra Német R. p. 255.*

Maucha L. (1991):

A Balatonfelvidék karsztvíz készletének felülvizsgálata. - *MHT IV. Vándorgy. Kiadv. Székesfehérvár, pp 187-197.*

Maucha L. (1993):

A Rózsadomb hidrológiája és hidrogelógiája. - „Ajánlás a budai Rózsadomb és környéke termálkarsztja UNESCO Világörökség listára történő felterjesztéséhez” c. *MKBT Kiadv. Budapest, pp. 14-20.*