

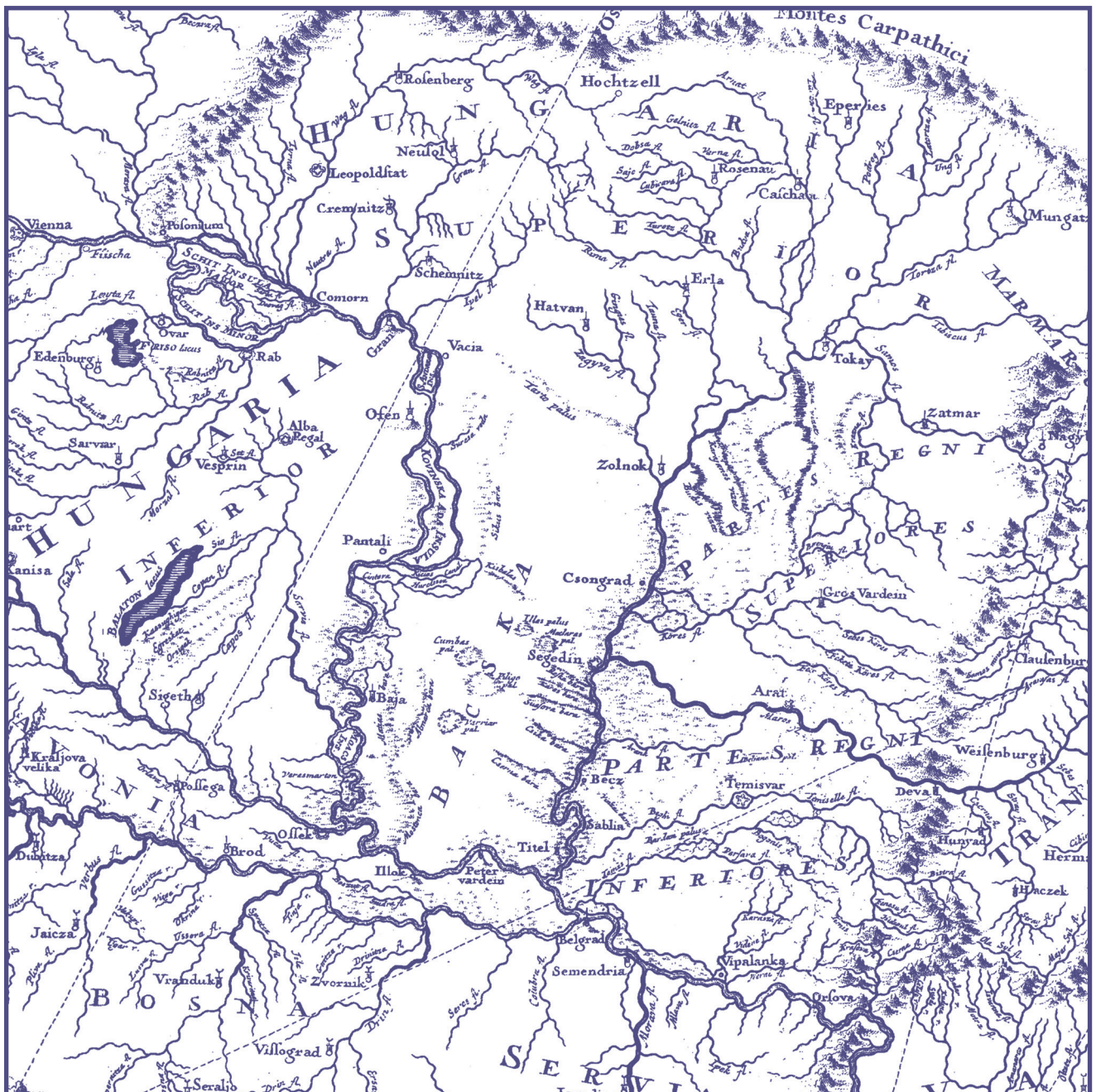


Hidrologiai Tájékoztató

Kiadja:

A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG

2011



TARTALOM

<i>Dr. Szlávik Lajos: Az 50 éves Hidrológiai Tájékoztató köszöntése</i>	3
---	---

EMLÉKEZÉSEK

<i>Dr. Kecskeméti Tibor: Emlékezés Chyzer Kornél balneológiai munkásságára születése 175. évfordulóján</i>	4
<i>Dr. Bíró Péter: Emlékezés dr. Hankó Bélára születése 125. évfordulóján</i>	5
<i>Dr. Dobos Irma: Emlékezés az erdélyi ásványvíz élenjáró kutatójára: Bányai János hidrogeológusra születése 125. évfordulóján</i>	6
<i>Dr. Marjai Gyula: Emlékezés Hartványi Lászlóra, születése 100. évfordulóján</i>	7

DIPLOMAMUNKA PÁLYÁZATOK

<i>Abonyi András: Néhány hazai mély bányató és holtág rétegződési sajátosságai</i>	8
<i>Szanyi Sándor: Az ELCOM tómodell adaptálása sekély tavakra</i>	10
<i>Kalocsai Edit: A hódmezővásárhelyi gyökérszűrés szennyvíztisztító telep áramlástan vizsgálat</i>	13
<i>Takó Szabolcs: Az ammóniumion eltávolítás lehetőségei ivóvízből: mikrobiológiai eljárás (nitrifikáció)</i>	14
<i>Fekete Gergő: A Versegi szennyvíztisztító telep hatása a Ványarc-patakra</i>	16
<i>Török Gergely Tihamér: Partvédművekre ható hullámterhelés számszerűsítése a Balatonon 2D numerikus hullámzsimodell segítségével</i>	18
<i>Kocsis Tamás: A Boroszló-kerti Holt-Tisza cönológiai felmérése</i>	20
<i>Ősz Ágnes: Különböző szövettani eljárások eredményességének összehasonlítása halakon végzett toxikológiai elemzések céljából</i>	22
<i>Szigeti Viktor: A folyószabályozás biológiai hatásainak és az élőhely-rekonstrukció lehetőségeinek vizsgálata</i>	23
<i>Danka József: Árvízvédelmi gátak megbízhatósági eljárás szerinti méretezése</i>	24
<i>Bálint Petra Andrea: Részvízgyűjtő-rehabilitáció</i>	26
<i>Király Dóra: Vizes élőhelyek természetvédelmi bemutatásának tájépítészeti feladatai és a gombai Hosszú-réti tanösvény terve</i>	27
<i>Sebők Júlia: A vezetékes víz mint piaci termék</i>	30
<i>Berki Tamás: A Veszprémi-Séd vízminőségének vízkémiai vizsgálata</i>	32
<i>Sebők Éva: A Bezerédi-sziget távlati vízbázis védőterületének meghatározása numerikus modellezéssel</i>	34
<i>Takács Judit: A budapesti hévizek kémiai összetételének jellemzése, a kémiai jelleget és annak változását befolyásoló tényezők vizsgálata</i>	36
<i>Futó Petra: Ivóvíz arzéntartalmának csökkentése a Fejérvíz Zrt.-nél</i>	38
<i>Kerekgyártó Tamás: Ipari célú hévíz kútpár tervezése Úri (Pest megyei település) térségében</i>	40
<i>Novák Judit: A Tisza-tó tiszafüredi parti sávjának tájrendezési tanulmányterve</i>	41
<i>Polyák László: Műtárgyak hatása a tiszavirág [<i>Palingenia longicauda</i> (Oliver, 1791)] állomány nagyságára és összetételére egy felső-tiszai telepen</i>	43
<i>Zsuppán Katalin: A budapesti hévízfürdők kifolyó vizének hőpotenciálja</i>	45
<i>György Judit: A Debreceni Gyógyfürdő hévíz termelés és felhasználás környezetvédelmi kérdései: vízvédelem és szennyvízelhelyezés vizsgálata</i>	47
<i>Major Szilárd: A komlósi szennyvíztisztító telep technológiai felülvizsgálata</i>	48
<i>Fenyvesi Nóra: A Fővárosi Vízművek Zrt. belterületi vízbázisának bemutatása</i>	50
<i>Magyar László: A Debreceni Szennyvíztisztító telep fejlesztése</i>	51
<i>Tombác Szintia: A szegedi Méntelepi-Fehér-tó rehabilitációjának tanulmányterve</i>	53
<i>Péterfalvi Zsolt: Az ivóvíz arzénmentesítése, a Sumanas Life Projekt során</i>	56
<i>Bende Andrea – Kárpáti Cintia: Árvízvédelem a Közép-Tiszán – A Vásárhelyi-Terv továbbfejlesztése</i>	57
<i>Vincze Karolin: Képek Tompa környékéről</i>	59

ÁLTALÁNOS VONATKOZÁSÚ CIKKEK

<i>Dr. Ijjas István:</i> Vízgazdálkodási és vízvédelmi szempontok az EU Duna Régió Stratégiájában	61
<i>Dr. Marton Lajos:</i> Történelmi változások, hiedelmek és félreértések a vizekkel kapcsolatos vélekedésekben	65
<i>Mádlné dr. Szőnyi Judit:</i> Felszín alatti áramlások a víz körforgalmában és a földalatti folyamatokban	69
<i>Dr. Vágás István:</i> „Tavaszi szél vizet áraszt”	73
<i>Zsóri Edit:</i> Hullámtéri beépítettség nagyvízi áramlási viszonyokra kifejlesztett hatásának numerikus modellvizsgálata	75

TERÜLETI VONATKOZÁSÚ CIKKEK

<i>Dr. Ponyi Jenő:</i> Üledéklakó vízi gerinctelenek a Balatonban	79
<i>Dr. Vitális György:</i> Id. Lóczy Lajos hidrológiai megfigyelései „A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei” című 100 éve elkészült I. kötetében	84
<i>Dr. Erőss Anita – Mádlné dr. Szőnyi Judit:</i> Pávai Vajna Ferenc és a hipogén barlangképződés, a budai barlangokra vonatkozó új modellek a hidrogeológiai kutatások tükrében	85
<i>Dr. Kele Sándor:</i> A máriaremetei édesvízi mészkő U-soros kormeghatározása és paleokörnyezeti rekonstrukciója	87
<i>Dr. Scheuer Gyula:</i> A Mátra hegység körüli ásványvizek nyomelem vizsgálata	90
<i>Szlabóczky Pál:</i> A Pávai-féle lillafüredi fúrás sikeres továbbmélyítésének földtani feltételei	95
<i>Bezdán Mária:</i> A Tisza kisvízei és a talajvíz kapcsolata	98
<i>Tóth Róbert – Szlabóczky Pál:</i> Árvízi hatások várható lecsengése a Mályi-Nyékkládháza térségi kavicsbánya tavaknál	102
<i>Dr. Pálfi Imre:</i> Belvizek és aszályok, mint a magyar Alföld sajátosságai, különös tekintettel a 2010–2011. évi rendkívüli belvízjárásra	104
<i>Dr. Vitális György:</i> Selmecbánya vizei és ércei Bél Mátyás Notitiája IV. kötetében	107
<i>Dr. Dobos Irma:</i> Pávai Vajna Ferenc születése 125. évfordulójára: Ásványvíz-feltárásának balneológiai jelentősége	109
<i>Dr. Scheuer Gyula:</i> A Francia Középhegység-i forró pont (hot spot) és vízföldtani megnyilvánulás formái	112
<i>Mártha József:</i> Az „Ungvár” tragédiája	116

BESZÁMOLÓK, EGYESÜLETI ESEMÉNYEK

<i>Németh Kálmán:</i> A Magyar Hidrológiai Társaság Soproni Területi Szervezet megalakulása 50. évfordulója	119
<i>Dr. Szlávik Lajos – dr. Bakonyi Péter – dr. Clement Adrienne:</i> A Lászlóffy Woldemár Diplomamunka Pályázat Bíráló Bizottság határozata a 2010. évi diplomamunka pályázatok eredményéről	121
<i>Buzás Zsuzsa:</i> A 2009/2010 tanévre XXIX. alkalommal meghirdetett Sajó Elemér pályázat országos versenynének értékelése	126
<i>Baranyai Eszter – dr. Domokos Miklós – Geszler Ödönné – Hrehuss György – dr. Szigyártó Zoltán:</i> A Magyar Hidrológiai Társaság Vitális Sándor szakirodalmi nívódíj-pályázatának története a statisztika tükrében (1978–2011)	127
<i>Fejér László:</i> Vízi évfordulók 2012-ben (egész-, háromnegyed-, fél- és negyed évszázadot figyelembe véve)	133

KÖNYVISMERTETÉS

<i>Dr. Dobos Irma:</i> Marton Lajos: Alkalmazott hidrogeológia (Könyvismertetés)	139
--	-----

HIDROLÓGIAI TÁJÉKOZTATÓ

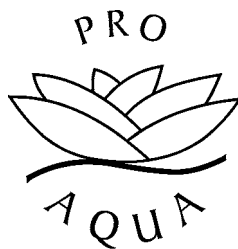
**Szerkeszti:
a szerkesztő bizottság**

***Dr. Józsa János*
a szerkesztő bizottság elnöke**

***Dr. Vitális György*
szerkesztő**

a szerkesztő bizottság tagjai:

Bódás Sándor, dr. Dobos Irma, Farkas Ádám, Fejér László, Halasy Károly, Hamza István,
Hrehuss György, dr. Juhász Endre, Keszeyné Say Emma, dr. Kiss Ferenc, Kovács László,
dr. Kovács Sándor, Lőrincz Károly, Magyarics András, Márialigeti Bence, Nagyné Tóth Andrea,
Németh Kálmán, Ombodi István, dr. Ördögh József, Papp Ferenc, Petrőcz Bálint, dr. Ponyi Jenő,
Radács Attila, Radványi Rudolf, Ságbiné Juhász Ildikó, Sződyné Nagy Eszter,
Varga Dezső, Varga Gyula István, dr. Vágás István



**Kiadja:
a Magyar Hidrológiai Társaság
2011**

A fedőlapot Asztalos Zsolt grafikus tervezte

A fedőlapon Luigi Ferdinándó Marsigli 1741-ben Hágában kiadott, eredetiben 1:92000 ma. „La Hongrie et le Danube” című térképrészlete látható.

A Hidrológiai Tájékoztató eddig megjelent számai

A *Hidrológiai Tájékoztató*nak 1961 márciusától 2010-ig 73 száma jelent meg 5486 oldal terjedelemben, 233 800 példányban. 1968 és 1974 között a cikkek német nyelvű kivonatát is közöltük, összesen 91 oldal terjedelemben. Az 1961 és 1989 között megjelent számok adatait részletesen utoljára a *Hidrológiai Tájékoztató* 1989. áprilisi, az 1989 és 2000 között megjelenteket a *Hidrológiai Tájékoztató* 2000 évi számában közöltük. Az első húsz évfolyam (1961–1980) tartalomjegyzékét 1985-ben, az 1981–1990 éveket 1991-ben, az 1991–2000 éveket 2001-ben tettük közzé. A kiadványt 1961-ben a VITUKI Sokszorosító Üzem, 1962 és 1963-ban a Dunaújvárosi Nyomda, 1964-ben a Kner Nyomda, 1965-től 1969-ig a Zrínyi Nyomda, 1970-ben a Nyírségi Nyomda, 1971-től 1973-ig a Szolnoki Nyomda, 1974-től a VIZDOK Sokszorosító Üzem, 1975-től 1983-ig a VIZDOK Nyomda, 1984-től 1989-ig a Vízügyi Dokumentációs Szolgáltató Leányvállalat, 1990-től 1989-ig az AQUA Kiadó és Nyomda, 1997-től 2001-ig a PRO-TERTIA Kft. készítette, 2002-től az INNOVA-PRINT Kft. készíti.

A kiadványt a Magyar Hidrológiai Társaság egyéni és jogi tagjai a tagdíj ellenében kapják. Könyvtárak részére folyóirat vagy kiadványcsere formájában hozzáférhető.

Kérjük kedves Tagtársainkat és Olvasóinkat, hogy a Hidrológiai Tájékoztatóval kapcsolatos észrevételeket, megjegyzéseket és véleményeket, továbbá a közlésre szánt cikkeket, ismertetéseket és híreket floppy-n Társaságunk Titkárságára (1091 Budapest, Üllői út 25. IV.) juttassák el.

Készült a **HYDROLOGIA HUNGARICA ALAPÍTVÁNY** támogatásával.

HU-ISSN 0439-0954

Felelős kiadó: Baranyai Eszter

Készítette az INNOVA-PRINT Kft.

(1047 Budapest, Baross u. 92–96.) 2011-ben

3200 példányban, A/4-es formátumban

Az 50 éves Hidrológiai Tájékoztató köszöntése

1961. május 18.-án még a közvetlenül érintettek sem gondolták, hogy egy nevezetes esemény szereplői lesznek: ezen a napon jelent meg ugyanis a Magyar Hidrológiai Társaság kiadványának, a *Hidrológiai Tájékoztató*nak az első száma. A kezdeményezés még 1960 nyarán *dr. Papp Ferenctől*, a Társaság akkori elnökétől származott. Ekkor kapta a felkérést *dr. Vitális György* egy hidrológiai tárgyú időszakos kiadvány szerkesztésére. A Társaság akkori elnöke, az első szerkesztő bizottság csapata és a felkért főszerkesztő alapos előkészítő munkát végzett: a kezdeményezés időtállóan bizonyult és ebben az évben immár az alapítás 50. évfordulóját köszönhetjük.

Társaságunk Alapszabályának preambuluma rögzíti: „*A Társaság a hidrológia és rokontudományai, azaz a vízzel foglalkozó tudományok és szakterületek művelésére alakult társadalmi, tudományos és szakmai egyesület.*” A *Hidrológiai Tájékoztató* megjelenésének ötven éves évfordulóján megalapozottan állapíthatjuk meg, hogy a Tájékoztató maradéktalanul megfelel az MHT alapszabályának: fogadja és közzéteszi a vízzel foglalkozó tudományok és szakterületek teljes spektrumára vonatkozó tanulmányokat, közleményeket, hozzászólásokat, híreket, méltatásokat, megemlékezéseket. Ma is időtállóan bizonyul a *Hidrológiai Tájékoztató* célja, amelyet a főszerkesztő a fél évszázada megjelent első szám *Beköszöntő*-jében fogalmazott meg:

„*Tájékoztatónk nemcsak az elmélet és a gyakorlat, azaz a tudományos érdeklődésű szakemberek és főleg a kivitelezési munkákban dolgozó tagtársak között kíván kapcsolatot teremteni, hanem elsősorban társadalmi és egyesületi téren szeretné hézagpótló szerepét betölteni.*”

A *Hidrológiai Tájékoztató* a magyar hidrológia és a rokontudományok egész területéről folyamatosan közzéteszi azokat a tudományos és gyakorlati eredményeket, amelyek a napi munka szempontjából a szakterületen dolgozók érdeklődésére igényt tartanak. A folyóirat megemlékezik a hidrológia és a rokontudományok magyar úttörőiről, felhívja a figyelmet az előkészületben levő és újonnan megjelent kiadványokra, szakirodalmi művekre. Az írásközlés túlnyomó része forrásértékű a vízgazdálkodás szakmatörténete, valamint a Társaság története szempontjából.

Örvendetes, hogy a folyóirat rendszeresen közzéteszi a Társaság nagy hagyományú ifjúsági szakmai pályázatait, a középiskolásoknak meghirdetett Sajó Elemér pályázaton, valamint a Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton nyertes munkákból készült cikkeket és ezzel az első publikációs lehetőséget biztosítja fiatal tagjainknak, vagy éppen jövődöbéli tagtársainknak.

A *Hidrológiai Tájékoztató* nemcsak hírlevél. A benne megjelenő írásközlés leggyakrabban közvetlenül

alkalmazható ismereteket és eredményeket tartalmaz. A Tájékoztató tartalma egyre inkább tükrözi azt, hogy a Magyar Hidrológiai Társaság a vízgazdálkodási feladatok megoldásával foglalkozó minden szak- és tudományterület szakembereinek és kutatóinak egyesülete.

1961 márciusától 2010-ig a folyóirat 73-szor jelent meg, vagyis ez a kötet, amelyet az Olvasó most a kezében tart, a Tájékoztató 74. száma (miután a kezdeteknél évente három, majd két szám készült). Az eddigi 73 szám 5486 oldal terjedelemben, több mint 233 ezer példányban jutott el tagjainkhoz. A folyóirat a Társaság ügynevezett „illetménylapja”, amelyet az MHT egyéni és jogi tagjai a tagdíj ellenében kapják. Könyvtárak részére folyóirat- vagy kiadványcsere formájában hozzáférhető.

50 évvel ezelőtt a Tájékoztató első száma 1000 példányban jelent meg. 1970-ben a példányszám elérte a 3000-et. Az 1990-es évek elején a Társaság taglétszáma – és így a Tájékoztató példányszáma is – visszaesett. Örvendetesnek tekinthetjük, hogy az elmúlt öt évben a 2600-as példányszámot évente emelnünk kellett, a mostani jubileumi szám – igazodva egyéni és jogi taglétszámunk gyarapodásához – már 3200 példányban kerül tagjainkhoz.

A Tájékoztatóban megjelent tanulmányok, cikkek, ismertetések és hírek kb. 60 %-át felkérésre írják, 40 % a szerzők kezdeményezése alapján születik meg. Stabil szerzőgárdára számíthatunk és annak ellenére, hogy a cikkekért díjazást nem tudunk adni, mindig bőven vannak közlésre szánt és arra alkalmas anyagok.

A kiadás nyomdaköltségeit a Társaság saját költségvetéséből biztosítja. Az utóbbi néhány évben nagy segítségünkre van ebben az MHT által alapított Hydrologia Hungarica Alapítvány támogatása is. A kiadvány megjelenése – az anyagi tényezőkön túl – a szerzők, a szerkesztő bizottság, a nyomda és a főszerkesztő harmonikus együttműködése révén volt lehetséges.

Külön is ki kell emelni *dr. Vitális György* példátlan főszerkesztői tevékenységét: az első számtól kezdve, 50 éve fáradhatatlanul, önfeláldozóan szerkeszti és szervezi a folyóirat megjelenését! A *Hidrológiai Tájékoztató* egybeforrott személyével! A Társaság vezetősége és tagjai nevében köszönöm *dr. Vitális Györgynek* ezt a hatalmas és eredményes munkát, az 50 év alatt közreműködő szerkesztőbizottsági elnökök, tagok, szerzők, titkársági munkatársak tevékenységét! Köszönöm, hogy összehangolt munkájuk, szorgalmuk és figyelmük eredményeképpen a *Hidrológiai Tájékoztató* 50 év óta folyamatosan fontos tartalommal, érdekes anyagokkal, igényes formában jelenik meg.

Dr. Szlavik Lajos
a Magyar Hidrológiai Társaság elnöke

Emlékezés Chyzer Kornél balneológiai munkásságára születése 175. évfordulóján

A magyar balneológia kiválósága 1836-ban született Bártfán. Alsó- és középfokú tanulmányait Bártfán, Kassán és Temesvárott végezte. Majd orvosi diplomát szerzett Pesten, természetrajz tanári diplomát Bécsben. 1860-ban a Magyar Nemzeti Múzeum Állattára segédőre, egyidejűleg a Belvárosi Főreáliskola tanára. Kiemelkedő állattani kutatásai nyomán 1861-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjává választja. Ezután megpályázza a Budapesti Egyetem állattani professzorságát, de *Margó Tivadarral* szemben alulmarad. A sikertelen pályázat után szülővárosában Bártfán városi és fürdőorvos (1861–1869), majd meghívást kap Zemplén vármegye tisztiorvosi állására. Itt fejtí ki 1869 és 1892 között nagy fontosságú közegészségügy-szervezői munkáját, mely nyomán országos szaktekintélyé válik. 1892-ben kinevezik a Belügyminisztérium Egészségügyi Osztálya vezetőjévé, ahol 1909-ben bekövetkezett haláláig szervezte és szolgálta a magyar közegészségügyet.

Az életút e lexikonszerű összefoglalása rendkívül változatos és gazdag tudományos tevékenységet takar. Orvos, botanikus, zoológus (az alsóbbrendű rákok Európa-szerte híres kutatója, az akadémiai tagságot is ezért kapta), járványügyi és közegészségügyi szakember, balneológus, jogalkotó, tudománytörténész, utazó, szaktudományai kiváló népszerűsítője.

Itt most elsősorban „gyógyorvoslástani”, balneológiai munkásságával foglalkozunk. Bártfai működési idején kezdte kutatni megyéje, majd Magyarország ásvány- és gyógyvizeit. Ennek során mintegy 60 település közel másfélszáz ásvány- és gyógyvizét, valamint az ehhez kapcsolódó fürdőügyét vizsgálta. A felhalmozódott tudásanyagot több kitűnő tanulmányban jelentette meg magyar, német és francia nyelven. Egymás után jelentek meg egy-egy régió ásvány- és gyógyvizeiről szóló dolgozatai (*Sáros vármegye ásványvizei*, 1863; *Az erdőbényei fürdő ismertetése*, 1877; *A szobránczi fürdő ásványvizei*, 1880; *Zemplén vármegye ásványvizei*, 1880), majd megírja összefoglaló munkáit. Közülük kiemelkedik a *Magyarország gyógyvizeiről, azok értékéről és értékesítéséről* (1882), a *Magyarország gyógyhelyei és ásványvizei* (1885), valamint a *Magyar fürdőkről* (1886) c. monografikus jellegű mű. De nem lehet említetlenül hagyni a *Bártfa-fürdő emlékkönyv* című munkát (1889, 1895), melyet *Divald Kornél* dokumentum-értékű fotói és *Miskovszky Viktor* művészi rajzai díszítenek.

Helyünk csak a két legjelentősebb mű bővebb ismertetésére van. Az egyik a *Magyarország gyógyhelyei és ásványvizei* című, melyben 8 fő osztályba sorolja az ásványvizeket: tiszta hévizek, egyszerű savanyúvizek, „égyvényes” (alkáli-hidrogén-karbonátos) vizek, keserűvizek, konyhasós, vasas, kénes és földes vagy mésztartalmú (kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos) vizek. E besorolás



már jelentősen megközelíti a korszerű, ma is használatos osztályozást. Foglalkozik a lép- és iszapfürdőkkel, a gázfürdőkkel, a fenyőlevél fürdőkkel, a hidegvíz-gyógyintézetekkel, a tavi fürdőkkel, a savó- és tejgyógymódot, a szőlőgyógymódot kínáló helyekkel, valamint a klimatikus gyógyhelyekkel. Az ezekbe besorolt 190 ásványvízforrást és gyógyhelyet betűrendben tárgyalva részletesen is ismerteti. Mindegyiknél megadja az objektum földrajzi helyét (vármegye, tengerszint feletti magasság), megközelíthetőségét (vasút, közút), elérhetőségét (posta, távirda), a vizek kémiai összetételét, vegylelemzője nevét, gyógyhatását,

a szolgáltatásokat (épületek, szállás, medence- és kádfürdő, szobák száma, fürdőorvos stb.). Lényegében e munka volt az első, melyből az akkori Magyarország valamennyi ásvány- és gyógyvízéről, valamint gyógyhelyéről a legteljesebb és legrészletesebb ismertetést kapjuk.

E munka értékét nagyban növeli az, hogy csatlakozott hozzá egy 1886-ban kiadott 1:1 144 000 méretarányú térkép, mely Magyarország gyógyhelyeit és ásványforrásait ábrázolja. Ezt *Chyzer Kornél* adatai felhasználásával és útmutatása nyomán *Homolka József* szerkesztette s rajzolta meg. A rendkívül informatív térkép kartográfiai ritkaság, értékét jól jelzi, hogy egy, a napokban interneten megjelent könyvaukciós katalógus szerint kikiáltási ára 12 000 Forint.

Másik nagyszerű műve a *Magyar fürdőkről* c. tanulmány, mely eredetileg egy, a Kárpát-medence-i fürdőket bemutató előadásának írásos változata. A szakszerű, ugyanakkor olvasható, nagyon sok helyszíni megfigyelést és érdekességet közlő mű Herkulesfürdőtől, a magyar fürdők királyától (*Chyzer* megfogalmazása!) kiindulva (kár, hogy ez most nagyon messze van akkori fénykorától!) az erdélyi, az Északkeleti-Kárpátok-i, a felvidéki, a szlavóniai fürdők sokaságán át (mintegy 80 fürdőhelyet érint) jut el a Sopron környéki gyógyfürdőkhöz. Ennek során nemcsak élményszerű leírást kapunk az egyes fürdőhelyekről, az ott folyó, a kor színvonalán álló gyógykezelésekről, élénk fürdőéletéről, hanem számos javaslatot is olvashatunk az egyes fürdők jobb kihasználására, fejlesztésére. Több szép kép (közte Herkulesfürdő, Bártfa, Ó- és Új-Tátrafűred, Csorba-tó, Trencsén-Teplicz fürdőobjektumairól) hozza közelebb az olvasóhoz a fürdők korszerű létesítményeit, nem egyenlő csodálatos természeti környezetét.

A sokféle tudományos tevékenységet folytató, s minden téren maradandót alkotó *Chyzer* munkásságának itt csak egy kis részét, a balneológiai (azt is csak röviden) érintettük. Bár egyéb tevékenysége ismertetésére már több kutató vállalkozott, közüle több szakágat jól fel is dolgoztak, úgy tűnik még mindig vannak életművének olyan részletei, melyek további kutatásokat igényelnek. A sátoraljai helyi *Kazinczy Levéltár* tájékoztatása szerint még hatalmas *Chyzer*-forrásanyag áll a kutatók rendelkezésére.

Dr. Kecskeméti Tibor

Emlékezés dr. Hankó Bélára születése 125. évfordulóján

A budapesti egyetemen tanári és bölcsészdoktori oklevelet szerzett. 1910-ben a Tudományegyetem állattani tanészékének tanársegédjévé nevezték ki. Első tudományos dolgozatai (Állattani Közlemények, 1909.) a madarak bonc- és élettani kérdéseivel foglalkoznak, 1910-től kezdve főként hidrobiológiai tárgyú tanulmányokat tett közzé, egyidejűleg azonban elsőként Magyarországon, a gerinctelen állatok regenerációs képességeivel kapcsolatos kutatásokat végzett.

1911-ben a helgolandi, 1912-ben és 1914-ben a nápolyi zoológiai állomáson főként regenerációs kutatásokkal foglalkozott. 1914-1918 közt részt vett az I. világháborúban. Hazatérése után 1918-ban középiskolai tanári minőségben a Magyar Nemzeti Múzeum Állattárához osz-

tották be szolgálattételre, négy év múlva, 1922-ben ugyanott múzeumi őrré minősítették át. Múzeumi munkája az állattár ichthyológiai anyagának feldolgozása volt, egyidejűleg tanulmányaiban a halgazdaság gyakorlati kérdéseivel is foglalkozott. 1924-ben megjelent munkája: Tógazdasági tanácsadó pontyos tógazdaságok részére. 1925-ben a közgazdasági egyetemen a halgazdaságtan magántanára és a Magyar Nemzeti Múzeum révfülöpi balatoni biológiai állomásának vezetője, 1927-ben a Tihanyi Biológiai Intézet első igazgatója lett. Egyaránt foglalkozott a vízi szervezetek biológiájával és általános élettani kérdésekkel így az 1927-ben közzétett A megújhodás című munkájában. Elvesztett testrészek visszaszerzése, idegen testrészek átültetése című könyvében is részletesen foglalkozott a regenerációval kapcsolatos ismeretekkel. Két év után kénytelen volt igazgatói állásából távozni. 1929-től a debreceni egyetemen az állattan ny. rk., 1933-tól ny. r. tanára, 1940–44-ben a kolozsvári egyetem állatrendszertani intézetének és múzeumának vezetője, 1945-től nyugdíjazásáig (1950) újból a debreceni egyetem tanára.

Mint debreceni egyetemi tanár- a tanításon kívül minden erejét a hazai háziállatok történetének kutatására szentelte. Akárcsak a regenerációs fiziológia területén, ebben az újonnan választott témakörben is úttörő munkát végzett. A hajdani Alföld ősi állatvilága című munkáját (megjelenésének éve bizonytalan: 1931 vagy 1933) követték: A magyar szarvasmarha egykori gazdasági jelentősége (1935), Ősi magyar háziállataink (1940), Ősi magyar kutyák (1940), Az ősmagyar fekete juhnyáj (1941). Utolsó nagyobb megjelent munkája A magyar háziállatok története ősidőktől máig (1954). E



Hankó Béla (Poprád, 1886. júl. 5. – Toronto, 1959. nov. 16.): zoológus, a biológiai tudományok doktora (1952).

témában írott nagyszabású összefoglalása kéziratban maradt. Nyugdíjazása után egy ideig a budapesti Magyar Mezőgazdasági Múzeum munkatársa volt, majd 1957-ben kivándorolt Kanadába, ahol Torontóban 1959. november 16.-án halt meg. Tudományos munkássága elsősorban a hidrobiológia (főleg a balatoni), az ichthyológia és az állatrendszertan területét ölelte fel. Foglalkozott a magyar háziállatok eredetével és történetével is. – Főbb munkái: Tógazdasági tanácsadó pontyos tógazdaságok részére (1924); A megújhodás (1927); A hal és a halgazdaság (1928); A gerincek általános jellemzése és a halak (Pécs – Bp., 1928); Magyarország halainak eredete és elterjedése (1931). Nevéhez fűződik a kisázsiai,

elsősorban a török halfauna feltárásának a kezdete is.

- *Capoeta angorae* Hankó, 1925 (török márna)
- *Hemigrammocapoeta kemali* Hankó, 1924 (kisázsiai ponty)
- *Seminemacheilus lendlii* Hankó, 1924 (anatóliai csík)
- *Cobitis turcica* Hankó, 1924 (Atatürk kövicsíkja – Atatürk beceneve volt a turcica)
- *Cobitis simplicispina* Hankó, 1924 (anatóliai kövicsík)
- *Pseudophoxinus anatolicus* Hankó, 1924 (anatóliai cselle)

[Fische aus Klein-Asien. Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici v. 21: 137-158, Pl. 3. 1925.]

Nemcsak nagyszámú tudományos és ismeretterjesztő értekezést írt, hanem igen sok gyakorlati irányú közleményt is, például összeállította 25 év halászati irodalmát is. Az 1931-ben megjelent „Magyarország halainak eredete és elterjedése” című munkáját a hidrobiológia-állatföldrajz szempontjából az egyik legkiemelkedőbb, korát megelőző, modern szemléletű közleménynek tartjuk. A halfauna kutatására a Halászati Egyesület *Ré-pássy Miklós* kezdeményezésére halrajzi bizottságot alakított, amelynek munkáját nagyban megkönnyítette *Unger Emil* kitűnő „Magyar Édesvízi Halhatározó”-ja (1919).

IRODALOM

Dudich Endre: A tisztikar tagjainak életrajzi adatai (Állattani Közl. 1942); *Nagy Barnabás*: H. B. (Állattani Közl. 1963.)

Bíró Péter akadémikus
MTA BLKI Tihany,
az MHT Limnológiai Szakosztály elnöke

Emlékezés az erdélyi ásványvíz élenjáró kutatójára: Bányai János (1886–1971) hidrogeológusra születése 125. évfordulóján

Közel egy időben négy kiváló erdélyi tudós – *Bányai János, Török Zoltán, Balogh Ernő, és Tulogdi János* – munkálkodott Erdélyben a XX. század első hét évtizedében. Nemcsak kortársak voltak, hanem azonos témakörben is dolgoztak, a természettudományon belül a földtant és a hidrogeológiát művelték. *Bányai János* közkinccsé igyekezett mindent tenni, s ezzel a közjavát kívánta szolgálni. Élete és munkássága szimbólum, amely megmutatta, hogy hogyan kell élni, alkotni és a hazát szolgálni.

1886. november 6-án született a felsőháromszéki Kézdivásárhelyen. Már elemi iskolás korában kitűnik szorgalmával és zenei tehetségével. A polgári iskola elvégzése után a Kolozsvári Tanítóképzőbe kerül, ahol nagy aktivitással vesz részt az önképzőkori munkában. „A vidék népszokásai és gyermekdalai” c. munkájával elnyeri a Boér Gergely alap jutalmát. Emellett azonban figyelme már gyermekkorában mindinkább a természettudományok felé fordul, és nagy lelkesedéssel számol be arról, hogy járt a Torjai bűdösbarlangnál, a Fortyogófürdőnél és sok borvízforrásnál. Ezek a természetjárások mélyítették el nagy vonzódását a természettudomány és azon belül is a geológia iránt.

A budapesti Pedagógiai Főiskola természettudományi szakán 1908-ban szerez tanári oklevelet földrajz-termesztetrajzból. Abrudbányán kezdi munkáját, ahol *id. Lóczy Lajos* és *Papp Károly* felügyel munkájára, ahogyan oktatja a fiatalokat a bemutatott eszközökkel, különösen értékes ásvány- és közettani gyűjteményével. Az új ismeretség hatására azután külföldi tanulmányútra kap lehetőséget, éspedig a jénai egyetemre, Halléban *Walther* professzort, a berlini Bányászati Akadémián *Gothant* hallgatja, ahol tovább fejleszti tudását és az ércmikroszkópi vizsgálatokat sajátítja el. Amikor első jelentős munkája a Barót-ajtai barnakőszénterületről megjelenik (1913), akkor *id. Lóczy Lajos* meghívja az intézet külső munkatársának. Abrudbányán bevezeti az aranytartalmú ércelér vizsgálatában az újszerű kalkográfiai módszert, az iskolai gyűjteményt pedig egy nagy értékű tudományos anyaggá fejleszti. Először szűkebb hazájának környékét kutatja, majd kiterjeszti a Székelyföld egészére. Felkérést kap Konstantinápolyba tanári állásra és a Budapesti Tanszermúzeum ajánl fel neki állást. Nem fogadja el egyiket sem, és a székelykeresztúri Tanítóképző tanári állása kedvező lehetőséget teremt részére a kutatásra és egyáltalán az írásra. Ettől kezdve nagy részletességgel tanulmányozza az ásványvíz-előfordulásban gazdag Délkelet-Erdélyt.

Megkezdett szakmai és ismeretterjesztő cikkei hatására hamar felfigyelnek rá és már 1921-ben felkérlik a bukaresti Földtani Intézet külső munkatársának, a kaliforniai *Haopkins Marien Institut* pedig meghívja az ottani sósvizek tanulmányozására. 1931-ben Székelyudvarhelyre helyezik és akkor megindítja a *Székelység* c. havi folyóiratot, amely 13 éven keresztül valóságos tükörképe az 1931–1944 közötti időszaknak. Mellékelteben a hasznosítható nyersanyagokkal



és a fürdőélet fejlesztésével foglalkozik. Ebből állítja össze 1938-ban „A Székelyföld természeti kincsei és csodás ritkaságai” c. munkáját. Egyik kiemelkedő munkája 1929-ben a Hargita-expedíciók megszervezése. 1941-ben megalakul Marosvásárhelyen a Kelet-magyarországi és az Erdélyrészi Fürdők Szövetsége, amelynek vezetőségi tagja és ekkor kapott megbízást a székelyudvarhelyi „*Orbán Balázs Borvízkutató Intézet*” megszervezésével. Eredetileg a Földtani Intézet irányelvi alapján akarták az erdélyi ásványvíz-kincset felmérni, de ez a világháború és az új politikai helyzet miatt *Bányai János* egyéni kutatási

feladata lett. 1940 és 1944 között a Földtani Intézet megbízásából részt vesz Erdély földtani kutatásában, s erről 1942-ben az intézeti kiadványban Erdély DK-i részén a tufák szerepéről jelenik meg értékelő és összefoglaló munkája.

Nagy erőssége volt, hogy ki tudta építeni a kapcsolatot a nagyobb tudományos központokkal, a környező világgal, s így vált a Székelyföld a tudományos és a szellemi élet központjává. Ezt bizonyítja több mint száz több nyelven megjelent tudományos, és mintegy 500 ismeretterjesztő és honismereti írása, számos térképe.

Nevéhez fűződik Erdővidéken a diatomaföld felfedezése. A *bányaiana* nevű kovamoszat az ő nevét viseli. Az erdélyi kalcedonok geneziséről írott újszerű munkájával doktori oklevelet szerez a szegedi Tudományegyetemen.

Tanári oklevelének megszerzése után egymásután jelennek meg földtani és közettani jellegű tudományos és ismeretterjesztő munkái. A Hargita gázforrásai (1926) után a Barcaság artézi kútjával (1927) foglalkozik, majd a hargitai ásványvizek geológiáját mutatja be (1929) színvonalas munkájában. Ezt követően még olajjal, opállal több dolgozatában is találkozunk, s talán az 1933-ban megjelent kovásznai arzénos ásványvízről közölt írása indítja el az ásványvíz témakör kutatásában. Korábban ugyan több ismeretterjesztő közleménye jelent meg az ásványvízzel kapcsolatban, de ezek kutatási eredményeket kevésbé tartalmaznak. Áttekintő munkája a székelyföldi ásványvizekről 1934-ben Kolozsváron jelenik meg az Erdélyi Múzeum kiadványban. Ezt követte a Székelyföldi ásványvizek eredete és forrásfoglalásai (1934), az ásványvizek kiválásainak geológiája (1938), a hazai gyógyvizek eredete (1942), a székelyföldi langyos források (1949), s a volt Háromszék vármegye ásványvizei, (1955), a Magyar Autonóm Tartománybeli ásványvizek és gázömlések (1957), Erdély ásványvíz-kataszterét is elkészíti.

A földtan minden ágára kiterjedt kutató munkája, de maradandót leginkább az ásványvíz kutatásban érte el. Tudományos munkájának eredményét Délkelet-Erdély, a Székelyföld ásványvíz-kutatásában összegzi. Ezt a munkáját szervesen egészíti ki az iszapvulkánokról, a gyógyiszapokról, gyógylápokról és mofettákról szóló írásai, továbbá a korszerű, gazdaságos fürdőélet kialakításának gondolata. Társszerkesztője a Székelyföld írásban és képen c. 1941-ben megjelent kötetnek is. 1947-ben nyugdíjba megy, de fiatalos lendülettel tovább dolgozik.

Az 1960-as években a hazai vízügyi kiadványokban is több munkája jelenik meg. A Hidrológiai Tájékoztatóban 1961 és 1966 között 3 dolgozatát olvashattuk. Beszámolt az Aranyos természetes szennyeződésciről, az ásványvizek összetételének változékonyságáról és a változó elemzési eredményekről.

Úgy látja, hogy már a hőmérséklet-változából és a csapadék mennyiségéből is lehet a víz felszín alatti útjára utalni. A források vizében a legnagyobb felhígulást a tavaszi hóolvadás idején, míg a legnagyobb ásványi anyag tartalomra a nyári nagyobb szárazság után és a fagyott talaj esetében lehet számítani. A légnyomás változása ugyancsak jelentős hatással van a szénsavas vizek összetételére. Ennek igazolására számos vizsgálatot végeztek ugyanazzal a módszerrel a borszéki Főkúton és mindannyiszor eltérő eredményt kaptak. Összehasonlították *Bélteti Zsigmond* (1818), *Than Károly* (1875), *Straub János* (1942) és *Soós Pál* (1955) évi vizsgálati eredményét és természetesen mindig eltérő eredményt kapott. A kémiai adatok ábrázolásáról az a véleménye alakult ki, hogy talán nehézkessége miatt nem ajánlatos különösen a nagyon csekély mennyiségű mikroelemek ábrázolása.

Az 1961-re elkészült Kelet-Erdély ásványvíz térképéről is beszámol *Bányai János*. A térképhez csatolt magyarázó több mint 2000 forrást, a szénsavas, a sós-, a hévizeket, a radioaktívokat és a különböző típust képviselő vizeket tárgyalja. A sok nehézséggel járó térképező munka ugyan befejeződött, de előfordult, hogy a már ismert forrásokon kí-

vül újabbak is keletkeztek. Úgy gondolja, hogy ezért indokolt a térképet állandóan ellenőrizni és kiegészíteni.

Utolsó munkája, amelyet az 1969. évi tusnádfürdői balneológiai szimpóziumra készített, de azon már nem tudott részt venni, a Hargita megye ásványvizeinek helyi felhasználásáról értékes összefoglalást és iránymutatást ad a fürdőmedencék kialakítására, a források foglálására, a medencék feltöltésére, a palackozásra, sőt még kitér az üdülőhelyek vendégellátásának szervezésére is. Nagy kár, hogy Délkelet-Erdély ásványvizei és gázömlései című munkája kéziratban maradt. 1928-ban a Természettudományi Társulattól népszerűsítő munkája elismerésül a Bugát Pál-díjat, a Magyarhoni Földtani Társulattól 1965-ben az 50 éves társulati tagsági oklevelét kapta meg.

1971. május 13-án Székelyudvarhelyen 85 éves korában hunyt el és sírjánál *Kisgyörgy Zoltán* geológus vett meleg hangvételű búcsút a kiváló tanártól és kutatótól.

Dr. Dobos Irma

IRODALOM

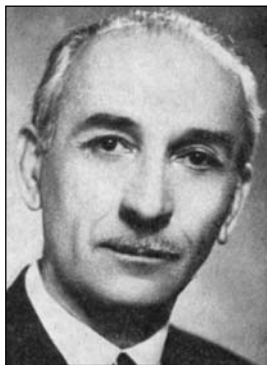
- Csiky G.* (1971): Bányai János. – *Hidrológiai Tájékoztató*, 8–9.
Csiky G. (1986): Bányai János. – *Évfordulók a műszaki és természettudományokban*, 61–63.
Csiky G. (1986): Bányai János a Székelyföld kutatója és hűséges fia (születése 100. évfordulóján). – *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv 1985–86*, 64–82.
Kisgyörgy Z. (1973): Dr. Bányai János emlékezete. – *Földtani Közlöny*, 117–122.
Vojkó L. (1993): Bányai János geológus, Erdély kutatója. – *Természet Világa*, 124/2. 90.

Emlékezés Hartyányi Lászlóra, születése 100. évfordulóján

Hartyányi László 1911. május 22.-én született Szarvason. A Budapesti Műszaki Egyetemen 1950-ben szerzett mérnöki oklevelet. Szakmai munkája kezdetén mélyépítési tevékenységet folytatott, majd a vízgazdálkodás területén dolgozott, végül öntözési és vízrendezési kutatással foglalkozott. Munkahelyei a következők voltak:

- Liska Jenő Mélyépítő Vállalata, Budapest, 1938–1945,
- Kőszeg Város Mérnöki Hivatala, 1945–1946,
- Kőszegi Földgénylő Bizottság, 1946–1947,
- Körös–Tisza–Marosi Ármentesítő Társulat, Szarvas, 1947–1948,
- Szegedi Vízgazdálkodási Körzet, Szentés, 1948–1950,
- Kultúrmérnöki és Belvízrendező Hivatal, Szentés, 1950–1952,
- Öntözési Kutató Intézet (és jogelődjei), Szarvas, 1952–1971.

Az Öntözési Kutató Intézetben a Kultúrmérnöki Osztály vezetője, majd – 1971. évi nyugdíjba vonulásáig – igazgatóhelyettes volt. Mintegy 20 éves kutatói munkája során sokféle vízgazdálkodási feladat megoldásával foglalkozott, így tereprendezési, vízrendezési, öntözési kérdésekkel, a vízházartási mérleg, a szivárgási viszonyok, a tájvédelem problémáit igyekezett tisztázni. Nagyjelentőségű alkotása volt a Szarvas közelében lévő Kondoros-völgyi kí-



sérleti belvízöblözet létrehozása 1955-ben, a mérések és a vizsgálatok megszervezése. Az adatok feldolgozása és értékelése nyomán írt tanulmányai a hazai belvíz-hidrológiai kutatás úttörő jelentőségű eredményei.

Kutatási munkájának eredményeit a gyakorlat számára is használható formában tette közzé, mellyel széleskörű szakmai érdeklődést váltott ki, ezzel elősegítette a hazai és külföldi szervezetekkel való kapcsolatok kiépítését. Tudományos eredményeit a műszaki fejlesztésben és a szakmai felsőoktatásban

is kamatoztatta. Tanára volt a Szarvasi Agrártudományi Főiskolának, ahol a kultúrtechnika tantárgyat oktatta. Őt szakkönyvet, hat főiskolai jegyzetet és számos szakkikket publikált.

Munkájával kapcsolatban több szakmai szervezetnek volt tagja, így 1952-től a Magyar Hidrológiai Társaságnak is. 1964–68 között a társaság Békés megyei Területi Szervezetének elnöki tisztét töltötte be. 1974-ben a MHT tiszteleti tagja lett. Szakmai kitüntetései: Mezőgazdaság Kiváló Dolgozója (1960), Vízgazdálkodás Kiváló Dolgozója (1961), MHT Kvassay Jenő Emléklap (1961), Munka Érdemrend Ezüst fokozata (1967), Árvízvédelemért Emlékérem (1970), MTSZ elismerő oklevél (1975).

Hartyányi László 1978. szeptember 11.-én hunyt el Szarvason. Hamvai a szarvasi családi sírboltban nyugszanak.

Dr. Marjai Gyula

DIPLOMAMUNKA PÁLYÁZATOK

A Magyar Hidrológiai Társaság 2010. évi diplomamunka pályázatán díjazott és Szerkesztőségünkhöz eljuttatott diplomamunka pályázatokat – kezdő szakembereink szakmai és irodalmi ambíciójának előmozdítása érdekében – a Hidrológiai Tájékoztató következő hasábjain tesszük közzé (Szerk.).

Néhány hazai mély bányató és holtág rétegződési sajátosságai*

ABONYI ANDRÁS

Bevezetés, cél

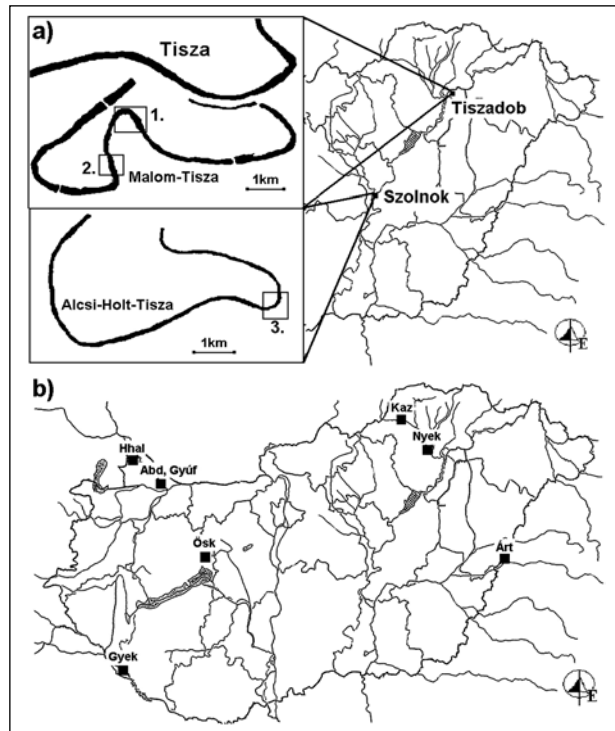
A Víz Keretirányelvnek (VKI) megfelelő elvárás felszíni vizeink tipizálása, valamint azok biológiai alapú minősítése. Munkám a fitoplanktonon és a tavak morfológiai sajátosságai, és az azok által meghatározott rétegződésen keresztül ezen időszak témához kapcsolódott. A Tisza középső szakasza mentén található holtágak átlagos mélységüket tekintve sekély tavak, azonban kis felszínű szélvédett tavakon kis vízmélység esetén is kialakulhat stabil rétegzettség.

Kérdésünk volt a rétegződés stabilitása, és annak a fitoplankton vertikális eloszlására gyakorolt hatása. A Malom-Tisza első vizsgálati eredményei felvetette bennünk mély bányatavaink rétegződésének kérdését, melyek elméletileg mono-, dimiktikus rétegződést is mutathatnak, azonban tudományos vizsgálatok korábban nem történtek ennek igazolására. A hazai bányakataszter által ismert legmélyebb bányatavainkat választottuk ki azok morfológiai sajátosságaik és rétegződésük kapcsolatának vizsgálatához.

Anyag és módszer

Vizsgált holtágaink a tiszadobi Malom-Tisza és a szolnoki Alcsi-Holt-Tisza voltak 2005–2007 között. Az egyes folyamatok vizsgálatára mind térben, mind pedig időben eltérő időskálán mintáztunk. Az Alcsi-Holt-Tisza mintavételi gyakorisága egy hónap volt. A Malom-Tiszán a rendes havi mintavétel mellett 24 órás és kereszt-szelvény menti vertikális vizsgálatokat is végeztünk. Bányatavainkat 2007 őszén mintáztuk: Kazincbarcika környéki bányatavak (Ormosbánya északi és déli, Herbolya, Kurityán, Vadna), valamint Nyékládháza, Ártánd, Hegyeshalom, Adba, Gyűrűfalu, Öskü, és Gyékényes határában fekvő bányatavak (1. ábra).

A réteg mintavételekhez Ruttner-féle mintavevőt használtunk, helyszínen mértük a vízhőmérséklet, oldott oxigén, vezetőképesség és pH vertikális változásait, Secchi koronggal becsültük a fényviszonyokat. Elemeztük az egyes víztestek 8 főion-, és tápanyag (N, P formák és silícium) összetételét. A rétegződés becsléséhez Patalas (S), Welch (RWCS, relative water column stability) és Kalff ($z_r\%$) képleteit használtuk. A vizsgált paramétereket clusteranalízis segítségével értékeltük ki.



1. ábra. a) Malom-Tisza és az Alcsi-Holt-Tisza elhelyezkedése b) A mintázott bányatavakhoz legközelebbi települések: Hhal–Hegyeshalom, Abd–Adba, Gyűf–Gyűrűfalu, Ösk–Öskü, Gyek–Gyékényes, Kaz–Kazincbarcika, Nyekl–Nyékládháza, Árt–Ártánd

Eredmények

A Malom-Tisza a vizsgált periódus nyarain anaerob hipolimnionnal stabilan rétegződött. Rétegződési stabilitásának maximális értéke 2007 júliusában ($z_{\max} = 9$ m, $\Delta t = 23$ °C) $RWCS = 360\text{--}420$ volt. A nyári primer produkció 2 m-es mélységben, a fotikus réteg alján mutatott maximumot, melyet a napi hőingás okozta részleges atelomixis is befolyásolt. A kereszt-szelvény menti vizsgálatok megmutatták a teljes medencére kiterjedő rétegződést, mind vízhőmérséklet, oldott oxigén és vezetőképesség tekintetében. Az Alcsi-Holt-Tisza nyári maximális $RWCS$ értékei 200 körül alakultak, permanens hipolimnetikus oxigénhiány nélkül.

* A Hidrológiai Tájékoztató 2010. évi számából kimaradt, egyetemi kategóriában II. díjat nyert diplomamunka kivonata (Szerk.).

A fitoplankton biomassza mindkét holtág esetében az epilimnionban mutatott maximális értéket, azon belül viszont az év teljes folyamán jelentős vertikális különbségeket tapasztaltunk. A Malom-Tiszában az eufotikus réteg fitoplanktonjának vertikális eloszlása is rétegződést mutatott, melyet nyáron a *Peridinium* spp. és a Desmidiáles fajok, míg ősszel a fonalas Cyanobacteria szervezetek határoztak meg. A keresztshelvény menti eloszlásnál epilimnetikus preferenciát mutató taxonok voltak a *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Limnothrix redekei*, *Peridiniopsis elpatiewskyi*, és *Romeria leopoliensis*. Kizárólagosan a hipolimnionban előforduló fajnak bizonyult a *Thiopedia rosea* fototróf bakterioplankton. Az Alcsi-Holt-Tisza fitoplanktonjában mind motilis (főként *Cryptomonas* spp. és *Rhodomonas* spp.) mind nem-motilis (*Planktolyngbya limnetica*, *Plantonema lauterbornii*, *Dictyosphaerum pulchellum*) szervezetek jelentős vertikális különbségek kialakítására voltak képesek.

A bányatavak mért és számított értékeit, valamint azok összefüggéseit a 2. ábra szemlélteti.

Legstabilabban rétegződő bányatavaink a Kazincbarcika környéki bányatavak voltak. A nyugati országrész bányatavainak főion összetételét Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- dominancia jellemezte, míg a keleti országrész mintái jelentős mennyiségben tartalmaztak SO_4^{2-} ionokat is. Kazincbarcika környéki bányatavak jelentős N (főként hipolimnetikus NH_4^+) és P terhelést mutattak. Ezen tápa-

nyagokra legszegényebb vizeknek Abda és Gyékényes határában fekvő bányatavak bizonyultak.

Előbbi csoportra az anaerob hipolimnion, utóbbira ki-
elégítő oxigénviszonyok voltak jellemzőek. Erős kapcsolatot találtunk a bányatavak felszíne és a termoklin mélység, valamint a termoklin mélysége és a fotikus rétegvastagság között.

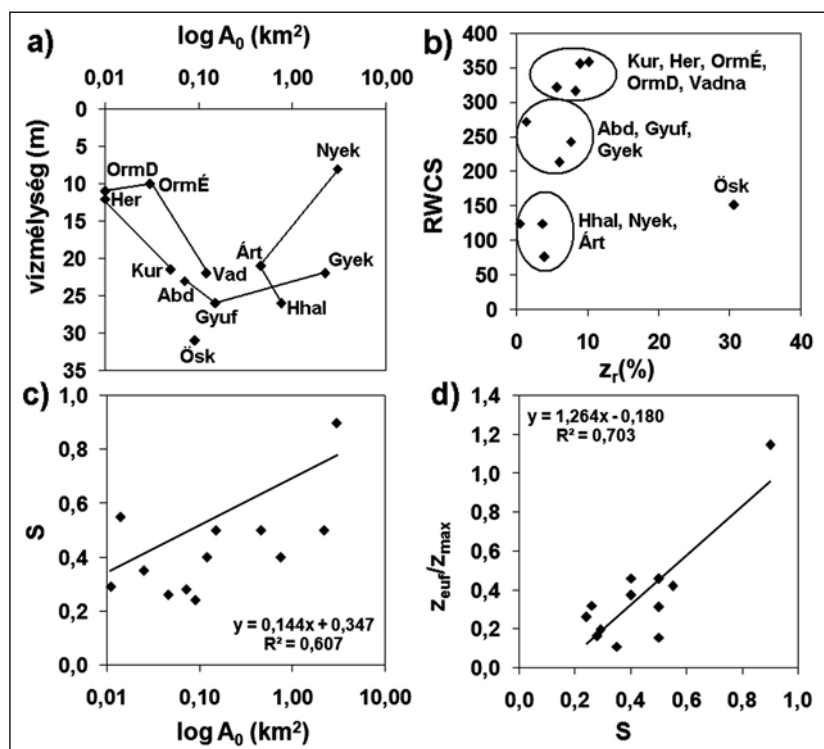
Következtetések

A Malom-Tisza esetén dimiktikus tórol beszélhetünk (téli jégborítást feltételezve), mely nyári rétegződésének stabilitása nemzetközi irodalmi értékekkel egybevetve is kuriózum. Az Alcsi-Holt-Tisza dimiktikus jellegeket mutató, hideg polimiktikus tónak tekinthető. Vizsgálataink két Tisza-menti holtág példáján igazolták, hogy egyes állóvizeink fizikai és kémiai változói, valamint fitoplanktonjuk eloszlása mély állóvizekre jellemző rétegződést mutatnak. Holtágaink minősítésének problémája, hogy morfológiai sajátosságai miatt a fitoplankton eloszlása mind a holtágak hossz tengelye, mind vertikálisan és mint első mérési eredmények által bizonyítottan, keresztshelvény mentén is jelentős heterogenitásokat mutathat.

Igazoltuk a kis felszínű, nagy relatív mélységű bányatavaink stabil rétegződését, mely hipolimnetikus oxigénhiánnyal párosulhat (Ormosbánya északi és déli bányató, Kurtyán). Síkvidéki, nagy mélységű bányatavaink stabilan rétegződtek, azonban a trofogén zónában megtermelt szervesanyag lebontása nem vezetett anaerob hipolimnionhoz (Abda, Győrújfalú). Síkvidéki, nagy felszínű bányatavainkban is kialakulhat rétegződés, amennyiben a tó működésileg medencékre különül (Gyékényes). Bányatavaink jelen pillanatban nem tartoznak a VKI szempontjából vizsgálandó vizek közé, azonban működésük megértéséhez és későbbi kezelésükhöz fontos, rétegződésük leírása szempontjából első adatokat közöltünk.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom az alábbi személyeknek: dr. Padisák Judit, dr. Teszárné Nagy Marianna, Zámbóné Doma Zsuzsanna, Krasznai Enikő, dr. Borics Gábor, Várbiro Gábor, dr. Luciane Crossetti, Andirkó Valéria, Királykúti Ildikó, Csépes Eduárd, Tóth Ádám, Czuczay Diána, Czuczor Gergely. Továbbá Szisster Ferenc és Laskó Miklós (EMHE); Szalai Gyula, Tatai Mihály és Sinkó Lajos (Szigetköz HE), Bierling István (Öskü), Ártándi Kavicsbánya Kft. Köszönöm Családom mindennemű támogatását.



2. ábra. a) \log felszín (A_0) és mélység b) RWCS és Z_r (%) c) \log felszín (A_0) és S stabilitás d) fotikus rétegvastagság és S stabilitás viszonya az egyes bányatavak esetében

Az ELCOM tómodell adaptálása sekély tavakra*

SZANYI SÁNDOR

Bevezetés

A számítástechnika és a numerikus módszerek fejlődésével a tavak 3D-s áramlásmodellezése egyre inkább előtérbe kerül, melynek mély tavi környezetben való sikeres alkalmazására már számos példát találunk a nemzetközi szakirodalomban (lásd pl. *Simons*, 1980; *Laval et al.*, 2005). Ezzel szemben a térbeli megközelítés sekély tavi környezetre való alkalmazása kevésbé feltárt. Ennek számos oka van, melyek közül talán a legjelentősebb, hogy a mélység mentén integrálátlagolt 2D-s modellek a víztömeg transzportot kielégítően közelítik, így az ezt célzó számításokban sekély tavak esetében ritkábban merült fel a 3D-s számítás szükségessége. Az ezredfordulóra kiderült, hogy a terepi áramlásmérések sikeres reprodukálása nem elsősorban numerikus fejlesztés kérdése, hanem sokkal inkább a tó feletti szélmező jó térbeli leírásán múlik. Utóbbira adott megoldást *Józsa* (2001), hazai tavi méréseket 2D-s áramlási modellel sikeresen reprodukált oly módon, hogy külső gerjesztő mezőként a tó feletti belső határreteg fejlődés és a szélcsúsztatófeszültség összekapcsolt modelljét alkalmazta, azt összetett aerodinamikai modellezéssel (*Józsa et al.*, 2007a), összetett terepi és vízi növényzet fedettségére (*Krámer és Józsa*, 2007, *Józsa et al.*, 2007b) is igazolva. Ehhez a munkához kapcsolódva céltom 3D-ban modellezni hazai sekély tavainkat, melynek első lépéseként az eddig csak mélytavakra alkalmazott ELCOM 3D-s modellt adaptáltam a Balaton keszthelyi és szigligeti medencéjére.

Mérések

A modell sikeres validálásához egyidejű áramlás- és szélérésekre volt szükségem. A BME Vízépítés és Vízgazdálkodási Tanszék 1997. tavaszán és őszén, illetve 1998. tavaszán három egy-egy hónapos mérési kampányt végzett el. Ezen mérések eredményeit használtam fel a modell adaptálási lehetőségének feltérképezésére. Mivel a mérések több ponton és helyenként több mélységben zajlottak, lehetőségem nyílt nem csak a mélységátlagoltan, hanem a tényleges mérési mélységekben vizsgálni a modell eredményeit.

Az ELCOM tómodell bemutatása

Az ELCOM tómodellt a Kelet-Ausztráliai Egyetem Vízutató Intézetében (CWR) fejlesztették ki. A modell 3D-ban hidrosztatikus állapotot feltételezve, Boussinesq-féle közelítésen alapuló, Reynolds-átlagolt Navier-Stokes egyenleteket old meg (*Hodges*, 2000a), valamint ettől elválasztva oldja meg a transzportálódó anyagok keveredését és az impulzus advekciónak leíró egyenleteket. A szabadfelszín megoldásához ún. fél-implicit megoldást

alkalmaz (*Casulli és Cattani*, 1994), az impulzus advekciónak számításához pedig vegyes Euler-Lagrangian módszert, ezzel szemben a skalár-transzportegyenletek megoldásához konzervatív, hozamlimitált, explicit differencia sémát alkalmaz. A turbulencia hatását (*Hodges et al.*, 2000b, *Laval et al.*, 2003) egy mély tavakra kifejlesztett, a horizontális és vertikális örvényviszkózitási tagot különböző sémák alapján számító turbulencia modellel veszi figyelembe, mely eltér az ezen a területen mára már megszokott k-s vagy LES modellektől.

A modell paraméterezése

A Balaton modellezésére horizontálisan egységes 100 m-es cellakiosztást alkalmaztam, vertikálisan pedig egyenletesen változó 15–40 cm-es felbontást. Az időlépés megválasztása a séma fél-implicit volta miatt nem volt egyértelmű, érzékenység vizsgálat alapján a séma ugyan fél-implicit, de explicitként, időlépésben korlátozottan viselkedik. A medererdesség változtatására a modell kis érzékenységet mutatott és mivel a mederfelszín anyagának térbeli eloszlására nem volt adat, konstans érdességet alkalmaztunk.

Konstans szél és szél-csúsztatófeszültség mező alkalmazásának eredményei

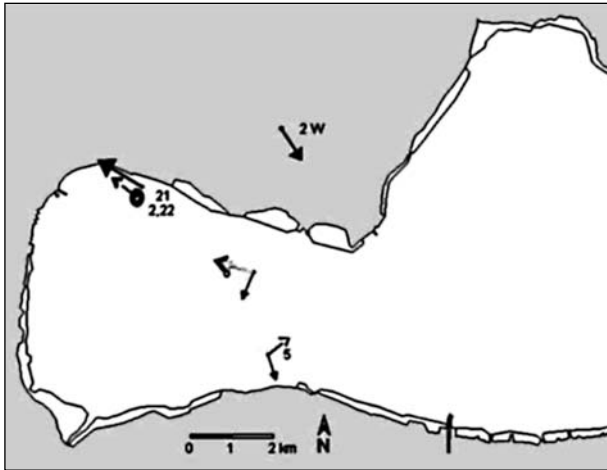
A modell adaptációjának során konstans szélebbesség és szél-csúsztatófeszültség mező feltételezésével ugyanolyan problémákba ütköztem, mint *Shanahan et al.* (1981) valamint *Somlyódy és van Straten* (1986), akik korábban ilyen meghajtás mellett 3D-s, majd 2D mélység-integrálátlagolt modellel próbálták a Balaton áramlásait numerikusan reprodukálni. Nevezetesen, az áramlási irányok sok ponton ellentétes értelműek adódtak a mérésekkel. Ez a megállapítás a mérések mélységeiben modellezett áramlási irányokra is igaz. Erre a problémára sem az adaptív rácshálós 2D-s (*Borthwick et al.*, 2001), sem a konstans szélmező melletti további 3D-s közelítések (*Ciraolo et al.*, 2004) sem hoztak megoldást.

Az áramlást keltő szélmező realiztikus leírása

Terepi mérésekre támaszkodva elsőként *Józsa et al.* (1990) kísérte meg, akkor még heurisztikusan, figyelembe venni a Balaton feletti szélmező meghajtási hosszmenti jelentős egyenlőtlenségeit. Mivel a konstans meghajtás mellett a szimulált és a mért áramlási helyzetek irányukban több ponton nem egyeztek, számos további vizsgálat alapján *Józsa* (2001) adaptált tavakra egy olyan szélmodellt, mely a belső határreteg meghajtási hossz menti fejlődését Taylor-Lee-féle összefüggésből, a vízfelszín érdességét Charnock-féle közelítésből, valamint a vízfelszín súrlódási tényezőjét *Wu* (1982) alapján

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton alapképzés kategóriában I. díjat nyert diplomamunka kivonata.

¹ A modell alapján számított szélmezőre utalva az angol Internal Boundary Layer kifejezésből eredő IBL rövidítést használtam.



1. ábra. Mért (fekete), illetve a mérési mélységben IBL-es meghajtás (sárga) és konstans meghajtás (piros) mellett modellezett áramlási helyzet 340°-os $W_{10} = 8$ m/s-os part feletti szél mellett

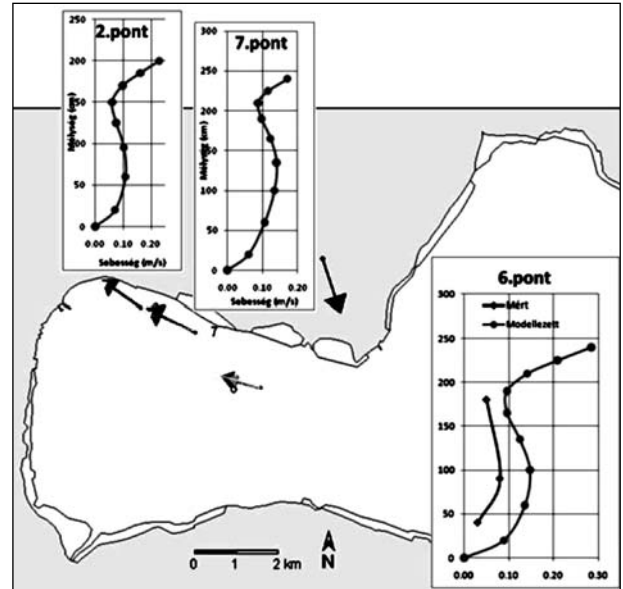
számítja¹. Az összekapcsolt modell ezen összefüggések alapján becsli a 10 m magasságban értelmzett szélsébséget. A módszer első alkalmazását egyszerű 3D-s medencékre Curto et al. (2006) mutatja be. Ezt az összekapcsolt modellt alkalmaztam a szélsébség és szélcsúsztatófeszültség mező számításához, és bemeneti adatként az így kapott szélmezőt adtam meg, annyi módosítással, hogy a vízfelszín sűrűlási tényezőjének Wu -féle közelítésével korrigáltam az ELCOM konstans sűrűlási tényezőjét.

Eredmények elemzése

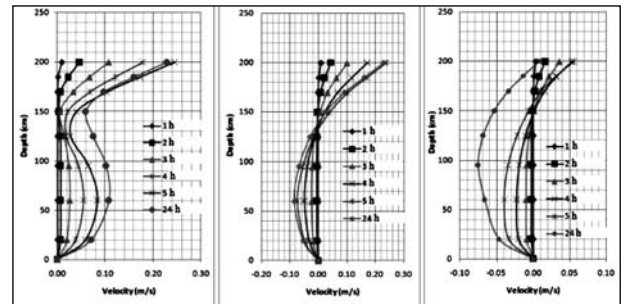
Az összekapcsolt modellel számított szél-csúsztatófeszültség mezővel gerjesztve, az ELCOM 3D képes volt realisztikusan reprodukálni a mért áramlási helyzeteket, mind mélységátlagoltan, mind a tényleges mérési mélységekben (1. ábra). Az áramlások iránya a mérttel megegyezett, de a sebességek számos esetben nagyobbak voltak, mint a mérték (lásd pl. 2. ábra 6. pont). A függély menti sebességnagyság- és sebességi-irány-csozások alapján az mondható, hogy egy függély mentén kialakuló sebességi-irány a vízoszlop 70 %-át uralja (3. ábra), ami alátámasztja azt, hogy mélység-integrálátlagolt 2D-s modellel is jól lehet reprodukálni a méréseket.

Ennek megfelelően a modell mélységátlagolt képe jó egyezést mutatott a SWAN (Krámer et al., 2000), Balatonra hosszú ideje alkalmazott, hasonlóan paraméterezett 2D-s modell eredményeivel.

Tehát az öbölléptékű cirkulációk modellezésére sikeresen adaptáltuk a modellt, habár a modellezett sebességek nagyobbak voltak a mértéknél. Ezután áttértem kisebb léptékű áramlások vizsgálatára, hogy például a 2000. évi balatonfenyvesi partközeli méréseket modellezem, azonban ebben az esetben már nem kaptam olyan jó egyezést a mért és modellezett áramlási helyzetek között. Ennek oka valószínűleg az, hogy a mély tavakra kifejlesztett turbulencia-modell sekély vizek kisebb léptékű áramlásainak pontos reprodukálására már

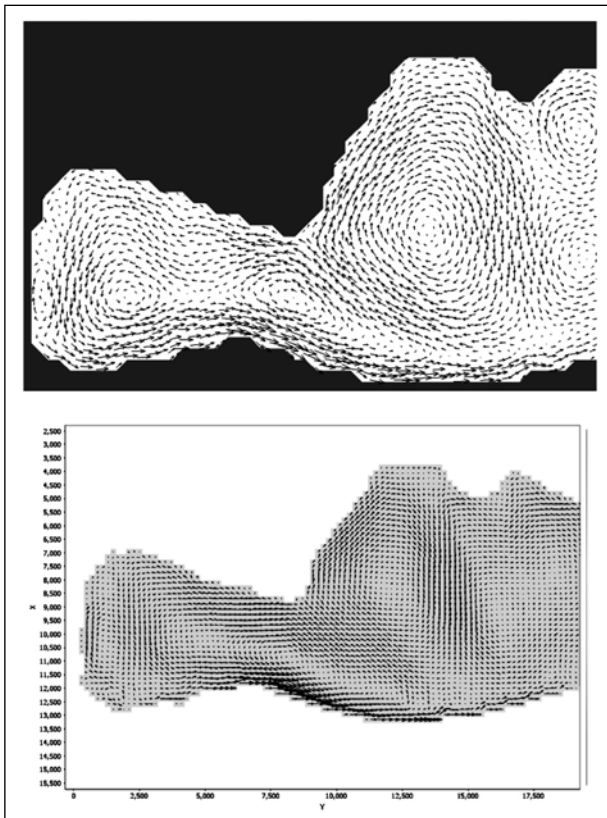


2. ábra. Mért (fekete), illetve a mérési mélységben IBL-es meghajtás (sárga) és mellett modellezett áramlási helyzet 350°-os $W_{10} = 8$ m/s-os part feletti szél mellett, a hozzájuk tartozó függélymenti vízszintes irányú sebességnagyság profillal (mért: kék; modellezett: narancssárga).



3. ábra. A szélfelőli oldalon $z_0 = 0,4$ m érdességmagasságúnak tekintett terep felett $W_{10} = 6$ m/s-os, 340°-os szél és a nyíltvíz felett a belső határreteg fejlődése szerint alakuló szél-csúsztatófeszültség hatására (balról jobbra haladva) a V sebesség abszolút értékének, illetve u , v keleti és északi állású vízszintes komponensének időbeli fejlődése

nem alkalmas. A modellezés során megmutatkozott, hogy számos hozadéka van a 3D-s modellezésnek a 2D-szel szemben, még sekély tavaknál is. Egyrészt mélység-integrálátlagolt 2D-s modelleknél a fenéken fellépő csúsztatófeszültséget a függély-középsébségből csak erősen közelítő analitikus függvényvel származtathatjuk, ezzel szemben azt 3D-ban közvetlenül tudjuk számítani. Emellett megmutatkozott az is, hogy az áramlási irány a függély mentén helyenként jelentősen változik, mely szennyeződés vagy lebegtetett hordalék terjedése esetén igen fontos lehet. Ezek mellett a kifejezetten térbeli folyamatok, mint például a függőleges síkban kialakuló átforduló jellegű áramlások, illetve a fel- és leáramlási zónák vizsgálata mindenképpen 3D-s számítást igényel. Megjegyzem továbbá, hogy jelen dolgozat után ennek vizsgálatát egy másik, PANORMUS nevű model-



4. ábra. Modellezett SWAN (felső) és ELCOM (alsó) állandósult áramkép a $z_0=0,4$ m érdesség-magasságúnak tekintett terep felett $W_{10}=8$ m/s-os, 340° -os szél és a nyíltvíz felett a belső határréteg fejlődése szerint alakuló szél-csúsztatófeszültség hatására

lel folytattam (Napoli, 2010), mellyel Lagrange-rendszerű vizsgálataimban megmutattam, hogy egyes vízrészecskék milyen bonyolult pályákat járhatnak be, illetve hogy egyes helyeken milyen különböző módon viselkednek, ezen keresztül megmutatva számos olyan esetet, amikor mindenképpen 3D-s modellezés szükséges (Szanyi, 2010).

Összefoglalás

Habár az ELCOM tómodell adaptálása számos ponton sikeres volt ahhoz, hogy bizonyossággal mondhasuk, hogy a függély mentén is realizisztikusan képes visszaadni a sekély tavi (esettanulmányként a balatoni) sebességprofilokat, az igazoláshoz több egyidejű, függély mentén többpontos mérésre lenne szükségünk. Továbbá azt is láttuk, hogy térben kisebb léptékű vizsgálatokra sekély tavaknál kevésbé alkalmas a modell. Mindazonáltal a jövőbeli mérések tervezésénél jóval célirányosabban tudunk műszereket telepíteni a modell eredményei alapján.

Köszönetnyilvánítás

Kiemelt köszönettel tartozom konzulensemnek: Dr. Józsa Jánosnak a diploma dolgozat szakmai irányításáért és a fáradtságot nem ismerő témavezetéséért, továbbá ipari konzulensemnek dr. Honti Márknak együttműködő segítségéért, valamint feleségemnek, Szanyi Regínának, aki végig támogatott.

IRODALOM

- Borthwick, A. G. L., Cruz, S., Józsa, J.: Adaptive quad-tree model of shallow-flow hydrodynamics. *Journal of Hydraulic Research* 39(4): 413–424. 2001.
- Casulli, V., Cattani, F.C.: Stability, accuracy and efficiency of a semi-implicit method for three-dimensional shallow water flow. *Comput. Math. Applic.* 27, pp. 99–112. 1994.
- Ciraolo, G., Lipari, G., Napoli, E., Józsa, J., Kramer, T.: Three-dimensional numerical analysis of turbulent wind-induced flows in the Lake Balaton (Hungary). In: *Proc. International Symposium on Shallow Flows*. Delft, Hollandia, 2003.06.16–2003.06.18. Balkema, pp. 661–669. 2004.
- Curto, G., Józsa, J., Napoli, E., Krámer, T., Lipari, G.: Large scale circulations in shallow lakes. In: M Brocchini, F Trivellato (eds.) *Advances in Fluid Mechanics 45. – Vorticity and turbulence effects in fluid structure interactions*. Southampton, WIT Press, pp. 83–104. 2006.
- Hodges, B. R.: Numerical techniques in CWR-ELCOM. Technical report, Centre for Water Research, Technical Report WP 1422-BH., 2000a.
- Hodges, B. R., Imberger J., Saggio A. and Winters K.: Modeling basin-scale internal waves in a stratified lake. *Limnology and Oceanography* 45: 1603–1620. 2000b.
- Józsa, J., Sarkkula, J., Tamsalu, R.: Calibration of Modelled Shallow Lake Flow using Wind Field Modification. *Proc. VIII. International Conference on Computational Methods in Water Resources*, Venice, Italy, Computational Mechanics Publications, pp. 165–170. 1990.
- Józsa J.: Sekély tavak szél keltette cirkulációs áramlásai. *MTA-doktori Értekezés*, MTA, Budapest, 178 p. 2001.
- Józsa, J., Napoli, E., Milici, B.: Numerical simulation of the internal boundary layer development and comparison with atmospheric data. *Boundary-layer Meteorology* 123: pp. 159–175. 2007a.
- Józsa, J., Kramer, T., Napoli, E.: The impact of terrain roughness and water level changes on wind-induced shallow lake circulation patterns. In: *CD-ROM Proc. Fifth International Symposium on Environmental Hydraulics (ISEH V)*. Phoenix, USA, 2007.12.04–2007.12.07. p. 71. 2007b.
- Kramer, T., Józsa, J., Sarkkula, J.: Modelling of a coastal wetland for restoration planning. In: *Proceedings of the symposium on restoration of lakes and wetlands*, November 2000, Bangalore, India. 2000.
- Kramer T., Józsa, J.: Solution-adaptivity in modelling complex shallow flows. *Computers & Fluids* 36(3): pp. 562–577. 2007.
- Laval, B., Imberger J., Hodges B. R.: Modeling circulation in lakes: spatial and temporal variability. *Limnology and Oceanography*. 48(3): 983–994., 2003.
- Laval, B., Imberger J., Findikakis A. N.: Dynamics of a large tropical lake. *Aquatic Sciences*, 67(3):337–349., 2005.
- Napoli, E.: Panormus User's Manual, Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Applicazioni Ambientali. Università di Palermo, Palermo, Italy, 2010.
- Simons, T. J.: Circulation Models for Lakes and Inland Seas, *Bulletin CCIW*, 1980.
- Shanahan, P., Harleman, D. R. F. and Somlyódy L.: Modeling wind-driven circulation in Lake Balaton. *IIASA Collaborative Paper – 81–7*, Austria, 105 p., 1981.
- Somlyódy L., van Straten, G. (eds.): Modeling and Managing Shallow Lake Eutrophication. with Application to Lake Balaton. *Springer Verlag*, Berlin, 1986.
- Szanyi S.: Szél keltette tavi vízmozgások térbeli struktúráinak vizsgálata. *TDK dolgozat*, BME, Budapest, 2010.
- Wu, J.: Wind-Stress Coefficients Over Sea Surface from Breeze to Hurricane. *J. Geophysical Research*, Vol. 87, No. C12, pp. 9704–9706, 1982.

A hódmezővásárhelyi gyökérszónás szennyvíztisztító telep áramlási vizsgálata*

KALOCSAI EDIT

Kutatómunkám során a gyökérszónás műtárgyak alkalmazási lehetőségeivel, illetve azok konstrukciós változataival foglalkoztam. Az ezen típusú természetközeli szennyvíztisztító telepek közül a hódmezővásárhelyi multi-stage típusú kombinált gyökérszónás telep képezi a vizsgálat helyszínét. A dolgozat témája a telep hosszanti átfolyású műtárgyában végzett konzervatív nyomjelzőanyag vizsgálati eredményeinek bemutatása, illetőleg a gyakorlatban is alkalmazható következtetések levonása.

Bevezetés és célok

Magyarországra általánosan jellemző gazdasági nehézségek miatt a csatornázás és szennyvíztisztítás gondja a közeljövőben a hagyományos technológiákkal nehezen lesz megoldható. Különösen igaz ez az állítás a kis (2000 fő alatti) településekre vonatkozóan. Az alternatív szennyvíztisztítási módszerek praktikus megoldást jelenthetnek, mivel ezek az alacsony beruházási és üzemeltetési költségű szennyvíztisztítók üzemeltetése egyszerű, kis kapacitás tartományban is alkalmazhatók, és bennük a tisztítási folyamat kontrolálható körülmények között, számos komponens esetében megfelelő határfokkal megy végbe. A természet-közeli módszerek vidéki településeken, valamint elszigetelt fogyasztók esetében előnyösebben alkalmazhatók. A fentiekben felsorakoztatott érvekből kiderül, hogy ezeknek a technológiáknak van létjogosultsága. Azonban a jelenleg ismert tervezési módszerek nem eléggé kiforrottak, precízek.

Kutatásom célja, hogy a gyökérszónás szennyvíztisztító telepeken zajló szivárgáshidraulikai folyamatokat feltérképezzem annak érdekében, hogy a tervező mérnökök pontosabban megismerhessék az ott végbemenő folyamatokat. Reményeim szerint, eredményeimmel hozzájárultam ahhoz, hogy a terület hazai kutatása előbbutóbb a mainál pontosabb tervezési paraméterek meghatározása lehessen.

A mérési program leírása

A vizsgált szennyvíztisztító telep Hódmezővásárhely külterületén a Szegedi Tudományegyetem Mintatelepén található. A mintatelep multi-stage rendszerű, amely jelen esetben egy függőleges átfolyású-, ezt követően egy hosszanti átfolyású gyökérszónás műtárgyat, majd egy békáscsatorna-tavat, végül egy nyárfás öntöző területet jelent.

A kutatásom során LiCl-t alkalmaztunk konzervatív nyomjelző anyagként. Négy alkalommal történt koncentrációmérés. Ezen mérések során 50g LiCl-t 200 ml vízben oldottunk fel, amelyet impulzusszerűen a műtárgy előtt található Parschall-csatornába injektáltunk. Azt követően meghatározott időközönként történt mintavétele-

zés a műtárgyba helyezett 9 db dréncső alsó és felső harmadából külön-külön, valamint a műtárgyat követő szinttartó aknából.

Az eltömődési folyamatok időbeni lefolyásának értékelését nehezíti, hogy vizsgálati idő közepén közvetlen szennyvíz ráhordásra került sor. Az előülepítetlen szennyvíz a függőleges átfolyású műtárgy töltes felszínét teljesen elfedte. Ezáltal teljes mértékben eltömítette a függőleges-, részben pedig a hosszanti átfolyású műtárgyat. Ez a helytelen üzemeltetés tehető felelőssé a műtárgy működésének rohamos romlásáért.

Értékelést nehezítő körülmény továbbá az egyes mérési alkalmakkor alkalmazott eltérő hidraulikai terhelés, amely a műtárgy visszaduzzasztásából eredő hidraulikai problémák elkerülése céljából vált szükségessé. Továbbá nem tekinthető teljesnek a lítium koncentráció visszatérülése sem.

A nemzetközi szakirodalomban általában a konzervatív anyagtranszport vizsgálat alapján építenek fel hidraulikai modelleket. A rendszerbe való nyomjelző anyag befecskendezéssel a hidraulikai rendszer jellemezhető. Az egydimenziós transzportmodell alapjául a szennyezőanyag keveredését jellemző általános differenciálegyenlet szolgált. Állandó áramlási sebesség feltételezése, valamint a Dirac-delta tűfüggvénnyel kezdeti feltétel kitétele mellett az 1D-s transzport egyenlet analitikus megoldása az alábbi egyenlet:

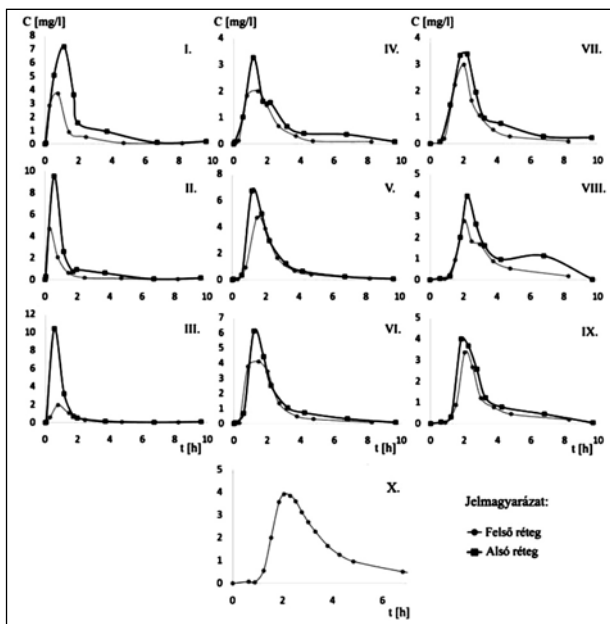
$$C(x,t) = \frac{M}{2 \cdot w \cdot m \cdot n_0 \cdot R \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot D_x \cdot t}{R}}} \exp \left[-\frac{\left(x - \frac{v_x \cdot t}{R} \right)^2}{\frac{4 \cdot D_x \cdot t}{R}} \right] \quad (1)$$

Kutatásom során ezen egyenlet által meghatározott görbéket vettem össze a mérési eredményekkel, a modell illeszkedését vizsgálva. Így az áramlási viszonyok jellemezhetőek lehetnek.

Eredmények

Az első mérési eredmény kiértékelése során tapasztalható volt, hogy a műtárgy keresztmetszetének minden pontján hasonló áramlási folyamatok mennek végbe. Az első mérési alkalommal követően minden esetben elmondható az, hogy kialakult az áramlás rétegzettsége, a későbbiekben megjelentek az ún. „két-púpú” görbék. A kétpúpú görbék megjelenése a hidraulikai zavartság mértékének egyértelmű növekedését jelzi. Ezen tulajdonság állandósulása a műtárgyban lebontási hatások csökkenéséhez vezethet. Amíg a függőleges átfolyású műtárgy töltésének tisztítása zajlott, az idő alatt a hosszanti átfolyású műtárgyra tiszta vizet vezettek. A vizsgált műtárgy osz-

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton alapképzés kategóriában II. díjat nyert diplomamunka kivonata.



1. ábra. Az utolsó mérési eredmények bemutatása

tódrénjének atmoszája után a szennyvíz feladás sem volt már annyira intenzív. Ennek eredményeképp az áramlási viszonyok a második mérési alkalom állapotához hasonlíthatóak leginkább.

Az utolsó mérési alkalom eredménye kedvező példája annak, hogy bemutassa egyrészt a felső, illetve az alsó rétegekben az adott időszakban hasonló, ámbar rétegzett áramlási viszonyok jellemzőek, másrészt azért, mert a IV. és VIII. ponton a fentebb említett két-púpú görbék láthatóak.

A 1. ábra a lítium koncentráció értékeinek időbeni lefutását szemlélteti.

A mérési eredményekből levonható általános következtetések, hogy az áramlás a felsőbb rétegekben a gyorsabb, valamint az is megállapítást nyert, hogy kialakulhat egy olyan gyors áramlási vonal, amely a műtárgy élettartama során csak csekély mértékben tér el a kezdetben kialakult állapottól.

A mérési eredmények és az egydimenziós transzport-egyenlet összevetése során megállapítottam, hogy az (1)-es számú egyenlet nem alkalmas a hosszanti átfolyású műtárgy hidraulikai folyamatainak pontos jellemzésére. Az transzportegyenlet által generált görbék egyik esetben sem közelítették meg a valós mérési eredményekből rajzolt görbéket. Mivel az egyenlet minden paramétere ismeretes, ezért a számítási hiba nem valószínűsíthető.

Összefoglalás

Kutatásom során az alábbi következtetésekre jutottam:

- A műtárgyban lezajló áramlási folyamatok egydimenziós transzport modellel nem jellemezhetők. Megfelelő transzport modell felállításához további vizsgálatok szükségesek.
- A műtárgy hosszabb időtávú vizsgálata jól szemlélteti, hogy az idő előrehaladtával az eltömődési folyamatok révén egyre nagyobb mértékű hidraulikai zavarások jelennek meg.
- A tartózkodási idő paraméterek értéke az idő múltával növekszik, amely a hidraulikai zavarások megjelenésével magyarázható. A megnövekedett tartózkodási idő a rendszer működési hatások csökkenését is jelzik.
- A műtárgyban rétegzett áramlás a jellemző. Az egyes rétegeken belül is egymástól eltérő áramlási sebességek jöhetnek létre.
- A közvetett nyers szennyvíz ráhordás a műtárgy töltet permeabilitásának olyan szintű csökkenéséhez vezethet, a maximális hidraulikai terhelés csökkenését okozza a műtárgy visszaduzzasztása miatt.
- A műtárgy osztódrén és osztótöltetének atmoszája jelentősen csökkenti az eltömődés mértékét.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm *Dittrich Ernő* egyetemi adjunktusnak a lehetőséget, hogy részese lehettem a kutatásának. Valamint köszönöm *Czimmerman Lászlónak* a helyszínen nyújtott segítségét.

Az ammóniumion eltávolítás lehetőségei ivóvízből: mikrobiológiai eljárás (nitrifikáció)*

TAKÓ SZABOLCS

Bevezetés

Magyarországon az ivóvíz jelentős részét felszín alatti vízkészletekből nyerjük. A rétegvizek széleskörű felhasználását az indokolja, hogy felszíni eredetű, antropogén szennyezés a vízben nem található. Néhány komponens koncentrációja azonban – annak ellenére, hogy természetes eredetű – meghaladja a maximálisan megengedhető koncentráció értékét, így vízkezelési technológia alkalmazása szükséges annak érdekében, hogy a kitermelt víz ivóvízként felhasználható legyen.

E komponensek közé tartozik az ammóniumion is. Szakdolgozatomban e komponens biológiai eltávolításának lehetőségét és az elvégzett kísérletsorozatot szemléltettem.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton alapképzés kategóriában II. díjat nyert diplomamunka kivonata.

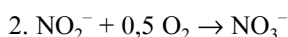
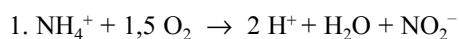
Célok

A nitrifikáció során a következő szempontokat vettem figyelembe:

- A fajlagos felület hatása a nitrifikációra
- Kedvezőbb töltet anyag meghatározása
- Tartózkodási idő szerepe a nitrifikációban
- Az oldott oxigén koncentráció befolyása
- Megfelelő kialakítás a teljes nitrifikáció eléréséhez

Elméleti háttér

Méréssorozataim során a biológiai ammóniumion eltávolítását, nitrifikációt vizsgáltam szervesen nitrogénformák mérésével. Ha a modelloldat ammóniumion koncentrációja csökken és ezzel arányosan nő a nitrit és nitrát mennyisége a töltetanyagra vezetés után, akkor ebből elvileg következik, hogy nitrifikáció játszódott le a rendszerben. Ivóvíztisztítás szempontjából a nitrit feladásulása kerülendő. A nitrifikáció egy kétlépéses oxidációs folyamat:

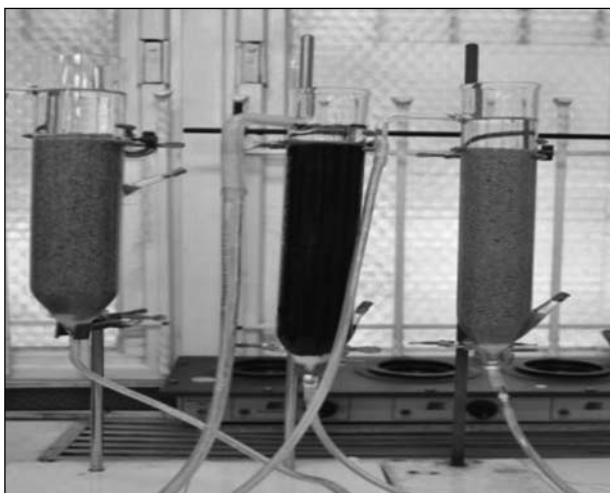


Tehát a nitrifikációhoz elengedhetetlen az oldott oxigén, és a folyamat révén termelt H^+ csökkenti a pH értéket. A nitrifikációt számos környezeti tényező befolyásolja: oldott oxigén, pH, szerves anyag tartalom, turbulencia, hőmérséklet és fertőtlenítőszer hatása.

Berendezés

A nitrifikációt egy általam épített átfolyós kialakítású rendszeren vizsgáltam. Ezzel a kialakítással valósághoz közeli modellt kaptam az ivóvíztisztító telepek működéséről.

A folyamatot három azonos kialakítású, de különböző töltet anyagú reaktoron vizsgáltam. Felhasznált töltet anyagok: zeolit, homok és aktív szén. Ez anyagok fajlagos felülete lényegesen különböző. A berendezésben tartózkodási időnek 10 percet irányoztam elő, majd kettő hét eltelte után egy másik berendezést állítottam fel, amiben a tartózkodási időt egy órában határoztam meg.

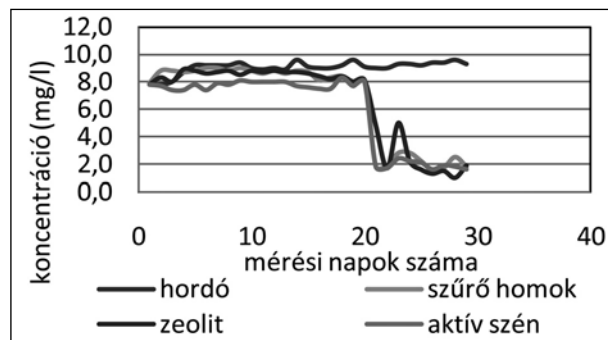


1. ábra. Töltet anyagok: homok, aktív szén és zeolit

Kiértékelés

A kísérletek során mértem a befolyó és az elfolyó víz ammónium-, nitrit-, nitrátion oldott oxigén koncentrációját és a pH-t. Az első elrendezés esetében a fajlagos felületek közti különbség nem volt kimutatható a nitrifikációra. De a méréssorozatból megállapítottam, hogy a tartózkodási idő nagyban befolyásolta. A kísérleteknél figyelembe kellett vennem, hogy a zeolit fizikai úton képes ammóniumot adszorbeálni, az aktív szén pedig nitrátot.

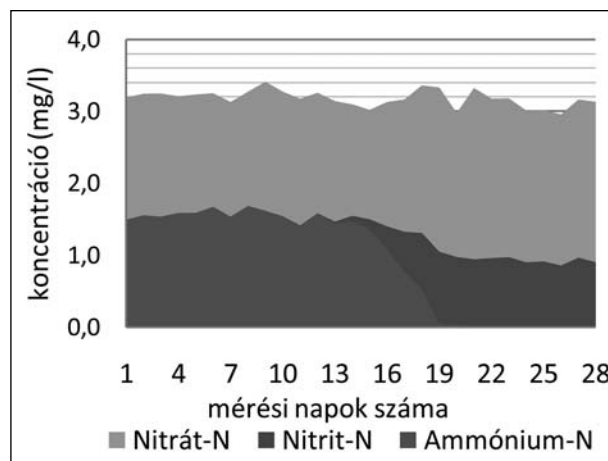
A második kísérlet sorozatban ezeket a megállapításokat figyelembe vettem.



2. ábra. Az oldott oxigén koncentrációk alakulása

Értékelés

Mind a három tölteten végbement a teljes ammóniumion eltávolítás, de a nitrifikáció megrekedt a nitritképződés folyamatánál. Az ammóniaoxidáló baktériumok kevésbé érzékenyek, mint a nitritoxidálók. A nitrifikáció megrekedéséért az oxigén limitáció lehet a felelős. Az oldott oxigén koncentráció a szakirodalmi 2 mg/L küszöbérték alá csökkent a folyamat során (2. ábra).



3. ábra. Nitrogénformák változása a homoktölteten

A három töltetanyag közül itt csak a szűrő homokot ismertetem. Ez a töltet anyag inert tulajdonságú, így ezen volt legkönnyebb és legegyszerűbb a nitrifikáció folyamatát megfigyelni. A homok nem köt meg, nem adszorbeál a megfigyelt ionok közül egyet sem, így a nitrogén mérlegben elvileg ilyen típusú „hiány” nem léphetett fel. A nitritoxidáció a megfigyeléseim alapján lassúbb folyamat. Maga a nitrit oxidációja nitráttá a folyamat során jelen van, de intenzitása messze elmarad az ammóniaoxidáló baktériumokétól.

A többi töltetanyagon is hasonló jelenséget figyeltem meg. Két hét eltelte után az ammónia oxidáció valamennyi reaktorban lejártszódott, de a nitrit további oxidációja megrekedt.

Ezután a reaktorban köztes levegőztetést valósítottam meg, megszüntetve a lokális oxigén hiányt. Idő hiányában csak 1 hétig tudtam ebben az elrendezésben üzemeltetni a berendezést. Az átalakítás hatására a nitritoxidációt sikerült megvalósítani. Bebizonyosodott az oxigén limitáció.

Következtetések

- A nitrifikáció laboratóriumi körülmények között spontán módon beindul.
- A nitrifikáció beindulásának folyamata időigényes
- A nitrifikáció mindkét lépése lejártszódott

- A nagyobb tartózkodási idő kedvezőbb a nitrifikációra
- A nagyobb felület kedvezőbb hatással van a nitrifikációra
- A második kísérletben a homok és aktívszén tölteten megnövekedett a nitrit ion koncentráció, amit feltehetően az oxigénhiány okozott
- A harmadik kísérletsorozatban sikerült az oxigénhiányos állapotot megszüntetni a köztes levegőztetés beiktatásával

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészültéért szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek, *dr. Licskó Istvánnak* és *László Balázsnak*, valamint mindenkinek, aki segítségével hozzájárult a munkámhoz.

A Versegi szennyvíztisztító telep hatása a Vanyarc-patakra*

FEKETE GERGŐ

A dolgozatomban a Versegi kommunális szennyvíztisztító tisztított szennyvizének hatását vizsgálom a befogadó felszíni vízre, azaz a Vanyarc- vagy más néven a Nógrád-patakra.

Bevezetés és cél

A vizsgálatom tárgyául szolgáló Vanyarc-patakra azért került a választásom, mert a Verseg-Kartal közös tulajdonában lévő kommunális szennyvíztisztító telep köztudottan rosszul működik, többször a határértékeknek nem megfelelő kibocsátást mértek.

Munkám során célként tűztem ki annak feltárását, hogy a tisztított szennyvíz milyen hatással van a patak vízminőségére, valamint a szennyvíztisztító telep hibáinak felderítését, a továbbfejlesztés lehetőségeinek megismerését.

Anyag és módszer

A patakot érintő környezeti hatások alapján öt mintavételi pontot jelöltem ki Verseg településén belül:

- I. Egy állattartással foglalkozó tanya mellett közvetlenül
- II. A települést átszelő főút hídjának lábánál
- III. A tisztított szennyvíz bevezetése előtt
- IV. A bevezetés helyénél
- V. A bevezetés után

A Vanyarc-patak mintavételezése 2008. november 13.-án és 2009. március 27. én történt a patak partjáról nyeles mintavetővel a patak keresztaszvénének közép-ső szakaszából.

A laboratóriumi vizsgálatokhoz szükség volt 1 kezeletlen és további 2 különböző módon tartósított vízmin-tára, hogy a vizsgált komponensek koncentrációja ne változzon a mérések megkezdésig.

A tartósítást „A minták tartósításának és kezelésének irányelvei” szabvány alapján végeztem el. Szűrés során kézi pumpás vákuumos polikarbonát szűrőberendezést és 0,45 µm pórusméretű szűrőlapot használtam, mellyel

1. táblázat. Helyszíni adatok, 2009. március 27.

	I. Mp	II. Mp	III. Mp	IV. Mp	V. Mp
pH	8,19	8,38	8,37	8,2	8,18
Hőmérséklet °C	3,2	3,9	5,1	5,6	6,1
Vezetőképesség µS/cm	1371	1378	1419	1501	1448
Vízmélység cm	32	37	40	140	80

a vízben lévő lebegőanyagokat távolítottam el. A minta savanyításához tömény kénsavat használtam, mellyel beállítottam a víz 2-es pH-ját. A mintákat PET palackokban hűtőszekrényben tároltam. A laboratóriumi vizsgálatokat egy héten belül elvégeztem.

Eredmények és értékelésük

A mintavételi pontokon végrehajtottam a szükséges helyszíni méréseket (1. táblázat).

A helyszíni vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a bevezetett tisztított szennyvíz hőterhelést nem okoz, mivel nincs kimutatható hőmérsékletemelkedés a szennyvíz bevezetési (IV.) pontnál. A patak vizének nagy vezetőképessége a szennyvíz bevezetésének pontjánál a megnövekedett sótartalomra utal. A tavaszi mintavétel során a patak jóval nagyobb vízhozammal bírt, mint az átlagos néhány l/s, amit összesen tapasztaltam.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton alapképzés kategóriában III. díjat nyert diplomamunka kivonata.

A laboratóriumi vizsgálatok során az alábbi víz jellemzőket, komponenseket vizsgáltam: KOI, ammónium-ion, nitrát-ion, reaktív foszfát-ion, klorid-ion, szulfát-ion tartalom.

A mérések értékelését és a fontosabb megállapításokat taglalnám a következőkben.

Az ammónium-ion változása a 2008 őszi mérések alapján: a patak első három mintavételi pontján mért közel azonos értékeket (0,22–0,16 mg/l) a szennyvíz bevezetése jelentős mértékben megnöveli (89,7 mg/l), ami a bevezetés utáni ponton megkétszereződik (207,5 mg/l). Ennek több oka is lehet:

1. szerves nitrogén vegyületek deaminálódnak, ammónia képződik
2. nitrát redukáló baktériumok útján (üledékből nyerik a nitrát-iont)
3. a patak medrében lévő iszapban található szerves anyag anaerob körülmények közötti bomlása a vegetációs időszakban

Az ammónium-ion megemelkedett értékét az V. mintavételi ponton, az őszi helyszíni mérések során, a patak vizének lúgosabbá válása (az előző mintavételi pontokhoz képest) is jelzi (7,77-ről 8,12 pH-ra változik).

A tavaszi mérés során az ammónium-ion tartalom ugyan megnövekedett a patak vizében (0,53–0,49 mg/l-re), de a bevezetési hely utáni ponton koncentráció csökkenés figyelhető meg 39,2 mg/l-ről 12,8 mg/l-re. Ez köszönhető a magas vízhozam hígító hatásának.

A nitrát-ion tartalom (2. táblázat) a mintavételi pontokon tavasszal, jóval nagyobb volt, mint az őszi mérés során. Ez a növekedés magyarázható az alacsony víz hőmérsékletből és a vegetáció hiányából adódó csökkent biológiai aktivitással, vagy a környező szántóföldi növénytermesztés során felhasznált nitrogén tartalmú szerves és műtrágya bemosódásával a patakba.

A legnagyobb nitrát-ion koncentráció a III. mintavételi ponton volt mérhető, amelynek valamilyen külső, számomra még ismeretlen, nitrát-ion forrás lehet az oka.

A tisztított szennyvíz bevezetésénél (IV. mintavételi pont) jól látható, hogy az kisebb nitrát-ion tartalmú szennyvíz felhígítja a patak nagyobb nitrát-ion tartalmú vizét (25,3 mg/l-ről 20,2 mg/l-re).

2. táblázat. Nitrát-ion tartalom

	I. Mp	II. Mp	III. Mp	IV. Mp	V. Mp	
Koncentráció	5,4	6,6	19,1	1,0	1,3	2008 őszi
mg/l	14,7	16,9	25,3	20,2	7,2	2009 tavasz

3. táblázat. Reaktív foszfát-ion tartalom

	I. Mp	II. Mp	III. Mp	IV. Mp	V. Mp	
Koncentráció	444	560	672	9213	10188	2008 őszi
µg/l	416	408	463	4001	2012	2009 tavasz

A reaktív foszfát-ion tartalom változása (3. táblázat) az ammónium-ion tartalom változásához hasonlatos. Az őszi mérések során a patak vizét erősen terheli a bevezetett szennyvíz nagy foszfát tartalma, mely érték (9213 µg/l-ről 4001 µg/l-ra) a patak nagy vízhozamának köszönhetően tavasszal csökkent.

A bevezetés utáni ponton, az őszi méréssel ellentétben, a tavaszi mérés szerint a reaktív foszfát-ion tartalom csökkent. Ennek oka az lehet, hogy ősszel a patak az V. mintavételi ponton, olyan iszappal volt feltöltve, illetve a víz olyan lebegőanyagokat tartalmazott, melyekhez kötődve nagy mennyiségben tartalmazott reaktív foszfát-iont.

A szennyvíztisztító telep felülvizsgálata, továbbfejlesztése

A Szennyvíztisztító telep fő problémáit a tavak nem megfelelő méretezése és kialakítása okozza. További probléma, hogy a november és április közötti időszakban az alacsony hőmérsékletű szennyvíz tisztítása igen nehézkesen megy végbe. A tavakban működő levegőztető berendezések elméletileg képesek biztosítani a szükséges oxigén bevitelt a tavakba, azonban ez nem mutatkozik a helyszíni bejárásaim során, feltehetőleg a levegőztetők alacsony teljesítménye miatt vagy a biológiai tisztításhoz szükséges magas oxigénigény miatt.

Megoldások

1. Tavak hibás *tervezésének kiküszöbölése* olyan elemek beépítésével lenne lehetséges, melyekkel a tavakban lévő szennyvíz keringését, kedvezőbb áramlási viszonyait kialakítva, növelnék a tartózkodási időt
2. például *terelő falak* elhelyezése a két levegőztető tóba
3. a tavas rendszer emellett kiegészíthető lenne:
 - *csepegtetőtesttel*, mely az egyik előtisztító tó helyére kerülne
 - *Bio-növényi vagy nád szennyvíztisztító* kialakításával
 - *Kompakt szennyvíztisztító* berendezések hozzácsatolásával

Összegzés

A bevezetett szennyvíz a patak ammónium-ion, reaktív foszfát-ion, klorid-ion tartalmát és a KOI koncentrációját megnövelte, szulfát-ion és nitrát-ion tartalmát csökkentette. Megfigyelhető a szezonális, nagyobb vízhozam esetén a szennyvíz terhelő hatása kisebb volt. A bevezetés helyén és utána a patak vizét erősen szennyezettnek minősítettem a Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés (MSZ 12749) szabvány alapján.

A szennyvíztisztító telep hibás tervezése, továbbá a levegőztető tavak alkalmatlansága miatt csak jelentős átalakítások árán lehetne kiküszöbölni a problémákat, azonban ezekre minél hamarabb szükség lenne.

Köszönetnyilvánítás

A szakdolgozat elkészüléséért szeretnék köszönetet mondani elsősorban témavezetőmnek, *Kruppiné dr. Fekete Ilonának* tanácsaiért, és *Heltai György* tanár úrnak, valamint mindenkinek, aki segítségével hozzájárult a munkámhoz.

Partvédőművekre ható hullámterhelés számszerűsítése a Balatonon 2D numerikus hullámzásmodell segítségével*

TÖRÖK GERGELY TIHAMÉR

Diplomamunkámban a hullámjellemzők becslésére a numerikus modellezési módszertan előnyeit, megbízható alkalmazhatóságát mutatom be a partvédőművekre ható hullámterhelés számszerűsítése példáján keresztül.

Bevezetés, célok

A tavak fölött fújó szelek összetett és fizikai tulajdonságaiban nehezen meghatározható hullámzást keltenek. Többek között a mederüledék szállításának, a part rombolásának és a víz fizikai és kémiai minőségének vizsgálatához elengedhetetlen a szél keltette hullámzás jellemzőinek pontos becslése.

Céлом az volt, hogy rámutassak a numerikus hullámzásmodell alkalmazásának előnyeire, szemben a tapasztalati eljárásokkal. Ehhez a korábbi TDK kutatásomban (Török Gergely Tihamér, 2009) már alkalmazott Simulating Waves Nearshore (SWAN) hullámzásmodellt használtam fel. A partvédőművek tervezéséhez szükséges hullámfelfutás becslésén keresztül mutattam be a numerikus modellezési módszertan egy lehetséges alkalmazását.

Empirikus módszerek hullámjellemzők becslésére

Rákóczi László (1987) által a Vízügyi Közleményekben publikált, a Holland Meteorológiai Szolgálat nomogramján kívül további három tapasztalati eljárást mutattam be a hullámjellemzők meghatározására. Előnyük, hogy viszonylag gyorsan és egyszerűen számolhatjuk a hullámjellemzőket, de nagy bizonytalansággal, vizsgálataim alapján ezeket inkább csak közelítéseknek vehetjük.

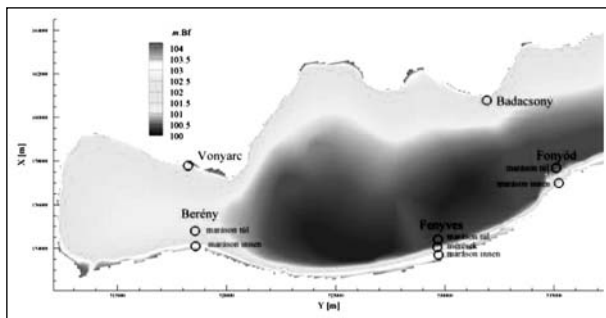
A SWAN numerikus hullámzásmodell

A numerikus hullámzásmodellek a hullámzás keltését, a hullámok terjedését és változását befolyásoló folyamatokat képesek leképezni. A SWAN alapegyenlete egy energia megmaradást leíró egyenlet, ami a hullámenergia időbeni, térbeli és irányok menti változását számolja a forrástágban szereplő azaz, a rendszerrel közölt és az abból távozó energiák függvényében (Leo H. Holthuijsen, 2007).

SWAN numerikus hullámzásmodellel alkalmazása a Balatonra

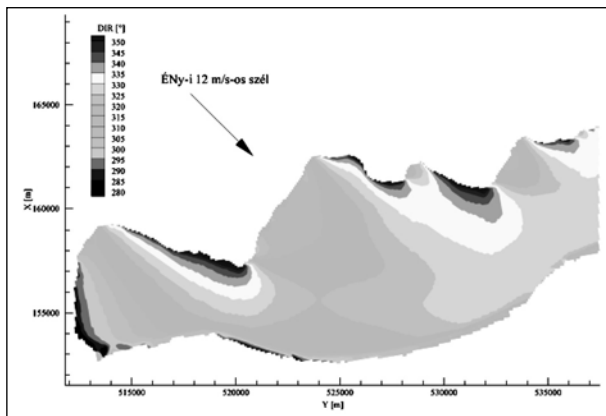
A SWAN hullámzásmodell balatoni viszonyok közötti megbízható alkalmazásához validálnom, majd igazolnom kellett a modellt, amihez a rendelkezésemre álló fenyvesi szél és hullámzásmérések szolgáltak referenciaként (Krámer-Peltoniemi, 2000). A modell paraméterezését és rácshálójának elkészítését előkészítő vizsgálatok előzték meg.

Az igazolt modelltől származó hullámjellemzők már lehetőséget biztosítottak a hullámfelfutás becslésére, amit a Balaton Ny-i öblében felvett öt part menti pontban (Vonyarc, Badacsony, Berény, Fenyves, Fonyód) mutattam be.



1. ábra. A hullámfelfutás becslésének helyei

Györke Olivér méréseiből megrajzolt szélrózsák (Györke Olivér, 1973) segítségével meghatároztam hat mértékadónak feltételezett szélirányt (ÉNy, ÉÉNy, É, ÉÉK, DNy, DDNy) és a fenyvesi mérésekből származó szél-idősor alapján pedig egy átlagos (8 m/s) és egy maximális (12 m/s) szélsébséget. A hullámzásmodellbe a lehetséges szélirány-szélsébség párosokat beállítva permanens futtatással a hullámjellemzőket kaptam.

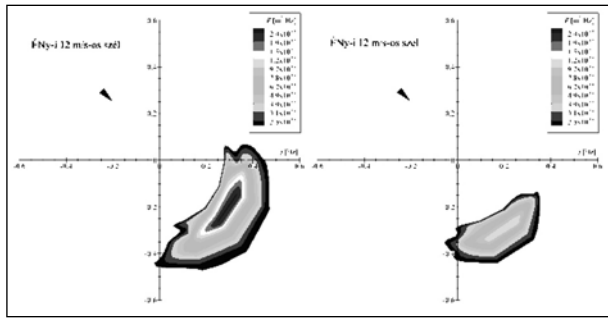


2. ábra. Terjedési irány mezője ÉNy-i széllel

A 2. ábra alapján látható, ahogy Vonyarc térségében, a széllel közel párhuzamosan haladó hullámok a hullámrefrakció miatt befordulnak a part felé.

A hullámspektrumok megjelenítésével lehetőség nyílik többek között a déli partnál a marás hullámtörő hatásának vizsgálatára. A 3. ábra és 4. ábrán látható, hogy a nagyobb energiájú hullámok a szél irányába haladnak.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton alapképzés kategóriában III. díjat nyert diplomamunka kivonata.

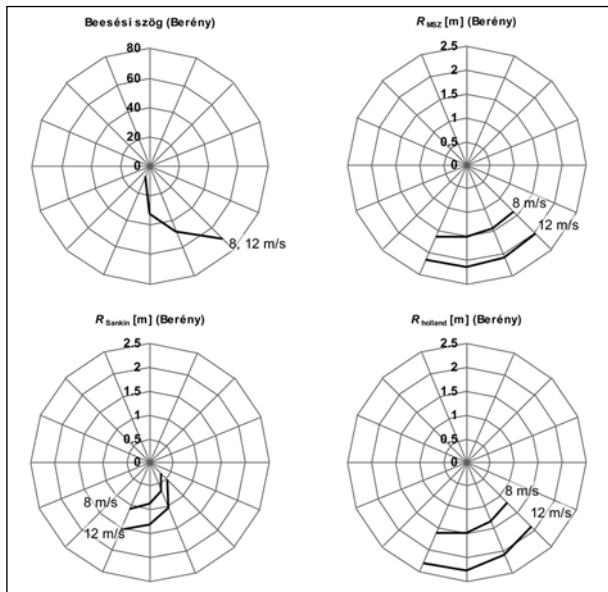


3. ábra. Hullámspektrum Beréynél, a maráson túli, mélyebb részen (bal), ill. a marás és a part között (jobb)

A 3. ábra azt szemlélteti, hogy a marás és part közötti pontban a hullámok energiája jelentősen kisebb, mint a maráson túli, mélyebb pontban. Ezzel arra lehet következtetni, hogy a marásnál a hullámok jelentős energiát veszítenek.

A hullámterhelés becslése

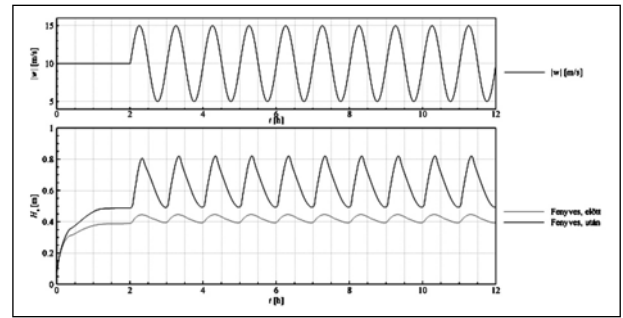
Hullámfelfutást három eljárással (MSZ, Sankin-féle, Holland eljárás szerint) becsültem a Balatonnál leggyakoribb BVK partvédőmű típusra. Az eljárások mindegyike a hullámmagasság alapján becsül hullámfelfutást, a beesési szöget azonban csak a Holland eljárás és a Sankin-módszer veszi figyelembe. A beesési szögek és hullámfelfutások értékei az 4. ábrán azokban az irányokban vannak felrakva, amerre a szél fúj.



4. ábra. Beesési szögek és a becsült hullámfelfutások (R) Beréynél (rendre a MSZ szerinti, a Sankin-féle és Holland eljárással)

A hullámfelfutás becslésével az volt a célom, hogy bemutassam a numerikus hullámzásmodell hazai, sekély tavainkon történő megbízható alkalmazásának egy lehetséges formáját.

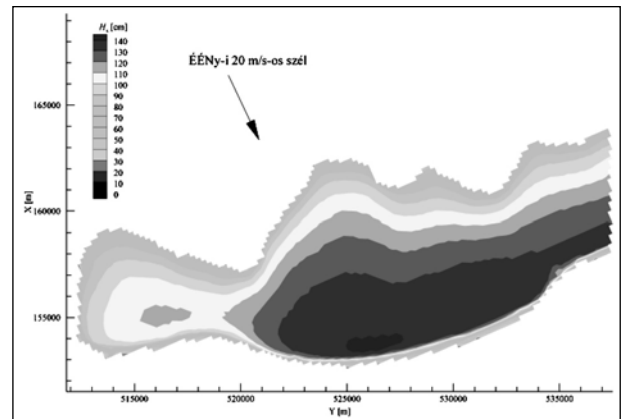
A Balatonra igazolt numerikus hullámzásmodell segítségével megvizsgáltam, hogy hogyan alakulnak a hullámmagasság-idősorok egy 1 órás periódusidejű, 10 m/s körül 5 m/s-os amplitúdóval, szinuszosan változó szél-idősor esetén.



5. ábra. Szinuszosan változó szél- és hullámmagasság-idősor

A 6. ábrán látható, hogy szinuszosan változó szél esetén az átlag szélebbességéből (10 m/s) adódó hullámmagasságnál végig nagyobb értékeket kaptunk. Úgy tűnik tehát, hogy a hullámok csillapodása lassabban megy végbe, mint a kialakulásuk.

Mért széladatok alapján a modellel számszerűsíthetők a hullámzási viszonyok. Megbízható szélelőrejelzéssel a hullámzás jellemzői is előre becsülhetők, ami a szükséges intézkedések, döntések alapjául szolgálhat.



6. ábra. Hullámmagasság-mező ÉÉNy-i 20 m/s-os szél esetén

A modell alkalmazásának további lehetőségei pl. a nádasok hullámterhelésének becslése, vagy a partvédelemnél és hajózásnál is rendkívül hasznos hullámzás előrejelző rendszer lehetne.

IRODALOM

- Györke Olivér (1973): A Balaton DNY-i felének rendezésével kapcsolatos adatgyűjtés, előkészítő kutatás és kisminta vizsgálatok végzése, különös tekintettel a Keszthelyi-öböl feliszapolódásának késleltetésére. VITUKI vérszámítás, Msz.: 7631/5-268, Budapest
- Holthuijsen (2007): Waves in Oceanic and Coastal Waters, Cambridge University Press, Cambridge
- Krámer-Peltoniemi (2000): Wave measurement analysis, belső jelentés, BME, Budapest
- Rákóczi László (1987): A tavi üledék felkeveredése, Vízügyi közlemények, LXIX. évf. 1. füzet, pp. 86-101.
- Török Gergely Tihámér (2009): Numerikus hullámzásmodell alkalmazása a Balatonra, TDK dolgozat, Budapest

Konzulensek:

Dr. Józsa János, dr. Csoma Rózsa, Homoródi Krisztián, BME VVT

A Boroszló-kerti Holt-Tisza cönológiai felmérése*

KOCSIS TAMÁS

Dolgozatomban a Boroszló-kerti-Holt-Tiszán végzett cönológiai felméréseim és egy makrofita minősítési módszertan tesztelésének eredményeit mutattam be.

Bevezetés, célok

Fő célom az EU Víz Keretirányelv előírásainak végrehajtását biztosító ökológiai állapotértékeléshez kidolgozott új, EQR alapú Integrált Makrofita Minősítési Index (IMMI) meghatározása és a módszertan tesztelése volt.

A magasabbrendű növényzet állományai jól jelzik a különböző élőhelyeket, a vízi növények jó bioindikátorok így használhatók az ökológiai vízminősítésben is.

Vizsgálataim és a módszertan kipróbálása alapokat adhatnak a hasonló víztestek ökológiai állapotának minősítéséhez a makrofita növényzet alapján. A módszer validálását segíti, hogy az ECOSURV projekt keretében végzett vizsgálatok eredményei alapján a bentikus kovalgák és a fitoplankton minősítés szerint kiváló ökológiai állapotú, referencia értékű volt a víztest.

Anyag és módszerek

A vizsgált terület

A Boroszló-kerti-Holt-Tisza (Gulács) országos védelem alatt álló „szentély” jellegű holtmeder, amely az ökológiai vízminősítés módszertani bemutató minta területe volt. Az akkori állapotfelmérés eredményei igazolták, hogy a Boroszló-kerti-Holt-Tisza természetközeli állapotú.

A makrofita terepi felmérés során alkalmazott módszerek

A felméréseket 2008-ban, a vegetációs periódusban 3 alkalommal végeztem. 8 mintaterületet jelöltem ki, ezeken belül pedig 3–6 felvételi négyzetet. A növényfajok azonosításával egyidejűleg elvégeztem az egyedszám (abundancia) és borítás (dominancia) együttes értékeléséből becsült A–D értékek meghatározását is, a módosított Braun-Blanquet skála alapján. A helyszínen feljegyeztem a mintavételi helyek (qudrátok) összborítását (B %), a zonációra és mozaikosságra jellemző adatokat, valamint mértem a vízhőmérsékletet, vízmélységet és átlátszóságot (Secchi) is.

Az Integrált Makrofita Minősítési Index meghatározásának módszere

A helyszínen meghatározott jellemzőkből a következő referenciajellemzőket képezzük:

Zonáció-index (Zi): egy adott víztér zonáció szerkezetének egyezősége a referencia-állapottal.

Természetességi index (Ti): adott víztest A–D értékkel súlyozott fajlistájában a természetes állapotokra utaló légyszárú fajok és a degradációra, antropogén hatásra utaló fajok aránya.

Nedvességigény-index (Wi): a víztest légyszárú növényzetének megoszlása a nedvességigény alapján, a valódi vízi-, mocsári- mocsárréti növény, illetve a szárazföld irányába mutató üde- és szárazabb termőhelyeket jelző növényzet között.

Növényfedettség-index (Fi): A vízfelület növényfedettsége (F % alacsony vízállásnál) aktuális értékének (FNa %) eltérését vizsgálja a becsült referencia állapothoz képest.

A biológiai minőségi elemek alapján végzett minősítések összehasonlíthatóságára az ökológiai minőségi arány (EQR – Environmental Quality Ratio) meghatározása ad lehetőséget, amely megmutatja hogy egy víztesten az egyes biológiai minőségi elemek szerinti minőség mennyire tér el az ugyanerre a víztestre megállapított referencia állapottól. Ezt az arányt az 1 (kiváló) és 0 (rossz) közötti értéktartományban kell meghatározni.

Az EQR alapú minősítésre a makrofita esetében az **Integrált Makrofita Minősítési Indexet (IMMI)** – használtam, amelyben a fenti referencia-jellemzők szakértői becslés alapján történt súlyozással együttesen határozzák meg az IMMI EQR értéket.

A referencia jellemzők értékeinek számításához és az EQR alapú minősítéshez a vizsgált víztestet tipizálni kell. A számításokhoz a holtmedret sajátosságai alapján a tótipológia 9. típusába soroltam be.

Eredmények

A holtmeder vegetációjának jellemzői

A holtmederre változatos, szubmerz és emerz fajokban gazdag hínárnövényzet volt jellemző, a határozott zonáció mellett több területen a növény állományok mozaikos elrendeződésével. Nyáron egyes szakaszokon 100 %-os volt a meder benőttege.

A hínár társulások közül a *Ceratophylletum demersi* (Hild 1956) a *Ceratophyllo-Nymphaetum albae* (V. Kárpáti 1963, Borhidi 2001), és a *Trapaetum natantis* (V. Kárpáti 1963) volt a legjellemzőbb.

A mocsári növényzetben a *Typhetum angustifoliae* (Soó 1927, Pignatti 1953), a *Glycerietum maximae* (Hueck 1931) *Schoenoplectetum lacustris* (Chouard 1924) és a *Sparganietum erecti* (Roll 1938) társulások állományai a fordultak elő. A vízparton is és a hullámtér egyes részein tölgy-kóris-szil és fűz-nyár ligeterdő maradványok voltak.

A felmérés során társulás-idegen, degradációra utaló fajokat is azonosítottam (*Robinia pseudo-acacia*, cserjeszintben *Amorpha fruticosa*, *Sambucus nigra*, *Rubus caesius*). Az aljnövényzet az elöntések miatt nagyon szegényes volt.

A hullámtéren folytatott emberi tevékenységek kedvezőtlen hatása a zavarást tűrő fajok, gyomok és tájidegen elemek terjedését eredményezi.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton alapképzés kategóriában könyvjutalmat nyert diplomamunka kivonata.

A holtmeder állapotának jellemzése az Integrált Makrofita Minősítő Indexsel

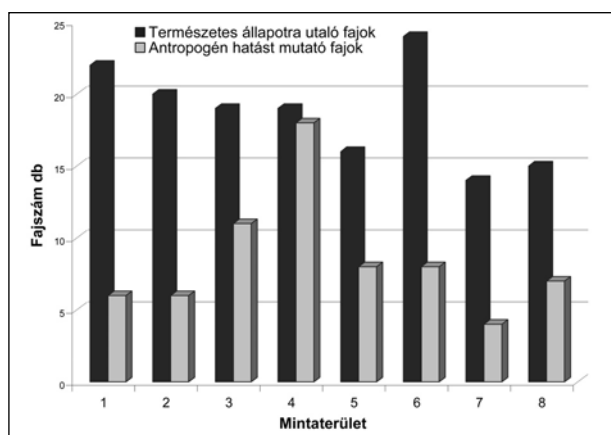
A módszertanban részletezett számítás szerint a kapott zonáció index értékek többnyire 4–5 között változtak, így a víztest zonáció szerkezete természetes/természeteshez közelálló, illetve csak kismértékben megváltozott jellegű.

Az aspektusok időbeni megjelenését jelentősen befolyásolta, megzavarta a július végi árhullám.

A növényfedettség átlagosan megfelelt a jó állapotnak, a nyári felmérés idején pedig a kiváló, referencia állapotnak. Egyes mederszakaszokon lényegesen kevesebb volt a hínár növényzet, a mocsári társulások pedig inkább csak kis foltokat alkottak a parti sávban. Ezen mintaterületeken az *Fi* index értéke alacsony, 1., és 2. volt.

A természetességi index meghatározásához minden egyes előforduló lágyszárú növényfaj Borhidi-féle Szociális Magatartás Típusát és természetességi értékét figyelembe kell venni. A fajok közül összesen 49 utalt természetes állapotra, míg 29 faj jelenléte az antropogén hatásokat jelezte (1. ábra). A természetességi indexek értékei 3–4 között változtak, azaz e mutató szempontjából a holtmeder ökológiai állapota közepes-jó.

A mintaterületeken azonosított fajok közül 43 db volt a vizes élőhelyekre jellemző fajok száma, és 34 az üde és száraz termőhelyekre jellemző növény (2. ábra). Az A–D értékekkel súlyozott Ellenberg/Borhidi féle WB értékek alapján számolt nedvességigény indexek a mintaterületeken 3,4–4,5 között változtak, ami közepes- jó állapotot jelent.

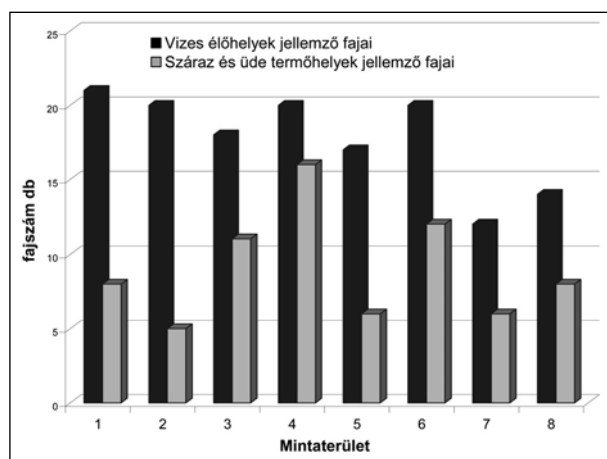


1. ábra. A természetes állapotra utaló fajok és az antropogén hatást mutató fajok mennyisége a mintaterületeken

Az IMMI EQR minősítés eredményei

A holtmeder 8 mintaterülete makrovegetációjának 4 referencia jellemzőjére (Ti, Wi, Zi, Fi) vonatkozóan kiszámított indexek súlyozott értékeinek összegét, az egyes mintaterületek a referencia állapothoz képest meghatározott EQR értékét számítottam ki. A kiváló állapot esetében, a 4 index súlyozott értékének összege 5, az EQR értéke pedig 1.

A Boroszló-kerti-Holt-Tisza nyolc mintaterületét együttesen figyelembe véve, a vizsgált víztér a makrofita növényzet szempontjából jó ökológiai állapotúnak minősíthető (1. táblázat).



2. ábra. A vizes élőhelyekre (*Ww*) és az üde és száraz termőhelyekre (*Wd*) jellemző fajok mennyisége a mintaterületeken

1. táblázat. A Boroszló-kerti-Holt-Tisza makrovegetáció alapján történt EQR alapú minősítésnek eredményei

Mintaterület	IMMI EQR	Minősítés
1	4	jó
2	4	jó
3	3	közepes
4	4	jó
5	4	jó
6	4	jó
7	3	közepes
8	4	jó
átlag	3,75	jó

Összefoglalás

A eredmények alapján a mintaterületek eltérő ökológiai állapotot mutattak egymáshoz viszonyítva. A területet érő degradációs folyamatok gyengébb IMMI EQR értékekben mutatkoznak meg.

A korábbi vizsgálatok tükrében azt vártuk, hogy a makrovegetáció alapján is igazolódik a holtmeder kiváló ökológiai állapota. A minősítés eredménye azonban nem igazolta ezt a feltételezést.

A várttól eltérő minősítési eredmény okai több dologra is visszavezethetők. A munka folytatásaként a számítási módszer további finomítása, tesztelése fontos, az egyes referencia jellemzőkhöz tartozó tényezőket módosítva. Az egyes aspektusok külön-külön történő értékelése, kizárólag a hínár és mocsári növényzet alapján történő értékelés is felmerül lehetőségként. A hínárnövényzet gazdagsága és sokrétűsége miatt ilyen jellegű víztereknél a hínár mint zóna további felosztása is javasolható. Továbbá javasolható a hullámtéri holtmedrekre speciális tipológia kidolgozása.

Köszönetnyilvánítás

A munkámhoz nyújtott segítségért szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, dr. Szabó Sándornak.

Különböző szövettani eljárások eredményességének összehasonlítása halakon végzett toxikológiai elemzések céljából*

ŐSZ ÁGNES

Bevezetés, célok

Természetes vizeinket, az egyre szigorodó környezetvédelmi előírások ellenére is, rendszeresen érik ipari eredetű szennyezések, gyáraink nagy része, elhelyezkedésükből adódóan is, az ipari szennyvizet folyóinkba juttatják. A szennyezőforrások környezetre gyakorolt hatásának modellezésére régóta használnak toxikológiai tesztek, melyek eredményeinek kiegészítéseként jól használhatók a szövettani vizsgálatok.

A halak az egyetlen olyan gerinces osztály amely teljes életeciklusát a vízben tölti, így kifejezetten alkalmas, a különböző víztoxikológiai vizsgálatokhoz. Szervezetükben mérgezések hatására elsősorban a bőrben, a kopolyútkban, és a májban alakulnak ki szövettanilag megfigyelhető elváltozások.

Ezek alapján a céljaink a következők voltak:

1. Három ipari tevékenység (tejipar, cukorgyártás és papírgyártás) környezeti szennyezését kívántuk modellezni, egy általunk tervezett toxikológiai teszttel.
2. Vizsgálni kívántuk hogy találunk-e olyan koncentrációt, amely már szövettanilag is kimutatható eltérést okoz a halak szervezetében (toxikológiai rangsor felállítására).
3. Vizsgáltuk, hogy az adott szervek szövettani vizsgálataihoz leginkább javasolt festési eljárások közül melyik nyújtja számunkra a legtöbb információt az elváltozásokról (újabb rangsor az egyes festési eljárások toxikológiai célú felhasználhatóságára).

Anyag és módszer

A kísérleti állományt a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Karának, Halgazdálkodási Tanszéke biztosította, a kísérletet és a szövettani előkészítést szintén itt végeztük el, végül az egyetem Állatorvostudományi Karának, Kórbonctani és Igazságügyi Állatorvostani Tanszékén zajlott a minták értékelése.

A kísérletet zebra-danió (*Danio rerio*) halfajjal végeztük el. A halakat recirkulációs rendszerben (ZebTec, Tecniplast), kontrollált körülmények között (megvilágítás, hőmérséklet, vezetőképesség, pH) tartottuk. A kísérletben csak egészséges, a fajra jellemző fenotípusos tulajdonságokat jól mutató, 2,5–3,0 cm-es halakat használtunk.

A toxikológiai tesztelés két hétig tartott, az oldatokat minden negyedik napon cseréltük. A felhasznált anyagok (cukor, tej, újságpapír) hatását külön vizsgálva, előkísérletek alapján beállított öt különböző koncentrációban (5000, 1000, 100, 10 és 1 ppm), féltstatikus rendszerben, két ismétléssel végeztük a kísérletet. 3 literes medencékben, 7–7 egyeddel véletlenszerűen helyeztünk el. Két kontroll medencét is beállítottunk a kísérletbe, amely csak a

hígítóvizet tartalmazta. A növényeket mindennap egyszer etettük száraz táppal (SDS Small gran). Oldatkészítés során 10000 ppm-es cukros, illetve tejes törzsolddal használtunk. A papír sorozatnál nem törzsolddal, hanem újságpapír darabokból táramérlegesen kimért, a tesztkoncentrációkhoz szükséges mennyiséget alkalmaztunk. A vízminőséget jelző paramétereket is mértük egy négynapos periódus alatt. Az oldatcserék idejére az egyes rekeszekből külön-külön egy edénybe helyeztük át a halakat, majd az oldatfrissítés után visszahelyeztük őket az edényekbe. Minden hígításból kiemeltünk 2–2 egyedet, és 10 %-os formalinban fixáltuk a mintákat, a lehetséges változások nyomon követésére. A blokkok paraffinos beágyazással készültek. Hossz- és keresztmetszeti mintákat is készítettünk mikrotóm segítségével. Minden blokkból több metszet készült a különböző festések miatt. A metszeteket tárgylemezen rögzítettük, majd hemtoxilin-cozin és PAS-festést, továbbá Grohe–Perls-féle eljárást alkalmaztunk minden mintán.

Eredmények

Az állatok pusztulását csak a tejes oldat 5000 ppm-es koncentrációja okozta. Az állatok különböző viselkedésváltozást mutattak a kontroll csoporthoz képest: pipáltak, a cukoroldatban aktívabban mozogtak, a papírok közt a halak bujkáltak, megették a darabokat.

A fizikai és kémiai paraméterek mérésekor minden esetben tapasztaltuk az oldatok oldott oxigén koncentrációjának csökkenését a 4. nap végére. Ehhez nagyban hozzájárulhattak a különböző bomlási folyamatok mindhárom tesztanyag esetében. A cukor- és tejoldatoknál biofilm bevonat is kialakult a medencék falán és a víz felszínén. Mivel a tesztelés kontrollált hőmérsékletű viszonyok között zajlott, jelentős hőmérsékletbeli eltérés nem mutatkozott. Az edényekben a pH értékek mindvégig a halak által tolerálható tartományban maradtak.

Halaknál elsősorban a bőr, a máj és a kopolyúk, melyek leginkább károsodhatnak mérgezése esetén, így a szövettani vizsgálatoknál ezeket kívántuk vizsgálni. A metszetek PAS és hemtoxilin-cozin festésével a hámrétegen, a kopolyún és a májon történő esetleges elváltozásokat kerestük. A Grohe–Perls-féle festés a májban lezajló bomlási folyamatok során létrejövő vas kimutatására alkalmas. Az általunk választott mindhárom tesztanyaggal, már a legkisebb koncentrációval is sikerült szövettani elváltozásokat kimutatni a halak szervezetében, sőt a tesztanyagoknak volt olyan koncentrációja, amely kifejezetten mérgezően hatott a tesztállatokra. Mindegyik anyag a kopolyúban különböző mértékű bővérűséget okozott. A cukros és tejes oldatban a kopolyúban és bőrön is a nyálka nagymértékű felhalmozódását figyel-

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton alapképzés kategóriában könyvjutalmat nyert diplomamunka kivonata.

tük meg a hematoxilin-eozin és a PAS-festés használatával. A májban a tejes és cukros oldat is zsíros elfajulást okozott. Egyes esetekben a máj szivacsos szerkezetűvé vált, mely nekrobiózishoz (az élő sejtek lassú elhalásához) vezetett. A későbbi mintavételek alkalmával az elzsírosodás mellett gyulladásozó sejtek, limfociták és granulociták is megjelentek a májban. Egyes esetekben zavaros, savós májgyulladás is tapasztaltunk. A PAS-festéssel megállapítottuk, hogy a májban a kísérlet során fokozatosan csökkent a glikogén szint mindhárom tesztanyag esetében. A Grohe–Perls-eljárással negatív eredményt kaptunk. A kísérlet alatt nem alakult ki megjelelni nemennyiségű vastartalmú anyag a májban. Dolgozatomban számos szövettani felvétellel támasztottam alá a megfigyeléseinket.

Összefoglalás

Az általunk használt kísérleti beállítások alkalmasak voltak a vizsgálandó anyagok hosszútávú tesztelésére. A féltatikus rendszer, négynaponkénti oldateserével alkalmasnak tűnik ökotoxikológiai vizsgálatok elvégzésére. A ZebTec haltartó rendszer alkalmas hosszútávú toxikológiai tesztek elvégzésére.

A szövettani vizsgálatok nem erősítették meg az újságpapír akut károsító hatását, aminek háttérben a papíraprítás nagysága állhat. A további kísérletek során javasolom, a papír több napos beáztatását mielőtt az akvá-

riumok vizébe helyeznénk. A papírtartalmú oldattal kezelt halaknál az elváltozások okára az adatokból nem tudunk következtetni, további vizsgálatok szükségesek. A cukrot és a tejet tartalmazó oldatok toxikus hatását szövettanilag is sikerült kimutatni. Az elhullási adatok alapján felállítható toxikológiai sorrend a vizsgált anyagokra a következő: *tej* > *cukor* = *papír*, ami a szövettani elemzéseket is felhasználva megváltozott: *tej* > *cukor* > *papír*-ra. Ezen vizsgálatok alapján javasoljuk, a szövettani eljárások alkalmazását a toxikológiai vizsgálatok kiegészítőjeként, az egyes anyagok pontosabb mérgező hatásának megismerése céljából.

Megállapítható, hogy a hematoxilin-eozin festés általánosan alkalmazható a halakon végzett toxikológiai kísérleteknél az elváltozások kimutatására. A PAS-festés elsősorban a nyálkasejtek és a glikogén kimutatására alkalmas, míg a Grohe–Perls-féle eljárás szükségtelen az ilyen intervallumú kísérleteknél.

Ezen vizsgálati eredmények kiterjesztése összetettebb környezetvédelmi célkitűzésekre csak további teszt-kísérletek után lehetséges.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészítése során szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek *Lefler Kingának*, *Csenki Zsolt*-nak és *dr. Baska Ferencnek*, valamint mindenkinek, aki segítségével hozzájárult a munkámhoz.

A folyószabályozás biológiai hatásainak és az élőhely-rekonstrukció lehetőségeinek vizsgálata*

SZIGETI VIKTOR

Dolgozatomban, szakirodalmi áttekintés formájában a folyókkal és azok ártereivel, vizes élőhelyekkel foglalkoztam.

A folyók biológiai, ökológiai, természetvédelmi értékeinek és az átalakulásuk folyamatainak vizsgálata mellett, a folyók és környezetük emberi életre való hatásait is figyelembevettem. A szakdolgozat kérdésfeltevése az volt, hogy a jövőben milyen legyen a hozzáállásunk az egyre veszélyeztetettebb vizes élőhelyekhez, az ilyen területeket hogyan formáljuk, alakítsuk. Továbbiakban is mesterséges képre formáljuk a szabályozásokkal, vagy megpróbáljuk természetesebbé alakítani, helyreállítani folyóinkat. Ennek megválaszolására a hazai és nemzetközi viszonyokat egyaránt vizsgáltam.

Bemutattam a (Kárpát-medencei) folyók múltbeli és jelenlegi képét, élővilágát; a környezeti hatásoktól, a kezdeti emberi hatásokon át a későbbi nagyobb mértékű beavatkozásokig, szabályozásokig. Mindezen ismeretek

a folyók természetesebbé alakításához, a jövőbeni beavatkozások megalapozásához szükségesek. A szakdolgozatomban részletesen bemutattam az egyes higrofil vegetációtípusokat, azok alkotó fajait, elterjedését, felépítését, környezeti igényeit is.

A múltbeli növényvilág ismertetése után a Tisza szabályozásával annak előzményeivel, kiváltó okaival, a szabályozások folyamatával, valamint a hatásaival (mind a természeti, mind a gazdasági-emberi hatásait figyelembe véve) foglalkoztam. A kezdeti emberi hatások bemutatásánál, megemlítek egy a természettel (jobban) együttműködni tudó – ártéri – gazdálkodási formát, a fokgazdálkodást. A folyó menti élőhelyek degradációs folyamatának ismertetése mellett röviden bemutattam egy ma is közel természetes területet, a Duna-Dráva Nemzeti Parkot, annak növény és állatvilágát, annak érdekében, hogy rálátást biztosítsak a vizes élőhelyek értékeit illetően, valamint, hogy bemutassam, még maradtak fent értékes vizes területek.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton alapképzés kategóriában könyvjutalmat nyert diplomamunka kivonata.

A jelenlegi állapotok és az ide vezető folyamatok ismertetése után a helyreállítás lehetőségeivel foglalkoztam hosszabban. Számos külföldi és pár hazai rekonstrukciós terv megismerése során többféle tény, irányelvet, hozzáállást ismertem meg. A helyreállítási tervek céljait rendszereztem, összefoglaltam; kiemeltem pár fontosabb a helyreállítások során szükséges munkafolyamatot; valamint bemutattam röviden néhány tanulságos és érdekes rekonstrukciós tervet. Végül összefoglaltam a helyreállítások során felmerülő, azokkal kapcsolatos problémákat.

A szakdolgozat konklúziója röviden az, hogy a folyószabályozások és mindenféle szabályozás, mesterségesse váló alakítás károsan hatottak, hatnak a vizes élőhelyekre biológiai, természetvédelmi szempontból és

több esetben még gazdaságilag is. A további szabályozások a folyók gátak közé szorítása a jövőben nem megoldás. A helyreállítás viszont nehézkes, drága és nem eléggé kiforrott ahhoz, hogy egyértelműen ki lehessen mondani eredményessége mértékét. Arra a kérdésre, hogy milyen kezelés, átalakítás szükséges a leromlott élőhelyeken, a válasz összetett. A természetesebbé alakítás biológiailag szükséges, de gazdasági tényezők miatt nagy egészében a kompromisszumos megoldásokra való törekedés a megfelelő.

Köszönetnyilvánítás

A szakdolgozat elkészültéért szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, *Standovár Tibornak*.

Árvízvédelmi gátak megbízhatósági eljárás szerinti méretezése*

DANKA JÓZSEF

Bevezetés, célok

Az utóbbi évtizedekben a tönkremeneteli valószínűség számításán alapuló tervezési eljárások jelentősége egyre nőtt, ugyanis a gazdaság egyéb szereplői – politikusok, közigazdászok, más döntéshozók – számára a klasszikus mérnöki eljárások végeredménye kevésbé informatív. A tény legfőbbképpen azzal indokolható, hogy a hagyományos méretezési módszerek végeredménye – a biztonsági tényező determinisztikus értéke – nincs kölcsönösen egyértelmű összefüggésben a tönkremenetel vagy károsodás veszélyének nagyságával. Diplomamunkám az árvízvédelmi gátak altalajtörés jellegű tönkremenetelének vizsgálatát tűzte ki céljául. Az árvízvédelmi gátak méretezésének valószínűségelméleti megközelítése nagy jelentőségű, mert az ország lakosságának körülbelül negyede él árterületen: közel 700 település, a vasútvonalak 32 %-a, a közutak 15 %-a, illetve a mezőgazdasági területek egyharmada található árvíz veszélyeztette területeken (Tóth, 1993).

Anyag és módszerek

A tönkremeneteli valószínűség számítása a teljes valószínűségi méretezés alapján történik, melynek bemenő paraméterei eloszlásaikkal leírható valószínűségi változók. Első feladat tehát az ellenállások, hatások statisztikai alapú jellemzése, továbbá a tönkremeneteli mechanizmusok vizsgálata, hogy a később választott, majd alkalmazott számítási modelünk a tönkremenetelt a valószínűségi megfelelő módon írja majd le.

Árvízvédelmi gátak esetében az ellenállásoldalt a talajfizikai paraméterek képviselik: áteresztőképességi együttható, nyírószilárdsági paraméterek (belső súrlódási

si szög és kohézió), sűrűség. Statisztikai leírásukra saját mérési eredményeket, illetve számításokat végeztem.

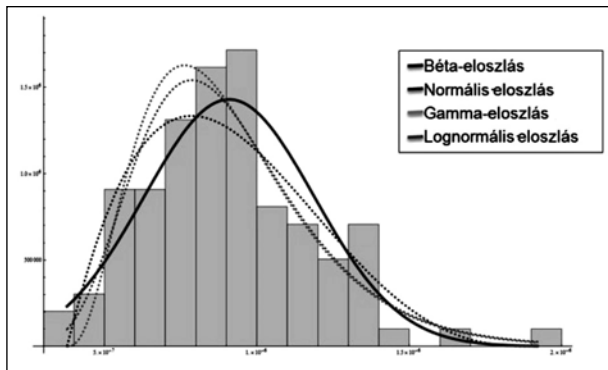
A hatásoldal leginkább meghatározó szereplője a víz, mely árvíz esetén számos, különböző formájú terhelést ad át a gáttestre. Ilyen például a víztest önsúlya, a potenciálkülönbség hatására kialakuló áramlásból keletkező áramlási erők, de fontos hatása van a vízterhelés tartóságának is, hiszen az mind a kialakuló áramlási viszonyokat, mind pedig a töltés átázottságát, kötött talajok esetében a töltés szilárdságát befolyásolja.

Fontos jellemző továbbá a geometria, mely a legnagyobb nehézséget jelenti a geotechnikai vizsgálat során. Szerepe mind az ellenállás, mind pedig a hatásoldalon megjelenik, így a két komponens hagyományos szétválasztása nem lehetséges, vagyis a tönkremeneteli valószínűség analitikus, integráláson alapuló számítására nincs lehetőségünk. Ilyen esetekben a tönkremeneteli valószínűség számítására a Monte Carlo eljárás a legkézenfekvőbb és legalkalmasabb. Elvi alapja, hogy egy adott eloszlással jellemezhető valószínűségi változóhoz véletlenszám-generátor segítségével rendelünk eloszlásának megfelelő számértékeket, majd ezen véletlen értékek segítségével újra és újra elvégezzük a számítást, amíg statisztikailag értékelhető eredményt nem kapunk. A végeredmény a biztonsági tényezők eloszlásának segítségével határozható meg.

Eredmények

A talajfizikai paraméterek statisztikai vizsgálatát az áteresztőképességi együttható és a nedves sűrűség esetében saját laboratóriumi mérésekre alapozva (Danka, 2008), míg a belső súrlódási szög, és a kohézió esetében

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában I. díjat nyert diplomamunka kivonata.



1. ábra. Iszap talaj áteresztőképességi együtthatójának sűrűségfüggvénye

(Kádár, 2009) vizsgálatai segítségével végeztem. A feldolgozást követően megállapítható, hogy nincs olyan jellegzetes eloszlás, mely szignifikánsan jobb illeszkedést mutatna a normális eloszlásnál, így annak alkalmazása helytálló lehet a teljes valószínűségi modelben.

Az Eurocode szabványokban használt karakterisztikus érték számítását két különböző módon is elvégeztem – sűrűségfüggvények és Schneider ajánlása alapján – így lehetőségem nyílt a két módszer összehasonlítására. Megállapítottam, hogy a Schneider-féle képlet rendszerint a biztonság javára közelíti a karakterisztikus értéket, továbbá az összehasonlítás szemléletesen mutatja, hogy az Eurocode szabvány statisztikai alapokon nyugszik.

Az építési geometria statisztikai jellemzését saját mérések segítségével próbáltam elvégezni, a szerkezetesség leíró geometriai jellemzők – réteghatárok egymáshoz viszonyított helyzete, gáttesten belüli szerkezeti elemek pozíciója – esetében a meghatározás módjának lehetőségeit dolgoztam ki elvi szinten.

A vízterhelés statisztikai leírására a VKKI-ból kaptam értékes információkat, az árvízi tartósság, illetve annak az áramlási viszonyokra gyakorolt hatását pedig saját számítások segítségével mutattam be.

A tönkremeneteli mechanizmus vizsgálatát követően kidolgozott feladat segítségével illusztráltam a Monte Carlo módszer alkalmazásának gyakorlati lehetőségét homogén keresztmetszvény esetében, GeoStudio Slope/W program segítségével. A program adottságai meglehetősen szűkek, valószínűségi változóként csak a talajfizikai paraméterek beépítése lehetséges, az egyes vízállásokhoz külön-külön kell meghatározni a tönkremeneteli valószínűség értékét, így a mintakeresztmetszvény esetében a keresztmetszet tönkremenetelének bekövetkezési valószínűségét a teljes valószínűség tételével számítottam ki.

A dolgozat tartalmazza még az érzékenységvizsgálat bemutatását is, mivel a Monte Carlo módszer végeredménye nem reprezentálja az egyes paraméterek változásának feladatára gyakorolt hatását.

Összefoglalás

A Monte Carlo analízissel történő tönkremeneteli valószínűségszámítás fejlődőben van, azonban jelenleg a szoftvereztettség még nem tesz lehetővé egy olyan számítást, melyben a geometria, a vízterhelés, és a talajfizikai paraméterek is valószínűségi változóként jelennének meg. Diplomamunkám célja az volt, hogy bemutassa az árvízvédelmi gátak tönkremenetelivalószínűség-számításának menetét, feltárja, hogyan jellemezhetőek és hogyan határozhatóak meg a számítás bemenő adatai, rámutasson a hagyományos mérnöki eljárásoktól való különbözőségekre. A fejezetek tematikusan kerestek választ arra a kérdésre, hogy mely jellemzők és paraméterek felhasználása szükséges a Monte Carlo analízis folyamán, ha árvízvédelmi gát tönkremeneteli valószínűségét szeretnénk meghatározni.

Méréseim és számításaim alapján a talajfizikai paraméterek normális eloszlással közelíthetőek, a geometriai változékonyság vizsgálatával foglalkozó fejezetrész azonban a kor lehetőségeit figyelembevéve nem építhető be a számításba.

Meghatározó kérdéseket vizsgálnak a teheroldal és a modellezés kérdését részletező fejezetek, amelyek szépségét az adja, hogy a probléma elemzésekor két különböző szakterület találkozik: az árvízi vízszinteloszlás-meghatározásán vízügyi szakemberek, matematikusok és hidrológusok dolgoznak, míg egy gátszélvény tönkremeneteli analízisével a geotechnika avatott szakemberei foglalkoznak.

Az árvízvédelmi gátak tönkremenetelivalószínűség számítása ma még nem egy elterjedt eljárás, szoftvereztettségének bővítése még számos lehetőséget rejt. A téma kutatása és fejlesztése azonban mindenképpen szükséges, hiszen a gazdaságossági igények folyamatos növekedése miatt a közeljövőben valószínűsíthető az eljárás rohamos térhódítása.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, *dr. Nagy László* és *dr. Szepesházi Róbert* tanár úrakkal a diplomadolgozat elkészítésében nyújtott segítségükért, értékes tanácsaikért, észrevételeikért.

IRODALOM

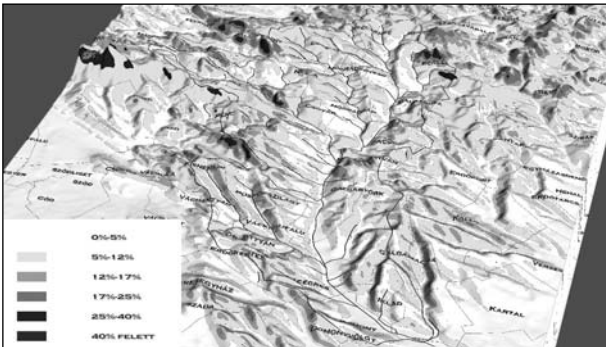
- Danka, J.: Az áteresztőképességi együttható statisztikai paramétereinek meghatározása, TDK-dolgozat, 2008.
- Frank, R. Bauduin, C., Driscoll, R., Kavvas, M., Krebs Ovesen, N., Orr, T., Schuppener, B.: Designer's Guide to EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnical rules, Thomas Telford Ltd., 2004.
- Kádár, I.: A nyírószilárdság és a nyírószilárdsági paraméterek statisztikai jellemzése, TDK-dolgozat, Budapest, 2009.
- Rétháti, L.: Valószínűségelméleti megoldások a geotechnikában, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1985.
- Szepesházi, R.: Geotechnikai tervezés, DPD Kft, Budapest, 2008.
- Tóth, S.: Árvízvédelmi problémák áttekintése Magyarországon, Proceedings of the UK/Hungarian Workshop on Flood Defence, Budapest, pp. 57–78, 1993.

Részvízgyűjtő-rehabilitáció*

A Galga-völgye térség kisvízfolyásainak revitalizációja az érintett települések kül- és belterületein a Galga patak dombvidéki adottságokkal rendelkező részvízgyűjtőjének rehabilitációján keresztül.

BÁLINT PETRA ANDREA

A Budapesti Corvinus Egyetem, *Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszékén* készített és megvédett diplomatervem területéről a *Galga patak* dombvidéki adottságokkal rendelkező 330 km² nagyságú területét választottam. A terület lehatárolásánál a funkcionalitásra törekedtem, ez esetben a domborzati adottságok messzemenő figyelembe vételével.



1. ábra. Domborzatmodell, területlehatárolás

Bevezetés, célok

A terv készítésének elsődleges célja az volt, hogy a választott területen megalapozzam egy kiegyensúlyozott és fenntartható *vizes élőhely-rendszer* kialakításának lehetőségét.

A részcélok pedig a következőképpen alakultak:

- kiegyensúlyozottabb vízgyűjtő-gazdálkodás előkészítése,
- a vizes élőhelyek revitalizációjának előkészítése,

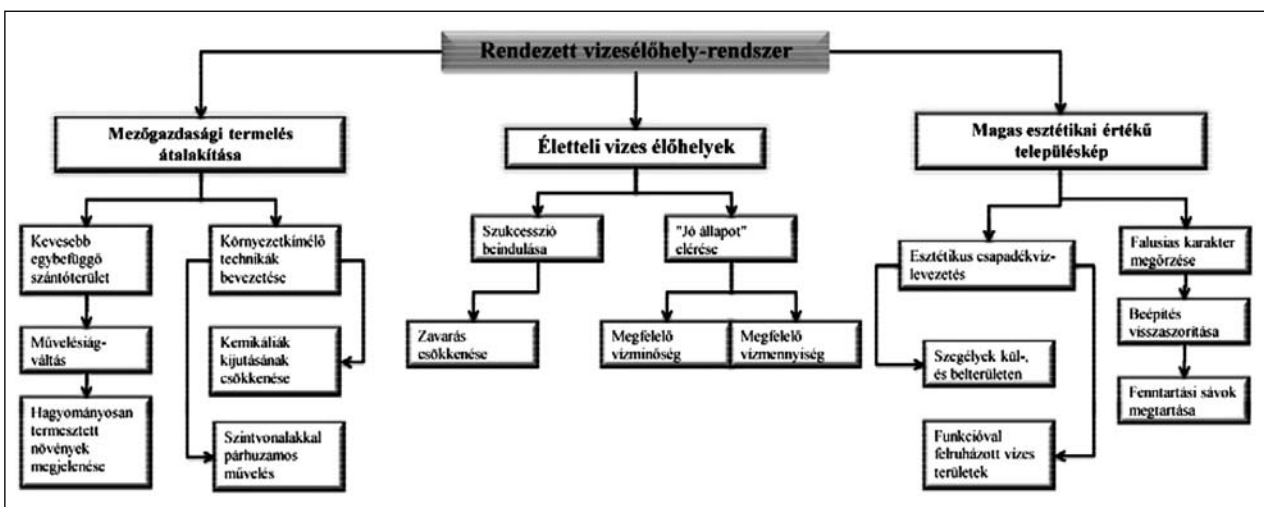
- a térség esztétikai értékének emelése a patakkezelés változtatásával,
- a patakok vizére telepített víztározók, tavak többcélú hasznosítása.

Ezekben belül kiemelten foglalkoztam a területen fellelhető *víztározók hasznosítási irányvonalainak* kijelölésével, hogy a tervek gazdasági előnyei kicsit előtérbe kerülhessenek.

Metodika

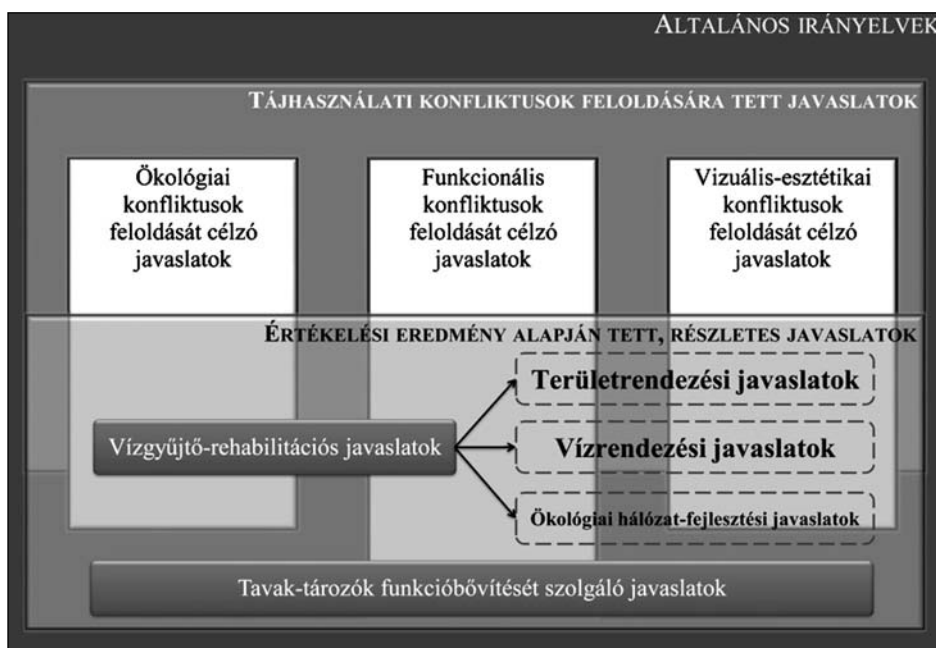
A javaslatok megfelelő alátámasztásához elsőként megvizsgáltam minden *társadalmi, gazdasági és környezeti adottságot* egy stratégiai környezeti vizsgálat keretén belül. Mivel a tájrendezést és így a vízrendezést is minden időben alapvetően a használati igények határozzák meg, a vizsgálati részben a múltbéli területhasználattal is foglalkoztam, illetve megkerestem a korabeli térképlapokon azokat a területeket, melyek a nagy volumenű vízrendezés, „*csatornázás*” előtt még vízzel borítottak voltak. Ezeket a dokumentációkat tartom legjobb kiinduló pontnak a területrendezési beavatkozások tervezésénél. A múltbéli hasznosítási módokat egészítik ki a jelenlegi területi igények, a társadalmi, gazdasági szerkezet és a patakokhoz, vízhez való jelenlegi „*hozzáállás*”.

A diplomatervem második részében a korábbi vizsgálatok mintegy objektívizálásaképp *számszerű értékelést* folytattam. Külön pontrendszerben dolgoztam fel az egyes kisvízfolyások vízgyűjtő területének értékelését és a tavak-tározók értékelését, majd az eredményeket térképlapon, valamint táblázatos formában ábrázoltam. Míg a



2. ábra. Célfa

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában II. díjat nyert diplomamunka kivonata.



3. ábra. *Javaslati rendszer*

patakoknál az elsődleges kérdés az volt, hogy milyen mértékű beavatkozás szükséges a fenntartható, ökológiai értelemben „jó”-nak minősíthető vízgyűjtők kialakítása érdekében, a tavaknál arra kerestem választ, hogy milyen mértékű tervezés szükséges a tározók felé támasztott társadalmi igények betöltésére.

A harmadik munkarészben elsőként kijelöltem azokat fő *irányvonalakat*, melyeket a vizsgálati területemen folytatott bármilyen beavatkozás esetében szem előtt kell tartani. Ezt követik az úgynevezett „*részletes javaslataim*”, melyek konkrét problémák megoldását célozták, végül pedig a vízgyűjtő rehabilitációs és funkcióbővítésre tett javaslatok következnek. A részvízgyűjtő re-

habilitációs javaslatokat három csoportban tettem meg: *területrendezés, vízrendezés és ökológiai hálózat-fejlesztés* témakörökben.

Összegzés

Ezzel a vizsgálati-értékelési rendszerrel úgy érzem, komplex képet kaptam a vízgyűjtőn zajló folyamatokról és azokra megfelelően alátámasztott válaszokat tudtam adni. A javaslataimmal pedig megalapoztam egy *hosszú távú munkafolyamatot*, melynek határozott irányvonalakat szabtam, annak érdekében, hogy a jövőben a Galga patak vízgyűjtője egy komplex rendezett vizesélőhely-rendszerrel gazdagodjon.

Vizes élőhelyek természetvédelmi bemutatásának tájépítészeti feladatai és a gombai Hosszú-réti tanösvény terve

KIRÁLY DÓRA

Diplomatervemben a Gombai-patak völgyében fekvő Hosszú-rét és Várhegy elsősorban bemutatás szempontú vizsgálati és értékelési munkarészét készítettem el, valamint a feltárt értékek megőrzésére, bemutatására tanösvényt terveztem és kezelési javaslatokat tettem.

Bevezetés, célok

A Gombai-patak mentén húzódó völgyet jellemzően szántóterületek veszik körül, így a fennmaradt patakmenti természetközeli élőhelyek (nedves gyepek, mocsar-

ak, fűzligetek) ökológiai, természetvédelmi és tájképi szempontból is jelentős értéket képviselnek. A választott terület a Tápó-Hajta Vidéke Tájvédelmi Körzet, a Nemzeti Ökológiai Hálózat és a Patak völgyek különleges természetmegőrzési terület részét képezi. Diplomatervem fő célja a Hosszú-réti tanösvény tervének elkészítése volt, aminek magvalósulása lehetővé tenné, hogy a látogatók megismerjék azokat az értékeket, amelyeket a Hosszú-rét magában rejt, elősegítve azok hosszú távú megőrzését.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában II. díjat nyert diplomamunka kivonata.

A tervezés megalapozásául a célom volt:


- a hazai vizes élőhelyeket bemutató tanösvények tervezési gyakorlatának áttekintése
- a tervezési terület természeti adottságainak, értékeinek megismerése
- a területen fennálló veszélyeztető tényezők, tájhasználati konfliktusok és környezeti problémák feltárása
- a terület térségi kapcsolatainak feltárása, a térség bemutatóhely hálózatának megismerése
- a látogatói igények felmérése
- A bemutatás tervezési irányvonalainak kijelöléséhez a terület bemutatathóságának és bemutatásra való alkalmasságának vizsgálata, értékelése.

Módszer


A hazai tervezési gyakorlat megismeréséhez 54 tanösvényt vizsgáltam meg 10 szempont alapján. A szükséges adatokat kiadványok, nemzeti parkok és kiránduló, illetve túraútvonalakat tartalmazó honlapok, szóbeli közlések és helyszínelések segítségével gyűjtöttem össze. Az adatokat táblázatos formában és tervlapon ábrázoltam.

A tervezési területem megismerését leginkább a Tájvédelmi Körzet tájegységvezetőjével, Vidra Tamással, folytatott konzultációk és a helyszíni bejárások segítették. Emellett tájtörténeti kutatást végeztem (katonai térképek segítségével), feldolgoztam a területre vonatkozó


Kikkel látogatnál el szívesen egy tanösvényre? (Több válasz is adható!)



Egyedül




Barátaimmal




Családommal


Válaszd ki azokat az épített elemeket, amiket szükségesnek tartasz egy tanösvény mellett! (Többet is választhatsz! Karikázd be azt, amelyiket a legsükségesebbnek tartod!)




Padok




Asztalok




Fedett pihenő




Büfé




Játsszótér



Kilátó




Kuka




Mosdó

Milyen hosszú tanösvényre mennél el szívesen?


- Rövidebb, 1-2 óra alatt bejárható tanösvényre mennék legszívesebben
- Hosszabb, akár fél napos kirándulásra is szívesen elmennék
- Hosszú, egész napos túrára is szívesen vállalkoznék




Melyik bemutatási módot szereted a legjobban?



Bemutató füzetes



Bemutató táblás



Tanári bemutatás

1. ábra. Kérdőív (részlet)

SZERETETTEL KÖSZÖNTJÜK A HOSSZÚ-RÉTI TANÖSVÉNYEN!

Információs tábla

- Parkoló
- Sportpálya
- Mosdó
- Büfé
- Emlékmű
- Állomáshely
- Híd
- Pihenő
- Kilátó

É

100m

Erdő
 Gyep
 Cserjés
 Mocsár
 Lakóterület
 Szántó
 Veteményes

A tanösvény útvonala
 Megközelítés Gomba felől
 Megközelítés Káva felől
 Közút
 Patak
 Földút
 Meredek útszakasz
 A Tájévédelmi Körzet határát jelző tábla

Ön itt áll!

HOGYAN VISELKEDJÜNK A TANÖSVÉNYEN?

Megfigyelheted a madarakat és a növényeket!

A kijelölt úton sétálj!

A táblákról ismereteket szerezhetsz a látványokról

Készíthetsz rajzot, jegyzetet!

Meghallgathatod a madarak hangját!

Készíthetsz fényképeket!

A szemetet dobd a kukába!

A tanösvényen megismerheti a Hosszú-rét, a Várhegy és a Gombai-patak élővilágát és természeti értékeit!

A tanösvény hossza: 6070 m

Bejárási ideje: 3-3,5 óra

Látogatható: a kijelölt útvonalon gyalogosan, egész évben szabadon

Nedves időben csizma, bakancs ajánlott!

Állomások:

1. A hagyományos szántóföldi gazdálkodás természetvédelmi jelentősége
2. Hogyan segítették a földvárak a löszgyepek fennmaradását?
3. Vissza a múltba! Hogyan változott a táj?
4. A patakparti élővilág
5. A Gombai-patak nyomában
6. Madárlesen
7. Mesélnek az idős fűzések!
8. Titokzatos mocsárrét
9. A mocsárrét apró lakói: a lepkék
10. Hogyan segíthetjük a természeti értékek megőrzését?

Jó utat kívánunk!

2. ábra. A tanösvény indítótáblája

szakirodalmat, és a jelenleg érvényben lévő terveket. A feltárt természeti adottságokat, konfliktusokat, kapcsolatokat vizsgálati térképen ábrázoltam, míg a növényzet felmérésére élőhelytérképet készítettem.

A tanösvény egyik fő célközönségének a gyerekeket tekinttem, ezért a szomszédos települések általános iskolás diákjaival kérdőíves felmérést végeztem (1. ábra), amiben a diákok leírhatták, hogy ők milyennek képzelnek el egy tanösvényt, miről olvasnának, tanulnának szívesen, és milyen elvárások fogalmazódnak meg bennük egy tanösvénnyel kapcsolatban.

A terület bemutatásának és bemutatásra való alkalmasságának értékeléséhez hat kritériumot határoztam meg, amelyet az élőhelytérképen lehatárolt élőhely foltokhoz kapcsoltam és tervlapon ábrázoltam. Ezek a kritériumok: a növényzeti változatosság, az élőhelyi jelentőség az állatvilág szempontjából, a látványosság, a tudományos jelentőség, a járhatóság és a látogatással szembeni érzékenység.

A tanösvény tervének elkészítéséhez tervezési koncepciót állítottam fel, meghatároztam a tanösvény potenciális célcsoportját, és megvizsgáltam a tanösvény útvonalvezetésének lehetőségeit. A tervezési koncepció és a kérdőíves felmérés alapján kijelöltem a tanösvény útvonalát, és meghatároztam az egyes állomásokon bemutatásra kerülő ismeretek körét. A tanösvény tervezett arculatának, és épített elemeinek bemutatására megterveztem a tanösvény indítótábláját (2. ábra) és egy tájékoztató táb-

lát, valamint az épített elemek (padok, asztalok, hidak, játékok) szerkezetéről részletterveket készítettem. A bemutatás elősegítésére, és az értékek megőrzésére kezelési javaslatokat tettem, amelyeket a tanösvény útvonalával, állomásaival és épített elemeivel együtt tervlapon ábrázoltam. Végül foglalkoztam a tanösvény létesítéséhez szükséges engedélyekkel és hozzájárulásokkal, valamint vizsgáltam a javaslatok hosszú távú környezeti, társadalmi és gazdasági hatásait.

Eredmények, fő megállapítások

Az országos áttekintés fő megállapításai a következők voltak: a vizsgált tanösvények területi elhelyezkedése egyenlőtlen, többségük (kb.60 %) 1–5 km hosszú és 5–9 állomással rendelkezik, 80 %-ban tájékoztató táblákkal történik a bemutatás, 76 %-uk védett természeti területen fekszik, jellegzetes létesítményeik a kilátók, stégek, fapallók, 81%-uk szabadon látogatható, jó megközelíthetőség, de rossz megtalálhatóság jellemzi őket.

A tervezési terület a tájtörténeti térképek tanúsága szerint a folyószabályozások és mocsár-lecsapolási munkák előtt igazi vízi világ volt. Jelenleg a Hosszú-réten a legnagyobb problémát a vízhiány okozza, ami a természetes vegetáció folyamatos kiszorítását és az adventív növények térhódítását eredményezi. Azonban a Hosszú-réten még ma is igen sokféle élőhelytípus fordul elő (pl. mocsárrét, ártéri erdő, homoki sztyeprét) változatos és

sokszínű növény- és állatvilágnak élőhelyet nyújtva. A területen számos védett növény- és állatfaj található, míg a mellette fekvő Várhegyen a kávai földvár képvisel jelentős kultúrtörténeti értéket. A vízhiány és az adventív lágyszárúak, illetve cserjék megjelenése mellett az ökológiai kapcsolatok hiánya (szántóterületek, fűt) okoz problémát.

A bemutatásra való alkalmasság és bemutatathóság értékelése során a legtöbb szempontból (pl. élőhelyi-, tudományos jelentőség, látványosság) a legmagasabb minősítést a Hosszú-rét legnagyobb részét borító mocsárrét kapta. A látogatással szembeni érzékenység szempontjából azonban a mocsárrét erősen érzékenynek minősül, ami kizárja a közvetlen, élőhelyen történő bemutatás lehetőségét. Ebből adódóan felértékelődtek a nem, vagy csak kis mértékben érzékeny, mocsárrét határán elhelyezkedő területek és a Várhegy, ami domborzati adottságából adódóan teszi lehetővé a völgyre való jó rálátást.

A bemutatást sok helyen a sűrű növényzet, valamint a vizenyősségből fakadó járhatatlanság is nehezíti. Összegezve azonban megállapítható, hogy a terület természetvédelmi bemutatásra alkalmas, a feltárt korlátozó tényezők figyelembevételével.

A tervezett tanösvény hossza 6 km, bejárási ideje 3–3,5 óra. Útvonala 10 állomást fűz fel, amelyeken a látogatók bemutató táblák segítségével ismerhetik meg a Hosszú-rét és a Várhegy történetét, élővilágát. A bemutatást a tanösvényhez kapcsolódó madárles és fatáblás játékok színesítik.

A tanösvény tervének elkészítése mellett olyan javaslatokat fogalmaztam meg, amelyek elősegítik a Hosszú-rét jelenlegi állapotának megőrzését illetve javítását.

Legfontosabb javasolataim a következők voltak: adventív lágyszárúak, cserjések visszaszorítása, a Várhegyen az akácos helyén az eredeti lösztölgyes állomány fokozatos visszaállítása, a jelenleg végzett kezelési tevékenységek (vízvisszatartó zsákolás, természetbarát gyeptudás) folytatása, a szántóterületek és a mocsárrét határán cserjesáv telepítése, a Tájvédelmi Körzet védőtávolságában a vegyszerek használatának tiltása, az erózióveszélyes szántóterületeken talajjavító gazdálkodás folytatása, a Bényei út mentén cserjesávval kiegészített fasor telepítése, rendszeres kutatások, monitorozások végzése.

Összefoglalás

Diplomatervem átfogó képet ad a hazai vizes élőhelyeket bemutató tanösvények jellegzetességeiről, kedvező adottságairól és problémáiról. A Hosszú-réten tervezett tanösvény és a kezelési javaslatok a természeti, táji értékek bemutatása és hosszú távú megőrzése mellett hozzájárulnak a környező községek turisztikai vonzerőjének növekedéséhez és felhívják a figyelmet a vizes élőhelyek természetvédelmi, táji, ökológiai jelentőségére.

Köszönetnyilvánítás

Diplomatervemhez nyújtott szakmai segítségükért szeretnék köszönetet mondani *Boromisza Zsombornak*, tanszéki konzulensemnek, és *Vidra Tamásnak*, a Tápiai-Hajta Vidéke Tájvédelmi Körzet tájegységvezetőjének.

A vezetőkes víz mint piaci termék*

A víz stratégiai jelentősége, piaci megítélése, nemzetközi vélekedések és a vízprivatizáció tanulságai világszerte

SEBŐK JÚLIA

Dolgozatomban a vezetőkes víz piaci megítélését vizsgáltam meg közelebbről.

A szűkösség problémája

A minőségi és mennyiségi kérdések után, első nagy témaegységemben a víz piaci helyzetének meghatározó tényezőjével, éltető folyadékunk szűkösségével, vagyis a vízhiány kérdésével foglalkoztam bővebben.

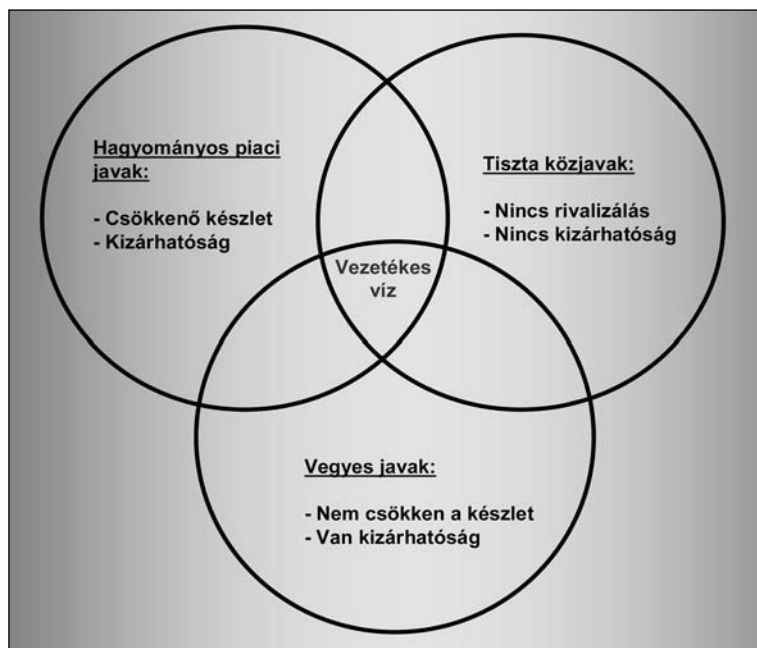
Az egyenlőtlen vízeloszlás bolygónk számos pontján gondot okoz, különféle konfliktusok kiváltó tényezőjeként fenyeget. Ahhoz, hogy jobb vízpolitikát és ezzel *egyenlőbb elosztást* lehessen létrehozni, a vízgazdálko-

dás döntéshozatali rendszerének széttagozottságában teljességre törekvő álláspontot kell kialakítani, az intézményeket és eszközeiket fejleszteni kell. Ezeken felül pedig tisztázni szükségeseltetik a privát szféra, a kormány és a civil társadalom szerepét.

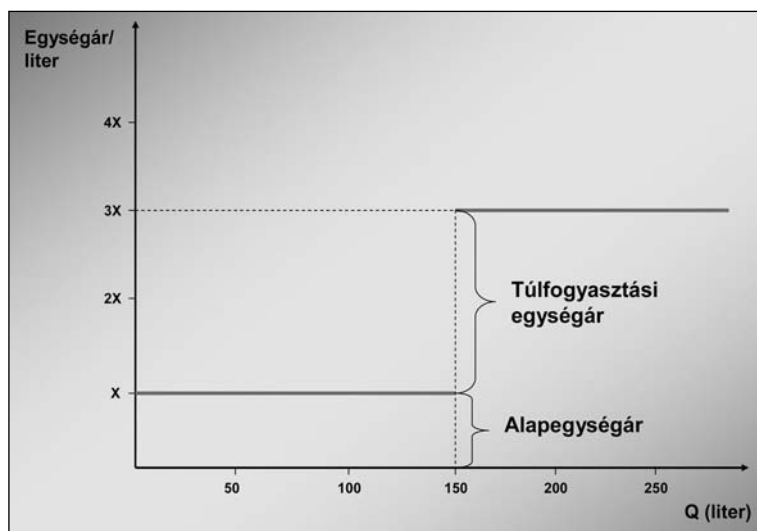
A víz a piacon

A következő nagy fejezetegységben a víz és a piac kapcsolatát vettem górcső alá. Megállapítást nyert, hogy a vezetőkes víz egy olyan *különleges piaci jószág*, mely a hagyományos piaci javak, a közjavak és a vegyes javak kategóriáinak közös metszetében helyezhető el. En-

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában II. díjat nyert diplomamunka kivonata.



1. ábra. A vezetékes vízellátás besorolása jellemzői alapján a javak kategóriájába



2. ábra. Egy fő napi fogyasztásának literenkénti egységára

nek alátámasztására a mennyiséget alapul vevő tézist használtam fel, amit a rendelkezésre álló készletek, a kizárhatóság és a rivalizálás szempontjainak vizsgálatára alkalmaztam.

Mivel létszükségletet kielégítő tényezőről van szó, ezért *árképzésénél a méltányosság kulcsfogalom*. A szociális, gazdasági és környezeti szempontokat egyaránt mérlegelni kell e folyamat során. Ennek apropóján javasoltam az elfogyasztott napi vízmennyiséget

alapul vevő sávosan változó díjrendszert, melyet a vízproblémákkal küzdő, megfelelő infrastrukturális fejlettséggel bíró országok lakossági fogyasztására lehetne alkalmazni.

Vita a vízről

A víz gazdasági jószágként történő felfogása már számos vita tárgyát képezte. Fórumok, konferenciák, nyilatkozatok születtek róla. A civil szervezetek alapvető emberi jogként tekintenek rá, míg a gazdasági érdekeket képviselő orgánumok gazdasági jószágként szeretnék elismertetni.

Véleményem szerint itt is a mennyiség meghatározást kell segítségül hívni ahhoz, hogy állást foglaljunk. Bizonyos mennyiségig ugyanis – amint azt már említettem korábban – alapvető szükségletet elégít ki a víz, viszont azon túl már másodlagos szükségletekre használjuk fel, ahol már társíthatunk gazdasági értéket hozzá. Ezért minden ember alapvető jogának gondolom a vízhez való jutást az első szükségletkör kiszolgálásáig, viszont a luxusfelhasználásra fordított mennyiséget már gazdasági megfontolások alapján kezelném.

Vízprivatizáció

A *privát szféra bevonásáról is megoszlanak a vélemények*: a civilek tiltakoznak a profitorientált magánvállalatok megjelenése ellen ezen a területen, az ellenérvek viszont a priváttörke nélkülözhetetlenségére hívják fel a figyelmet a megfelelő vízmenedzsment megvalósításához. Dolgozatomban a vízprivatizáció negatív eseteit vettem sorra és ezek tanulságait alapul véve azt a következtetést vonom le, hogy a magán-szektor ott képes hatékonyan működni a vízellátásban, ahol erős szabályozó hatóság biztosítja a jogokat és a kötelezettségeket, illetve a környezetvédelmi, egészségügyi,

technikai, pénzügyi és szakmai aspektusok érvényesülését. Ekkor magánkézbe adható a vízszolgáltatás.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni édesapámnak, *Sebők Eleknek* a gondolatébresztő beszélgetéseinket, melyek nélkül e dolgozat nem született volna meg. Köszönetet mondok továbbá konzulensemnek, *Györffy Ágnesnek*, illetve tanáraimnak, akik segítettek a képzés öt éve alatt.

A Veszprémi-Séd vízminőségének vízkémiai vizsgálata*

BERKI TAMÁS

Bevezetés, célok

Az ember a környezetét mindennapi tevékenységeivel, igényeinek és szükségleteinek kielégítésére saját javára formálja. Ez a természeti környezet mélyreható megváltozását vonja maga után.

A természeti környezet károsodásának irányai közül a vízi ökoszisztémában, illetve a víz közvetítésével bekövetkező degradáció a leglényegesebb, ezért a környezetvédelem alapvető eleme, feladata a vizek védelme.

A vizek védelmében egyéni, társadalmi, nemzetközi szintű összefogásra van szükség.

Ezt felismerve az Európai Unió megalkotta az ún. „Víz Keretirányelvet” (2000/60EK irányelve), melynek célja, hogy 2015-ig a felszíni és felszín alatti vizek jó ökológiai és kémiai állapotba kerüljenek. A VKI 2000. december 22-én lépett hatályba az EU tagországaiban, Magyarországon az EU-hoz való csatlakozáskor váltak kötelezővé az ebben leírt feladatok végrehajtása.

Ahhoz, hogy vizeink minőségét javítani tudjuk, első lépésben jelenlegi állapotokról kell informálódni. Ezt a vizek rendszeres, folyamatos monitorozásával érhetjük el. Későbbiekben a javító intézkedések hatásait is ez alapján tudjuk felmérni.

Diplomadolgozatomban ennek tekintetében azt vizsgáltam, hogy a Veszprém városon áthaladó Séd vízfolyást a városon belül milyen szennyezések érik, és hogy változott annak vízminősége az elmúlt két évben.

Az eredmények alátámasztják, hogy a Séd, mivel nem nagy vízhozamú patak, ezért vízminőségére jelentős hatást gyakorolnak a szennyvíz bevezetések, a diffúz szennyezések, másrészt a csapadék illetve csapadékvíz befolyások hígító tényezőként hatnak.

Anyag és módszer

A témaválasztással lehetőségem nyílt, hogy a vízminősítés folyamatát mélyebben tanulmányozzam, megismerjem. A munkám során az eszközök, műszerek használatával, illetve a laboratóriumi vizsgálatokkal gyakorlati tapasztalatokat szereztem.

A Veszprémi Séd- Nádor-csatorna vízrendszer Magyarország emberi beavatkozásokkal legbefolyásoltabb vízgyűjtője. A vízrendszer a Sió balparti vízgyűjtőjéhez tartozik, átfogó vízgyűjtő területe 2607 km². Három megyét érint: Veszprém, Fejér és Tolna megyét.

A vízgyűjtő víztesteinek többsége nem volt monitorozva, nem készült rájuk biológia, kémiai minősítés, de általánosságban elmondható, hogy többségük gyenge, illetve

mérsékelt állapotban van. A terület vízfolyásait hidromorfológiai és tápanyag problémák jellemzik.

A Séd 11 mintavételi pontot jelöltünk ki, ahol vizsgáltuk a patak fizikai (*pH*, *hőmérséklet*, *oldott oxigén*, *zavarosság*, *vezetőképesség*) és kémiai (*KOI_{ps}*, *NH₄⁺*, *SO₄²⁻*, *NO₃⁻*, *NO₂⁻*, *SO₄²⁻*, *PO₄³⁻*, *Na⁺*, *Ca²⁺*, *Mg²⁺*, *Mn²⁺*, *Fe^{2+/3+}*, *lúgosság*) paramétereit.

A vízminőséget a MSZ 12749-es szabvány szerint határoztuk meg. Az ötosztályos minősítésű szabvány közelít az európai minősítési gyakorlathoz. A rendszer főként a kémiai jellegű információkra helyezi a hangsúlyt, de fontos mikrobiológiai elemeket, oxigénháztartást, tápanyagháztartást, toxicitást, szerves- és szervetlen mikroszennyezőket, és egyéb vízminőségi jellemzőket (*pH*, fajlagos vezetőképesség) is rendszeresen vizsgál.

A mérési pontokon kapott eredményeket táblázatokban rendszereztem, és diagrammok formájában grafikusán ábrázoltam. Így szemléletes képet kaphattunk a Séd vízminőségéről, különböző fizikai, kémiai tulajdonságokra, komponensekre nézve.

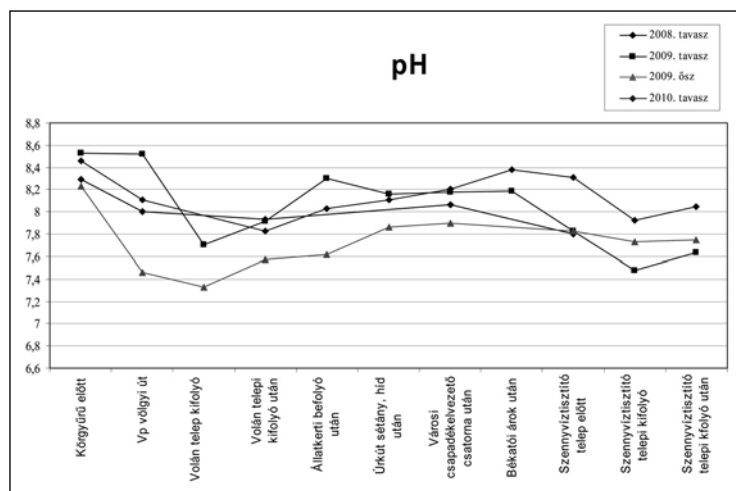
A korábbi, és az általam mért adatok felhasználásával és azok összevetésével a Séd vízminőségét, annak változását szélesebb időintervallumban vizsgáltam.

Eredmények

A *pH* esetében az értékek, több ponton kiválóan mondhatók, a többi ponton pedig jó, illetve tűrhető állapotot mutattak.

A *hőmérséklet* esetében az évszakoknak megfelelő értékeket kaptunk. A szennyvíztisztító kifolyó vize az ami enyhe hőszennyezést okoz.

A *vezetőképességi* értékek nagyrészt a tűrhető osztályba sorolhatók. A kritikus helyeken – szennyvíztisztító kifolyója és az azutáni pont – szennyezett értéket mutatnak.



1. ábra. A pH változása

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában III. díjat nyert diplomamunka kivonata.

A KOI értékek szinte minden ponton a kiváló értékű besorolást kapták, mind az őszi, mind a tavaszi mérésekkor. Kritikus pontnak számított ez esetben is a szennyvíztisztító elfolyó vize és a Volán telepi kifolyó.

Az ammóniumionra és nitrit koncentrációra nézve a Séd-patak mindhárom mérés során, minden mérési pontra kiváló eredményt adott, kritikus hely nem volt.

A lúgosság, illetve a nátrium, kalcium, magnézium, mangán esetében a mért koncentráció értékeket az alapkőzet tulajdonságai határozzák meg. Az eredmények alátámasztják a Sédnek a hegyvidéki, meszes, durva mederanyagú patak kategóriába való besorolását. A lúgosság értékek pedig egyértelműen jelzik a terület karsztos jellegét.

A legkritikusabb értékeket az ortofoszfát tekintetében nyertük. A legtöbb alkalommal a minősítés szerinti tűrhető állapotnak megfelelő koncentrációt mértünk, néhány esetben pedig szennyezett, illetve erősen szennyezett volt ortofoszfátra nézve a Séd vízminősége.

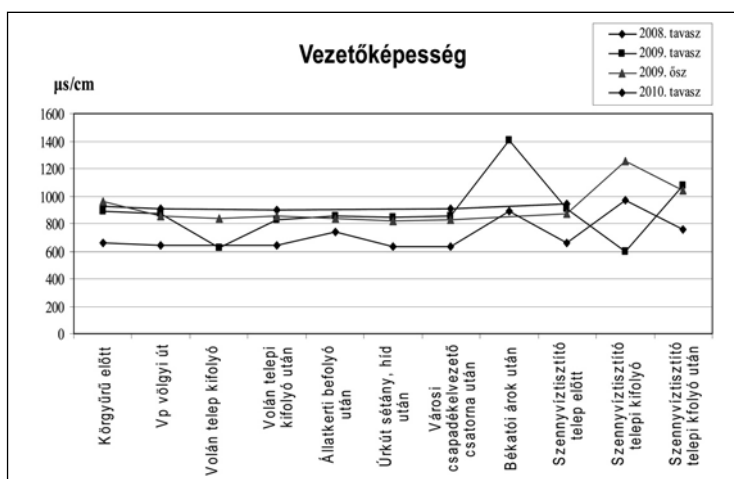
Összefoglalás

A mért értékek, és ezeknek a korábbi értékekkel történt összehasonlítás alapján megállapítható, hogy több paraméter alapján is 2008 tavaszán a patak jóval szennyezettebb volt, mint 2009-ben és 2010-ben. A szennyezési értékek csökkenéséből az elmúlt két évben tisztulási tendencia látszódik. Az eredményeket összevetve az is látszik, hogy melyek azok a kritikus pontok a folyószakaszon, ahol a patakot szennyezés érheti, illetve éri. A mért adatok közül a legkritikusabb értékeket az ortofoszfát koncentrációja jelentette, ami sehol nem érte el a jó állapotnak megfelelő szintet. A legtöbb esetben a Békai-árokban mértünk szennyezettséget jelentő koncentrációkat. Ebből következtetni lehet arra, hogy valamiféle szennyvízbevezetés éri valamint hatással lehet az ipari terület, ahol keresztül folyik a vízfolyás.

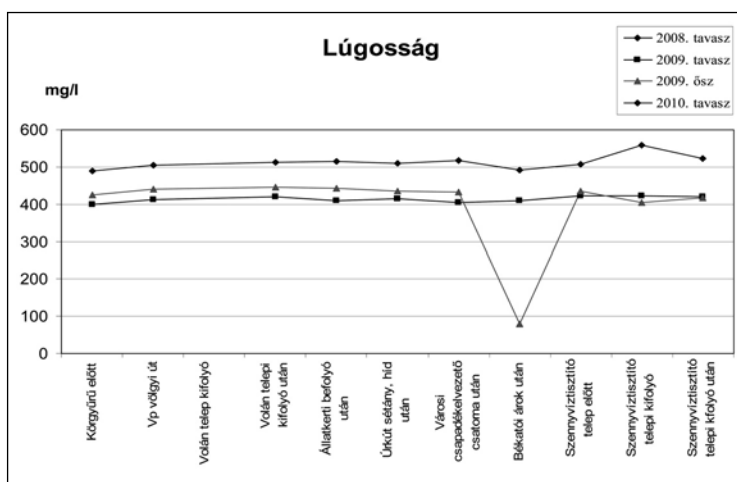
A Volán-telep kifolyó – mivel egy ipari mosóvízről beszélünk – az összetétele eltér a patak vizétől, így szennyezi azt. Nagyobb mennyiségű csapadék esetén a szennyeződés mértéke növekszik, mert ilyenkor a tároló megtelik, és a túlfolyás következtében tisztítatlan mosóvíz érkezik a Sédbe.

A mintavételi pontjaink közül a szennyvíztisztító telep kifolyója jelent még terhelést a Séd-patakra. Mindegyik mérési időszakban, több komponens esetében magasabb koncentrációkat kaptunk a tisztító elfolyó vízében, mint a pataokban.

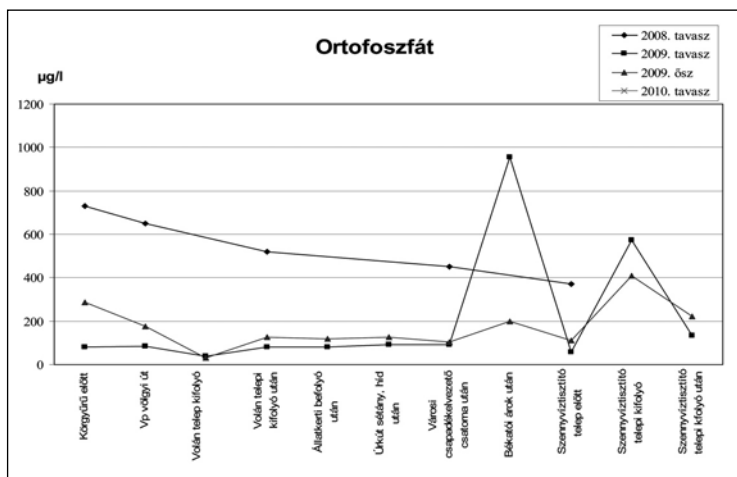
Mindemellett elmondható, hogy a Séd vize a 2009 őszi, illetve a 2010 tavaszi mérés során viszonylag jó állapotban volt. Ha ehhez hozzávesszük a javuló, tisztuló



2. ábra. A vezetőképesség alakulása



3. ábra. A lúgosság alakulása



4. ábra. Az ortofoszfát alakulása

tendenciát joggal bízhatunk benne, hogy a patak ezen a szakasza a Víz Keretirányelv elvárásainak megfelel.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom elsősorban konzulensemnek, Kovács Zsófiának, a gyakorlati és elméleti munka során nyújtott segítségéért, illetve tanárainak, hallgatótársaimnak, barátainak és nem utolsósorban szüleimnek.

A Bezerédi-sziget távlati vízbázis védőterületének meghatározása numerikus modellezéssel*

SEBŐK ÉVA

Dolgozatom célja az Aquaprofit Zrt. által elvégzett vízbázisvédelem diagnosztikai fázisába bekapcsolódva, a Baja és Mohács között található Bezerédi-sziget parti szűrősű távlati vízbázis védőterületének kijelölése volt hidrodinamikai modellezéssel.

Bevezetés, célok

A parti szűrősű vízbeszerzés során a felszíni vízfolyások, állóvizek parti sávjában található víztartó rétegekbe áramló vizet termelik ki. Mivel az innen származó víz felszín alatti áramlása során sok szűrési és kémiai folyamaton megy keresztül, így a parti szűrősű ivóvízbázisok nagyon jó minőségű vizet szolgáltatnak. Hazánkban 75 parti szűrősű távlati vízbázist jelöltek ki (Balassa et al. 2003), melyek védelembe helyezése az országos vízbázisvédelmi program keretein belül történik a vízbázisok diagnosztikai vizsgálatával és védőterületük lehatárolásával.

Célom a Bezerédi-sziget távlati vízbázis 50 éves elérési időhöz tartozó védőterületének hidrodinamikai modellezéssel történő meghatározása, illetve olyan ideális kútkiosztás felvázolása volt, amelyben a kutak 30.000 m³/napos össztermelése nem befolyásolja a környező üzemelő vízbázisok áramképét.

Módszerek, Adatok

A távlati ivóvízbázis védőterületének kijelölése a Processing MODFLOW 5.3 (Chiang, W. – Kinzelbauch, W. 1998) modellezőprogrammal felépített két modell segítségével történt. Az első modell célja a fő vízadó réteg hidraulikai paramétereinek pontosítása volt az Aquaprofit Zrt. által a kísérleti telepen végzett 9 napos szivattyúzás hozamlépcsőt alapul véve. A védőterület meghatározásához végül egy permanens áramlást feltételező modell eredményeit használtam fel, amelyben az első modell által számított hidraulikai paraméterek szerepeltek.

A védőterület lehatárolását megelőzte a modellezett térrész lehatárolása és a modell bemenő paramétereinek meghatározása:

- a modellezett időszak rövidege miatt csak a kísérleti telep piezométereit és a Duna partvonalát magában foglaló 300x500 m-es kiterjedésű, 10x10 m-es rácshálójú kalibrációs modellterület;
- az 5x5,5 km-es, 50x50 m alap cellaméretű modellterületet az Aquarius Kft. korábbi lehatárolása, illetve a MI-10-432-87 Műszaki Irányelv F4 és F5 pontja alapján kijelölve;
- 84 kút vízföldtani naplójában közölt fúrési rétegsor alapján 5 modellréteg elkülönítése;

- nyugalmi vízszint térkép a diagnosztikai fázis során létesített 14 kút, a próba termelőkút vízszint adatai és a bajai, valamint a mohácsi vízmérce Duna vízállás adatai alapján;
- hidraulikus vezetőképesség értékek kezdetben az MSZ 15298:2002 szabvány, az Aquifer Test 3.5 számított adatai és a szakirodalmi, a korábban mért értékek valamint az Aquaprofit Zrt. munkatársainak javaslata alapján, majd a kalibráció eredményeként;
- 0,1 m vastagságú kolmatált zónát feltételezve a folyómeder vezetőképessége 0,00544 m²/s a 10x10 m-es cellákban, a Duna vízállása a Bezerédi-szigetre beáramlott hajózási középvízszint (80,76 mBf);
- tervezett vízkivétel 30.000 m³/d, 10 db, a sziget partvonal mentén egymástól nagyjából egyenlő távolságra elhelyezett kúttal, környező üzemelő vízbázisok kútként való beépítése, a védőterületük kijelölésekor beépített hozammal;
- 20 mm/év nettó beszivárgás a Sárhát és Karapanca csapadékmérő állomás adataiból származtatva;
- Peremfeltételek megadása a MODFLOW GHB moduljával.

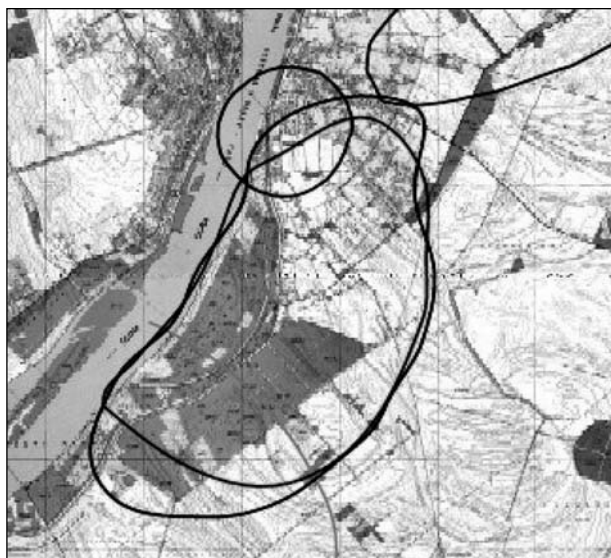
Eredmények





A fő vízadó réteg hidraulikus vezetőképességének kalibrációját manuálisan a trial-and-error módszert követve, illetve a MODFLOW PEST paraméter kalibrációs kiegészítő programja segítségével végeztem. Az anizotrop fő vízadó réteg horizontális és vertikális hidraulikus vezetőképessége 10⁻⁴ m/s nagyságrendűnek adódott. A PEST a horizontális hidraulikus vezetőképességre 3,2x10⁻⁴ m/s, a vertikálisra 1,66x10⁻⁴ m/s értéket számolt.

Ezen értékeket a permanens áramlást feltételező védőterületi modellbe beépítve láthatóvá vált, hogy a 10 kúttal elért 30.000 m³/d vízkitermelés befolyásolja a környező üzemelő vízbázisok áramképét. A kútkiosztás változtatásával elért zavartalan áramkép azonban a depressziós tölesér túlzott növekedése, a háttérből származó víz nagyobb mértékű beáramlása, a vízminőség romlása miatt sem elfogadható. A Bezerédi-sziget távlati vízbázis 50 éves elérési időhöz tartozó védőterületét végül a környező üzemelő vízbázisok kútjainak figyelmen kívül hagyásával jelöltem ki, mivel ezen vízbázisok a modellbe beépített értéknél kisebb hozammal termelnek, illetve hozamuk csekély a távlati vízbázis tervezett hozamához képest (I. ábra).

A MODFLOW program vízmérleg számoló Water Budget kiegészítő moduljának eredményei alapján hajózási középvízszinttel (80,76 mBf) számolva a távlati

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában III. díjat nyert diplomamunka kivonata.



 Leneskert 50 éves elérési időhöz tartozó védőterület
 Csak a Bezerédi-sziget termelését figyelembe vevő védőterület kontúrvonala
 Az üzemelő vízbázisok termelését figyelembe vevő védőterület kontúrvonala
 Felső-Kanda 50 éves elérési időhöz tartozó védőterület

1. ábra. A Bezerédi-sziget távlati vízbázis és a környékén lévő üzemelő vízbázisok 50 éves elérési időhöz tartozó védőterületeinek kontúrvonala

vízbázis mind a tíz kútja parti szűrésű vizet szolgáltat, a kitermelt víz folyó felől származó részaránya 59 és 92% között változva jelzi a parti szűrést és a jó vízminőséget.

A Duna vízállás vízbázisra gyakorolt hatását két modell segítségével szimuláltam. A legkisebb vízállást leképező modellnél csak egy egynapos időlépcsőt alkalmaztam, míg az árvíz hatását vizsgáló modellnél egy 27 lépcsős, 27 napos animáció alapján értelmeztem az árvíz során lejátszódó folyamatokat. Kisvízes időszakban (80,16 mBf) a parti szűrés aránya átlagosan 0,17%-al csökkent. A 2006-os árvíz alapján szimulált árvizes időszak (89,36 mBf maximális Duna vízállás) elején a parti szűrés aránya nő, biztosítva a kedvező vízminőséget. Az árvíz hatására azonban a parti tározás (Wett, B. et al. 2002) miatt megnövekedett talajvízszint még hetekig fennmarad, ennek következményeként alakul ki a kutak parti szűrés arányában azonos Duna vízállás mellett bekövetkező jelentős csökkenés, a modellezett időszak utolsó napján

1. táblázat. A távlati vízbázis kútjaiban a folyó felől érkező vízmennyiség aránya

	Hajózási középvízszint	1. nap (86,4 mBf)	27. nap (86,4 mBf)
T1	75%	79%	67%
T2	81%	84%	74%
T3	85%	88%	75%
T4	92%	96%	82%
T5	59%	62%	51%
T6	73%	76%	65%
T7	75%	77%	66%
T8	74%	78%	64%
T9	84%	88%	76%
T10	87%	94%	74%

(86,4 mBf) napján 9,6% a hajózási középvízszinthez képest (1. táblázat).

Összefoglalás

A hidrodinamikai modellezés eredményei alapján a Bezerédi-sziget távlati vízbázis képes az elvárt 30.000 m³/d vízhozam biztosítására. Mivel a tervezett 10 parti szűrésű kútból 5 80% felett tartalmaz a folyó felől érkező vizet, így a kitermelt víz minősége jónak tekinthető, azonban az árvizes periódus alatt tapasztalt parti szűrés arányok változása alapján, a kedvező vízminőség biztosítása érdekében megfontolandó a távlati vízbázis kútjai által kitermelt vízhozam csökkentése nem csak a magas vízállás során, hanem az árvíz levonulása után is a parti tározás jelensége miatt.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek dr. Füle Lászlónak és konzulensemnek Erőss Anitának a dolgozat elkészítésében nyújtott segítségükért.

IRODALOM

- Balassa, G., Gondár, K., Gondárné Sőregi, K., Horváth, A., Pethő, S. 2003: Parti szűrésű ivóvízbázisok diagnosztikájának tapasztalatai. – X. Felszín Alatti Vizek Konferenciája, Jubileumi Kötet, 1–14.
- Chiang, W., Kinzelbach W. 1998: Processing Modflow a Simulation System for Modeling Groundwater Flow and Pollution.
- Wett, B., Jarosch, H., Ingerle, K. 2002: Flood induced infiltration affecting a bank filtrate well at the River Enns, Austria. – *Journal of Hydrology*, 266, 222–234.

A budapesti hévizek kémiai összetételének jellemzése, a kémiai jelleget és annak változását befolyásoló tényezők vizsgálata*

TAKÁCS JUDIT

Diplomamunkám keretében a budapesti hévizek idő- és minőségbeli változásait vizsgáltam az 1960 és 2009 közötti időszakokra vonatkozóan egy- és többváltozós adat-elemző módszerek felhasználásával.

Bevezetés, célok

Régóta ismert, hogy Budapest területén igen kis távolságon belül igen eltérő hőmérsékletű és kémiai összetételű vizeket találunk. Munkám célja volt, hogy feltárjam egyrészt a budapesti hévizek fiziko-kémiai paramétereit befolyásoló (geológiai, hidrogeológiai) tényezőket, másrészt, hogy rámutassak azokra az idő-és minőségbeli változásokra, melyek az alkalmazott módszerek segítségével megfigyelhetők.

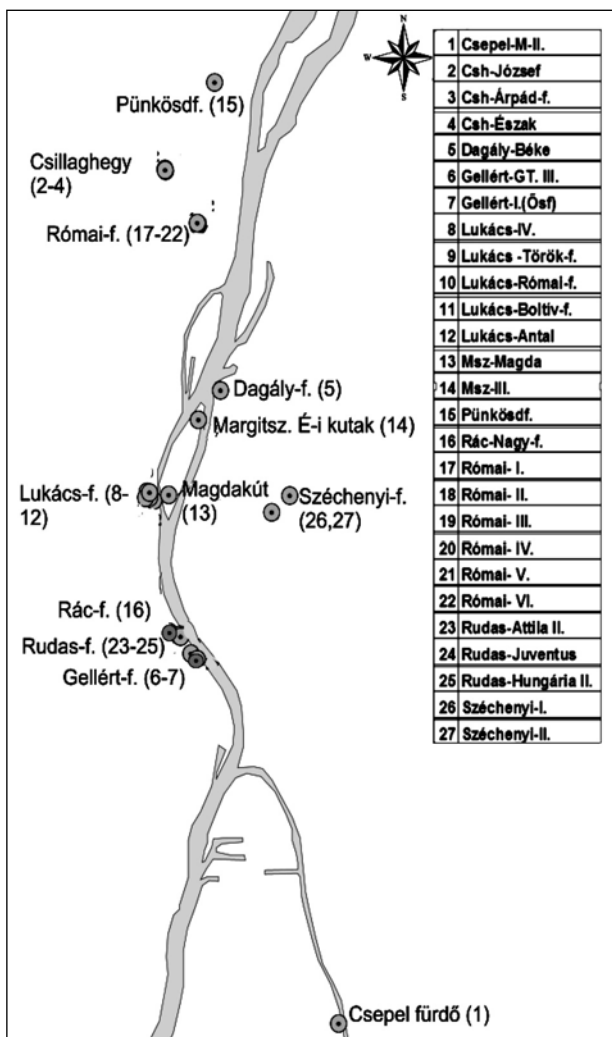
A vizsgálat során megállapított csoportok, és a csoportokat kialakító paraméterek alakulása az 1960–2009

közötti időszakban mesterséges hatások által befolyásolt. Ahhoz, hogy a rendszer eredeti állapotát, vagyis természetes megcsapolódását és azok kémiai karakterét jellemezni és magyarázni tudjam, olyan adatokra van szükség, amelyek mentesek a mesterséges vízkitermelés hatásaitól. Ehhez a legfontosabb információt a források szolgáltatják, hiszen ezek az áramlási rendszer természetes megcsapolódásai.

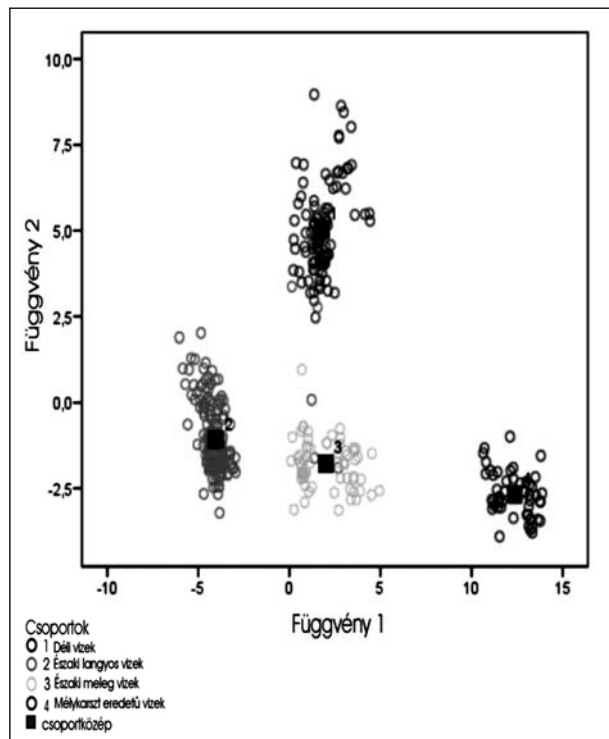
Anyag és módszerek

A vizsgálathoz a Budapest Gyógyfürdői és Hévízei Zrt. által rendelkezésemre bocsátott adathalmazt használtam fel, melyből végül az 1960 és 2009 közötti időszak 27 objektumának (kút/forrás) (1. ábra) hét paraméterét vizsgáltam (hőmérséklet, Na^+K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) évtizedenként.

A statisztikailag hasonló viselkedésű kutak/források csoportosításához klaszteranalízist használtam, majd a klaszteranalízis által meghatározott csoportok validálására diszkriminancia analízist alkalmaztam (2. ábra). Az adathalmaz legfontosabb statisztikáit, valamint az egyes csoportok paramétereinkénti és évtizedenkénti jellemzését Box-Whisker diagramok szemléltetik. Wilks' Lambda statisztika segítségével megvizs-



1. ábra. A vizsgált kutak elhelyezkedése

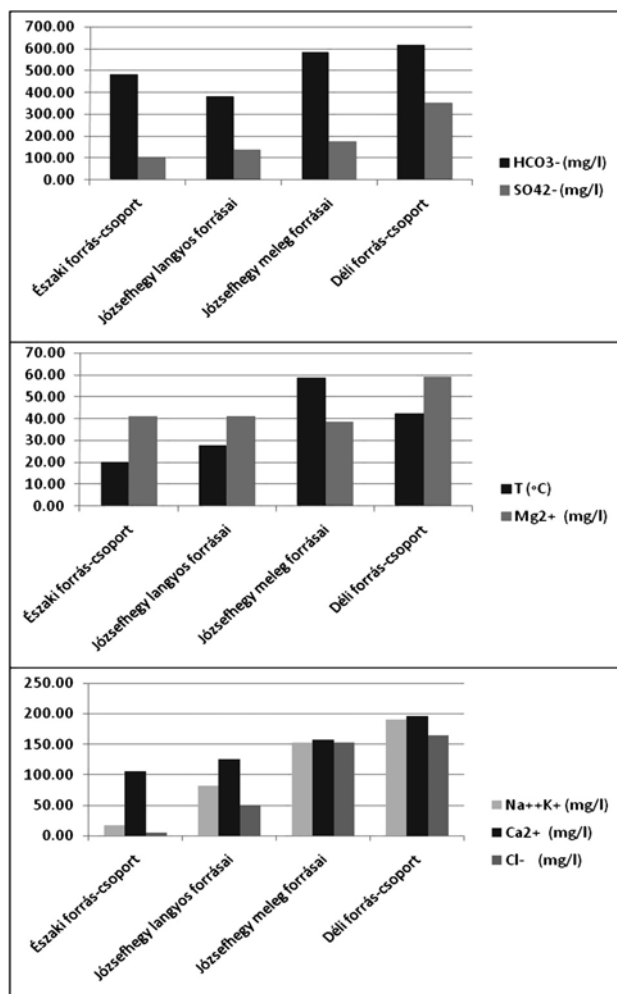


2. ábra. A négy csoport meglétét a diszkriminancia analízis is alátámasztotta

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában III. díjat nyert diplomamunka kivonata.

gáltam, hogy az egyes évtizedekben melyek voltak azok a paraméterek, melyek a csoportalakítást leginkább befolyásolták.

A csoportok elkülönülésének és jellemző paramétereinek geológiai, hidrogeológiai hátterének magyarázatához először a rendszer eredeti, mesterséges hatásoktól mentes állapotát tükröző megcsapolódási jellegzetességeit (területi elkülönülés, különböző hőmérsékletű és kémiai paraméterű források) vizsgáltam. A rendszer eredeti állapotának értékeléséhez Papp (1942) által összegyűjtött források elérhető legkorábbi kémiai elemzéseit használtam fel (3. ábra).



3. ábra. A rendszer alapállapotát tükröző paraméterek értékei oszlopdiagramon a természetes megcsapolódási helyek alapján csoportosítva

Eredmények

A többváltozós adatelemzés eredményei nyomán az objektumok minden évtizedben négy, biztosan meglévő

csoportba különülnek el. A négy csoport az egyes paraméterek szempontjából nem különül el egyértelműen, így az egyes csoportok kialakulása nem az egyes paraméterekre, hanem a paraméterek együttes hatására vezethető vissza.

A paraméterek csoportalakító szerepénél az 1960-as éveket leszámítva a két legmeghatározóbb paraméter a hőmérséklet és a klorid. A legkisebb csoportalakító szerepe a magnéziumnak és a hidrogén-karbonátnak van, a legfeltűnőbb változás a nátrium+kálium és a szulfát esetében figyelhető meg.

Összehasonlítva a rendszer források által reprezentált természetes állapotát és a vízkivételek által mesterségesen befolyásolt időszakot (1960–2009), elmondható, hogy a rendszer alapvetően stabil és alap tulajdonságaiban ma sem különbözik a korábitól. Tehát a 1960–2009 közötti időszakra is igaz az a megállapítás, hogy csoportok jellemzőit a különböző rendű áramlási rendszerek, a kőzetminőség és a szerkezeti meghatározottság szabja meg. A paraméterek időbeli változásának okát kideríteni komplex feladat, hiszen a vizsgált csoportok jellemző paraméterei több természetes és mesterséges tényező együttes hatását tükrözik.

Összefoglalás

Többváltozós adatelemző módszerek segítségével a vizsgált kutakat és forrásokat négy biztosan meglévő csoportba soroltam. A csoportalakításban a legnagyobb szerepet minden évtizedben a hőmérséklet és a klorid játszotta. A rendszer természetes és mesterségesen befolyásolt állapotát összehasonlítva megállapítható, hogy annak alapvető tulajdonságai nem változtak, az egyes csoportok jellemzőit a különböző rendű áramlási rendszerek, a kőzetminőség és a szerkezeti meghatározottság szabja meg. A mesterségesen befolyásolt folytonos rendszerben a paraméterek időbeli változásáért felelős tényező meghatározása azonban nagyon nehéz és összetett feladat, megoldása numerikus modellezéssel lehetséges.

A budapesti hévizek csoportokba sorolása, a csoportok ismerete a fenntartható hévíz-gazdálkodás tervezhetőségéhez és az antropogén szennyezések hatékony kezeléséhez elengedhetetlen.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Erőss Anitának, konzulensemnek, dr. Kovács Józsefnek, a Budapest Gyógyfürdői és Hévízei Zrt-nek, Vadasné György Katalinnak és Jánosházi Juditnak, valamint mindazoknak, akik diplomamunkám elkészítésében segítségnyújtottak.

Ivóvíz arzéntartalmának csökkentése a Fejérvíz Zrt.-nél*

FUTÓ PETRA

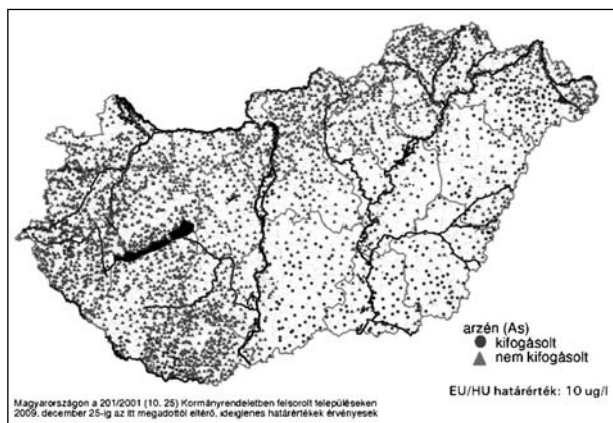
A diplomadolgozat áttekinti a települési ivóvízgyártás főbb elméleti vonatkozásait, részletesen foglalkozik a Fejérvíz Zrt. működési területén lévő két település ivóvízminőségi problémáival, elsősorban az ivóvíz arzén tartalmával és annak lehetséges csökkentésére kiválasztott technológiai javaslatokkal.

Bevezetés, célok

Az Európai Unióhoz való csatlakozás eredményeként 2000. október 23.-án elfogadták a 2000/60/EC irányelvet, mely a hivatalos elnevezés szerint a közösségi vízügyi politika kereteit jelöli meg. Az irányelv hazai jogrendbe való illesztése kormányrendelettel történt. A 201/2001 (X.25.) Kormányrendelet a 98/83/EU direktíva alapján új határértékeket állapított meg az ivóvíz kémiai, bakteriológiai és mikrobiológiai paramétereire. Az ivóvízben megengedhető maximális arzénkoncentráció a korábbi 50 µg/dm³-es határértékről 10 µg/dm³-re csökkent. Ezeknek az elvárásoknak a jelenleg használt vízkezelési technológiák nagy része nem felel meg.

Vízminőség-javító program

A vízminőségi jogszabály szigorodása országosan összesen mintegy 1.300.000 fogyasztót érint, az új arzénmentesítési technológiák beépítése a Fejérvíz Zrt. területén is napi probléma. Egy korszerűsítési beruházás magas költségekkel járhat. A 201/2001 (X.25.) Kormányrendelet 6. számú mellékletében sorolták fel az érintett településeket, ahol az ivóvíz egyes vízminőségi paraméterei nem felelnek meg a rendeletben meghatározott határértékeknek (1. ábra). Az érintett települések önkormányzatai a 2009–2010 időszakban pályázhattak a Környezet és Energia Operatív Program- Ivóvízminőség javítása konstrukcióhoz (KEOP-2009-1.3.0). A program célja a lakosság egészséges ivóvízzel való ellátása a



1. ábra. Vezetékes ivóvizek arzén tartalma Magyarországon

98/83 EK irányelv és a hatályos 201/2001.(X.25.) Kormányrendeletben rögzített határértékeknek megfelelően. A Fejérvíz Zrt. működési területén az ivóvíz arzén tartalma miatt két település érintett a programban (Hantos és Lovasberény).

Megoldási lehetőség

Az arzéntartalom csökkentésére választható technológiát döntően az határozza meg, hogy az arzén milyen formában van jelen a tisztítandó vízben. A jelenlegi víz-tisztítási technológiába az előzetes műszaki áttekintés alapján a membrán szeparáció elvén működő technológia beépítése lehet egy megoldás. A vízmű területére egy javasolt, BUG-UF300-as típusú standard ultrafiltrációs berendezés kerülne elhelyezésre (2. ábra).

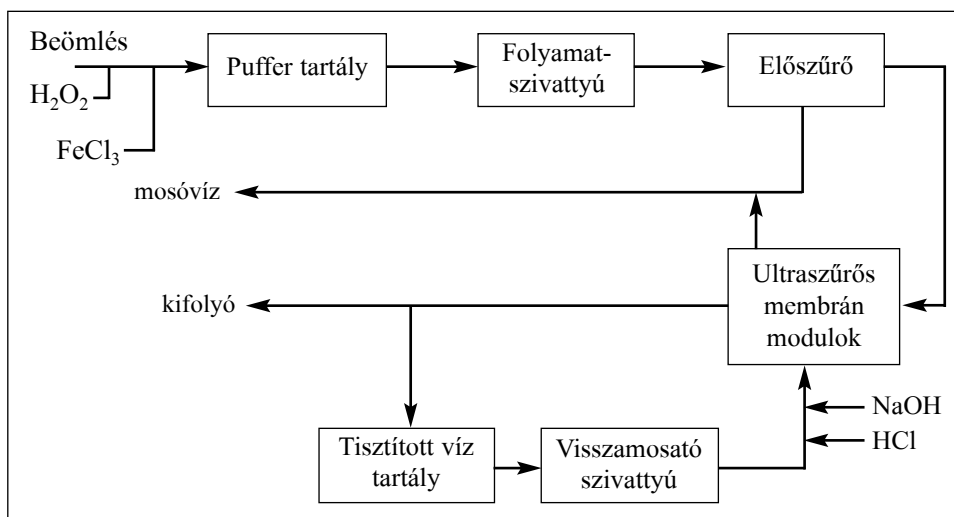
A kidolgozott technológia, nyomás alatti „in-out” ultraszűrőmodulokon integrált nyomócsöveken és végszelepeken, illetve Headern-en alapszik. Az ultraszűrőmembrán a Multibor® membrán, az anyaga hidrofíli PESM (Polyethersulfon, modifikált). A modifikálást úgy végzik, hogy a membrán hidrofíli tulajdonsága megnőjön. Ez a megnövelt hidrofíli tulajdonság csökkentheti a vízben található szerves anyagok adszorpcióját a membrán felületén és így csökken a Fouling effektus. A Multibor® membrán 7 kapilláris vezetékéből kombinálták egy membrán szállá, aminek köszönhetően a mechanikai szilárdsága kitűnő, szakadás nem következhet be. Az ultraszűrő membránok a gyártó által tervezett és elnevezett dizzer® modulokba kerülnek beépítésre. A modulok membránfelülete modulonként 50 m², amivel a felületi nyomás függvényében 2,7–4,5 m³/h modulonkénti teljesítmény érhető el. A modulok teljes hosszát egyenletes terhelés éri, amit a víz irányított bevitelével (szűrés) és elvételével (visszamosatás) értek el.

1. táblázat. 8 modulos T-Rack rendszer technológiai adatai

modulok száma	8*
szélesség (m)	0,7
hossz (m)	1,6
magasság (m)	2,4
helyigény (m ²)	1,3
súly (kg)**	~ 1000
membrán felülete (m ²)	400
kapacitás (m ³ /h)***	~40

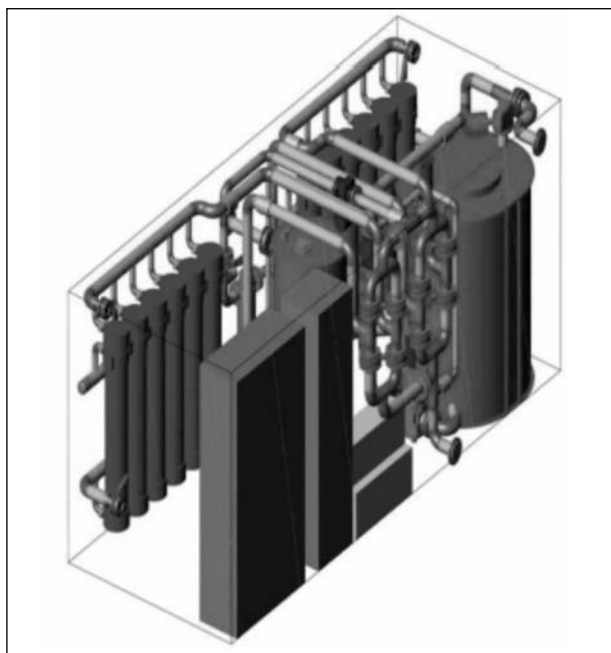
*: 8-48 modul=kétsoros 28-96 modul=négysoros
** : vízzel töltve
*** : víz minőségétől függ

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában könyvjutalmat nyert diplomamunka kivonata.



2. ábra. Ultraszűrő berendezés leegyszerűsített folyamatábrája

A modulok függőlegesen állíthatók és egy- vagy több rackben szerelhetők fel. A teljes rendszer tartós PVC-ből készült. A T-Rack® rendszert Dizzer® 5000 modulokból építik fel. A 8 modulból álló technológiai sor kapacitása 40 m³/h, így ha 80 m³/h-ás kapacitást akarunk elérni, akkor 16 modult kell beépíteni. Építhető négy soros építési módban 96 modul beépítésével, és így 500 m³/h kapacitással üzemeltethető. Ezek az adatok a vízminőségi paraméterek függvényében változhatnak.



3. ábra. BUG UF 3000 Konténer 3D ábrája

A berendezést konténerben helyeznék üzembe a vízmű területén (3. ábra).

A visszamosatás nátronlúg bevezetésével majd áztatással, ezután pedig sósav bevezetésével és áztatással történik. A használt visszamosató víz a csatornarendszerbe vagy előkezelés után a befogadóba kerül. Fertőtlenítés miatt nátrium-hipokloritos visszamosatást alkalmaznak. A szűrlet egy steril szűrővel ellátott 2,9 m³-es szűrlettartályba kerül.

Szakirodalmi és ipari tapasztalatok alapján az ivóvíz arzénkoncentrációja ultraszűréssel csökkenthető.

A technológia előnye és hátránya

A membrántechnikák egyre jobban elterjednek mind a szennyvíztisztításban, mind az ivóvíztisztításban. Az ultraszűrés előnye, hogy a berendezés kis helyen is elfér, nincs szükség bővítésre. A technológiát össze lehet kapcsolni a már használt technológiával, így költségkímélően lehet a problémát megoldani. Lehetőség van konténeres elhelyezésre is, ha a vízmű épület nem lenne megfelelő. A berendezés működtetéséhez nincs szükség külön személyzetre, így az kisebb vízmű esetén is alkalmazható. A működtetése automatizáltan – akár távvezérelten – megvalósítható.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészítéséért szeretnék köszönetet mondani elsősorban témavezetőnek dr. Kovács Józsefnek és konzulensemnek Forczekné Baki Bertának, akik szakmai támogatásukkal és észrevételeikkel segítették a munkámat.

Ipari célú hévíz kútpár tervezése Úri (Pest megyei település) térségében*

KERÉKGYÁRTÓ TAMÁS

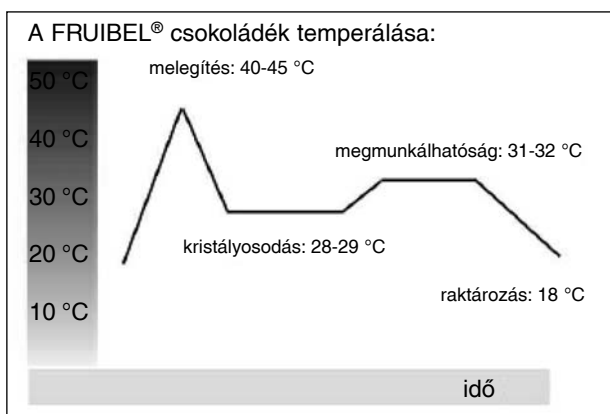
Dolgozatomban egy Úriba létesíteni kívánt hévízkút pár létesítésének lehetőségeit vizsgáltam.

Bevezetés, célok

Dolgozatom célja a geotermikus energiaként felhasználni kívánt hévíz felszínre hozatalának és visszajuttatásának tervezése, továbbá ezen kutak egymásra és a közelben található hévíz kútra lévő hatásának vizsgálata hidrodinamikai modellvizsgálat segítségével. Ehhez szükséges a terület részletes vizsgálata morfológiai, földtani és vízföldtani szempontból.

Vízbeszerzési szakvélemény

A hévizet egy csokoládégyár hőigényének kielégítéséhez kívánják felhasználni. Mint azt az 1. ábra szemlélteti, ehhez 40–45 °C hőmérsékletű víz szükséges.



1. ábra. A csokoládégyártáshoz szükséges hőmérsékletek

A vízigényt a megrendelő 15 m³/d-ban határozta meg, ezért a modellezés első termelési variánsának alapjául ez az érték szolgált. Úri község távlati céljai közé tartozik egy hévízfürdő kialakítása, amelynek vízigényét a létesítendő kútból kívánják kielégíteni, így a modellezést a maximális 1000 m³/d-os víztermelésre is elvégeztem.

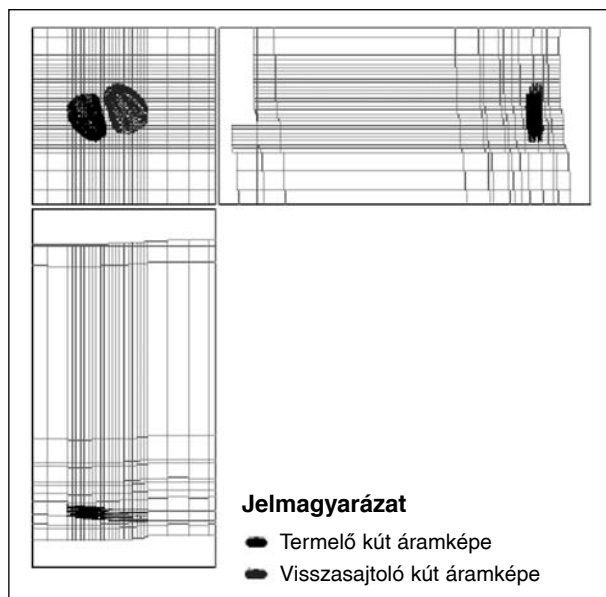
Szakmai gyakorlatom során összegyűjtött adatok alapján megvizsgáltam az adott hőmérsékletű víz beszerzésére alkalmas összleteket. Első lehetőségként a 2500–3000 m mélyen lévő mezozoos alapegység mutatkozott, de itt a hévíz beszerzése igen drága és kockázatos lenne. Második variánsként a felső-pannoniai képződmények mutatkoztak. A közelben lévő Monori és Tápiószecsői hévízkutak adataiból tájékozódva megtudtam, hogy a felső-pannoniai emelet legalsó homokrétegei 40–45°C hőmérsékletű hévíz beszerzésére alkalmasak, ezért a felső-pannoniai rétegeket vizsgáló hidrodinamikai modell felépítését javasoltam.

Modellvizsgálat

A létesítendő termelő kúthoz legközelebb lévő Tápiószecső K-23 hévízkút működését befolyásoló hatásának, valamint a termelő és visszasajtoló kutak egymásra hatásának vizsgálatát végeztem.

A számításokat három termelési variánsra végeztem el.

Az első eset bemutatta, hogy ha ugyanabba a vízadó rétegbe történik a visszasajtolás, akkor 50 éven belül várható egymáshatás, ami a víz lehűléséhez vezethet (2. ábra).



2. ábra. Az 50 éves elérési időhöz tartozó áramvoltnalak (1. eset)

A második esetben a visszasajtoló kút felsőbb rétegbe került (3. ábra). Látható, hogy itt 50 éven belül sem várható egymáshatás.

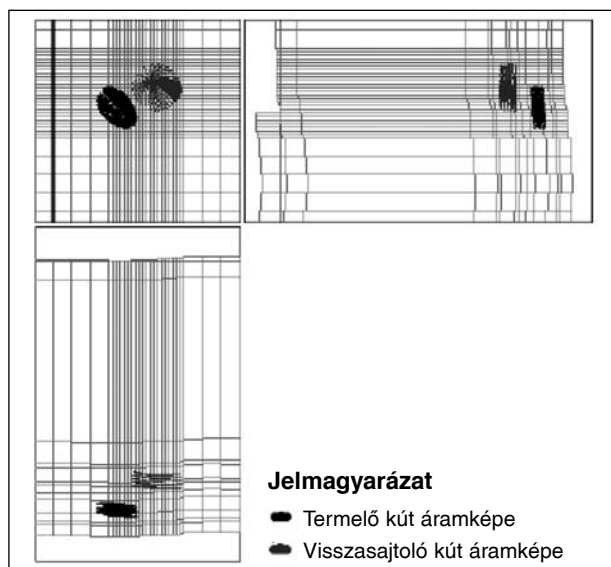
A 3. esetben a fent említett okok miatt (hévízfürdő kialakítása) 1000 m³/d-os termelés mellett azt vizsgáltam, hogy hatással van-e a tőle mintegy 5 km-re ÉK-re lévő tápiószecsői hévízkútra (4. ábra).

A modellszámítások eredményei bebizonyították, hogy a két termelő kút nincs egymásra hatással, ezáltal a távlati tervek megvalósítására is van lehetőség.

Összefoglalás

Szakirodalomból és a környező kutak vízföldtani naplójából vett adatok alapján meghatároztam a várható fúrési rétegsort, amiből kiderült, hogy a felső-pannoniai képződmények egyik mélyebben fekvő homokrétegéből lehet számítani az összes célra megfelelő hozamú és hőmérsékletű vízre.

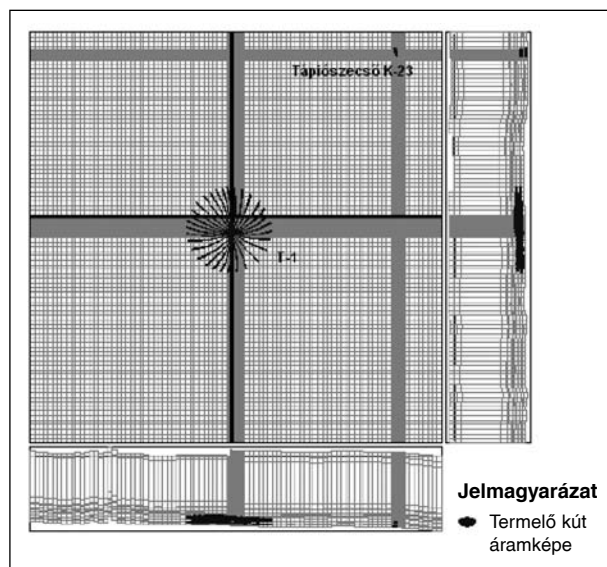
* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában könyvjutalmat nyert diplomamunka kivonata.



3. ábra. Az 50 éves elérési időhöz tartozó áramvolnalak (2. eset)

A modellszámítások kimutatták, hogy a tervezett kút a legközelebbi lévő tápiószecsői hévízkútra nincs hatással, valamint hogy a visszasajtoló kút szűrőzésének helyét a termelt réteg felett lévő, de ugyanabba a hidraulikai egységbe tartozó porózus rétegbe érdemes megválasztani.

Véleményem szerint a befektetés csak akkor lenne jövedelmező, ha a kitermelt vizet nemcsak csokoládé



4. ábra. Az 50 éves elérési időhöz tartozó áramvolnalak (3. eset)

vezeték fűtésére, hanem hévízfürdő vízigényének kielégítésére is használnák.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészüléséért szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek *Latrán Bélának*, *dr. Lénárt Lászlónak* és *dr. Kovács Balázsnak*, valamint a szakmai segítségért *Koppány Péternek*.

A Tisza-tó tiszafüredi parti sávjának tájrendezési tanulmányterve*

NOVÁK JUDIT

Témaválasztás indoklása, cél

A víztestek állapotának alakulásában meghatározó szerepet játszó parti sávokat az utóbbi évtizedekben egyre intenzívebb emberi beavatkozás jellemzi. Így többek között a Tisza-tó partját is, ahol az utóbbi években jellemző dinamikus üdülés-turisztikai fejlődés komoly terhelést jelent a fő vonzástényezőnek számító, kiemelkedő természeti és táji értékekre.

Diplomatervem célja a táji adottságok vizsgálata és a parti sáv funkcióinak értékelése alapján olyan parhasználat meghatározása, mely nem veszélyezteti a meglévő kedvező adottságok és értékek fennmaradását, ugyanakkor segíti a település fejlesztési elképzeléseinek megvalósulását.

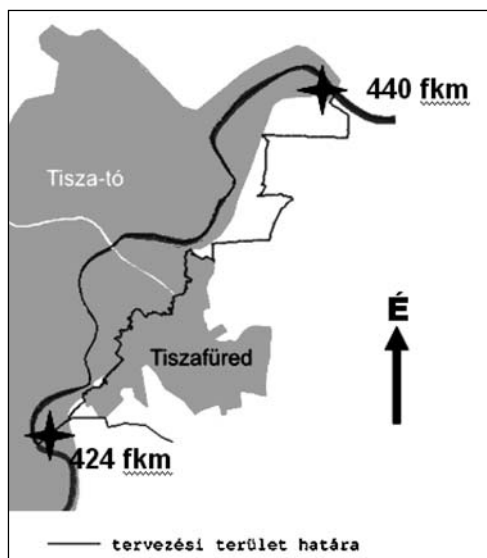
Vizsgálati munkarész

A tervezési területet a parti sávokkal foglalkozó kutatások eredményei, a kapcsolódó jogszabályok, valamint

a hazai tervezési gyakorlatban alkalmazott szempontok figyelembevételével határoltam le. Mindezek alapján a település közigazgatási határát jelentő Tisza folyótól keletre, a Tisza-tó határáig, vagyis az árvízvédelmi töltésig, illetve a szivárgócsatornáig terjedő területet, valamint a hozzá közvetlenül csatlakozó telkeket tekintettem a Tisza-tó tiszafüredi parti sávjának (1. ábra).

A 16,4 km² kiterjedésű terület tájvizsgálat során feltárt adottságai közül kiemelendő, hogy természetközeli és mesterséges, valamint álló- és folyóvízi partszakaszok egyaránt megtalálhatóak itt. Természetvédelmi szempontból legjelentősebb értéknek tekinthető, hogy számos olyan növény- és állatfaj él a vizsgált parti sávban, melyek állománya hazánkban megfogyatkozott. Emellett a terület kiemelkedő tájképi értékekkel rendelkezik. A fennálló tájhasználati konfliktusok és környezeti problémák többsége a természetvédelem és az üdülés-turisztikai tevékenységek gyakran ellentétes érdekeiből származik.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában könyvjutalmat nyert diplomamunka kivonata.



1. ábra. A tervezési terület lehatárolása

A vizsgált területen belül, a Tisza 426-os folyamkilométere közelében található szivattyútelep és a hozzá kapcsolódó vízdali partszakasz esetében további, részletes tájvizsgálat készítését tartottam szükségesnek, ugyanis jelenleg nem jellemző intenzív hasznosítás, azonban adottságai, elhelyezkedése, illetve a város fejlesztési elközelései alapján a legfontosabb akcióterületek egyike.

Értékelés

Értékelésem célja annak megállapítása volt, hogy a vizsgált terület mennyire látja el a parti sávoknak tulajdonított legfontosabb funkciókat (partvédelem; szűrő funkció; mikroklimatikus hatás; élőhely, ökológiai hálózat; üdülés-turisztikai vonzástényező). A partvédelmet a partbiztosítás érdekében történt emberi beavatkozás jellege és mértéke alapján, a szűrő funkciót a növényzet típusa és sűrűsége, a mikroklimatikus hatást pedig a biológiai aktivitás alapján értékeltem. A természetesség és az emberi zavarás mértékének figyelembe vételével kijelöltem a kedvező élőhelyi adottságú partszakaszokat. A megközelíthetőséget, az esztétikai jelentőséget, valamint a már meglévő üdülés-turisztikai létesítmények elhelyezkedését szem előtt tartva további fejlesztésre alkalmas területeket határoztam meg.

Megállapítottam, hogy a Tisza-tó tiszafüredi parti sávján belül nagy arányban vannak jelen a felsorolt szempontok szerint kedvező tulajdonságú partszakaszok, ezzel szemben a részletes tervezési területen a mesterséges partvédelem túlsúlya jellemző, a szűrő funkció pedig – főként az üdülés-turisztikai tevékenység okozta terhelés miatt – csak kis mértékben van jelen. Ebből következően az élőhelyi adottságok sem kiemelkedőek, míg az üdülési tájpotenciál jelentősnek mondható.

Javaslati munkarész

A javaslati munkarész legfontosabb célja a megelőzés, vagyis a jelenlegi állapot romlásának megakadályozása, illetve – ahol szükséges – a sáv funkcióinak

javítása, valamint a feltárt tájhasználati konfliktusok és környezeti problémák megszüntetése, ezen belül is elsősorban az üdülés-turizmus és a természetvédelem gyakran ellentétes érdekeinek összehangolása. Ennek megfelelően előírásokat fogalmaztam meg az egyes partszakaszokon a partvédelem típusának megváltoztatásával és fenntartásával kapcsolatban, javaslatokat tettem a tározó területén a partmenti, megfelelő szűrőzóna mérnökbiológiai módszerekkel való kialakítására és védelmére, a mentett oldali vízfolyások mentén pedig puffertérület biztosítására. A mikroklimatikus hatás javításához az üdülés-turisztikai célú létesítmények területén a beépítés és a kialakítandó zöldfelületi arány szigorítását, az élőhelyekhez és az ökológiai hálózathoz kapcsolódóan pedig az általam lehatárolt kedvező élőhelyi adottságú területek összeköttetésének megoldását irányoztam elő. Ahhoz, hogy a parti sávnak üdülés-turisztikai vonzástényezőként betöltött szerepe is erősödjön, fontosnak tartottam az ebből a szempontból kedvező táji adottságok megőrzését, javítását, további fejlesztéseket, valamint a jelenlegi és létesítendő rekreációs célú területek, látnivalók közötti kapcsolat kialakítását, erősítését. A kifejezetten a parti sáv funkcióinak javítására irányuló javaslatokon kívül további, kiegészítő intézkedéseket is szükségesnek ítéltam (pl. rendszeres vízminőség-ellenőrzés, mezővédő erdősávrendszer telepítése).

A részletes tervezési területen olyan rekreációs célú fejlesztést irányoztam elő, mely az ide érkező vendégek, valamint a helyiek számára is kikapcsolódási lehetőséget jelent, ugyanakkor nem zavarja a jelenlegi hasznosítást. Javaslatot tettem vízügyi bemutatóhely, közpark, játszótér létesítésére, hajókikötő felújítására, valamint parti sétány kijelölésére. Ezekhez kapcsolódóan kitértem a kialakítás módjára, valamint a szükséges fenntartási feladatokra is. A kiválasztott partszakasz ezen fejlesztési területeken kívüli részeire vonatkozóan is tettem javaslatokat, melyek révén javulni fognak a parti sáv funkciói, valamint hozzájárulnak a tájhasználati konfliktusok és környezeti problémák megszüntetéséhez, illetve megelőzéséhez.

Összegzés

Diplomatervemben tehát a parti sáv jellegzetességeinek megfelelően kiválasztott szempontok szerint készítettem el a tervezési terület tájvizsgálatát és értékelését, majd ezek alapján olyan tájépítészeti javaslatokat tettem, melyek segítik a sáv funkcióinak betöltését és a későbbiekben beépíthető térségi, települési szintű, illetve parthasználatot meghatározó tervekbe. Mindezt 1:10000 és 1:2000 ma. tervlapokon mutattam be, ezen kívül a kiválasztott partszakaszra vonatkozó javaslatokhoz 1:100 és 1:200 ma.-ban metszeteket készítettem.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok konzulensemnek, Boromisza Zsombornak és mindazoknak, akik a segítségükkel hozzájárultak diplomatervem elkészítéséhez.

Műtárgyak hatása a tiszavirág [*Palingenia longicauda* (Olivier, 1791)] állomány nagyságára és összetételére egy felső-tiszai telepen*

POLYÁK LÁSZLÓ

Dolgozatomban a középsőszakasz jellegű folyók egyik jellemző fajával, Európa legnagyobb termetű kérészével, a tiszavirággal (*Palingenia longicauda*) foglalkoztam.

Célok

A tiszavirág telepek felderítése és becsült lárvagyakorosság alapján történő relatív osztályozása a Felső-Tisza Jánd (Szamos-torkolat) és Tarpa közötti szakaszán.

Két, tiszavirág által lakott felső-tiszai folyókanyar, a Gulács közigazgatási területéhez tartozó Igonya nevű, természetközeli állapotú szakadópart, illetve a Kisar melletti, partvédő kövezéssel biztosított folyókanyar összehasonlítása a tiszavirág rajzásérőssége alapján, uszadékhálós mintavétellel.

A Kisar és Tivadar közötti híd mint repülést zavaró barrier vizsgálata. A kompenzációs repülést végző nőstényekre gyakorolt zavaró hatás mechanizmusának felderítése.

Az uszadékhálós mintavételek során tapasztalt ivarány eltérések és a híd mint antropogén eredetű akadály jelenléte közötti potenciális összefüggés magyarázata.

Anyag és módszerek

Őszi kis vízállásnál elvégeztük a Jánd-Tarpai Tisza szakasz tiszavirág-telepeinek felderítését, osztályozását, annak érdekében, hogy képet kapjunk a területen élő tiszavirág populáció méretéről. A felmérés során bejártuk a 714 és 696 fkm közé eső, mintegy 18 km-es Tisza-szakaszt és GPS segítségével rögzítettük a talált telepresek koordinátáit. A telepek elhelyezkedését térinformatikai program (ArcGIS 3.3) segítségével 1:10000 ma. térképen jelöltük. Korábbi terepi megfigyeléseink alapján a folyószakasz olyan pontjairól is észleltünk rajzást, ahol a térképezés során nem találtunk telepeket, és „baggeres” mintavételre a meder kövezése miatt nem volt lehetőség.

A tiszavirág esetében reprezentatív mintavétel történhet uszadékháló (ún. 'drift net') segítségével akkor is, ha adott folyószakasz nem alkalmas „baggeres” mintavételre. Uszadékháló segítségével az exuviumok (levedlett lárvabőrök) gyűjtésére kerül sor, melynek előnye, hogy nem károsítja az állatot, így alkalmas védett fajok tanulmányozására is. Jól becsülhető a kirepülő állatok mennyisége, valamint az ivarlábak megléte vagy hiánya alapján pontos számot kaphatunk a rajzáskor kirepülő állatok ivarányáról. Uszadékhálós mintavételt két helyen végeztünk. A Gulács község közigazgatási egységéhez tartozó Igonya nevű természetközeli állapotú szakadóparton, és a Kisar község melletti partvédelmi kövezéssel módosított partszakaszon. A mintavételt naponta vé-

geztünk a rajzás kezdetétől a végéig, mindkét helyszínen, 2006-ban július 10. és július 15. között, 2007 során pedig június 19. és július 21. között. A minták feldolgozása során külön összesítettük a hím és nőstény egyedektől származó lárvabőröket. A torzítások elkerülése miatt úszó és stopper segítségével mértük a vízsebességet és a kapott adatokkal korrigáltuk az uszadékhálózással kapott eredményeinket. Az adatok értékelését páros t-teszt segítségével végeztük.

Az uszadékhálós mintavétel során kapott eredmények további vizsgálatára mértük a nőstény egyedek energiatartalmát. A kalorimetriás vizsgálatokhoz a nőstényeket 2009. június 27.-én kézihálós módszerrel gyűjtöttük a folyó felett kompenzációs repülést végző nőstények közül a híd alatt mintegy 1 km-rel, ezzel egy időben a híd előtt feltorlódottak közül, továbbá a rajzás végén, vízről, a kimerült kérészek példányaiból is. A vizsgálatokhoz egy Parr 1341 típusú oxigénbombás kalorimétert (Parr Instrument Company, Moline, Illinois, USA) használtunk. A kalorimetria-adatok elemzéséhez egyutas ANOVA-t alkalmaztunk. Mivel a kalorimetriás méréshez az egyedeket csoportban mértük, annak vizsgálatára, hogy a csoportosítás befolyásolta-e az eredményeket, az elemzéseket elvégeztük lineáris kevert modellekkel (GLME) is, melyben a random változó a kalorimetriás csoportosítás volt.

Eredmények

A partfalban található tiszavirág-járatok mennyiségi becsülése alapján a vizsgált folyószakaszon (714–696 fkm) összesen 60 telepet találtunk, melyek alapján négy értékesebb folyókanyart tudtunk meghatározni.

- a 710. fkm-nél mintegy 300 m hosszan a bal parton,
- a 703. és 704. fkm közötti kis folyókanyar bal partján (tivadari kis homokpad),
- a 701. és 702. fkm közötti szakaszon, a jobb parton található Igonya nevű szakadópart,
- a 697. és 698. fkm között, a jobb oldalon található Sárgapart nevű szakadópart.

A 60 telep közül 21 telepet a gyenge, 14-et a közepes, és 14-et az erős telep kategóriákba soroltunk. A telepek összes hossza 2167 m volt, azaz a vizsgált folyószakasz (18 km) 12 %-án találtunk tiszavirág-telepet. Az összes lakott telephossznak mintegy ötöde (23 %) volt erős telep, míg kb. 38 %-a közepes, 39 %-a pedig gyenge telep volt. Az osztályozott telepeken kívül „szórványtelepeket” találtunk a felmért szakasz 25 %-án, összesen 994 m hosszan.

Az uszadékhálós mintavétel eredményei szerint az összegyűjtött exuviumok száma 50 %-kal nagyobb volt

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában dicséretet nyert diplomamunka kivonata.

a természetközeli állapotú szakadóparton, mint a kövezett szakaszon mindkét mintavételi évben. Más szakakkal, a természetes partszakaszhoz képest a kövezett szakaszon a tiszavirág állomány nagysága mintegy felére csökken.

Az ivar-meghatározás eredményeként a két mintavételi helyen gyűjtött exuviumok ivararányában jelentős eltéréseket tapasztaltunk. A teljes állományt figyelembe véve, a két éves mintavétel alapján, a kisari (híd feletti) partszakaszon a hím-nőstény ivararány 1:1, míg az Igo-nya nevű partszakaszon 1:2 volt.

A kalorimetriás mérésekkel 35 egyed energiatartalmát becsültük. A mérések eredményei szerint a rajzás időpontja/helye szerint szignifikáns különbség volt az egyedek energiatartalmában ($F_{2,32} = 8.565$, $p = 0.001$). A rajzás elején a hídnál gyűjtött egyedek energiatartalma mindössze kétharmada (68 %) volt az ugyanebben az időpontban a híd alatt 1 km-rel gyűjtött egyedekének. A kontrasztok alapján végzett post-hoc elemzés szerint ez a különbség szignifikáns volt ($t_{32} = 2.177$, $p = 0.037$). A száraz testtömeg tekintetében azonban nem volt különbség a rajzás elején a hídnál, illetve a híd alatt 1 km-rel gyűjtött nőstények között ($F_{2,32} = 1.368$, $p = 0.269$) és ugyancsak nem volt különbség az egyedek tojásszámában. Mindezek miatt arra következtettünk, hogy a rajzás elején a hídnál és a híd alatt 1 km-rel gyűjtött nőstények energiatartalma jelentősen különbözött, azaz a hídnál megfigyelt kavardás (ismételt visszafordulások) miatt a nőstények aránytalanul sok energiát veszítenek.

Összefoglalás

Munkánk során járatszámllalásos módszerrel felderítettük a Felső-Tisza 714–696 fkm közötti szakaszának jelentősebb tiszavirág telepeit.

A kiemelt folyókanyarok közül a legjobb állapotúnak a 697. és 702. fkm között található meander bizonyult. A 703. és 704. fkm között található tivadari kiskanyar egy részét a közelmúltban kövezték ki. A kövezett szakaszon a járatsűrűség alapján csak szórványtelepek voltak kimutathatóak, a természetes szakaszon viszont megmaradtak a feltételezhetően eredeti, erős telepek. A harmadik jelentős kanyar a 710.-es fkm melletti szakasz volt, ahol az egykori kövezés sok helyen lecsúszott, így lehetőséget nyújtva a faj visszatelepülésére.

A kövezés alatt kifejlődött imágók mennyiségi összehasonlításához, az uszadékháló ideális mintavételi eszköznek bizonyult. Figyelembe véve az áramlaserősség különbségeket, az uszadékháló által felfogott exuviumok száma a természetes partszakaszon kétszerese volt a kövezett szakaszon kimutatott állomány nagyságának mindkét mintavételi évben. Vagyis a kövezett szakaszon a tiszavirág populáció kimutathatóan jóval kisebb egyedszámmal jellemezhető, mint a természetes partszakaszon.

Érdekes eredmény, hogy a két mintavételi helyen határozott eltérést találtunk az ivararányban. Míg a híd feletti szakaszon 1:1-es hím-nőstény arányt tapasztaltunk, addig a híd alatti állomány hím-nőstény arány 1:2 volt. A különböző napok gyűjtési eredményei alapján ez az

arány széles határok között változhat, de az összesített egyedszámok a nőstény egyedek határozott túlsúlyát mutatták a híd alatti állományban.

A kalorimetriás méréseink eredményei alapján a tojásokat lerakott nőstények jelentősen, mintegy 1/3-dal kisebb száraz testtömeggel és energiatartalommal rendelkeztek, mint a repülés elején levő állatok. Ez a különbség részben azzal magyarázható, hogy a nőstények lerakták átlagosan 8000–12 000 tojásukat, mely testük és energiatartalmuk jelentős részét képviselte. Mivel azonban a rajzás elején a hídnál és a híd alatt 1 km-rel repülő egyedek között sem a tojásos nőstények arányában, sem pedig száraz testtömegben nem volt különbség, a különbség sem a tojásrakással, sem pedig a testméret-változatossággal nem magyarázható.

Eredményeink szerint a hídnál fogott nőstények kisebb energiatartalommal rendelkeztek, mint az várható volt, azaz a hídnál kialakuló kavardás következtében aránytalanul sok energiát veszítettek. Az energiavesztés mértéke (a híd alatti nőstények átlagát 100 %-nak véve) 32 % százalékpont volt, míg a testtömegcsökkenés mértéke mindössze 8 %. A testtömegcsökkenés mértéke valószínűleg arányban áll a plusz 1 km megtételéhez szükséges repülés közben elfogyasztott energiával, ám az energia-tartalcok 32 %-os csökkenését ez nem magyarázza. Valószínűnek látszik tehát, hogy a hídnál kialakuló zavartság és a repülő nőstények kavardása, kaotikus viselkedése közvetlenül okozhatja a peterakó nőstények kimerülését. Mindez arra készítheti a nőstényeket, hogy a hídnál rakják le tojásaikat. Ha a nőstények, melyek akár 4 km-ről is érkehetnek, feltorlódnak a hídnál és jelentős energiát veszítenek, akkor közvetlenül a híd alatt fogják lerakni tojásaikat azok a nőstények is, melyek a híd hiányában tovább repültek volna. Mivel a nőstények mintegy 50 %-a szűznemzéssel szaporodik és csak nőstény utódokat hoz létre, a tojásrakó nőstények ilyen feldúsulása a híd alatti szakaszon azt okozhatja, hogy ezen a szakaszon arányaiban több „nőstény” tojás jut a vízbe. Eredményeink tehát támogatják azt a hipotézist, miszerint a nőstények felé eltolódott ivararány a híd alatti szakaszon összefüggésben lehet a híd mint a tiszavirág-nőstények számára barriert jelentő mesterséges képződmény létezésével.

A megfigyelt ivararány-eltolódás kialakulásával kapcsolatban fontos tény, hogy a Kisar-Tivadar közötti hidat 1942-ben építették. A nőstények feldúsulása, melyek közül néhány szűznemzéssel szaporodva csak nőstény utódot produkált, azt eredményezhette, hogy minden évben kevéssel több nőstény utód jött létre a híd alatti szakaszon, mely az elmúlt évtizedek alatt elvezethetett a megfigyelt ivararány-eltolódáshoz.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészüléséért szeretnék köszönetet mondani elsősorban témavezetőimnek, *dr. Dévai Györgynek*, *dr. Lengyel Szabolcsnak*, *Málnás Kristófnak* és mindazoknak, akik segítettek a dolgozat létrejöttét.

A budapesti hévízfürdők kifolyó vizének hőpotenciálja*

ZSUPPÁN KATALIN

Szakdolgozatomban a hévízből, ezen belül 4 budapesti hévízfürdő elfolyó medence szennyvizéből, más néven hulladékhőből számolható hőpotenciállal foglalkoztam.

Bevezetés, cél

A Budai hegyekbe beszivárgó csapadék hosszú, sokszor évezredek át tartó utazása során a Duna menti hegyszerkezeti törés mellett sorban fakad fel hideg, langyos és hévforrásokon, ásványi anyagokban bőven gazdagodva, gyógyvízként.

A hévizet nemcsak fürdőkben, balneológiai célokra lehet hasznosítani, de a melegvizű fűtésre is alkalmas.

Céлом volt, hogy az elfolyó medenceszennyvizek hőpotenciáljának kiszámításával a kapott értékek jó alapot szolgáltassanak egy összehasonlításához a további hőenergia felhasználási alternatívák tekintetében.

Munkámban egy összefoglalást készítettem a Budapest Gyógyfürdői és Hévízei Zrt. üzemeltetésében lévő négy gyógy- és strandfürdőben (a Paskál, a Széchenyi, a Dagály és a Lukács fürdőkben) a vízfelhasználás-vízgazdálkodás módjáról.

Adatok forrása, feldolgozása, alkalmazott módszer

Az adatokhoz való hozzáférést a Budapest Gyógyfürdői és Hévízei Zrt. biztosította a számomra, aki az általa üzemeltetett kutak víztermeléséről és a csatornára vezetett vízmennyiségről folyamatos nyilvántartást vezet. Ebbe beletartozik a kutakról (mind hő, mind hideg) és a közüzemi vízhálózatról is igénybe vett vízmennyiség is, 2009-es évre vonatkozóan. Ezen adatok, táblázatok az egyes fürdők helyszínenként felhasznált vízmennyiségeit és felhasználási módokat (pl. saját felhasználás medencékben, eladás, átadás stb.), továbbá az elkülönített szennyvizek mennyiségét is tartalmazzák. A fürdők vízfelhasználási és működési rendszerét az egyes helyszíneken személyesen is megvizsgáltam.

A számítások lényeges eleme a fent említett adatok közül az egyes fürdőkben az ún. *saját csatornára* engedett „szennyvíz” mennyisége és hőmérséklete. Saját csatornán keresztül a fürdők egyenesen a Dunába vezetik a kizárólag a medencéből kifolyó használt vizet. A saját csatornára engedett víz mennyiségét havi bontásban dolgoztam fel. A *medence-szennyvíz* hőmérsékletét számítással kapjuk meg, úgy, hogy a felhasznált víz (kutak és hálózati víz) mennyiségét és hőmérsékletét alapul véve, azok részarányos keveredését számoljuk.

Hőpotenciál értéket *az egyes fürdőkre vonatkozóan* a saját csatornára engedett medence-szennyvíz mennyisége és hőmérséklete alapján lehet (logikusan) számolni.

Kizárólag a BGYH-tól kapott adatokra támaszkodva egy „*elméleti hőpotenciál*” értéket, a fürdőkben tett látogatásom során szerzett tapasztalat alapján (pl. ténylegesen mért kifolyóvíz-hőmérsékletek) pedig egy „*gyakorlati hőpotenciál*” értéket kaptam. E két érték jelentősen eltér egymástól az egyes fürdők esetén. (Ez attól függ, hogy a hivatalos vízhasználati nyilvántartástól az egyes fürdőkben mennyire térnek el a gyakorlatban.) Az adatokat tehát kétféleképpen dolgoztam fel, egy elméleti séma és a gyakorlati tapasztalat alapján.

A medence-szennyvízből (hulladékhő) nyerhető hőenergia kiszámításához az alábbi képletet használtam:

$$H = c_w * m * \Delta T$$

ahol:

H – hőenergia (J)

c_w – a víz fajhője ($= 4186 \frac{J}{kgK}$)

m – a medence-szennyvíz tömege (kg)

ΔT – a hasznosítható hőmérséklet (K)

(5 °C-ra történő lehűtés esetén)

$$m = \rho * V$$

ahol:

ρ – a szennyvíz sűrűsége egyszerűsítéssel
($= 1000 \frac{kg}{m^3}$)

V – a víz térfogata

Eredmények

A fent bemutatott számítási módszer alapján az elméleti hőpotenciál értékek (a 2009-es évre vonatkozóan) az 1. táblázatban kerülnek bemutatásra.

1. táblázat. *Elméleti hőpotenciál*

Fürdő	Medence-szennyvíz (m ³)	Kifolyó víz hőmérséklete (°C)	ΔT hasznosítható hőmennyiség (°C)	Hőenergia (TJ)
Paskál Strandfürdő	89 923	39	34	13
Széchenyi Gyógyfürdő	2 255 288	37	32	302
Dagály Gyógyfürdő	1 874 389	30	25	196
Lukács Gyógyfürdő	1 026 692	28	23	99

A gyakorlati eredmények bemutatásához hozzátartoznak az egyes fürdők rövid jellemzései.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton felsőfokú szakképzés vagy mesterképzés kategóriában könyvjutalmat nyert diplomamunka kivonata.

Paskál Strandfürdő

Hévízkútjából közel 70 °C-os gyógyvíz nyerhető, melynek felhasználói a strandfürdő nyáron, a fürdő ker-tészete és a szomszédos nyugdíjasház egész évben. Nyáron a hévizet hideg vezetékcs vezérelve keverve juttatják a medencékbe (2 db). A négy fürdő közül kizárólag ennek a strandnak a felhasznált medence-szennyvíz mennyisége nem egyezik meg a saját csatornára engedett víz-mennyiséggel (a többi fürdővel ellentétben).

Széchenyi Gyógyfürdő

A fürdő jelenleg 1 hévízkútról (Városliget II. sz. kút) és 8 hideg vizű talajvízkútról, és vezetékcs hálózatról kapja a vízellátást. 21 medencével rendelkezik a fürdő, van kizárólag gyógyvízzel töltött, és van kevert vízzel és hideg vízzel töltött medence is. A hévizet az épület fűtése-re is használják hőcserélő berendezések segítségével. Egész évben üzemel.

A medencékből leengedett víz a saját csatornán keresztül a Városligeti-tóba ömlik, onnan pedig közcsatornára.

Dagály Strandfürdő

Vizét elsősorban a strand területén lévő Béke kútból kapja, nyáron a Széchenyi Fürdő vizével keverve jut a medencékbe, télen, amikor csak 2 medence üzemel, akkor a margitszigeti Magda kút (Margit II.) vizével keverik. Mindkét kút vizét a Béke kút vizének melegítésére használják. Nyáron hálózati vizet vesznek a medencevíz hűtésére. A medenceszennyvíz saját csatornán egyenesen a Dunába ömlik. Nyári időszakban az elfolyó víz mennyisége nagyon változó.

A strand mellett tervezett szálloda tervei közt szerepel a Béke kút vizének vagy az elfolyó víznek a hűtés-fűtés célú felhasználása.

Szt. Lukács Gyógyfürdő

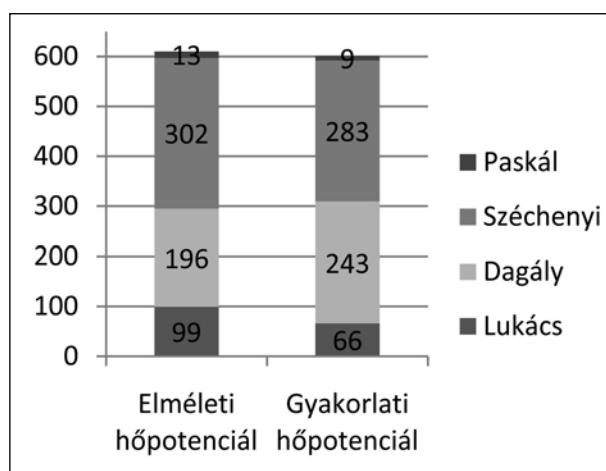
A fürdőben majdnem egészében minden célra a két hévízkút (Lukács IV. és V.) és két természetes forrás (Római-forrás és Malom-tó forrás) vizét használják. Hálózati vizet elhanyagolható mennyiségben vesznek. A hévízkutak és a Római-forrás további fogyasztói a Király Fürdő, a Budai Irgalmas Rend és az ÖRFI. Tavaszi és őszi időszakban fűtésre a héviz és a Római-forrás vizének keverékét használják hőcserélő rendszerekben. A Malomtó-forrás vizét időszakosan használják, ingadozó a termelés, de egész évben elhanyagolható. 9 medence van összesen a fürdőben, a gyógymedencékben csak a Római-forrás által (hőcserélőn) hűtött vizet használják, az egyéb medencékben a hévizet a Malom-tó vizével keverik. A Lukács fürdő esetében a leeresztett medence-szennyvíz és a kommunális szennyvíz nincs külön választva, minden szennyvíz egy saját csatornán keresztül jut egyenesen a Dunába.

A személyes vizsgálatok során tapasztalt értékek alapján kiszámított, gyakorlati hőpotenciálok (szintén a 2009-es évre vonatkozóan) a 2. táblázatban láthatók.

Az 1. ábrán látható az egyes fürdők kifolyó medence-szennyveiből számolt elméleti és gyakorlati hőpotenciál értékek összehasonlítása.

2. táblázat. Gyakorlati hőpotenciál

Fürdő	Medence-szennyvíz (m ³)	Kifolyó víz hőmérséklete (°C)	ΔT hasznosítható hőmennyiség (°C)	Hőenergia (TJ)
Paskál Strandfürdő	89 923	27	22	9
Széchenyi Gyógyfürdő	2 255 288	35	30	283
Dagály Gyógyfürdő	1 874 389	36	31	243
Lukács Gyógyfürdő	489 710	37	32	66



1. ábra. Összesített diagram (értékek TJ-ban értendő)

Összegzés

A kapott eredményeket összegezve elmondható, hogy Budapesten csupán az általam vizsgálat négy fürdő kifolyó medence-szennyve 600 TJ érték körüli potenciális hőmennyiséget hordoz (hulladékhő), melyet további hasznosítás nélkül a Dunába engednek. (Viszonyításként megemlítendő, hogy egy átlagos óvoda éves hőigénye 0,7 TJ, egy általános iskoláé 3,3TJ és egy rendelőintézeté 1,5 TJ. A KSH 2005-ös számításai szerint Magyarország éves primer energiaigénye kb. 1153 PJ.)

Munkámban sikerült rámutatni arra, hogy hiába lenne igény a hulladékhő hasznosítására és hiába van jó, környezettudatos elgondolás, melyre sok szakember rámutatott, a megvalósításban sokkal nehezebb ezeknek az értékes vizeknek a további hasznosítása, mint gondolnánk. Leginkább anyagi nehézségek állnak a megvalósítás útjában.

Köszönetnyilvánítás

Dolgozatom elkészüléséért köszönetet mondok Zsemle Ferencnek és Erőss Anitának, valamint mindazoknak, akik segítségükkel hozzájárultak a munkámhoz.

A Debreceni Gyógyfürdő hévíz termelés és felhasználás környezetvédelmi kérdései: vízvédelem és szennyvízelhelyezés vizsgálata*

GYÖRGY JUDIT

„Az ország kedvező geotermikus és földtani adottságainak ésszerű és minél teljesebb kihasználása megköveteli és halaszthatatlanná teszi a hévízkészletekkel való gazdálkodás tervének kidolgozását, ami fokozott ütemű kutatást kíván meg. Ugyanis a hazai hévízhasznosítás mértékét és perspektíváját elsősorban a hévízkészlet mennyisége és a már folyamatban levő víztermelés nagysága határozza meg.”

Magyarország hévízkútjai, Bp. 1965

Bevezetés, célok

Céлом a Debrecen városban lévő hévízkutak hasznosításának, azaz a víziközmű műtárgyak üzemeltetésének vizsgálata az érvényben lévő rendeletek előírásainak való megfelelés szempontjából. A vizsgálat során a legfontosabb szempontok: az általános kép kialakítása, meglévő hévízkutak hasznosításának meghatározása, a meglévő készletek védelme és a jogszabályoknak való megfelelés elemzése. A fenntartható vízkészlet gazdálkodás érdekében vizsgálni kell az ásványvíz és gyógyvízminőségű vízkészletek védelmét és biztonságban tartását. A preventív vízbázis védelem megvalósítása érdekében született a 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet a vízbázis és vízilétesítmény védelméről. Az ásvány- és gyógyvízminőségű vízkészleteket fokozott biztonságban kell tartani, mivel ezen vízkészletek jó minőségű, értékes hasznosítású és a legkevésbé pótolható készletek.

A vízbázis védelem fontos része a felhasznált vizekből keletkező szennyvíz elhelyezésének kérdése és a kibocsátott szennyvíz minőségének biztosítása, ennek érdekében született a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet.

Probléma feltárás

Debrecen város területén található mélyfúrású kutak 90 %-a, a Debreceni Gyógyfürdő Kft. tulajdonában és kezelésében van, a gyógyászati és fürdőtevékenységeket gyógyvíz hasznosításával végzi. A fürdő működése során keletkező technológiai szennyvíz összes só és összes bárium kibocsátási paraméterei nem teljesítik a közcsatornára bocsátható szennyvíz szennyezőanyag tartalmának küszöbértékeit. A vizsgálataim során megállapítottam, hogy a kibocsátott szennyvíz küszöbértéket meghaladó koncentrációban jelen lévő komponensek egyértelműen a hévíz felhasználásból származnak, a kitermelt hévíz jóval a küszöbérték feletti koncentrációban tartalmazza ezeket a komponenseket.

A szennyvíz szennyezőanyag koncentrációjának küszöbérték alá csökkentését a gyógyászati tevékenység nagymértékű korlátozása nélkül csak aktív másodlagos szennyezőanyag csökkentéssel lehet elérni.

Lehetséges szennyvízkezelés

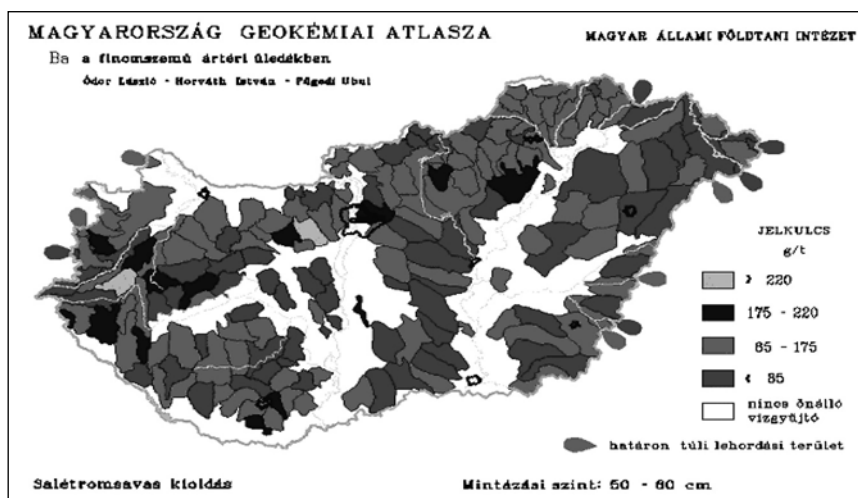
Mivel a sótalánítási technológiák a bárium koncentrációt is csökkentik, a két anyag kibocsátás csökkentési lehetőségeit együtt vizsgálom.

A szervesetlen sók káros hatást gyakorolhatnak a befogadó természetes vizek élővilágára, megváltoztatva azok só koncentrációját, korróziós gondokat okozhatnak.

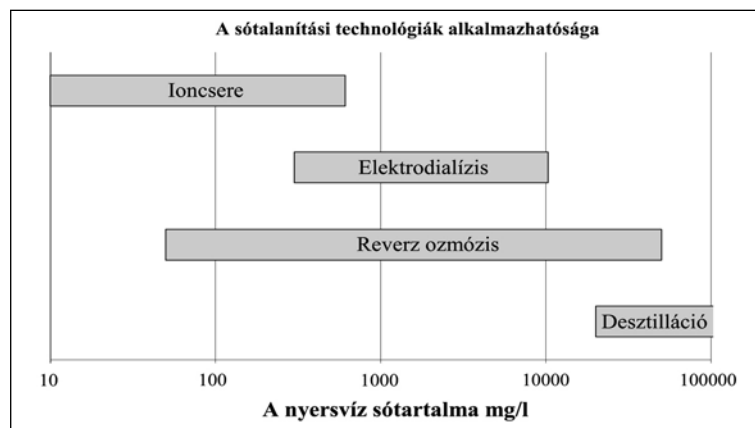
A bárium elemi állapotban a természetben nem található, szulfátja ($BaSO_4$, barit) jól ismert pl. a mészkövek üregeiben és a hidrotermás keletkezésű érces erekben. Nyomokban a legtöbb talajban megtalálható. A bárium a természetben közepesen mozgékony; mozgékonyágát a barit oldhatósága szabja meg.

Mivel a vizsgálatok során egyértelműen bizonyított, hogy mindkét komponens a hévíz felhasználásból adódik, ezért a legegyszerűbb és legolcsóbb kibocsátás csökkentési megoldás a felhasznált hévíz mennyiségének csökkentése.

A vízfelhasználás csökkentésének általános lehetőségei: – a folyamat olyan megváltoztatása, ami a vízhasználat csökkenéséhez vezet.



* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton szakirányú továbbképzés (szakmérnök) kategóriában II. díjat nyert diplomamunka kivonata.



- közvetlen szennyvíz-visszaforgatás, azaz az enyhén szennyezett szennyvizeknek a hasznosítása más folyamatokban, ahol az adott szennyezők nem zavarhatnak.
- a szennyvíz előkezelést követő újrahasznosítása, ami a frissvíz felhasználást, a szennyvíz-, és így a szennyezőanyag kibocsátást csökkenti.

Ha a küszöbérték túllépés problémáját a felhasználás korlátozása nem oldaná meg, akkor aktív másodlagos szennyezőanyag csökkentés, azaz szennyvíz-előkezelés szükséges.

Ha lehetséges, akkor olyan eljárást kell alkalmazni, ami lehetővé teszi a szennyezőanyagok újrafelhasználását.

A számtalan sótalanítási technológia közül a reverz-ozmózis, ioncsere és a desztilláció a legfontosabbak.

Kevésbé jelentős, ritkábban használt eljárások az elektrodialízis, a fagyasztásos és vákuumfagyasztásos eljárások, a gőzkompresszió és a piezodialízis.

Összefoglalás

Szakdolgozatomban több sótalanítási technológiát vizsgáltam, ismertettem az alkalmazás korlátait, a technológia előnyeit és hátrányait, valamint a telepítési és üzemeltetési költségeket. A sótalanításra a fordított ozmózis technológiát találtam a fenti kritériumok szempontjából a legéletképesebbnek. A bárium szennyvízből való eltávolítására ilyen kis kiindulási koncentrációk esetén nem találtam ipari alkalmazást, ezért a dolgozatomban a szulfát csapadékként való leválasztást ismertettem, mint elvi lehetőséget.

A komlói szennyvíztisztító telep technológiai felülvizsgálata*

MAJOR SZILÁRD

Dolgozatommal a komlói szennyvíztisztító telep technológiai felülvizsgálatát végeztem el, a nagyobb tisztítási hatások elérése és a jelenleginél gazdaságosabb üzemeltetési gyakorlat megtalálása érdekében.

Bevezetés, célok

Az 1980-as évek elején – a feketekőszén bányászat viszonylagos fénykorában – 65.000 LE terhelésre tervezett, 1987-től üzemelő komlói szennyvíztisztító telep soha nem működött teljes kapacitás kihasználtsággal. A kezdetektől fogva csupán egy műtárgysor üzemelt a kettőből, mára azonban – az ivóvíz-fogyasztás csökkenése miatt – a beérkező szennyvíz mennyisége csak a negyede a tervezettnak, szervesanyag-tartalma 30.000 LE-nek megfelelő. A kapacitáskihasználás növelése és a környező falvak szennyvizének kezelése érdekében a 2008. évben egy újonnan épített regionális szennyvízcsatorna rendszert csatlakoztattak a meglévő városi hálózat mellett a szennyvíztisztítóhoz.

Az eredetileg nagyterhelésűnek tervezett, ma kisterhelésű eleveniszapos rendszerként működő szennyvíztisztítóval szemben támasztott követelmények az Unió jogharmonizáció következtében szigorodtak, a hatékonyabb nitrifikáció és szervesanyag lebontás mellett a növényi tápanyagok (N,P) – legalább részleges – eltávolításának igénye is felmerült.

Kiemelt figyelmet fordítottam tehát a jelenlegi üzemeltetési mód problémáinak feltárására, a téli nitrifikációs gondokra, a növényi tápanyagok (N, P) eltávolításának, valamint a biogázhozam fokozásának lehetőségére.

Anyag és módszer

A szennyvíztisztító technológiai vizsgálatának keretében sorra vettem a nyers és a tisztított szennyvíz mennyiségi és minőségi jellemzőit (hőmérséklet, LA, oxigénigény, N formák, öP), különböző terheléseit a 2006–2009. évek üzemi- és labor vizsgálati eredményei alapján elké-

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton szakirányú továbbképzés (szakmérnök) kategóriában II. díjat nyert diplomamunka kivonata.

szítettem a tisztítási fokozatok ellenőrző számításait, ezek alapján javaslatokat fogalmaztam meg. Excel program segítségével (ami a német ATV korábbi verziója és Ekama foszforeltávolítási kutatási közleménye alapján készült és az egyéb üzemi tapasztalatok alapján, az Eötvös József Főiskolán folyamatosan korszerűsítésre került) technológiai-hidraulikai ellenőrző számításokat végeztem a jelenlegi és – a javasolt technológiai módosításokkal létrejövő – új üzemállapot modellezésére.

Eredmények

Mechanikai tisztítási fokozat

A telepi átemelőszivattyúk nagy méretüknek köszönhetően dugulásmentesen üzemelnek, és alkalmasak a – komlóli csatornahálózat rossz állapotából és az orvbekötésekből származó – parazita vizekkel terhelt, megnövekedő szennyvíz mennyiség áttemelésére is.

A gépi tisztítású íves rács felülete megfelelő, 20 mm-es pálcaköze azonban jelentős mennyiségű textil maradvány és egyéb dugulást okozó anyag átjutását eredményezi, amelyek – elsősorban a szennyvíziszapban transportálódva – a rothasztók üzemében is rendszeresen problémát okoznak. A légbefúvásos homokfogó mérete és így a szennyvíz tartózkodási ideje sokszorosan meghaladja a szükségeset, ugyanakkor a fűvók rossz műszaki állapota miatt meglévő fűvókapacitás nem elegendő a forgó vízhengető létrejöttéhez. A homokfogóból elúszó homok minden további műtárgyban megtalálható, de különösen a rothasztókban és az utósűrítőben leülepedve okoz üzemeltetési nehézséget.

Az előüleptető mérete és hatékonysága megfelelő, közel 70 %-os KOI_k eltávolítást produkál. A műtárgy zárműködésében található iszapelvétele szivattyú mérete lehetővé teszi a dugulásmentes működést, nagy szállítókapacitása azonban megzavarja az elősűrítőben zajló fázisszétválasztást és megnehezíti az esetleges polielektrolit adagolást az iszaphoz.

Biológiai tisztítási fokozat

Az eleveniszapos medence térfogata megfelelő, 3 m-es mélysége és fenékkialakítása azonban nem teszi lehetővé (legalábbis átépítés nélkül) az áttérést – az elavultnak számító – felületi levegőztetésről mélylégbefúvásra. Az oxigénszint beállítása jelenleg kézi vezérléssel, az egyes aerátorok ki-be kapcsolásával a kezelőszemélyzetre van bízva. Megfigyeltem, hogy a fölősiszap elvétel nincs egyensúlyban a termelődéssel, ezért időről-időre felszaporodik az iszap mennyisége a levegőztetőben ($X_L=8-10 \text{ kg/m}^3$) és az iszaptároló funkciót is betöltő utóüleptetőben. Az iszap egy része végül – elérve a kritikus szintet az utóüleptetőben – a bukóeleken át továbbúszik a végüleptetőként funkcionáló fertőtlenítő medencébe, annak zsompjaiból pedig – jelentős belső szennyezést okozva – a tisztítórendszer elejére.

Iszapkezelés

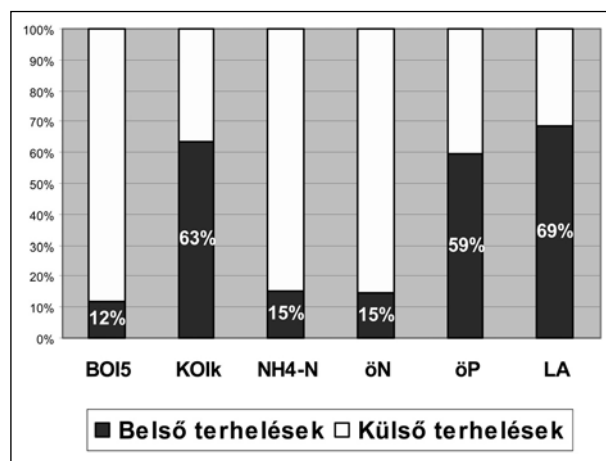
A gravitációs sűrítő a jelenlegi üzemeltetés mellett nem képes a fázisszétválasztásra, ezért a tisztítórendszerből eltávolítható primer- és fölősiszap mennyiségének a

nagy víztartalom szab határt; az elősűrítetlen iszappal a rothasztóba táplált jelentős mennyiségű víz felfűtése ugyanis rendkívül sok energiát emésztene föl. A rothasztó hidraulikailag és szervesanyag tekintetében is alulterhelt. A nagy tartózkodási idő ellenére azonban a termelő biogáz átlagos mennyisége elmarad az elvárható 460–780 m^3/d -tól. Ennek fő oka feltehetően a rothasztó híg volta (szárazanyag-tartalom $\ll 5\%$), valamint az, hogy a kevertiszap szervesanyag-tartalmának a mikroorganizmusok számára könnyen felvehető része már a betáplálást megelőzően elkezd lebomlani, a szennyvíztisztítás során alkalmazott nagy iszapkor miatt.

A jelenlegi gyakorlat szerint a kevertiszap betáplálása két részletben történik az előrothasztóba. Az iszapszivattyú nagy szállítókapacitása miatt azonban túl rövid ideig tartózkodik az iszap a hőcserélőn, ezért utólag több órás keringtetésre van szükség a megfelelő rothasztó hőmérséklet fenntartásához.

Összefoglalás

A mechanikai tisztítási fokozat vizsgálatok arra jutottam, hogy a gépi tisztítású íves rács nem tartja vissza megfelelően a szálas szennyeződések. A homokfogó mérete mind a nagy tartózkodási idő, mind pedig a rendelkezésre álló fűvókapacitás szempontjából túl nagy. Javasoltam tehát, a homokfogó méretének csökkentését és finomrács beépítését az íves rács helyére.



1. ábra. Külső és belső terhelések megoszlása

Megállapítottam, hogy a szennyvíztisztító telep terhelésében túl nagy a belső eredetű szennyvizek részaránya (1. ábra). A rendszerben felhalmozódó, majd keringésnek induló szennyvíziszap az aerob, anoxikus, anaerob terek változása miatt hozzájárul a telep viszonylag jó növényi tápanyag (N,P) eltávolítási eredményeihez, ugyanakkor jelentősen növeli a biológia oxigénigényét. Az eleveniszap szerveshányada alacsony, a teljesoxidáció felső tartományára jellemző érték. A biológiára jutó nagy szervesanyag-terhelés ellenére is éhezik a biomassa, mivel a tápanyag nagyrészt lebegőanyag formájában van jelen és a mikroorganizmusok számára nehezen felvehető. A nagy iszapkoncentráció, és az ebből adódó nagy iszapkor stabilitást ad a rendszernek a lökészerű terhelésekkel szemben; lehetővé teszi a szimultán denitrifikációt és a megfe-

lelő szintű téli nitrifikációt is; nyáron azonban, az auto-oxidáció felerősödése miatt megnöveli az oxigénbeviteli igényt a levegőztető medencében. Negatív következménye a túl nagy iszapkoncentrációnak, a baktériumtömeghez viszonyított kis szubsztrátum kínálat miatti fonalásodási hajlam (30 perces ülepedés > 900 mL/L), továbbá a kis szervesanyag-tartalmú, anaerob fermentáció szempontjából csökkent értékű fölösiszap.

Az eleveniszap mindenkor oxigénigényének kielégítése, és a villamos energia pazarlás elkerülése érdekében, javasoltam az aerátorok frekvenciaváltóval való ellátását, a levegőbevitel – oldott-oxigén szint alapján történő – szabályozását.

A levegőztető medence iszapkoncentrációjának – a továbbra is viszonylag nagynak számító – 6 kg/m³ értékre való csökkentésével, megmarad a teljes nitrifikációhoz szükséges kis iszapterhelés és a denitrifikációhoz elegendő anoxikus pehelytér fogat. Az oxigénbevitel szabályozhatóvá tételével pedig lehetővé válik a két eltérő körülményeket igénylő folyamat egy térben való lezajlása, ezáltal a befogadó védelmét szolgáló, megfelelő hatékonyságú tápanyag eltávolítás.

A szennyvíziszap elhelyezési gondok, és az elősűrítés megoldásával lehetővé válik a megfelelő fölösiszap-eltétel, ezáltal csökken a belső eredetű szennyezés. Az utórothasztó dekantvíz előkezelőben való hígításával, és az éjszakai alacsony terhelésű időszakban történő rendszerre adásával, a szennyvíztisztító hidraulikai és szennyezőanyag terhelése egyenletesebbé válik.

A termelődéssel arányos fölösiszap-eltétel és iszap-eltávolítás következményeként, nagyobb mennyiségű szervesanyagot lehet betáplálni a rothasztóba úgy, hogy a szárazanyag-tartalom növekedésével együtt járó iszap-tér fogat csökkenés miatt a tartózkodási idő sem csökken a fermentorban. Mindez a biogázhozam növekedését eredményezi. A javasolt térfogat-kiszorításos szivattyú beépítésével pedig egyenletesebb betáplálást és hőenergia megtakarítást lehet elérni.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozatom elkészüléséért köszönetet szeretnék mondani *dr. Ábrahám Ferenc*nek, időt és fáradságot nem kímélő konzulensi munkájáért, valamint feleségemnek és gyermekeimnek az otthoni helytállásukért.

A Fővárosi Vízművek Zrt. belterületi vízbázisának bemutatása*

A Radnóti utcai gépház jövőbeni helyzete a víztermelésben

FENYVESI NÓRA

A szakdolgozat témájául választott belterületi vízbázis rendkívül sokszínű terület műszaki, vízminőségi és üzemeltetési szempontból egyaránt.

A Fővárosi Vízművek Zrt. három nagy vízbázisa közül a legkisebb figyelem talán erre a területre irányul, melynek egyik oka lehet a betáplált víz százalékos megoszlása – a budaújlaki és a Radnóti utcai betáplálási pontok által az alapzónába átemelt víz körülbelül 10 %-át adja a teljes szolgáltatott vízmennyiségnek.

A belterületen számos, elsősorban a vízminőség további javítását célzó beruházás, nagyobb munkálat történt az elmúlt években – UV fertőtlenítő berendezések beépítése a budaújlaki gépház A és C aknájába, illetve a margitszigeti 1–6. és 11. számú kutakba, nátrium-hipoklorit adagolás kialakítása a Margit-szigeten és az ezekhez kapcsolódó munkálatok, mint a kutak felépítményének víz-záróvá tétele, az egyedi üritési lehetőségek kialakítása.

A dolgozat a belterületi vízbázis általános bemutatása után e beruházások megvalósításának műszaki körülményeit, azok szükségességét írja le részletesen – külön kitérve az egyre szélesebb körben használt UV fertőtlenítés előnyeire, alkalmazásának feltételeire.

A dolgozat második része a belterületi vízbázison belül elsősorban a Radnóti utcai gépházra és az arra dolgozó margitszigeti 1–6. számú kutakra fókuszál – a vizsgálat kiterjed vízminőségi, vízbiztonsági, műszaki és gazdasági-gazdaságossági kérdésekre egyaránt.

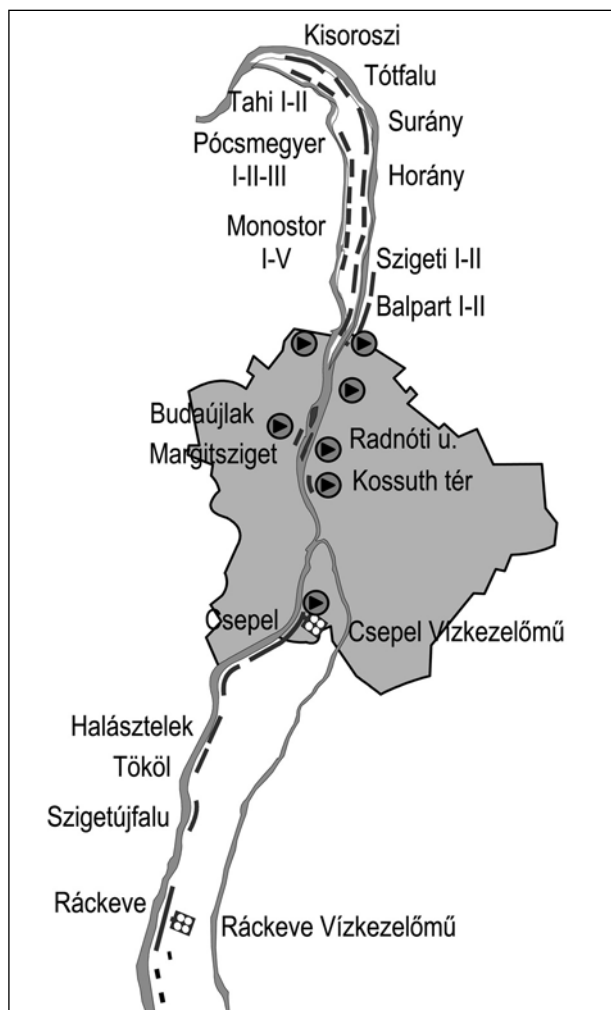
A vízminőségi adatok elemzésének egyértelmű eredménye, hogy a vizsgált 6 db kút és a Radnóti utcai gépház kiváló minőségű vizet szolgáltat, melyet még tovább javítottak a 2007-ben a kutakba telepített UV sugárzó berendezések. Ezt a kutak mikrobiológiai vízminőségi eredményei is alátámasztják.

Habár az elmúlt években megvalósult számos beruházás elérte célját, maradt még néhány irány, terület, ahol lehetőség lenne a vízminőség további javítására közvetlen vagy közvetett módon.

Ezeket a területeket próbálja feltárni a dolgozat, és javaslatot adni a megoldásukra.

Így például vizsgálja a Radnóti utcai gépház üritési nehézségeit, és több megoldási alternatívát is felkínál, mint a frekvenciaváltó paraméterezését, kétállású váltókapcsoló kialakítását, külön üritő szivattyú beépítését.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton szakirányú továbbképzés (szakmérnök) kategóriában III. díjat nyert diplomamunka kivonata.



1. ábra. A Fővárosi Vízművek Zrt. víztermelési rendszere

További javaslat a budaújlaki A aknára dolgozó kutak egyedi ürítési lehetőségének kialakítása, mellyel szabadabb kezet kapna a helyi üzemeltető vízminőségi

kifogás kezelésekor, és – nem utolsó sorban – jóval kevesebb vizet kellene ürítőzés során elengedni.

A Radnóti utcai betápláláson kívül egy másik lehetőséget is felkínál a dolgozat, mely szerint a Margit-szigeten végighúzódó NA 600-as vezetékbe táplálnák be a 6 db kút által megtermelt vizet a régen is üzemelő margitszigeti gépházzal, mely utána a Margit-hídon futó két vezetéken keresztül az alapzónába jutna.

Ennek az alternatívának természetesen vannak költségvonatai, hasonlóan a Radnóti utcai gépház további felújításához, az ürítő zár cseréjéhez.

Az üzemeltetési nehézségként felmerülő pufferkapacitás hiányát mindenképpen mérlegelni kell a műszaki kialakításnál.

A felkínált alternatíva vízbiztonsági szempontból nagy különbséget nem mutat a jelenlegi helyzethez, a Radnóti utcai betápláláshoz képest, egyedül a bújató és a végaknák kockázatával nem kellene számolni, melyek kockázati pontszáma alacsony.

A vízellátás stratégiai szempontjait figyelembe véve kedvezőbb megoldás a Radnóti utcai betáplálás, hiszen itt a vizet közvetlenül a Duna partján futó főnyomó hálózatba emelik át, míg a másik esetben a víz több összekötő vezetéken keresztül éri el a vízellátás gerincét adó főnyomó hálózatot. Ám távlatilag, ha a Margit-hídon futó vezetéken távműködtethető záruk kerülnének esetleg beépítésre, a sziget vizét üzemirányítói döntéssel lehetne Budára vagy Pestre kormányozni, ami egy remek lehetőség lenne az üzemeltető kezében alapzónai üzemzavarok kezelésére.

Ez okokból kifolyólag javasoljuk továbbra is a Radnóti utcai gépház által történő betáplálást, azzal a kiegészítéssel, hogy az ürítő zár javításán kívül a gépház építészeti, csővezetéki és villamossági szempontból egyaránt teljes körű felújítására lenne szükség. Ez már jóval kisebb költségráfordítást igényelne az elmúlt évek nagy volumenű munkálataihoz képest, és ezzel válna úgymond teljessé a kép.

A Debreceni Szennyvíztisztító telep fejlesztése*

MAGYAR LÁSZLÓ

Bevezetés, célok

Debrecen, Mikepércs, Sáránd, Ebes és Hajdúsámson önkormányzatainak társulása az ISPA terv keretében támogatást nyert a szennyvízelvezetés- és tisztítás fejlesztésére.

A dolgozatomban azt kívánom bemutatni, hogy egy helyi jelentőségű szennyvíztisztító telep fejlesztése, korszerűsítése milyen hatással lehet a tágabban vett környezetre, az agglomerációban élők közmű ellátottságára.

A beruházás megvalósításával jelentősen csökken a környék felszíni és felszín alatti vízbázisainak terhelése, csökken a talaj és talajvíz szennyezése.

A fejlesztések megvalósítása után javul a szennyvíztisztítás hatásfoka, így a befogadóba kerülő vízminőség javulás következtében csökken a környezetterhelés és egyúttal növekszik a szennyvízelvezetésbe újonnan bekapcsolt ingatlanokon élő mintegy 75.000 fő komfortosági helyzete is.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton szakirányú továbbképzés (szakmérnök) kategóriában III. díjat nyert diplomamunka kivonata.

Üzemeltetési kérdések

A Szennyvíztisztító telep adottságai (beleértve a medence-térfogatokat, illetve az oxigénbevitelt), nem teszik lehetővé, hogy az eleveniszapos medencében az iszapkoncentráció $2,5\text{--}3\text{ kg/m}^3$ értéket meghaladja. Ilyen iszapkoncentráció mellett biztosítható az $1,5\text{--}2\text{ g/m}^3$ oxigénszint, amely még éppen elegendő a nitrifikáció biztosításához.

Ahhoz, hogy a csúcsidőszakban jelentkező $5.000\text{ m}^3/\text{h}$ -s szennyvízhozam ne okozzon üzemeltetési kérdést, a biológiai levegőztető medencéknél bővítésre volt szükség.

Alapadatok

	Nyers szennyvíz koncentrációk	Terhelések ($60.000\text{ m}^3/\text{d}$ vízhozam esetén)
KOI:	1.283 g/m^3	77.000 kg/d
BOI₅:	675 g/m^3	40.500 kg/d
ön:	83 g/m^3	4.980 kg/d
öp:	16 g/m^3	960 kg/d
öLA:	420 g/m^3	25.200 kg/d

A fentiekben jelzett BOI₅ terhelés eredménye jellemzően $12\text{--}15\text{ t/d}$ fölös iszap, ami *mindösszesen 4–6 napos iszapkort jelent.*

Ez a rövid iszapkor nem alkalmas a stabil nitrifikáció biztosítására, amit az elfolyó szennyvíz minőségi adatai is igazolnak.

A fejlesztések bemutatása

A fejlesztés eredményeképpen megépítésre kerül egy új, 3 mm -es lyukbőségű finomrács (1. ábra), új biológiai eleveniszapos levegőztető medence (2. ábra), illetve a meglévő átalakítása, 2 db 55 m átmérőjű utóülepítő (3. ábra) és a 15.000 m^3 -es záportározó medence.



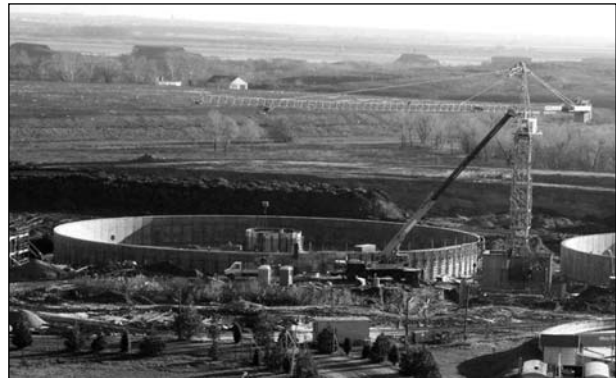
1. ábra. Az épülő finomrács

A tisztítási hatások, illetve a terhelés növekedéséből többlet mennyiségű fölös iszap keletkezik, amelyet kezelni szükséges. Ezt egy újabb 6.000 m^3 -es rothasztó torony építésével, egy új nagy teljesítményű biogáz motor, hozzá tartozó gáztartály és fáklya telepítésével oldjuk meg.

A rothasztott iszap víztelenítés (centrifugálás) után komposztálásra, illetve lerakásra kerül, ezért kb. 23% -os szárazanyag tartalmú iszapot szükséges átadni a továbbhasznosításra.



2. ábra. Épül az új eleveniszapos medence



3. ábra. Az új utóülepítők építése

Eredmények

A dolgozatban bemutatott ellenőrző számítás alapján látható, hogy a biológiai tisztítóblokk átalakítása, illetve bővítése a kétszeres kapacitásra indokolt, mert így az eleveniszapos medencékben tartható a $4\text{--}5\text{ kg/m}^3$ iszapkoncentráció, ami által az iszapkor a jelenlegi $4\text{--}6$ napról közel 10 napra növekedhet, így a nitrifikáció és a denitrifikáció is lejárthat a tisztítás során.

Tisztítási követelmények

KOI	$\leq 75\text{ g/m}^3$
BOI ₅	$\leq 25\text{ g/m}^3$
ön	$\leq 25\text{ g/m}^3$
öp	$\leq 5\text{ g/m}^3$
öLA	$\leq 50\text{ g/m}^3$
Szoe	$\leq 5\text{ g/m}^3$
NH ₄ -N	$\leq 5\text{ g/m}^3$
Na cé %	$\leq 45\%$ (április 15. – október 15. között)
Ssó	$\leq 2.000\text{ g/m}^3$ (április 15. – október 15. között)
Befogadó:	Tócsó-patak

A számítások alapján – felületi hidraulikai terhelést figyelembe véve – megállapítható, hogy a 2 db 55 m -es átmérőjű utóülepítő létesítése túlzott mértékű biztonságra törekvésből adódik. A hosszabb tartózkodási idő ezeknél a műtárgyaknál a jobb tisztítási hatásfokot eredményezi. Az új műtárgyak átmérőjét célszerű lett volna a meglévő 4 db utóülepítő műtárgyhoz idomítani.

Ugyanez a véleményem az újonnan létesülő 6.000 m^3 -es rothasztó toronnyal kapcsolatban is, a geometriai és a gépészeti kialakítását a meglévővel azonosra lett volna célszerű tervezni.

Az iszapvíztelenítő centrifugák kiválasztásánál a meglévő és jó üzemeltetési tapasztalatokkal rendelkező típus került alkalmazásra. Ugyanezt lehet elmondani a biogáz motor kiválasztásáról is, ami illeszkedik a korábbi típushoz.

Összefoglalás

A fentiek alapján megállapítható, hogy a Tervező „műtárgy centrikus” fejlesztésben gondolkodott és nem vett számításba más alternatívát a tisztítás technológia fejlesztésére, ami költséghatékonyság szempontjából kedvezőbb megoldás lehetett volna (pl. fix-filmes tisztítás technológia alkalmazása a többlet

szennyvízmennyiség kezelésére). A mai szolgáltatási díjak mellett nem szabad figyelmen kívül hagyni azt, hogy a fejlesztések végrehajtása után az alkalmazott csatornadíjak a használók számára megfizethetők legyenek.

Köszönetnyilvánítás

A szakdolgozat elkészítésénél nyújtott segítségért köszönetem fejezem ki *dr. Dulovics Dezső* egyetemi docens tanár úrnak, mint tanszéki belső konzulensemnek és *Oláh Kálmán* szennyvíztisztító üzemvezető kollégámnak, aki észrevételeit az üzemeltetési szempontok alapján tette meg.

A szegedi Méntelepi-Fehér-tó rehabilitációjának tanulmányterve*

TOMBÁ CZ SZINTIA

Bevezetés, célok

Szeged város csapadékvíz-elvezető hálózatára egyesített rendszer volt jellemző, mely a város népességének növekedésével, a lakosságnak a zsúfolt belvárosból családias övezetbe történő kiköltözésével a már kiépített hálózatot átalakította vegyes rendszerré. Ennek eredményeképp a csapadékvíz már nemcsak zárt csatornákkal, hanem nyílt árkokkal kerül összegyűjtésre és elvezetésre, mely lehetővé teszi a víz késleltetett bevezetését a befogadóba, továbbá nagy csapadék esetén nem okozza a szennyvíztisztító telep technológiájának ellehetetlenülését. A rendszer módosulásában továbbá nagy szerepe volt annak a helyi adottságnak a kihasználása, mely a város újjáépítését követően adódott. A körtöltés építéséhez, továbbá a város kialakításához felhasznált haszonanyag kitermelés a város peremterületén ma már záportározó tavak funkcióját betöltő anyagkitermelő gödrökből történt. Az így kialakult gödrök jelenlegi célja a csapadékból keletkező árhullám csúcs-vízhozamainak ideiglenes visszatartása, tározása lett. A rehabilitációval érintett Méntelepi-Fehér-tó is az említett 1879. évi árvíz utáni védekezés során alakult ki, mint anyagkitermelő gödör, majd később a környező területek csapadékvizeinek tározója lett. Az elmúlt évek alatt a tó területének nagy része feliszapolódott, körülbelül 40%-án náddal borított, évek óta lefolyástalan víztest. A leülepedett iszaptól felszabaduló rothadási gáztermékek (főleg a nyár folyamán) a környéken évek óta kellemetlen bűzhatást okoznak. A tó lényegében mai formájában a csapadékvizek előtisztító berendezése, ahol a behordott homok, kavics és egyéb üledék kiülepedik. Az elmúlt évek tapasztalatai alapján tisztázódott, hogy a jelenleg lefolyástalan tó vizét célszerű lenne egy másik vízgyűjtőbe vezetni, hogy a jelenleg már üzemelő új szennyvíztisztító biológiáját ne terhelje.

Munkám célja, hogy átfogó képet adjon Szeged város meglévő csapadékvíz-elvezető rendszeréről, – a csapadékvíz gazdálkodás problémáiról és modern irányelveiről, majd javaslatot tesz a Méntelepi-Fehér-tó rehabilitációjára két („A” és „B” változat) változatban.

Tervezett műszaki megoldás („A” és „B” változat)

A Méntelepi-Fehér-tó 100 ha vízgyűjtő területéről összegyűlekező csapadékvíz elvezetéséhez két változatot készítettem tanulmányterv szinten.

A környezetvédelmi előírások betartása és a csapadékvíz esetleges hasznosítása érdekében a vízgyűjtő területről az elfolyó csapadékvizeket megtisztítandó, iszap- és olajfogó műtárgyat terveztem. A tervezett műszaki megoldás kivitelezése előtt a jelenlegi állapot javítása érdekében a csapadékvíz tározó rehabilitációjára is javaslatot tettem.

A jelenleg esetlegesen szennyezett csapadékvizek által terhelt csapadékvíz tározó ökológiai állapotának –, továbbá a vízminőség javítása érdekében a vízelvezetés megvalósítása előtt a tó rehabilitációjára (*1. ábra*) kerül sor, mely az alábbi munkafázisok szerint kerül kivitelezésre:

- szervízút és munkaterület létesítése,
- előkezelés BiocleanTM Lake/ Pond Clarifier hatóanyaggal,
- az iszap hidromechanizációs úton történő eltávolítása,
- a tó új fenékszintjének kialakítása, agyagkitermelés,
- a kitermelt nagy nedvességtartalmú iszap víztelenítése zárt szűrővel,
- az iszap elhelyezése a mederben,
- a tó partvonalának szabályozása, rézsűjének kialakítása, burkolása,
- a vízelvezető csatorna nyomvonalának kialakítása, földárkok felújításával.

* A 2010. évi Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázaton szakirányú szakképzés (szakmérnök) kategóriában III. díjat nyert diplomamunka kivonata.



1. ábra. A Méntelepi-Fehér-tó rehabilitációja

1. táblázat. *Vízminőségi komponensek*

Vízminőségi komponensek	Maty-Fehértói Főcsatorna				Méntelepi-Fehér-tó			
	Átemelő előtt		5+436 szelvény		Rehabilitáció előtt		Rehabilitáció után	
	Mért érték: 2005.05.29.		Mért érték: 2005.06.13.		Mért érték: 2005.06.13.		Becsült érték	
	Érték	Osztály	Érték	Osztály	Érték	Osztály	Érték	Osztály
pH érték	7,90	I.	8,56	III.	7,68	I.	7,5	I.
Fajlagos vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	666	IV.	604	III.	1988	IV.	600	II.
Ammónium-ion (mg/l)	0,66	II.	0,33	II.	0,06	I.	0,02	I.
Nitrát (mg/l)	0,40	I.	0,44	I.	1,62	II.	1,00	I.
Foszfát (mg/l)	0,13	I.	3,90	I.	0,05	I.	0,04	I.
KOl_{cr} (mg/l)	20,0	II.	19,0	II.	62,0	IV.	35,0	II.

A rehabilitációt követően a jelenlegi vízminőségi értékek javulása várható (1. táblázat), mely lehetővé teszi a csapadékvizek a „KERAMIT” nevű horgásztóba való átkormányzását. A jellemző komponenseket és határértékeket a vonatkozó MSZ 12749 sz. szabvány szerint határoztam meg.

A rehabilitáció és a csapadékvíz tisztítás műszaki megoldása mindkét változatban azonos, a két verzió (2. táblázat) a víz-elvezetés útvonalában különbözik.

Az „A” változatban (2. ábra) a tervezési területéről származó csapadékvizeket előtisztító műtárgyon keresztül a Méntelepi-Fehér-tóba (tározó) vezetjük, ez után a mértékadó csapadékvíz csökkenése érdekében a tározón keresztül engedjük a maximális vízszint fölötti vizeket az átemelőbe, majd nyomóvezetéken keresztül a meglévő horgászati célra fenntartott „KERAMIT” tavakba kerül elvezetésre. Nagy intenzitású csapadék esetén a horgásztavakból a feles-

leges vizeket a Repülőtéri csatorna vezeti el. A csapadékvizek közvetett befogadója a Gyálaréti-Holt-Tisza.

Az előtisztított csapadékvíz mennyiség mérésére egyszerű beépíthetősége, illetve pontossága miatt indukciós áramlásmérő beépítését javaslom.

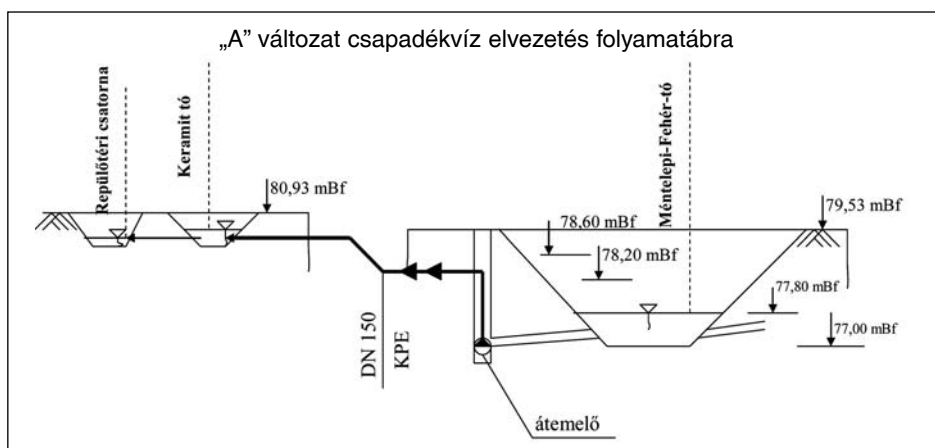
A tervezett vízvezetés nem érint olyan csatornákat, amelyeknél a kotrási munkák végzése válna szükségessé. A nyomócső az önkormányzat tulajdonában levő ingatlanokon halad át, lefektetése minimális mértékű földmunkával jár, amely elhanyagolható mértékben érinti a környezetet.

A „B” változatban (3. ábra) a csapadékvizek tározón keresztül I. számú átemelőn, majd nyomóvezetéken keresztül II. számú átemelő közbeiktatásával a meglévő víz-elvezető árokba kerülnek elvezetésre, melyek közvetlen befogadója a Maty-Fehértói főcsatorna.

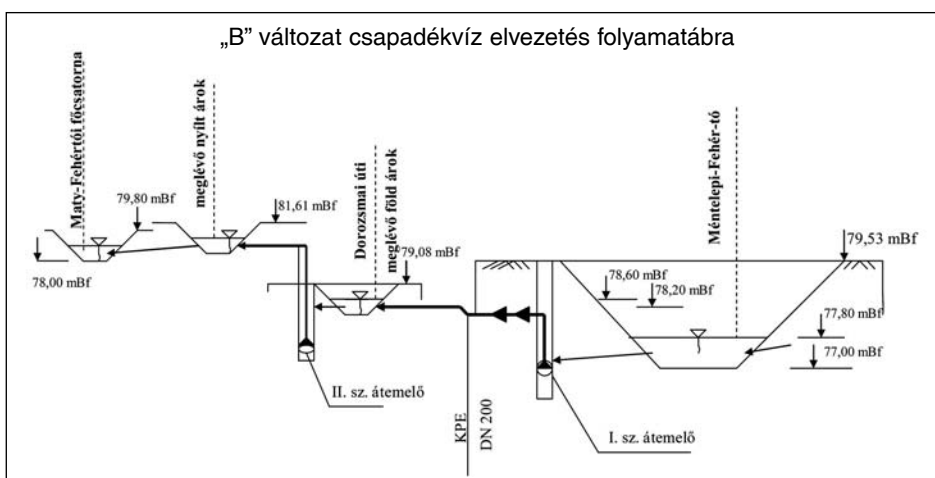
A tervezett nyomvonal közműveket keresztez, köztük villamosvágányt érint. A nyomócső a 2 + 291 km szelvényben befejeződik és a csapadékvíz nyílt árokban kerül elvezetésre a befogadóig. A meglévő földmedrű árkot funkciójának betöltésére alkalmassá kell tenni, továbbá a vízilétesítmény magántulajdonban lévő ingatlanon halad keresztül mely miatt szolgalmi jog bejegyzése is szükséges.

2. táblázat. „A” és „B” változat főbb műszaki paraméterei

	„A” változat	„B” változat	
nyomócső átmérője	150 mm	200 mm	
hossza	1050 m	1192 m	
választott szivattyú típusa	FLYGT CP 3201 HT 452	FLYGT CP 3152 MT431	FLYGT CP 3127 MT 434
munkapont szerinti vízszállítás	32,5 l/s	35 l/s	39 l/s
összemelőmagasság a munkapontnál	28 m	11,5 m	7 m
átemelési idő csúcsban	11,29 h	10,48 h	9,40 h
átemelő akna hasznos térfogata	9,36 m ³	12,03 m ³	15,60 m ³
szivattyú működési ideje	1,44 s	1,34 s	1,20 s



2. ábra. „A” változat



3. ábra. „B” változat

A csapadékvíz nyomócső és csapadékvíz átemelő szivattyú méretezés eredményeként a két változat műszaki paraméterei láthatók a 2. táblázatban.

A „B” változatban a II. számú átemelő nyomócsöve rövid, a szivattyú a szerelvényakna után közvetlenül a meglévő burkolt átemelőbe köt be.

A kiválasztott szivattyúk (2. táblázat) mind a két változatban a legjobb hatásfokon üzemelnek.

Összefoglalás

A megoldásokat gazdasági szempontok alapján elemeztem és összehasonlítottam a két változatra kapott beruházási költségeket. A kétféle változatra kapott költségek azt mutatják, hogy az „A” változat (210 084 000 Ft) megvalósíthatósági költsége kevesebb, mint a „B” változaté (238 937 000 Ft), mely alapján az „A” változat kivitelezése javasolható. Gazdaságosságon kívül ezen változat további előnye, hogy a tervezett műszaki megoldás önkormányzati területeken halad keresztül, magántulajdont nem érint, továbbá ebben az esetben csak egy átemelővel kell számolni, így az üzemelési költség is csak egyszer jelentkezik, plusz a Keramit tavak vízutánpótlása megoldódik. A csapadékvíz elvezetés választott műszaki megoldása gondos üzemeltetés mellett biztosítani tudja a

csapadékvizek mindenkori elvezetését, az elvezetendő csapadékvíz elvárt vízminőség védelmi paramétereinek biztosítása mellett.

A csapadékvíz elhelyezésével és az azzal való gazdálkodással kapcsolatos problémakör ma már nem csupán a „klasszikus” urbanizációs hatások kompenzálását jelenti. Figyelembe kell venni az éghajlatváltozás ma kikerülhetetlennek látszó tendenciáját. A változások következményeként az időjárási események szélsőségeinek növekedése várható, mely települési vízgazdálkodási szempontból a csapadékok intenzitás, illetve a lehullott mennyiség növekedésében nyilvánul meg. A várost érő egyéb hatásokat figyelembe véve integrált szemléletű vízgazdálkodás szükséges.

Összességében elmondható, hogy a Mentelepi-Fehértó rehabilitációja lehetővé teszi a mai szélsőséges csapadékokkal való gazdálkodást, azok visszatartását, figyelembe véve a hatályos környezetvédelmi jogszabályokat.

Köszönetnyilvánítás

Bodor Dezsőnek, Maróti Tibornak és Balogh Miklós-nak, akik rendelkezésemre bocsátották a Mentelepi-Fehértóval kapcsolatos adatokat, információkat és segítették a munkámat.

Az ivóvíz arzénmentesítése, a Sumanas Life Projekt során*

PÉTERFALVI ZSOLT

Dolgozatomban egy kísérleti Holland arzénmentesítő berendezéssel és a kísérleti üzem értékelésével foglalkoztam.

Bevezetés

Korunk egyik nagy problémája az ivóvízhiány. 2006-ban a mezőgazdaság felelős a globális vízfogyasztás mintegy 80 százalékáért. A közfogyasztású ivóvizek vizsgálatát és ellenőrzését Magyarországon az Országos Közegészségügyi Intézet, valamint a helyi Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (ÁNTSZ) végzik. Drasztikusan csökken a Föld ivóvízkészlete, és ezek minősége nem mindig alkalmas az emberi fogyasztásra, ezek lehetnek fizikai szennyeződések (homok, iszap, olajok-zsírok), szerves szennyeződések, különböző baktériumok, élősködők és nehézfémek (As, Pb, Hg). Ezek eltávolítása létfontosságú az embereknek, ezért különféle technológiákat dolgoztak ki ezek eltávolítására.

Az arzén a vízben

A természetes vízi rendszerekre jellemző csak a +3 és a +5 állapotok stabilak. A víztisztításra jellemző leginkább öt vegyértékű (arzenát) és három vegyértékű (arzenit). A szervetlen arzén önállóan As (III), As (V) oxidált formákban vagy ezek keverékeként lehet jelen. Az As (III) és As (V) az arzenát a felszíni vizekben található, az arzenit felszín alatti vizekben van jelen. A felszín alatti vizek arzénszennyeződése az ember által létrehozott toxikus arzénkomponensek kilúgozódásából keletkezhet.

Az egyes élőlények rendkívül eltérően reagálnak az arzénterhelésre. A növények többnyire jóval érzékenyebben, mint (az édesvízi halak kivételével) az állatok. Éppen ezért a tengervízben élő halak, rákok és kagylók hihetetlenül sok, akár 10 mg/kg arzént is képesek felhalmozni a legcsekélyebb károsodás nélkül.

Átlagos mennyisége az emberi szervezetben 0,05 mg/kg. A legtöbb arzént a dohányfüstből és a tengeri élőlények fogyasztásával vehetjük fel. Az arzén, illetve az arzénvegyületek évszázadok óta ismert mérgező anyagok. Káros hatásuk igen sokoldalú, mégis az arzénvegyületeket kis mennyiségben létfontosságú úgynevezett esszenciális nyomelemnek tartják, amely szükséges egyes aminosavak lebontásához. A gyakorlatban azonban veszélyes: akut és krónikus mérgezést okozó anyagként találkozunk vele.

Az arzénmérgezés akut és krónikus lehet:

- **Akut** esetben hasmenés, hányás, testszerte kínzó fájdalom, lábikra görcs, heveny keringési elégtelenség, fejfájás, bénulás. A halált nagyfokú folyadékvesztés miatt: anyagcserezavar, kóma okozza.
- **Krónikus** arzénmérgezési esetben arzén-melanózis tapasztalható sötétszürke pigmentációval, hi-

perkeratózis a tenyéren és a talpon, acné szerű kiütések, a parenchimaszervek (máj, vese) funkciózavara, mozgási és érzés zavarok, polineuritis. A halál oka általában szívbénulás.



Az arzénos vizek újabb felmérése 1997–1998 során készült el, amely már figyelembe vette az 1993-ban kiadott WHO irányelv arzén határértékét, illetve az Európai Unió tagállamaiban kötelezően alkalmazott határértéket. Az EU ivóvíz direktívája mindössze 10 µg/l koncentráció értékben szabja meg az arzéntartalmat az ivóvízben, mely értéket minden tagállamban be kell tartani. Erre a megkövetelt határérték tartására a jelenleg hazánkban alkalmazott technológiák nem vagy csak korlátozottan alkalmasak.

SUMANAS Projekt



A LIFE SUMANAS Projekt keretén belül hat településen alkalmazták a berendezést. (Gyula, Szeghalom, Újkígyós, Maroslele, Ófölcák, Gyulavarsánd – Románia).

Az UNESCO – IHE Institute for Water Education a SELOR-ral és a Vitensszel (a legnagyobb holland vízelátó vállalat) együttműködve innovatív arzénmentesítő technológiát dolgozott ki, amely a vas-oxid bevonatú homok (VOBH) arzén adszorpcióján és a töltet helyszíni regenerálásán alapul. Az eljárás a holland víztisztítóokban keletkező vas-oxid bevonatú homokot (VOBH-t) hasznosítja, amely az ivóvíz-kezelési technológia során melléktermékként nagy mennyiségben keletkezik. Az adszorpciót metán-eltávolítás és biológiai ammónia-eltávolítás előzi meg.

Fél üzemi vízkezelő berendezés

A LIFE SUMANAS Projekt keretén belül alkalmazott szűrőberendezés az IHE ADART berendezés to-

* A 2010. évi Sajó Elemér pályázaton I. díjat nyert dolgozat kivonata.

vábbfejlesztett, átépített változata. A fejlesztés során a berendezés vezérlése automatizálva lett oly módon, hogy a működése felügyeletet nem igényel. A technológia üzemeltetéséért felelős SELOR szakemberei, alvállalkozói a világ bármely pontjáról a mobiltelefon szolgáltatás által biztosított interneten keresztül ellenőrizhetik a PILOT üzemelését, illetve módosíthatják az irányító programot. Az átépítés során figyelembe kellett venni a PILOT szállíthatóságát, hogy az áttelepítéseket biztosítani tudják. Ezért a berendezést két konténerben helyezték el.



A szorpciós arzénscökkentő eljárások egyik előnye, hogy a szorpbenseket regenerálni lehet, így nem kell állandóan új adszorbenseket beszerezni. Az UNESCO IHE által kidolgozott technológia lényege, hogy a vas-oxid bevonatú homok felületén a nyersvíz arzéntartalma adszorpcióval kötődik. A regeneráló folyadék összetétele kénsav (H_2SO_4), vas-szulfát ($FeSO_4$) és víz (H_2O) keveréke. A regenerálás során a hígított regeneráló szer körbeveszi a homokszemcséket, mely felületén új vas-oxid réteg alakul ki.

Laboratóriumi vizsgálatok

A projekt keretén belül a vízmintázásokat és a laboratóriumi vizsgálatokat a Bálint Analitika végezte. A vízmintákat és a vízkémiai vizsgálatokat hetente hajtották végre. A technológia folyamatát követve öt mintavételi helyen vizsgálták a vízkémiai összetevőket.

Az arzénmentesítő szűrők az üzemelés kezdetétől jóval a határérték alá csökkentették a szűrt víz arzéntartalmát. Az egyes számú arzénmentesítő szűrő az idő teltével a veszít adszorpciós képességéből, de a kettes arzénmentesítő szűrő hatásfokában nem állt be változás.

A Maroslelei nyersvíz arzén-, vas- és ammóniatartalma rendkívül nagy (2008. május 19.-i vizsgálati eredmények).

Vizsgált komponensek	Mintavételi hely		Határérték
	Nyers víz	Tisztított víz	
pH	8,02	7,65	---
Ammónia mg/l	2,60	0,04	0,5
Nitrit mg/l	<0,01	0,15	0,5
Nitrát mg/l	<0,05	7,04	50,0
Arzén µg/l	230	0,86	10,0
Vas µg/l	320	60	200,0
Mangán µg/l	50,70	8,90	50,0
Foszfát mg/l	4,29	<0,05	---

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészüléséért ezúton is köszönetet mondok Szabó István, Kovácsné Jenovai Judit, és Lippai Márta konzulenseimnek.

Árvízvédelem a Közép-Tiszán A Vásárhelyi-Terv Továbbfejlesztése*

BENDE ANDREA, KÁRPÁTI CINTIA

Pályamunkánk célja bemutatni az árvízvédelmi szempontból kiemelt jelentőségű „VTT” azaz Vásárhelyi-Terv Továbbfejlesztése programot a Közép-Tiszára vonatkoztatva.

A Tisza

A Tisza a Máramarosi-havasokban ered két ággal: 1 680 m-en a Fekete- és 1 600 m-en a Fehér-Tiszával. A Rahó fölött egyesülő 956 km hosszú folyó három részre tagolható: az eredéstől a Szamos torkolatig terjedő *Felső-Tiszára*, innen a Maros beömlésig tartó *Közép-Tiszára* és ettől lefelé a torkolatig az *Alsó-Tiszára*.

A Tiszán a XIX. század előtt tervszerű szabályozási munkákat nem végeztek.

A XIX. században viszont a Tisza-völgyi 2 millió hektárnyi ártér árvízkor elborított területe 37%-ban sűrűn lakott területekre esett és az emberleleteket is követelő árvizek hatalmas károkat okoztak a településekben és a termőföldekben. Az 1830-as nagy árvíz után *Széchenyi István* hívta fel a figyelmet az árvízvédelem, a folyószabályozás fontosságára. Ezt követően kezdődtek el *Vásárhelyi Pál* és *Paleocapa* tervei alapján a szabályozó munkák.

* A 2010. évi Sajó Elemér pályázaton II. díjat nyert dolgozat

A szabályozás célja a kanyarok átvágásával a mederhossz csökkentése így a mederlejtés növelése és ezzel a hajót biztosítása, valamint az árvízveszély csökkentése volt.

A szabályozás során 114 mederátvágást végeztek és 2 700 km védgátat építettek.

Vannak területek ahol a hullámtér 1 400–1 800 m-t is elért, de helyenként 200 m-re is összeszűkült.

A szántóföldi művelésbe vont területeken 1910-től nyári gátak épültek, amelyek az alacsonyabb árhullámok ellen nyújtottak védelmet.

Árvízvédelem a Közép-Tiszán – A Vásárhelyi-Terv Továbbfejlesztése

A hagyományos árvízvédelem elsősorban a meglévő gátszakaszok fejlesztésére, a védőtöltések magasítására, partvédő művek építésére és a nyári gátak erősítésére, a hullámtér megtisztítására szorítkozott.

A korábbi megállapítás, miszerint a Tiszának két ár-vize van, már nem helytálló, mert gyakran vannak árvizek ősszel is a Földközi-tengeri áramlatokkal érkező csapadékokból. Az 1998–2001 között levonuló négy jelentős árhullám után, melyek 1 m-rel meghaladták a mértékadó árvízszintet (MÁSZ), nyilvánvalóvá vált, hogy az árvízvédelmi rendszer védelmi képessége nem növelhető tovább a töltések magasításával.

Ekkor kormánydöntés született. Az 1022/2003. Kormányhatározat a Tisza-völgy árvízbiztonság növelésére elfogadta a VTT-t, azaz a Vásárhelyi-Terv Továbbfejlesztése programot. A terv a Tisza-völgy árvízvédelmi biztonságának növelését részben a nagyvízi meder vízszállító képességének javításával, a hullámtér visszaadásával és állapotának rendezésével, részben az árvízcsökkentő tározók építésével akarja elérni.

A terv szerint a véstározók csak igen magas vízszinteknél lesznek igénybe véve, amikor a kritikus víztöbbletet tározókba vezetik.

2013-ig 6 tározó épül meg, 3 a Felső- és 3 a Közép-Tiszán.

2008. novemberében került sor a Felső-Tisza hazai szakaszán a Cigándi-tározó átadására.

Itt még két tározó építése, a Szamos-Kraszna közti és a Beregi szerepel a tervben.

A Közép-Tisza mentén 2009 júliusában adták át a *Tiszaroffi* tározót, mely a Kiskörei tározótól délre a Tisza és a Keleti-főcsatorna között helyezkedik el.

2009. október 24.-én a Nagykunsági és a Hanyi-Tiszasülyi árapasztó tározók alapkövét is letették. A két tározó egy rendkívüli árhullám esetén 350 millió m³ vizet képes befogadni. A már átadott *tiszaroffi* tározóval együtt átlagosan 60–70 cm-es vízszintcsökkenés érhető majd el a folyó Csongrád és Kisköre közti szakaszán. Mindkét beruházás Európai Unió támogatással valósul meg.

Másik árvízszint csökkentő eljárás a hullámterek visszaadása a folyónak, ami által javul a meder vízszállító képessége.

Szolnok és a környező területek árvízi biztonsága szempontjából meghatározó a szolnoki Szent István-híd és a Martfű közötti Tisza szakasz. Ezen a folyószakaszon a tószegi kanyarpár, a Tiszavárkony és Vezseny között jelentősen beszűkülő hullámtér és a vezsenyi-kanyar hidraulikailag nagyon kedvezőtlen hatású. Ennek kiküszöbölésére került sor Rákócziújfalva és Rákócziúfalva között, a hullámtér szélesítését szolgáló Bivaly-tói töltésáthelyezésre.

Az építés során a balparti fővédvonal kintebb helyezésével 6500 m új töltésszakasz épült. Az eredeti töltést a lefolyás szempontjából érzékeny sáv szélességében elbontották. A megépített, új töltésszakasz átadására 2009. október 9.-én került sor. A töltés áthelyezés révén kb. 450 ha nagyságú terület vált hullámtérre.

A hullámtéri tanösvény

A rákócziúfalvi Bivaly-tói töltésáthelyezés és a hullámtéri tanösvény kialakítása jó példa a vízügy és a természetvédelem együttműködésére.

A tanösvény a LIFE SUMAR fenntartható hullámtéri tájrehabilitációs projekt keretében került kialakításra, hogy bemutassa a terület értékeit és az „Új Vásárhelyi Terv” során végzett munkálatok életterékímélő jellegét.

A terület legfontosabb természeti értékei:

- parti fűz-nyár ligeterdő
- kubikerdő
- Bivaly-tói tölgyes erdő
- ártéri mocsárrétek
- kaszált, legeltetett gyepek
- a töltés növénytakarója: sztyepprért

A tanösvény az őstölgyesnél kezdődik, melynek legelső kocsányos tölgyfáit a XVII. század végén ültették, erdő- és vadgazdálkodási célból. Az erdőben fel-felbukkanó nádas foltok jelzik a terület hidromorf jellegét. Az avar rovarfajokban gazdag, mely táplálékul szolgál az itt megbújó és költő énekesmadaraknak.

Az őstölgyesből kiérve a mentett oldali gyepterület és az áthelyezett töltés társulásainak elemei keverednek. A töltés tetejét taposást tűró gyomnövény fajok pl. porcsin, keserű fű, útszéli zsázsa foglalja el.

A töltésen túlhaladva kezdődik a környék legjobb állapotban lévő magasfüvű, fajszegény alföldi mocsárrétege, melyet rendszeresen kaszálnak. Jellemző fajai a lósóska, réti perje, sziki árpa, fényes borkóró. A rétet néhol telepített nemes nyaras erdőfoltok szegélyezik. A nemes nyarast elhagyva, fahídon keresztül érhető el az 1963–65 közötti töltésrendszer kiépítése során ott maradt anyagnyertő gödrökben kialakult kubikerdő.

Az önkormányzat karbantartja a tanösvényt, gondoskodik a téli vadellátásról és madárvédelemről is.

Tanösvényi sétánk végén vízmintát vettünk a Tiszából, melyet az iskola laboratóriumában vizsgáltunk meg. Megnéztük a vízminta kémiai és biológiai jellemzőit, és a következő eredményeket kaptuk:

A kémiai vizsgálatok eredményei:

kémiai mutatók	értékek	osztály
NH ₄ ⁺ - N	0,04 mg/l	I.
NO ₂ ⁻ - N	0,23 mg/l	IV.
NO ₃ ⁻ - N	0,17 mg/l	I.
PO ₄ ³⁻	0,84 mg/l	V.
KOI	1,65 mgO ₂ /dm ³	I.

A biológiai vizsgálatok eredményei:

biológiai mutatók:	értékek	fokokatok
Halobitás	580 $\mu\text{S}/\text{cm}$	α -oligohalobikus édesvíz
Trofitás	$0,039 \cdot 10^6$	oligotrofikus szűken termő
Szaprobítás	70,83 %	α - β mezoszaprób közepesen szennyezett

Az eredmények értékelése

A minta NH_4^+ - N, NO_2^- - N, NO_3^- - N és PO_4^{3-} ion vizsgálati eredményei szerves szennyeződésre utalnak,

melyek származhatnak a közeli baromfi telepről is. A KOI kedvező értékei viszont jelzik, hogy a lebontás folyamatban van.

Dolgozatunkkal szerettük volna felhívni a figyelmet arra, hogy mivel a víz nem ismer határokat, a hatékonyabb árvízvédelemhez nemzetközi összefogás, az érintett országok között egységes árvízvédelmi rendszer kialakítása szükséges.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet konzulensünknek *dr. Fekete Jenő*nek, *Horváth Lajos*nak és *Magyar Csabának* a KÖTIKÖVIZIG munkatársainak.

Képek Tompa környékéről*

VINCZE KAROLIN

2000-től élek Tompán. Mégis elmondhatom az alföldi táj szépsége a maga tájképi változatosságával lenyűgöz és kalandokra kirándulásokra csábít. A Tompa és Ásotthalom közötti terület nem olyan nevezetes, mint például a Balaton, a Dunakanyar vagy hazánk más, kirándulók sokaságát vonzó vidéke, de számomra vonzó és véleményem szerint jellemző képe a Duna-Tisza közének.

A vidék

A Duna-Tisza közének Tompa környéki részén nem található nagy felszíni kiemelkedések vagy nemzeti parkhoz tartozó területek. A biológusok és saját tapasztalataim szerint az itteni, fajokban gazdag élőhelyek számos ritkaságnak adnak otthont. Mellettük megtalálhatók épített örökségünk értékes kincsei is.

Tompa város az 53-as számú út mentén, Magyarországon déli határán található. A település képéhez hozzátartoznak a környező majorok éppúgy, mint a pusztai rétek és a kisebb erdők. Kelebia (Szabadka felé fontos vasúti határátkelőhely) az a hely, ahol már inkább az erdő-

ségek a jellemzők és persze a halastavak, melyek Tompától keletre találhatók. A kelebiai halastavak Bács-Kiskun és Csongrád megyék határán találhatók. A Duna-Tisza közén helyezkedik el az ország déli szerb határ melletti részén, Kelebiától kissé keletre. A terület vizei dél felé lépik át az országhatárt, s tovább folytatódnak. Ott a Ludas-tó őriz számos értéket. Az Alföld felszínének, talajának kialakulása főleg a folyóvizek és a szél munkájának köszönhető, hatásuk eredményeképpen alakultak ki a szikes, a löszös, az agyagos és a lápi talajfélések. Az uralkodó széljárás északnyugat-délkelet irányú mélyedéseket fűjt és buckákat halmozott fel. Ezekben a lefolyástalan mélyedésekben kisebb tavak, mocsarak és lápok alakultak ki. A korábbi tájhasználat – elsősorban a kaszálás és a legeltetés – segítette fennmaradásukat. A tanya-rendszer megváltozásával a korábbi állapot megváltozott ma már jelentős beavatkozások szükségesek a rendszer fennmaradásához, újraélesztéséhez. Az ember közreműködésével épült ki a Kőrös-ér, amely az itteni vízrendszer legfontosabb, meghatározó eleme. A Tompától északra



* A 2010. évi Sajtó Elemér pályázaton könyvjutalmat nyert pályázat kivonata.



fekvő Kunfehértó mellől indul, Kelebiánál éri el az országhatárt, majd mintegy 15 km-es szakaszon határvíz végül a Ludas-tó érintése után Adorjánánál torkollik a Tiszába. Közben mellékereivel, csatornáival, számos semlyékkal, az az időszakosan vízzel borított mélyedéssel kerül kapcsolatba.

A Reidl bárók öröksége

Tompától délnyugatra, a Bárómajor elnevezésű határrészben álló egykori *Reidl*-kastély és kinézete alapján a budapesti Mátyás-templom kistestvérének, kicsinyített másának tartott Szent Anna-kápolna épített örökségünk fontos részei. A Bács megyében 1780-ban birtokosságot szerzett és 1808-ban bárói rangra emelt *Reidl* család kastélyát először 1831-ben említette írásos forrás. A kastély államosítás előtti utolsó tulajdonosa *báró Podmaniczky Endre* volt aki a család nőági örökösét vette feleségül. A második világháború után helyreállított kastély ma szociális otthonként üzemel. A kápolna művészi gonddal megformált és értékes anyagokból készült, illetve ma már műtárgynak minősülő szakrális tárgyakkal rendezték be.

A vizek változásai

A Duna-Tisza közének domborzata, földtani felépítése és klimatikus viszonyai egy sajátos felszín alatti víz-áramlási rendszer kialakulásához vezettek. A hátság gerincétől a Duna és a Tisza völgyéig lejt a terep, és a talajviszonyok a felszín alatt jó vízáteresztő képességet biztosítanak. Az éves csapadék megfelelő vízviszonyok

kialakulását tette lehetővé, így a hátság középső-magasabb részén a víz lefelé áramlik és az utánpótlódást szolgálja. A terület peremén, a két folyó völgyben a felszín alatti víz felfelé igyekszik, ennek megfelelően ezeken számos szikes folt, mocsaras rész, a mélyben artézi víz található. Ez a folyamat tartja életben azokat a Kelebia környéki halastavakat és vizes területeket, amelyek működésében az utóbbi évtizedekben zavarok jelentkeztek. A Kiskunsági Nemzeti Park területén lévő szikes tavak az 1980-as évek elején a nyár kezdetére kiszáradtak, s bár egy-két éven belül helyreállt a vízszint, a kiszáradások a későbbiekben újra ismétlődtek. Ez a jelenség a kiáramlási területeken – például Tompa és Kelebia térségében érezte hatását. Az itteni vizek, semlyék és csatornák vízszintjei szintén csökkentek. A folyamat eredményeképpen, a területen a helyreállítás, az összehangolt vízkormányzás és vízvisszatartás irányába mutató beavatkozások váltak szükségessé.

Mellettük lehetséges alternatív megoldást egy közeli tanya mellett láttam, ahol az ott kialakított kisebb tó vizét biztosították ezzel a módszerrel. Megújuló energiával működő szélérőgép hajtotta azt a dugattyús szivattyút, amely a csökkent szintű talajvízből emelt fel vizet. Ezt a módszert bevett eljárásként használják például Afrikában, ahol a kiszáradó itatóhelyeken biztosítanak így vizet, s szükség esetén ez a megoldás itt szintén alternatíva lehet. Természetesen ez nem lehet kizárólagos válasz a felmerülő problémára, alapvetően a hátság középső részén a víz leáramlási részén kell a vizet visszatartani és a megfelelő irányba terelni.

ÁLTALÁNOS VONATKOZÁSÚ CIKKEK

Vízgazdálkodási és vízvédelmi szempontok az EU Duna Régió Stratégiájában

DR. IJJAS ISTVÁN

professor emeritus

Szerző az Európai Bizottság Regionális Főigazgatóságának felkérésére független szakértőként részt vett a Duna Régió Stratégia kidolgozásakor figyelembe veendő vízgazdálkodási szempontokat megfogalmazó szakértő csoport munkájában

Az Európai Unió ún. makro-regionális stratégiák kidolgozásával kívánja javítani fejlesztési politikájának megvalósítását, a fejlesztésre szánt keretek felhasználását. A Duna makro-regionális stratégiája keretében olyan akciókat és projekteket fognak nagy valószínűséggel támogatni az EU költségvetéséből, amelyeket a Duna vízgyűjtőjén osztozó minden vagy sok ország fontosnak tart és az EU tagállamainak többsége egyetért azzal, hogy a támogatása az egész EU fejlődése szempontjából célszerű és fontos. A Stratégia projektjeit az EU jelenlegi költségvetési periódusában (2014-ig) pénzmaradványokból fogják valószínűleg támogatni, a következő költségvetési periódusban (2020-ig) viszont előreláthatólag jelentősebb kereteket szánnak majd erre a célra. A Duna Régió országai összességében valószínűleg nem fognak az eddigieknél nagyobb támogatást kapni, azonban a makro-regionális koncepció szerint a kapott támogatást hatékonyabban, a közös, vízgyűjtő szintű problémák megoldására fogják fordítani.

Az első makro-regionális stratégiát a Balti-tengeri Régióra dolgozták ki és ennek megvalósítása már közel egy éve folyik is. Vannak, akik azt mondják, hogy a Balti Stratégiát példának kell tekinteni, és az EU Duna Régió Stratégiájának kidolgozásában a Balti-tengeri Régióra kidolgozott módszereket kell alkalmazni. Nagyon fontos az, hogy a Balti Régió tapasztalatait felhasználjuk, a két régió között azonban számos különbség van, és ezért a tapasztalatokat csak óvatosan szabad átvenni. Különösen így van ez a vízgazdálkodás területén.

Az EU Balti-tengeri Régió Stratégiája a tenger teljes vízgyűjtő területére, míg a Duna Régió Stratégiája csak a Duna vízgyűjtő területére, nem a Fekete tenger teljes vízgyűjtő területére vonatkozik. A Balti-tengerbe számos folyó és vízfolyás ömlik a vízgyűjtőn osztozó országok területéről. Ezeknek a folyóknak a vízgyűjtő területére, illetve esetenként több folyó összevont vízgyűjtőterületéből képezett ún. „vízgyűjtő kerületre” kellett vízgyűjtő-gazdálkodási tervet készíteni. A Balti-tengerhez kapcsolódó számos vízgyűjtő-kerületre készült vízgyűjtő-gazdálkodási tervvel szemben a Duna teljes vízgyűjtőjére – közel 10 éves munkával – egyetlen, közös vízgyűjtő-gazdálkodási tervet készítettek a vízgyűjtőn osztozó országok. A Fekete tengerbe ömlő többi nagy folyó vízgyűjtőjére azonban nem készültek ilyen tervek. Így vízgazdálkodási szempontból a Duna Stratégia egy folyó, a Balti Stratégia viszont egy tenger vízgyűjtő területéhez kapcsolódik.

A Duna Régió Stratégiának – ha jól élünk majd a lehetőségekkel – fontos szerepe lehet majd Magyarország vízgazdálkodási problémáinak megoldásában és különösen a határokon átnyúló, Duna vízgyűjtő jelentőségű problémák kezelésében. A vízgazdálkodással foglalkozó szakemberek felismerték ezt és élénken érdeklődnek a Stratégia kidolgozásának folyamata iránt. Sok vita folyik a Stratégiával kapcsolatban, és ezek sok esetben a Stratégiával kapcsolatos ismeretek hiányának a következményei. Ez a tanulmány a Stratégia készítésének vízgazdálkodási kulcskérdéseivel és alapelveivel, Magyarország részvételével a Stratégia vízgazdálkodási programjaiban és a Stratégia kidolgozási folyamatának néhány fontos kérdésével foglalkozik.

Az EU Duna Régió Stratégia a fenntartható társadalmi-gazdasági fejlődésnek a régió szempontjából fontos, teljes területére ki fog terjedni. A vízpolitikának, a vízgazdálkodásnak és a vízvédelemnek a Duna Stratégiában a vízi-környezetvédelmi és vízkészlet-gazdálkodási stratégiai elemek kialakításában, a többi stratégiai területen pedig a tervezett fejlesztések környezeti-fenntarthatóságának vizsgálatában és biztosításában lesz fontos szerepe.

Az elmúlt évtized legjelentősebb Duna vízgyűjtő szintű vízgazdálkodási tervezési feladata a Duna Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervének elkészítése volt. Ez a terv a vizek jó állapotba hozásához szükséges intézkedéseket tartalmazza, amelyek közül azokat, amelyek a tervben 2015-ös határidővel szerepelnek, a tagállamoknak kötelező végrehajtaniuk. A Duna Stratégia fontos újdonsága az, hogy annak keretében a vízgazdálkodással kapcsolatos, Duna vízgyűjtő szintű és jelentőségű gazdasági és szociális célkitűzések eléréséhez szükséges intézkedések is meghatározhatók és megvalósíthatók. Ezzel a Duna Stratégia nemcsak a vízvédelmet támogatja majd, hanem a „teljesen integrált” vízgazdálkodást is.

Az EU Duna Régió Stratégiájának vízpolitikai kulcskérdései és alapelvei

A Duna Stratégia, valamint akcióinak és projektjeinek kidolgozása során figyelembe kell venni a tagállamok által EU szinten és a Duna a vízgyűjtőn osztozó országok által, a vízgyűjtő szintjén, közösen megfogalmazott kulcskérdéseket és alapelveket, valamint természetesen az egyes országok szempontjait is.

Az EU elnökségi időszak kulcsfeladatai

Spanyolország, Belgium és Magyarország az Európai Közösséggel együttműködve kidolgozta a közös elnökségi időszak „útitervét”. Ebben megfogalmazták a vízgazdálkodás legfontosabb kulcskérdéseit, amelyeket a Duna

Stratégiában is figyelembe kell venni. Ezek közül a Duna vízgyűjtőjére különösen érvényesen a következők:

- a vízgyűjtő-gazdálkodási tervekben szereplő intézkedések végrehajtása,
- az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás,
- a vizek hidromorfológiai állapotának javítása,
- a vízmennyiségi és vízminőségi kérdések integrálása,
- a szennyezett hordalék és a szennyezett víz-medrek fenntartható kezelése,
- a jövőbeli infrastrukturális projektek környezeti hatásainak figyelembe vétele és
- a határokon átnyúló együttműködések erősítése.

A Víz Világfórumon meghatározott európai kulcsfeladatok

A vízgazdálkodás fő kihívásai Európában (és a Duna vízgyűjtőjén is) az Ötödik Víz Világ Fórumra készített Európai Regionális Jelentés szerint hasonlóak az elnökségi időszakokra meghatározott kulcsfeladatokhoz:

- éghajlatváltozás és alkalmazkodás,
- víz, energia és éghajlat kapcsolatának kezelése,
- szennyvízkezelés,
- vízgyűjtő-gazdálkodás,
- határokon átnyúló együttműködés.

A szektorpolitikák integrálása

A vízgazdálkodás fontos alapelve és kihívása lesz az, hogy a víz-politikát integrálni kell a különböző szektorpolitikákkal. A víz-politikával integrálandó legfontosabb szektorpolitikák a Duna vízgyűjtőjén az EU közlekedési-, energia, illetve újrahasznosítható energia-, éghajlat-változási- és mezőgazdasági politikája. Az EU vízvédelmi politikájának érvényesítésére szolgáló Víz Keretirányelv 4. cikkének 7. bekezdése írja elő az integrálás legfontosabb környezeti szempontjait, megszabva azokat a feltételeket, amelyek teljesülése esetén a tervezett beavatkozásokat környezeti-fenntarthatósági szempontból meg lehet valósítani.

Nemzetközi vízgazdálkodás

A Duna vízgyűjtője a világ legnemzetközibb vízgyűjtője. Így itt különösen fontosak a Víz Keretirányelvnek a nemzetközi vízgyűjtő-gazdálkodásra és vízgyűjtő-gazdálkodási tervezésre vonatkozó előírásai. Ezek legfontosabb jellemzője, hogy kötelezővé teszik az EU tagállamok számára a vízgazdálkodási tevékenységek koordinálását az egész vízgyűjtőn, és azt, hogy törekedniük kell arra, hogy ehhez a nem EU tagállamok is csatlakozzanak. Ez többek között a közös, nemzetközi vízgyűjtő-gazdálkodási terv készítésére kellett, hogy irányuljon. Ez elkészült és a most következő időszakban a Duna Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervében megfogalmazott vízgazdálkodási víziók teljesítése, a vizek jó állapotba helyezéséhez tervezett intézkedési programok végrehajtása a következő feladat. A Duna Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervében meghatározott intézkedéseken felül azonban számos olyan vízgazdálkodási feladat van, amelyek megoldásához vízgyűjtő szintű intézkedések szükségesek. Ezek tervezésére és megvalósítására, a „teljesen integrált vízgazdálkodásra” ad majd remélhetőleg lehetőséget a Duna Stratégia.

A Duna vízgyűjtő szintjén jelentős vízgazdálkodási kérdések

A Duna vízgyűjtőjének van több olyan jelentős vízgazdálkodási kérdése, amelyet a vízgyűjtőn osztozó országok csak közösen tudnak megoldani. Ezek közé tartoznak például a vízvédelem egyes kérdései, a hordalékmérleg kiegyensúlyozása, az árvíz-, aszály- és vízhiány-kockázat kezelése, az éghajlatváltozás kezelése, valamint a hajóút biztosítása.

A Duna vízgyűjtő országainak összefogásával készült a Duna Vízgyűjtő-gazdálkodási Terve. A tervezést a Nemzetközi Duna Védelme Bizottság (ICPDR) koordinálta, illetve készítette a vízgyűjtő országaival együttműködve, az EU és a UNDP/GEF Duna Regionális Projekt támogatásával. A tervhez a Duna vízgyűjtő országai szolgáltatják az információt.

A Duna vízgyűjtő vizsgálatának eredményei alapján négy vízgyűjtő szintű, jelentős vízgazdálkodási problémát azonosítottak:

- szennyezés szerves-anyagokkal,
- szennyezés tápanyagokkal,
- szennyezés veszélyes anyagokkal,
- víztestek medrének, parti területeinek és vízének fizikai jellemzőiben bekövetkező változások, az ún. hidromorfológiai változások.

A Duna Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervének fontos végkövetkeztetése az, hogy a következő vízgyűjtő-gazdálkodási tervben a Duna hordalékmérlegének kiegyensúlyozását is Duna vízgyűjtő szintű, jelentős vízgazdálkodási kérdésnek kell majd tekinteni.

A Duna vízgyűjtőn osztozó országoknak a vízgazdálkodás területén jelenleg az egyik legfontosabb stratégiai jelentőségű feladata a Duna vízgyűjtő jelentőségüként azonosított vízi-környezeti problémák megoldása, azaz minden felszíni és felszín alatti víz jó állapotának biztosítása 2015-ig, illetve akkor, ha ez nem lehetséges 2021-ig vagy 2027-ig.

A Tisza Integrált Vízgyűjtő-gazdálkodási Terve és az eddig elkészült részeiből levonható következtetések

Az ICPDR első miniszteri találkozásán, 2004-ben a Tisza vízgyűjtő öt országának illetékes miniszterei és magas-szintű képviselői aláírták a „Tisza Vízgyűjtő-gazdálkodási Terve a régió fenntartható fejlődéséért” szándék-nyilatkozatot. A vízgyűjtő országai úgy határoztak, hogy – tudomásunk szerint az egész Európai Unióban egyedülálló módon – „integrált vízgyűjtő-gazdálkodási tervet (IVGT-t)” készítenek. Ez a terv annyiban új, hogy az EU Víz Keretirányelvének előírásai alapján végzett – és sok új tervezési elemet tartalmazó – vízgyűjtő gazdálkodási tervezést integrálják a gazdasági és szociális célokat kielégítő intézkedések tervezésével.

A Tisza IVGT eddig elkészült megalapozó dokumentumaiban a Duna vízgyűjtő-gazdálkodási tervében megfogalmazott négy jelentős (vízi-környezeti) vízgazdálkodási probléma-csoporton kívül további három, a Tisza vízgyűjtő-szintjén jelentős probléma-csoportot azonosítottak:

- árvíz és belvíz,
- aszály és vízhiány,
- éghajlatváltozás.

Az IVGT fontos alapja lehet a Duna Stratégia keretében megfogalmazandó Tisza Stratégia vízgazdálkodási prioritási területeinek.

Árvíz-kockázat kezelés a Duna vízgyűjtőjén

Az ICPDR 2004-ben Akció Programot dolgozott ki a Fenntartható Árvízvédelemhez a Duna vízgyűjtőjén. Az Akció Programot az EU 2007/60/EC Árvíz Irányelvével összehangolták és figyelembe vették az EU VKI előírásait is. Az Akció Program keretében külön tervek készültek a Duna egyes hosszú szakaszaira és nagy mellékfolyóira.

Az ICPDR Akcióprogramjának részeként elkészültek a részvízgyűjtők árvízvédelmi akcióprogramjai. Magyarország a 17 részvízgyűjtő közül négy Akciótervnek a készítésében vett részt és közülük két terv készítésének a koordinátora volt. Az egész Duna vízgyűjtő szintű tervezési tevékenységet is magyar szakértők koordinálták (először *Tóth Sándor*, később *Bakonyi Péter*). Magyarország számára nagyon fontos, hogy a részletes tervek kidolgozásában és megvalósításában továbbra is hasonló, vezető-koordinációs szerepünk legyen.

A hajózás feltételeinek javítása

A hajózás feltételeit a Duna több szakaszán, több országban – köztük Magyarországon – javítani kell az EU közlekedés-fejlesztési politikája szerint. Ezt a Duna Stratégia Akcióterve is tartalmazza.

Az éghajlatváltozás várható hatásainak figyelembe vétele

A Duna vízgyűjtő-gazdálkodási terve megállapítja, hogy az éghajlatváltozás jelei a Duna vízgyűjtőjén már jelentkeznek, de ahhoz, hogy konkrét intézkedéseket tervezzenek az éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodásra, még nincs elég adat a vízgyűjtő szintjén. Ezért jelenleg olyan intézkedéseket kell tervezni, hogy rugalmasan lehessen igazodni az éghajlatváltozás következtében változó feltételekhez.

Az Európai Unió vízhiánnyal és aszályal kapcsolatos kezdeményezései

Az elmúlt évtizedekben az aszályos időszakok száma, intenzitása és az aszály által okozott károk jelentős mértékben nőttek az Európai Unió tagállamaiban. Ezért az Európai Bizottság alapos elemzést végeztetett az európai vízhiánnyal és aszályokról. Az elemzések eredményei alapján akció-változatokat fogalmaztak meg a vízfelhasználás hatékonyságának növelése és a víztakarékosság érdekében, amelyeket a COM(2007)414 számú Közleményben hoztak nyilvánosságra.

Az aszály- és vízhiány (szárazság) által okozott problémák a Duna vízgyűjtő országaiban is jelentősek és a klímaváltozás következtében a helyzet tovább romolhat. A problémák jelentős részét a vízgyűjtőn osztozó országok csak közösen tudják megoldani. Ezért a Duna vízgyűjtő országainak fontos, közös érdeke az, hogy az EU aszály- és vízhiány- kezelésre vonatkozó kezdeményezéseit beépítsék a Duna Stratégiába.

A COM(2007)414 számú Közleményben megfogalmazott intézkedések végrehajtásához kidolgozott Munkaprogram (SEC(2008)3069) hét intézkedés csoportot tartalmaz. A legfontosabb intézkedések a következők:

- Vízszolgáltatások helyes árazása
- Támogatások hatékonyabb elosztása
- Aszálykockázat kezelés fejlesztése
- Új vízellátó infrastruktúrák kialakítása
- Víz-hatékony technológiák és gyakorlat alkalmazása
- Víz-takarékossági kultúra kialakítása
- Információ és adatgyűjtés fejlesztése

A Duna Stratégia keretében a vízgyűjtőn osztozó országoknak olyan nemzeti, illetve a vízgyűjtő szintű intézkedéseket követelő ügyekben nemzetközi aszály- és vízhiány-kezelési intézkedéseket tartalmazó terveket kell kidolgozniuk, amelyek az előbbi intézkedések kombinációt tartalmaznak. Ez azt jelenti, hogy megtesznek mindent annak érdekében, hogy a vízigényeket a jelenlegi vízkészletekből elégtésük ki (víztakarékosság, hatékonyabb vízfelhasználás stb.), és akkor terveznek új vízellátó infrastruktúrákat (vízátvezetéseket, duzzasztóműveket, víztározókat stb.), ha az egyéb, ésszerűen és költség-hatékonyan alkalmazható lehetőségek kimerültek.

Magyarország részvétele a Duna Stratégia vízvédelmi és vízgazdálkodási programjaiban

A vízgazdálkodási és vízvédelmi feladatok legnagyobb része a Duna Stratégia Akciótervének tizenegy prioritási területéből kettőhöz tartozik:

- 4. prioritási terület: a vizek állapotának helyreállítása és megőrzése
- 5. prioritási terület: a környezeti kockázatok kezelése

Magyarország számára az előbbi prioritási területek különösen fontosak, ezért nagy jelentősége van annak, hogy Szlovákiával közösen elnyertük a 4. prioritási terület, Romániával közösen pedig az 5. prioritási terület Duna vízgyűjtő szintű társkoordinátorainak szerepét. Ez nagy lehetőséget biztosít abba, hogy hatékony, jó koordinációval sokat tegyünk annak érdekében, hogy Magyarországnak a vízgyűjtő többi országától függő vízgazdálkodási problémái az EU pénzügyi támogatásával úgy megoldódjanak, hogy közben a vízgyűjtő többi országa is elégedett legyen az eredménnyel. Ahhoz, hogy ezeknek a prioritási területeknek, valamint egyes akcióknak és projektjeiknek a koordinációját a társkoordinátor országokkal együtt eredményesen elvégezzük, biztosítani kell a szükséges pénzügyi és személyi feltételeket. Ez remélhetőleg meg fog történni.

A Duna Stratégia Akciótervének eddigi változataiban az előbbiekben ismertetett szempontokat és alapelveket általában figyelembe vették, de az aszály- és szárazság kezelés, valamint a vízkészletgazdálkodás az Akciótervben nem szerepel megfelelő súllyal. Ezen a helyzeten a magyar koordinátorok majd remélhetőleg segíteni tudnak.

A vizek állapotának helyreállítása és megőrzése prioritási terület

A Duna vízgyűjtőjének van több olyan jelentős vízgazdálkodási kérdése, amelyet a vízgyűjtőn osztozó országok csak közösen tudnak megoldani. A Duna vízgyűjtő-

tőn osztozó országoknak a vízgazdálkodás területén jelenleg az egyik legfontosabb, stratégiai jelentőségű feladata a Duna Vízyűjtő-gazdálkodási Tervében meghatározott intézkedési programok megvalósítása a vizek jó állapotának biztosításához. Ez a prioritási terület elsősorban ezeknek az intézkedési programoknak a megoldását szolgáló akciókat és projekteket fogja tartalmazni.

Magyarország a Duna vízgyűjtőjén osztozó országok közül a határokon átnyúló, nemzetközi vízgazdálkodás szempontjából az egyik legnehezebb, legbonyolultabb, különleges helyzetben lévő ország:

- Az ország felszíni vízkészleteinek több mint 90 százaléka külföldről érkezik, a vízgyűjtőn felettünk lévő országok hidrológiai viszonyaitól és a területükön végzett emberi tevékenységektől függ az, hogy Magyarország területére mekkora vízmennyiség érkezik és annak milyen a minősége.
- A Duna egész vízgyűjtőjén 11 jelentős, határokon átnyúló felszínalatti vízbázist azonosítottak, amelyek közül hét vízbázison Magyarország osztozik más országokkal.
- Magyarországnak hét országgal van közös határvonala, és közöttük van olyan ország (Románia), amely a Duna vízgyűjtőt tekintve felvízi és alvízi ország is, Mind a hét szomszédos országgal jók a vízgazdálkodási kapcsolataink. Minden országgal hosszú ideje érvényes és jól működő határvízi egyezményünk, határvízi bizottságunk és együttműködésünk van, és ezek már aktív szerepet játszottak a vízgyűjtő-gazdálkodási terv készítésében is. Így közvetítésünkkel a Duna Régió Stratégiához csatlakozott 14 ország közül 8 ország közvetlenül is együttműködik.

Magyarország számára az Akciótervben ezen a prioritási területen megfogalmazott legtöbb akció és projekt fontos, de különösen jelentős a Duna hordalékmérlegének kiegyensúlyozása.

A környezeti kockázatok kezelése prioritási terület

Az éghajlatváltozás, az árvizek, az aszály, a vízhiány, az egyéb természeti katasztrófák és a baleseti szennyezések egyre nagyobb kockázatot és súlyos károkat jelentenek. Ezek kezelésének lehetőségeivel és módszereivel foglalkozik ez a prioritási terület, amely nagy súlyt helyez a környezeti szempontokra, de ugyanakkor a gazdasági és szociális célok teljesítését is lehetővé teszi.

Integrált vízgazdálkodást kell megvalósítani, ami azt jelenti, hogy a szükséges intézkedések végrehajtásával biztosítani kell a Víz Keretirányelvben előírt környezeti célkitűzések elérésén kívül a társadalom vízigényeinek, (az EU terminológiája szerint a vízhasználatoknak és vízi szolgáltatásoknak) megfelelő gazdasági és szociális célok elérését is.

A vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés sokféle szempont szerinti integrálást kíván. Egyik ilyen szempont a vízpolitika különböző elemei szerinti integrálás. A kilencvenes években a szárazföldi és tengerparti vizek védelme, a vizek állapotának javítása és megőrzése volt a fő célja az Európai Unió víz-politikájának. Ennek a víz-politikának az érvényesítéséhez léptették hatályba a Víz

Keretirányelvet, amely kötelezővé tette a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezést és a vizek jó állapotának biztosítását 2015-ig. A 2000-es évtized elejének jelentős károkat okozó európai árvizei és aszályai az árvíz-kockázat- és aszály-kezelésre terelték a figyelmet és ezekkel bővült az EU víz-politikája. Ennek első fontos eredménye a politika új elemeinek érvényesítésére szolgáló eszközök kidolgozása, az árvíz-kockázat kezelésre vonatkozó irányelv érvénybe léptetése, valamint az aszály és vízhiány kezelésre vonatkozó közlemény és munkaprogram nyilvánosságra hozása volt. A víz-politika további bővülését mutatják az EU éghajlatváltozással kapcsolatos új kezdeményezési és a tengervizek védelmét szolgáló keretirányelv hatályba lépése is.

Magyarország számára az Akcióterv eddigi változataiban, ezen a prioritási területen megfogalmazott legtöbb akció és projekt fontos, de különösen jelentős a nemzetközi árvíz-kockázat kezelési, aszály- és szárazság-kezelési tervezés és a Tisza Integrált Vízyűjtő-gazdálkodási tervében megfogalmazott intézkedések részletes tervének elkészítése, valamint a Nemzetközi Tisza Vízyűjtő Bizottság létrehozása.

Az EU Duna Régió Stratégiája kidolgozásának folyamata

A Stratégia kidolgozásáért az Európai Bizottság részéről a Regionális Politikai Főigazgatóság (General Directorate for Regional Policy) a felelős. A Stratégia prioritásainak meghatározását és az Akcióterv első változatának kidolgozását a társadalom széleskörű részvételével végezték. A konzultációs dokumentum, valamint a Duna vízgyűjtő országaitól beérkezett hozzászárulások a Stratégiához a Regionális Politikai Főigazgatóság (General Directorate for Regional Policy) honlapján megtalálhatók:

http://ec.europa.eu/regional_policy/cooperation/danube/index_en.htm

és a Hidrológiai Társaság honlapjáról is letölthetők. Ezekből megállapítható, hogy a Duna vízgyűjtő országaiknak kormányai sok prioritásban egyetértenek, de a részletekről és egyes prioritások súlyáról a véleményeik esetenként eltérőek.

A konzultáció alapján a Regionális Politikai Főigazgatóság kidolgozta és kormányközi egyeztetésre bocsátotta az EU Duna Régió Stratégiája prioritásait és Akciótervét, amelyet a magyar elnökség ideje alatt elfogadtak az EU különböző illetékes testületei.

A magyar Kormány a Duna Stratégia ügyét fontosnak tekinti. A Stratégia kidolgozásában való magyar részvételt *Barsiné Pataky Etelka*, az EU Duna Régió Stratégia kormánybiztosa irányítja. Munkáját Kormánybiztosi Titkárság segíti. A főhatóságoknál is miniszteri biztosok és bizottságok foglalkoznak a Stratégia készítés folyamatában való részvétel feladataival.

IRODALOM

- European Union (2011) Strategy for the Danube Region – Action Plan
- European Union (2010) Strategy for the Baltic Sea Region – Action Plan
- ICPDR (2010) Danube River Basin District Management Plan
- ICPDR (2009) Action Programme for Sustainable Flood Protection in the Danube River Basin
- ICPDR (2009) Towards an Integrated Tisza River Basin Management

Történelmi változások, hiedelmek és félreértések a vizekkel kapcsolatos vélekedésekben

DR. MARTON LAJOS

Napjainkban világszerte megnőtt az érdeklődés az édesvízkészletek iránt, mivel az emberiség mindennapi ivóvízének biztosításához szükségesek. Meglepően sokan kezdenek ezzel a kérdéssel foglalkozni, az érdeklődés azonban nagyon szerteágazó aspektusokat érint, a környezetvédelemtől az egészségügyön, beruházási és fejlesztési politikán át a műszaki és tudományos vonatkozásokig. A kérdések tucatjai tartoznak ebbe a kérdéscsoportba, és éppen ezért sokféle szempontból vizsgálhatók. Mivel a témával tudományosan elsősorban a hidrogeológia foglalkozik, a következőkben ennek a tudományágnak a szemszögéből kívánjuk néhány tapasztalt jelenségre a figyelmet felhívni.

A hidrogeológiai irodalom terminológiai eltérései

Magyarországon a 20. század történelmének viharai a tudomány területén is zavarokat okoztak. Az egyik probléma abból származott, hogy kényszerűségből betagoztunk egy olyan világrendszerbe, amely a hidrológiai tudomány területén más terminológiai és jelölési fogalmakkal dolgozott, mint a másik, jóllehet önmagában koherens volt. Az eltérések a szélesebb nemzetközi kapcsolatokban állandó zökkenéseket eredményeztek, nem is szólva arról, hogy nagymértékben zárt és elszigetelt rendszer maradt.

A hazai és nemzetközi irodalomban használt megnevezések összehasonlításakor már a vizek eredet szerinti csoportosításánál is jelentős eltéréseket találunk. A „vadózus víz” megnevezés mást jelent a magyar és mást az angolszász nyelvű szakirodalomban. A terminológiát a volt Szovjetunió gyakorlatából vettük át, miszerint „a vadózus víz jelenti a földi vízkészlet gyakorlatilag teljes mennyiségét”. Ezzel szemben az „International Glossary of Hydrogeology” (UNESCO, Paris, 1978) definíciója szerint a „vadózus víz a telítetlen zónában jelen lévő víz” (any water that occurs in the unsaturated zone). A kétféle értelmezésből baj ugyan nem származik, de zavaró.

A két világrendszer több más vonatkozásban is eltérő megnevezéseket és fogalmakat használt. A tranziens, nem állandósult áramlás alapvető hidrogeológiai paramétere az angol nyelvű irodalomban a *hidraulikai diffúzivitás* (hydraulic diffusivity), amelyet a transzmisszivitás és a tárolási tényező, (vagy a szivárgási tényező és a fajlagos tárolási tényező) viszonzszámaként értelmeznek, és használatát a kifejezésekben *diffúziós egyenletnek* nevezik, de nálunk ez utóbbi szóhasználat nem honosodott meg. Dimenziója [L^2T^{-1}], jelölése:

$$a = \frac{Kh_{köz}}{S} = \frac{T}{S} \quad \text{vagy} \quad a = \frac{K}{S_0}$$

Az orosz nyelvű irodalomban azonban szabad tükrű vízáadó esetében a *vízszintvezetési együttható* (koefficient

urovnyeprovodnosztyi), nyomás alatti vízádónál a *nyomásvezetési együttható* (koefficient piezoprovodnosztyi) fogalmát használják ugyanabban az értelemben, de más jelölésekkel, dimenziójuk természetesen szintén [L^2T^{-1}], mértékegységük m^2/s . Ezek a fogalmak érthetőbbek és kifejezőbbek, mint a „diffúzivitás”, s a magyar hidrogeológiai irodalomban az utóbbi, az orosz típusú terminológia használata terjedt el.

Az orosz nyelv iránti érthető általános ellenszenv miatt a magyar szakemberek nem olvastak eredetiben szovjet szakirodalmat, a nyugati országok szakirodalmához pedig nehéz volt hozzájutni, így számos új eredmény kimaradt a felsőfokú oktatás tematikájából. De ez természetes is, egyiket nem szerettük, a másikhoz meg nem értünk hozzá.

Miközben nem oktatták az áramlási rendszerek elméletét, nem vették észre, hogy amikor a vízhozam növelése érdekében a kútban egyszerre több réteget beszűrőzték, ezzel jelentős átfejtődési folyamatokat generáltak, ami a leáramlási területeken elősegítette a szennyeződés folyamatos lejutását, feláramlási területeken pedig a víz vegyi összetételének megváltozását. Ha az átiszivárgás a rétegek között természetes körülmények között száz vagy ezer éveket vett volna igénybe, a többszörös rétegmegnyitással ezt az időt hónapokra vagy évekre lerövidítették.

Nem szerencsés, hogy a felszín alatti vizek nevezéktanában némely esetben homlokegyenest mást értünk egyes fogalmakon, mint az EU országaiban. Kifejezetten zavaró volt, hogy nálunk a szovjet mintára kialakított nevezéktan szerint az ún. „K” tényező a permeabilitást [L^2] jelentette, nyugaton viszont szivárgási tényezőt [LT^{-1}], és fordítva, ugyanez a helyzet a „k”-val, amely nálunk eredetileg a szivárgási tényező jelölése, amott pedig a permeabilitásé.

Az 1980-as évek óta párhuzamosan, a szerzők ízlése szerint már mindkét jelölési rendszert használni kezdték, ami esetenként zavart okozott. A rendszerváltás után azonban, a hidrológiai témák iránti növekvő érdeklődés során egyértelműen a nyugati nevezéktan kezdtek használni, az angol nyelvű fogalmak szó szerinti fordításával, így aztán olyan új magyar megnevezésekkel találkoztunk, mint a „hidraulikus vezetőképesség” [LT^{-1}], ami ugyan korrekt, de alkalmazói nem tudják, hogy ezt magyar nyelven már régen szivárgási tényezőnek nevezzük. Néhány éve még olyan szó szerinti fordítást is olvashattunk, mint „effektív stressz”, aminek magyarul „hatékony feszültség” az elfogadott neve. A fordítási hibák továbbra is szedik áldozataikat. Még 2009-ben is elfogadtak egyik egyetemünkön olyan PhD értekezést, amelyben a specific yield” (S_y) paramétert szerzője „a talajra jellemző fajlagos hozam”-nak nevezi, melynek dimenziója [L^3T^{-1}] lenne, holott annak ma-

gyar neve „szabad (vagy aktív) hézagterefogat” és dimenzió nélküli mennyiség. Az angol név a meghatározás módját őrzi, a pórusokból leürülő víztérfogat alapján nevezték el.

Van olyan gondunk is, amelyért kizárólag magunk vagyunk felelősek (Somlyódy, 2002, p. 30.) a következőket írja: „A magyar tudományfejlődés során kialakult és általánosan használt talajvízfogalom mellett, hogy egyértelműen nem definiálható, napjainkra súlyos félreértések forrásává vált... A fogalmi pontatlanság oda vezetett, hogy ma már éppen a termőtalajban lévő vizet nem nevezzük talajvíznek, hanem kénytelenek vagyunk talajnedvességnek titulálni.”

A magyar műszaki nyelvben meghonosodott szóhasználatban az angol „groundwater” megnevezést nem szabad szó szerint „talajvíz”-ként fordítani, mert az túlnyomórészt a felszín alatti víz fogalmát jelenti.

A politika és a geodéziai mérések

A tereptárgyak, létesítmények és a vízszintek relatív és abszolút magasságának mérésével a geodézia foglalkozik. Magyarországi sajátosság, hogy a történelmi és politikai változások még a geodéziai mérések folyamatos idősorait is megzavarták. Az első országos szintezést a bécsi Katonai Földrajzi Intézet végezte 1873–1913 között. Alapszintnek az Adriai-tenger középszintjét választották, amelyet a trieszti Molo Sartorio mércéjén 1875-ben határoztak meg. Később újra megmérték a középvízszintet, amely 9 cm-rel eltért az előzőtől, ezért új alapszintet kellett választani. Az ország geológiai szempontból legállandóbb pontjaként a Velencei-hegység gránitját tekintették, ezért bevezették a *nadapi alapszintet*. A Nadap főalappont tengerszint feletti magasságát az 1888-ban végzett mérés alapján 173,8385 m-ben állapították meg. Ez azt jelenti, hogy a magasság nem a tengerhez képest, hanem egy képzeletbeli felülethez viszonyítva értendő, amely 173,8385 méterrel van a nadapi jel alatt. Ennek ellenére a jelölése mAf (méter Adriai szint felett) volt. Később hét főalappontot létesítettek a további mérések megsegítésére. Ezek közül a mai Magyarország területére csak a nadapi csik, ezért mind az 1921-es, mind pedig az újabb, 1949-ben kezdődött országfelmérésnél ebből kellett kiindulni.

1953-ban a nadapi alapszintről áttértünk a kelet-európai, az ún. Balti (kronstadti) alapszintre, amely 0,6747 m-rel magasabban van, mint a nadapi alapszint. Ezért az átszámítás módja: mBf = mAf – 0,675. A Nadap főalappont (nadapi ősjegy) magassága így 173,1638 m, a balti alapszinthez viszonyítva. Ez sok gondot okozott a vízügyi létesítmények építésénél, zavarok és tévedésből származó hibák jelentkeztek, többek között a vízszintek észlelési adataiban.

Magyarország Mélyfúrású Kútjainak Katasztere I. és II. kötete 1963-ban jelent meg, ebben a kutak tengerszint feletti magasságát túlnyomórészt az Adriai, kisebb részben (az újabbakat) a Balti tenger szintjéhez viszonyítva adták meg. A III. kötet (1966) kezdődően az összes kút terepmagassága Balti szintben van megadva, de ahogyan az előszóban írják: „szándékosan csak méter

pontossággal közöljük, kerekítés nélkül”. Ez azt jelenti, hogy a tizedespont utáni magasság lemaradt, akkor is, ha az 99 cm-re végződött, így a hiba szélső esetben megközelíthette az 1 métert is. A pontosabb adatokat csak a kutak Hidrogeológiai Naplóiban lehetett megtalálni, amelyekben viszont néhány cég még az 1970-es években is a nadapi alapszintet használta, s a magasságot mAf-ben adta meg.

A hidraulikus gradiens

A gradiens valamely skaláris mennyiség értékváltozásának helytől függő mértéke, azt fejezi ki, hogy mennyit változik a mennyiség egy adott pontból történő egységnyi távolságú elmozdulás alatt. A USGS definíciója szerint „a hidraulikus gradiens (hydraulic gradient) a nyugalmi nyomás változása egységnyi távolságon az adott irányban” (*International Glossary of Hydrogeology, Paris, 1978*). Folyók esetében ezt általában az 1 km-es szakaszra eső vízszintesítés formájában fejezzük ki. A hidrogeológiában hasonlóan értelmezzük a horizontális gradienseket. A vertikális gradiens pedig azt mutatja meg, hogy a vízszint vagy a nyomásszint mennyit változik egységnyi vertikális hosszúság mentén. A hidrogeológiai gyakorlatban általában a hosszúság dimenzióban kifejezett potenciál értéket használjuk számításainkban, ilyen esetben a gradiens dimenzió nélküli (pontosabban L/L dimenziójú) mennyiség.

A hidraulikus gradiens számítása alapértelmezés szerint az „1” helyen mért magasság és a „2” helyen mért magasság különbségének és a távolságnak a viszony-száma:

$$i = \frac{h_1 - h_2}{l}$$

A gradiens számítása triviálisan egyszerű, esetenként azonban félreérthetően hivatkozhatnak annak előjelére. Ha egy leáramlási területen a kutak vízszintkülönbségei alapján meghatározzuk a vertikális gradienst, akkor az alapértelmezés szerint pozitív értéket kapunk. Ugyanakkor a mértékadó magyar szakirodalomban eddig a *pozitív* nyomásgradiens a *felfelé* irányuló vízmozgást jelentette, és fordítva, *negatív* nyomásgradiens alatt *lefelé* történő szivárgást értettek. A zavart az okozza, hogy a Darcy-törvény általánosított formájában a szivárgás sebessége (avagy az egységnyi felületen áthaladó fajlagos q vízhozam)

$$v_z = q_z = -K(dh/dz)$$

formát kap, ahol

K a szivárgási tényező,

$i_z = dh/dz$ hidraulikus gradiens.

A sebességvektor kifejezésben a negatív előjel azt fejezi ki, hogy a víz a magasabb potenciálú helyről az alacsonyabb potenciál irányában mozog. A pozitív előjelű dh/dz gradiens tehát csak a sebességvektor számítása során kap negatív előjelet. Hogy a kialakult szóhasználat érvényben maradjon, újabb kísérletek történnek arra, hogy másként értelmeznék a gradiens számításának

módját, nevezetesen az $i = (h_2 - h_1)/l$ definíciót adnák meg, ami más előjelet eredményezne (lásd: Wikipédia, Hydraulic head címszó alatt).

Szabatosabb értelmezés lenne, ha a lefelé történő szivárgást negatív sebességvektorral ($-v_z$), a felfelé irányuló vízmozgást pozitív sebességvektorral ($+v_z$) jellemeznék.

Nagymélységű hidrotermás rendszerek kutatása és a kőolajkutatás területén a nyomásgradiens fogalmát használjuk, amit MPa/km (vagy egyes szerzőknél Pa/m) mértékegységben fejezünk ki. (Mivel $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = \text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$, ennek dimenziója $\text{M L}^{-1} \text{T}^{-2}$, a nyomásgradiens dimenziója $\text{ML}^{-2}\text{T}^{-2}$). A szóhasználatban a megkülönböztetés azért történik, hogy az előbbi esetben hidraulikai gradienst, utóbbi esetben nyomásgradienst mondunk.

Hiedelmek és félreértések a hidrogeológiában

Egészen a 20. század közepéig a mérnökök munkájuk során a vízmozgás mérhető tartományaival találkoztak. A laboratóriumi kísérletek során jól látható méretekkel és néhány napos, esetleg hónapos mérési időtartammal dolgoztak. A múlt század első fele jól ismert módon a kúthidraulika „aranykora” volt, sok száz és ezer helyszíni kísérlettel alátámasztva, amelyek során mérni tudták a vízadó rétegbe mélyített kút vízhozamát, s meg tudták határozni a réteg paramétereit. Amikor azonban elkövetkezett a regionális méretű és több évtizedig tartó vízkivételek időszaka, a geológiai időléptékű jelenségek sorával kezdtek szembekerülni. Kiderült, hogy az az üledékes kőzet, amely vízzáróként működik a mérnöki létesítményeknél, korántsem tekinthető vízzárónak medence méretű kiterjedésben és geológiai időskálán. Ha egy agyagnak nevezett képződményben a víz évente néhány millimétert halad, azt mondjuk, hogy az vízzáró, hiszen szinte mérni sem lehet a napi század milliméternyi haladást. Miután 50 évvel ezelőtt egy vastag (többször 10 méteres vastagságú) agygréteget teljesen vízzárónak minősített a mérnöki közgondolkodás, meglepődünk, ha valaki azt állítja, hogy az mégsem egészen vízzáró.

Amikor a szemünknek se hiszünk

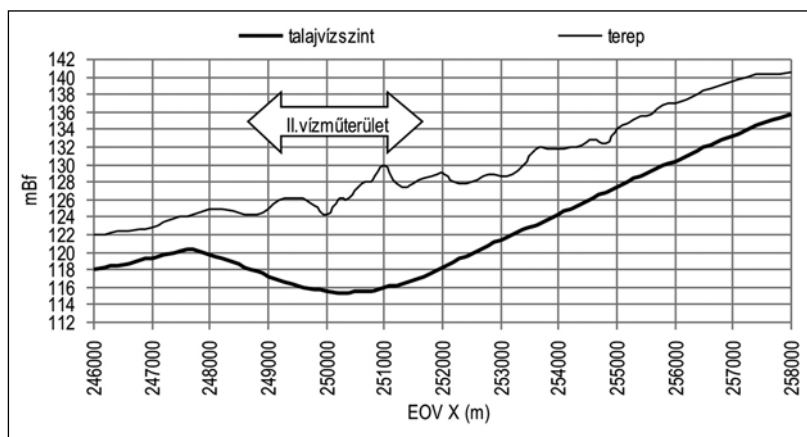
A 90-es évek közepén kiderült, hogy a Debreceni Nagydőben létesített II. vízmű kútjainak túlszivattyúzása

eredményképpen, a felszínig kiható leszívás miatt, egy 5–6 m mély talajvíztekő alakult ki. A csapadék kevés volt abban a periódusban, ehhez járult a szivattyúzás hatása, így a talajvíz 12–14 m mélyre szállt, onnan már nem tudtak csapadékszegény időben elegendő vizet kapni a fák. Ez sokkolta a szakma képviselőit, de hiába mutattuk be a geodéziai mérések alapján szerkesztett 1. ábrát, (Marton, 2009, p. 449.), az nem győzte meg a kételkedőket.

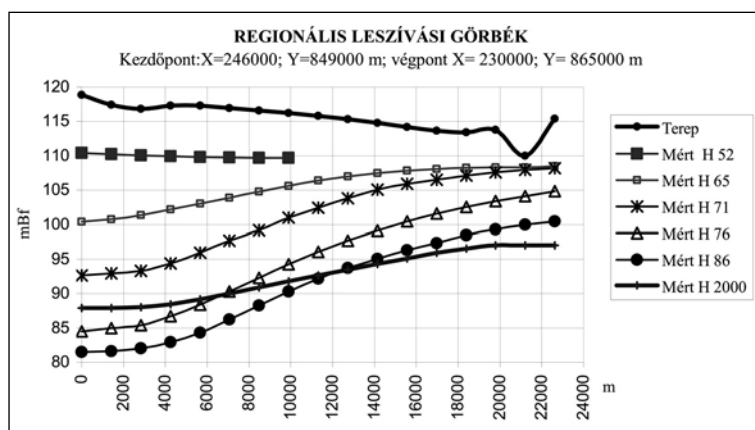
Néhány diplomás mérnök is tagadja a 150–180 m mélységek között történő szivattyúzás felszínig terjedő depressziós hatását, mondván, hogy egy 40 méter vastag vízzáró agyagon nem lehetséges semmiféle vízátzivárgás. A tekő alakulását azonban nem tudják magyarázni, márpedig nyilvánvaló, hogy ilyen állandósult térbeli felületet magában a gravitáció hatására a víz soha és sehol nem vehet fel.

Az utánpótlódás kérdése

Magyarországon az 1986–89-es évek csúcstermelése után az 1990-es évek közepétől kezdődően folyamatosan csökkent a közüzemi rétegvíztermelés mértéke. Debrecenben a pleisztocén rétegekből kitermelt évi 25 millió m^3 -ról mintegy 16 millió m^3 -re esett le, és hasonló arányban csökkentek az ipari vízkivételek is. Szeged térségében a 600–700 m vastag pleisztocén üledékek képezik a város ivóvízbázisát. A pleisztocén összesen 15–20 közép- és durvaszemcsés vízadó homokréteget tartalmaz, amelyeket a vízműutak 150–550 m mélységközben csapolnak meg. A víztermelés Szegeden 1991-ben érte el csúcspontját több mint 25 millió m^3 -rel, azóta fokozatosan csökken, 2007-re már 14 millió m^3 volt (Molnárné, 2007). Hasonló víztermelés-csökkenés ment végbe az ország más településein is. A víztermelés ütemének mérséklődése mindenhol a nyugalmi vízszintek emelkedését eredményezte. Ezt a potenciometrikus emelkedést sokan utánpótlódásként értelmezik, és annak is nevezik, sőt hidrológiai szaklapban még azt is olvashattuk, hogy „a vízutánpótlódás üteme jelenleg gyorsabb, mint amennyi vizet kivesszünk a rétegekből” (Molnárné, 2007, p. 56.). A jelenség azonban bonyolultabb annál, hogy egyszerűen utánpótlódásnak lehetne nevezni.



1. ábra. Debrecen: a talajvíztükör helyzete 2001 őszén az $Y=845\,000 \text{ m}$ -es szelvényben



2. ábra. Regionális leszívási görbék az Alföld fő pleisztocén vízadó rétegében, 1952–2000

Először a fogalmakat kell tisztázni. Utánpótlódás (groundwater recharge) definíció szerint az időegység alatt az aquiferbe visszaáramló vízmennyiség, amely a vízadó készletét növeli (water added to an aquifer), azaz a kitermelt víz helyébe új hozamként érkezik, dimenziója: L^3T^{-1} . Az utánpótlódás mértékegysége tehát m^3/s , ami a csapadékból vagy egy másik rétegből vagy folyóból való átszivárgásból származhat. A vízszint (hydraulic head) és annak emelkedése viszont hosszúság-dimenziójú $[L]$ mennyiség. A vízszintemelkedést tehát nem lehet utánpótlódásként értelmezni, már csak a dimenziók eltérése miatt sem, az egészem más okok miatt következik be.

Ma már ismert, hogy a többszintes alföldi tározó rendszerekben a vizek kora több ezer éves, és tudjuk, hogy a 150–500 m mélységű pleisztocén vízadó rétegekbe 10–20 ezer év vagy akár hosszabb idő alatt jutott le a csapadékvíz, amint azt az izotóphidrológiai vizsgálatok bizonyították. Legújabbban részletes hidraulikai számítások alapján is megismerhetjük ezeket a geológiai időskálájú vízmozgásokat (Marton, 2011). Logikai alapon is belátható, hogy ha kitermeljük egy 10 ezer éves víz bizonyos mennyiségét, az nem fog egy-két év alatt visszapotlódni, jóllehet a vízszintemelkedés gyorsan bekövetkezik. Nem fog rövid idő alatt utánpótlódni, mivel az új víz általában agyagrétegeken keresztül tudja az aquifert elérni, annak pórusbeli vonalmenti szivárgási sebessége pedig 10^{-10} – 10^{-9} m/s nagyságrendű. Mi történik hát a vízadóban, ami ezt a hatást kiváltja? A jelenség lényegét legjobban egy kimért eset példáján keresztül érthetjük meg.

A 2. ábrán szemléltetjük egy hidraulikai szelvényt EOV koordinátákkal, amely Debrecen és Létavértes települések közötti potenciometrikus szintek alakulását ábrázolja 1952-től 2000-ig.

A két legszűkebb görbe az 1976. és 1986. évben mért leszívási szinteket mutatja, a 2000. évi állapotról azonban a vastagabb vonallal ábrázolt és más alakú görbe tájékoztat. Látható, hogy a debreceni vízkivételi zónában jelentősen emelkedett a nyugalmi potenciometrikus szint, de 13 km távolságban, illetve attól távolodva a vízszint (energiaszint) tovább süllyedt, mélyebbre, mint a csúcsfogyasztás idején volt. A depressziós tölcser mélyebb részei töltődnek, a távolabbi szakaszokon azonban továbbra is csökkennek. Ugyanezt a jelenséget tapasztaltuk a Debrecen-Nyírgelse vonalon 1998-ban (Marton, 2009, p. 376). *Nem utánpótlódás történik*, a rendszerbe külső forrásból nem érkezik mérhető mennyiségű víz, hanem a közlekedő edények törvénye szerinti *kiegyenlítődés* megy végbe a vízszintekben. A hidraulikai viszonyoknak ilyen alakulása a rétegzett medencén belüli kontinuitás fényes bizonyítéka.

IRODALOM

- Marton L. (2009): Alkalmazott hidrogeológia. ELTE Eötvös Kiadó, 626 p. Budapest.
- Marton L. (2010): Alföldi rétegvizek potenciometrikus szintjeinek változása. II. Hidrológiai Közlemény 90 (2): 17–21.
- Marton L. (2011): Felszín alatti vizek hidraulikai vizsgálata az Alföldön radiokarbon korok ismeretében. Hidrológiai Közlemény 91 (3), (sajtó alatt).
- Molnár S.-né Kiss Á. (2007): Szeged ivóvíztermelő kútjainak nyugalmi vízszint alakulása a víztermelés tükrében. Hidrológiai Tájékoztató, 55–56.
- Somlyódy L. (2002): A hazai vízgazdálkodás és stratégiai pillérei. In: A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései, Ed. Somlyódy, MTA, Budapest.

Felszín alatti áramlások a víz körforgalmában és a földtani folyamatokban

MÁDLNÉ DR. SZÓNYI JUDIT

ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék
1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/c

Bevezető gondolatok

Közhely talán, mégsem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy a víz lételemünk és sorsunk megrentője is egyben. Társadalmi szinten mégsem fordítódik a kérdés súlyával arányos figyelem a vízhez kötődő tudományos kutatásra, a fenntartható vízgazdálkodás tudományos megalapozására. Ezért tartom kivételes lehetőségnek, hogy a témakör a Mindentudás Egyetemén 2011. február 11.-én megtartott előadásommal széleskörű publicitást nyert.

A felszíni vizek „az értől az óceánig” a szemünk előtt zajló útról hallhattunk néhány évvel ezelőtt Somlyódy László akadémikus előadásában a Mindentudás Egyetemén.

A felszín alatti régió, a litoszféra fluidumainak dinamikája a legtöbb ember számára egyáltalán nem kézzelfogható, eltekintve talán a karszthegecségek barlangi partakjaitól. Azt is csak kevesen tudják, hogy a vízmozgás a felszín alatt többnyire a kőzetek pórusaiban, hasadékaiban történik, ahol a víz évenként centiméteres, méteres távolságot tesz meg. Pályám kezdete óta a felszín alatti vizek tudományán, a hidrogeológián belül ez a fizikai törvényeken alapuló dinamika érdekelt. Felismertem, hogy e mozgás megértése alapvető jelentőségű a hidrogeológia összefüggések-folyamatok megválaszolása szempontjából.

Ennek szellemében előadásomban a felszín alatti vizekre összpontosítottam figyelmemet. Azt igyekeztem bemutatni, hogy miért fontosak a felszín alatti vizek, választ kerestem arra, hogy mozgásuk mintázata követ-e valamiféle szabályszerűséget. Végezetül próbáltam megválaszolni, hogy e szabályszerű mozgásnak milyen hatá-

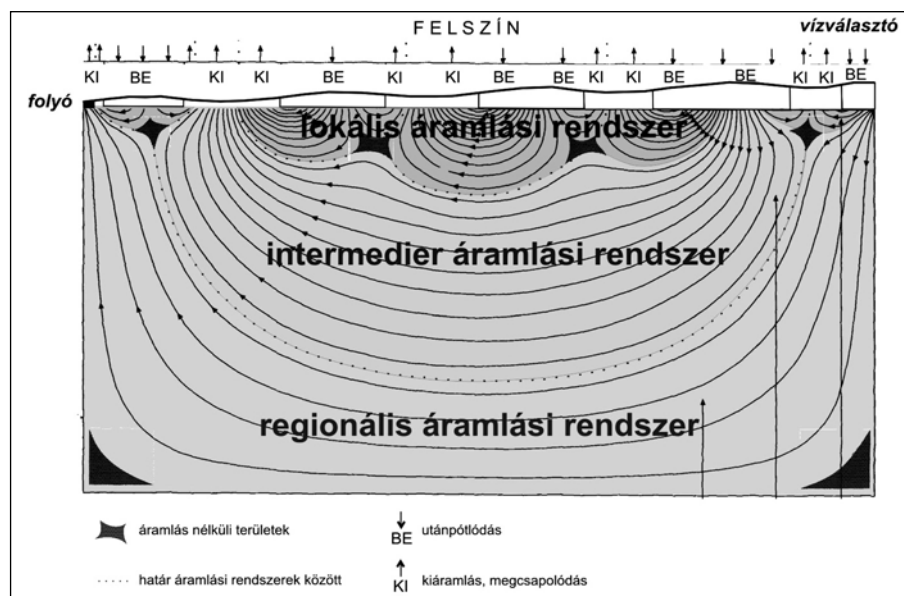
sa van a felszíni és felszín alatti környezetre és milyen következményekkel jár mindennapi életünkre. Tanulmányomban csak a két utóbbi témakört érintem.

A felszín alatti vizek mozgásának medenceléptékű törvényszerűségei

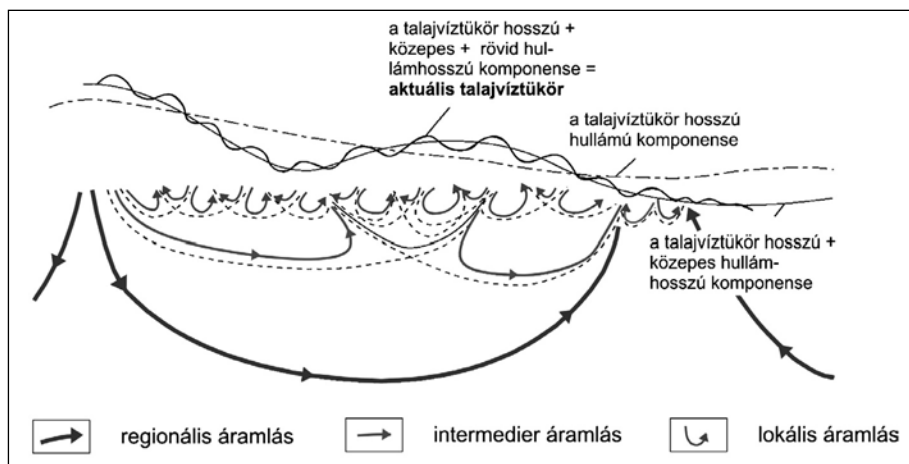
Az 1990-as évek végére kialakult, a korábbi artézi paradigma helyére lépő dinamikus hidrogeológiai szemlélet szerint a vizek, még általánosabban a fluidumok, a felszín alatt különböző hajtóerők által befolyásolva, folyamatos mozgásban vannak. A kőzetek vízvezető-képességi paraméterei e mozgást nem gátolják meg teljes egészében – mint ahogyan ezt az artézi szemléletben feltételezték, – hanem csak a hajtóerők szerepét módosítják.

Az üledékkel kitöltött medencékben az uralkodó víz-hajtóerő a folyókat mozgó gravitáció. Kitüntetett szerepű ebben a talajvíztükör, mely többé-kevésbé követi a térfelszín magasság különbségeit. Alatta a pórusokat teljes egészében víz tölti ki. A talajvíztükör szintkülönbségei, a térfelszín magasság-különbségeihez hasonlóan mozgásba hozzák az alatta található vizet. Mégpedig úgy, hogy a víz a magasabb talajvíztükör, azaz, energiájú helyek felől az alacsonyabb talajvíztükör, energiájú helyek felé áramlik a pórusokon át a talajvízszint különbség kiegyenlítésére. De vízmozgást indukálhat a kompaktio, tektonikus kompresszió, a hőmérséklet és a koncentráció-különbség is a felszín alatt.

A gravitációsan hajtott vízáramlásokat kiemelve, a vízmozgás ezekben felszíni vízválasztók és folyóvölgyek közötti medencékre kiterjedő összefüggő áramlási rendszerekben történik. A kőzetekről az is kiderült, hogy vízát-



1. ábra. Hierarchikusan egymásba épülő felszín alatti vízáramlási rendszerek és felszíni hatásai (Tóth 1963 nyomán Engelen és Kloosterman, 1996)



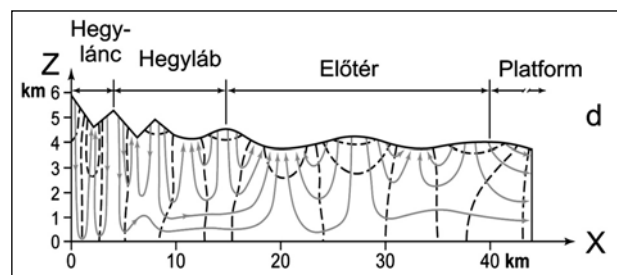
2.a ábra. Fourier-analízissel levezetett áramlások (Zijl, 1999)

eresztő képességük skálafüggő. Geológiai időléptékben és medencékben vizsgálva – mint már utaltam rá – az agyagos kőzeteken keresztül is lehetséges az átszivárgás. Az is látszik, hogy a vízáramok egy része mindössze néhány napot, mások viszont több ezer vagy akár millió évet is eltöltenek a felszín alatt. Fontos különbséget tenni a tekintetben, hogy ugyanezek az agyagos kőzetek rövidebb intervallumra – laborban elemezve mérnöki, építészeti célból – gyakorlatilag vízzáróként viselkednek.

A felszín alatti vízmozgás a gravitációs rendszerek utánpótlódási és megcsapolódási zónái között zajlik. E két folyamat azért is lényeges, mert a felszín alatti vizek ezek révén kerülnek kapcsolatba a vízkörforgalommal. Az *utánpótlódás* uralkodóan a csapadékból történik, melynek egy része a felszínen lefolyik, másik része viszont beszivárog a felszín alá. E folyamat a felszín és a talajvíztükör közötti vízzel nem kitöltött *telítetlen zónán* át zajlik, egészen addig, ameddig a víz eléri a talajvíztükört. De karszt-területeken a felszínen összegyűlt víz koncentráltan, *víznyelőkön* is bejuthat a felszín alá.

A felszín alatti áramlások végállomásán a víz kilépése a hidroszférába és az atmoszférába, többféle módon történhet. E jelenség összefoglaló neve *megcsapolódás*. Ez bekövetkezhet koncentráltan, forrásként, de hozzájárulhat egy tó, folyó vagy a tenger vízkészletének gyarapításához. A síkvidéki területeken a megcsapolódás a talajvíztükör párolgása és a növények párolgotatása révén zajlik.

A felszín alatti vízáramlások geometriájának bemutatásához tekintsünk egy hullámosan lejtő, homogén kőzetösszetételű medencét (1. ábra). A vízáramlási képet a felszín alatti vízmozgást leíró matematikai egyenletek alapján számított energia-closzlásból vezették le. Ebből derült fény arra, hogy a hullámzóan lejtő térfelszín és talajvíztükör energiakülönbségeinek köszönhetően különféle rendű áramlási rendszerek fejlődnek ki. A regionális rendszerek a fő vízválasztó és fő völgy között húzódnak, és hozzájárulnak a fővölgyben található folyó vízhozamához. A lokális áramlások a szomszédos helyi magas és mélypontok között alakulnak ki, míg az intermedier rendszerek a köztes magaslati és mélypontok között húzódnak. Az ábra figyelemre méltó üzenete, hogy a felszín alatti vízáramlások

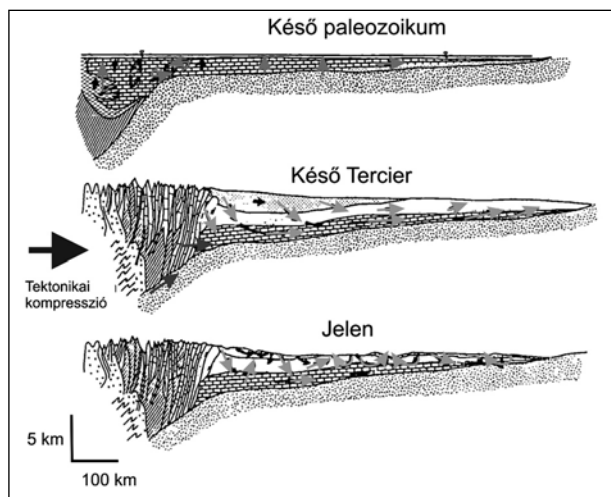


2.b ábra. Lánchegység és előtéri medence áramképe (Tóth, 2009)

utánpótlódási és megcsapolódási területei a *felszínen mozaikosságot* idéznek elő, és egymás mellett sorakoznak.

Az 1990-es években ezeket az egymásba épülő áramlási rendszereket Fourier-analízissel is levezették, mégpedig a talajvíztükör hosszú, közepes és rövid hullámhosszú összetevőiből. Ezzel független bizonyítékkal szolgáltak a gravitációs áramlási rendszerek talajvízszinthez köthető hajtóerejére és hierarchizáltságára vonatkozóan. Felhívom a figyelmet a szaggatott vonalakra, melyek a rendszerek közötti határokat, a minimális hajtóerők övezeteit, az áramlási holttereket jelzik (2.a ábra).

Ezek az elvi számított áramképek arra jók, hogy háttérrel adnak a valóságos, morfológiailag változatos, kőzettanilag heterogén és különböző éghajlati körülmények között található valós medencék vízáramlási rendszerének megértéséhez. Egy példát, a domborzat hatását kiragadva, az ábrán a kordillera típusú hegyvidéki területek áramképét látjuk. Ebből megérthetjük, hogy a lánchegységek mély helyi rendszereinek köszönhetően, az ott beszivárgó csapadékvíz gyakorlatilag a mély helyi völgyekben megcsapolódik. Annál is inkább, hiszen kisszögű fel-tolódási zónák el is választják ezeket egymástól. E vetők környezetében viszonylag nagy kiterjedésű „áramlási holtterek” fejlődhetnek ki, ahol minimális a vízmozgás és a szénhidrogének felhalmozódhatnak. Az előtéri medence és a csatlakozó síkvidéki területeken már inkább a helyi beszivárgás dominál, viszont az előtéri medencékben is megfigyelhető az áramlásmentes övezetek kifejlődése. E kérdés hévíz és szénhidrogén feltárás szempontjából is jelentős, akár itt a Kárpát-medencében is (2.b ábra).

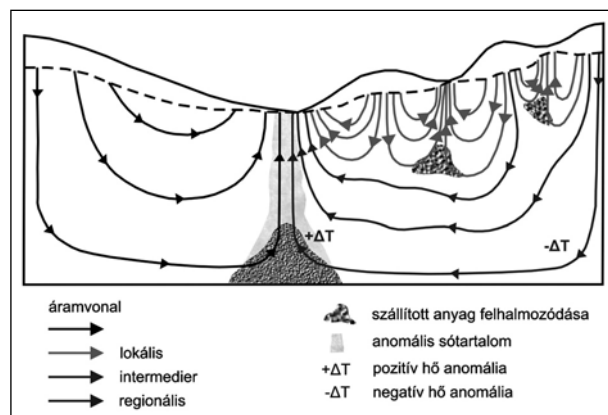


3. ábra. A földtani fejlődés és a folyadék-hajtóerők hatása a vízáramlásokra (Garven, 1989 nyomán)

A Nyugat-kanadai üledékes medence fejlődéstörténeti ábrája a földtani folyamatok felszín alatti áramlást indukáló szerepét példázza. A késő paleozoikumiban a karbonátos üledékben lejátszódó kompaktió és a konvekció mozgatta a fluidumokat. A Sziklás-hegység felgyűrődésével érvényre jut a tektonikus kompresszió. A szárazulattá válás után megindultak a gravitációs vízáramlások, melyek hőt és szénhidrogéneket szállítottak a megcsapolódási terület felé. Végezetül a lepusztulás hatására a regionális áramlások felszámolódtak és az aktuális morfológia kifejlődése meghatározóvá tette a lokális rendszereket (3. ábra).

A felszín alatti vízáramlások hatása a felszín alatti és felszíni környezetre

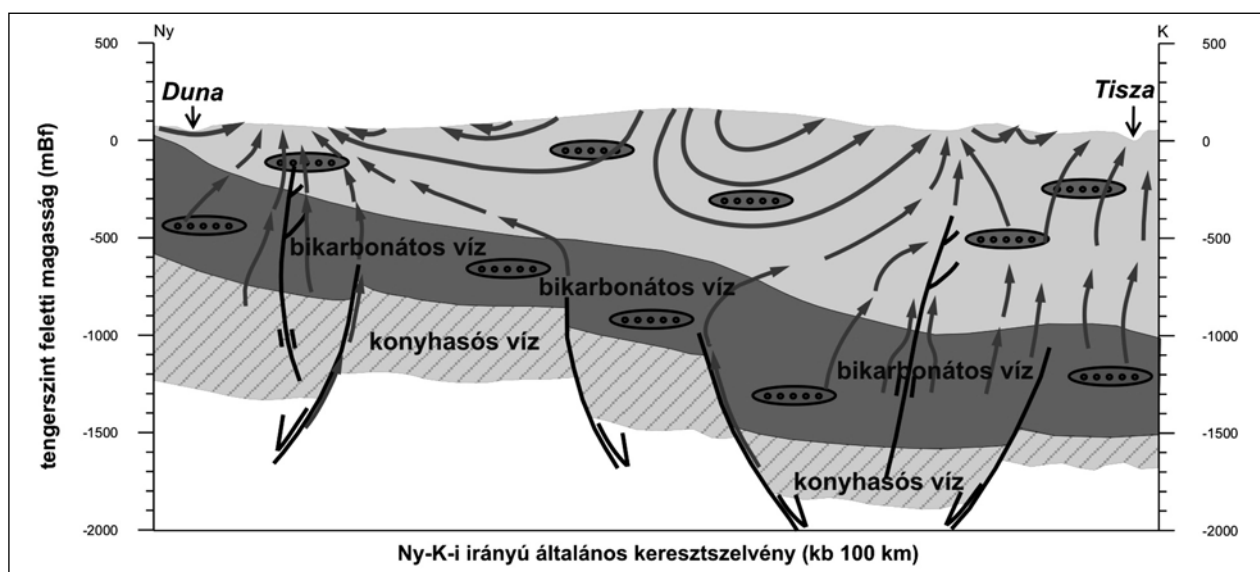
Az új szemlélet rávilágít arra, hogy a talajvíztükör alatt zajló földtani folyamatokban mindenhol számolnunk kell a folyadékok hatásával. A geológiai időskálán működő vízáramlások a kőzetekkel kölcsönhatásba lépve anyagokat oldanak ki. Az áramlások az oldott anyagot



4. ábra. A felszín alatti vízáramlások földtani hatótényezők (Tóth 1999 nyomán)

szállítják, majd felhalmozzák ott, ahol energiájuk minimálisra csökken. Hozzájárulhatnak így értelepek, szénhidrogén felhalmozódások kialakulásához. De részt vesznek a hő felszín alatti szállításában is. A felszín alatti vizek oldott sótartalma is így alakul ki (4. ábra).

A Duna-Tisza közén kimutatott felszín alatti vízáramlásokat és a sós és édesvízi moecarak felszíni elhelyezkedését összehasonlítva kiderült a szoros korreláció és az, hogy a szikesedéshez a sóforrást a medencealjzat konyhasós és a medencekitöltés NaHCO_3 -os típusú vize biztosítja, melyek a medencealjzatban uralkodó túlnyomásnak és vezető szerkezeti elemeknek köszönhetően fölfelé mozognak (Mádl-Szőnyi és Tóth 2009; Simon et al. 2011). Azt, hogy a szikes területek milyen felszíni mintázatban fordulnak elő, azt már a felszínről induló, a gravitációs magasságkülönbségek által mozgatott vizek geometriája is befolyásolja. Ezek végzik el a só felszíni kiosztását. Markáns különbség figyelhető meg a Duna és a Tisza-völgy között a szikesedési mintázat tekintve, melynek okait az áramlási rendszerekben kell keresnünk. Összefüggő szikes zóna a Duna-völgyben tudott kialakulni a medencealjzat közelsége és a felszínközeli kavicüledéknek köszönhetően (5. ábra).



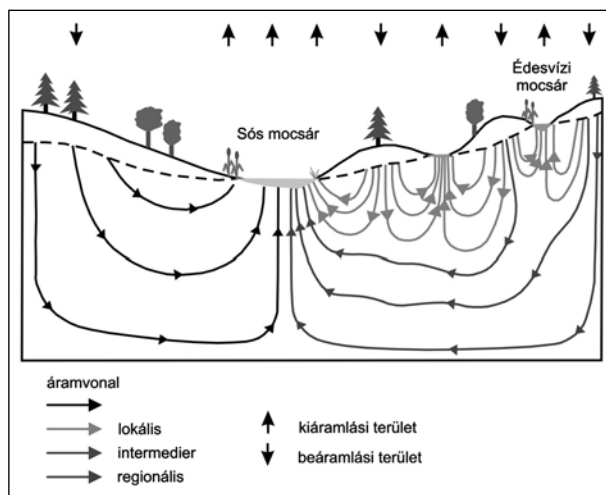
5. ábra. Duna-Tisza köze: szikesedés és felszín alatti vízáramlások (Mádl-Szőnyi és Tóth 2009; Bíró 2000 botanikai adatai felhasználásával)

A felszín alatti vízáramlások, – mint ahogy az előző példából is láthattuk, – utánpótlódásuk és megcsapolódásuk révén a felszínre is hatnak, ott mozaikosságot idéznek elő, kapcsolatba kerülnek a felszíni vizekkel. Utánpótlódási területeiken a felszínen vízhiányt, a kiáramlási területeken pedig víz-többletet eredményeznek. Értelemszerűen hatással vannak az ott található tavak vízkészletére és biológiai viselkedésére is. Így van ez a már példaként említett Duna-Tisza közti hátság esetében is. A magas fekvésű hátsági területek lokális kiáramlási területein található tavak hosszú csapadékhányos időszakban, a talajvíztükör tartós süllyedésével kiszáradhatnak. A regionális kiáramlási területeken a talajvíztükör a felszín közelében található és helyzete alig-alig változik (6. ábra).

Az előzőekkel szorosan összefügg, hogy hazánkban az aszály által leginkább érintett területek a Duna-Tisza köze, a Nyírség utánpótlódási régiói alatt találhatók. Ott, ahol a talajvízszint eleve mélyen van és további süllyedése a tavak kiszáradásához és súlyos mezőgazdasági gondokhoz vezet. Itt az öntözés sem segít, ugyanis az öntözővíz is elszivárog a mélység irányában. Ugyanakkor például a Nagykunság regionális kiáramlási terület az áramlási rendszerek szempontjából kiáramlási terület és felszín közeli talajvízszinttel jellemezhető. Itt a folyóvízi lefolyás és a felszínre hulló csapadék sem tud a mélység felé utat találni magának és a felszín alatt lefolyni. Ez is hozzájárul a belvíz és árvíz által okozott gondok súlyosságához a Tisza vízgyűjtőjén.

Fedett víztartók tartós szivattyúzása esetén a folyadék energiájának mesterséges csökkentésével egy idő után nemcsak a rétegből termeljük a vizet, hanem átszivárgás indulhat meg a környező vízfogó rétegeken át is, amely szélsőséges esetekben akár a talajvízszintig is kihat. A Debreceni vízművet ellátó mélyfúrású kutak hosszúidejű szivattyúzása éppen ilyen helyzetet idézett elő a Nagyerdő területén és hatására a talajvíz szintje 12–14 m mélyre szállt (Marton, 2010). A csapadékszegény időben ilyen mélységből a fák sem kaptak elegendő vizet, (Marton, 2010) erre vezet vissza bizonyos nagyerdői fák károsodását. A hévizek energetikai célú hasznosítása során is alapvető szempont a rezervoárok hosszú távú termelhetősége, mind a rétegenergia, mind a hőtartalom szempontjából. Ezt az energetikai célú zárt rendszerű hasznosítás során, a lehűlt víz visszasajtolása biztosíthatja.

A felszín alatti vízáramlásokkal nemcsak a víz közvetítődik, hanem a szennyezők is. Ha a felszín alatti vizeket kutakkal termeljük, akkor a szennyezett víz mozgását mesterségesen felgyorsítjuk. Problémát okoz, hogy a szennyezettségről többnyire csak a kútban, forrásban való megjelenéskor értesülünk. Emiatt az elszennyeződött mélységi vizek rehabilitációja rendkívül költséges és többnyire az eredeti állapot nem is állítható helyre.



6. ábra. A felszín alatti vízáramlások hatása a felszíni vízviszonyokra (Tóth 1999 nyomán)

Következtetések

A dinamikus hidrogeológiai gondolkodás a felszín alatti vizeket a víz körforgalom rendszerében kezeli, egyúttal felhívja a figyelmet a víz-és kőzet kölcsönhatás következtében, az áramlások hatására bekövetkező földtani folyamatokra. A vízkörforgalom egyéb elemeivel való kapcsolatok megértése révén a felszín alatti folyamatok beépíthetők a fenntartható vízgazdálkodás tervezésébe. A dinamikus gondolkodásnak köszönhetően a hidrogeológia tudománya a felszín alatti vízrendszerek megismerése révén tartalmilag is kibővült, – hagyományos víznyerési feladatain túl, földtani és környezeti alaptudománnyá vált.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném köszönetemet kifejezni az ábrák megrajzolásáért Erőss Anitának, Czauner Brigittának, Simon Szilviának és Zsemle Ferencnek.

IRODALOM

- Engelen G.B. and Kloosterman F.H. (1996) Hydrological Systems Analysis. Methods and Applications. *Water Science and Technology Library* 20, Kluwer Academic Publishers
- Garven G. (1989) A hydrogeologic model for the formation of the giant oil sands deposits of the Western Canada Sedimentary basin. *American Journal of Science*, 289, 105-166.
- Marton L. (2010) Az ivóvízkészletek védelmének hidrogeológiai vonatkozásai. *Debreceni Műszaki Közlemények* 2. 1–18.
- Mádl-Szőnyi J. and Tóth J. (2009) The Duna-Tisza Interfluvial Hydrogeological Type Section, Hungary. *Hydrogeology Journal* 17: 961–980
- Simon Sz., Mádl-Szőnyi J., Müller I., Pogácsás Gy. (2011) Conceptual model for surface salinization in an overpressured and a superimposed gravity flow field, Lake Kelemenszék area, Hungary. *Hydrogeology Journal*, 19(3): 701–717
- Tóth J. (1963) Theoretical Analysis of Groundwater Flow in Small Drainage Basins. *Journal of Geophysical Research* 68(16): 4795–4812
- Tóth J. (1999) Groundwater as a geologic agent: An overview of the causes, processes, and manifestations. *Hydrogeology Journal* 7(1): 1–14
- Tóth J. (2009) Gravitational Systems of Groundwater Flow, Theory, Evaluation, Utilization. *Cambridge University Press* 297.
- Zijl W. (1999) Scale aspects of groundwater flow and transport systems. *Hydrogeology Journal*, 7(1), 139–150.

„Tavaszi szél vizet áraszt...”

DR. VÁGÁS ISTVÁN

Magyarország történelmének nemcsak a háborúk és békekötések a fontos eseményei, hanem az akár évente, akár hosszabb szünetek után több évente visszatérő árvizek és belvizek elleni védekezés erőfeszítései. Lényeges tehát árvizeink természetének ismerete is.

Ha a folyóba jutó vizeknek az időegység alatt elvezetést igénylő mennyisége, azaz a *vízhozama* valahol a folyó mentén növekedni kezd, ez a vízfelszín emelkedésével, vagyis a *vízállás* megnövekedésével jár együtt. Ilyenkor a folyó vize *árad*. Ha a vízhozam és vele együtt a vízállás csökken, a folyó vize *apad*. Előfordulhat, hogy az akár áradás-apadás nélkül, állandó hozammal folyó víz mesterséges akadályba (állandó vagy szabályozható átbukási szintű duzzasztóműbe, mederszűkületbe, torlásokba stb.) ütközik, vagy természetes hidrológiai elem (mellékfolyó, befogadó vízfolyás) hatása alá kerül. Ekkor vízállása vízhozamának változása nélkül is jelentősen megemelkedhet, nemcsak az okozó tényező helyén, hanem a fölött is, annál hosszabb folyószakaszon, minél kisebb a folyó eredeti vízszín-esése (magasságának egy km folyó-hosszra számított csökkenése). Ilyenkor mondjuk, hogy a folyó vízfelszíne *duzzad*. Ha a duzzasztási szint valamely okból a vízhozam csökkenése nélkül is alacsonyabbá válhat, az érintett folyószakaszon a vízfelszín *süllyed*. Árhullámok esetén ugyanabban a vízfolyásban az *áradás*, *apadás*, *duzzadás* és *süllyedés* jelensége egyaránt előfordulhat és egymásra is hathat.

A folyó felső szakaszát rövidebb, vagy hosszabb ideig tartó nagy vízhozam-többlet (nagy eső, nagy tömegű hó gyors elolvadása) érheti. Ebből *árhullám* indul lefelé. Ha a folyó alsóbb szakaszain a meder még nem telt volna meg (pl. egy-egy előző árhullámból), az új árhullám egy része a vízállások emelése árán először a folyó üres, vagy részben telt hullámtereit tölti fel, így az azonnali továbbhaladására kevesebb vízhozam jut. Ez a folyamat azt eredményezi, hogy az árhullám eredeti vízmennyisége minél lejjebb kerül a folyóban, annál hosszabb ideig tartózkodik az alsó folyószakaszokban. Ennek hasznos következménye, hogy tetőző vízhozamai és vízállásai az időbeni elnyúlás rovására csökkenni fognak: az árhullám lefelé haladva *ellapul*. Minél hosszabb volt az árhullámot okozó vízhozam-többlet folyóba jutásának időtartama, annál később, és annál alsóbb folyószakaszokon kezdődik meg az árhullám ellapulása. Pl. az 1954. júniusi vagy a 2002. augusztusi dunai árhullám a német és osztrák szakaszon kevésbé lapult el, csak a magyar szakaszon csökkent a kereken 10 ezer m³/s csúcs-vízhozamuk 7000 m³/s alá. Az 1965. júniusi dunai árhullám viszont a magyar folyószakaszon el sem lapulhatott, mert azt nem egyetlen nagy vízbetáplálás hozta létre, hanem hét egymásra rakódó, a medret előzetesen feltöltő árhullám-seregnek volt az utolsó, ráadásul a legnagyobb hozamú tagja. 2006. márciusában viszont a Dunán, a német és osztrák szakaszon két árhullám is kialakult, amelyek ugyan az addigi

100 %-os vízszinteket csak közelítették, de e két árhullám közé ékelődött szinte azonos időben a *Morva*, *Vág*, *Garam* és *Ipoly* rendkívüli vízhozama. Ez magyarázza, hogy Nagymaros és Adony között, így *Budapest*en is LNV szintek (legnagyobb vízszintek) alakultak ki: Budapest 2006. április 5.-én a 2002. évi 848 cm-rel szemben 860 cm. Az árhullám a magyar Duna-szakaszon alig vesztett vízhozamából: így nem tudott – éppen a kárpáti (szlovákiai) eredetű vizek miatt – ellapulni.

A *duzzasztásból* keletkező *árhullám* tulajdonságaiban eltér a vízhozam-többlet okozta árhullámtól. Ennek vízállásai függetlenednek a folyó felülről-lefelé haladó vízhozamaitól, és magasabbá válnak a duzzasztás-mentes árhullám azonos vízhozamaihoz tartozóknál. Sőt, az árhullám tetőzései – legmagasabb vízállásai – az időben alulról felfelé haladnak. Ha ugyanis a duzzasztást okozó folyószelvényben – akár a mellékfolyó, akár a befogadó folyó, akár egy mesterséges duzzasztómű miatt – a duzzasztást előidéző vízszint csökken, vízszint-süllyesztési hullám indul a folyón felfelé. Ez a tengeri „cunami”-kat is vezérelő, az áramló és rohanó vízmozgás mindenkori sebességi határát jelentő hullámsebességgel halad, amelynek értéke nagyobb folyóinkban kb. 10–12 m/s. A vízállás először a süllyesztés helyén, majd egyre feljebb kezd el csökkenni, ami a vízállást illetően folyamatosan idéz elő tetőzést. E vonatkozásban *Phaedrus* mesebeli gonosz farkasának volna igaza az ártatlan bárányal szemben, hiszen duzzasztott folyóban a folyóvizet nemcsak felülről lefelé, hanem alulról felfelé is befolyásolni lehet. És, amíg a vízhozam-többlet létrehozta árhullámot vízhozam-elvonással – kitereléssel, vízfelhasználással – mérsékelni lehet, ez a duzzasztás okozta árhullámnál azért volna nehéz, vagy eredménytelen, mert a duzzasztást okozó vízszint változatlansága, vagy esetleges további emelkedése a kivezetett vízmennyiséget rövid idő múlva az eredeti duzzasztási vízfelületnek megfelelően pótolhatná vissza.

A Tisza árhullámainak előidézője pl. egyidejűleg lehet a felső szakaszain a vízhozam-többlet, az alsó szakaszain pedig a Duna, Maros, vagy Körös okozta duzzasztás. A Tisza eddigi legnagyobb árhullámainak kereken kétharmada ilyen *összetett természetű árhullám* volt. A vízhozam-többlet árhullámainak felülről-lefelé haladó tetőzései és a duzzasztott szakasz alulról felfelé haladó tetőzései a duzzasztást okozó hatások előidéző folyóinak helyétől, és e hatások bekövetkezésének idejétől függően találkozhatnak. A találkozás folyószelvényét 2006-ban *semleges szelvénynek* javasoltam nevezni. Egyébként mindig *a semleges szelvényben fejeződik be a Tisza árhulláma*, mert az itt megtörténő vízállás-tetőzés a legkésőbbi az éppen levonuló árhullám összes tetőzése között. A semleges szelvény helye az elmúlt 130 év tiszai árhullámai sorában igen változatos volt. Egészen ritkán még Tiszafürednél is kialakulhatott. A Tisza anyamedrét elha-

gyó, 1901 és 2000. között regisztrált 174 eset közül 109 (62,8 %) alkalommal alakult ki a semleges szelvény, és ért véget a Tisza magyarországi szakaszán az árhullám, viszonylag a legtöbbször Szolnok és Mindszent között. Az országon kívüli 65 (37,2 %) befejeződés sem jelentette feltétlenül, hogy ezeknek az árhullámoknak az időben utolsó tetőzése el is érte volna a titeli torkolatot. Az 1970. évi nagy árhullám június 3-án délelőtt Hódmezővásárhely magasságában fejeződött be, tehát ennek az utolsó tetőzése sem jutott el a torkolatig. Itt a Felső-Tisza vízhozam-többletből induló árhullámát a dunai és marosi duzzasztás tette *összetett természetűvé*, s szüntette meg a folyó alsó szakaszán az eredeti árhullám *hidrológiai önállóságát*.

A tiszai árhullám hidrológiai önállóságának megszűnésére a legjellemzőbb példát a 2006. áprilisi árhullám szolgáltatta. A legfőbb okozó akkor a *Duna Tisza torkolatához ért tartós árhulláma* volt, amelynek következtében április 22-én a Tisza 400 km hosszú, Kisköre-Titel szakaszán kb. 8 óra alatt visszaroohanó *tetőző állapot* alakult ki. Ez előtt is *szinte cm-re egyidejűleg, egységesen* növekedett a vízállás e szakaszon, s a tetőzés után igen lassú ütemben *hasonló egységességgel* csökkent. A Duna a tetőzésig *duzzasztó hatást* gyakorolt a teljes említett Tisza-szakaszra, ezt követően *süllyesztette* azt. A vízszín -duzzasztás tartós állapota következtében a Tisza árvízi vízszín-esése az ide jellemző kereken 4 cm/km-ről átlag 2,3 cm/km-re, azaz a felére csökkent. A folyó vízhozama emiatt maximális vízállásához képest érezhetően kevesebbé vált. (Pontosabban: eredeti vízhozamát aránytalanul magasabb vízállással vezette le). Szegeden az ennél az árvíznél legnagyobb, 3800 m³/s vízhozam köthető a legnagyobb, 1009 cm-es vízálláshoz. 1970-ben kb. ugyanez a vízhozam a 958 cm-hez volt köthető, 1932-ben viszont 4,6 cm/km vízszín-esés mellett a 4260 m³/s csúcs-vízhozam szegedi átfolyásához – dunai visszaduzzasztás hiányában – 860 cm vízállás is elegendő lehetett.

2006-ban a legmeglepőbbnek ítéltük, hogy a legalább három hetes dunai (és a Hármas-Körös és Maros által is erősített) duzzasztó hatás miatt a Kisköre-Titel, de még inkább a Szolnok-Törökbecse közti folyószakaszon nem lehetett határozottan *semleges szelvényt* értelmezni (hacsak a teljes érintett folyószakaszt nem tekintjük an-

nak), mert 2006-ig nem fordult elő, hogy ilyen hosszú szakaszon néhány órás különbséggel szinte egyidejűleg állt volna be a vízállások időben a legutolsó tetőzése. Mindez arra is mutat, hogy a Tisza árhullámainak saját tulajdonságaiból célszerű megítélni.

Ismételten úgy véljük, hogy az árvizek tapasztalatai alapján feltétlenül szükséges áttekinteni és felülvizsgálni az ún. *Vásárhelyi-terv kiegészítés* szándékolt lépéseit is.

- A *terv jelen formájában hiányos*, mert a vízállások növekedését ugyan számításba veszi, de a töltések átázását (suvaszásait, talaj-megfolyásait) okozó magas vízállások *tartósságával*, annak statisztikájával, a töltések anyagára gyakorolható hatásaival, várható következményeivel nem foglalkozik.
- A gyakori *dunai (marosi és körösi) visszaduzzasztás*, és annak várható időtartama a Tisza bármely árhullámának hidrológiai függetlenségét felfüggesztheti. Ezért a Tisza Szolnok alatti szakaszán *az árhullám szükség-tározásának hatásossága megkérdőjelezhető* volna, hiszen a duzzasztás a vízkivételek vízszíncsökkentő hatását megsemmisítheti azáltal, hogy a vízkivétel helyein a folyó vízszín-süllyedését hamar visszafótolná.
- A létesítendő szükség-tározók működtetése *egységes irányítást*, ehhez kellő *szakismeretet* és *gyakorlatot* kívánna, amit a jelenlegi vízügyi szervezet létszámánál, hatáskörének hiányánál, a Tisza tulajdonságainak gyengébb ismeretében alig lehetne képes ellátni.
- Akár megépülnek a szükség-tározók valamikor, akár nem, a terv első lépéseit, a töltések *előírt magasságra* való kiépítését és a *meder-rendezéseket* mindenképpen el kellene végezni. A tartóssági követelmények szerinti *töltés-keresztmetszet bővítésekre* is feltétlenül mielőbb sort kellene keríteni.

Fontos volna, ha általános- és középiskoláinkban tanáraink tanévenként 1–2 órát, földrajz, illetve történelem tankönyveink néhány oldalt szentelnének vízügyeinknek, ár- és belvízvédelmünknek, hogy ezzel is erősíthessük az általános ismereteket, a vízügyi munka ismeretét és megbecsülését. Vezetőink elveszítették a történelmi ország kétharmadát, vízépítő mérnökeink ár- és belvízmentesítéseikkel visszaszerezték a maradék országnak mintegy harmadát. Vízügyeink nemzetünk legfontosabb ügyei.

Hullámtéri beépítettség nagyvízi áramlási viszonyokra kifejtett hatásának numerikus modellvizsgálata

ZSÓRI EDIT

Előzmények

Az elmúlt évtizedben több extrém méretű árvíz vonult le a Tiszán vagy mellékfolyóin, amelyek jelentős anyagi kárral jártak és felhívták a figyelmet az árvízvédelmi fejlesztések fontosságára és arra, hogy különös hangsúlyt kell fektetni a hullámterek árvíz levezető képességének számszerűsítésére, vizsgálatára.

Bevezetés

A hullámtéri beépítettségnek jelentős hatása van nagyvízi áramlási viszonyokra. A 2010-es Tudományos Diákköri Konferenciára készített munkámban azt vizsgáltam, hogy milyen módszerrel tehető pontosabbá a hullámtéri beépítettség hatásának leképzése kétdimenziós numerikus modellezési feladatokban.

Az elmúlt évtizedben több tanulmány is foglalkozott városi környezetre készített kétdimenziós hidraulikai modellekkel. Ezek közül emelnék ki párat, amelyeket az alábbiakban sorolok fel.

Julien et al. 2006-ban megjelent tanulmánya szerint a városi környezetre a nagy-felbontású modellek alkalmazása egy lehetséges alternatíva, mert a beépített területek leírásához megkívánt részletességű háló problémája áthidalható a porozitás figyelembevételével. Munkájukban egy kisminta és egy numerikus modell párhuzamos alkalmazásával mutatták ki a beépítettség hatását az áramlás leírása során.

A porozitás fogalmát először Hervouet et al. (2000) és Delfina et al. (2004) mutatták be. Hervouet et al. tanulmánya a terepakadályok jelenlétét, úgymint épületek, magas fák, két módon vette figyelembe, porozitás beépítésével a leíró egyenletekbe és Manning-féle k simasági tényező paraméterezésével, majd ezeket tesztfeladaton alkalmazták. A kétféle leírási mód a tesztek alapján jól alkalmazhatónak bizonyult.

A beépítettség áramlási viszonyokra kifejtett hatásának kifejezésére további lehetőséget fogalmazott meg Nézel és Pender, 2006-ban megjelent cikkükben. Ők nagyon részletes lézerszkennelések (LIDAR) alapján, ártéri elöntések esetén vizsgálták az épületek hatását.

Az általam használt numerikus modell nem képes a porozitás figyelembevételére, ezért én a beépített területek zónaként való definiálásával, egy makroérdesség értékkel való jellemezésével dolgoztam, amellyel a kiválasztott üdülőterületen lévő épületek okozta energia-vesztéset vettem figyelembe. A különböző hullámtéri beépítettségek esetén az épületek geometriájának pontos leképzésével, és így egy nagyon finom felbontású rácshálóra a terepakadályok visszaduzzasztó hatásának elemzését végeztem el egy kisméretű mintaterületen. A kapott eredményekből *Manning-féle k simasági együtthatókat számítottam vissza, amelyek már nagyléptékű és így durvább felbontású valós feladatokban*

megalapozottan alkalmazhatók a beépített területek összefüggő zónaként való figyelembevételére.

A vizsgált terület

Az általam vizsgált terület a Tisza folyó 175,5–178,2 fkm közötti folyószakasza, amely Szeged város közigazgatási területén található. A vizsgált Tisza szakasz 177,0 fkm szelvényénél baloldaltól torkollik be a Maros folyó, ezt a 2D modellezési feladat során vettem figyelembe.

Az alkalmazott numerikus modell ismertetése

A hullámtéri vízszállításra vonatkozó előzetes vizsgálatokhoz, illetve a kiválasztott mintaterület (üdülőterület) beépítettségének az áramlásra kifejtett hidraulikai ellenállásának meghatározásához a DHI cég MIKE 21 FM szoftverét használtam (DHI 2009a, 2009b).

Numerikus megoldás

A MIKE 21 FM modell használatával a kiválasztott terület háromszöghálójával került lefedésre, majd az áramlást leíró egyenletek e rácshálón vannak megoldva véges térfogat módszerrel. A vízszint és fajlagos vízhozam területi eloszlását így véges felbontással, a területet lefedő rácsháló celláin határozza meg. Az időbeli alakulást is véges lépésközzel, diszkrét időszinteken képezi le (DHI 2009b).

Peremfeltételek

A számítási tartományt az előzetes, nagyléptékű vizsgálatok során a Tisza folyó 175,5–178,2 fkm közötti folyószakasza és a hozzátartozó hullámtér, valamint a Maros folyó torkolattól mért kb. 1 km-es folyószakasza és hullámtere képezi. A határvonalra eső cellaoldalak zárt peremnek vannak tekintve, ahol a merőleges fajlagos vízhozam nulla.

Az előzetes vizsgálatok részeként háromféle határfeltétel rendszerrel dolgoztam: az eddig mért legnagyobb vízállást produkáló 2006-os árvízszinttel, illetve a 2000-es és 1999-es árvízi eseményekkel. Mindhárom esetben vízhozam típusú peremfeltételt (Q_{Tisza} és Q_{Maros}) adtam meg a befolyási szelvényeknél: a Tisza 178,2 fkm-nél és a Maros 1,5 fkm-nél, valamint vízszint típusú peremfeltételt (z_{Tisza}) a kifolyási szelvényben a Tisza folyó 175,5 fkm-nél. Ezeket a peremfeltételeket az 1. táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat. Az előzetes vizsgálatokhoz használt peremfeltételek

	2006	2000	1999
$Q_{\text{Tisza}} =$	2761 m ³ /s	2788 m ³ /s	2315 m ³ /s
$Q_{\text{Maros}} =$	778 m ³ /s	522 m ³ /s	276 m ³ /s
$Z_{\text{Tisza}} =$	83,98 m	83,18 m	81,96 m

A 2D numerikus modellvizsgálatok ismertetése

Az áramlástan vizsgálatokat két lépésben végeztem el. Egyrészt előzetes vizsgálatokat végeztem el a Tisza folyó 175,5–178,2 fkm közötti folyószakaszára azért, hogy felderítsem, milyen mértékű vízszállítás volt jellemző a részletes vizsgálatokra kiválasztott üdülőterületen a mértékadónak tekinthető 2006-os, 2000-es és 1999-es árvíz alkalmával, továbbá, hogy információt kapjak arról, hogyan alakultak az üdülőterületre való rááramlási viszonyok. Azt tanulmányoztam, hogy a kiválasztott hullámtéri mintaterület felső pereménél az áramlás kereszt-szelvényre való merőlegessége teljesül-e.

Az áramlási vizsgálatok második lépésében a nagyobb területre kiterjedő előzetes modellvizsgálatok eredményeit felhasználva, a kiválasztott üdülőterületre megállapított vízhozam értékeket (Q_{2006} , Q_{2000} és Q_{1999}) meghatározva, finomabb rácsháló felbontással részletes elemzéseket végeztem el a vizsgált hullámtéri szakaszra.



1. ábra. A vizsgált területről készült Google Maps műholdkép

Érdességi paraméterek meghatározása

A vizsgált területre FÖMI 1:10000-es méretarányú topográfiai térkép, ortofotó és helyszíni terepbejárás alapján vettem fel az érdességi jelleghatárokat, amelyeket az alábbi simasági együtthatókkal vettem figyelembe a modellfuttatásoknál:

2. táblázat. A előzetes modellvizsgálatok során alkalmazott érdességi paraméterek

Zóna típus	k simasági együttható [$m^{1/3}/s$]
szabad vízfelület	40
üdülőterület	10
út	35
ritka erdő	10
sűrű erdő	6,67
szántó	30

Az egyes zónatípusokra vonatkozó simasági együtthatót Chow (1959) által közölt, földmérésre és árterekre vonatkozó érdességi tényező értékek alapján határoztam meg.

Az előzetes, nagyobb területre kiterjedő modellvizsgálat eredményei

A numerikus modell lefuttatása eredményeként megkaptam, a 2006. évi árvíz során, a vizsgált területen kialakult áramképet, amely megmutatta, hogy a Yacht

kikötő melletti magas parton 2006-ban átbukott a víz, ami táplálta az üdülőterületre érkező vízmennyiséget.

Az üdülőterület felső-, befolyási pereménél a sebességvektorok irányai megmutatták, hogy az áramlás merőlegesen érkezik a vizsgált területre. Ennek az ismeretében belátható, hogy a részletes modellvizsgálatok során – melyben az üdülőterületen kialakuló áramlások vizsgálatára szorítkozom – nem terhelem hibával a számításokat, amikor befolyási peremfeltételnél a peremre merőleges áramlást definiálok. A fajlagos vízhozamok kereszt-szelvény menti eloszlásának felhasználásával meghatározható a 2006-os árvíz során a területre érkező vízhozam. A 2000-es és az 1999-es árvízi események modellezése alkalmával is elmondható, hogy az üdülőterületre merőlegesen érkezik a víz, így ezekben az esetekben is meghatározhatóvá váltak a részletes modellvizsgálatok számára a megfelelő peremfeltételek (3. táblázat).

Az üdülőterületre vonatkozó, részletes modellvizsgálat eredményei

A rácsháló felbontás hatása a számított hidrodinamikai jellemzőkre

A részletes vizsgálat első lépésében a területen lévő épületeket száraz cellákkal vettem figyelembe, vagyis kizártam őket a számításból, az átfolyási zónákra (vagyis az utcákra és kertekre) pedig $k=30 m^{1/3}/s$ simasági együtthatóval számoltam, figyelembe véve a burkolt és gyepes fedettséget.

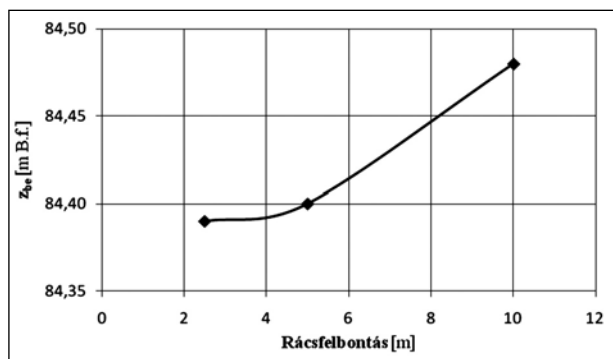
Az üdülőterülethez kiválasztott befolyási peremfeltételeket az előzetes modellvizsgálatok eredményeiből kaptam, az alsó-, kifolyási peremfeltétel pedig megegyezik az előző vizsgálatokban lévő, kifolyási szelvénynél meghatározott vízszint értékekkel. Ezeket az alkalmazott peremfeltételeket a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat. A részletes modellvizsgálat során alkalmazott peremfeltételek

	2006	2000	1999
$Q_{Tisza} =$	180 m^3/s	140 m^3/s	50 m^3/s
$Z_{Tisza} =$	83,98 m	83,18 m	81,96 m

Az előzőekben említett feltételekkel 2,5; 5 és 10 m-es átlagos rácsháló felbontással végeztem vizsgálatokat az üdülőterületre, abból a célból, hogy meghatározzam a felső peremnél kialakult vízszint értéket, amelyet aztán a k simasági együttható meghatározásához fel tudok használni. Az eltérő rácsháló felbontások alkalmazásával arra is rá kívántam mutatni, hogy az épületek körül kialakuló áramlási viszonyok számítása érzékeny-e a modell térbeli felbontására.

A három modellváltozat lefuttatása után azt kaptam, hogy a 2,5 és 5 m-es rácsháló felbontással a befolyási szelvény környezetében kialakult vízszint eredmények között mindössze 1 cm a különbség, míg a durvább, átlagosan 10 m-es felbontás mellett további 8 cm-rel emelkedik ez a szint, vagyis a rácsháló „durvításával” az épü-



2. ábra. A 2,5; 5 és 10 m-es rácsháló felbontással történő futtatások esetén, a felső peremnél előállt vízszintek

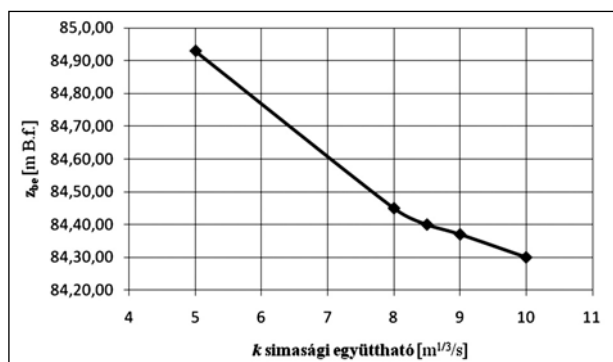
letek okozta visszaduzzasztás látszólag növekszik. Ezeket az eredményeket alapul véve a további vizsgálatokra – tekintettel arra, hogy a 2,5 és 5 m-es rácsháló felbontás esetén utóbbinál kisebb a számítási igény, emiatt gyorsabb a modellfuttatás – az 5 m-es rácshálót használom. A későbbiekben bemutatásra kerülő összehasonlító elemzések során az itt kapott eredményeket ($z_{bc}=84,40$ m B.f.) tekintem referencia állapotnak.

A terület érdességi paraméterének meghatározása

Az előző vizsgálatot követően az épületek geometriáját figyelmen kívül hagyva előállítottam egy homogén rácshálót és az egész területet egy összefüggő zónának tekintve különböző k simasági együtthatókkal (5; 10; 8; 9 és $8,5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) újra futattam a 2006-os modellt azzal a céllal, hogy meghatározzam, milyen egyenértékű simasággal képezhető le az épületek hatása.

Meg kell jegyezni, hogy az előző pontban bemutatott számításokhoz hasonlóan itt is mindhárom rácsháló felbontással lefutattam a modellt, azonban a rácsháló felbontásnak ebben az esetben nem volt hatása. A továbbiakban emiatt célszerűen a 10 m-es cellaméretű rácshálón végeztem el a futtatásokat, mert ennél a legrövidebb a számítási idő.

Az eltérő k értékekkel való futtatások közben kerestem azt a simasági együtthatót, amellyel ugyanaz a befolyási szelvényhez tartozó vízszint áll elő, mint a referencia változatban, vagyis amely a beépített terület érdességét leginkább jellemzi. Az üdülőterület érdességének számszerűsítésének eredményül $k_{2006}=8,5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ -ot kaptam.



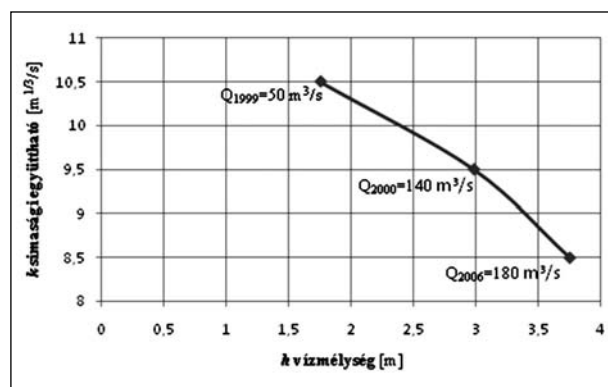
3. ábra. A különböző k simasági együtthatók esetén kialakult vízszintek az üdülőterület befolyási szelvényénél, a 2006-os árvíz esetén

A különböző k simasági együtthatók alkalmazásával előállt befolyási vízszinteket ismerteti a 2. ábra, amely szemlélteti, hogy $z_{ref}=84,40$ m B.f. vízszint a $k_{2006}=8,5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ esetén áll elő.

Az előzőekhez hasonlóan meghatároztam a 2000-es és 1999-es modell esetén is azt a k simasági együtthatót, amely az üdülőterületet jellemezheti és eredményül a 2000-es árvíz esetén $k_{2000}=9,5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ -ot, az 1999-es árvíz esetén $k_{1999}=10,5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ értékeket kaptam. Az eltérő simasági együttható értékek oka az átlagos hullámtéri vízmélységben keresendő, ezt vizsgálom a következő pontban.

A simasági együttható függése a vízmélységtől

A modellváltozatok során kialakult átlagos vízmélységek az üdülőterületen: $h_{2006}=3,75$ m, $h_{2000}=2,98$ m, $h_{1999}=1,75$ m. Ezek függvényében ábrázoltam az előzőekben meghatározott k simasági együtthatókat, amely a 3. ábrán látható.



4. ábra. Az üdülőterületre számolt k simasági együtthatók a kialakult átlagos h vízmélység függvényében, a 2006-os, 2000-es és 1999-es árvíz alkalmával

Mivel az áramlásokba helyezett akadályok okozta energiavesztés mértéke az akadály áramlásnak kitett felületének nagyságával arányos, azt vártam, hogy a kisebb vízmélység esetén kisebb energiavesztéget, vagyis nagyobb simasági együtthatót fog eredményezni, ami igazolódott. A legkisebb vízmélységhez valóban a legnagyobb k simasági együttható tartozik és legnagyobb vízmélység, amely az épületek nagyobb felületével érintkezik, az pedig a legkisebb k simasági együtthatót eredményezi.

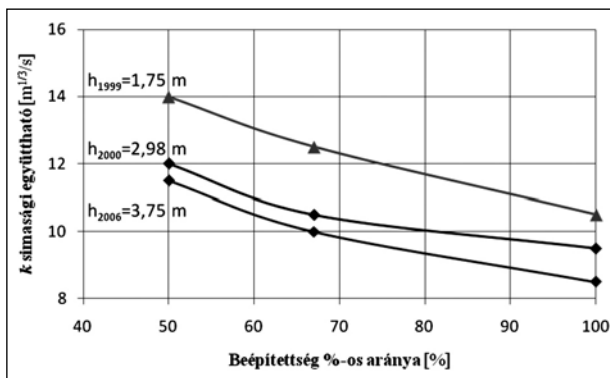
A simasági együttható függése a beépítettség arányától

Vizsgálataim során kíváncsi voltam arra, hogy az épületek sűrűsége az üdülőterületen milyen mértékben befolyásolja az árvízi visszaduzzasztást. Ennek számszerűsítésére a jelenlegi beépítettséget megritkítva létrehoztam két másik változatot, amelyekre lefutattam a modellt, meghatároztam a visszaduzzasztás mértékét, majd meghatároztam az egyenértékű Manning-féle k simasági együtthatókat. A jelenlegi beépült területek nagyságát 100 %-nak tekintve vizsgáltam az ehhez képest kisebb, 50 és 67 %-os beépültségre ritkított üdülő-

területet. A 2006-os, 2000-es és 1999-es vízhozamokkal számolva a kapott eredményeket a 4. táblázatban foglaltam össze. A 4. ábrán a beépítettség %-os arányának függvényében ábrázoltam a kapott simasági értékeket.

4. táblázat. Az egyes beépítési változatokra kapott k simasági együtthatók a 2006-os, 2000-es és 1999-es árvíz esetén

	$k_{50\%}$ [m ^{1/3} /s]	$k_{67\%}$ [m ^{1/3} /s]	$k_{100\%}$ [m ^{1/3} /s]	$h_{\text{át}}$ [m]
$Q_{2006}=180 \text{ m}^3/\text{s}$	11,5	10	8,5	3,75
$Q_{2000}=140 \text{ m}^3/\text{s}$	12	10,7	9,5	2,98
$Q_{1999}=50 \text{ m}^3/\text{s}$	14	12,5	10,5	1,75



5. ábra. A különböző beépítettségi változatok esetén kapott k simasági együtthatók

A kapott eredményekből az látható, hogy kisebb beépítettségi arány nagyobb simasági együtthatót eredményez, tehát árvízlevezetés szempontjából a házak ritkításának pozitív hatása van, hiszen csökken az épületek okozta energiaveszteség, vagyis a visszaduzzasztás.

Összefoglalás

Az itt bemutatott módszer lehetőséget kínál a hullámterti beépítettség hatásának pontosabb leképzésére kétdimenziós numerikus feladatokban.

Az előzetes áramlástani vizsgálat elkészítésével meghatároztam, hogy milyen mértékű vízszállítás volt jellemző a részletes vizsgálatokra kiválasztott üdülőterületen a mértékadónak tekinthető 2006-os, 2000-es és 1999-es árvíz alkalmával. Ezt követően a mintaterületen lévő épületek geometriájának pontos leképzésével és egy nagyon finom felbontású rácshálóval elemeztem a terepa-

kadályok visszaduzzasztó hatását. A kapott eredményekből pedig meghatároztam, hogy milyen egyenértékű simasággal képezhető le az épületek hatása.

Az egyes árvízi események alkalmával meghatározott simasági együtthatók eredményeként eltérő értékeket kaptam, ennek a különbözőségnek az oka, az átlagos hullámterti vízmélységben keresendő. Mivel az áramlásokba helyezett akadályok okozta energiaveszteség mértéke az akadály áramlásnak kitett felületének nagyságával arányos, ezért a kisebb vízmélységek esetén, amely kisebb energiaveszteséggel jár, nagyobb simasági együtthatót kapunk. Ez, a három árvízi eseményre számolt átlagos vízmélységek és simasági együtthatók eredményeinek feldolgozása során igazolódott.

A simasági együttható és a vízmélység közötti összefüggés alátámasztásán kívül bemutattam, hogy az üdülőterületen lévő épületek sűrűsége milyen mértékben befolyásolja az árvízi visszaduzzasztást. A kapott eredmények az mutatják, hogy kisebb beépítettségi arány nagyobb simasági együtthatót eredményez, tehát árvízlevezetés szempontjából a házak ritkításának pozitív hatása van, hiszen csökken az épületek okozta energiaveszteség, vagyis a visszaduzzasztás.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészüléséért köszönetet mondok konzulenseimnek *dr. Baranya Sándornak* és *dr. Józsa Jánosnak*, valamint *Andó Mihálynak*, *Borza Tibornak* és *Marsovszki Gergelynek* a támogatásért és a tanácsokért.

IRODALOM

- A. Defina, L. D'Alpaos, B. Mattichio, (2004): A new set of equations for very shallow water and partially dry areas suitable to 2D numerical domains. *Proceedings Specialty Conference 'Modelling of Flood Propagation over Initially Dry Areas'*, Milano, Italy.
- DHI (2009a): MIKE 21 Flow Model FM, Hydrodynamic Module, *User Guide*. 2009. DHI, Horsholm, Denmark.
- DHI (2009b): MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM, Hydrodynamic and transport module, *Scientific documentation*. 2009. DHI, Horsholm, Denmark.
- EMS-i: Surface-water Modelling System (SMS Software). www.cms-i.com
- J. M. Hervouet, R. Samie, B. Moreau (2000): Modelling urban areas in dam-break floodwave numerical simulations. *Proceedings of the International Seminar and Workshop on Rescue Actions Based on Dam-break Flow Analysis*, Seinäjoki, Finland.
- Julien L., S. Soares-Frazae, V. Guinot, Y. Zech (2006): Large-scale urban floods modelling and two-dimensional shallow water models with porosity.
- Krámer T., Józsa J. (2010): Folyók árvízi elöntési veszélytérképezése: Mintaöblözetek 2D vizsgálata és értékelése. Magyar Hidrológiai Társaság XXVIII. Országos Vándorgyűlése, Sopron, 2010. július 7–8.
- S. Nézel, G. Pender (2006): Sub-grid scale parameterisation of 2D hydrodynamic models of inundation in the urban area
- Szeged (2009): A Tisza és a Maros szegedi szakaszának hullámtere, Gyálai holtág Szerkezeti és Szabályozási Terv, 2009. november.
- V. T. Chow (1959): *Open-channel hydraulics*: New York, McGraw-Hill Book Co., 680 old.

TERÜLETI VONATKOZÁSÚ CIKKEK

Üledéklakó vizi gerinctelenek a Balatonban

DR. PONYI JENŐ

Bevezetés

A Balaton állatvilága 1890 előtt, a 33 halfajtól és néhány gerinctelen állattól eltekintve, alig volt ismert. Éppen ezért volt nagy jelentőségű a Magyar Földrajzi Társaság Balatonbizottságának azon kezdeményezése (1891), amely a tavi állatvilág kutatására külön munkacsoportot szervezett (Lóczy, 1921). A kutatási eredmények „A Balaton faunája” címmel jelentek meg (Entz G. sen., szerk; 1897). Azonban már a mű megírásának pillanatában kiderült, hogy a kötet ismeretanyaga szegényes. *Sebestyén Olga* (1958) visszaemlékezéseiből tudjuk, hogy a Magyar Földrajzi Társaság Balatonbizottsága már nem tudta „az állattani kutatásokat anyagi okokból” kellőképpen támogatni, ezért azokat „idő előtt le kellett zárni” (9. oldal).

A századfordulót követően, a tihanyi Intézet létrehozásáig, a tavi állatvilág kutatásában nem sok történt, bár ezen a téren voltak próbálkozások a Révfülöpön létrehozott laboratóriumban. A Magyar Biológiai Kutató Intézet (ma MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézete) 1927. szeptember 5.-i megnyitásával az említett laboratórium megszűnt.

A tihanyi Intézet létrejötte után, a kevés állandó munkatárs mellett az állattani kutatásokat bel- és külföldi vendégek végezték. Az idevágó adatok a tihanyi Intézet 1928–1943 évi jelentéseiben, valamint az Intézet által kiadott évkönyvekben találhatóak meg. A tó méretéhez képest kevés tanulmány foglalkozott az üledékben élő állatokkal. Az akkori lehetőségek miatt a faunisztikai és ökológiai vizsgálatok a nyíltvíz helyett a parti övre korlátozódtak (pl. Gelei, 1929, Entz és Sebestyén, 1933, Meschkat, 1934, Entz G., 1936, Soós, 1940). A Balaton zoológiai (biológiai) kutatásának egyik szakasza a „Balaton élce” (Entz, Sebestyén, 1940) című munkával zárult le.

A második világháború után következő 15 évben a gerinctelen állatvilág kutatása messze elmaradt a lehetőségek és a világszínvonalhoz képest. Ebben az időszakban „igen kevés a faunisztikai dolgozatok száma” (Sebestyén O., 1962, 173–174 oldal).

1962–65 között a tihanyi Intézetben tudománypolitikai okok miatt átszervezés történt, minnek következtében a Balatonkutatás háttérbe szorult. Ennek eredményeként az intézetben lelassulak a tó állatvilágával kapcsolatos vizsgálatok is. Szerencsére a Nemzeti Múzeum és az ELTE Állatrendszertani Tanszékének vezetői további lökést adtak a munkálatok folytatásához (vö. Ponyi J., 1984).

A Balaton-kutatás történetében az 1965-ben váratlanul fellépő nagyméretű halpusztulás meglepő fordulatot hozott, mely az állatvilág kutatásának hatékony beindulásához vezetett. A becslések szerint akkor mintegy 50 vagon halvesztés következett be, melynek kb. 40%-a süllő volt (Ponyi, 1977). Ekkor az MTA illetékes vezetői Ponyi Jenőt bízták meg egy Balaton-kutatás terv kidolgozásával és irá-

nyításával (vö. Ponyi, 1984). Ezt követően kezdődtek meg, többek között, a tóban a horizontális bentosz kutatások, melyek különösen a Crustacea, Mollusca és Nematoda állatcsoportok területén hoztak kiemelkedő eredményeket.

A tó fenéküledékéről röviden

A fenéküledék fizikai és kémiai sajátosságáról több, mint 40 tanulmány számol be. Erről részletesebb felvilágosítást ad Dévai cikke (1992), illetve Virág könyve (1998). Az üledékfauna szempontjából az egyik legfontosabb tényező a szerves anyag tartalom és annak tavi megoszlása. A vizsgálatok szerint (Frankó, Ponyi, 1973a, b; Ponyi, Frankó, 1977; Máté, 1987) a nyíltvízi üledék felső 5 cm-ében a szerves anyag tartalom szegényes, a Keszthelyi-öböl kivételével, ahol 3–4%, illetve 8–9% értéket találtak. Ez az eloszlás nagymértékben befolyásolja a fauna horizontális elterjedését.

A bentikus állatvilág csoportosítása és vizsgálatának módszerei

A sekély tavak, mint a Balaton is, a mélytavakkal ellentétben nem rendelkeznek igazi fenékvonallal (euprofundal). A tó vízínövényzet mentes nyíltvíze is csak átmeneti övnek (eprofundal) felel meg.

A bentosz állatvilága nagyságrend szerint 3 csoportba sorolható: makro-, meio- és mikrobentosz. Ez a felosztás, bizonyos értelemben a gyűjtési módszerek történeti egymásutánosságát is tükrözi. Legkorábban az ún. Ekman-Birge-féle iszapmarkolót találták fel (Ekman, 1911; Birge, 1922), amely lehetővé tette nemcsak a fajok begyűjtését, hanem a mennyiségi viszonyaik felmérését is. Azóta e készülék számos módosítása vált ismertté (Holme, McIntyre, 1971). **Makrobentosz** nagyságrend alatt a Chironomida, Tubifex és ezeknél nagyobb testű állatokat értik (pl. kagylók, tizlábú rákok). A kutatás gyakorlatában ez azt jelenti, hogy a terepen még csipesszel megfogható állatok sorolhatók ide, melyeknek alsó mérethatára 4–5 mm-re becsülhető. A **meiobentosz** kifejezést először a tenger fenékfaunájának kutatása során használták. Ebbe a csoportba sorolhatók pl. a fonálférgék, apró iszaplakó rákok, örvényférgék, medveállatocskák. De ugyancsak ide tartoznak a makrobentosz tagok kicsi, juvenilis alakjai is. E szervezetcsoport nagyságrendjének alsó határa 0,3–0,4 mm körül van. Ilyen méretűek a talajvízben élő apró rákokocskák (pl. Parastenocaris). A 300 mikron alatti nagyságrend már a **mikrobentosz** világa, ahová a szerves anyag lebontását végző baktériumok, heterotróf táplálkozásra képes algák (pl. egyes kovamoszatok), valamint az egysejtű állatok tartoznak. Az 1950-es évektől kezdve több módszert dolgoztak ki a meiofauna és részben az egysejtű állatok vizsgálatára. Több készülék, mint pl. a tihanyi kutatók által módosított Craib-féle mintavevő, a

Milbrink-féle mintavevő igen alkalmas a meiofauna kinyerésére (Ponyi, Bíró, Zánkai, 1967; Ponyi, 1976, 1995).

Vannak olyan módszerek is, melyek a meiofauna mellett jól használhatók az egysejtű állatok kinyerésére is. Ilyenek többek között a Löffler- és Uhlig-féle módszerek (Ponyi, 1976).

A Balaton gerinctelen faunájának áttekintése

Eddigi ismereteink szerint Európából és Magyarországról 13 gerinctelen állattörzs került kimutatásra (Ponyi, 1992a), melyek a következők: Protozoa, Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematelminthes, Nemertodea, Aschelminthes, Kamptozoa, Annelida, Mollusca, Tentaculata, Archipodiata, Arthropoda. A Balatonból ez idáig csak 12 állattörzs ismert, mivel az *Urnatella gracilis*-t (Camptozoa, Entoprocta) még nem mutatták ki a tóból, bár a Tiszában és valószínűleg a Dunában is él. Európában 1995-től figyelembe véve a fenti törzsekhez tartozó fajok száma 14.098, ebből Magyarországon 3.345, a Balatonban 874 taxon él (Dudich és Loksa, 1969; Székessy (szerk.); Móczár (szerk.) 1969; Illies (szerk.); 1978, Richnovszky és Pintér, 1979; Ponyi, 1984, 1990a).

A 12 állattörzs közül fajokban a Protozoa, Nematelminthes, Aschelminthes és az Arthropoda a leggazdagabb. A bentikus állatvilág szempontjából az említett 4 állattörzs közül az első kettő és az utolsó, valamint Annelida, Mollusca és az Arthropoda fajai a legfontosabbak.

A bentikus állatfajok fontosabb csoportjainak ismertetése

A *makrobentosz* fajai közül Chironomidae családról (Insecta) van a legtöbb információ. A forrásmunkák száma 40–50 között található (Dévai et al., 1984; Dévai, 1992; Berczik és Nosek, 1997). Erről az állatcsoportról olvasható a leggazdagabb ismeretanyag.

Berczik (1960) tanulmányában 25 fajt említ. Bíró K. (1981) a kishatározójában a tóból és vízgyűjtő területéről 32 faj jelenlétéről tesz említést. Dévai és munkatársai (1984) magából a tóból 70 taxon előfordulását jelezték. 1995–98 között *Specziár* és Bíró P. (1998) csupán 18 fajról ír. Bíró K. és *Specziár* (2001) 1995–99 között gyűjtött mintákból már 41 taxon jelenlétét mutatták ki. A fajok tavi eloszlását illetően jelentős különbségeket találtak. Pl. a nyíltvíz és parti sáv üledéke között lényeges faji eltérés fordulhat elő (Bíró K., és *Specziár* 2001). Jelentős fajszám figyelhető meg a tó köves partjainak bevonatában is, ahol 1995–97 év folyamán 34 árszűnyog fajt találtak (Szitó, B. Muskó, 2002). Előfordulásuk a nádasok bevonatában is számottevő lehet (Szitó, Lakatos, B. Muskó, 1996). A tó nyíltvizének üledékében élő Chironomida fajok száma is nagy. 1995–98 években az ÉK-i medence nyugati területén nagyobb taxonszám volt megfigyelhető, mint a Keszthelyi-öbölben (*Specziár és Bíró P.*, 1998).

A Balaton hossz tengelye mentén a Chironomida fajok előfordulása a nyíltvízi üledékben mennyiségi és minőségi szempontból egyaránt eltérő (Dévai, Moldován, 1983; Dévai, et al., 1984; Dévai, 1990; *Specziár, Bíró P.*, 1998, 1999). A legnagyobb biomassza értékek 1978, valamint 1996–97 években a Keszthelyi- és Szigligeti-öbölben for-

dultak elő, majd a Siófoki-medence felé fokozatosan csökkentek. Ezzel szemben az egyedszám alakulása pl. 1978-ban éppen fordítva alakult. A fajok szerinti megoszlás is igen változóan alakult. 1978-ban pl. a Chironomus genusz fajai a Szigligeti-öbölben voltak dominánsak, a Procladius taxonjai pedig a tó középső területein voltak az uralkodók. 1995–98-ban a fajokban leggazdagabb tóterület éppen az ÉK-i medence Tihany félsziget felé eső területe.

Nagy valószínűséggel Dévai Györgynek és munkatársainak (1984) van igazuk, amikor azt írják, hogy „balatoni viszonylatban csak több éves, tervszerűen és rendszeresen végzett felmérés-sorozatokat alapján” lehet az üledék-lakó árszűnyogokról egy elfogadható képet szerezni.

A *kevéssertéjű gyűrűsférges (Oligochaeta)* vizsgálata eléggé elhanyagolt területe a tókutatásnak. A forrásmunkák száma a 10-et sem éri el. 1979-ig 17 fajt mutattak ki (Ferencz, 1979). 1983-ban végzett vizsgálatok (Poddubnaya, Ponyi, 1985) csak 8 fajt találtak a Keszthelyi-öbölben és a Tihanynál végzett gyűjtések során. A 8 fajból viszont 4 újnak bizonyult. Ez a tény az adott vízterületekre vonatkozóan nagyfokú környezetváltozásra utal.

A *puhatestűekkel (Mollusca)* közel 25 tanulmány foglalkozik. A munkák jó része ezen állatcsoport faji összetételét tárgyalja, lásd Richnovszky és Pintér által írt kishatározót (1979). Ezeknél lényegesen kevesebb mennyiségű vizsgálat van a nyíltvízi üledékben élő fajokról. Ilyen adatok először az 1966 és 1980 közötti gyűjtésekből származtak (Ponyi, 1981, 1990b; Richnovszky, Ponyi és Járjai, 1987). A balatoni irodalom alapján mostanáig ismert Mollusca fajok száma 45 (Ponyi, 1992). Érdemes külön megemlíteni, hogy az 1970-es években begyűjtött mintákban 13 gömb- és borsókagyló került meghatározásra (Petro, Ponyi, 1992). A puhatestű állomány összetételének látványos változását jelzi a kavics csiga (*Lithoglyphus naticoides*) eredetileg pontusi faj radikális visszaszorulása és a *Potamopyrgus jenkinsi* megjelenése 1977-ben a tóban és először Magyarországon. 1893 előtt elterjedése csak Nyugat-Európa brakvizeire korlátozódott, majd lassan behatolt a kontinens édesvizibe (Richnovszky, Pintér, 1979).

Az Unionidae fajok és a Dreissena sűrűségéről a tóban több évből származó adatsorok alapján számolnak be (Ponyi, 1981, 1990a; Richnovszky, Ponyi és Járjai, 1987). Ezekből kiderül, hogy a Balaton hossz tengelye mentén fajpopulációjuk 1970-re nagyon visszaszorult az 1960-as évekhez viszonyítva és csak a Keszthelyi-öbölben volt 1,2 egyed/m². Ha nem is ilyen nagymértékű de ugyancsak lényeges egyedszám csökkenés volt észlelhető a vándorkagyló egyedszámában is.

A változások okai eltérőek lehetnek, egy azonban biztos, hogy a tavi rendszerben az emberi beavatkozások és egyéb okok következtében (szennyezések, halászati tevékenységek, a tápanyagok eloszlásában meglévő eltérések stb.) ökológiai változások zajlottak, illetve zajlanak le.

A *meiobentosz* fajai közül a legtöbb információ a fonalférgekről (Nematoda) és a kishatározókról (Cladocera, Ostracoda, Copepoda) olvasható az irodalomban. Ez egyben jelzi, hogy – nem számítva az egysejtű állatokat – ezek alkotják a nagy kiterjedésű fenéköböl két legfontosabb állatcsoportját.

A **Protozoa**-k közül ez ideig legrészletesebben a Testacea-kat vizsgálták (Bereczky, 1973a, b). A Balaton hossz tengelye mentén 37 Testacea fajt mutattak ki, melyek 9 genuszba tartoznak. A vizsgálatok azt is megállapították, hogy a tó iszapjában a Diffflugia genusz fajai a legjelentősebbek. A kimutatott Testacea fajok 30 %-a a tó egész területén elterjedt. A Tihany félsziget előtti medence üledéke lényegesen gazdagabb fajokban, mint a tó többi területe, itt él a tó sajátos Testacea faja a *Diffflugia balatonica* Bereczky is. Mennyiségi szempontból is ez a terület a leggazdagabb (8,5 ezer e/dm²), mely érték a Keszthelyi-öböl felé fokozatosan csökken 3 ezer/dm²-re.

A fajok mennyiségi és minőségi megoszlása összefüggést mutat a tófenék minőségével (homokos, iszapos) és szerves anyag tartalmával is.

A nagyszámú (111) **Rotatoria** fajok közül az üledék felszínén a Dicranophorus, Encentrum és Lophocharis néhány faja figyelhető meg (Zsuga, 1996).

A **fonálférgesek (Nematoda)** intenzív kutatása az 1960-as évek közepén kezdődött el, amely főként Bíró Kálmán nevéhez fűződik (Bíró K., 1968; Bíró K., Ponyi és P. Zánkai 1968). Alkalmi gyűjtések eredményeként Andrassy (1996) szintén jelentősen hozzájárult a Nematoda fajsza szám növekedéséhez. 1992 előtt 44, ezt követően 162-re rúgott a taxonszám. Több, a tudományra és a tóra nézve új faj került leírásra: pl. *Punctodora dudichi* Andrassy, *Monhystera andrassy* Bíró K.

A Nematoda-k minőségi és mennyiségi tavi elterjedését, az eddigi adatok szerint (Bíró K., 1972) az üledék szemcseeloszlása és a kovamoszatok egyedszáma befolyásolja. Azokon a területeken, ahol a 2 µ-os iszap részecskék száma viszonylag kevés volt, a fonálférgesek száma nőtt és fordítva. Hasonló összefüggés látszott az iszap felszínén élő kovamoszat mennyiségi előfordulásával is.

Feneklakó rákok (Crustacea)

A Balatonból ismert minden rák rend valamelyik faja, kisebb-nagyobb gyakorisággal fellelhető a tó nyíltvízi iszapjában. A fajok számottevő része ugyanúgy előfordul az élőbevonatban, parti kövek alatt, mint a fenéken.

A **Cladocera**-k közül a Macrothricidae és Chydoridae család minden faja az iszap felszínén is megtalálható. A Magyarországon ismert 82 faj közül 52 a Balatonban is honos. Hazánkban kizárólag a Balatonban élő faj a *Latona setifera* (O.F.M.) fenéklakó Cladocera. Az irodalom szerint elsősorban oligotróf, vagy egy kissé eutróf vizekben él. Északi-hegyvidéki faj, Európában a Balaton a legdélebbi lelőhelye. Jelenleg, feltehetően a tó fokozódó eutrofizálódása miatt rendkívül ritkán gyűjthető. Egyébként is a Cladocera fajsza száma egy korábbi emelkedési időszak után, csökkenőben van (Ponyi, 2002). Daday 1897-ben írt monográfiájában 26, Gulyás (1974) kishatározójában 66, Ponyi (1997) 58 taxont említ. A visszaszoruló fajok a Balatonra korábban jellemző taxonok közül kerültek ki, mint pl.: *Wlassicsia pannonica* Daday, *Graptoleberis testudinaria* var. *pannonica* Daday, *Leydigia acanthoceroides* f. *balatonica* Daday. Egyes fajok (Alona, Monopileus) jelentős egyedszámban a tó homokos fenéküledékében találják meg életkörülményeiket (Ponyi, 1969).

Az **Ostracoda** fajok elsősorban iszaplakó szervezetek. A hazai 97 fajból a tóban csak 17 található meg. Az e csoportban kimutatott fajok száma (Daday, 1897, 1900) csak mérsékelten emelkedett 13-ról 16 illetve 17-re (Ponyi, 2002). Az állomány összetételében azonban annál nagyobb különbségek alakultak ki az elmúlt 100 év alatt.

Az utóbbi 40–50 évben pl. a Potamocypris genusz fajai gyakorlatilag eltűntek. Ezt a genust Daday idejében 3 faj is képviselte az üledékekben. A 60-as években még megtalálható volt az *Isocypris arnoldi* és a *Cypridopsis newtoni*, az utóbbi 10 évben viszont már nem került elő.

Az elmúlt időszakban az üledék új Ostracoda fajokkal is bővült (pl. *Physocypris fadeewi* Dub., *Candona compressa* /Koch/). A Balatonban a hazai Ostracoda fajok 19 %-a fordul elő a jelenlegi kutatási eredmények alapján. A fajcserek okai itt is a tavi üledékben bekövetkezett változások lehetnek. A tó hossz tengelye mentén igen jelentős egyedszámban található a kistrákegyüttesen belül a *Darwinula stevensoni* (Entz, Ponyi, Tamás, 1963).

A Balatonból ez ideig 21 **Cyclopoidea** fajt mutattak ki. Míg Daday (1897) a 18. század végével 10 fajt említ a tóból, jelenleg ez megduplázódott. Gyakorlatilag ez a szám az utóbbi 30 évben állandósulni látszik (Ponyi, 1997). Ezek a fajok gyakorlatilag alig fordulnak elő az üledék felszínén. Számottevő egyedszámban csak a *Paracyclops fimbriatus* populáció jelenléte figyelhető meg, különösen a Keszthelyi-öbölben (70 e/20 cm²). Természetesen a többi faj lárvái ritka egyedszámban mindenütt megtalálhatók. A *Graeteriella (unisetigera?)* fiatal példányát is megtalálták nyíltvízi hínárosban (Bíró K., Gulyás, 1974), mivel azonban ez a taxon illetve genusz a talajvizek jellemző tagja, további példányok begyűjtése és vizsgálata szükséges jelenlétük igazolására.

A **Harpacticoida** fajok száma 9. A korábbi adatokhoz képest (vö. Ponyi, 2002) számuk 1966-ra megduplázódott. Ez nem magyarázható csupán az ötvenes években beindult intenzív kutatásokkal, hanem utalhat a környezetben beállott változásokra is. Az 1970-es évektől kezdve azonban az tapasztalható, hogy a tó üledékére jellemző Harpacticoida fajok populációja jelentősen visszaszorult. Az egyik ilyen érdekes faj a *Nannopus palustris* Brady, amelynek egyetlen lelőhelye Magyarországon a Balaton. Iszaplakó, tengerekben, brakvizekben, folyótorkolatokban él. A tó homokos üledékében sűrűsége 1966-ban 20 cm²-ként elérte a 10–15 példányt, jelenleg alig található jobb esetben 1–1 egyed. Félő, hogy a tóból el fog tűnni. Az iszaplakó rákegyüttesek másik fontos faja az *Ectinosoma abrau* Kritschagin. Korábban a nyíltvízi üledékben a rák-együttesek 59–77 %-át ez a taxon tette ki. Sajnos e fajnak a populációja az utóbbi néhány évben ugyancsak nagyon visszaszorult. Félő, hogy ez a jelenség is a tóban lezajló kedvezőtlen változásokkal hozható összefüggésbe.

Egyéb gerinctelen állatfajok előfordulása a vízfenéken

A Balatonból számos – fentebb említett – bentonikus faj jelenlétét mutatták ki, melyeknek előfordulása a nagyterjedésű nyíltvízi iszapban szórványos, vagy éppen ritka, esetleg véletlenszerű. E fajokról azért is érde-

mes röviden szólni, mert a Potemogeton-szigetek jelenléte miatt, a partvontaltól több km-re is felbukkanhatnak.

Porifera. A vizsgálatok során az *Eunapius carteri balatonensis* Arndt egyes kisebb telepeit az iszap felszínéről, a nádas szegélytől 80 m-re gyűjtötték (Ponyi, 1984).

Cnidaria. Bíró K. és Gulyás (1974) a parttól 500 m-re fekvő Potamogeton-szigeteken a *Pelmatohydra oligactis* Pall. és *Hydra vulgaris* Pall. fajokat gyakran megfigyelte.

Hirudinea. Elsősorban Soós Árpád (1940, 1963, 1964) munkássága kapcsán, faunisztikai és rendszertani szempontból is, ez az állatsoport elég jól ismert a Balatonban. Az eddigi vizsgálatok alapján 16 fajt és 2 formát ismernek a tóból. Más adatokat is figyelembe véve (pl. Moon, 1934; Meschkat, 1934; Bíró K., Gulyás, 1974) a *Piscicola geometra* (L.) az összes fajok közül a legnagyobb távolságra hatol be a tófenéken, 1000–1500 m-re is megfigyelték példányait. Ponyi a *Glossiphonia complanata* (L.) egyedeit 80–100 m-re a parttól is gyűjtötte.

Tardigrada. A Balatonban élő medveállatokról Iharos (1959, 1964, 1975) tanulmányai számolnak be. Vizsgálatai szerint 3 faj fordul elő a fenéküledékben. Közülük gyakran nagy egyedszámban gyűjthető a *Hypsibius augusti* J. Murr.

Ephemeroptera-k közül a *Caenis horaria* L. és *Cloen dipterum* L. fajok a nyíltvíz hínárosaiban (Bíró K., Gulyás, 1974), de a part közeli (50–100 m) iszapfelszínen is előfordulnak szórványosan (Moon, 1934, Ponyi saját megfigyelései).

Odonata lárvákról csak Bíró K. és Gulyás (1974) tudósít nyíltvízi hínárosok vizsgálata kapcsán. 5 fajt említenek meg, közülük leggyakoribbnak a *Platycnemis pennipes* (Pallas) nevűt tartják.

Heteroptera fajok és **Coleoptera** lárvák néhány fajának nyíltvízi előfordulásáról ugyancsak Bíró K. és Gulyás (1974) tesz említést. Merkl (1996) tanulmánya közli a Balatonból eddig kimutatott Coleoptera fajok számát, amely 62. Ezek a taxonok mind partközeli lelőhelyekről származnak, közöttük több ritka bogarat is felemlít, mint pl. *Macrolea mutica balatonica* (Székessy).

A **Trichoptera** csoport fajokban már gazdagabban van képviselve, mint az előző kettő. Mintegy 5–6 faja ismert a nyíltvízi hínárosokból és homokos fenékről (Moon, 1934; Bíró K., Gulyás, 1974). Egyedszámuk nem jelentős.

Hydracarina. A Balatonból kimutatott fajok száma 77 (Szalay, 1955, 1956, P. Zánkai, 1965, 1993). A bentonikus fajok száma 9, melyből 3 kimondottan fitotekton és vízimoha lakó, a többi 6 faj már az iszap felszínén is megtalálható.

Véggözetkeztetések

A Balaton ökológiai állapotáról legjobban a nagy kiterjedésű nyíltvíz (eprofundál) biológiai viszonyai tájékoztatnak. Ezen megfontolásból korlátozódott a bentikus állatvilág áttekintése e nagy kiterjedésű életterére. Ugyanis a parti öv (litorális zóna) fogja fel az állandó és ad hoc jellegű szennyeződések, ezért az ott lezajló ökológiai jelenségek igen ingadozóak, változékonyak, melyekből nem lehet a tó állapotának egészére egy általános véleményt mondani.

További fontos (gyakorlati) szempont annak a megállapítása, hogy mely állatsoportok alkalmasak az ún. zoomonitöring célokra való felhasználásra.

A makrobentosz állatsoportjai közül – a szakcikkek alapján – a Chironomidae család látszik a legkutatottabbnak. Ennek ellenére korlátozottan használhatók fel a tó vízminőségének jellemzésére, mivel egyrészt amfibiikus állatcsoport, azaz életének csak egy bizonyos részét tölti vízben, a kifejlődött példányoknak pedig igen nagy a mozgási, vándorlási képessége. Másrészt sűrűségük, faji összetételük, biomassájuk a különböző években a Balaton hossztengegye mentén igen eltérően alakult, mondhatni fluktuált. Elfogadható megállapításokat – a kutatók szerint is – csak több éves, tervszerű és rendszeres vizsgálatok alapján lehet tenni. Vízminősítésre való alkalmasságukat megnehezíti továbbá a lárvák faji meghatározásának nehézsége is.

Az Oligochaeta-k balatoni vizsgálata még jelenleg is eléggé elhanyagolt terület. E csoportnak a gyakorlati felhasználása (zoomonitöring) azért még korai lenne. Intenzívebb kutatásra és a munkához megfelelő szakemberekre lenne szükség.

A puhatestűek faji összetételéről szóló ismeretek már bővebb irodalmi háttérrel bírnak, viszont nagyon kevés az információ a mennyiségi adatok vonatkozásában, csak két faj sűrűségi megoszlását dolgozták fel. Zoomonitöring vizsgálatok céljaira ezért csak korlátozott mértékben használhatók fel.

Az irodalom alapos áttanulmányozása alapján az üledékben végbemenő változásokat legjobban a nyíltvízi meiobentosz egyes csoportjai jelzik, így a bentikus kistrákok és a fonálférgek. E csoportokkal kapcsolatban bőven van információ és a Balatonra nézve jelentős adatsorokkal is rendelkezünk. A vizsgálatukhoz szükséges terepmódszerek jól ismertek, előnyük, hogy viszonylag kis mennyiségű üledékre van szükség a példányok kinyerésére. Az egyes fajcsoportok arányai alapján felállított indexek alkalmazásával (Nematoda/Copepoda; Copepoda/Cladocera) nyomon követhető a változások, példa erre a Velencei-tó iszapjainak vizsgálata (Ponyi 1999; Reskóné, Ponyi, Sztító 1999).

IRODALOM

- Andrássy I. (1996): Nematológiai kutatások a Balatonon. – Állatt. Közlem., 81, 169–175
- Berczik Á. (1960): Faunistische Übersicht der bis jetzt bekantentnen Chironomiden des Balaton-Sees. – Annal. Univ. Bud. Sect. Biol. 3, 69–73.
- Berczik Á., Nosek J. (1997): Gerinctelen állatok kutatása a Balatonon. – A Balatonkutatás eredményei 1981–1996. – MTA VEAB, MeH Balatoni Titkársága, Veszprém, 137–172
- Berczik, M. Cs. (1973 a): Kennzeichnung des Schlammes im offenen Wasser des Balatons mit Hilfe des Testaceen-Fauna. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 18, 1406–1412.
- Berczik, M. Cs. (1973 b): Beiträge zur Kenntnis der im Eprofundal des Balaton lebenden Testaceen. – Annal. Univ. Budapest, sect. Biol. 15, 117–127.
- Birge, E. A. (1922): A second report on limnological apparatus. – Trans. Wisconsin Acad. of Sci., Arts and Letters 20. (Cit ap.: A Thienemann /1954/: Chironomus. Die Binnengewässer, 20.)
- Bíró K. (1968): The nematodes of Lake Balaton. II. The nematodes of the open water mud in the Keszthely Bay. – Annal. Biol. Tihany, 35, 109–116.
- Bíró K. (1972): Nematodes of Lake Balaton. III. The fauna in late-summer. – Annal. Biol. Tihany, 39, 89–100.
- Bíró K. (1981): Az árvaszúnyog-lárvák (Chironomidae) kishatározója. – VIZDOK, Budapest, Vízügyi Hidrobiol. 11, pp. 230.
- Bíró K., Ponyi J., Zánkai N. (1968): A Balaton nyíltvízi iszapjának Nematodái. I. A fonálférgek horizontális elterjedése 1966 tavaszán. – Állatt. Közlem., 55, 1–4, 33–35.
- Bíró K., Gulyás P. (1974): Zoological investigations in the open water Potamogeton perfoliatus stands of Lake Balaton. – Annal. Biol. Tihany, 41, 181–203.
- Bíró K., Speziár A. (2001): Adatok a Balaton árvaszúnyog (Diptera: Chironomidae) faunájához. – Hidrol. Közl., 81 évf., 5–6. sz., 322–325.
- Daday J. (1897): A magyarországi tavak halainak természetes tápláléka (A magyarországi tavak mikroszkópi állatvilága). – Kir. Magyar Term. Tud. Társulat, Budapest, pp. 481.

- Daday J.* (1900): A magyarországi kagylósrákok magánrajza. – Magyar Tud. Akad., Budapest, pp. 320.
- Dévai Gy.* (1980): A Balaton üledékrakó árvaszúnyog (Diptera: Chironomidae) faunájának vizsgálata. – MTA VEAB Monográfia, VI. 1. 82–84.
- Dévai Gy.* (1985): Az árvaszúnyogok jelentősége a Balaton víz- és üledékminőségének védelmében. – XXVII. Georgikon Napok Keszthely, Mezőgazdasági termelés és környezetvédelem II. rész, 629–636.
- Dévai Gy.* (1990): Ecological background and importance of the changes of chironomid fauna (Diptera: Chironomidae) in shallow Lake Balaton. – *Hydrobiologia* 191, 189–198.
- Dévai Gy.* (1992): A balatoni bentoszkutatók történeti áttekintése és helyzetének értékelése. – 100 éves a Balaton-kutatás. Szerk.: Bíró P., Tihany, 91–100.
- Dévai Gy., Moldován, J.* (1983): An attempt to trace eutrophication in a shallow lake (Balaton, Hungary) using chironomids. – *Hydrobiologia* 103, 169–175.
- Dévai Gy., Czégény I., Dévai I., Heim Cs., Moldován J. és Preczner Zs.* (1984): Balatoni és zalai üledékek ökológiai hatásvizsgálata az árvaszúnyogok (Diptera: Chironomidae) példáján. – *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* 1. pp. 183.
- Dévai Gy.* (1990): Ecological background and importance of the changes of chironomid fauna (Diptera: Chironomidae) in shallow Lake Balaton. – *Hydrobiologia* 191, 189–198.
- Dévai Gy., Moldován, J.* (1983): An attempt to trace eutrophication in a shallow lake (Balaton, Hungary) using chironomids. – *Hydrobiologia* 103, 169–175.
- Dévai Gy., Moldován J., Nagy S.* (1984): Az árvaszúnyog (Diptera: Chironomidae) fauna kutatásának helyzete a Balaton vízgyűjtő területén. – Kélcenedik Bakony-kutató Anktét, Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc, 39–47.
- Dudich E. és Loksa I.* (1969): Állatrendszertan. – Tankönyv-kiadó, Budapest, pp. 708.
- Ekman, S.* (1911): Neue Apparate zur qualitativen und Quantitativen Erforschung der Bodenfauna der Seen. – *Int. Rev. Hydrobiol. und Hydrogr.* 3, 553–561.
- Entz G. sen.* (szerk.) (1897): A Balaton faunája. – A Balaton tud. tanulm. ered. 2. A Balaton tónak és partjainak biológiája. Első rész, Budapest, pp. 279.
- Entz, G.* (1936): Über des Auftretens und die Verbreitung der Wandermuschel (*Dreissensia polymorpha* Pall.) im Balaton. – *Mem. du musée Royal et hist. nat. de Belgique*, 2 ser. Mélanges P. Pelseneer 283–293.
- Entz G., Sebestyén O.* (1940): A Balaton élete. – *Magy. Biol. Kut. Munk.* 12, pp. 169.
- Entz G., Sebestyén O.* (1933): Az *Anodonta cygnea* (Unionidae) nagysági variálása, valószínű életkora, a nemek egymáshoz és a teknő vastagsági átmérőjéhez való viszonya. – *Magy. Biol. Kut. Munk.*, 6, 54–68.
- Entz, B., Ponyi, J. E., Tamás, G.* (1963): Sediment-untersuchungen im südwestlichsten Teile des Balaton, in der Bucht von Keszthely in 1962. – *Annal. Biol. Tihany*, 30, 103–125.
- Ferenc M.* (1979): A vízi kevéssertéjű gyűrűsférgék (Oligochaeta) kishatározója. – *VIZDOK*, Budapest, *Vízügyi Hidrobiológiai* 7, pp. 167.
- Frankó A., Ponyi J.* (1973 a): A szén és nitrogén arányának változása a Balaton felső iszaprétegében. – *Hidrol. Közl.*, 2, 81–84.
- Frankó, A., Ponyi, J.* (1973 b): Seasonal change of the organic carbon content of Lake Balaton during 1972. – *Annal. Biol. Tihany*, 40, 185–189.
- Gelei J.* (1929): A Balaton állatvilágának néhány különlegessége. – *Állatt. Közlem.*, 26, 35–58.
- Gulyás P.* (1974): Az ágasesápú rákok (Cladocera) kishatározója. – *Vízügyi Hidrobiológia* 2. *VIZDOK*, Budapest, pp. 248.
- Holme, N. A., McIntyre, A. D.* (1971): Methods for the Study of Marine Benthos. – *IBP Handbook*, No 16, pp. 334.
- Iharos Gy.* (1959): A Balaton vízterületének és parti övnek Tardigradairól. – *Annal. Biol. Tihany*, 26, 247–264.
- Iharos Gy.* (1964): A balatoni nádasok bevonatának Tardigradái. – *Állatt. Közl.*, 51, (1–4), 49–53.
- Iharos, Gy.* (1975): Summary of the results et forty years of research on Tardigrada. – *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 32, Suppl., 159–169.
- Illies J. ed./* (1978): *Limnofauna Europaea*. – Gustav Fischer Ver. Swets and Zeitlinger B. V., Stuttgart, New York, Amsterdam I–XVII + 1–532.
- Lóczy L.* (1921): A Balaton földrajzi és társadalmi állapotainak leírása, a Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei című monográfia-gyűjtemény adatai alapján. – *Hornvánszki könyvnyomda*, Budapest, pp. 194.
- Máté F.* (1987): A Balaton-meder recens üledékeinek térképezése. MÁFI Évi Jelentése az 1985. évről, 308–379.
- Merkel O.* (1996): A Balaton vízbogarai (Colleoptera). – *Állatt. Közlem.*, 81, 193–198.
- Meschkat, A.* (1934): Der Bewuchs in den Röhrichten des Plattensees. – *Arch. Hydrobiol.*, 27, 436–517.
- Móczár L. (szerk./* (1969): Állathatározó. – Tankönyvkiadó, Budapest, I., II., pp. 722 és 758.
- Moon, H. P.* (1934): A quantitative survey of the Balaton mud Fauna. – *Magyar Biol. Kut. Munk.*, 7, 170–189.
- Ponyi, J.* (1969): Quantitative investigations on mud-living crustaceans in the open waters of Lake Balaton. – *Annal. Biol. Tihany*, 36, 213–222.
- Ponyi J.* (1976): *Vízbiológiai gyakorlatok*. – BME Vízgazdálkodási Főiskolai Kar, Baja, Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 191.
- Ponyi J.* (1977): A Balaton biológiai változásai. I. rész. Helyzetkép a tó élővilágáról. – *Búvár*, 3, 106–113.
- Ponyi J.* (1981): A makrobentosz mennyiségi vizsgálata a Balatonon. – A Balaton kutatás újabb eredményei II. VEAB Monográfia 16. sz. Veszprém, 221–237.
- Ponyi J.* (1984): A Balaton nyíltvízének és iszapjának gerinctelen állatvilága és életkörülményeik. – *Doktori Értekezés, Kézirat*, 199 A 4-es oldal, 104 ábra, 135 táblázat.
- Ponyi J.* (1990a): Az Unionidae család (Mollusca, Bivalvia) elterjedése, tömege és produkciója a Balatonban. – *Állatt. Közlem.*, 76, 91–97.
- Ponyi J.* (1990b): Vízi növényzettel borított parti táj (litorális régió) állatvilágának kutatása a Balatonban. – Zárójelentés az MTA AKA által finanszírozott kutatásokról.
- Ponyi J.* (1992a): A Balaton gerinctelen állatvilága kutatásának egy évszázada. – 100 éves a Balaton-kutatás. Szerk.: Bíró P., Tihany, 77–84.
- Ponyi, J. E.* (1992b): The distribution and biomass of Unionidae (Mollusca, Bivalvia), and the production of *Unio tumidus* Retzius in Lake Balaton (Hungary). – *Arch. Hydrobiol.*, 125, 2, 245–251.
- Ponyi J.* (1995): A meióbentosz vizsgálatok módszerei és nehézségei. – 37. *Hidrobiol. Napok, „Biomonitorozás-biodiverzitás”*, Tihany, 113–117.
- Ponyi J.* (1996): A Balaton állattani kutatásának újabb eredményei. Bevezető. – *Állatt. Közlem.*, 81, 167–168.
- Ponyi J. /szerk./* (1996): A Balaton állattani kutatásának újabb eredményei. – *Állatt. Közlem.*, 81, 167–226.
- Ponyi J.* (1997): A Balaton Cladocera és Copepoda rákjai. – *Állatt. Közlem.* 82, 69–80.
- Ponyi J.* (1999): A Velencei-tó meióbentosz faunájának vizsgálata 1998-ban. – *Hidrol. Tájékoztató*, 26–28.
- Ponyi J.* (2002): A Balaton rákfaunája (Crustacea) és változásai az elmúlt 100 évben. – *Állatt. Közlem.*, 87, 179–189.
- Ponyi J., Bíró K., Zánkai N.* (1967): A Balaton iszaplakó állatainak gyűjtéstechnikája és problémái. – *Állatt. Közlem.*, 54, 129–182.
- Ponyi J., Frankó A.* (1977): A szervesszén horizontális eloszlása a Balaton felső iszaprétegében. – *Hidrol. Közl.*, 4, 163–166.
- Ponyi, J. E., I. Tátrai, A. Frankó* (1983): Quantitative studies on Chironomidae and Oligochaeta in the benthos of Lake Balaton. – *Arch. Hydrobiol.* 97, 2, 196–207.
- Petro E., Ponyi J.* (1992): A Balaton gömb- és borsókagyló (Sphaeriidae, Sphaeriinae, Psidiinae) faunája. – 100 éves a Balaton-kutatás, szerk. Bíró P. Tihany, 211–215.
- Poddubnaya, T. L., Ponyi J.* (1985): Újabb adatok a Balaton Oligochaeta faunájáról. – *Állatt. Közlem.*, 72, 153–156.
- P. Zánkai, N.* (1965): Zoologische Untersuchung der Röhrichte des Balaton. II. Wassermilben (Hydracarina). – *Annal. Biol. Tihany*, 32, 175–186.
- P. Zánkai N.* (1993): A Balaton északi partjának víziatkaí. – *Állatt. Közlem.*, 79, 113–134.
- Reskóné Nagy M., Ponyi J., Szító A.* (1999): A zooplankton, a meió- és makrozoobentosz mennyisége, faji összetétele a Velencei-tóban. – *Hidrol. Közl.*, 6, 369–371.
- Richnovszky A. és Pintér L.* (1979): A vízi csigák és kagylók (Mollusca) kishatározója. – *Vízügyi Hidrobiol.* 6., *VIZDOK*, Budapest, pp. 206.
- Richnovszky, A., Ponyi, J., Járasi, J.* (1987): Zum vorkommen von *Unio pictorum* (L.) im Balaton. – *Soosiana*, 15, 43–48.
- Sebestyén O.* (1958): A Balaton-kutatás harminc éve Tihanyban. – *Annal. Biol. Tihany*, 25, 9–28.
- Sebestyén O.* (1962): Az utóbbi tizenöt év Balaton-kutatásának eredményei 1946–1960. – *Annal. Biol. Tihany*, 29, 195–216.
- Soós Á.* (1940): A Tihanyi-félsziget piócafaunájáról. – *Magy. Biol. Kut. Munk.*, 12, 79–97.
- Speziár, A., Bíró, P.* (1998): Spatial distribution and short-term changes of benthic macrofauna in Lake Balaton (Hungary). – *Hydrobiologia*, 389: 203–216.
- Speziár A., Bíró P.* (1999): A *Procladius choreus* (Diptera, Chironomidae) populáció dinamikája és produkciója a Balatonban. – *Hidrol. Közl.*, 79 évf., 6. sz., 372–375.
- Speziár A.* (2000): A *Tanyus punctipennis* Meigen (Diptera, Chironomidae) generációs ciklusa, populáció dinamikája és produkciója a Balatonban. – *Hidrol. Közl.*, 80, 5, 385–387.
- Szalay, L.* (1955): Wassermilben (Hydrachnellae) aus dem Kis-Balaton. – *Acta Zool. Hung.*, 1, 129–153.
- Szalay, L.* (1956): Wassermilben (Hydrachnellae) aus der Umgebung des Balaton. – *Acta Zool. Hung.*, 2, 269–300.
- Székesy, V.* (1995-től): Magyarország állatvilága. Fauna Hungarica. – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Szító A., Lakatos Gy., B. Muskó I.* (1996): A Balaton nádbevonatában élő árvaszúnyogok (Chironomidae). – *Állatt. Közlem.*, 81, 211–216.
- Szító A., B. Muskó I.* (2002): Bevonatlakó életközösségek évszakos változásai a Balaton köves parti zónájában, az Amphipoda rákok kivételével. – *Hidrol. Közl.*, 82. évf., 149–152.
- Virág Á.* (1998): A Balaton múltja és jelene. – Egri nyomda KFT., Eger, pp. 904.
- Vörös L., Kovács A., Mózes A., Bányász D., Németh B.* (2005): A Balaton planktonikus és üledéklakó algaggyűtesseinek szerepe és szabályozó tényezői. – A Balaton kutatásának 2004. évi eredményei, szerk.: *Mahunka S., Banczerowski J.*, MTA Budapest, 7–15.
- Zsuga K.* (1996): Vizsgálatok a Balaton litorális övében élő kerekcsférgek (Rotatoria). – *Állatt. Közlem.*, 81, 217–226.

Id. Lóczy Lajos hidrológiai megfigyelései „A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei” című 100 éve elkészült I. kötetében

DR. VITÁLIS GYÖRGY

Id. Lóczy Lajos e nagyszabású, hatalmas munkájából a jelen tanulmányban a hidrológia – vízföldtan területét érintő források, az édesvízi mészkő és kovás források lerakódásai, valamint a Balaton partjának alakulása témaköröket emelem ki. Ezáltal is érzékeltetve azokat a rendszeres, precíz és példamutató megfigyeléseket, amelyek a jelen kutatói számára is például és mintául szolgálhatnak.

A Balatonkörnyék forrásai

A Balatonkörnyék forrásait az egyes földtörténeti korok közeihez kapcsolódó, illetve azokból fakadó források szerint csoportosítja. Ezek között tallózva csak néhány forrást emelek ki.

A *permi homokkő*ből szénsavas források (Lovas, Balatonfüred, Kékkút), az alsó-triász *werfeni lemezes dolomit*ből és a *lemezes mészkő*ből (Vörösberény, Csopak, Balatonarács) ömlenek gazdagabb vízerek. A középső-triász *anisusi megye-hegyi dolomit* alól kibukkanó forrásokat (Csór, Pétfürdő, Balatonfüred) még a *felső-werfeni lemezes mészkő* szolgáltatja. A felső-triász *karni márgacsoport* mészkőpadjaiból (Paloznak, Csopak, Balatonarács) gyengébb hozamú források fakadnak. A felső-triász *noricum-i földolomit* alól előbuggyanó források (Felsőörs, Balatonarács, Balatonfüred) sokkal bővebbek, mint az előzőek.

A *miocén* rétegek forrásai a *mediterrán* és a *sarmatiai durva mészkő*ből és *kavicstelepek*ből (Akali, Tapolca, Zánka) fakadnak. Részletesen szól a sarmatiai durva-mészkőből fakadó, malmokat hajtó tapolcai Melegtó forrásairól és a tavasbarlangról. A tapolcai vasútállomás víztornya melletti 250,10 m mély kút a neogén rétegek alatt felső-triász dolomitot harántolt. Az artézi kútból felszökő víz a tapolcai langyos tó forrásait és a tavasbarlang vízszinét a legkevésbé sem befolyásolta.

A *pannoniai-pontusi* rétegek Veszprém, Somogy és Zala vármegyék forrásai vízben vajmi szegények. Ellenben a *pliocén-pleisztocén* édesvízi mészkövek (Nagyvázsony, Kapóles) erős forrásokat adnak.

A bazalt-hegyek peremén a bazalt és a bazalttufa alól előtörő forrásokról (Kisfaludy, Sédfő, Klastromkút, Tálaskút, Főkút) is megemlékezik.

Édesvízi mészkő és kovás forráslerakódások

A Balatonfelvidék felső-werfeni lemezes dolomit és lemezes mészkő alkotta fennsíkain számos helyen vannak likacsos, sejtes forrásmészkövek, melyeket a *mediterrán* korból származtat. A fennsíkon széles kiterjedő rögös lepkek alakjában mint kisebb-nagyobb seb kifakadások ülnek. Kádártán és a szentkirályszabadjai Medgyes-pusztán nagyobb foltban terül el az édesvízi forrásmészkő.

A *pleisztocén* korból a vörösberényi Malomvölgyben és a vörösberényi Romkútnál (Római kút) is említ forrásmészkő szirteteket.

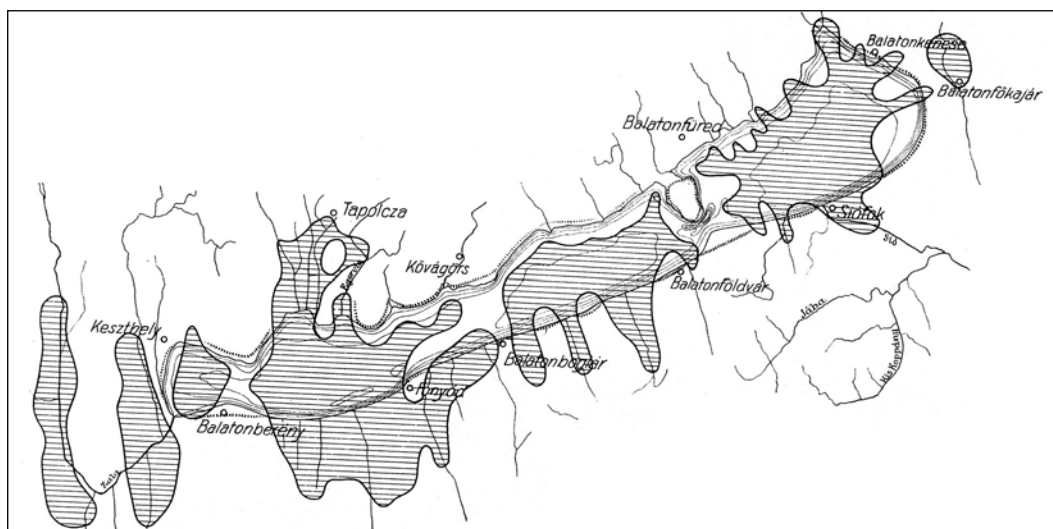
A kovás forráslerakódások, illetve gejzír termékek legjobban a Tihanyi-félszigeten tanulmányozhatók.

Mind az édesvízi mészkőforrások, mind a kovasavas források az ismétlődő bazalterupciók utóvulkáni hatásai során jöttek létre és egyúttal a vulkáni tevékenység befejezésére is utalnak.

A jelenkorban képződő mésztufaalakulások közül a felsőörsi Malomvölgy hatalmas mésztufatelepét említi meg. Csopak és Balatonarács patakjai mésszel bekéregzett iszapot és kavicsot raknak le.

A Balaton partjainak alakulása

Ebben a fejezetben írja le a Balaton medencéje kialakulását. A terület alját a pleisztocén elején a 200 mtsz feletti magasságig összefüggő pannoniai-pontusi rétegek



1. ábra. A Balaton medencéjének pleisztocénkori kezdő depressziói (Id. Lóczy Lajos után, eredeti ma. 1:500 000)

alkotják. Hasonló összefüggő hátságok helyezkednek Révfülp–Boglár, Badacson–Fonyód és Balatonyörök–Balatonberény között. Ezek az összefüggő pannonai-pontusi rétegekből álló közök választották el azokat a beszakadásokat, amelyekben az ősi Balaton vize lefolyástalanul összegyülekezett. Ezáltal négy különálló medence volt a Balaton kezdete: 1. a Kenese és a Tihanyi-félsziget közötti, 2. a Tihanyi-félszigettől a Révfülp–Boglár közti hátságig terjedő, 3. az ettől Balatonyörök–Balatonberényi ősi gerincig érő és 4. a keszthelyvidéki medence (1. ábra).

A hegyszerkezeti mozgások következtében alakult ki az egyes medencék, melyeket a széllokozta hullámverés egyre jobban tágitott, helyet adva a kiterjedő víztükörnek. Az egyes medencéket elválasztó hátságok eltűntek és a négy víztükör összefolyt az egységes Balatonba. Az ősi eredet bizonyítékául csak a Kis-Balaton maradt meg.

Lóczy a kis tómedencék egyesülésével kapcsolatban megjegyzi, hogy az első beszakadások a Balatonfelvidék tövében a bazaltvulkánosságot követően a szárazföldön történtek. Minél magasabba emelkedett és minél szélesebbé vált a víztükör, a szélhajtotta hullámok annál jobban támadták a partokat. Így a kezdetleges tómedencék vize maga vágta át az elválasztó hátságokat és viszonylag elég későn a pleisztocén végén egyesült a mai egységes víztükrébe.

* * *

Id. Lóczy Lajos Balaton monográfiájában szereplő források, édesvízi mészkövek, gejzír termékek és a négy tóból összemosott Balaton jelenleg is értékes természeti adottságai a területnek. Ezek megbecsülése, megfelelő védelme és hasznosítása, illetve kihasználása mindnyájunk rendkívül fontos érdeke és feladata!

Pávai Vajna Ferenc és a hipogén barlangképződés, a budai barlangokra vonatkozó új modellek a hidrogeológiai kutatások tükrében

DR. ERŐSS ANITA – MÁDLNÉ DR. SZŐNYI JUDIT

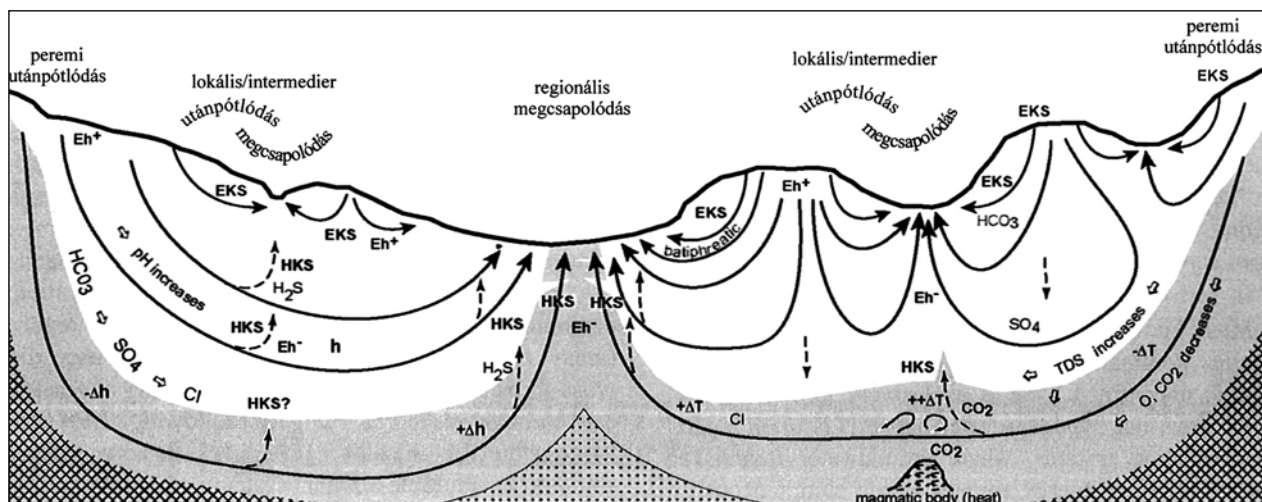
ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék
1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/c

Bevezetés

A kontinentális karsztrendszerek két alapvető típusát, az epigén és a hipogén karsztokat, újabban a felszín alatti áramlási rendszerek keretében különítik el (Klimchouk, 2007; Goldscheider et al., 2010). Ez alapján az epigén karszt rendszerek lokális áramlási pályák mentén, vagy intermedier és regionális áramlási pályák beszivárgási zónáinál alakulnak ki. A hipogén karsztok intermedier és regionális áramlási rendszerek megcsapolódási zónáira jellemzőek (1. ábra). Az epigén rendszerek esetében a

csapadékvízből és a talajból származó szén-dioxid oldó hatása a legfontosabb karsztosodási folyamat. Ezzel szemben a hipogén rendszerek kialakításában több folyamat is szerepet játszhat (Klimchouk, 2007), hiszen a regionális megcsapolódási területekhez számos a karsztosodást kiváltó hatás köthető (Tóth, 1999).

A karsztrendszerek és a barlangok kialakulására vonatkozó előbb említett két alapvető kategóriát már Pávai Vajna (1930) is felismerte. A Hidrológiai Közönyben megjelent, „A forró oldatok, gőzök és gázok szerepe



1. ábra. Epigén (EKS) és hipogén (HKS) karsztrendszerek a felszín alatti áramlási rendszerekben (Tóth (1999) és Klimchouk (2007) után módosítva)

a barlangképződésnél” című cikkében megállapítja, hogy vannak „olyan barlangüregek, amelyeket tisztán a felülről beömlött víz hozott létre” de „vannak különösen a tektonikusan erősen megbolygatott mészkőhegységekben olyan üregesedések, ..., amelyek kioldása, kiválasztása nem annyira a felülről beszivárgó, befolyó víznek a kioldására vezethető vissza, mint inkább a mélyből feltörő forró oldatok, sőt ezekkel együtt felszálló gőzök és gázok működésére”. Mindezeket a következtetéseket terepi tapasztalatai alapján vontta le, azt észlelve, hogy a barlangokban vannak olyan felületek, amelyeken látható korróziós nyomok a felület elhelyezkedése folytán nem keletkezhetek a felülről beszivárgó víz oldó hatására.

A hipogén karsztok, a karszt kutatás legújabb irányvonalának megfelelően (White, 2008), manapság az olajvállalatok és a tudományos érdeklődés középpontjában állnak. A kiemelt karbonátos hegység és üledékes medence határán, regionális megcsapolódási zónában elhelyezkedő Budai Termálkarszt genetikailag a hipogén karsztok körébe sorolandó. Ez a terület egyike azon kevés analógiaként szolgáló hipogén karszt-rendszereknek, ahol a fluidumok és kőzetvázra gyakorolt hatásuk közvetlenül vizsgálhatók.

Új barlangképződési modellek

Az ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszékén végzett legújabb hidrogeológiai kutatások tükrében (Erőss et al., 2010; Erőss, 2010) a Rózsadomb és a Gellért-hegy térségére a következő megállapításokat tettük.

A Rózsadomb esetében radionuklidok alkalmazásával megerősítettük a keveredési korrózió jelenségét, mint barlangképződési folyamatot és meghatároztuk a két keveredési szélső tagot: a meteorikus szélső tag 12 °C hőmérséklettel és 775 mg/l összes oldott anyag tartalommal, a hidrotermás szélső tag 76,5 °C hőmérséklettel és 1440 mg/l összes oldott anyag tartalommal jellemezhető. A Rózsadomb előterében archív adatok alapján természetes körülmények között a langyos és meleg források határozott térbeli elkülönülése volt jellemző (Erőss et al., 2008): a Dunához közelebb a meleg források, a hegyhez közelebb pedig a langyos források törtek a felszínre. Ez a megcsapolódás szerkezeti meghatározottságára utal, melynek következménye, hogy a keveredés is szerkezeti vonalak mentén zajlik. Erre utal a barlangok járatrendszerének főbb szerkezeti irányokat követő mintázata (Leél-Óssy, 1995).

A Gellért-hegy esetében nem sikerült keveredési szélső tagokat találni radionuklidok segítségével. A Gellért-hegy előterében a feláramló meleg vizek az uralkodóak, a források nagyon hasonló hőmérséklettel és kémiai összetétellel jellemezhetőek (Papp, 1942; Erőss et al., 2008). Emellett a Gellért-hegyi barlangokat a rózsadombi barlangoktól eltérő morfológia jellemzi. Mindezek azt sugallják, hogy nem a keveredési korrózió, hanem más folyamat felelős a barlangok kialakulásáért.

A barlangok falán a vízfelszín feletti légtérben a gipsz előfordulása a kénhidrogén-kénsav barlangképző szerepére hívta fel a figyelmünket. A legújabb kutatások ebben a folyamatban, illetve a barlangok vízfelszín alatti képződésében a mikrobák szerepét azonosították (Engel et al., 2004). Mikrobiológiai vizsgálataink során (Erőss et al., 2010) sok olyan törzset sikerült azonosítani, amelyet olyan barlangi környezetekből írtak le, ahol a mikrobák által segített kénsavas barlangképződés zajlik. Mindezek alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a Gellért-hegyi barlangok esetében a mikrobák által segített kénsavas barlangképződési folyamat domináns és felelős a barlangok kialakulásáért.

Összefoglalás

A felszín alatti víz, mint földtani hatótényező (Tóth, 1999) szerepéből kiindulva, a karbonátos kőzetek oldhatóságának köszönhetően a felszín alatti víz áramlása kiemelkedő szerepet játszik a karsztrendszerek kialakításában. Tehát a karsztjelenségek (barlangok, források) a felszín alatti víz kőzetekkel kölcsönhatásban kialakuló megnyilvánulásának tekinthetők.

Tanulmányunk Pávai Vajna korai felismerésének korszerű módszerekkel történő vizsgálatával azt illusztrálja, hogy a barlangképződés, mint megcsapolódási jelenség a felszín alatti vizek áramlási rendszerének keretein belül érthető meg.

IRODALOM

- Engel A. S., Stern L. A., Bennett P. C. (2004): Microbial contributions to cave formation: new insights into sulfuric acid speleogenesis. *Geology*, 32(5): 369–372.
- Erőss A. (2010): Characterization of fluids and evaluation of their effects on karst development at the Rózsadomb and Gellért Hill, Buda Thermal Karst, Hungary. Doktori értekezés, ELTE, Budapest, 171p.
- Erőss A., Mádl-Szőnyi J., Csoma É. A. (2008): Characteristics of discharge at Rose and Gellért Hills, Budapest, Hungary. *Central European Geology*, 51(3): 267–281.
- Erőss A., Mádl-Szőnyi J., Csoma É. A. (2010): The effects of mixed hydrothermal and meteoric fluids on karst reservoir development, Buda Thermal Karst, Hungary. *EMR Final Report*, SIEP Rijswijk.
- Goldscheider N., Mádl-Szőnyi J., Erőss A., Schill E. (2010): Review: Thermal water resources in carbonate rock aquifers. *Hydrogeology Journal*, 18: 1303–1318.
- Klimchouk A. B. (2007): Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective Special Paper no.1, *National Cave and Karst Research Institute*, Carlsbad, NM, 106 p.
- Leél-Óssy Sz. (1995): A Rózsadomb és környékének különleges barlangjai. *Földtani Közöny*, 125(3–4) 363–432.
- Papp F. (1942): Budapest meleg gyógyforrásai. A Budapesti Központi Gyógy- és Üdülöhelyi Bizottság Rheuma és Fürdőkutató Intézet kiadványa, Budapest, 252 p.
- Pávai Vajna F. (1930): A forró oldatok és gőzök-gázok szerepe a barlangképződésnél. *Hidrologiai Közöny* X:115–122.
- Tóth J. (1999): Groundwater as a geologic agent: An overview of the causes, processes, and manifestations. *Hydrogeology Journal*, 7(1): 1–14.
- White W. B. (2008): The Colors and Flavors of Karst, In: Sasowsky, I. D., Feazel, C. T., Mylroie, J. E., Palmer, A. N., Palmer, M. V., (eds): Karst from recent to reservoirs, *KWI Special Publication* 14, 5–9.

A máriaremetei édesvízi mészkő U-soros kormeghatározása és paleokörnyezeti rekonstrukciója

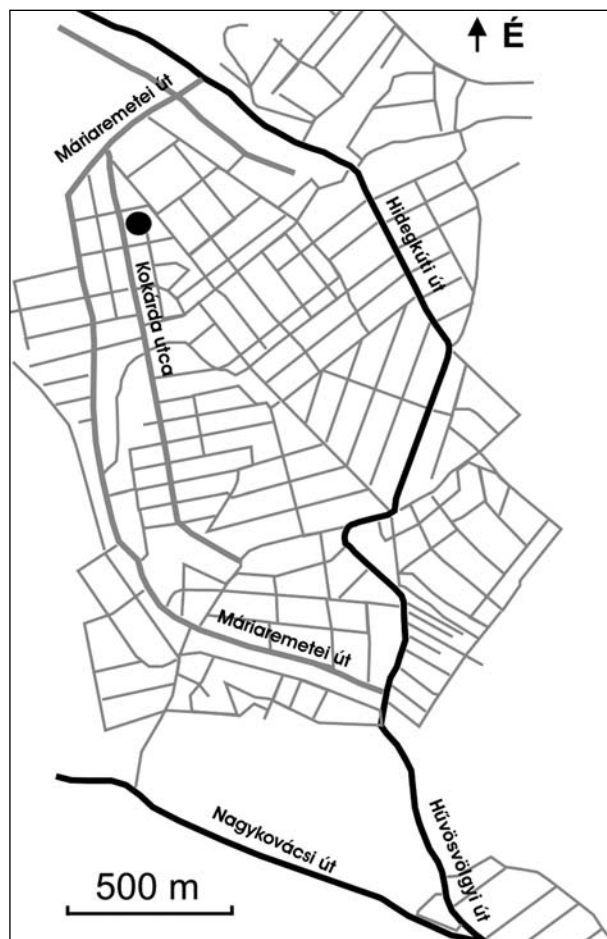
DR. KELE SÁNDOR

Magyar Tudományos Akadémia, Geokémiai Kutatóintézet

Bevezetés

Az édesvízi mészkövek (travertinók és mésztufák) olyan kontinentális karbonát üledékek, amelyek a vízben oldott CO₂ kilépése következtében oldott karbonátra nézve túltelítetté váló vízből válnak ki. Képződési környezetüket tekintve rendkívül változatos képződményeknek mondhatók, mivel folyókban, tavakban, hideg és meleg források, hévíz kutak környékén egyaránt képződhetnek. A Budai-hegység és a Gerecse különösen gazdag a langyos és meleg hévízforrásokból kivált, kiváló mechanikai és esztétikai tulajdonságú édesvízi mészkövekben, ezért már a rómaiak is előszeretettel használták őket építkezéseik során. A képződményekkel foglalkozó korábbi kutatások az alapvető térképező-leíró munkákon kívül leginkább közetmechanikai és készletszámítási (pl. Scheuer és Schweitzer, 1983) munkák voltak. Az elmúlt években azonban számos olyan hazai (pl. Kele et al., 2008, Kele, 2009) és nemzetközi (pl. Chafetz és Lawrence, 1994) publikáció látott napvilágot, amelyek célja már a mészkövek geokémiai összetételének tanulmányozása volt. Teret nyert a radiometrikus kormeghatározási módszerek, stabilizotóp és nyomelemgeokémiai vizsgálatok alkalmazása. A legfontosabb kutatási eredmények a paleoklimatológia területén születtek, de a geomorfológiai kutatások is hasznát látták a morfológiai felszínek korának meghatározására közvetett módon felhasználható édesvízi mészköveknek (Ruszkiczay-Rüdigler et al., 2005). Kele (2009) U-soros korvizsgálatai rámutattak, hogy mind a Gerecsében, mind pedig a Budai-hegységben az édesvízi mészkövek képződése főként a középső-pleisztocén környékén zajlott le.

A Budai-hegység környékének legnagyobb édesvízi mészkő fejtése Budakalász határában, a Monalovác-hegyen található, de kisebb méretű előfordulások számos egyéb helyen is előfordulnak Budapest területén belül, és sokszor csak építkezések során bukkannak a felszínre. A Budai-hegységet ÉNy-DK-i irányban átszelő (és a felső-pliocén óta meglevő ÉNy-DK-i irányú hegységszerkezeti törést követő) Ördögárok-völgyéhez több édesvízi mészkő előfordulás is kapcsolódik, amelyek közül a jelen tanulmányban is tárgyalt máriaremetei édesvízi mészkő települ a legmagasabban (284 m tszf) és egyben a Duna-völgyétől legtávolabb, a hegység legbelső részén (1. ábra). Az előfordulás első leírása Ferenczy (1926) nevéhez fűződik, majd Scheuer és Schweitzer (1974, 1988) tett említést a Kokárda u. 40. sz ház előtt, hárshegyi homokkővön települő mintegy 10x10 m-es területen található képződményről. A mészkövön korábban nem készültek részletes üledékföldtani és geokémiai elemzések, így az üledékképződési környezete sem volt tisztázott. Az előfordulás korát a település magassága alapján Scheuer és Schweitzer (1988) felső-pliocénnek, Scheuer et al. (1993) alsó-pleisztocénnek írta le, Wein (1977) pedig a Budai-hegységi T7-es teraszszinthez tartozónak vélte.



1. ábra. Áttekintő térkép a máriaremetei édesvízi mészkő előfordulás környékéről

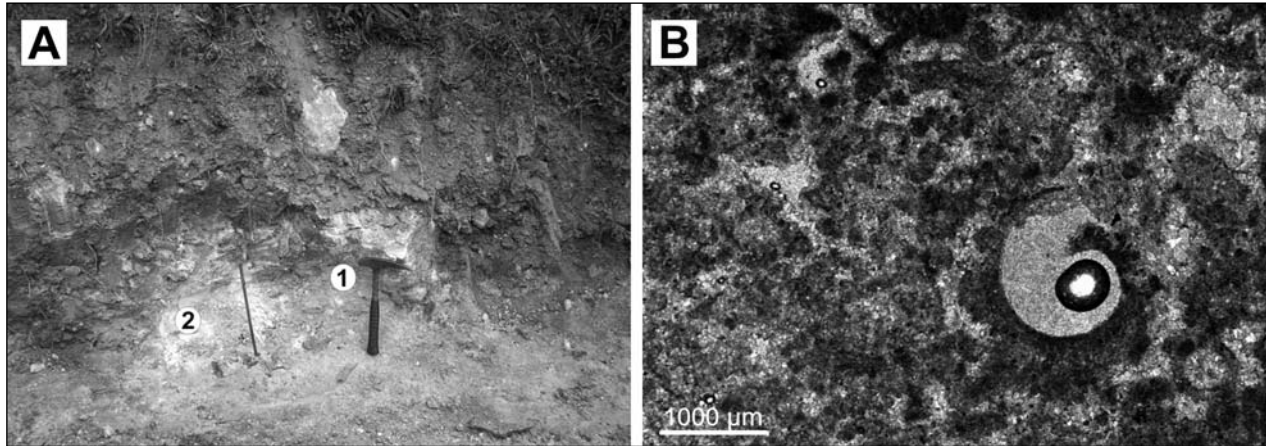
Jelen munkámban a mészkő mikrofaciás leírásával és geokémiai vizsgálataival olyan új eredményeket mutatok be, amelyek segítségével az egykori üledékképződési környezet, valamint a mészkőképződés kora is meghatározhatóvá válik, így a tanulmány új adatokkal járul hozzá a Budai-hegység paleohidrogeológiai fejlődéstörténetének rekonstrukciójához.

Mintavétel és alkalmazott vizsgálati módszerek

A terepbejárás során egy útépítés tárta fel a képződményt, a zömében masszív tömött, porusmentes édesvízi mészkövet (2. ábra, A, B). A helyszínen meghatároztam a GPS koordinátákat, valamint az elemzésekhez 4 db mintát gyűjtöttem. A petrográfiai leírást követően polírozott vékonycsiszolatokon optikai mikroszkópos megfigyeléseket végeztem. Az U/Th mérésekre szánt minták begyűjtésekor különös figyelmet fordítottam a minták tisztaságára. Az előfordulásból gyűjtött összes mintán készült stabil szén- és oxigénizotópos elemzés az MTA Geoké-

1. táblázat. A máriaremetei édesvízi mészkő stabil szén és oxigénizotópos összetétele, radiometrikus kora és GPS koordinátái

Terület	Előfordulás	Minta	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$	Kor	h (Tszf.)	GPS koordináta
			[‰, PDB]	[‰, SMOW]	[‰, PDB]			
Ördögárok-völgye	Máriaremete	1	-9.2	21.4	-1.8		284	N 47°33 701' EO 18°57 021'
		2	-11.2	19.3	2.7			
		3	-11.4	19.2	3.2			
		4	-11.2	19.4	2.7	402 000 ±18e		
		Átlag	-10.8	19.8	1.7			



2. ábra. (A) A máriaremetei édesvízi mészkő a Kokárda utca csatornázásakor vált mintázhatóvá. (B) Vékonycsiszolat vizsgálatok által feltárt pelmikropátos szövet, csigamaradvánnyal

miai Kutatóintézetének stabilizotópos laboratóriumában. A mérések Finnigan delta Plus XP tömegspektrométerrel történtek a Spötl és Vennemann (2003) által leírt vivőgáz-technika alkalmazásával. Az izotópos összetételt a hagyományos δ értékkel fejeztem ki ezrelékben (‰) a PDB ($\delta^{13}\text{C}$) és SMOW ($\delta^{18}\text{O}$) sztenderdekhez viszonyítva. A reprodukálhatóság mind a $\delta^{13}\text{C}$, mind a $\delta^{18}\text{O}$ értékek esetében jobb volt, mint $\pm 0,1$ ‰. A feltárás egy mintáján U/Th sorozatos kormeghatározást végeztem a tajvani National Taiwan University (NTU) Földtudományi Tanszékén (Tajpei, Tajvan). A kémiai előkészítés során ^{229}Th - ^{233}U - ^{236}U spike oldatot használtam. Az urán és tórium izotópos összetétel és ^{230}Th koradatok Thermo Electron Neptune tömegspektrométerrel, MC-ICPMS (Multi Collector – Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) technika segítségével (Shen et al. 2006) határoztuk meg.

Eredmények és következtetések

Az üledékképződési környezet rekonstrukciója és a mészkő kora

A máriaremetei édesvízi mészkő vajszerű, masszív, tömött, pórusmentes, csigamaradványokban gazdag pelmikropátos szövetű mészkő (2. ábra, B). A mészkőből gyakorlatilag teljesen hiányoznak a magasabb rendű növényi maradványok, míg a csigák jelenléte alapján a mészkő egy kisebb tó üledéke lehet. A feltártsági viszonyok következtében az egykori forrásfeltörés helye nem volt meghatározható és a feltárás morfológiája sem segítette az üledékképződési környezet rekonstrukcióját.

A mészkő U-soros korvizsgálata 402 ± 18 ezer évet eredményezett (1. táblázat), ami azt jelenti, hogy a területen a korábban feltételezettnél (felső-pleiocén, alsó-pleisztocén) jóval később, csak a középső-pleisztocén so-

rán indult csak be a forrásműködés. Vizsgálataim alapján a 284 m (tszf) magasságon települő édesvízi mészkő a Mindel/Riss interglaciális során, a 11. izotópszakasz (OIS 11) idején képződött, és idősebb a Gellért-hegyen 195 méteren települő Számadó utcai (160 ± 50 ezer év, 180 ± 49 ezer év, Kele et al., 2009) és a 220 méteren települő Ifjú-sági Park édesvízi mészkővénel (250 ± 44 ezer év, Kele et al., 2009), továbbá a Rózsadomb területén található, mintegy 350 ezer éves és 169–193 méteres tszf-i magasságon települő édesvízi mészkőveknél (Kele et al., 2011a) is.

Az egykori forráskilépési pontok területi átrendeződése szoros kapcsolatban áll a hegység morfológiai fejlődéstörténetével. Elsősorban a Duna- és mellékpatakjainak völgyeiben léptek ki a mészköveket lerakó források, ott, ahol a karsztos víztartó rétegekről a vízzáró üledékek lepusztultak, exhumálva a vízadó kőzeteket. A források azonban esetenként csak az erózióbázis felett tudtak a felszínre lépni, mivel lokálisan olyan feltételek alakulhattak ki, hogy a vízzáró rétegek megakadályozták a források erózióbázison történő kilépését. A rendelkezésre álló koradatok birtokában valószínűsíthető, hogy a Budai-hegységben a középső-pleisztocén idején az Ördögárok ÉNy-i végében, Máriaremete környékén mintegy 400 ezer éve indulhatott meg az édesvízi mészkőképződés, amit nagymértékű hidrogeológiai átrendeződés követhetett. A hévforrástevékenység fokozatosan a Duna-völgye felé mozdult el, így a hévforrások szempontjából súlyponti területté válhatott a Gellért-hegy, Vár-hegy és a Rózsadomb környéke, valamint a Solymári-völgy és az Ős-Dera patak völgye közti terület (Kele, 2009).

A Budai-hegység kiemelkedés-történetének rekonstrukciójára az elmúlt évek során már történtek kísérletek, részben barlangi képződmények (pl. Leél-Őssy és Surányi, 2003, Szanyi et al., 2009), részben édesvízi mészkő-

vek radiometrikus koradatai alapján (Ruszkiczay-Rüdigger et al., 2005, Kele et al., 2009, Kele et al., 2011a). A minimális kiemelkedési / bevágódási ráta (a továbbiakban: ráta) a következőképp számítható:

$$i \text{ (ráta)} = [\text{települési magasság (mm)} - \text{Duna tszf-i magassága (mm)}] / \text{kor (év)}$$

A máriaremetei édesvízi mészkő radiometrikus korának és települési magasságának ismeretében a terület kiemelkedési rátája $0,44 \text{ mm/év}$ -nek adódott, ami hozzávetőlegesen megegyezik a Kele et al. (2009) által a Gellérthegy édesvízi mészkövek koradataiból számolt $0,47\text{--}0,52 \text{ mm/év}$ -es értékkel, míg a rózsadombi édesvízi mészkövek koradataiból (Kele et al., 2011a) számolt $0,20\text{--}0,25 \text{ mm/év}$ -es értéknek közel kétszerese. A $0,44 \text{ mm/év}$ kiemelkedési ráta a terület viszonylag gyors kiemelkedésére utalhat a Budai-hegység átlagos kiemelkedési sebességéhez (Kele, 2009) viszonyítva, és alátámasztja a Wein (1977) által leírt szelektív tektonika elméletét a Budai-hegységben a középső-pleisztocén idején.

A stabilizotópos adatok értelmezése

A máriaremetei édesvízi mészkövet Scheuer et al. (1993) karsztvíz eredetűnek írta le, míg stabilizotópos összetételét egy minta vizsgálatával $\delta^{13}\text{C}$ (PDB) = $1,14 \text{ ‰}$ és $\delta^{18}\text{O}$ (PDB) = $-9,05 \text{ ‰}$ -nek határozta meg. A jelen tanulmányban közölt stabilizotópos adatok a Scheuer et al. (1993) által közöltekénél pozitívabb $\delta^{13}\text{C}$ és negatívabb $\delta^{18}\text{O}$ értékeket eredményeztek (1. táblázat). Figyelembe véve a mészkő kifejlődését, valamint pozitív $\delta^{13}\text{C}$ értékeit a máriaremetei édesvízi mészkő a termális (thermogene) travertínok közé sorolható Pentecost (2005) osztályozási rendszere alapján.

A travertínok $\delta^{18}\text{O}$ értékeinek kialakításában résztvevő számos tényező körül a legfontosabb a karbonátot lerakó víz oxigénizotópos összetétele és a kiválás hőmérséklete. Ha feltételezzük, hogy a mészkő képződése stabilizotópos egyensúly alatt ment végbe, akkor a képződési hőmérséklet (T) számításához az O'Neil et al. (1969), valamint a Friedman és O'Neil (1977) által meghatározott összefüggések használhatóak fel:

$$10^3 \ln \alpha = (2,78 \times 10^6) / T^2 - 2,89$$

$$\text{ahol } \alpha = (\delta^{18}\text{O}_{\text{karbonát}} + 10^3) / (\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}} + 10^3)$$

A $\delta^{18}\text{O}_{\text{karbonát}}$ értéket egyensúlyi kiválás esetén tehát a lerakó víz hőmérséklete és izotópos összetétele ($\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}}$) határozza meg. A kiválási hőmérséklet számításához a máriaremetei édesvízi mészkőre jellemző átlagos $\delta^{18}\text{O}_{\text{karbonát}} = 19,8 \text{ ‰}$ (SMOW) értékeket használtam fel, azonban a hőmérséklet számításához szükséges még a mészkövet lerakó víz oxigénizotópos összetételének ($\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}}$) ismerete is. Figyelembe véve, hogy U-soros kor meghatározásaim alapján a mészkő képződése mintegy 400 ezer éve, a Mindel/Riss interglaciális idején ment végbe, valamint, hogy a jelenlegi interglaciálisra a $-9 - -10 \text{ ‰}$ -es $\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}}$ érték a jellemző (Babidorics et al. 1998), és feltételezve, hogy a Mindel/Riss interglaciális csapadékvíznek összetétele hasonló volt a jelenlegi csapadékvízéhez

($\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}} = -9,3\text{--}10 \text{ ‰}$), a fenti egyenlet segítségével $33,2\text{--}36,9 \text{ °C}$ kiválási víz hőmérsékletet valószínűsíthető a máriaremetei édesvízi mészkő esetében. Ha feltételezzük, hogy a máriaremetei mészkövet lerakó víz mintegy 20 ezer évvel a mészkő képződése előtt, a Mindel glaciális idején szivárgott be, és hosszas felszín alatti tartózkodást követően lépett a felszínre, lerakva az édesvízi mészkövet, akkor a $-14 - -11 \text{ ‰}$ -es glaciális időszakokra jellemző $\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}}$ értékkel számolhatunk, és a fenti egyenletet használva $14,2 - 28,1 \text{ °C}$ kiválási hőmérsékletet kaphatunk. A fenti egyenlettel azonban csak közelítő értékek számolhatóak a kiválás hőmérsékletére vonatkozóan, ugyanis a közelmúltban készült tanulmányok (pl. Kele et al., 2008, Demény et al., 2010, Kele et al., 2011b) kimutatták, hogy az édesvízi mészkövek képződése során végbemenő kalcitvív frakcionációs folyamatok a fenti egyenlettől kismértékben eltérő összefüggést követnek. Kele et al. (2008) alapján a Friedman és O'Neil (1977) által meghatározott egyenlet mintegy 8 °C -kal becsli alá a valós hőmérsékletet a forráskilépési pontnál. Tekintettel arra, hogy a máriaremetei mészkő esetében a forráskilépési pontot nem sikerült meghatározni így a kiválás becsült hőmérsékletét a Friedman és O'Neil (1977) által meghatározott egyenlet segítségével számoltam, hangsúlyozva, hogy a kapott hőmérsékleti értékek csak közelítő értéknek tekinthetők.

A máriaremetei édesvízi mészkő $\delta^{13}\text{C}$ értéke (1. táblázat) hasonló a hegységéből eddig vizsgált pleisztocén édesvízi mészkő előfordulások (pl. Budakalász, Kele et al., 2003) összetételéhez ($\sim 0\text{--}3 \text{ ‰}$, Kele, 2009) ami arra utalhat, hogy a mészkő karbonát anyaga, valamint a mészkövet lerakó víz CO_2 tartalma feltehetően ugyanaból a karbonátos kőzetből és CO_2 forrásból származik, mint a Budai-hegység többi travertínójának esetében.

Összefoglalás

Vizsgálataim alapján a máriaremetei édesvízi mészkő egy kisebb méretű, hévízforrások által táplált tó üledéke, amely 402 ± 18 ezer éve, a Mindel/Riss interglaciális idején képződött, nagy valószínűséggel az interglaciális során beszivárgó vízből és a kiválás hőmérséklete $33,2\text{--}36,9 \text{ °C}$ lehetett. A máriaremetei előfordulás koradatából és települési magasságából számolt kiemelkedési ráta $0,44 \text{ mm/év}$, ami jóval meghaladja a rózsadombi területre Kele et al. (2011a) által számolt $0,20\text{--}0,25 \text{ mm/év}$ kiemelkedési rátát, utalva a Budai-hegység szelektív kiemelkedés történetére a középső-pleisztocén során. A máriaremetei mészkő radiometrikus kora alapján a Budai-hegységben a középső-pleisztocén idején az Ördögárok-ÉNy-i végében, mintegy 400 ezer éve indulhatott meg az édesvízi mészkőképződés, amit később nagymértékű hidrogeológiai átrendeződés követhetett, és a hévízforrás-tevékenység fokozatosan a Duna-völgye felé mozdulhatott el további jelentős édesvízi mészkő előfordulásokat hozva létre a Duna- és mellékpatakjainak völgyei mentén.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti a Magyar Tudományos Akadémia Nemzetközi Együttműködési Irodáját és a tajvani National Research Council-t (NRSC) az U/Th mérésekhez

szükséges tajvani tanulmányút létrejöttéért, valamint Prof. Dr. Chuan-Chou Shen-t a radiometrikus korvizsgálati lehetőségért és a mérések során nyújtott segítségéért. Külön köszönet illeti dr. Scheuer Gyulát a máriaremetei édesvízi mészkő előfordulás felkeresésében és terepi felmérésében nyújtott segítségéért, valamint dr. Főrizs Istvánt a kézirat előzetes áttekintéséért.

IRODALOM

- Babidorics, J., Főrizs, I., Papp, S. 1998: Isotope hydrogeological study of the thermal karst system in the Buda Mountains, Hungary. *RMZ-Materials and Geoenvironment*, 45(1–2), 8–12.
- Chafetz, H.S., Lawrence, J.R., 1994: Stable isotopic variability within modern travertines. – *Géographie physique et Quaternaire* 48, pp. 257–273.
- Demény A, Kele S, Siklósy Z: Empirical equations for the temperature dependence of calcite-water oxygen isotope fractionation from 10 to 70 degrees C. – *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 24: 3521–3526, 2010
- Ferency, I. 1926: Adatok a Buda-Kovácsi hegység geológiájához. – *Földtani Közlöny*, 55, pp. 196–205.
- Friedman, I., O'Neil, J.R. 1977: Compilation of stable isotope fractionation factors of geochemical interest. – In: *Data of Geochemistry 6th, Geol. Surv. Prof. Paper* 440-KK, p. 61.
- Kele, S. 2009: Édesvízi mészkövek vizsgálata a Kárpát-medencéből: paleoklimatológiai és szedimentológiai elemzések. – PhD értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem, 176 p.
- Kele, S., Vaselli, O., Szabó, Cs., Minissale, A. 2003: Stable isotope geochemistry of Pleistocene travertine from Budakalász (Buda Mts, Hungary). – *Acta Geologica Hungarica*, 46/2, 161–175.
- Kele, S., Demény, A., Siklósy, Z., Németh, T., Mária, T., B.Kovács, M. 2008: Chemical and stable isotope compositions of recent hot-water travertines and associated thermal waters, from Egerszalók, Hungary: depositional facies and non-equilibrium fractionations. – *Sedimentary Geology*, 211, pp. 53–72.
- Kele S, Scheuer Gy, Demény A, Shen C.-C., Chiang H.-W. 2009: U-series dating and isotope geochemical study of the Gellért Hill (Budapest) travertine. – *Central European Geology*, 52 (3–4) pp. 199–224. (2009)
- Kele, S., Scheuer Gy, Demény A, Shen C.-C., Chiang H.-W. 2011a: A Rózsadomb (Budapest) édesvízi mészköveinek U/Th sorozatos kormeghatározása és stabilizotóp-geokémiai vizsgálata. – *Földtani Közlöny*, 141 (2), pp. 445–468.
- Kele, S., Ózkul, M., Főrizs, I., Gökgöz, A., Baykara, M.O., Alciçek, M.C., Németh, T. 2011b: Stable isotope geochemical study of Pamukkale travertines: New evidences of low temperature non-equilibrium calcite-water fractionation. – *Sedimentary Geology*, doi: 10.1016/j.sedgeo.2011.04.015
- Leél-Össy, Sz., Surányi, G. 2003: Peculiar hydrothermal caves in Budapest, Hungary. – *Acta Geologica Hungarica*, 46/4, 407–436.
- O'Neil, J.R., Clayton, R.N., Mayeda, T.K. 1969: Oxygen isotope fractionation in divalent metal carbonates. – *The J. of Chem. Physics*, 51, 5547–5558.
- Pentecost, A. 2005: Travertine. – *Springer-Verlag*, 445 p.
- Ruszkiczay-Rüdiger, Zs, Fodor, L. Bada, G., Leél-Össy, Sz., Horváth, E., Dunai, T. J. 2005: Quantification of Quaternary vertical movements in the central Pannonian Basin: A review of chronologic data along the Danube River, Hungary. – *Tectonophysics* 410, 157–172.
- Scheuer, Gy., Schweitzer, F. 1974: Új szempontok a Budai-hegység környéki édesvízi mészkőösszletek képződéséhez. – *Földrajzi Közlemények*, 22, 2, pp. 113–134.
- Scheuer, Gy., Schweitzer, F. 1983: A Buda- és Gerecse hegységi édesvízi mészkőösszletek építőipari hasznosításának lehetőségei. – *Építőanyag*, 35, pp. 445–457.
- Scheuer, Gy., Schweitzer, F. 1988: A Gerecse és a Budai-hegység édesvízi mészkőösszletei. – *Földrajzi Tanulmányok*, 20, Akadémiai Kiadó, Budapest, 131 p.
- Scheuer, Gy., Szűcs, Gy., Sümegi, P., Balázs, É., Hertelendi, E., Schweitzer, F., 1993: A magyarországi quarter és neogén édesvízi mészkövek termoanalitikai és izotópkémiai elemzése fácies és rétegtani értékeléssel. – *Hidrológiai Közlöny* 73 /5, pp. 298–306.
- Shen, C.-C., Lin, H.-T., Chu, M.-F., Yu, E.-F., Wang, X., Dorale, J.A. 2006: Measurements of natural uranium concentration and isotopic composition with permil-level precision by inductively coupled plasma-quadrupole mass spectrometry. – *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 7/9, ISSN: 1525–2027.
- Spötl, C., Vennemann, T. W. 2003: Continuous-flow isotope ratio mass spectrometric analysis of carbonate minerals. – *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 17, 1004–1006.
- Szanyí, Gy., Bada, G., Surányi, G., Leél-Össy, Sz., Varga, Zs. 2009: A Budai-hegység pleisztocén kicmelkedéstörténete barlangi lemezcs kalcitkiválások uránsoros kormeghatározása alapján. – *Földtani Közlöny*, 139/4, 353–366.
- Wein Gy. 1977: A Budai-hegység tektonikája. – MÁFI Alkalmi kiadvány, 76 p.

A Mátra hegység körüli ásványvizek nyomelem vizsgálata

DR. SCHEUER GYULA

1. Előzmények

A Mátra hegység és környezete vízföldtani adottságainak megismerésében alapvető és meghatározó szerepet játszottak azok a földtani kutatások, amelyek a huszadik századhoz kapcsolódnak. Ezek lényegében a terület földtani megismerésén túlmenően nyersanyag kutatási indítatásúak voltak (kőolaj, érc és kőszén). Ezek eredményezték azt, hogy a hegység és környezete alatt addig nem ismert olyan hidrodinamikai rendszerek is vannak, amelyekből értékes nagy oldott sótartalmú hévizek nyerhetők. Ezek vízkészletét ma már több helyen (*Bükkszék, Mátraderecske, Pásztó, Gyöngyös*) gyógyászati és strandolási céllal hasznosítják.

Az ismertett feltárási munkákat megelőzően is már széles körben ismeretesek voltak a hegység északi részén feltörő szénsavas ásványvízű források (*Parád*), amelyek ma is gyógyászati célokra gyógyvízként palackozva hasznosítanak. Az ilyen típusú ásványvizek és gáz feltörések környezeti vonatkozásban egyedinek tekinthetők, mert csak a hegység e területére korlátozódnak. A parádi források vízföldtani adottságainak teljesebb megismerése érdekében is történtek kutatások (*Dobos I.* 1984).

Ezekhez a forrásokhoz kapcsolódó érdekes és egyedi vízföldtani adottságok azt bizonyítják, hogy a hegység északi részén és előterében kialakultak olyan földtani körülmények és adottságok, amelyeknek hatására létrejöttek azok a szénsavgázos hidrodinamikai rendszerek megújuló gáz és vízutánpótlódással, vízkörforgalommal, le és feláramlási pályákkal így biztosítva a források folyamatos működéséhez szükséges feltételeket. Vagyis a hegység északi térségében, olyan lemeztectonikai, mélyszerkezeti folyamatok alakultak ki, amelyek ilyen típusú hidrodinamikai rendszereket hoztak létre folyamatosan biztosítva ezeknek ma is megújuló gáz és vízkészletét megfelelő összetétellel.

A Mátra vízföldtanával összefüggésben korábban széles körben ismert volt még a hegységben fakadó nagyszámú rés és hasadék forrás, amelyeknek megújuló vízkészletét a helyi beszivárgási adottságok biztosítják felszínközeli, illetve kis mélységű vízkörforgalommal, gyors vízmozgást biztosító áramlási pályákkal. E források jelentős szerepet játszanak a helyi vízellátásban.

E résforrásokon túlmenően a hegység délkeleti lábánál ismeretesek voltak még subtermális (14–20 °C) for-

rások is. Mára már ezeket a forrásokat foglalták és vízellátási célokra hasznosítják. Foglálásukat megelőzően vízkészletük meghatározása céljából feltérési munkálatok történtek. Az elvégzett vizsgálatok igazolták, hogy a források vize a vulkáni kőzetek repedezett zónáin keresztül áramlanak a felszínre (Liptai E.–Scheuer Gy. 1992) és hozamuk kiegyenlített. Így olyan vízkör-forgalommal állnak genetikai kapcsolatban, amelyek a térség mélyebb szerkezeti adottságaival vannak összefüggésbe, mert a kifolyó vizük eléri a 14–20 °C-t.

Az előzőekben felvázoltak alapján a Mátra hegység környezetében, olyan érdekes és egyedi hidrodinamikai rendszerek alakultak ki, amelyek vizei országos viszonylatban is jelentősek (Bükkszék, Parád). Ezért tartottam indokoltnak ezeknek a vizeknek nyomelem adottságait megismerni, mert feltételeztem, hogy ezek megismerésével tovább fejleszthetők és bővíthetők az eddigi vízföldtani ismeretek.

Így mintavételezés történt a *hévizkutakból* (Bükkszék, Mátradercske, Pásztó, Gyöngyös) a *parádi szénsavas vízből*, továbbá az *abasári és domoszlói forrásokból*, va-

lamint a *domoszlói artézi kútból* és összehasonlítás érdekében a *balatonfüredi Kossuth-forrásból*. A nyomelem vizsgálatok a *Magyar Állami Földtani Intézetben* készültek Bartha András irányításával.

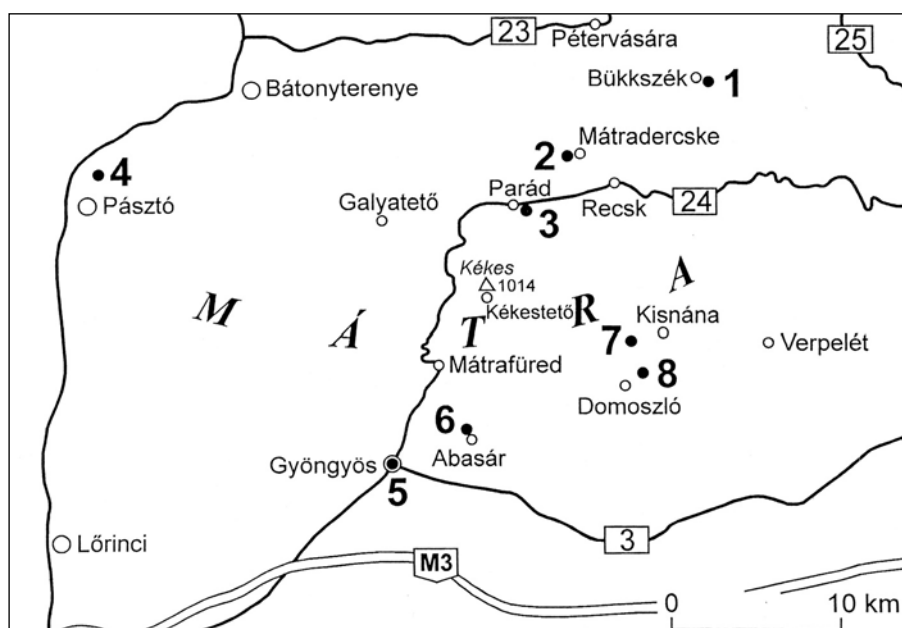
A nyomelemvizsgálatok természetesen tovább bővíthetők, amelyekből főleg a szénsavas forrásokra vonatkozóan újabb eredmények várhatók.

A jelen tanulmány összeállítása során felhasználtam Alföldi L.–Böcker T.–Lorberer Á. 1977, Cornides I. 1993, Gasztonyi É. 2010, Haas J. et al. 2010, Pálffy J. 1975, Papp Sz. 1957, Varga Gy.–Csillagné Teplánszky E. 1974, Zelenka T. 2010 és Zsíros T.–Mónus P.–Tóth L. 1988 közölt tanulmányaikat.

A mintavételi helyeket az 1. ábrán tüntettem fel, a nyomelemvizsgálati eredményeket pedig az 1. táblázat tartalmazza. Megjegyzem, hogy a táblázatban az összehasonlítás érdekében közlöm még a *balatonfüredi szénsavas Kossuth-forrásból* vett vízminta nyomelem összetételét is. A táblázatban csak 22 nyomelem vizsgálati eredményeit közlöm a meghatározott 33 elemből.

1. táblázat. A Mátra hegység környezetében előforduló hév- és ásványvizek nyomelemei

Térképi szám	Mintavételi hely	Nyomelemek																					
		Li	B	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Mo	Cs	Ba	W	Pb	U	F	Br	I
1	Bükkszék	2200	45,278	25,9	16,9	29,2	1,54	4,0	2,0	4,0	30,0	10,8	273	425	1,0	80,2	980	1,0	2,5	1,0	3000	13,261	2382
2	Mátradercske	5930	39,805	23,7	13,2	2,65	42,0	2,33	2,73	5,71	16,7	7,5	401	979	0,5	199	16,1	0,41	8,38	0,5	1500	10,605	396
3	Parád	274	203	25,9	0,39	1,73	835	0,63	0,82	0,73	1,26	0,2	32,6	1285	0,1	2,77	58,5	0,1	0,1	0,1	1200	80,8	14,1
4	Pásztó	370	2531	3,36	6,39	0,5	24,0	1,0	0,5	2,74	6,93	1,0	107	1148	7,03	6,75	360	0,23	9,44	0,25	1000	3594	268
5	Gyöngyös	155	850	3,08	0,55	0,1	5,8	0,87	1,80	10,0	13,5	0,27	55,6	207	2,34	18,7	59,3	0,96	0,26	0,05	900	205	30,7
6	Abasári források	3,6	14,2	0,74	15,5	0,8	0,2	0,2	0,98	1,88	0,9	0,55	13,9	336	0,18	0,65	9,3	0,05	0,05	1,5	200	78,4	18,6
7	Domoszló források	23,8	72,2	0,68	12,7	1,08	0,2	0,05	0,31	5,41	6,68	0,58	32,6	222	0,79	0,61	12,7	0,61	0,21	2,05	500	42,8	13,5
8	Domoszló artézi kút	12,1	342	1,28	0,99	1,1	1,0	0,2	1,9	6,7	8,6	0,06	34,0	124	3,04	0,23	185,0	0,84	0,39	0,23	500	34,8	20,7
9	Balatonfüred Kossuth-forrás	111	210	2,45	0,65	1,97	307	21,4	0,48	1,58	2,05	1,43	36,2	596	0,54	1,15	23,2	0,1	0,1	11,1	-	-	-
10	Rodosz Terme Calitea	16,0	331	4,68	16,8	7,54	0,12	0,99	5,90	0,82	0,51	2,38	9,37	1044	1,53	0,55	69,6	0,1	3,03	0,78	300	5347	31,0
11	Adriai tenger	141	4160	40	199	15,2	0,71	2,77	66,7	5,26	3,2	1,55	124	8899	12,7	0,48	8,5	1,0	4,69	3,65	1300	68,871	189



1. ábra. Áttekintő helyszínrajz a Mátra hegység körüli nyomelemekre vizsgált mintavételi helyek feltüntetésével. 1. Bükkszék, 2. Mátradercske, 3. Parád, 4. Pásztó, 5. Gyöngyös, 6. Abasár, 7. Domoszló, Vincellér-forrás, 8. Domoszló artézi kút.

Az előzőekben tárgyalt hidrodinamikai rendszerek közül kiemelkedő jelentőségű a bükkszéki és mátraderecskei hévíztermelő kutakkal feltárt *mélykarszt rendszer*. E kutak vizének nyomelem vizsgálatával betekintést kaphatunk ennek a rendszernek a bonyolult, és nagyon érdekes adottságaiba és paleo-vízföldtani fejlődéstörténetébe, mert ez a hévízes karsztos hidrodinamikai rendszer a térségben végbemenő lemeztektonikai folyamatokkal összefüggően fejlődött ki és működik ma is az adott karsztos vízföldtani törvényszerűségek mellett.

Ennek a karsztrendszernek paleo-vízföldtani fejlődésében alapvető és meghatározó szerepet játszottak azok a harmadidőszaki lemeztektonikai folyamatok, amelyek a paleogénben és a neogénben zajlottak le többször felújuló vulkánossággal és ezekhez kapcsolódó hidrotermás eseményekkel, amelyekhez a jelentős ércépződésen túlmenően (Gasztonyi É. 2010) *limnokvarcit, opál, gejzirit és a kovaföld telepek* képződtek (Zelenka T. 2010).

Ezekhez a lemeztektonikai folyamatokhoz kapcsolódnak még a mai CO_2 gáz *feláramlások is*, amelyek Cornides I. (1993) vizsgálatai szerint a *köpenyből származtathatók*. A parádi vízben a jelentős CO_2 gáz mellett szulfitos feláramlást is kimutattak (Papp Sz. 1957).

Vizsgálva a térség mai szcizmicitását megállapítható, hogy napjainkban is kisebb lemezmozgások okozta rengések pattantak ki (Zsíros T.–Mónus P.–Tóth L. 1988) a mintavételi helyek környezetében. Így többek között Gyöngyösön (itt többször is), Abasáron, Gyöngyöshalászon, Gyöngyöspatán, Hatvannál, Pétervásáránál, Parádon, Recskén. A felsorolásból látható, hogy a Mátra körül a lemezek ma is mozgásban vannak.

A karsztos hévízrendszerben a vulkánossággal összefüggésben igen jelentős paleo-hidrotermás karsztosodás zajlott le. E hidrotermás folyamatokhoz kapcsolódó mélykarsztos jelenségek öröklődtek át a rendszerrel, majd fejlődött tovább a pliocénben és a negyedidőszakban miközben ezekben a korokban is jelentős lemeztektonikai folyamatok mentek végbe. Az előzőekben felvázolt paleo-karsztosodási folyamatok ösztönöztek még arra, hogy a hegység körüli hévizek nyomelem adottságait megismerjem, mert e vizsgálatokból kívántam tájékozódni, hogy a hévízrendszer mai vízföldtani viszonyai mennyiben tükrözik vissza a rendszer fejlődési folyamatait.

2. A nyomelem vizsgálati eredmények vízföldtani értékelése

A Mátra hegység környezetében nyolc helyről történt mintavételezés, figyelembe véve a különböző típusú vízadó rendszereket, amelyek a térségben kialakultak és feltártak. Így vízmintavételezés történt:

- A bükkszéki és mátraderecskei karsztos hévizet termelő kutakból (1, 2. kép).
- A szénsavas források közül a parádi vízből.
- A repedezett vulkánitokhoz kapcsolódó hévízes kutakból Pásztónál és Gyöngyösön.
- A délkelet Mátra-i subtermális rés és hasadék forrásokból (abasári, domoszlói, Vincellér-forrás).
- A felső-pannóniai rétegvizet hasznosító domoszlói artézi kútból.



1. kép. Az üzemelő bükkszéki karsztos hévízkút



2. kép. A mátraderecskei strand vízellátását biztosító kút

Így az előzőekből látható, hogy az előzetesnek tekinthető mintavételezés nyomelemekre a térségben ismert minden jelentősebb víztípusra kiterjedt. Nem történt azonban mintavétel az igen gyakori kis oldott sótartalmú hideg részforrásokból, egyéb előforduló felszín alatti vizekből sem, miután első lépésben az volt a célom, hogy csak a térség legismertebb és legjelentősebb vizeinek nyomelemeit ismerjem meg a lemeztektonikai folyamatokkal összefüggésben.

Az 1. táblázat alapján látható, hogy egyes víztípusoknál a nyomelemek mennyiségi és cioszlási adottságai között jelentős, sőt igen jelentős különbségek tapasztalhatók. Így megállapítható, hogy az egyes víztípusokra jellemző nyomelem összetételek és mennyiségi értékek alakultak ki. Ezek nyilvánvalóan a vízkörforgalmukhoz kapcsolódó áramlási pályák menti feltételekkel és adottságokkal állnak szoros összefüggésben.

2.1. A nyomelemek mennyiségi összehasonlítása térség egyes víztípusai között

Kiugróan nagy nyomelemtartalommal jellemezhetők a bükkszéki és mátraderecskei hévízkutak. Ezek az eredmények már korábban is ismertek voltak a részleges nyomelemvizsgálatok alapján (Pálfy J. 1975, Papp Sz. 1957). Erre a nagy nyomelemtartalomra utalt már Pálfy J. is, mert a megjelent cikkében elemzési adatokat közölt a mátraderecskei kútra vonatkozóan. Így pl. a fluor értéket $4000 \mu\text{g/l}$ -ben a brómet $11,500 \mu\text{g/l}$ -ben és a jódét pedig $887 \mu\text{g/l}$ -ben adta meg. Ezek az értékek hasonlóan nagyok a MÁFI vizsgálataiban is. A vizsgálatok szerint



3. kép. A bükkszéki gyógyfürdő fedett gyógyvíz medencéje



4. kép. A Gyöngyösi Uszoda és Termálstrand nyitott és fedett medencéi

(2010) a bór pedig $39,805 \mu\text{g/l}$ mennyiségben van jelen a kút vizében. Papp Sz. pedig a bükkszéki vízben mutatót ki nagy értéket ezekre az elemekre vonatkozóan. Így pl. a fluornál $2000 \mu\text{g/l}$ -t, a brómnál $14,350 \mu\text{g/l}$ -t, a jódnál pedig $2220 \mu\text{g/l}$ mennyiséget tapasztalt. E hévíznél is megközelítően egyeznek az eredmények, pedig a vizsgálat még 1950 augusztus 27.-én történt. A bór mennyiségét $57,500 \mu\text{g/l}$ adja meg jelezve azt, hogy a vízben rendkívül nagy ennek az elemnek a feldúsulása

A két kútnál kapott igen nagy nyomelem értékeket figyelembe véve a termelt vizek hőmérsékletét is, megállapítható, hogy a rendszerben kétirányú áramlási pályák menti keveredésből alakul ki a kapott nyomelem összetétel. Az áramlási pályák egy részéhez a kéreg mélyebb szakaszából feláramló nyomelemekben rendkívül gazdag fluidumok kapcsolódnak, míg az áramlási pályák másik része magasabb szinten nyomelemekben szegényebb vizeket szállítanak és ezek keveredése révén alakul ki a kapott nyomelemtartalom. Ebből az is megállapítható, hogy a karsztos hidrodinamikai rendszerrel a térség lemeztektonikai adottságai biztosítják azt a feltételt, hogy a kéreg mélyebb szakaszából az igen nagy nyomelemtartalmú fluidumok áramlanak fel.

A pásztói és gyöngyösi hévízkutak is nyomelemekben gazdagok, de ezen belül a pásztói vízben a nyomelemek feldúsulása jelentősebb, mint a gyöngyösi hévíznél. Ebből megállapítható, hogy a pásztói hévíz feláramlási pályái szorosabb összefüggésben vannak a mélyebb ásványi sókban gazdagabb fluidumokat szállító pályákkal, mind a

gyöngyösi hévízkút. E hévizeknél is alapvetően egyes vezető nyomelemek (bór, fluor) jelentős feldúsulása eredményezi ezeknek nyomelemben történő gazdagodását.

Ez a megállapítás a szénsavas parádi vízre is, érvényes, csak itt már a bór szerepét a stroncium veszi át a fluor mellett.

A térségben vizsgált víztípusok közül az abasári és domoszlói forrásoknál mutattak ki legkisebb nyomelem mennyiségi adottságokat. Így a nyomelem adottságok a forrásoknak felszín közeli vízkörforgalmú pályákra utalnak, de feltételezhető, hogy ezen belül ezekhez kapcsolódnak még olyan mélyebb vízszállító pályák is, amelyek nemcsak a források hőmérsékletét emelik meg, hanem a nyomelemekben történő gazdagodást is elősegítik.

E forrásokhoz viszonyítva a domoszlói felső-pannóniai rétegvíznel nyomelemekben csak kisebb mennyiségi növekedés tapasztalható, eltolódva a bóros víztípus irányába.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a Mátra hegység térségében különböző típusú vizek között nyomelemek mennyiségi adottságaiban alapvető különbségek mutathatók ki. Így ezekből az eredményekből vízkörforgalmukra és áramlási pályáikra vonatkozóan lehet további vízföldtani következtetéseket levonni.

2.2. A vezető nyomelemek összetételi adottságainak értékelése

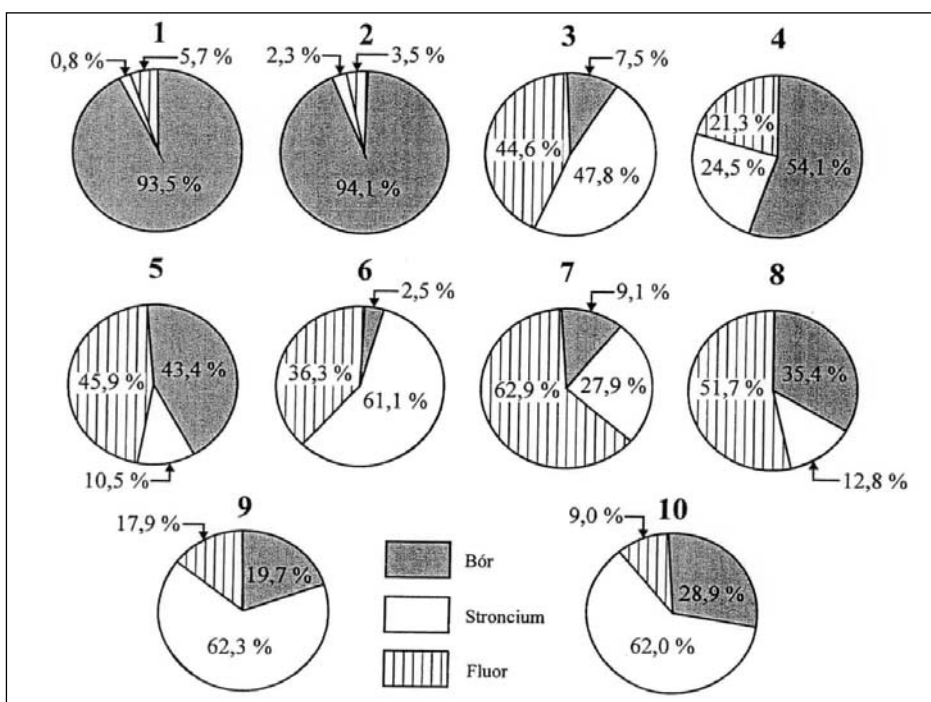
Az 1. táblázatban közölt nyomelemek mennyiségi eloszlásában alapvető különbségek tapasztalhatók, mert egyes elemek jelentős vagy kiugróan nagy mennyiségi feldúsulásuk figyelhető meg egyes víztípusokhoz kapcsolódóan. A vizsgált 33 elem közül, amelyek minden víztípusnál jelentős mennyiségben előfordulnak a következők: bór, stroncium és a fluor. Ezek mellett a hévizekben jelentősen feldúsulhatnak még a bróm, a jódnál, a lítium, rubídium, bárium.

Víztípusonként vizsgálva a vezető nyomelemek mennyiségi megoszlását a vizekben a következők állapíthatók meg:

Az előzők szerint a víztípusoktól függetlenül egyes elemek jelentős feldúsulása tapasztalható a vizsgált vizekben. Ezeket vezető nyomelemként kiemelten kezeltem. Így domináns vezető nyomelemek közé tartozik a bór, a stroncium és a fluor. Vannak olyan vezető nyomelemek, amelyek a vizekben szélsőségesen nagy ingadozásúak, ezek közé sorolhatók a bróm, a jódnál, a lítium. Továbbá vannak úgynevezett kísérő nyomelemek is, amelyek mennyiségileg esetenként kiemelkednek a vizsgált nyomelemek sorából. E csoportba tartozik a bárium, rubídium és a cézium a szénsavas vizek esetében pedig még a mangán is.

A karsztos hévizekben (Bükkszék, Mátraderecske), kiugróan nagy a bór mennyisége, ezután következik a bróm, fluor, a lítium és a jódnál. A stroncium ezekben a vizekben alárendelt szerepet játszik. Bükkszéknél még a bárium is jelentős mennyiséget képvisel. A két kút közötti nyomelem eltérések arra utalnak, hogy az áramlási pályáik kissé különbözőek.

A pásztói és gyöngyösi hévízkutaknál is a fent felsorolt nyomelemek dominálnak mind a karsztvizeknél ki-



2. ábra. A Mátra körüli előforduló víztípusok domináns nyomelemeinek százalékos eloszlása. 1. Bükkszék, 2. Mátraderecske, 3. Parád, 4. Pásztó, 5. Gyöngyös, 6. Abasári-forrás, 7. Domoszlói Vincellér-forrás, 8. Domoszlói artézi kút.

sebb-nagyobb helyi eltérésekkel, ilyen pl. hogy Pásztónál a stroncium dúsulása tapasztalható, míg ez Gyöngyösnél nem figyelhető meg.

Az ismertett hévízkutak napjainkban korszerűen épített fürdők és strandok vízellátását biztosítják (3, 4. kép).

A parádi szénsavas víznél a bór mennyisége jelentősen lecsökkent és a stroncium a vezető nyomelem, amely mellett a fluor is meghatározó mennyiséget képvisel, de a halogén elem dúsulását sem a bróm, sem a jód nem követi. Jelentős még a vízben a mangán is.

E nyomelem összetételt összehasonlítva a karsztos hévizekével ezek között kisebb egyezések mellett alapvető lényegi eltérések mutathatók ki. Így rögzíthető, hogy a szénsavas vizek áramlási pályái nem egyeznek a karsztos hévizekével. Azonban feltűnő a fluornál tapasztalható mennyiségi összecsés.

Az abasári és domoszlói források között is tapasztalható nyomelemek eloszlásában különbségek. Itt is a vezető nyomelem a stroncium. A bór mennyiségileg alárendelt szerepet játszik. E vizekben is a fluor jelentősen meghaladja a bórét.

A domoszlói artézi kútnál vezető nyomelem a fluor és a bór. Relatív jelentős még a vízben a bárium (185 µg/l) és a lítium. A stroncium csak 124 µg/l értéket képvisel. Ezért az artézi kút vízének utánpótlódásának feltételei eltérnek a vizsgált subtermális forrásokétól és a hévízkutakétól.

A leírtak szemléltetése érdekében elkészítettem a 2. ábrát, amely a domináns nyomelemek százalékos eloszlását szemlélteti a vizsgált vizekre vonatkozóan.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a Mátra hegység térségében történt nyomelem vizsgálatok olyan eredményeket szolgáltattak, amelyek az egyes víztípu-

sokra jellemző adottságokat rögzítenek. De típuson belül is vannak egyedi eltérések. Általánosságban rögzíthető még, hogy a nyomelem vizsgálatok hozzájárulhatnak az egyes víztípusokhoz kapcsolódó vízkörforgalmak és áramlási pályák teljesebb megismeréséhez.

Érdekességként és összehasonlításként az 1. táblázatban közlöm még a balatonfüredi szénsavas Kossuth-forrásnak, továbbá a rodoszi Therme Calitea-i hévforrásnak és az Adriai tengernek (Dubrovnik) nyomelem vizsgálati eredményeit is.

IRODALOM

- Alföldi L.–Böcker T.–Lorberer Á. (1977): Magyarország karbonátos repedezett hévíztárolóinak hidrogeológiai jellemzői. In.: Magyarország hévízkútjai (1973–1976). III. k. Vízügyi kiadvány. 17–25.
- Cornides I. (1993): Magmatic carbon dioxide at the crust's in the Carpathian Basin. *Geochemical Journal*. 27.241–249.
- Dobos I. (1984): Ásványvíz kutatás és feltárás Parádsasváron. *Hidrologiai Tájékoztató*, április, 33–35.
- Gasztonyi É. (2010): A Mátra hegység ércesedése. In.: Baráz Cs. et al. szerk.: *A Mátrai Tájvédelmi Körzet*, 53–63. B.N.P.J. kiadvány Eger.
- Haas J.–Budai T.–Csontos L.–Konrád Gy. (2010): Magyarország pre-kainozoos földtani térképe. M=1:500.000 Magyarország földtani térképsorozata. MÁFI kiadvány.
- Liptai E.–Scheuer Gy. (1992): A Kelet-Mátra aljai források vízföldtani vizsgálata. *Hidrologiai Tájékoztató*, október 29–31.
- Papp Sz. (1957): Az ásvány és gyógyvizek kémiai jellege és összetétele. In.: Schulz Ö. szerk.: *Magyarország ásvány és gyógyvízei*. Bp. Akadémiai Kiadó, 337–627.
- Pálfi J. (1975): A mátraderecskei hévíz földtani viszonyai. *Hidrologiai Tájékoztató* 77–79.
- Scheuer Gy. (2009): Forrásmézőkövek és a lemeztektonika. *Cikkgyűjtemény 1. Önálló kiadvány*.
- Scheuer Gy. (2011): Az aktív lemeztektonikai folyamatok hatása a Kárpát-medence körüli karsztos ásványvizekre. *Hidrologiai Közlemények*, 91. 2. 33–42.
- Varga Gy.–Csillagné Teplánszky E. (1974): Mátra hegység földtani térképe. M=1:50.000 MÁFI kiadvány.
- Zelenka T. (2010): A Mátra hegység paleogén és neogén vulkanizmusa. In.: Baráz Cs. et al. szerk.: *A Mátrai Tájvédelmi Körzet*, 27–38. B.N.P.I. kiadványa Eger.
- Zsíros T.–Mónus P.–Tóth L. (1988): *Hungarian earthquake catalog*. Budapest. 3–182.

A Pávai-féle lillafüredi fúrás sikeres továbbmélyítésének földtani feltételei*

SZLABÓCZKY PÁL

84 éve, éppen május 5.-én kezdte el *Mazalán Pál* bányamérnök Lillafüreden, a *Pávai Vajna Ferenc geológus* által kitűzött „forróvíz kutató” fúrás mélyítését, amely történetét *Pávai* részletesen publikálta (1929,1930), valamint a fúrásról több kéziratos feljegyzés és rajz található a MÁFI Adattárában. A teleszkóposan csövezett fúrás utolsó, 7 hüvelykes rakatának palástcementezéses saruzárását 727,70 m-ben végezték az addig fűrt mészke és az aládőlő agyagpala határán. Két hetes öblítési szünet után a talphőmérséklet 32 °C-nál állt be. Ezután a politikusok vették át a főszerepet. 11 hónapos csatározás után az 1000 méteresre tervezett fúrást 734,5 m-ben leállították. Ezután *Pávait* minisztériumi főgeológusi beosztásából a Földtani Intézetbe helyezték át: „*Szolgálattételre, de munkakör nélkül úgy, hogy az első évben az idegeim majdnem tönkre mentek, már a nevemet is alig tudtam aláírni.*” (1952).

Lillafüred gyógyhelyértékét növelő hévízfúrás létesítése napjainkban is időszerű! Minimális követelmény a napi 500 (300) m³-nyi, 30 (40) °C-os hévíz kinyerése. A felső zónájában hideg karsztvíz vezető, takaróredős hegységben ennek négy földtani feltétele van: a kellő mélységi hőmérséklet, a termelési („szűrőzési”) zóna elégséges vízszállító képessége, az ezekhez kapcsolódó hő- illetve vízgyűjtő területek teljesítőképessége, valamint a vízgyűjtő zóna kellő tárolási tényezőjű nyitott, folyamatos utánpótlódású rezervoár jellege. Ezekkel a modellelemekkel végzett fiktív szerkesztések és számítások mennyiségi eredményei a következők.

1. Az 1. ábra tartalmazza a térség néhány karsztos-hévízes fúrásának termikus adatát, ahol kellett korrigálva. A diagramon jól elválnak a „hűtött” és a „fűtött” zónák. Lillafüreden természetesen az előbbit kell figyelembe venni és extrapolálni addig a mélységig, ahonnan kitermelhető a legalább 30 °C-os víz. Ez a mélység 1500 m-nek adódik, de lehetséges, hogy a kívánt hozamú zóna eléréséhez tovább kell fúrni akár 2000 m-ig is, ahonnan már 10 fokkal melegebb víz várható a diagram alapján.

2. Másik mennyiségi feltétel, hogy a fúrás olyan vízszállító képességű közetszakaszt harántoljon, amiből néhány 10 m-es leszívással biztosítható a 350 (200) l/p-s üzemi hozam. Hasadékos-karsztos tározóknál ettől a maximális hozam 10 %-kal nagyobb kell hogy legyen a próbatermeltetés során. A *Babuskin-féle* karsztos-turbulens áramlásra szolgáló kúthidraulikai képlet alapján számolva az 500 m³/d-s kútteljesítmény, 20 m-es leszívással, 200 mm-es előfűrésű szűrőátmérővel 20 m²/d értékű transzmisszivitást kíván meg, ami 10–20 m vastag, 2–1 m/d szivárgási tényezőjű vízáadó szakaszt jelent hideg víz esetében. A „forró víz” kisebb viszkozitása, a számítás biztonságát szolgálja. Ipari tapasztalataink

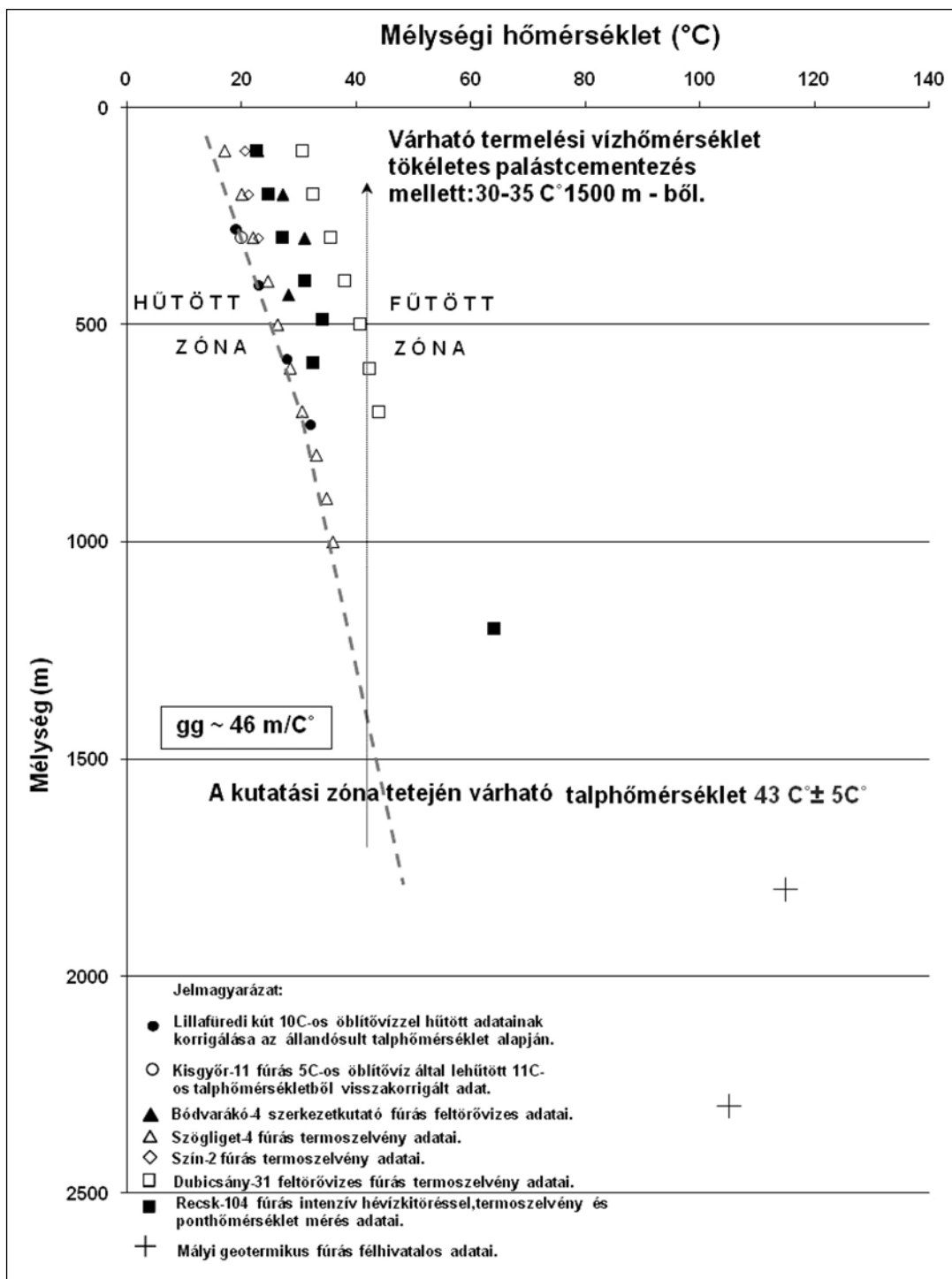
alapján paleo-mezozóos tektonikus zónákban 1000 m alatt, még nem karbonátos kőzetekben is ez az érték 30–50 %-os valószínűséggel előfordul (*Deák J.–Szlabóczky P. 1976*).

3. A kút leszívási térségéhez tartozó hőgyűjtő terület, a regionális földi hőáram értékéből kiindulva határozzuk meg. Az 1982-ben kiadott *Dövényi P.–Horváth F.*-féle Pannon medence hőáram térképe Lillafüred térségére 70 mW/m² lokális minimumot ad meg. Ennek alapján az 500 m³/d, kb.43 °C mélységi (30 °C feletti termelési) hőmérsékletű vízáram „fűtéséhez” 8 km²-es hőgyűjtő terület tartozik. Ezzel szemben a Miskolc térségére 1988–90 között végzett hévízgazdálkodási számítások tényleges adataiból (*Szlabóczky P. 1990*) a Bükk hegység alatt 100 mW/m²-es hőáram adódott. Ebből 5,5 km²-es hőgyűjtő terület igényt kapunk. A hőgyűjtőtől a hidraulikai (depressziós) vízgyűjtő valamivel kisebb, mivel a depressziós tölsér szélétől a kút felé induló vízáram már az azzal közvetlenül érintkező külső zónából is elszívja a hőáram egy részét. Ezt a miskolci hévíz kutakra végzett számítások minden esetben igazolták.

4. A legizgalmasabb és legbonyolultabb kérdés az, hogy az előbbieken vázolt paraméterű rezervoár utánpótlását biztosító tektonikus vízvezető hegységszerkezet mennyiben remélhető Lillafüred térségében 700 m tengerszint alatt? A Kárpát-medence lemeztektonikai vezérlésű hőtörténetéből (*Dunkl I. et al 1994*) nyilvánvaló, hogy a Bükk hegység ismert felszíni, valamint ismeretlen aljzati közettömege az elmúlt több mint 100 millió év alatt olyan képlékeny és rideg tektonikus tortúrát szenvedett el, amelyből hidrotermás jelentőségű idősebb, de később kiújuló mélyszerkezeti vonalak, többemeletes takaróredős hegységszerkezet, majd ezeket deformáló eltolódások, végül hidrotermás karsztosodást preformáló nyitott vatók maradtak vissza. Ezt a hegységszerkezetet „átjárják” azok a vertikális lefojtott paleohévízes rendszerek, amelyek a mezozóikum/kainozóikum határán keletkeztek, és 5–6 karsztfejlődési ciklust éltek meg, hol hévízes, hol hidegvízes járatokként, vagy éppen átmeneti kitöltődéssel. *Gatter István* 1982-es vizsgálatai szerint – amelyet az „első előtti geopark” kutatásához végzett a Miskolc-Tapolca Várhegy kőfülkéiben – a gömbfülkék kalcitos (markazitos) repedés kitöltéseinek keletkezési hőmérséklete 155–200 °C közötti.

Megdöböntő *Pávai* azon korabeli megfigyelése, hogy a lillafüredi fúrás talpán feltárt lúgos, nitrogénes, bórsavas vizet, a később szintén általa feltárt székesfehérvári kútvízzel hozza összefüggésbe, mivel csak az utóbbi évtizedekben vált egyértelművé a Balaton-Bükk menti fejlődéstörténeti-sztratigráfiai összefüggés. Ugyanígy a mai lemeztektonikai ismereteink felé mutat, amikor *Pávai* a

* *Pávai Vajna Ferenc* születése 125. évfordulója alkalmából 2011. máj. 5.-én Lillafüreden tartott előadás rövidített változata. A teljes anyag megtalálható a MÁFI Könyvtárában.



1. ábra. Bükk hegység térségi geotermikus adatok (Szlabóczky Pál 2011)

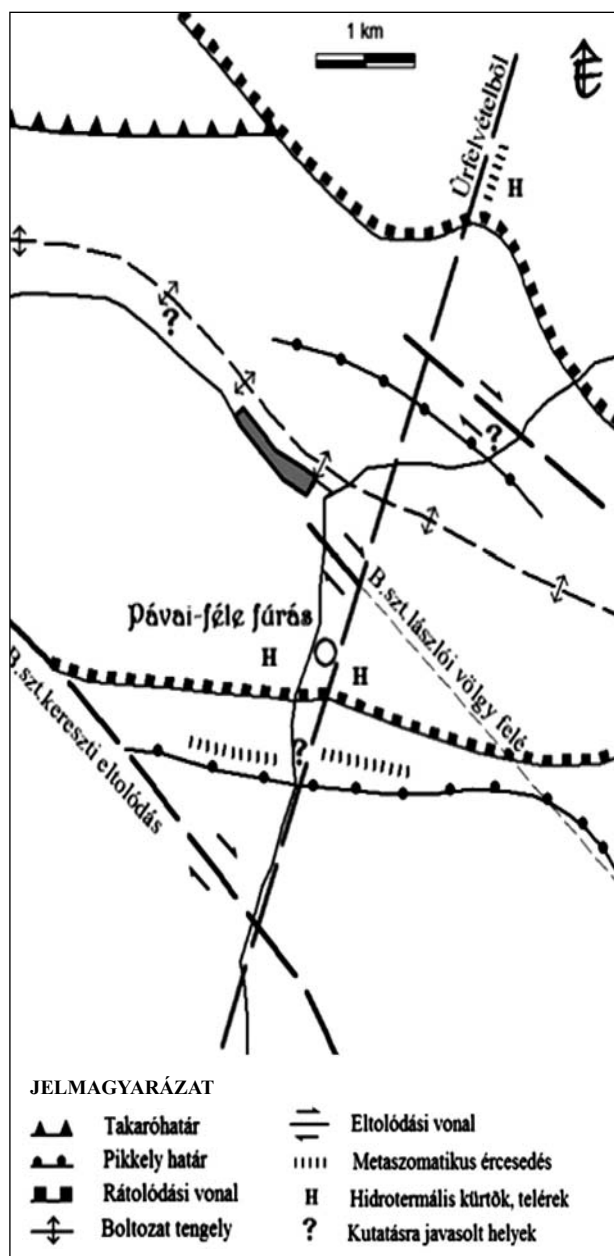
Lillafüred, Diósgyőr, Görömböly-Tapolca térségi hidrotermás megfigyeléseit a recens toscániai és paleokarsztos alpsi megfigyeléseivel hozza összefüggésbe.

Mai ismereteink alapján Lillafüred térségében a következő *hévíz jelentőségű mélyszerkezeti dinamikai földtani elemekre* számíthatunk (2. ábra).

1. A Bükk körüli hévíz kutatásokat szolgáló medence aljzati képből, és néhány víznyelős nyomjelzés anomáliából már a '80-as évek elején sejtettük, hogy a hegység fő tömege alatt „Darnós irányú” mélyszerkezeti pászták húzódnak. Űrfelvételekből szembeűnő egy Noszvaj-

Parasznya közötti, a hegységet átszelő ilyen vonal, amely Lillafüred mentén halad, majd a Királykúti forrás mellett folytatódik, ahol érces metasomatikus zónát és felső-cocén szubgressziós kitöltődésű gömbfülkét tártunk fel a karsztvízakna és táró kihajtásakor.

2. A földtani térképezések alapján Lillafüred térségében *feltolódások, pikkelyeződések és redőzések* mutathatók ki (Csontos I. 1999), amelyek későbbi *blokkos le(szét)csúszási* felületeket is predesztinálnak. Ilyeneket ábrázol már Pávai egykori szelvénye is (1930). Dinamikai szempontból ehhez hasonló a Gömöridák, *P. Grecula*



2. ábra. Lillafüred térségének egyszerűsített szerkezeti vázlatja, Balogh K. 1963, Csontos L. 1999, Kovács S. 1989, Less Gy. (szerk) 2002, Németh N. 2005, Szlabóczky P. 1995 adatai alapján.
Digitálizálta Tóth Róbert.

– I. Varga (1979 in Fülöp J. 1989) féle szelvény, illetve annak krétakorú fejlődéstörténetét értelmező Németh Z. (2002) szelvénye.

3. A Pávai-féle fúrástól közel 3 km-rel délre szeli át a völgyet az ÉNy-DK-i irányú bükksszentkeresztű eltolódás, elnyírva a K-Ny-i csapású gyűrt, íves szerkezetet. Hidrogeológiai jelentőségét az adja, hogy egy ezzel kinetikailag analóg kisebb eltolódást ismertünk föl Lillafüred északi végén, a Hámori Dolomit reprezentatív feltárásánál (Szlabóczky P. 1995), a Szinva völgyi karsztvízkutatások során, amely DK-i folytatódása ráfut a bükksszent-lászlói völgy első szakaszára.

4. Az egyes előbbi szerkezeti vonalak mentén hidrotérmás kúrtókat és metasomatikus valamint tektonobreccsás zónákat ismerünk a felszínen. Ezek közül hévíz feltárási szempontból legjelentősebbek a Szent István barlang korróziós (hévízes?) fülkái, a túloldali Boldogasszony sétány menti kalcittelérek, a Vesszős-Hegyes-tetői metasomatikus dolomit és tűzköves mészkő, kisebb tektonikus üregekkel (Fux-luk). Ennek keleti végén, a diósgyőri Várhegyen érc-kutatató táró nyomát ismertük fel légi fotóról, a '70-es évek karsztvízkutatásai során.

A kérdés az, hogy Lillafüred térségében ezek közül mi lehet hévíz vezető? Ennek jelentőségét már Pávai Vajna Ferenc is súlyának megfelelően vizsgálta: „...itt a Bükk hegység mélyreható pikkelyes – áttolódásos tektonikus, időnként megelevenedő mozgásai nyomán akár forró szénsavas források felfakadására gondolhatunk...”

Összefoglalva; a Lillafüred térségi közvetett mélyszerkezeti kép alapján csak annyi mondható, hogy ott valószínűleg erősen tektonizált paleozoos kőzetek találhatók, metavulkáni benyomulásokkal. Ezek alatti, a távolabbi környezetből ismert vepori kristályos aljzat (gránit, fillit, gneisz) jó konduktív hővezetésű „generátor”. A reménybéli vízáadó szintben feltételezhető alsó-triász és felső-perm karbonátos kőzetek sós, gázos „gyógyvíz” tározók.

Az egykori Pávai-Mazalán féle fúrás továbbmélyítésre nem javasolható, kivitelezési és későbbi műszaki sérülései, valamint a zárókat elégtelen átmérője miatt. Az új fúrás helye és mélysége hidrotektonikai térképezés és geofizikai mérés alapján tűzhető ki.

Reményeink egybeesnek dr. Pávai Vajna Ferenc egykori szavaival:

„Lehet itt megtorpanni, tagadni, újtát vágni annak, hogy az a sok tudományos és gyakorlati probléma, ami itt felmerült, ne nyerhessen megoldást?”

IRODALOM

Csontos L. 1999: A Bükk hegység szerkezetének főbb vonásai.
 Deák J. – Szlabóczky P. 1976: Borsod és Környékének Vízföldtani Atlasza. MÁFI-VIZDOK
 Dunkl I. – Árkai P. – Balogh K. – Csontos L. – Nagy G. 1994: A hő-történet modellezése fission track adatok felhasználásával – a Bükk-hegység kiemelkedéstörténete. *Földtani Közlöny*, 124/1.
 Fülöp J. 1989: Bevezetés Magyarország geológiájába.
 Gatter I. 1982: Előzetes összefoglaló a Miskolc-Tapolca-i kőfejtő anyagán végzett komplex folyadékzárvány vizsgálatokról. *Kézirat*.
 Németh Z. 2002: Variscan Suturezóna in Gemericum...*Slovak Geol. Mag.* 8/3-4.
 Pávai Vajna F. 1929: A lillafüred-i kutató mélyfúrás eddigi története és geológiai viszonyai. *Hidr. Közl.* 9.k.
 Pávai Vajna F. 1930: A forró oldatok és gőzök-gázok szerepe a barlangképződésnél. *Hidr. Közl.* 10.k.
 Pávai Vajna F. 1952: Miskolc környékének régen felfedezett, de maig elhanyagolt – gazdaságilag értékesíthető – hidrológiai kincsei. *Kézirat. MÁFI Adattár, Víz: 117/a*
 Szlabóczky P. 1990: Miskolc város meleg karsztvíz készletének ellenőrző számítása. *Vízkiutató 1.sz.*
 Szlabóczky P. 1995: Segédlet a Magyarhoni Földtani Társulat Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztálya, valamint a Magyar Hidrológiai Társaság Hidrogeológiai Szakosztálya által 1995. április 25.-én rendezett Miskolc–lillafüred–hámori tanulmányi kiránduláshoz. *Kézirat. Országos Földtani Adattár...*

A Tisza kisvizei és a talajvíz kapcsolata

BEZDÁN MÁRIA

Előzmények

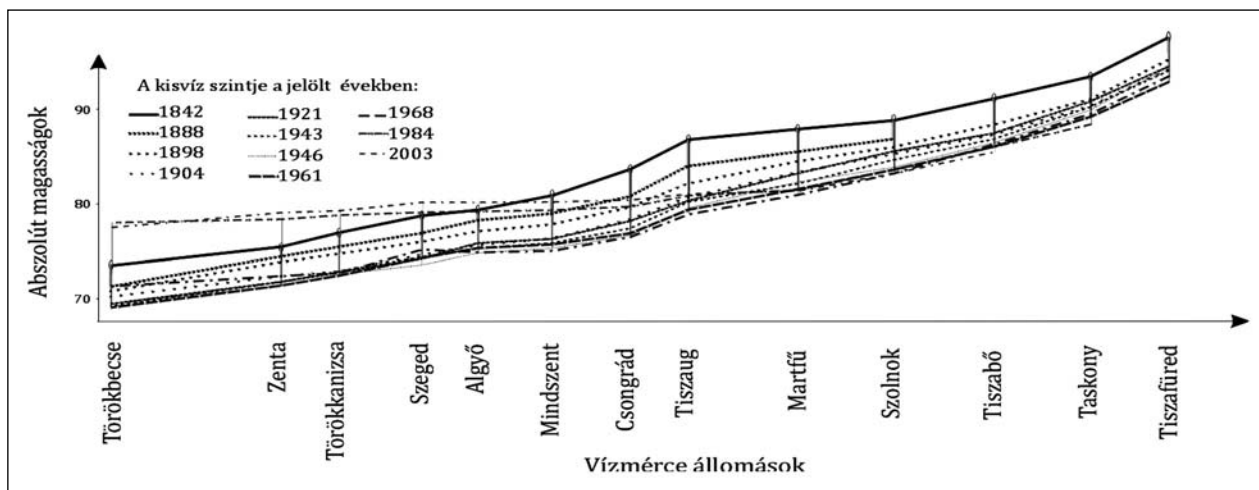
A nagy Tisza-szabályozás befejezése, de különösen pedig az átmetszések kifejlődése, anyamederré válása után a kisvíz szintje fokozatosan leszállt a mederben. A kisvízszint leszállása Tiszaújlaktól lefelé mindenütt jelentékeny volt, különösen nagy azonban Vásárosnamény és Záhony (637–696 km), továbbá Martfű és Mindszent között (217–300 km). A kisvíz szintjének leszállása részben a meder mélyebb beágyazódásából, a megrövidített folyóban beállott esénövekedésből, a meder bővüléséből és a kisvízi hozam megfogyásából adódott (Iványi 1948).

Az okok feltárása

Vizsgálatot végeztem arra vonatkozóan, hogy az 1876. évet követően mikor és milyen körülmények között következett be a korábbiaknál nagyobb mértékű süllyedés a Tisza Martfű, Tiszaug, Csongrád és Mindszent vízmércéin. Először is megállapítottam, hogy már 1876-ban is ezeknél a vízmércéknél a környező vízmércékhez képest alacsonyabb vízállást mérnek. Martfű, Tiszaug és Csongrád szelvényben nemcsak a kisvízi, hanem a közép- és nagyvízi vízállástartományokban is kisebb a leolvasott érték. Ennek oka a vízmércék „0”-pontja helyzetével magyarázható. Annak érdekében, hogy a szabályozás hatására bekövetkező változások jobban nyomon követhetők legyenek, az 1941–42 évi kisvíz szintjén rögzítették a vízmércék „0”-pontjait (Iványi 1948). Így azok az érintett mércéknél az akkori Körös vízhozamával megnövelt értéken kerültek rögzítésre. Ez jól látszik a hossz-szelvényen (1. ábra): a Körös torkolatánál, Szolnok és Mindszent között, jobban kiemelkedik a felszingörbe, mintha ott egy domb lenne (a Maros torkolatánál, Szegednél is van egy kisebb púp az 1842. évi felszingörbén). A szabályozások hatására a Hármas-Körös vízgyűjtő területének vízkészletében lényeges változás állt be. Ez a készletcsökkenés a Hármas-Körös vízho-

zamanak csökkenését mozdította elő, és emiatt a Tiszában a mellékfolyó torkolatánál a vízállások a szabályozást követően a környező vízmércékhez képest mindig alacsonyabb relatív értéket mutatnak.

A Körösök a szabályozásig, a terület mikro-domborzatának köszönhetően laposok, fenekcek, tavak, fertők és mocsarak láncolata volt, melyek az ereken és fokokon keresztül álltak kapcsolatban egymással (Babos–Mayer 1939). A nagyobb árhullámok alkalmával a gyengén beágyazódott „medrek” gyakran változtatták helyüket. A vizek levezetése helyett a víztározás szerepét töltötte be a folyó (Cholnoky 1911). A Nagykunság és a Nagy-Sárrét mocsártengereit a Mirhó–hidrológiai tengely szervezte egységes vízrendszerré. A Tiszából a Mirhó–fokon keresztül kifolyt víz a Berettyó–Körös völgyébe is eljutott, míg az áradó Berettyó vize a Mirhó–toroknál kilépve a folyó medréből Bánhalmáig, s a mai Abádszalóig folyt, és képes volt a Tiszába beömleni (Tóth 2000). Györffy (1922) idézi Széll Mihály pákász 1799-es vallomását egy határperben, mely szerint a Berettyó mozogván folydogált, míg a többi víz állt. A völgyében a csapadékvizek, mint a szivacsban raktározódtak, és csak fokozatosan ürültek ki. Így hosszú száraz időszakban is rendelkezett megfelelő tartalékkal, és a kisvíz idején kellő mértékben tudta táplálni a Tisza kapcsolódó szakaszait. Egyrészt a lassú vízlevezetése, másrészt a viszonylag nagytömegű talajvíz révén hosszú időn keresztül folyamatos vízutánpótlást biztosíthatott. A nagyon kis esése miatt az egyes árhullámok levonulása négy hónapig is eltartott (Somogyi 1980). A szabályozással sikerült a Körösök medrét az addigiaknál jobban beágyasztatni. Az esése az átvágások hatására ~1,5 cm/km-ről ~4 cm/km-re nőtt, ezzel összefüggésben gyorsabban vezeti le a vizeket. A nagyvizek szintje nőtt, tartósságuk csökkent, a kisvizes időszakok tovább tartottak, és igen alacsony vízállások is kialakultak (Hubert 1929). A szűkre szabott töltésközökkel megszűnt a korábbi víztározási feladata.



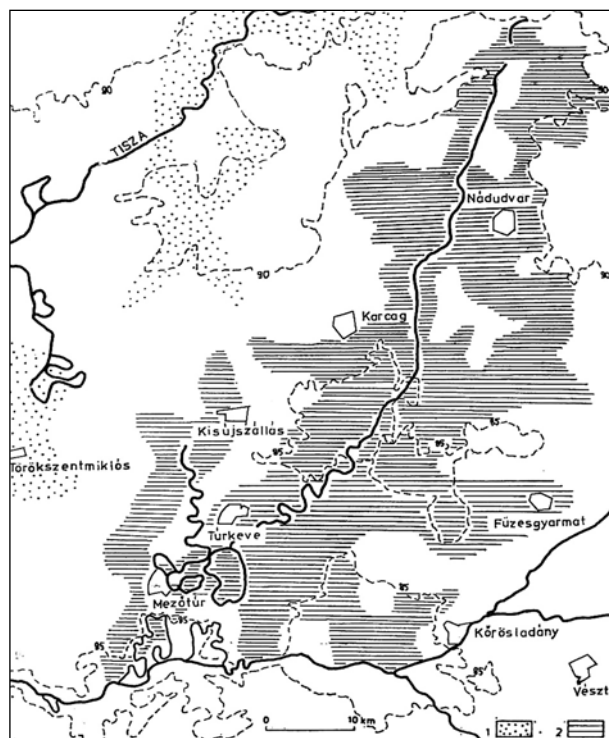
1. ábra. A legkisebb vízállások alakulása a jelölt években

A vízrendezési munkálatok hatására a Berettyó Sár-
réteje kiszáradt, melynek lecsapolását számos kisebb esat-
orna is elősegítette. Ez a beavatkozás előmozdította,
hogy az 1850-es évtized árvizei után 1863-ban bekövet-
kezett az évszázad legnagyobb aszálya. (Dunka–Fejér-
Vágás 1996). A Tiszántúl terület közepén húzódó Horto-
bágy lefolyó vize még egy ideig táplálta a Nagy–Sárrét
mocsárvilágát. A Hortobágy–Berettyó medrének 1881–
1896 közötti mesterséges kialakítása jelentős emberi be-
avatkozás volt (Dunka 2002). A Bakonszegtől Bucsa irá-
nyába tartó folyószakaszt Bucsnál elvágták, a Horto-
bágy folyót pedig összekötötték az Ős–Berettyó alsó,
Bucsa alatti ágával. Az így kialakított Hortobágy–Berettyó a Tiszától keletre a mellékágaival fontos szerepet ját-
szik a magyar Alföld jelentős részének vízellátásában
(TIKÖVIZIG 2007).

A Hortobágy–Berettyó völgyében Mezőtúr és Kisúj-
szállás között Karcag területéig a talajvíz éves szintű in-
gadozása 5–8 m. A jelenlegi főcsatorna É-D-i irányban
egy 10–15 km szélességű agyagos teknő mélyvonulatán
folyik végig (2. ábra). Ez a teknő a Hortobágy és a
Nagykunság mély tengelye, a folyószabályozások előtt a
tiszai nagy árvizek lefolyási övezete volt (Rónai 1985).
A Tiszához való közelsége miatt pedig hatással lehet a
Tisza érintett szakaszaira is. A geodéziai szintek alapján
a Hortobágy–Berettyó medre a Tisza medernél mélyeb-
ben van, és a Hármas-Körösrel való szoros kapcsolata
miatt fontos szerepet játszik a kisvízes időszakban a ta-
lajvíz kisvízi szintjének alakításában.

A Hármas-Körös a Hortobágy–Berettyó főcsatornán
keresztül távoli területrészek talajvizét is képes elvezetni
a hosszára nyúló kisvízes időszakokban. A folyók vízszí-
ne és a talajvízszín kapcsolata a folyótól távolodva a ta-
lajban a hullámsebességgel változik (Rónai 1956, 1985)
mert a felszín alatti vizek hidraulikai folytonossága révén
távol területrészekkel állhat kapcsolatban (Vágás 1995,
Marton 2008, 2010). A Tiszántúl vízmentesítést igénylő
része nagyléptékű talajvíz-áramlási rendszer. Itt nagy
térsegekre ható vízföldtani jelenségek alakulhatnak ki
(Tóth 1995). Emiatt a kedvezőbb talajvíz utánpótlású te-
rületek kisvízi készlete lesz magasabb (Szalay 2000). A
felső, kb. 400 és 1700 méter mélységek közti tartomány
vizei nyitott áramlási rendszerekben folynak, utánpótló-
dásuk csapadékból történik, és határozott megcsapolódá-
si vagy kiáramlási zónákon keresztül térnek vissza a fel-
színre. (Tóth–Almási 2001).

A Martfű és Tiszaug állomások földrajzi elhelyezke-
désükből adódóan a hosszan elnyúló kisvízes időszakok-
ban érzékenyen reagálnak a Hármas-Körös vízállásaira.
A Tisza-Körös-sziget területén mind a Hármas-Körös, mind
pedig a Tisza osztozkodik kisvízes időszakban. Mindkét
folyó kisvízi vízállása döntő mértékben függ ennek a te-
rületnek a talajvíz helyzetétől. Amikor a Hármas-Körös
kisvízi vízállása igen alacsony, akkor maga után vonja a
Tisza érintett szakaszának kisvízi vízállásait is. Ha a ta-
lajvíz szintje a Körösök miatt mélyebbre süllyed, mint a
Tisza kisvízállásai, akkor a Tisza a bal parti terület talaj-
vizéből nem tud utánpótlást kapni, csak a jobb parti terü-
letről, és emiatt apadnak a Tisza kisvízei.



2. ábra. A Hortobágy patak agyagteknője (Rónai 1985)
1 = homok, 2 = agyag

Második lépésként részletesebben megvizsgáltam
azokat az éveket, amikor a vízállás süllyedés mértéke a
korábbi észlelésekhez képest nagyobb volt. Megállapí-
tottam, hogy a süllyedést egyre hosszabb ideig tartó ki-
svízes időszakok váltották ki. 1888-ban november végén
volt a legalacsonyabb a vízállás, amely az őszi hosszú
száraz periódus következménye. Ezt követően 1898-ban
dőlt meg az újabb kisvízi rekord. Az viszont februárban
történt. Itt a lesüllyedés az előző évben kezdődött, és át-
húzódott az 1898. évre.

Ezt követően a jelentős kisvízi vízállás-süllyedést ki-
váltó kisvízes időszakok már nem az őszi hónapokban
kezdődtek, hanem tavasszal. Az időjárás viszontagsága-
inak kiszolgáltatott Tisza tavasszal nem kapta meg a
szükséges csapadékot, amivel a gyorsan kimerülni képes
vízraktárait feltölthette volna, a nyár végére igencsak le-
süllyesztette a talajvizet. Az 1904. év végéig kisvízes volt.
Már március végétől folyamatosan apadt a Tisza vize. A
nyár végén augusztusban süllyedt le a legnagyobb mér-
tékben. Hasonlóan alakult 1921-ben, 1943-ban és 1946-
ban is: tavasszal kezdődött a vízfogyás, és ősszel érte el
a vízállás a legmélyebb szintjét.

Az 1946. évi szárazság rendkívüli nagymérvű volt,
és ebben az évben az egész Tiszának és mellékfolyói-
nak forrásvizei nagyon megfogyatkoztak. Az 1904. évi
vízálláshoz képest 67 cm-rel tovább süllyedt a kisvíz-
szín 1946-ig. Ez pedig a végrehajtott kisvízi szabályo-
zások eredményeit a hajóúti vízmélység tekintetében
lényegesen rontotta. (Iványi 1948). Ez esetben nem le-
hetett az ok medermélyülés, hiszen akkor a merülési
mélységnek meg kellett volna maradnia! Vízfogyás
kellett, hogy okozza a jelenséget, ami a vízmélységben
okozott változást. Az Alföld változékony éghajlata kö-

vetkezményeként alakulhatott ki ilyen szélsőséges állapot (Mika et al. 1995, Szalai és Lakatos 2007).

A Tisza szabályozásával felgyorsított vízlevezetés (nagyjából 26%-kal) és a mocsarak vízraktározó szerepének kiiktatása (Vázsonyi 1973) miatt a tavaszi nyár eleji árhullámok gyorsabban levonulnak, és a csapadékszegény nyár előrébb hozza a hosszú kisvízes időszakot. Miután már 20–40 napon keresztül nem, vagy csak alig hullott csapadék, a mederben nagyrészt a talajvízből átszivárgó víz folyik (Szalay 2000). Az emberi vízhasználatok a talajban tárolt vízkészletek további csökkenéséhez vezetnek (Csatári et al. 2001, Völgyesi 2005, 2009), és ez a talajvíz lesüllyedését eredményezi (Rakonczai 2006).

Minden alkalommal, amikor a vízszín-süllyedés megdöntötte az előző rekordját, annak mértéke a Csongrád, Tiszaug és Martfű állomásoknál nagyobb mértékű volt, mint a környező vízmércéken. Ennek a jelenségnek az okozója a Körösök és vízgyűjtője vízhozamának és vízraktárainak erős megfogyatkozása. A Körösök a szabályozását követően a nagyobb esése miatt sokkal gyorsabban vezette le az árhullámokat, ezzel pedig lecsökkent a nagyvízes időszakai hossza, és ennek rovására nőtt a kisvízes időszakai időtartama. Az elnyúló kisvízes időszakokban a folyó a talajvízből kap utánpótlást, így annak szintje is lesüllyed. A mélyebben fekvő mederben a kisvizek abszolút szintje is mélyebben van, ez pedig a talajvíz szintjének nagymértékű süllyedését vonta maga után.

A Körös folyók vízhozama az év száraz periódusai-ban folyamatosan csökkent. 1957 után megtörtént, hogy a Sebes–Körös teljesen kiszáradt és a Hármas–Körös vízhozama hosszú ideig 3 m³/s-ra esett vissza. A talajvíz hátrányos csökkenése volt a következménye ennek a helyzetnek, mely mezőgazdasági károkat okozott és katasztrófális hatása volt a vízfolyások mentén lévő erdőkre és csodálatos ligetekre (Mosonyi–Pados–Ötvös 2004). A Hármas–Körös kisvízeivel lényegében együtt járó Tisza–Körösug-i talajvízszintek a Tisza kapcsolódó szakaszain is nagy valószínűséggel kisvizet generálhattak. A csongrádi vízállások süllyedése a Hármas–Körös által szállított vízhozamok csökkenése miatt vált fokozottabbá. Mindszentnél és Algyónél a talajvízszint magassága folytán a kisvízszín-leszállás nem volt olyan nagymérvű. A Szeged szelvényétől lefelé azért nem süllyedtek le olyan nagymértékben a kisvízi vízszínek, mert a Maros a vízhozamával továbbra is megnövelte a Tisza vízhozamát.

A duzzasztóművek és a kiépített csatornahálózatok hatása a kisvízi vízállásokra

Amíg nem épültek meg a duzzasztóművek a Tiszán (Tiszalök 1957, Kisköre 1973, és Törökbecse 1976) (Kardos 2001), és a hozzájuk kapcsolódó öntöző-hálózatok (Keleti-főcsatorna 1956, Nyugati-főcsatorna 1965, Nagykunsági-főcsatorna 1978), a Hármas–Körösön 1942-től üzemelő békésszentandrás duzzasztómű (Kertai 1963) kevésnek bizonyult a nyári vízhiányos időszakban az öntözés vízigényének kielégítésére. Emiatt a folyók

kisvízi szintje, és vele együtt a talajvíz kisvízi szintje is egyre mélyebbre süllyedt (Lászlóffy 1982, Mosonyi–Pados–Ötvös 2004).

Az 1960-a évek elejétől a Körös-völgy vízpótlása érdekében a Tiszalöki felvízi tározótérből 28 m³/s vízhozamot vezettek át a Körös-völgybe a Keleti-főcsatorna igénybevételével. (Mosonyi–Pados–Ötvös 2004). A Tiszában Szolnoknál a legkisebb vizek mennyisége mintegy 65–70 m³/s. Ezért a Hármas–Körös hatása a Tisza vízállásaiban jelentős. Az 1961-ben bekövetkező újabb hosszú száraz időszakban a kisvizek nagyobb mértékű lesüllyedése csak Csongrád felett érvényesült (Taskony Tiszaug). A csongrádi szelvénytől lefelé végig érezhető volt a Körös vízhozam-növelő hatása, mert az alsó vízmércéken sehol sem süllyedt le mélyebbre a kisvízszín a korábban észlelt értékekhez képest. Ebben az esetben még csak a Hármas–Körös vízhozama látszott a tiszai vízállások megnövelésében a Csongrád alatti folyószakaszokon.

A Kiskörei duzzasztómű (1973) és a Nagykunsági-főcsatorna (1978) üzembe helyezésével (Virágné Kőházi–Kiss 2008) további vízleadás biztosítható a Körös völgyébe: a keleti ágon a Hortobágy–Berettyón keresztül 25 m³/s-ot, a nyugati ágon 5–10 m³/s-ot (Dóra 1996). A Hortobágy–Berettyó vízgyűjtő természetes lefolyása csak mintegy 4 m³/s. A főcsatorna torkolati vízjátéka meghaladja a 8 métert, de még Ecegfalvánál is 5 méter körüli. A téli hónapok kivételével a Hortobágy–Berettyó vize duzzasztott, a Hármas–Körösön Békésszentandrásnál fenntartott magas vízszint következtében. A duzzasztás hatása a főcsatorna alsó szakaszán érvényesül. (TI-KÖVIZIG 2007).

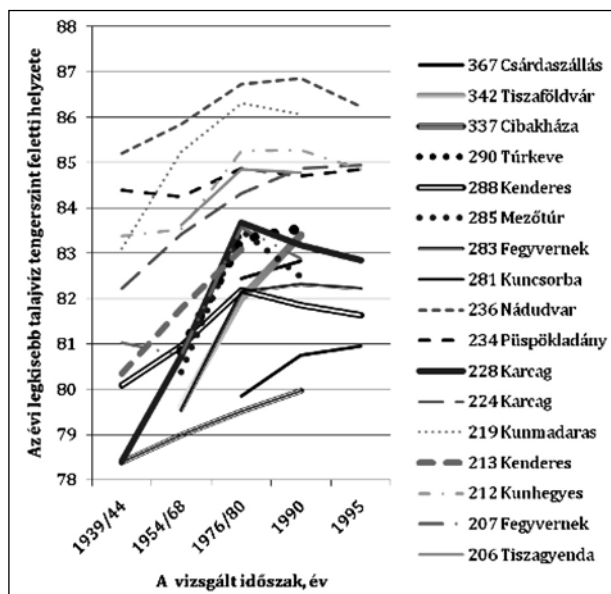
A Törökbecsei duzzasztómű üzembe helyezését követően 1976-tól (Kardos 2001) Tiszaugnál a kisvizek további lesüllyedésére nem kell számítani, mert a duzzasztás kedvező hatásaként Tiszaugon és az alatta lévő szelvényekben rendeződtek a kisvizek. Taskonyánál, Tiszabónél, Szolnoknál és Martfűnél azonban nem állt meg a legkisebb vízszínek süllyedésének folyamata. 1973-at követően a Kiskörei duzzasztómű hatásaként bekövetkező vízszín-leszállás áll a háttérben, melynek mértéke a számításaim szerint 2009-ig Taskonyánál több mint 100 cm, Tiszabónél 50 cm, Szolnoknál 20 cm és Martfűnél 10 cm. A vízállások lesüllyedésének oka egyrészt a káros medererózió (Giesecke–Mosonyi 2005), ami a laza kapcsolatú duzzasztóművek alatt alakul ki, másrészt a Kiskörei tározó csak az ökológiailag szükséges, és előírt minimális vízmennyiséget juttatja az alvízre a csapadékszegény időszakokban.

A meglévő duzzasztóművek fontos szerepet játszanak a terület vízkészleteinek megtartásában. Egyrészt a vízlevezetés lelassításában, másrészt a folyómederben tárolt vízüklével, harmadrészt pedig a talajvíz bizonyos mértékű megtámasztásában, duzzasztásában. A Berettyó folyó kisvízeinek vizsgálatakor Konecsny (2010) megállapította, hogy 1978 után az 1950–1977 időszakhoz viszonyítva jelentősen nagyobbak lettek a minimális vízhozamok, és csökkent a kisvízes időszakok időtartama, száma, víztömeghiánya, viszont nőtt a kisvízi időszakok

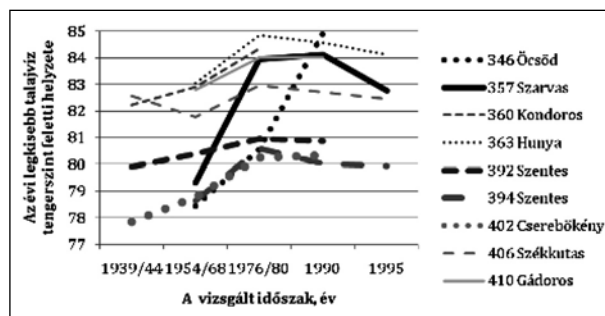
között eltelt idő. A Törökbecsei duzzasztómű ugyanis azzal, hogy magasabb vízállást biztosít a Tiszában érezhetően egészen Tiszaugig, lecsökkenti a folyó talajvíz elszállító képességét is. A földrajzi adottságából adódóan a Hármas-Körös is duzzasztott állapotba kerül a Tisza révén. A visszaduzzasztás a Békésszentandrás duzzasztómű szelvényéig is felhat. Így a Hármas-Körös felülről érkező vízhozamából csak minimális mennyiséget kell tovább engedni. Ez pedig kedvezően hat a folyó felső szakaszaira, és mellékágaira, többek között a Hortobágy-Berettyó főcsatornára is. A talajvíz szintje ennek következtében, illetve hatására nem süllyed már le olyan nagymértékben, mint ahogy azt tette a duzzasztómű megépítése előtt (3. ábra és 4. ábra).

Megállapítások

Megállapíthatjuk tehát, hogy a kisvizek lesüllyedésének a legfőbb oka a Tisza Martfű és Mindszent közötti szakaszán a szabályozás hatására bekövetkező gyorsabb vízlevezetés miatt kialakuló vízhiány volt, amit a Hármas-Körös a Hortobágy-Berettyó „mellékágával” generált. Mivel a talajvíz káros mértékű lesüllyedése sok esetben az őszi hónapokról előbbre tolódott, egyre gyakrabban növelte az aszály mértékét a már tavasszal megkezdődő kisvizes időszak (Pálfai 2010). Az öntözőrendszerek kiépítése (a duzzasztóművek, az öntöző főcsatornák, és a mellékágai) igen fontos szerepet tölthettek be a folyamat megállításában és visszafordításában. Szerencsére a Tiszántúl mélyen fekvő terület, így ott már jelentősnek mondható a vízmegtartó hatás, ellentétben a magasabban fekvő Duna-Tisza-közi hátsággal, ahol ráadásul a homoktalajok miatt még nehezebb helyzetben állunk szemben (Pálfai 2005). Magyarország Nemzeti Atlasza (1989) szerint az éghajlati vízhiány a Tisza-völgy Szolnok és a déli országhatár közötti szakaszán a legnagyobb, ami a terület egyedi földtani és éghajlati sajátosságából adódik.



3. ábra. A talajvíz kisvízi szintjeinek alakulása a jelölt időszakokban, években a Tisza bal parti vízgyűjtő területén a Hortobágy-Berettyó hatáskörzetében



4. ábra. A talajvíz kisvízi szintjeinek alakulása a jelölt időszakokban, években a Tisza bal parti vízgyűjtőjén a Hármas-Köröstől délre Szentesig fekvő területen

A vízhiányt megoldani csakis a területen megtartott vízből lehet. Nem mindegy, hogy a talaj hatalmas potenciális talajnedvesség-tározótere hogy töltődik fel és milyen mértékben telítődik (Várallyay 2007). Ha hagyjuk, hogy a folyókon érkező vizek csak átfolyjanak az országon, a csapadékszegény időszakokban nem lesz miből gazdálkodnunk.

IRODALOM:

- Babos Z.–Mayer L. 1939: Az ármentesítések, belvízrendezések és lecsapolások fejlődése Magyarországon. *Vízügyi Közl.* 1–2. füzet
- Cholnoky J. 1911: Az Alföld természetrajza. Budapest
- Csatári B. et al. 2001: A Tisza–vidék problémái és fejlesztési lehetőségei. Fejlesztési program, Kecskemét
- Dóra T. 1996: Folyami vízlépcsők környezeti hatásai a Kiskörei vízlépcső 18 éves üzemi tapasztalatai alapján. *Hidrológiai Közöny.* 2. sz. pp. 73–83.
- Dunka S. 2002: A Hortobágy–Berettyó Belvizeket Szabályozó Társulat. *Hidrológiai Közöny.* 6. sz. p. 358.
- Dunka S.–Fejér L.–Vágás I. 1996: A veritékes honfoglalás. A Tisza szabályozás története. *Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvtár*. Budapest
- Giesscke, J.–Mosonyi E. 2005: Wasserkraftanlagen. Planung, Bau und Betrieb. Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 830 p.
- Györfy I. 1922: Nagykunsági Krónika, Karcag
- Hubert L. 1929: A Tisza és mellékfolyóinak szabályozása. A magyar vízmunkálatok története 1867–1928. Budapest. (Klly. Technikai fejlődésünk története.) pp. 60–71.
- Iványi B. 1948: A Tisza kisvízi szabályozása. *Vízügyi Közlemények*, 2. szám pp. 131–159., 3. szám pp. 271–304. és 4. szám pp. 398–435.
- Kardos, I. 2001: 25 éve avatták fel a Tiszán a Novi Becej/Törökbecse-i vízlépcsőt. *Hidrológiai Közöny.* 3. szám. p. XVI.
- Kertai E. 1963: Magyarország nagyobb vízépítési műtárgyai. *Vízlépcsők.* Budapest
- Konecsny K. 2010: A kisvizek főbb hidrológiai statisztikai jellemzői a Berettyó folyón. *Hidrológiai Közöny.* 4. szám. pp. 31–40.
- Lászlóffy, W. 1982: A Tisza. *Akadémiai Kiadó.* 610 p.
- Magyarország Nemzeti Atlasza 1989
- Marton L. 2008: A hidrogeológia alapvető hidraulikai kérdései: a zárt és átszivárgó vízadó rendszerek hidraulikájának áttekintése. *Hidrológiai Közöny.* 2. szám pp. 1–10.
- Marton L. 2010: Alföldi rétegvizek potenciometrikus szintjeinek változása, II. *Hidrológiai Közöny.* 2. szám pp. 17–21.
- Mika J.–Ambózy P.–Bartholy J.–Nemes Cs.–Pálvölgyi T. 1995: Az Alföld éghajlatának időbeli változékonysága és változási tendenciái a hazai szakirodalom tükrében. LXXVII. évf. 3. füzet, 261–283.
- Mosonyi E.–Pados I.–Ötvös P.: A vízlépcső és crómű tervezési, építési és üzemelés, ökológiai és társadalmi előnyei, tapasztalatai 50 év tükrében. *ÉKÖVIZIG értekezés.* 2004.
- Pálfai I. 2005: Néhány szó a Duna–Tisza közti Homokhátság vízviszonyairól. *Hidrológiai Közöny.* 4. szám p. 3.
- Pálfai I. 2010: Aszályos évek az Alföldön 1931–2010 között. *A Nagyalföld Alapítvány Kötetei* 7. pp. 87–96.
- Rakonczai J. 2006: Klimaváltozás – Aridifikáció – Változó tájak. pp. 593–601.
- Rónai A. 1956: A magyar medencék talajvize, az országos talajvíz-térképező munka eredményei. *A Magyar Állami Földtani Intézet Evkönyve.* XLVI. Budapest.

Rónai A. 1985: Az Alföld negyedidőszaki földtana. *Magyar Állami Földtani Intézet – Műszaki Könyvkiadó*, Budapest.

Somogyi S. 1980: Korábbi és újabb társadalmi hatások a magyar folyók életére. *Alföldi tanulmányok* IV. kötet, Békéscsaba, pp. 19-39.

Szalay M. 2000: Az Alföld felszíni vízkészlete. *A Nagyalföld Alapítv. Kötetei* 6.: A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. pp. 96–104.

Szalai S.–Lakatos M. 2007: Éghajlatváltozás, éghajlati érzékenység. *Hidrologiai Közöny*, 5. szám pp. 29–32.

TIKÖVIZIG 2007: Jelentős vízgazdálkodási kérdések „2–6–1 Hortobágy–Berettyó” tervezési alegység. Kézirat. http://www.vizeink.hu/files/vizeink.hu_0044.pdf

Tóth A. 2000: A víz tájformáló szerepe az Alföldön. *A Nagyalföld Alapítvány Kötetei* 6.: A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. Békéscsaba pp. 46–50.

Tóth J. 1995: A nagy kiterjedésű üledékes medencék felszín alatti vizeinek hidraulikai folytonossága. *Hidrologiai Közöny*, 1995. 3. sz.

Tóth, J.–Almási, I. 2001: Interpretation of observed fluid potential patterns in a deep sedimentary basin under tectonic compression: Hungarian Great Plain, Pannonian Basin. *Geofluids*, Vol. 1, No. 1, pp. 11–36.

Vágás I. 1995: A vízlökés szerepe a felszín alatti vizek mozgásában. *Hidrologiai Közöny*, 3. sz.

Várallyay Gy. 2007: A talaj, mint legnagyobb potenciális természetes víztározó. *Hidrologiai Közöny*, 5. sz. pp. 33–36.

Vázsonyi Á. 1973: A Tisza-völgy vizeinek szabályozása. A magyar vízszabályozás története. Budapest. pp. 281–370.

Virágné Kőházi-Kiss E.: 30 éve helyezték üzembe a Nagykunsági-főcsatornát. *Közép Tisza, a Közép-Tisza-Vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság Lapja*. 3. sz. p. 3.

Völgyesi I. 2005: Mennyit termelhetünk a felszín alatti vízkészletekből? *Hidrologiai Közöny*, 5. szám pp. 20–24.

Völgyesi I. 2009: Ökológiai vízigény, vagy megfelelő talajvízszintek. *Hidrologiai Közöny*, 5. szám pp. 53–56.

Árvízi hatások várható lecsengése a Mályi-Nyékládháza térségi kavicsbánya tavaknál

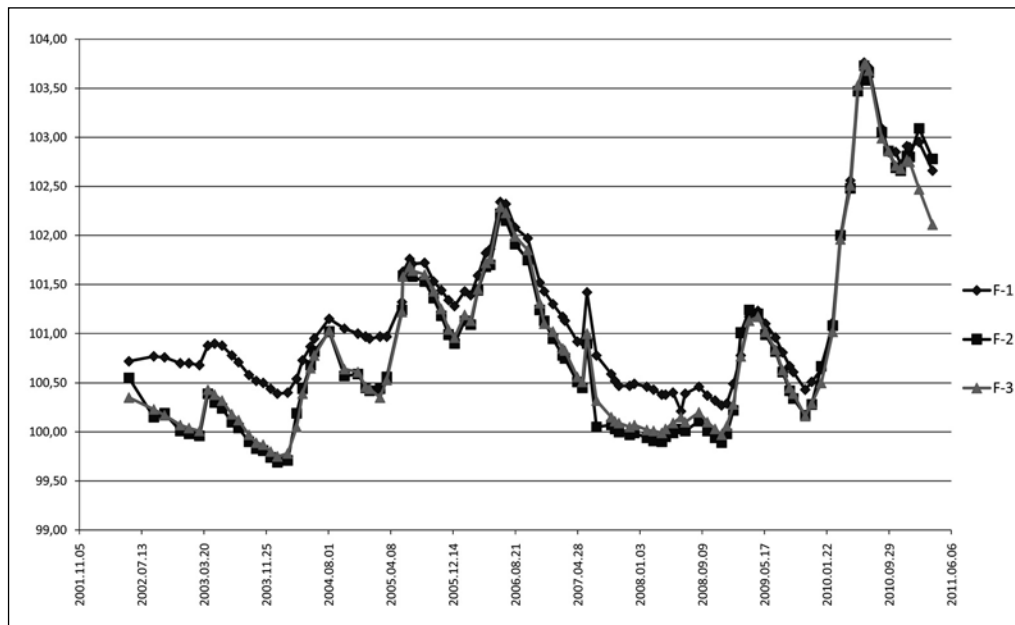
TÓTH RÓBERT¹ – SZLABÓCZKY PÁL²

A *Hidrologiai Tájékoztató* 2010. évi számában Szlabóczky Pál egy rövid tájékoztatót adott a 2010. évi miskolctapolcai karsztárvíz hatásáról a Nyékládháza térségi bányatavakra.

A néhány hónapon belüli több méteres váratlan vízszint-emelkedés (1. ábra) a partmenti létesítményeket használhatatlanná tette, a környező üdülők és települések pincéit a megemelkedő talajvíz elárasztotta. Ezért a térség hidrogeológusait a károsultak most azzal a kérdéssel ostromolják, hogy mikorra várható a tavak és így a talajvízszint visszasüllyedése az átlagos szintre. Az alábbiak-

ban röviden bemutatunk egy ilyen vizsgálatot, amit a Hejő főmeder (Petri-Hejő) és a Malom-árok összefolyása közötti egyik bányató mellett, a vízsztől 20 m-re telepített észlelő kút adatsora alapján készítettünk, 2002. május és 2011. március közötti, általában havonkénti egy-két mérési adatból. Az adatsort összevetettük a miskolci meteorológiai állomás havi csapadék értékeivel.

Fontos körülmény, hogy a múlt évi árvíz idején a miskolctapolcai vízbázis rendkívüli áradása miatt (hogy a Barlangfürdő térségét el ne öntse) annak teljes hidegvíz hozamát majd egy évig a Hejőbe vezették. A Mályi-



1. ábra. A bányató melletti figyelőkutak vízszint diagramja (mBf)

¹ Hidrogeológus mérnök, GREEN SIDE Kft. Miskolc

² Nyugalmozott geomérnök, Miskolc-Budapest

1. táblázat. Az F-3 figyelőkút fajlagos talajvízszint süllyedései

Indulósztint mBf	Fajlagos süllyedés dm/hó	Havi átlagszapadék mm/hó	Évszak
107,8	2,3	101	Hejő bevezetésekor
101,2	1,6	47	nyári
102,3	1,6	36	nyári + téli + tavaszi
102,8	1,5	42	téli
101,7	1,2	77	őszi
101,0	1,1	44	nyári + téli
101,0	1,0	46	őszi + téli
100,4	0,7	47	nyári + téli
100,3	0,4	76	nyári + téli

Nyék-ládháza térségi kiöntések megelőzése miatt, az árvízi hozam egy részét a térség kavicsbánya tavaiba engedték. Megjegyzendő, hogy az 1966. évi eddig mért maximumot megközelítő magas talaj- és tóvízszintek kialakulását a Sajó árvízi kiöntései is segítették (a Nyék-ládházi két Öreg-tó 1966 óta csak a múlt évben ért össze néhány hónapig).

Az alábbi módszert csak *első közelítéssel prognózisnak* tekinthetjük.

A tóhoz legközelebb eső F-3 kút vízjárás adatsorából kiválasztottuk a „süllyedéses” szakaszokat feltételezve, hogy a kút és a tó vízszintje „együtt jár” a havi perióduson belül. Kiszámoltuk a süllyedési sebességeket (*dm/hó*), melléírva az egyes időszakokra „jellemző” havi csapadék átlagokat. A csapadékbeszivárgási kérdéseket mellőztük, mivel a mindenkor teljes csapadék(hó)-mennyiség „ráül” a tó vízszintjére (jégpáncéljára). Ezután a 10 süllyedési időszakot tartósság szerint csoportosítottunk 9–11 hó, kb 6 hó és 3–4,7 hónapig tartó süllyedési szakaszokra (A 2010.06.28.–11.15. közötti maximális süllyedési sebességet nem vehetjük figyelembe, mivel az a partmenti terepszintet megközelítő árvízi betöltést követte). A következő csoportosításnál (1. táblázat) a kiszámított havi süllyedési sebesség értékek (*dm/hó*) sorrendjében rendeztük az adatokat, melléírva az induló abszolút vízállás magasságot (*mBf*), a havi átlagszapadékot (*mm/hó*) és kvalitatív jellemzőként a hidrológiai évszakot (nyári, téli, tavaszi, őszi).

Levonható elsőleges következtetések, hogy a *havi vízszint-süllyedések*:

magasabb talajvízállásnál kb. 1,6 dm/hó	kb. 40 mm/hó csapadék mellett,
közepes talajvízállásnál kb. 1,0 dm/hó	50–70 mm/hó csapadék mellett,

alacsony talajvízállásnál
kb. 0,5 dm/hó

50–70 mm/hó
csapadék mellett.

De ha a 3 havi csapadék
összege meghaladja a
200 mm-t:

nincs süllyedés!

Mivel most „magasabb” vízállás van, 3 hónap alatt várható süllyedés középértéke (első közelítéssel) *4,8 dm*, 120 mm alatti összes csapadék esetén.

Csapadékmentes kánikula esetén (IV-V-VI. hónapokban végig) 2,5 dm/hó süllyedéssel számolhatunk, így annak eredménye: *7,5 dm*.

A közelítő számítás hibája a tartósság szerinti (itt nem melléklet) csoportosítási táblázat és fél évszázados térségi tapasztalat alapján: $\pm 20\%$.

Ellenőrzésképp kiemeltük az adatsorból 2003. április elejétől, illetve 2009. április közepétől, június végéig, illetve július elejéig tartó két időszakot. Ebből levonható következtetés: 100-130 mm-nyi 3 havi, tavaszi-nyár eleji csapadék összeg mellett a vízszint-süllyedés. *3–4 dm* volt. Ez 80 mm csapadék mellett 4,8 dm-nek, 150 mm mellett 2,5 dm-nek adódik az adatsor egyes elemei alapján, tehát illeszkedik a fenti adatokhoz.

Megjegyzendő, hogy az itt vizsgált kútban a vízszint 2010. december eleje és 2011. március vége között kerekén 6 dm-t, az innen D-re, kb. 2 km-re kezdődő Gólem-tó vízszintje kerekén 3 dm-t süllyedt. Ez összevág a bevezetésben említett tanulmány azon megállapításával, hogy a múlt évi nagy emelkedés is kb. fél méterrel maradt el a Gólem-tóban az itt vizsgálttól.

További gyakorlati megfigyelés, hogy tartóssan száraz időszakban egy hónapos csapadék által okozott hirtelen talajvízszint emelkedés 30 %-os hézagterfogatot jelez a kavicsrétegben.

Belvizek és aszályok, mint a magyar Alföld sajátosságai, különös tekintettel a 2010–2011. évi rendkívüli belvízjárásra*

DR. PÁLFAI IMRE

Egy népi mondás szerint az alföldi parasztembernek „két isten kék”: az egyik, amelyik adja a vizet, s egy másik, amelyik elviszi, – ha túl sok van belőle (*Reich* 2011). Az Alföld vízgazdálkodási problémáinak valóban ez a kettősség a lényege. Egyszer a túl sok víz, máskor a víz hiánya okoz gondot, s nem ritkán súlyos károkat. Persze ez a kettős fenyegetettség Magyarország, illetve a Kárpát-medence más tájaira is igaz, de leginkább mégis az Alföldre, különösen annak középső és déli részére jellemző. Általában itt alakulnak ki a legszélsőségesebb vízháztartási helyzetek: egyes években – rendszerint a folyók árvizével nagyjából egyidejűleg – a hatalmas területet elborító belvizek, más években pedig a súlyos aszályok.

Így volt ez régen, és így van ez ma is. Lényeges változás azonban, hogy alföldi területeinken az árvízvédelmi biztonság a folyók szabályozása és az árvízvédelmi rendszerek létrehozása és fokozatos erősítése folytán sokat javult, viszont a belvíz elleni védelem és az aszályok káros hatásának csökkentése terén az erre irányuló sok erőfeszítés ellenére még rengeteg a tennivaló, akárcsak hegy- és dombvidéki területeink vízszabályozását illetően.

A belvíz és az aszály kialakulásának okai

A belvíz és az aszály kialakulásának fő oka nyilvánvalóan a szélsőséges éghajlati, illetve időjárási viszonyokban rejlik. Mindenekelőtt a csapadék mennyiségének van meghatározó jelentősége, de ezen vízháztartási folyamatokban számos más természeti tényező (legfőképp a domborzati, földtani és talajtani adottságok), valamint különböző emberi tevékenységek (pl. a földhasználat módja) is lényeges szerepet játszanak.

Az Alföld éghajlatának alapvonásai, mint a viszonylag csekély felhőzet, a bőséges napsütés, a szűkös csapadék, a szárazságra való hajlam, a hőmérsékletingás széles skálája, a zárt medencejellegből következnek (*Péczely* 1965). Az alföldi éghajlat további sajátossága a felszínformák viszonylagos egyöntetűségéből eredő meglehetősen térbeli állandóság. A legbizonytalanabb éghajlati elem a csapadék. A legszárazabb években az Alföld nagy részén csak 300–350 mm csapadék hullik, míg a legbőségesebb csapadékú években 800–900 mm, s az egyes hónapok, évszakok csapadékellátottsága is tág határok között ingadozhat. Amikor kevés a nyári csapadék, rendszerint nagy a hőség, s ez fokozza az aszályt; amikor viszont túl sok csapadék hullik, mérsékelt a levegő párolgató-képessége, s ez növeli a belvízi elöntés nagyságát és tartósságát. A kemény, havas tél – a mélyre hatoló talajfagy és az esetleges gyors hóolvadás miatt – ugyan csak komoly belvízképző tényezőnek számít.

Az Alföld zárt medencehelyzetéből és döntően folyami hordalékkal való feltöltődéséből következik, hogy a peremterületek felől az Alföld belseje felé haladva a tereplejtés egyre csökken, s ugyancsak csökken a talajok és a felszín közeli rétegek vízvezető és vízbefogadó képessége. Mindezek folytán a mélyebb területek felé igyekvő felszíni és a felszín alatti vizek nedves periódusokban megrekednek, feltorlódnak, felhalmozódnak, s időnként káros vízbőséghez vezetnek (*Szesztay* 2000, *Várallyay* 2010).

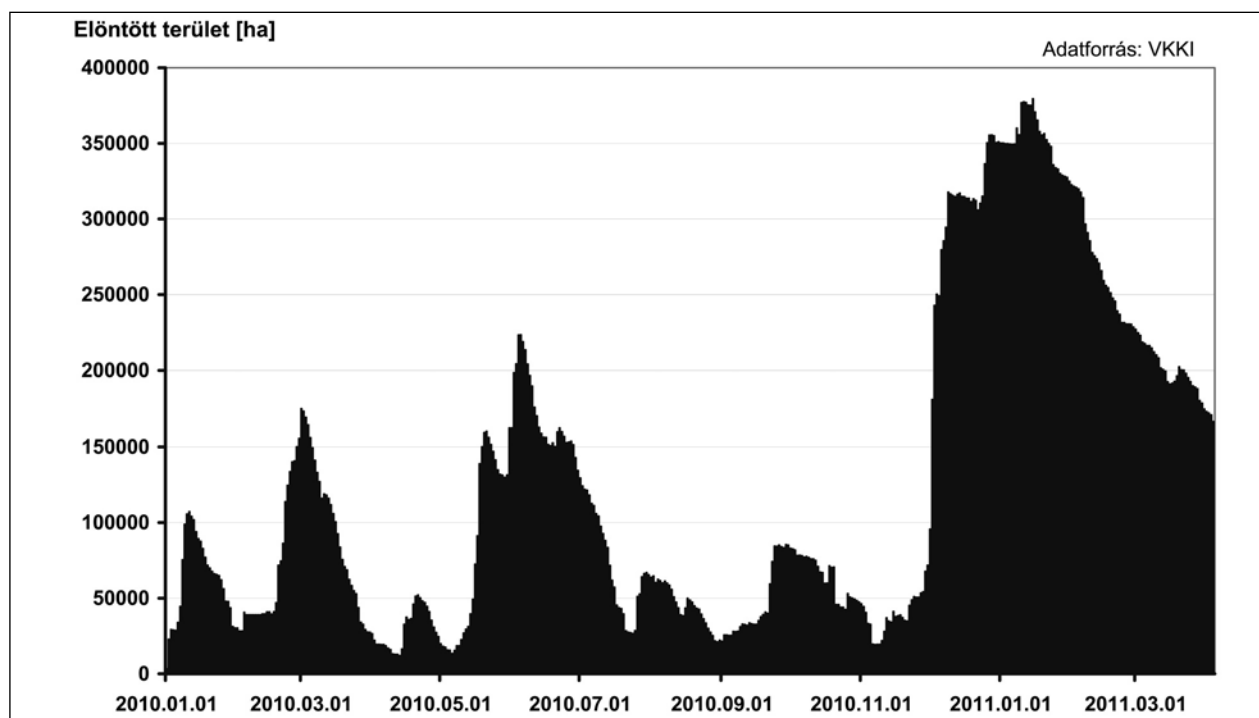
A fenti általános kép alól kivételt jelentenek az Alföld hátsági jellegű területei, amelyek – az alföldi peremterületekhez hasonlóan – nagyobb lejtésűek, talajuk túlnyomórészt jó vízvezető-képességű, így itt belvíz általában csak kisebb foltokban és ritkábban fordul elő, annál gyakoribb és tartósabb viszont a vízhiány. Kivételesen azonban (amikor a talajvíz rendkívül magasra emelkedik) a hátsági jellegű területek is szenvednek a belvítől. Sajátos, többszörösen hátrányos helyzetben vannak a folyók, illetve az árvízvédelmi töltések menti területek, mert a belvizes időszakok nagyon gyakran egybeesnek az árvizek levonulásának időszakával, s ez egyrészt fokozza a talaj átnedvesedését, másrészt nehezíti a belvíz folyókba juttatását (*Somlyódy–Nováky–Simonffy* 2010).

A belvizek és az aszályok gyakorisága

Mind a belvíz, mind az aszály olyan jelenség, amelyek gyakoriságáról nehéz általánosságban beszélni, ugyanis mindkettőnek különböző fokozatai vannak. Ha eltekintünk az egészen kis kiterjedésű, országos összesítésben a 30 000 hektárt el nem érő belvizektől és az enyhe vízhiánytól, akkor azt látjuk, hogy az elmúlt száz évben 65 év határozottan belvizes, 50 pedig aszályos volt, nem ritkán egyazon évben mindkét jelenség előfordult. Ha a két jelenség együttes előfordulását nézzük, akkor megállapíthatjuk, hogy az elmúlt száz év során 10 évben sem belvíz, sem aszály nem volt, 40 évben csak belvíz, 25 évben csak aszály volt, végül 25 olyan év volt, amikor belvíz és aszály is előfordult, de közülük legalább az egyik rendszerint csak mérsékelt formában.

Az évente belvízzel elöntött terület országos nagysága tág határok, a mai országhatáron belül 0 és 600 000 hektár között változott. A legnagyobb belvizek az 1870-es és 80-as években, 1940–42-ben, 1966–67-ben, 1970-ben, 1999–2000-ben fordultak elő (*Orlóczi–Schlegel* 1967, *Vágás* 2000, *Szlávik* 2003, *Pálfai* 2004). A 21. században eddig a 2010–11. évi belvíz tekinthető a legnagyobbknak. „Minden idők” legnagyobb aszálya 1863-ban volt. A 20. században az 1904., az 1935. és az 1952. évi, valamint az 1990–93 közötti aszályok voltak a legsúlyosabbak, a legutóbbi időben pedig a 2003. évi (*Pálfai* 2004).

* Előadás formájában elhangzott a Haladó Erők Fóruma által rendezett tanácskozás-sorozat keretében (Budapest, 2011. április 12.)



1. ábra. A belvízzel elöntött terület változása Magyarországon 2010. január 1. és 2011. április 4. között

A 2010–2011. évi belvízjárás főbb jellemzői

2010-ben az átlagosnál jóval nagyobb téli-tavaszi belvíz, igen súlyos későtavaszi-nyári belvíz és szokatlanul nagy őszi belvíz is keletkezett, s mielőtt ez utóbbi „lecsengett” volna, decemberben egy újabb, az előbbieknél is nagyobb belvízhullám bontakozott ki, amely áthúzódott a következő naptári évre, s 2011 januárjában érte el csúcspontját, majd igen lassú, több hónapig tartó apadás következett (1. ábra).

A környezetvédelmi és vízügyi igazgatóságokon fölmért, a Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság által összesített elöntési adatok azt mutatják, hogy 2010 első hónapjaiban, a január-áprilisi időszakban három belvízhullám vonult le, melyek közül a hóolvadásból és egyidejű esőzésből keletkező középső hullám volt a legnagyobb: ez március elején tetőzött, amikor egyidejűleg 175 000 hektárt borított belvíz. A későtavaszi-nyári belvízi elöntések május közepén egy mediterrán ciklon által keltett rendkívül intenzív esőzések nyomán (Móring et al. 2010, Bozó et al. 2010) ugrásszerűen alakultak ki. Az egyre növekvő vízborított terület – némi visszaesés után – május végén és június legelején egy újabb ciklon meg-megújuló esőzések következtében június 4-5-én tetőzött, amikor egyidejűleg 223 000 hektár volt víz alatt. Az ezt követő apadási hullám – kisebb emelkedéssel tarkítva – augusztus végéig elhúzódott. Az őszi kezdetén a belvízi elöntés előbb mérsékelten, majd szeptember 22-től – egy délnyugat felől érkező és sok csapadékot hozó erőteljes ciklon hatására (Móring 2010) – hirtelen növekedni kezdett, s a hónap végén 85 000 hektárral tetőzött. Októberben az elöntések lassacskán csökkentek, de november 10-től újból szaporodtak, s a hónap végére – az esőzések mellett az ország nyugati felén havazás, illetve hóolvadás hatására is – meghaladták

a 90 000 hektárt. December első három napján – rendkívül intenzív esőzés nyomán – a belvizek rohamosan növekedni kezdtek, és egy hét múlva már csaknem 300 000 hektárt öntötték el. Az elöntések az év végén meghaladták a 350 000 hektárt, és 2011. január közepén 380 000 hektárral tetőztek (VITUKI – ATIKÖVIZIG 2010 – 2011).

Mivel a vizsgált 2010 – 2011 időszakban a belvízi elöntések csúcserőteke az ország különböző tájain nem egészen azonos időpontban alakult ki, a víz alatt volt összes terület a fenti értéknél nagyobbra, hozzávetőleg 420 000 hektárra tehető. Nem mellékes körülmény, hogy a nyílt vízborítás mellett, azzal nagyságrendileg azonos kiterjedésű területen a talaj teljesen vízzel telítődött, s ilyenformán az összes károsodott terület országosan megközelítette az 1 millió hektárt. A belvízzel elöntött és a károsan túlnedvesedett terület mintegy 90 %-a az Alföldön, 10 %-a pedig a Dunántúli síkvidéki területein keletkezett. Az elöntések több mint fele szántóföldi területet, nagyrészt vetést károsított, többi része rét-legelőkon és egyéb művelési ágú területeken okozott kárt (Iványi 2010). A belvíz a mezőgazdaságon kívül a települések belterületét is veszélyeztette, és itt is károkat okozott. 2010 decemberében közel 200 településen volt fokozott belvízvédelmi készültség (VKKI 2010).

A nagy mennyiségű csapadék nemcsak a felső talajrétegek telítődését idézte elő, de a talajvízszint jelentős emelkedéséhez is hozzájárult, ami – előbb a kapilláris vízemelés következtében, később közvetlenül is – tovább növelte a legfelső talajrétegek nedvességtartalmát. Ez a folyamat jól tükröződik pl. a hőmezővásárhelyi talajvíz-észlelő kút adatain (1. táblázat). Ebben a térségben a havi közepes talajvízállás 2009 novemberétől 2011 januárjáig kb. 3 métert emelkedett, s ekkor már kb. 2 méterrel volt a sokévi átlagos januári szint fölött. A szokatlanul

1. táblázat. A havi közepes talajvízszintek 2009. november–2011. március között a 2318 sz. hódmezővásárhelyi észlelő kútban, és eltérésük a sokévi havi átlagtól (Adatforrás: ATIKÖVIZIG)

Időszak	Havi közepes talajvízszint a terep alatt (cm)	Eltérés a sokévi havi átlagtól (cm)
2009. november	364	- 57
december	364	- 67
2010. január	303	- 14
február	288	- 16
március	235	+ 21
április	227	+ 16
május	218	+ 20
június	149	+ 96
július	190	+ 73
augusztus	230	+ 57
szeptember	238	+ 65
október	218	+ 92
november	209	+ 92
december	132	+ 165
2011. január	53	+ 236
február	63	+ 209
március	56	+ 200

magas talajvízszint nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a belvízi elöntések tartósan fennmaradjanak, s ez a körülmény rendkívül megnehezítette, helyenként lehetetlenné tette a víztelenítési és az agrotechnikai munkálatokat.

Az Alföldön csak a Duna–Tisza közi hátság magasabb fekvésű részein nem emelkedett a talajvízszint a sokévi átlag fölé (VITUKI–ATIKÖVIZIG 2010–2011), mivel a most tárgyalt rendkívül nedves időszakot megelőzően itt egy nagyon jelentős, több évtizedes talajvízszint-süllyedés zajlott le.

Az elmúlt 50 év évszakos belvívelöntési adatainak eloszlásvizsgálata azt mutatja, hogy a 2010. évihez hasonló méretű téli-tavaszi belvív átlagosan 5–6 évenként, a 2010. évihez mérhető nyári belvív viszont átlagosan 40 évenként fordult elő (Pálfai 2010). A 2010. évi őszi és a 2010/11. évi téli-tavaszi belvív átlagos visszatérési ideje kb. 30 évre becsülhető. A 2010–2011. évi belvízjárásban leginkább a tartóssága, 16 hónapos időtartama a rendkívüli, amelynél hosszabb csak az 1940–42. évi katasztrofális belvízjárás volt.

A 2010–2011. évi 16 hónapos belvizes időszakban lefolyt, illetve levezetett belvív mennyisége országos összesítésben – a védekező vízügyi szervezetek jelentése szerint – kb. 6,5 milliárd m³ volt, melyből 3 milliárd m³-t gravitációsan, 3,5 milliárd m³-t szivattyús átemeléssel juttattak a folyókba (VITUKI–ATIKÖVIZIG 2010–2011). A belvíztározókban jóval kevesebb, a képződött összes belvív alig 10 %-át lehetett elhelyezni.

Részleges aszály 2010-ben

Annak ellenére, hogy 2010-ben az ország nagy részén rekord mennyiségű csapadék hullott, az Alföldön területi átlagban kb. 900 mm (!), a nyár derekán egyes térségekben

aszály, illetve aszály közeli állapot alakult ki (VITUKI–ATIKÖVIZIG 2010–2011). A június 24.–július 23. közötti harminc napos időszakban, miközben az ország szinte teljes területén rendkívül meleg volt, a Dunántúlon és az Alföld déli felén az ilyenkor szokásosnál kevesebb csapadék hullott. Ráadásul a csapadék időbelileg igen egyenlőtlenül oszlott el: sok helyen néhány nagyon csapadékos nap mellett három-négyhetes, gyakorlatilag csapadékmentes időszak alakult ki. Ez főleg a sekély gyökerezésű növényeknél vízhiányt okozott, és öntözést igényelt.

Konklúzió

A belvív- és aszályjelenség, mint láttuk, több szempontból is nagyon hasonló. Némi túlzással azt mondhatnánk, hogy köztük különbség csak az előjelben van. Más szóval az aszály „negatív belvív”. Ezért célszerű e két jelenséget nemcsak külön-külön, hanem együttesen is vizsgálni. Ugyanígy a belvív- és az aszályproblémák kezelése terén az érdekelteknek és a szakmai köröknek minél jobban törekedni kellene együttes, közös, összehangolt megoldásokra.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány elkészítéséhez megküldött, illetve rendelkezésre bocsátott anyagokért Iványi Krisztinának (VKKI) és Lázár Miklósnak (ATIKÖVIZIG), az ábra szerkesztéséért Herceg Árpádnak (ATIKÖVIZIG) tartozom hálás köszönettel.

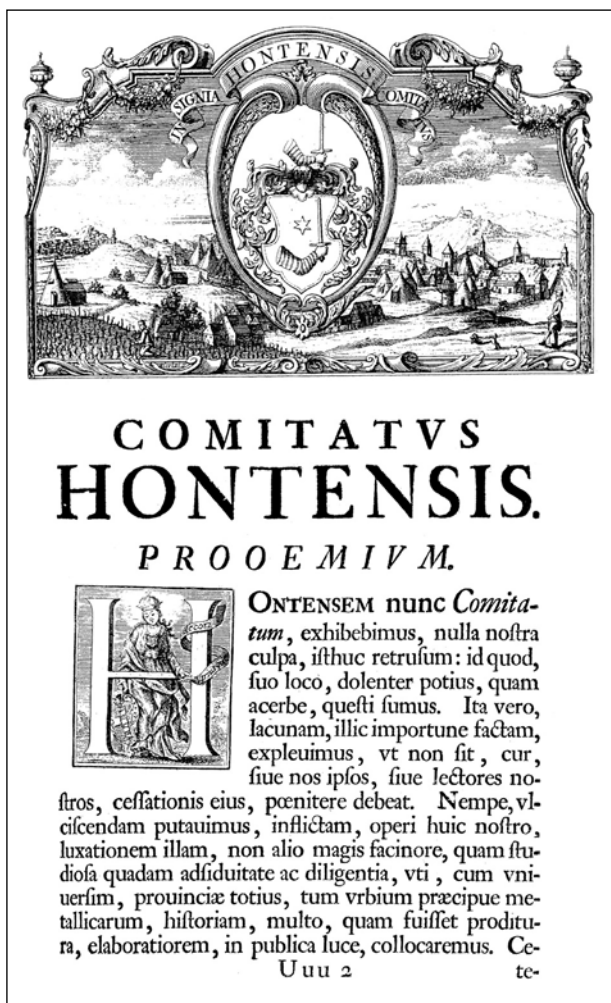
IRODALOM

- Bozó L.–Horváth Á.–Zsikla A.–Hadvári M.–Kovács A. (2010): Szélsőséges meteorológiai helyzetek 2010. május-júniusban. „KLÍMA-21” Füzetek, 63. szám, 7–15.
- Iványi K. (2010): Összefoglaló tájékoztató a 2009. december 25.–2010. június 25. közötti időszak belvízi eseményeiről. Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság. Kézirat.
- Móring A. (2010): 2010 őszenek időjárása. *Léggör*, 55. évf., 4. szám, 172–173.
- Móring A.–Lakatos M.–Nagy A.–Németh Á. (2010): A 2010. május-júniusi időjárás rendkívüliségei éghajlati szempontból. „KLÍMA-21” Füzetek, 61. szám, 3–14.
- Orlóczi I.–Schlegel O. (1967): Jelentősebb belvízvédekezéseink összehasonlító értékelése. *Vízügyi Közlemények*, 1. füzet, 51–71.
- Pálfai I. (2004): Belvizek és aszályok Magyarországon. *Hidrologiai tanulmányok. Közlekedési Dokumentációs Kft.*, Budapest, 492 old. + 2 melléklet.
- Pálfai I. (2010): A 2010. évi belvív hidrologiai értékelése. „KLÍMA-21” Füzetek, 61. szám, 43–51.
- Péczely Gy. (1965): Az Alföld éghajlata. *Földrajzi Közlemények*, XIII. (LXXXIX.) kötet, 2. szám, 105–133.
- Reich Gy. (2011): „Két Isten két!” *Mérnök Újság*, XVIII. évf., 3. szám, 14–15.
- Somlyódy L.–Nováky B.–Simonffy Z. (2010): Éghajlatváltozás, szélsőségek és vízgazdálkodás. „KLÍMA-21” Füzetek, 61. szám, 15–32.
- Szesztay K. (2000): Az Alföld vízháztartása. In: A víz szerepe és jelentősége az Alföldön (szerk.: Pálfai I.). *A Nagyalföld Alapítvány Kötetek* 6. Békéscsaba, 7–15.
- Szlávik L. (2003): Az czedforduló árvízceinek és belvizeinek hidrologiai jellemzése. *Vízügyi Közlemények*, LXXXV. évf., 4. füzet, 547–570.
- Vágás I. (2000): Belvizeinkről ismét – aligha utoljára. *Magyar Tudomány*, 6. szám, 688–698.
- Várallyay Gy. (2010): Talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek a környezeti állapot meghatározó tényezői. „KLÍMA-21” Füzetek, 62. szám, 4–28.
- VITUKI – ATIKÖVIZIG (2010–2011): Integrált Vízháztartási Tájékoztató és Előrejelzés. 2010. január–2011. április. VITUKI Nonprofit Közhasznú Kft. – Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság, Budapest–Szeged.
- VKKI (2010): Előkészítő anyag a 2011. évi belvízi helyzetre való felkészülésről szóló felterjesztéshez. Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság, Budapest, 2010. november.

Selmecbánya vizei és ércei Bél Mátyás Notitiája IV. kötetében

DR. VITÁLIS GYÖRGY

Bél Mátyás Notitiája IV. kötete (Notitia Hngariac novae geographica historica partis primae Cis-Danubianae, to-mus quartus MDCCXLII) Nógrád, Bars, Nyitra és Hont vármegye területével foglalkozik. Selmecbánya vidéke, illetve az ottani vizek és ércek leírását a Hont vármegyére (Comitatus Hontensis) vonatkozó részben találjuk. Hont vármegye címerét, az iniciálét, illetve a fejezet kezdő oldalát az 1. ábra, míg a vármegye Mikoviny Sámuel által készített térképészletét a 2. ábra szemlélteti.



1. ábra. A Notitia Hont vármegyét leíró kezdő oldala

Az eredeti latin nyelvű szöveg fordítását dr. Zsigmondy Árpád végezte. Fáradozásáért hálás köszönetemet ezúton itt is tolmácsolom! A teljes fordítást itt nem közöljük, csak néhány érdekességre hívjuk fel a figyelmet!

Selmecbánya vizei

A felszíni vízfolyások közül csak a Selmec-patak számottevő, amely több kisebb vízfolyásból táplálkozik. Vízmennyisége azonban nem elégséges az ércfeldolgozók vízellátására. Tehát, hogy a víznek ezen hiányán segítsenek, a bányák főnökei és az ércfeldolgozó



2. ábra. Selmecbánya környéke Mikoviny Sámuel eredetiben kb. 1:165 600 ma. Hont vármegye térképén (Bél Mátyás „Notitia...”ja IV. kötetéből, Vienna, 1742)

társaságok tározókat létesítettek a magas fekvésű völgyekben alkalmas helyen, gátakkal ellátva, hogy ezek tartsák a vizet, általában a lehető legnagyobb mennyiségben (2. ábra).

Ezekben nemcsak az esővíz, de a hólé is összefolyik, nehogy derűs idő esetén a vízi erő hiányozzék, amit pontosan kimérve ráengedhetnek a gépekre. Az efféle tavak egykor kisebbek voltak, ma már vagy 15 éve többet készítettek, nehogy az ércmalmoknak le kelljen állni.

Ezen a téren Mikovinius (Mikoviny Sámuel) Magyarország igen dicséretre méltó császári ércügyi matematika elsőrendűen és fáradhatatlanul dolgozott!

Mikoviny Sámuel 1742 évi térképén (2. ábra) még csak öt völgyzárógátas víztározó szerepel, melyek a Nagy Richnava- (Vel'ká Richňavská), a Kis Richnava- (Malá Richňavská), a Bakoni- (Bakomi), a Nagy Szélaknai- (Vel'ká Windſachtská) és a Kis Szélaknai- vagy Éva (Evička) tónak felelhetnek meg (Vitális Gy. 1991).

A XVIII. század elején a bányászattal összefüggő tarthatatlan vízelmelési nehézségek megoldására épített völgyzárógátas víztározók a vízikerekkel meghajtott vízemelő gépekben szükséges víz előteremtését szolgálták. A világon egyedülálló selmeci vízerő-gazdálkodás életre hívása Mikoviny Sámuel elgondolása alapján 1729-ben a Szélaknai-tavak építésével kezdődött, melyhez a későbbiekben 16 tó tartozott 7 millió m³ tározótérfogattal és ugyanannyira tehető vízszolgáltató képességgel (Faller J. 1963).

Mind a tavak, mind a Selmec-patak és két mellékága mentén levő számos zúzómalom (Pochwerke) (2. ábra), a vízenergia erőteljes igénybevételét jelzik (Vitális Gy. 1991).

Bél Mátyás leírja, hogy ha a víztározókból egyetlen tönkremenne – ami könnyen megtörténhetne – és a töltés megromlásával a víz kifolyna, a Selmec-patak számos lakóhelyet elárasztana és tönkretenne. Felhívja a figyelmet a töltések gondozására, nehogy hibájuk essék. Kitaróbb eszések idején, a templomból adott jelre a lakosok – akik szinte mind bányászok – összefutnak, hogy a hirtelen lezúdult vízömléseket a szokott árkokon másfelé vezessék el. 1725 június elején maga is átélt egy a túltöltött tározókból kitört vízáradatot.

A Selmec-patak másik kútfejét a bányavágatok legrejtettebb belsejében kell keresni. A bányák legmélyén levő földalatti tavak kimeregetésére a mély aranylelőhelyek szárazzá tétele érdekében mindent elkövettek. Először lovak, aztán emberek szolgálatát is alkalmazták: ezek segítségével a vizeket földalatti folyosókba vezették és aztán hagyták a napvilágra kiömleni.

Sok fáradságos és költséges munka után egy minapi találmány folytán tűzgépeket (a gőzgép elődje) hoztak oda, hogy mindkét élő erő szolgálatát csökkentsék. A vágatokból kijövő víz gondosan csatornába és ezeken át a zúzómalmokba jut.

A Selmec-patak forrásai évi harmincezer rhénusi érmét (= rajnai forintot) kívánnak ráfordításként, nehogy hiányra kényszerüljön. A bányaművekből a víz csobogva és hirtelen tör elő, először erőteljesebben, majd nyugodtabban halad, hordalékában aranyrögökkel, ami könnyen hihető.

Hirtelen kiáradáskor nagy kárára van a lakosoknak. Áztatja *Domanik* (Dömeháza) falvát, *Teszer*, *Egeg*, *Szemeréd* (Felső-Szemeréd) helységeket és másokat, majd *Gyérk* (Gyerk) és *Visk* falu közt az Ipolyba torkol.

Viszont bár ásványos a patak, mégis gazdag halban: legfőbbek a *passer*-ek (féregűszók) és a *coracinus*-ok (nílusi hal: „korakinos”). Kagylókat is táplál, nem enni, de gyógyszernek valókat, a gyógyhatású anyagok azon osztályába sorolandókat, amelyeket abszorbenseknek hívnak a medikusok.

Tollius (*Tollii J.* 1700) útleírásaiban a selmeci bányák mélyében az aranylelőhelyek belső közt savanyúvizet figyelt meg. Mikor a vendégfogadó kútja vizét írja le, akkor így folytatja: de volt itt más forrás is, amelynek savankás vizét a bányamunkások élvezettel isszák. A Szitnya hegy időszakos forrását is megemlíti, amely utóbb eltűnt.

Hont vármegye ettől függetlenül, főleg a Selmec-patak völgyében igen gazdag ásványos forrásokban (*Vitális I.* 1907).

A Selmec-patak neve a szlovákban keletkezett, a szlovák Štiavnica = savanyúvíz folyó. A folyót savanyúvízforrások is táplálják (*Vitális Gy.* 2009).

Selmecbánya ércei

A honti bányák dicsérete során a selmecieket emeli ki, melyekben párosulva az arannyal főleg az ezüst uralkodik, hol dúsabb, hol vékonyabb erekben.

1709-ben a *plumbago*-ra (ólomfényle vagy galenit) is felfigyeltek, de nem volt ez az ásvány nagyrabecsült. Je-

lenlétét ugyan ismerték, de a követésre nem méltó felfedezések közé sorolták. Így nem ritkán a már lemélyített aknát felhagyandónak ítélték, maga a szerencsétlen *plumbago* miatt. A tévedés okát az erre vonatkozó régi és új följegyzések említették, mivel az *antimon* valamely fajtájának vélték, amit aztán a tisztítandó érchez keverve az arany és ezüst elfogyna. Ez a tudatlanság fölöttéltéltendő és annyi századon át sokszázezer forintot vitt el, mikor az ezüst és az arany olvasztásához szükséges ólomot külföldről kényszerültek vásárolni.

Tollius idézve (*Tollii J.* 1700) megjegyzi, hogy az ólomnak egykor évente mekkora tömegét szállították Selmecre. Belgiumból a kereskedők MDC (= 1600) mázsa (á 100 font; 1 font > 40 dkg) ólomot hoztak és évenként legtöbbször négyszer jöttek. Ez az ólom pedig lengyelországi volt, amelynek minden mázsája tartalmaz egy vagy két uncia ezüstöt.

Az eddig föl nem ismert ásványt az 1709. évben kezdték fa sulykolással lisztté zúzni és az olvasztókemencékbe adalékként adni. A kifolyó ólom magában oldva vitte az érc arany és ezüst tartalmát. Így nem volt szükség a műhelyekbe nagy pénzköltséggel az ólomot az érc olvasztására és tisztítására máshonnan behozni.

Ezt a kérdést részletesen lásd *Georgius Agricola*: Tizenkét könyv a bányászatról és kohászatról című művében (*Molnár L.* szerk. 1985).

Rézérc ritkábban fordul elő és többnyire csak elszórtan a *plumbago*val. A selmeci bányászatban bizonytalan értéknek tartják, hogy a különválasztás nehézsége miatt, ami ugyan nem legyőzhetetlen, ám mégis költségesebb, mint aminek a ráköltést sikerülne veszteség nélkül megtéríteni.

A *cinnabaris* (cinnabarit, cinóber, higanykéneg) az aranyerekhez társulva található a selmeci vágatokban.

Higany saját vágatban a mi időnkben a selmeciek nyugati csapásán fordul elő, de mivel nem felel meg a költségeknek, művelésével már felhagytak.

Mikoviny Sámuel Hont vármegyei térképrészletén (2. ábra) a windschacht (szélaknai) akna feltüntetésével a bányaművelés létesítményeinek kezdeti elhelyezkedését is megadja.

IRODALOM

- Bél Mátyás* (1742): Notitia Hvgariae novae geographico historica, tomus quartus, Comitatus Hontensis, 523–767. [536–537, 540, 545–547.]
- Faller Jenő* (1963): Mikoviny Sámuel (1700–1750). *Hidrológiai Tájékoztató*, június 5.
- Molnár László* szerk. (1985): Georgius Agricola: Tizenkét könyv a bányászatról és kohászatról. Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület kiadása. 1–658.
- Tollii Jacobi* (1700): Epistolae Itinerariae (utazási levelek). *Amsterdam*, 1–260.
- Vitális György* (1991): Az Északnyugati-Kárpátokat és környékét ábrázoló XVI–XVIII. századi térképek földtani és vízföldtani tanulságai. *Földrajzi Közlemények*, 1–2. 11–23.
- Vitális György* (2009): Folyók, tavak és hévizek a 325 éve született Bél Mátyás Notitiáiban. *Hidrológiai Tájékoztató*, 3–5.
- Vitális István* (1907): Hont vármegye természeti viszonyai. In: *Borovszky Samu* szerk.: Magyarország vármegyéi és városai, Hont vármegye és Selmecbánya sz. kir. város, *Budapest*, 1–24.

Pávai Vajna Ferenc születése 125. évfordulójára: Ásványvíz-feltárásának balneológiai jelentősége*

DR. DOBOS IRMA

Pávai Vajna Ferenc 1886-ban született Csongván (Erdély), s egyetemi oklevelének megszerzése után először a Selmecbányai Akadémián, majd Trianon után a *Pénzügyminisztériumban*, az 1930-as évektől pedig a *Magyar Kir. Földtani Intézetben* dolgozott. Tipikus magyar geológus volt, aki nem kívánta álláspontját, feltételezéseit, megállapításait mások véleményével befolyásolni, éppen ezért nem alkalmazta munkájánál az újabb kutatási módszereket sem, mint például a geofizika eredményeit. Bizonyára ennek tulajdonítható, hogy tanulmányainál jóformán egyáltalán nem közöl irodalomjegyzéket, s csak elvéve talá-lunk szövegek közötti hivatkozást egyik-másik szerzőre. A montán geológia-iskola neveltje, s ez látszik minden munkájánál, így a síkvidéki kutatásainál is (*Dobos, 1992*).

Szakvéleményei alapján kitűzött fúrásai szénhidrogén helyett hévizet tártak fel, amely ugyanolyan eredményt jelentett akkor az országnak, mivel ásvány- és gyógyvizeinek illegtöbbségét is elveszítette (*Dobos, 1988*).

I. A Tiszántúli terület kutatása

A *M. kir. Földtani Intézet* kezdeményezésére 1917-ben megindult az országban a tiszántúli területen a torziós inga méréssel való felvétel és ennek alapján *Böckh Hugó* és *Böhm Ferenc* kijelölte az első Hortobágy I. sz. szénhidrogén kutatófúrás után a *Hajdúszoboszló* I. sz. fúrás helyét a Vérvolgyben. A már 343,1 m-t elért fúrás helyét *Pávai Vajna Ferenc* módosította és saját módszerével új helyen jelölte ki, amely 1925-ben elérte az 1090,70 m-t és a megnyitott rétegből 1600 l/min 73° C hőmérsékletű gázos hévizet nyertek (*Dobos, 2001., 2004*). Egy ilyen különleges jellegű vizet azután azonnal geológus, kémikus, balneológus szakember megvizsgálta és közölte értékes megállapítását. Közülük most kizárólag *Dalmady Zoltán*, a kiváló balneológus-sportorvos véleményét emeljük ki, mert az rendkívül előremutató volt (1. kép). Így írta: „A hajdúszoboszlói mélyfúrás vize jódos-konyhasós-karbonátos héviz. – A nagy hőmérséklet és a nagy vízmennyiség viszont lehetővé tenné a város fűtését és a háztartási igények kielégítését. Minden bizonnyal számos betegség, különösen a golyva, a nyálkahártya hurutjának gyógyítására alkalmas lesz. Emellett még gyulladásgátló szerepe is lehet. A palackozott vizet az erős bitumen-tartalom gátolhatja.” (*Dobos, 2011*).

A héviz többirányú hasznosítása között kiemelkedik a fürdőben történt felhasználás. Bár *Dalmady Zoltán* jelezte, hogy palackozásra, tehát ivókúrára nem alkalmas a

héviz, mégis többször próbálkoztak még az 1950-es és az 1960-as években is. Eredményesebb lett viszont a „fürdő-város” kialakítása, amely 1927-ben az első fürdőépülettel indult, s 1939-ben már 3 gyógymedencével, több szabadtéri medencével, inhalatóriummal is rendelkezett és 3 fürdőorvos foglalkozott a fürdőzőkkel. A fürdőkúrát a kezdeti időben reumatikus megbetegedések, bénulások, köszvény, elhízás, angolkór, nőgyógyászati megbetegedések, golyva kezelésére alkalmazták.

A fürdő fejlesztése a következő évtizedekben tovább folytatódott és 1999-ben a termálfürdő épülete teljesen megújult. A gyógyászati kapacitás megkétszereződött, négy új nyitott medence, a termálfürdő csarnokában pedig három fedett 32, 36, 38 °C hőmérsékletű gyógyvizes medence épült. A három kincstári kútból csak az I. és a III. számúból termelnek hévizet.

A medencecsarnokot 2002-ben újították fel. A földszinten 3 orvosi rendelő, kezelőhelyiségek, és tágas pihenők találhatóak. A mai orvosi vélemény szerint a gyógyvíz elsősorban reumatikus betegségek gyógyítására alkalmas. Az idült mozgásszervi betegségeknél, kopásos, degeneratív betegségek kezelése után a betegek több mint 90%-a javul.

A gyógyfürdőnek 5 elismert gyógyvízű kútja van és a 12-féle gyógyjavallathoz 42-féle gyógyszerkészítést tudnak nyújtani. A fürdő befogadó képessége télen/nyáron 3476/24868 fő/nap és 2007-ben több mint 2 M vendég fogadásával Közép-Európa leglátogatottabb fürdőkomplexuma minősítést érte el. A hévízkút eredménye azután, különösen az Alföldön a nagyobb mélységű héviz feltárását indította el (*Dobos, 1987, 2004*).

A hajdúszoboszlói eredményes kutatófúrás hatására *Debrecenben* is hévízkút létesítését határozták el. A kutatófúrásokat ismételtén *Pávai Vajna Ferenc* tűzte ki, és mindkét kút hasonló eredményt hozott, mint a hajdúszoboszlóiak. 1977-ben a város már 9 hévízkúttal rendelkezett, 2003-ban pedig a 15 hévízkút majdnem kizárólag a 800–1000 m közötti felső-pannoniai homokos képződményt nyitotta meg. Ma a nagyerdei fürdő, a *Termál Aquaticum* élmény, termál és wellnes fürdővel és 5 termálkúttal rendelkezik. Ezek 4 termálmedencét, 1 úszó medencét, 1 váltófürdőt, szabadtéri termálmedencét és gőzfürdőt, továbbá 2 kombinált gyógymedencét táplálnak gyógyvízzel. Ma már 18-féle betegségre 40-féle gyógykezelést tudnak a gyógyfürdőben végezni. A hagyományos fürdőterápia mellett a fizioterápia, a



1. kép. *Dalmady Zoltán* (1880–1935) balneológus

* Előadta 2011. január 25.-én a Magyar Tudományos Akadémia Pávai Vajna Ferenc emlékülésén.



2. kép. A debreceni gyógyfürdő története

mozgásterápia széles skáláját alkalmazzák. Naponta 3200 fürdővendéget tudnak fogadni és 2500 kezelésre van lehetőség.

Az első hévízkút vizét *Bodnár János* elemezte és *konyhasós-jódos-karbonátos* víznek határozta meg. Ekkor az összes oldott alkotórész 5 g/l volt, de a kevert víz összetétele némileg változott, jellegét azonban változatlanul megtartotta.

A gyógyfürdő bejárata mellett *Földvári Aladár* geológus professzor javaslatára 1960-ban az eredeti és a később felépített fürdő történetét emléktáblán örökítették meg, amelyen szerepelnek *Pávai Vajna Ferenc* tervezett kutatófúrásai és azok eredménye (2. kép.)

A harmadik kutatás helyét a *Karcaghoz* tartozó bereki határban ismét *Pávai Vajna Ferenc* tűzte ki, és az 1187,70 m-es és a 801,70 m mélységű kút 1927 és 1930 között mélyült le. Annak ellenére, hogy már 1928-ban egy „fakosárnak” nevezett fából készült medencét alakítottak ki, az igazi hévízhasznosítás, a fürdőélet akkor indult meg 1974-ben, amikor mindkét hévízkút vizét gyógyvízzé nyilvánította az Országos Gyógyhelyi és Gyógyfürdőügyi Főigazgatóság. Amikor pedig 1992-ben a telep *Berekfürdő* néven önálló községgé alakult, attól kezdve fejlődése igen nagy lendülettel folytatódott.

A *berekfürdői* Termál- és Strandfürdőn a 9 medencéből 7 nyitott és 2 fedett. A 4 gyógymedencén kívül úszó, élmény- és termálmedence is létesült és ezeket a két kútból kitermelt 56 °C hőmérsékletű, percnként 1,5 m³ hévízzel töltik fel. A kevert víz nátrium-hidrogén-karbonátos kloridos, jódos és brómos hévíz, amelynek ásványi anyag tartalma 2874,7 mg/l. Kezdetben néhány ezer, 2007-ben pedig már 300 ezer vendéget fogadott a fürdő.

A gyógyászati részben a gyógyhatású víz alkalmas a reumatikus és a mozgásszervi megbetegedések, egyes nőgyógyászati betegségek gyógyítására, balesetek utáni rehabilitációra, az idegrendszeri, vérkeringési zavarok kezelésére. Összhatásában pedig az ember általános erőnléti állapotát javítja, az egészséges ember számára is fontos regeneráló hatású. A fürdőben számos elektro- és mechanoterápiás kezelést is alkalmaznak.

II. A fővárosi kutatás eredménye

Pávai Vajna Ferenc a főváros környéki földtani térképezése közben találkozott az 1930-ban létesített *pestszenterzsébeti* fürdő bérlőjével, *Földvály Jánossal*, aki arra kérte, hogy tervezzen mélyfúrású kutatófürdőjének vízellátására. A bérlő előbb már próbálkozott kisebb mélységű fúrásokkal is, de melegvízzel szeretne volna a fürdőt ellátni. Első fúrása 4 m-ben a mészkőből kénesezt vizet kapott. Ekkor a Földtani Intézet *Rozlosznik Pál* főgeológust és *Szelényi Tibor* vegyészt küldte ki a helyszínre. Szakvéleményük alapján a Pénzügyminisztérium a tervezett fúráshoz fúróberendezést biztosított. A kút műszaki irányítója *Schmidt Eligius Róbert*, aki *Pávai Vajna Ferenc*rel a kút helyét is kitzte. 1932-ben a 330,70 m elérése után a 100–170 m közötti miocén rétegeket szűrőzték be. A kút 1956-ig működött, de helyette a gyógyvízellátás biztosítása érdekében újat kellett fúrni (*Dobos*, 1988).

A sós-jódos kút vizét 1933-ban *Emszt Kálmán* vizsgálta és 12,56 g/l ásványi anyagot tartalmazó állapotban meg. A túlsúlyban lévő nátrium-klorid mellett kevés jodid és bromid is előfordult a vízben. Palackozva is forgalmazták már 1936-ban. Ekkor a fürdő kád- és medencefürdővel rendelkezett. A nemrég bezárt gyógyfürdő-részleg újra megnyitására nyilatkozott az üzemeltető.

A fürdőkúra reumára, bénulásokra, idült izzadmányokra, női megbetegedésekre, köszvény kezelésére, az ivókúra pedig az emésztőrendszer és légutak idült betegségeire ideg-csont és pajzsmirigy-túltengés esetén hatásos a korabeli gyógyjavallatok szerint.

1950–1955 között a gyógyfürdő részlegben átlagosan évente 100 ezren fürödtek, illetve gyógykezelésben részesültek.

A fővárosban az 1920-as és a 1930-as években nagyarányú hévízkutatás- és -feltárás kezdődött a Budapesti fürdőváros cím elnyeréséért. Amikor 1927-ben bővítették a *Széchenyi fürdőt*, akkor kiderült, hogy a *Zsigmond Vilmos-féle kút* már nem ad elegendő vízmennyiséget a fürdő üzemeltetéséhez. Ekkor a Fővárosi Közmunkák Tanácsa a margitszigeti és a városligeti II. sz. hévízkút szakvéleményezésére a legkiválóbb szakértőket kérte fel. A kutak helykijelölésében és a szakvéleményezésben *Vendl Aladár* és *Weszelszky Gyula* mellett *Pávai Vajna Ferenc* is részt vett (*Dobos*, 1988).

A városligeti II. sz. hévízkút előkészítő munkálataiba először 1928-ban, majd az 1930-as évek elején vett részt *Pávai*. Első alkalommal a Földtani Intézet mellett őt is felkérték szakvéleményadásra, végül a hévízkút egybizottság munkájának lett az eredménye. A végleges tanulmányt *Vendl Aladár* *Pávai Vajna Ferenc*rel együtt állította

össze, s ennek alapján 1938-ban az 1256,10 m mély hévízkút a remélnél jóval kedvezőbb eredménnyel (4470 l/min 79,5 °C hőmérsékletű víz) fejeződött be. *Majzon L.* és *Teleki Géza* dolgozta fel az 1256,10 m mély fúrás anyagát és úgy nyilatkoztak, hogy „E második mélyfúrás *Vendl A.* és *Pávai Vajna F.*, valamint munkatársaik részéről végzett eredményes munkának köszönhető.”

A fürdőben jelenleg termál-, gyógyfürdő és uszoda részleg alakult ki., és így már nem csak gyógykezelésre, hanem sportolásra is van lehetőség. A nyitott és a fedett medencék száma 18.

Ivókúrás mindig volt nem csak a *Széchenyi*, hanem már az előző fürdőben is. A „*Szent István forrás*” ivókutat a fürdő előtt alakították ki. A víz kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos, kloridos, szulfátos és jelentős mennyiségű fluoridot tartalmazó gyógyvíz, s azt számos betegség esetén eredményesen lehet alkalmazni. Ilyen betegség: az idült gyomorhurut, gyomorfekély, bélhurut, gyomorsav-túltengés, a vesemedence és a húgyutak idült gyulladása, a vesekőbetegség egyéb formái, a légzőszervek idült hurutjai, a csontrendszer mészhiánnyal járó állapotainak megelőzésére, kezelésére, a köszvényes anyagcserezavar befolyásolása, az ephólyag és epeutak egyes megbetegedései esetén az az epe-ürülés elősegítése.

Fürdőkúra ajánlott ízületek degeneratív betegségek, idült és félheveny ízületi gyulladások, ortopédia, baleseti utókezelés esetén. Jelentősen növelte a fürdő színvonalát a nappali kórház létesítése, ahol magas színvonalú gyógykezelést *Horváth Remény főorvos* végez. Ma a fürdő Európa egyik legnagyobb fürdőkomplexuma.

A *Rudas fürdő* mellett, az Erzsébet-híd lábánál fakad a *Hungária-forrás*, amelyet fürdésre és 1916-tól *Harmatvíz* néven palackozásra is használtak. Föléje az I. világháború után, 1924-ben díszes ivócsarnokot építtetett a főváros.

Az 1931. évi gazdasági válság hatására felmerült a fürdő hévízzel való fűtésének gondolata, akkor a fővárosi fürdők igazgatósága hévízkút tervezésére *Pávai Vajna Ferencet* kérte fel. A három 37–43 m közötti kis mélységű kút ugyan nem érte el célját, mert a 40–45 °C hőmérsékletű hévíz *fűtésre nem volt alkalmas, de a kissé eltérő minőségű Hungária II., az Attila és a Juventus* gyógyvizet ivókúrára jól tudták használni. Ezek igazolták *Schafarzik Ferenc* véleményét, mert szerinte már kis távolságon belül is eltérő jellegű víz tárható fel, mint ahogyan a 3 kútnál is tapasztalni lehetett (*Dobos*, 1989). A jelenlegi ivócsarnokot 1965. június 22.-én adták át.

Az *Attila* és a *Juventus* kutat 1932-ben, a *Hungária II.* kutat pedig 1935-ben létesítették. Mindhárom vegyes jellegű *kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos, szulfátos, kloridos, radioaktív, alkáliákat és jelentős mennyiségben fluoridot is tartalmazó* gyógyvíz. A különbség az, hogy az *Attila és a Hungária II. kloridot* is tartalmaz, míg a *Juventus* nem. A vegyelemzést *Emszt Kálmán*, a rádiumvizsgálatot *Weszelszky Gyula* végezte.

Ivókúrára a *Hungária II.* kút vizét az orvosi vélemény *gyomorsav-túltengés, idült gyomorsavhurut, csonthiány ideges gyomorbagok és vesemedence-bántalmak* kezelésére, a kénes *Attilát* idült gyomorhurut, gyomorfekély és bélhurut, a légzőszervek idült hurutjai, a csontrendszer

mészhiányának megelőzésére és kezelésére és a *Juventus* idült gyomorhurut, vesemedence és a húgyutak idült gyulladása, köszvényes anyagcserezavar, némely vesekőbetegség, vérkeringési zavarok, érlemeszesedés, klimaxos panaszok esetén, a szervezet korai öregedésének megelőzésére javasolja. Az 1990-es években egy ideig a *Juventus* a kádfürdő-osztályt is ellátta hévízzel.

A *Hungária II.* kútból 1938-ban 0,5 l-es palackban 4 900 ezer liter *Harmatvizet*, 1939-ben 4 963 ezer litert töltöttek. Mivel a *Hungária II.* vize lecsökkent, ezért 1965-től a 45 °C hőmérsékletű *Juventus* gyógyvízzel folytatták a palackozást.. A naponta 500 m³ vízből 1975-ben 936 880 db 0,5 l-es palackot töltöttek meg.

Az új ivócsarnokban mind a három gyógyvizet (*Hungária II., Attila és Juventus*) forgalmazzák helyi fogyasztásra és elvitelre egyaránt. A palackozás 2004-ben megszűnt és kizárólag az ivócsarnokban lehet a 3 gyógyvízhez hozzájutni.

Szirtes László főorvos szerint mivel a hévízben a Ca és a Mg-ionok vannak túlsúlyban, ezért azok a gyulladós betegségekre előnyös hatásúak. Kúraszerű használata általában csökkenti a gyomorsavtermelést, megköti a felesleges sósavat. Jó hatású a szulfátió, mivel hozzájárul a kén és a kénanyagcsere-zavar rendezéséhez. Értégitő hatása vérnyomáscsökkentő. A radioaktivitás a csontrendszerben fejti ki előnyös hatását. Az ivókúránál a napi 200–250 ml reggel éhgyomorra kortyonként, lassan elfogyasztva hatásos.

A Margitszigeti II. számú, a *Magda-kút* szakvéleményezését és helykijelölését is a szakirodalom *Pávai Vajna Ferencnek* tulajdonítja. A kút létesítését az indokolta, hogy mind a gyógyfürdő, mind a Duna-parti fürdő és a versenyszoda vízszükségletét meg kellett oldani, mivel az I. sz. *Zsigmondy-féle* kút vízhozama már kevésnek bizonyult. *Pávai* a kítűzött helyen antiklinálist tételezett fel, ahol a *Zsigmondy Béla Rt.* sikeresen kivitelezte a 310,75 m mélységű *Magda-kutat*.

A Margitsziget déli végénél 1936-ban létesült a hévízkút, vízhozama 3500 l/min 71 °C hőmérsékletű volt. Vegyelemzését *Kárpáti Jenő* és *Emszt Kálmán* végezte 1937-ben. Eszerint az alkáliák mellett kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátot, klorid-, szulfát-, bromid- és jodidionokat és 1663 mg/l összes oldott ásványi anyagot tartalmazó ásványvíznek határozták meg. A hévizet először *Palatinus* néven kezdték palackozni, majd 1968-tól *Margitszigeti Kristályvíz* néven hozták forgalomba. Még 1975-ben kengyelzárás (csatos), koronazárás, sőt csavarzárás üvegekben is palackozták évente olyan nagy mennyiségben, hogy az 1990-es évekig piacvezető volt az országban. 2010. január 1.-én a palackozás megszűnt, de már korábban, 2006-tól a szigeti III. és a IV. sz., kisebb fluorid-tartalmú hévizet palackozták, majd a továbbiakban Albertirsán folytatják *Kristályvíz* néven az ottani ásványvízből a termelést.

1939-ben a hévizet kizárólag ivókúrára vették igénybe a mintegy 50 m hosszú ivócsarnokban. Ekkor a gyógyvizet gyomor- és bélmegetegedések, gyomorhurut, gyomorégés esetén, keserűvízzel keverve pedig jó hatásúnak találták máj- és különböző epebántalmakra, sárgaságra. A

kút tulajdonosa ekkor a *Szent Margitsziget Gyógyfürdő Rt.*, míg az ivócsarnok vezetője *Frank Miklós* orvos volt.

Jelenleg a hévíz egy részét a Thermál Gyógyfürdőbe, a Hélia szállodába és a Lukács fürdőbe balneológiai célra, a Palatinus strandra pedig kizárólag sportolásra használják. A hévízkút videokamerás mérésével 2010-ben *Szongoth Gábor* a hévízkutat kifogástalan műszaki állapotúnak találta.

IRODALOM

- Dobos I.*, (1987): A hajdúszoboszlói gyógyvízfeltárás szerepe az Alföld földtani és hidrogeológiai megismerésében. – Tudományos ülés, Hajdúszoboszló, abstract, 11.
- Dobos I.*, (1988): Pávai Vajna Ferenc, a hidrogeológus. *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv 1982–83-ról*, 11. 167–177.

- Dobos I.*, (1989): Megemlékezés dr. Pávai Vajna Ferencről, halálának 25. évfordulóján. *Hidrologiai Tájékoztató*, október, 8–9.
- Dobos I.*, (1992): Regényes élettörténet a tudósról, Pávai Vajna Ferencről. *Hidrologiai Közöny*, 72/4, 237–241.
- Dobos I.*, (2004): A hajdúszoboszlói hévízfeltárás hatása az Alföld mélyföldtani megismerésére. – *Szókimondó*, március, 3, 9–10.
- Dobos I.*, (2011): Pávai Vajna Ferenc (1886–1964) első hévízfeltáró munkája Hajdúszoboszlón. – *Internet*: www.italipar.hu. 1–8.
- Dobos I.* – *Fejér L.* et al., (2001): 75 éve mélyült a Hajdúszoboszló I. sz. városi mélyfúrás. – *Kőolaj és Földgáz*, 6–7. 77–80.

* * *

Több szakirodalom hivatkozik *Pávai Vajna Ferenc* egyéb tevékenységével is és ezt összefoglalóan *Székely Ferenc* és *Lorberer Árpád*: Pávai Vajna Ferenc szerepe a hévíz feltárásában és hasznosításában c. munkájában (2011. január 25.), valamint *Nagy László János*: A „hévizek atyja” (Dr. Pávai Vajna Ferenc regényes életútja) című könyvében (Debrecen, 2010) olvashatjuk.

A Francia Középhegység-i forró pont (hot spot) és vízföldtani megnyilvánulás formái

DR. SCHEUER GYULA

1. Bevezetés

Franciaországban fakadó ásvány és gyógyvizek közül leghíresebbek azok, amelyek a Francia Középhegység (Massif Central) északi részén fakadnak. Ezek közül világhírűek a *Vichy*-nél feltörő gyógyvizek, de híresek még a *Clermont-Ferrand*-i és a *Royatnál* felszínre lépő források is, amelyekre alapozva itt igen magasintézetű gyógyászati tevékenység alakult ki (1. ábra).



1. ábra. Franciaország áttekintő helyszínrajza a vizsgált források helyének feltüntetésével

E világhírű ásványvizekre az édesvízi mészkövekkel kapcsolatos szakirodalmi adatgyűjtésem során figyeltem fel még a hetvenes évek közepén, amikor *Staub M.* (1893) a *Földtani Közönyben* megjelent cikkében meg-

említi, hogy a *Középhegység területén Royatnál fakadó források jelentős elterjedésben mésztufát raktak le*. Erről az édesvízi mészkő előfordulásról *Waring G. A.* (1965) is említést tesz a franciaországi hévforrásokat ismertetve, és ezeket *Central Mountains* csoportként tárgyalja. Táblázatban sorolja fel név szerint az egyes vízkilépéseket, megadva hőmérsékletüket, vízhozamukat és milyen kőzetből fakadnak. Leírja még, hogy *mésztufa képződés történt többek között Clermont-Ferrand-i St Ayre forrásánál*, továbbá *Royatnál az Eugenie vízkilépésnél* még.

A hazai vízföldtani szakirodalomban is e forrásokra vonatkozóan meghatározó jelentőségű ismertetések jelentek meg a *Hidrologiai Tájékoztatóban*. Ilyen anyag jelent meg *Szirtes L-től Franciaország gyógyvizei* címmel még 1968-ban. Ebben a közleményében önálló fejezetben ismerteti a *Középhegység ásványvizeit* amelyeket három fő csoportra bontva tárgyal, megemlítve még vízkémiai jellemzőiket. *Korim K.*-nak pedig 1991-ben jelent meg olyan közleménye a *Hidrologiai Tájékoztatóban*, amelyben ismerteti a helyszíni vízföldtani viszonyokat *a mély szerkezeti adottságokkal összefüggésben*. Leírja, hogy a források térségében a *geofizikai mérések a kontinentális kéreg kivékonyodást mutattak ki és a kéreg alatt 25–30 km-es mélységben már a köpeny felszínét jelezték*. Továbbá, hogy vízföldtani szempontból alapvető jelentőségűek azok az észak-déli irányú hosszban követhető jelentős szegélytörések, amelyek mentén a harmadidőszakban az idős prekambriumi és paleozóos kőzetek a köpeny által generálta széthúzásos lemeztektonikai folyamatok révén árok képződés mentén mélybe süllyedtek. E szegélytörések mentén áramlik fel ma a *köpeny felső és a kéreg alsó részéből a jelentős mennyiségű CO₂ gáz*. Így *Korim K.* leírásából már megállapítható volt, hogy a *Nemzetközi Hidrológiai Szövetség 1989. szeptemberében tartott 18. ülésén* a helyi előadók már a kö-

pennyel és ennek feldomborodásával hozták genetikai összefüggésbe a gyógyforrások kialakulását.

Az előzmények ismeretében akkor terelődött ismét a figyelmem e forrásokra, amikor a legjelentősebb mészképző karsztos ásványvizek genetikai összefüggéseit vizsgáltam a lemeztektonikai folyamatokkal összefüggésben (Scheuer Gy. 2010). Ennek során megállapítást nyert a szakirodalom alapján, hogy e források és lerakódásaik *nem hozhatók genetikai kapcsolatba az alpi lemeztektonikai folyamatokkal, hanem ezek az eurázsiai lemez nyugati részén kialakult forró pontok egyikével állnak szoros származási összefüggésben. Vagyis a világhírű források a Francia Középhegység alatt a köpenyben kialakult forró pontnak felszíni vízföldtani megnyilvánulás formájának tekinthetők.*

2. Fogalom meghatározás és a térség földtani és lemeztektonikai leírása

A Föld globál tektonikájával és jelenségeivel foglalkozó szakirodalom szerint az utóbbi évtizedekben több olyan lemeztektonikával kapcsolatos jelenséget sikerült értelmezni, amelyek földtanilag problematikusak voltak. Ezek közé tartozott többek között az *óceáni lemezek*en keletkezett vulkáni szigetek-szigetsorok földtani magyarázata is (Hartai É., 2003, Stow D., 2007). Az ezekkel kapcsolatos vizsgálatok és kutatások kimutatták, hogy az óceáni lemezeken keletkezett vulkáni szigetek, szigetsorok, olyan helyeken alakultak ki, ahol a köpeny felső részén kialakult egy ún. *köpeny diapir*, ehhez irányuló hőáramlásból eredő hőkoncentrációval. Ebből kiindulóan azután az óceáni lemez felnyílva magmaáramlás indult meg és így keletkeztek az óceáni lemezek felszínén települő vulkáni szigetek ma már részben inaktív részben pedig aktív vulkáni működéssel (pl. Hawaii, Emperor-szigetek). Ezt a *köpeny diapirt hőkoncentrációval* nevezték el *forró pontnak* (hot spot).

Hartai É. (2003) *A változó Föld* című könyvében a következőket írja: „A forró pont (hot spot) több tízmillió éven át létező mélyen a köpenyben gyökerező anyagáramlási zónának 100–200 km átmérőjű felszíni vetületei”. Eddig a Földön kb. 120 forró pontot azonosítottak és ezeknek egyharmada még az utolsó 10 millió évben is aktív. A közelmúltban a vizsgálatok kimutatták, hogy a forrópontok nemcsak az óceáni lemezek alatt fordulnak elő, *hanem a kontinentális lemezek alatt is létrejöttek. A forró pontok vulkáni centrumokat jelölnek ki az óceáni és a kontinentális lemezekon egyaránt.* Így a legújabb vizsgálatok az észak-amerikai kontinentális lemez alatti forró pont felszíni megnyilvánulásának tartják a *Yellowstone N.P.*-i negyedidőszaki vulkánosságot és a park területén kialakult világhírű hidrotermás tevékenységet gőz és gáz feláramlásokat, gejzíreket, hévforrásokat, amelyekhez igen érdekes és nevezetes kova és édesvízi mészkő lerakódások is kapcsolódnak.

Staw D. (2007) könyvében a *Föld lemeztektonikai térképén az eurázsiai lemezen belül Európában két forrópontot tüntetett fel.* Ezek a következők: a németországi *Eifel-hegység* ahol harmad- és negyedidőszakban igen jelentős bazalt vulkánosság zajlott le vulkáni kúpokkal és

maár képző kitörésekkel. Ezekkel kapcsolatban is kialakultak olyan hidrodinamikai rendszerek gyógyforrásokkal és igen jelentős CO₂ gáz feláramlásokkal, amelyek a mélységi forrópontok vízföldtani megnyilvánulás formáinak tekinthetők.

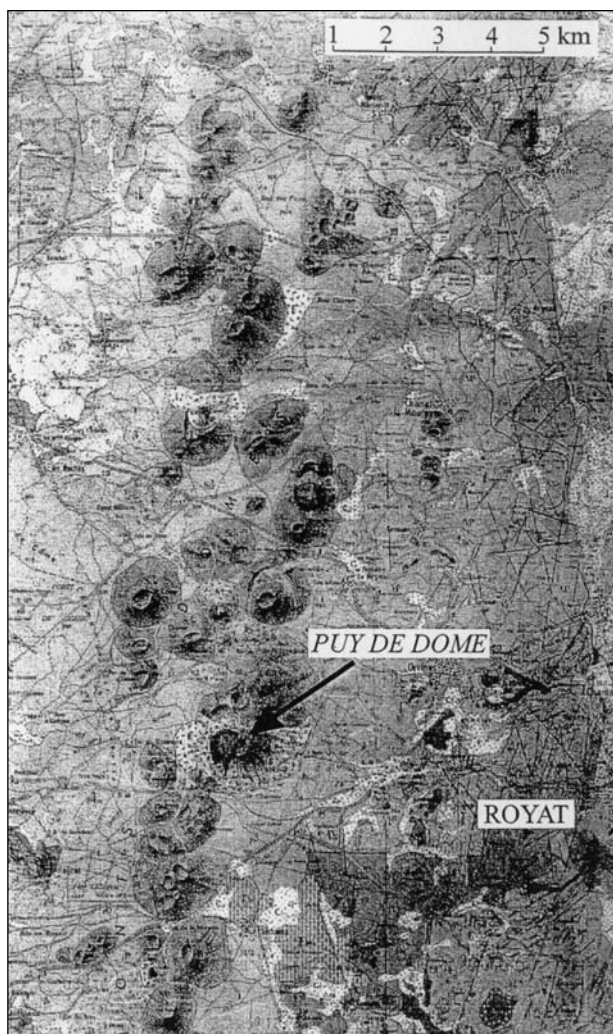
A másik eurázsiai lemezen a közleményben részletesen tárgyalt Francia-Középhegység alatti forrópont, amelyhez igen kiterjedt vulkánosság és változatos típusú forrástevékenység kapcsolódik jelentős CO₂ gáz feláramlással.

A Középhegység északi részén végzett geofizikai és földtani vizsgálatok (Granet M. et. al. 1995) egyértelműen kimutatták, hogy e térségben a köpenyben jól kimutatható feldomborodás azaz köpeny diapir mutatható ki, amelyhez a neogénben és a negyedidőszakban többször felújuló főleg bazaltos vulkánosság kapcsolódik. Ez a bazaltos vulkánosság eredményeként alakult ki észak-déli irányú kb. 80 km hosszú és csak néhány km széles igen jelentős számú vulkánból álló vonulat a vizsgált terület nyugati oldalán. E vulkánok láncolata az irodalom szerint páratlan a világon (Nemerényi A. 2000) és ezeket a francia irodalom *puy*-nek nevezi. A legmagasabb vulkán a *Puy de Sancy* (1884 m). Híres még a Royal-i forrás kilépések közelében fekvő *Puy de Dome*, amely kúpjával és kráterével a térség túrisztikai látványossága is. A vulkán sor legszebb északi részét természetvédelmi területté nyilvánították és ezt a szakaszt a 2. ábrán szemléltetem.

A szakirodalom szerint (Bondelle J. et al., 1980) a neogén második felében (7,5 mill. év) kezdődött a vulkáni tevékenység és szakaszosan felújulva a negyedidőszakban és ezen belül még a holocénben is tartott. A vulkáni kőzetek radiometrikus koradatai szerint a vulkánosság a negyedidőszakon belül a középső-pleisztocénben újult fel erőteljesen. A legidősebb kitöréseket 740–680 ezer évre datálják, majd újabb kitörés sorozat zajlott le 400 ezer: 250 ezer: 50 ezer: 12 ezer BP években. A legfiatalabb kitörést 4000 BP-ben határozták meg. A *Clermont-Ferrand*-i (M=1:50.000) földtani térkép magyarázójában közölt táblázat szerint e térképlap területén 11.070 ±200 BP-3450±110 BP között 10 kitörést állapítottak meg. E koradatokból megállapítható, hogy a lapra eső források környezetében a holocénben belül is még igen aktív vulkáni tevékenység volt.

A közölt koradatokból megállapítható, hogy a Középhegység alatti forróponthoz kapcsolódó magmatevékenység még a holocénben belül is igen jelentős volt.

A térség földtani felépítésében jelentős szerepet játszanak az idős prekambriumi és paleozóos kőzetek, amelyeket főleg *gneiszek* és *gránitok* képviselnek, de e kőzetváltozatok mellett idős vulkanitok is keletkeztek. A mezozóos kőzetek a vizsgált területtől délre települnek jelentős felszíni elterjedésben, főleg karbonátos kifejlődésben gazdag karsztos formákkal. A tanulmányozott területen az idős kőzetek egy része a harmadidőszak bevezető szakaszában a köpeny generálta széthúzásos lemeztektonikai folyamatok révén hosszanti törések mentén mélybe süllyedtek. Az így kialakult árkos süllyedékekben a felső-cocén, oligocén és miocén kori kőzetek hal-



2. ábra. A vulkánoszor északi részét bemutató helyszínrajz (Átvéve a XXV-31 jelű földtani térképről ($M=1:50.000$)).

mozódtak fel, feltöltve ezeket az árkos süllyedékeket helyenként 1000 m-es vastagságban. Természetesen a harmadidőszaki medencék között az idős alaphegységi kőzetek (gneisz, gránit) nagy területeken fordulnak elő a felszínen.

Az előzőekben leírtakból megállapítható, hogy az eurázsiai lemezen belül a harmad- és negyedidőszakban lezajló lemeztectonikai folyamatok alapvetően meghatározták a vizsgált térség földtani fejlődésmenetét és ehhez kapcsolódva a hidrodinamikai rendszerek kialakulását, vízföldtani adottságait, és ebben a folyamatsorban a köpenyben kialakult forrópont döntő szerepet játszott.

3. A forrópont felett kialakult ásványvizes hidrodinamikai rendszerek vizsgálata

Már az előzőekben említettem Szirtes L.-ra történő hivatkozással, hogy a forrópont felett kialakultak CO_2 gázban, makro és nyomelemekben igen gazdag ásványvizes hidrodinamikai rendszerek és ezekhez kapcsolódó források. Ezeket területi eloszlásuk alapján három fő csoportra tagolják:

Az északi fő csoportnak legészakibb tagjai a Pougues-i források, amelyek a szénsavas ásványvizek közé tartoznak jelentős kalcium (585 mg/l) és hidrogénkarbonát tartalommal (2239 mg/l). E fő csoporton belül legismertebbek a St Honoré les Bains-i források, amelyek hőmérséklete 25–31 °C és a nátrium, kalcium, kloridos, hidrogén-karbonátos vizek típusába tartoznak jelentős kén és arzén tartalommal.

A középső Vichy-i fő csoportba tartoznak részben a névadó, részben pedig a Saint Yorre-i vízkilépések, továbbá a távolabbi Bourbon Lancy, Bourdon L' Archambault, Neris les Bains, Evaux les Bains-i források.

A leghíresebb és legismertebb Vichy-i forráscsoportot a XXVI-29. számú földtani térkép magyarázójában három csoportra tagolva ismertetik.

Megkülönböztetnek északi csoportot, amelyeknek hőmérséklete 12,5–42,5 °C között ingadozik és oldott só-tartalmuk esetenként igen jelentős (7,000 mg/l felett). Megemlíti, hogy e csoporton belül fakadó Celestin forrás 17,3 °C és környezetében travertínó halmozódott fel.

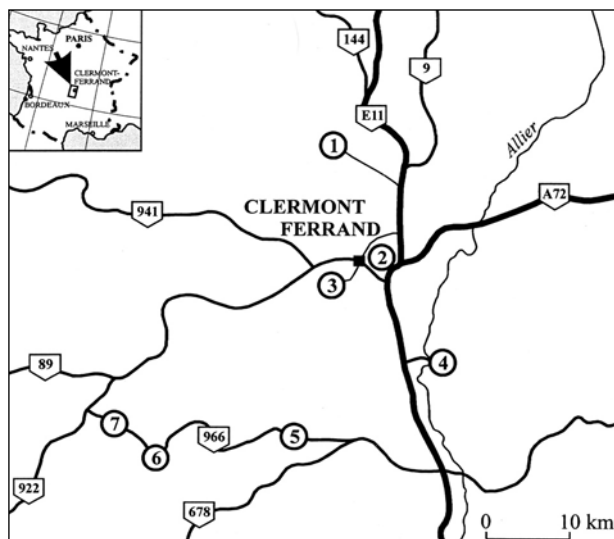
A második a központi csoport forrásai, amelyek Vichy délkeleti részén lépnek a felszínre az Allier folyó partja közelében. E források a gáztartalom miatt szakaszosan működnek. Hőmérsékletük 60–66 °C között ingadozik és a nátrium-hidrogénkarbonátos vizek típusát képviselik. A harmadik csoportot képviselik a déli források, amelyek vizei hidegek (13 °C) és oldott só-tartalmuk is relatíve kicsiny.

Szirtes L. megemlíti, hogy a források mellett Vichynél 40–250 m mélységű fűrt kutakból is jelentős víztermelés történik. Leírja, hogy a Bourbon Lancy, Bourbon L' Archambault, Neris les Bains, Evaux les Bains-i forráscsoportok hőmérsékletük alapján a meleg és forró hévforrások közé sorolhatók (28–57 °C) gázosak és a radioaktív gyógyvizek sorába tartoznak.

Szirtes L. a harmadik főcsoport forrásait Auvergne-i csoportként tárgyalja. Ezek közé is több ismert és jelentős vízkilépés tartozik. A legismertebb a Royat-i forráscsoport, ahol magas szintű gyógyászati tevékenység alakult ki. A főcsoport forrásai környezetében több helyen pleisztocén végi és holocén aktív vulkáni működés is kapcsolódik. Az Auvergne-i főcsoportoz tartozó forrásokat a 3. ábrán közlöm helyi megnevezéssel.

A felsorolt források közül édesvízi mészkőképződés történt Royatnál. Ezért e forráscsoportot részletesebben ismertetem. A források egy északnyugat-délkeleti irányú törésrendszerhez kapcsolódnak, amelyek mentén mélyreható mozgások történtek. A források hőmérséklete 12 °C–34 °C között ingadozik és nagy mennyiségben tartalmaznak CO_2 gázt. Sőt több helyen száraz CO_2 gázfel-törések is vannak. Ezek helyi nevezetességek közé tartoznak. Ilyen pl. a Kutya-barlang, amelyet a turistakalauzok megtekintésre ajánlanak.

A források vize részben harmadidőszaki homokból, részben bazaltból és gránitból lép a felszínre. A források vize igen gazdag makro és mikro elemekben és a kalcium-hidrogénkarbonátos vizek csoportjába sorolhatók. Figyelemre méltó egyes források radon tartalma is. A források közül az Eugenia-forrásnál képződött édesvízi



3. ábra. Az Auvergne-i főcsoportba sorolt források áttekintő helyszínrajza megnevezésükkel
 1. Chatelguyon, 2. Clermont-Ferrand, 3. Royat, 4. St Maurice, 5. Bourboule, 6. Mont Dore, 7. St Nectaire.

mésző kúpos kifejlődésben. Ennek vize 34 °C-os. Még a Roches nevű forrásnál is történt mészképződés.

Az előzőekben tárgyalt Francia Középhegység-i forrásokkal kapcsolatosan rögzíthető, hogy a térségben a köpeny által előidézett kontinentális lemezmozgásokkal összefüggésben különböző típusú hidrodinamikai rendszerek alakultak ki. Ezért elsődlegesnek és a legjelentősebbnek tartják az idős kőzetek (gneisz, gránit) széthúzásos vetői mentén kialakult töredezett-repedezett zónákhoz kapcsolódó hidrodinamikai rendszereket, mert ezek vízkörforgalmán belül nemcsak aktívan részt vesznek a feláramlási pályákon keresztül a megújuló vízkörforgalomban, hanem még e kőzetekben alakultak ki azok a feláramlási pályák, amelyek mentén történik a mélyből a köpeny felől azoknak a fluidumoknak és gázoknak (CO₂) mozgása, amelyek révén értékes gyógyvíz alakul ki. Továbbá ezekből a töredezett kőzetzónák menti feláramlási pályákból származik a harmadidőszaki homokos víztartókban feltárt és hasznosított gyógyvizek jelentős része is. Így a harmadidőszaki homokos hidrodinamikai rendszerek nem tekinthetők önálló független rendszereknek mert vízföldtani adottságaik szorosan összefüggnek és kapcsolódnak a repedezett rendszerekhez.

Az előzőekben leírtak és a szakirodalom alapján összefoglalóan megállapítható, hogy az eurázsiai kontinentális lemezen belül Nyugat-Európában a Francia Középhegység északi részén a köpenyben lezajló folyamatok hatására kialakult a kéreg alatt egy forrópont, és ebből kiinduló felfelé irányuló anyagáramlási zónák jöttek létre és ezek révén a térségben igen intenzív vulkánosság alakult ki. Ebből eredően e földtani folyamatokhoz kapcsolódóan a tárgyalt térségben létrejöttek olyan CO₂ gázos

hideg, hűvös és forró ásványvizes hidrodinamikai rendszerek jelentős számú erősen szénsavas oldott sókban gazdag megújuló vízkészlettel, hőmérséklettel és gáztartalommal, feláramlási pályákkal összefüggő források. Így ezek az ásványvizek nagy mélységből a köpeny felől feláramló fluidumoknak köszönhetik kiemelkedő és egyedi genetikai adottságaikat. Ezért a tárgyalt források a Föld globál tektonikájához kapcsolódó egyik forrópont vízföldtani vonatkozású megnyilvánulás formájának tekinthetők. Ennek alapján még az is rögzíthető, hogy a köpenyben és a litoszférában napjainkban végbemenő egyedi folyamatok meghatározott helyeken jelentős szerepet játszanak a kontinentális lemezekben belüli változatos típusú hidrodinamikai rendszerek kialakulásában, mint ahogy az pl. a Francia Középhegység területén történt.

Megállapítható még, hogy a kontinentális lemezekben belüli forrópontokhoz kapcsolódó hidrodinamikai rendszerek ásványvizeinél kialakulhattak az édesvízi mészképződés feltételei is. Így pl. a vizsgált Royal-i-forrásoknál, ahol jelentős édesvízi mészkő felhalmozódás történt. E megállapítást igazolja az északamerikai lemezen belül USA-ban a Yellowstone Nemzeti Park alatti forróponthoz kapcsolódó világhírű édesvízi mészkő előfordulás, amelyet a Mammoth Hot Springs-i források raktak le környezetükben.

Köszönettel tartozom Pentelényi Antalnak aki az ábrák készítésén túlmenően jelentős segítséget nyújtott a szakirodalom felkutatásában is. Hálásan köszönöm még Cossuta Mártonnének a szöveg gépelését és értékes kiegészítő megjegyzéseit és javaslatait.

IRODALOM

- Bondelle J. et al. (1980): Carte géologique de la France et de la marge continentale. (M=1:1 500 000 és magyarázója). Bureau de Recherches Géologiques et Minières Service Géologique National. Paris.
- Carte géologique de la France (1980): M=1: 50 000 és magyarázója. Vichy (XXVI-29), Clermont-Ferrand (XXV-31). Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Orlean.
- Carte géologique de la France (1937): Clermont (M=1:320 000). Service de la Géologie de la France. Paris.
- Gottfried G. et al. (1999): Seismic hazard assessment for Central, North and Northwest Europe. *Annali di Geofisica*. 42. 6. 999–1011.
- Granet M.-Wilson M.-Achauer U. 1995: Imaging a mantle plume beneath the French Massif Central. *Earth and Planetary Science Letters*. 136. 3–4. 281–296.
- Hartai É. (2003): A változó Föld. Miskolci Egyetem Kiadó-Nell-Press Kiadó. 112.
- Korim K. (1991): Az ásvány és gyógyvizek királynője Vichy. *Hidrológiai Tájékoztató*, április 62–63.
- Nemerikényi A. (2000): Európai nagy tájak. Francia-Belga rögvídek. In.: Próbald F. szerk. Európa regionális földrajza. ELTE Eötvös kiadó. Budapest 36–40.
- Scheuer Gy. (2004): Ásványvizek forrásmésző lerakódásai. Külföldi előfordulások. *Önálló kiadvány*. 87-91.
- Staub M. (1893): A gánóczi mésztufalcerakódás flórája. *Földtani Közöny*, 23. 162–197.
- Stow D. (2007): Óccának enciklopédiája. Kossuth Kiadó. Budapest. 60–63.
- Szirtes L. 1968: Franciaország gyógyvizei. *Hidrológiai Tájékoztató*, június 106–110.
- Waring G. A. (1965): Thermal Springs of the United States and other Countries of the World. A. Summery. *Geological Survey Professional Paper* 493. 115–117.

Az „Ungvár” tragédiája*

MÁRTHA JÓZSEF

I. oszt. tengerész gépüzemvezető

1941-ben hivatalos jelentés adta hírül, hogy az „Ungvár” Duna-tengerjáró hajó aknára futott és elsüllyedt. Tizenkét magyar tengerész vesztette életét, kiknek haláláról a DTRT, valamint a Magyar Tengerésztisztek Egyesülete is gászjelentést adott ki, mely utóbbit alább közlünk:

A Magyar Tengerésztisztek Egyesülete nevében fájdalommal és megrendüléssel tudatjuk, hogy az Ungvár nevű Duna-tengerjáró személyzetéből a Hazáért teljesített szolgálatuk közben tizenkét bajtársunk tengerész hősi halált halt.

Milassin Lajos tengerészkapitány, Becker Károly tengerészhadnagy, Csepeli Zoltán tengerészhadnagy, Gebauer Béla tisztjelölt, Muschinek János Gü.v. tengerésztiszt, Rác Imre tengerészgép-tiszt, Hainess Elemér tengerészgép-tiszt, Szönyey István géptisztjelölt, Tóth Ferenc fedélzetmester, Szitár János matróz, Lidmayer István tengerész-szakács bajtársaink emlékéit mindig kegyelettel fogjuk megőrizni.

A Mindenható Isten adjon Nektek csendes nyugodalmat.

Az elhunytak lelki üdvéért a Magyar Kir. Duna-tengerhajózási Rt. igazgatósága a belvárosi ferencrendi templomban 1941. november 19-én 11 órakor engesztelő szentmise áldozatot mutatott be, melyen egyesületünk minden itthonlevő tagja megjelent

az Elnökség.

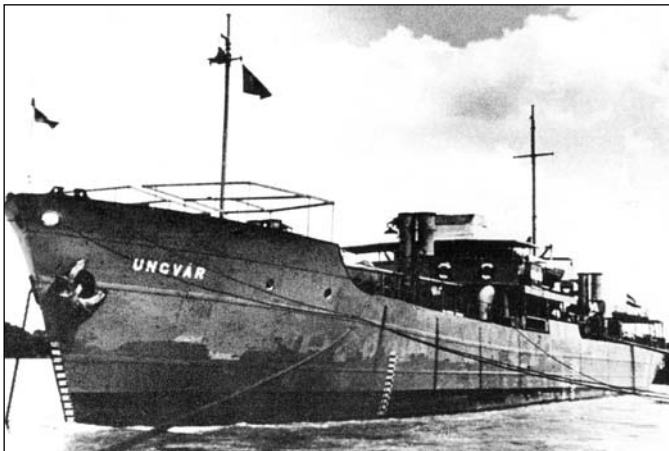
Ez az esemény történéseit tekintve – eltérően a KOLOZSVÁR elleni torpedótámadásnál történtektől – talán csak a pillanat törtészének fogható fel. Több körülmény tragikus egybeesése zsugorította össze ennyire az időt. Úgy, mint az égő KOLOZSVÁR látványát, az UNGVÁR aknára futását és felrobbanását is utólag August von Ramberg császári és királyi korvettkapitány örökítette meg festményén. Ennek a festménynek holléte ismeretlen.

Így azonkívül, hogy hallomásaink, olvasmányaink útján – inkább hézagossá mondható – ismeretünk van róla, ezért a manapság még elérhető dokumentumok felhasználásával kíséreljük meg összegyűjteni mindazt, ami szorosán véve hozzátartozik a történetekhez.

Ismert dolgok, de azért említjük meg, hogy 1941. június 27-én Magyarország hadat üzent a Szovjetuniónak; október 16-án a németek elfoglalják Odessát; november 5-én már folyik Szevasztopol ostroma; és a dél-ukrajnai, valamint a kialakulóban levő kaukázusi hadműveletek utánpótlása, a német hadvezetés bevonta a DTRT hajóparkját is a szállításokba. Egy jórészt diktátumnak tekinthető ügynevezett „megállapodás” alapján már akkor – 1941 tavaszától – amikor Magyarország még nem is állt hadiállapotban a Szovjetunióval.

Az öt hónap alatt elkészült UNGVÁR-t 1941. február 27-én bocsátották vízre a Ganz-hajógyárban. Próbaútjait követően első útját élelmiszer rakománnyal Bécs és Russe között, a német hadiszállítások keretén belül tette meg.

S nem sokkal ezután következett az utolsó út.



Az uticél akkor a Bug folyó torkolatában fekvő Fekete-tengeri Nikolajev kikötője volt. Neve nem ismert és a felhasznált forrásműben dr. Jankó Béla MFTR-főtanácsos sem tesz róla említést, de az eseménynek egyik – az UNGVÁR-on szolgálatot teljesítő Finkei Sándor elsőtiszt így mondta el a történetet:

„Az Al-Dunán teljes rakomány muníciót és

benzint raktunk a másik testvérhajónkkal a TISZÁ-val együtt. A terv ugyanis az volt, hogy rendeltetési helyünkre a TISZÁ-val együtt megyünk konvojban. Utunk célja akkor még teljesen ismeretlen volt előttünk. Tudunkra adták, hogy hadiszolgálatba kerülünk, ezért a szükséges intézkedéseket megtették, illetve megtettük. A hajó elülső és hátsó részére vasállványokat szereltek, ezeken egy-egy légvédelmi üteg helyezkedett el. Az ütegek személyzete között tengerész alig volt, így körülbelül húsz úszni nem tudó szárazföldi katonával szaporodtunk meg. A hajó magyar lobogót viselt és tizenkilenc főből álló személyzete is magyar volt. A hajó teljes létszáma ilyen módon erősen megnövekedett, szükségessé vált, hogy megfelelő mentőeszközökről is gondoskodjunk. A gépház felépítményének mind a két oldalára vasállványokat helyeztek, ezekre két mentőtutaj került. A parancsnoki híd mellvértjét és a kormányállás oldalfalait homokos ládákkal vették körül.

1941. november 6-án teljesen elkészültünk Brailán a berakással és az előkészületekkel, ekkor megjött a parancs az indulásra. Még ekkor sem tudatták velünk, hogy hova megyünk. Tulccánál megállítottak, itt horgonyzott testvérhajónk a TISZA. További rendelkezésre vártunk. Mentőcsónakjainkat kifordítottuk és készenlétebe helyeztük azonnali leeresztésre, ha arra sor kerül. November 8-án délután 6 órakor egy haditengerész jelent meg a hajónkon két főből álló kíséretével és parancsot hozott a tengerre való kifizáshoz. A sulinai csatornában rendes körülmények között tilos az éjjeli hajózás, nekünk mégis a sötétség leple alatt kellett végighajóznunk. Este tízkor elének tárult a tenger. Gyönyörű holdfényes, csillagos éjszaka volt. A tenger vize szinte kísértetiesen csendes és nyugodt. Valójában csak ekkor vált ismeretessé előttünk, hogy útirányunk Nikolajev. Alig hogy elindultunk a TISZA motorossal együtt konvojban, egy torpedóromboló szegődött mellénk, amely egy jó darabig biztosította utunkat esetleges támadás ellen. A személyzet valamennyi tagja, rajtunk a mentőövvvel, éberrel figyelte a tengert. November 9-én reggel hét órára értünk

* Jelen tanulmányt a 70 éve hősi halált halt tengerészek emlékére közöljük (Szerk.).



egy megadott szélesség és hosszúság alá, ahol találkozunk kellett azzal a parancsnoksággal, amely a hajó irányítását katonai részről átveszi. Messze távolból egyszerre fényvilánást vettünk észre és ez jelezte a konvoj parancsnokságot két gyorsnaszádon. Bár eredetileg úgy volt tervezve, hogy a TISZA motoros lesz a vezérhajó, minden magyarázatunk ellenére a mi hajónkra szálltak fel. Így a parancsnoksággal együtt hajókon körülbelül 44 fő volt.

Mindnyájunk előtt ismeretes volt, hogy a Fekete-tengeren tudott aknazáron kell majd keresztül haladnunk. A konvojt összcállították. Előttünk ment három aknakereső hajó. Néhány száz méterre követte az UNGVÁR, mellette jobbról-balról egy-egy gyorsnaszád. Körülbelül 200–300 m-re követett minket a testvérhajónk, a TISZA. Fejünk felett a levegőben két repülőgép keringett. Hajókon kis rádióállomás volt, amely minden egyes egységgel összeköttetésben volt. Az időjárás sajnos romlani kezdett. Élénk északkeleti szelet kaptunk, amely felfodrozta a szinte tükörsima tengert.

Alig haladtunk egy gyenge mérföldet, az egyik aknakereső hajó aknát jelzett. A különös nyíró szerkezettel ellátott aknakereső hajó elnyírta a lehorgonyzott víz alatti akna kötelét és így az akna a víz színére került. Rövidesen jelezték a másik két aknát is, melyeknek megsemmisítése a hajó feladata lett volna. Ekkor a hajó sebességét csökkentettük és mindkét hajó légvédelmi ütegei nyomjelző lövedékkel vad tüzelésbe kezdtek. A helyzet kezdett veszélyes lenni, mert csak egy aknát sikerült megsemmisíteni, a másik két aknáról leperegtek a lövedékek. A konvoj parancsnoka látván a helyzetet, parancsot adott az aknakereső hajóknak, hogy álljanak meg. Elgondolása az volt, hogy visszarendeli őket a hajónk elé és ismét átkereseti a sávot, s ugyanakkor a két megmaradt úszó akna megsemmisítését is rajuk bízta volna.

Gépünket egészen lassúra állítottuk. Egyszerre egy hatalmas robbanás következett be és az UNGVÁR hajó ele-

je egy víz alatti, eddig el nem nyírt aknára futott. Az előlő légvédelmi ütegállvány összeomlott, a fedélzet lemezei deformálódtak és a hajó közepe táján jobbról-balra az oldallemek szétnyíltak. A hajó lassan süllyedni kezdett.

Felismervén a helyzetet, testvérhajónk teljes erővel hátramenetbe járatta a gépet és megállította a hajót. A konvoj parancsnoka hajónk mellé rendelete mindkét gyorsnaszádot, hogy az üteg sebesült személyzetét átvegye. A magyar személyzetből ekkor még senki sem sebesült meg. Parancsnokkal és az egész konvoj parancsnoksággal együtt a legfelső hídon álltam az első robbanás alatt is. Feltételezhető, hogy egy kezdődő erős aknazárba jutottunk, próbáltuk a hajót kiemelni és ezért teljes erővel hátraverettünk. Közben kiadta parancsnokom a parancsot a süllyedő hajó elhagyására. A jobb oldali mentőcsónaknak én voltam a parancsnoka. Mentőcsónakomba a beosztott emberek mind beszálltak. Miután még néhány ember részére volt férőhely, így néhány katonát is fel tudtunk venni. Ugyanakkor a két mentőtutajt is ledobtuk, amelybe a katonaság többi része beszállt, ezzel egyidejűleg parancsnokom mentőcsónakja is már a vízen volt. Parancsot kaptam, hogy a mentőcsónakkal menjek a TISZA-hoz, az embereket helyezzem biztonságba és ismét térjek vissza a hajóra. Erre azért lett volna szükség, mert a katonák közül sokan nem tudtak úszni és evezni, illetve a tutajt kezelni. Ugyanakkor a TISZA motoros parancsnoka is küldött mentőcsónakot segítségünkre. Alig, hogy a hajót elhagytam mintegy 30 m-re, visszanéztem, a gép leállt és egyszerre hatalmas robbanás a II-es raktárnál, és a hajó a levegőbe repült egy második akna következtében. A hajó darabokra ment széjjel, úgyszintén a mellette levő két gyorsnaszád és a mentőcsónakom is a levegőbe repült.

Rövid időre elvesztettem eszméletemet, beestem a vízbe, ahol magamhoz tértem. Az életösztön felébredt bennem, jó úszó lévén teljes erőmmel úszni kezdtem.

Ruhadarabjaimat, melyek úzás közben akadályoztak, még a víz alatt levettem, de így is reménytelennek láttam megmenekülésemet, mert úgy éreztem, hogy a tenger fenekére értem le.

Sokszor mondják, hogy az utolsó percben lepereg az ember szeme előtt az egész élete. Ezt elmondhatom magam is, hogy így volt. Már alig bírtam tartani magam, már úgy éreztem, hogy még egy-két levegő utáni kapkodás és végem van, amikor egyszerre az örvénytől-e vagy saját erőmtől a víz színére jutottam. Több sebből vérezve, kábultan, szörnyű kép tárult elém. Hajóm teljesen eltűnt és a kifolyó olajtól és a benzintől lángolt a tenger. Bajtársaim közül, kik velem voltak a mentőcsónokban, ketten eltűntek. A többiek szintén megsebesülve, de megmenekültek a pokolból. A tenger ekkor már kezdett viharossá válni. Széttörtött és felborult mentőcsónakomba kapaszkodva 10–15 perces küzdelem után felvettek az aknakereső hajók, valamint a TISZA mentőcsónakjai. Parancsnokom *Milassin Lajos* tizenegy tengerész társával együtt a tenger hullámai között lelte örök sírját. Az összes menekültet az aknakereső hajók Burgasz kikötőjébe vitték, ahol elsősegélyben részesítették. A katasztrófának több magyarázatát látom. Valószínűleg a hajó az élénk oldalazó szél és manőverezés következtében, kiesett a már átkutatott aknakeresett sávból, vagy ún. füzéraknára futhattunk, amely a már elnyírt akna helyébe került, vagy a hajó a süllyedése következtében egy mélyebben fekvő akná-t ütött meg.”

* * *

Mindezt az UNGVÁR robbanását és a mentést hogyan mondja el egy másik szemtanú – aki a TISZÁ-n teljesített szolgálatot:

„A TISZA-motoros egy konvojban hajózott az UNGVÁR-ral, körülbelül három hajóhosszal követte. Nyolc óra tájban észrevettük, hogy az aknakeresők aknaveszélyt jeleznek. Az UNGVÁR, bár lassított, de az aknakeresők sodorvonalában továbbhaladt. A TISZA szintén lassított. Riadókézzenléletet rendeltek el a hajókon. Rövid időn belül, még menet közben bekövetkezett a robbanás az UNGVÁR-on. Hajónk katonai parancsnoka azonnal elrendelte, hogy közelítsük meg a sérült hajót. Hajónk magyar parancsnoka körülbelül kétszáz m-re meg a közelítette az UNGVÁR-t, de a további és esztelen közelítést megtagadta, mert ezzel saját és hajóját látta veszélyeztetve. Ebből komoly, rövid és éles vita keletkezett. Az UNGVÁR ugyanis hadianyaggal és benzinnel volt megrakva, így további belső robbanások is várhatók voltak, s ennek következtében a szétfolyó benzin kigyulladhatott volna. A konvoj az aknakeresők által jelzett aknamező határán, vagy annak területén tartózkodott. Hajónk parancsnoka elrendelte, hogy a mentőlegénység szálljon csónakba, s csak a magyar parancsnok határozott parancsára induljon el.

A megközelítési parancs megtagadása ésszerűnek bizonyult, mert amikor a mentőcsónak elhagyta a TISZÁ-t, bekövetkezett a második robbanás, s az elsüllyesztette az UNGVÁR mentőcsónakját és az UNGVÁR mellett álló naszádokat. A második robbanás még nagyobb hatású volt mint az első. A robbanás következtében repeszdarabok hullottak még a TISZA fedélzetére is. A TISZA men-

tőcsónakjának legénysége közül is többen megsebesültek. Ez a mentőcsónak emelte ki a félig eszméletlen és sebesült első tisztet és mentette ki a legénység több tagját.

A magyar hajóparancsnok és a konvoj katonai parancsnoka életét vesztette.”

Eddig a két szemtanú beszámolója.

Az esemény túlélői, valamint a DTRT szakmai vezetése – hogy érdemes volt-e az más kérdés, de – nautikai, személyi, s kisebb mértékben katonai szempontból is elemezték ugyan a történeteket, azonban a levont következtetések egyáltalán nem befolyásolhatták az elkövetkezendő évek tennivalóit. Mindent a háború sodrása és üteme határozott meg. A Magyar Tengerésztisztek Egyesülete a Hajózási Hírlapnak 1941. évi novemberi számában tette közzé gyászjelentését, de e gyászjelentésen túl a méltó és maradandóbb megemlékezés meg egyéb módon is kifejezésre jutott. A Magyar Királyi Nemzeti Szabadkikötő és Tengerhajózási Vállalat kikötői parkjában, 1942 májusában egy horgonnyal takart fekvő elrendezésű emlékművet avattak fel, amelyre az UNGVÁR-on elpusztultak nevei mellé két évvel később 1943. május 30-án a KOLOZSVÁR-on elpusztult magyar tengerészeknek carrarai márványból vésett nevei is felkerültek. 1948-ban már kezdetét vette a csepeli gyorsvasút építése, s az emlékmű – állítólag – e munkáknak útjában volt. Eltávolították.

Mainess Elemér II. géptiszt mohácsi volt. Az ő emlékéét Mohácson a templomban ma is látható festett katedrálablaküvegen őrizték meg.

A háborús évek eseményeinek alakulása miatt nem tovább, csak két évig volt a megemlékezésnek további egyfajta aktusa az, hogy az UNGVÁR elsüllyedésének időpontjában és helyén az éppen arra járó tengeri hajók koszorút dobtak a tengerbe. Ezt az eseményt az akkor megjelenő képes folyóiratok mindig közölték.

* * *

A Magyar Királyi Központi Statisztikai Hivatal évenként megjelentette a „Magyarország Tiszti Cím – és Névtára” című gyűjteményes kötetét. Ezek a kötetek a kormányzói hivataltól lefelé valamennyi intézménynél, állami vállalatnál alkalmazott, akkor tisztnek és ún. „tisztviselőknél” számító személy nevét, rangját és beosztását sorolja fel. Továbbá egyik igen terjedelmes fejezete 1917-től évenként mindazoknak a belföldi és külföldi személyeknek a nevét közli, akik valamilyen – a magyar állam által adományozott különféle – kitüntetésben részesültek. Lapozzuk fel az egyik vasos kötetnek – az 1943-ban, s egyben utoljára kiadott példányát – és annak 784. oldalát, akkor a sok-sok név között a következőket olvastuk:

A magyar arany érdemkereszt tulajdonosai:

„...*Muschinek János*, az UNGVÁR motoroshajó gépzemvezetője,
Rácz Imre, az UNGVÁR motoroshajó I. géptisztje,
Hainess Elemér, az UNGVÁR motoroshajó II. géptisztje,
Balázs László, az UNGVÁR motoroshajó III. géptisztje,
Szönyey István, az UNGVÁR motoroshajó géptisztjelöltje...”

A magyar ezüst érdemkereszt tulajdonosai:

„...*Wermel János*, az UNGVÁR motoroshajó pincére,
Fülöp Gábor, az UNGVÁR motoroshajó gépápolója,
Csapó Gáspár, az UNGVÁR motoroshajó matróza...”

A magyar érdemrend lovagkeresztjének tulajdonosai:

„...*Milassin Lajos*, az UNGVÁR motoroshajó parancsnoka,
Finkei (Fisheg) Sándor, az UNGVÁR motoroshajó I. tisztje...”

BESZÁMOLÓK, EGYESÜLETI ESEMÉNYEK

A Magyar Hidrológiai Társaság Soproni Területi Szervezet megalakulása 50. évfordulója

Sopronban 1961. május 18.-án megalakult Társaságunk helyi csoportja. Az évfordulóra készülve további pontosításokkal törekedtünk feltárni és kiadványunkban is rögzíteni az előzményeket, a soproni önállóság indokait, az 50 éves működés szakmai alapjait, annak részleteit.

Az előzményekben fontos szerepet tulajdonítunk a soproni Egyetem és a Fertő tó kutatóinak, valamint a vízügyi ágazat és az ahhoz kapcsolódó szakterületek helyi, lokálpatrióta művelőinek.

Kiemelkedő volt a szerepe *Vendel Miklós* akadémikusnak, a Magyarhoni Földtani Társulat fiatalon megválasztott főtitkárának, a Hidrológiai Szakosztály tagjának. Hasonlóan *Varga Lajos* hidrobiológus és *Mika Ferenc* halbiológus Fertő kutatóknak és kutatási eredményeik közlésételének. A szakemberek közül *Boronkai Pálnak*, Sopron volt főmérnökének, *Garád Róbertnek*, a Fertő tó sport- és szabadidő szervezőjének.

A csoport megalakulásának közvetlen előzménye *Pichler János*, az OVF főmérnökének kezdeményezésére megalakult *Fertőtó Kutató Tudományos Bizottság (FKTB)*, benne a fentiekén kívül helyi és budapesti szakemberekkel, kutatókkal.

A felsorolás fentebbi, helyi személyiségei mellett a csoport létrehozását, részben belépésükkel támogatták soproni vízügyi és a vízellátással foglalkozó szakemberek, közülük megemlítést érdemel *Zádor Alfréd*, *Kóthy István*, *Szekér Lajos*, *Színai Lajos*.

Ugyanakkor a már 1952-től működő Győri Csoport, elsősorban annak a Vízügyi Igazgatóságnál dolgozó tagjai nem gátolták, hanem tapasztalataikkal segítették a megalakulást, ami az azóta is tartó szoros együttműködésben nyilvánul meg.

A Csoport /később Szervezet/ működésének 50 évében többféle szakmai irány kapott helyet, de alapvetően a limnológia, a vízi közműellátás és a hidrológia szakágai versenyeztek egymással, a sorrendet a kutatás vagy szolgáltatás igénye, a tagság de elsősorban a vezető személyiség tudományos, szakmai tevékenysége határozta meg. Mind ezek alapján az első korszakban inkább a kutatás-, tervezés-, a másodikban hangsúlyosabban a vízi közműellátás és kivitelezés szakágai domináltak. Az elnökök működésének időszakait külön, külön vizsgáljuk.

Varga Lajos rövid időszakában ugyan még a Fertő kutatások témái folytatódtak, de a városi főmérnök



1961-1963



1963-1970



1970-1977



1977-1985



1985-1990



1990-1996



1996-

Boronkai Pál előtérbe kerülésével már a megindult városi rekonstrukció, fejlesztés igényei, *Garád Róbert* titkár révén pedig a Fertő tó sportja, szabadidő eltöltésének igénye követelt teret magának.

Boronkai Pál már hosszabb időt tölthetett az elnöki székben, módja volt megosztani városfejlesztési gondjait a csoport szakembereivel, kérve segítségüket. Különösen a vízigények gyors növekedéséből adódó vízhiányok okoztak ellátási gondokat, a vízkészletek feltárásában főleg *Zádor Alfréd* volt segítségére.

Vendel Miklós időszakában ugyan a geológiai témák kerültek előtérbe, de annak inkább a Sopron környéki területekre vonatkozólag a hidrogeológiai kérdésekre történő összpontosítással, a vízkészletek becslésével. Az évtized végére már azok kitermelése is megindulhatott. Az Ő időszakára esik a város szennyvíz gondjai megoldásának kezdete, a tervezések és bizonyos területeken már a kivitelezések megindulása is. Az ezzel kapcsolatos kérdésekben *Németh Kálmán* volt segítségére

Kisházi Péter „örökös főnöke”, *Vendel Miklós* szakmai irányzatának folytatója volt mindaddig, amíg *Köves László* a Vízmű igazgatói székébe nem került. Hatására ugyanis a szervezet tagsága és a fiatalok témaválasztása a vízi közműellátás irányába átalakult. Szükségességét a vízellátás és a szennyvízkezelés tervezésének és kivitelezésének felgyorsulása is indokolta.

A két időszak szervezését *Szekér Lajos* titkár közmegelekedésre látta el.

Köves László és *Németh Kálmán* sajnálatosan összevont időszak a haláleset miatt következett be. A megválasztott elnök munkáját alelnökének kellett folytatnia. Szakmai szempontból a város és környéke vízellátási- és szennyvízkezelési feladatai lényegében nem változtak, így a szervezeti munkában csupán a technika, technológia fejlődése, a korszerűbb anyagok beszerezhetősége vezetett fejlődéshez.

Takáts Tamás időszakában részben a Fertő tavi témák kaptak nagyobb helyet, de a MHT vezetésével való kapcsolat is tovább javult azáltal, hogy *Havas András* az országos vezetés főtitkárhelyettese, majd alelnöke lett. Összességében a szakmai témák kevésbé változtak.

Havas András másfél évtizedes elnöki tevékenységét már a szakma magas fejlettsége, a műszaki és anyagi lehetőségek kitágulása, a képzett szakemberek szé-

les köre jellemezte. A mind magasabb szintű és kiszélesedő témák ismertetését a korszerű bemutatás és rögzítés követett és az archiválás tette maradandóvá az alkotásokat. A tagság közösségi életét, az összetartozás érzését erősítették az összejövetelek, a tanulmányi kirándulások és az időszakzáró rendezvények. Az elnök széles körű és hatékony külső kapcsolatai és vezető társainak jó megválasztása is elősegítették az eredményességet.

A megalakulás 50. évfordulójának megemlékezésére napra pontosan, ünnepi előadással keretében került sor. Megnyitójában *Havas András* helyi elnök köszöntötte a megjelenteket, utalt az ünnep jelentőségére a szervezet 50 éves tevékenységének fontosságára. Az Önkormányzat részéről *Abdai Géza* alpolgármester köszöntét fejezte ki azért a tevékenységért, amit a szervezet a város érdekében hosszú éveken át kifejtett. A MHT elnökeként *Ijjas István* professzor emeritus, üdvözlő szavait követően elsősorban a szervezet általa is tapasztalt, az utolsó évtized példaértékű működési, szervezetségi eredményességét emelte ki. *Berczik Árpád* akadémikus, aki már a FKTB tagjaként és kutatócsoportjával a Fertő tó folyamatos elemző-kutatójaként kezdettől a mai napig figyelemmel kísérhette működésünket, történeti pontossággal idézte fel a személyekre és szakmai tevékenységünkre vonatkozó folyamatokat. A Győri Területi Szervezet képviselőjeként *Pannonhalmi Miklós* köszöntötte a soproni társszervezetet, számba véve a közösen végzett tevékenységeket, kiemelve a Fertő anekdotákat.

A MHT Vízellátási Szakosztálya elnökeként *Várszegi Csaba* a két egység kiváló együttműködését hangsúlyozta, példának az évenkénti közös rendezvényeket említette. Kiemelte jó kapcsolatát a szervezet elnökével és tagjaival, rokonszenvét Sopronnal.

A köszöntőket követte *Németh Kálmán* alelnök, az 50 év történetét összefoglaló előadása. Az évforduló kiadványa szellemiségének jegyében, a 40 éves szervezeti és vezetőségi tagsága tapasztalatai és személyes kapcsolatai, valamint benyomásai alapján fogalmazta meg tevékenységüket, a változó folyamatokat.

Az ünnepi megemlékezést *Havas András* elnök összefoglalója, értékelése zárta be.

Németh Kálmán
STSz alelnök, szerk. biz. tag

A Lászlóffy Woldemár Diplomamunka Pályázat Bíráló Bizottság határozata a 2010 évi diplomamunka pályázatok eredményéről

2010-ben a Magyar Hidrológiai Társaság négy kategóriában hirdette meg a Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázatot:

- felsőfokú szakképzés (legalább 4 félév időtartamú, legalább 120 kreditpont összértékű képzés, amely szakdolgozat készítéssel zárul),
- alapképzés (BSc),
- mesterképzés (MSc) vagy 5 éves egyetemi képzés,
- szakirányú továbbképzés (szakmérnök képzés, amely szakdolgozat készítéssel zárul)

A pályázati felhívásra 43 diplomamunka érkezett be öt felsőfokú oktatási intézményből, a következő megoszlásban:

Alapképzés (BSc) (16 db):

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem	4 db.
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar	1 db.
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar	1 db.
Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar	1 db.
Nyíregyházi Főiskola, Természettudományi és Informatikai Kar	1 db.
Pécsi Egyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar	1 db.
Pécsi Egyetem, Természettudományi Kar	1 db.
Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar	3 db.
Szent István Egyetem, Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar	2 db.
Zsigmond Király Főiskola	1 db.

Mesterképzés (Msc) vagy 5 éves egyetemi képzés (19 db):

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem	2 db.
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar	2 db.
Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar	3 db.
Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar	1 db.
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar	3 db.
Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar	5 db.
Nyugat-Magyarországi Egyetem Bölcsészettudományi Kar	1 db.
Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezettudományi Szak	2 db.

Szakirányú továbbképzés (8 db):

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem	1 db.
Eötvös József Főiskola, Műszaki és Gazdálkodási Fakultás	7 db.

A beérkezett diplomamunkákat a témájukhoz illeszkedő szakterületet képviselő szakosztályok elbírálták, az alábbi megoszlásban:

Szakosztály	BSc	MSc	Szakirányú	Összesen
Ár- és Belvízvédelmi		1		1
Balneotechnikai				-
Csatornázási és Szennyvíztisztítási	4		4	8
Hidraulikai és Műszaki hidrológiai	2			2
Hidrogeológiai	1	6	1	8
Ipari környezet és vízgazdálkodási		1		1
Jogi és közgazdasági				-
Kommunikációs és PR				-
Környezetvédelmi				-
Limnológiai	2	1		3
Mezőgazdasági vízgazdálkodási	1	1		2
Vízellátási	2	3	2	7
Vízépítési	1			1
Vizes élőhely-védelmi	1	3	1	5
Vízgazdálkodási	1			1
Vízmikrobiológiai				-
Vízminőségi és víztechnológiai	1	3		4
Összesen	16	19	8	43

Díjazottak 2010-ben:

BSc kategória

I. díj:	Szanyi Sándor	BME Építőmérnöki Kar
II. díj:	Kalocsai Edit	Pécsi Egyetem Pollack Mihály Műszaki Kar
	Takó Szabolcs	BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
III. díj:	Fekete Gergő	SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
	Török Gergely Tihamér	BME Építőmérnöki Kar
Könyvjutalom:	Kocsis Tamás	Nyíregyházi Főiskola TIK
	Kovács Orsolya	Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar
	Ósz Ágnes	SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
	Szigeti Viktor	ELTE Természettudományi Kar

MSc, Egyetemi kategória

I. díj:	Danka József	BME Építőmérnöki Kar
II. díj:	Bálint Petra Andrea	Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar
	Király Dóra	Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar
	Sebők Júlia	Nyugat-Magyarországi Egyetem, BTK
III. díj:	Berki Tamás	Pannon Egyetem, Mérnöki Kar
	Sebők Éva	ELTE Természettudományi Kar
	Takács Judit	ELTE Természettudományi Kar
Könyvjutalom:	Futó Petra	Pannon Egyetem, Mérnöki Kar
	Kerékgyártó Tamás	Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar
	Novák Judit	Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar
	Polyák László	DE Természettudományi és Technológiai Kar
	Zsuppán Katalin	ELTE Természettudományi Kar

Szakirányú továbbképzés kategória:

II. díj:	György Judit	Eötvös József Főiskola
	Major Szilárd Huba	Eötvös József Főiskola
III. díj:	Fenyvesi Nóra	Eötvös József Főiskola
	Magyar László	BME Építőmérnöki Kar
	Tombác Szintia	Eötvös József Főiskola

A DÍJAZOTTAK MÉLTATÁSA

BSC KATEGÓRIA

Könyvjutalom:

Kocsis Tamás: A Boroszló-kerti Holt Tisza cönológiai felmérése

Nyíregyházi Főiskola Természettudományi és Informatikai Kar, Biológia Intézet

Konzulens: *Dr. Szabó Sándor* főiskolai tanár

Kovács Orsolya: Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóságának területén található kavicsbánya tavak vízminőségi vizsgálata

Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar

Konzulens: *Dr. Körmendi Sándor* egyetemi docens

Ósz Ágnes: Különböző szövettani eljárások eredményességének összehasonlítása halakon végzett toxikológiai elemzések céljából

Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Környezet és Tájgazdálkodási Intézet

Konzulens: *Csenki Zsolt, Lefler Kinga Katalin* tanszéki mérnökök, *dr. Baska Ferenc* egyetemi docens

Szigeti Viktor: A folyószabályozás biológiai hatásainak és az élőhely rekonstrukció lehetőségeinek vizsgálata

ELTE Természettudományi Kar, Biológiai Intézet

Konzulens: *Dr. Standovár Tibor* egyetemi docens

III. díj:

Fekete Gergő: A versegi szennyvíztisztító telep hatása a Vanyarc-patakra

SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Konzulens: *Kruppiné Dr. Fekete Ilona* egyetemi adjunktus

A kisvízfolyásokba vezetett tisztított szennyvizek gyakran okoznak jelentős vízminőség romlást. A diplomamunka készítője egy ilyen esetet vizsgál, saját méréseivel alátámasztva a jelenséget. Elemzi a szezonális hatásokat és javaslatot tesz a jelenleg bírságolt, rossz hatásfokkal működő szennyvíztisztító telep továbbfejlesztésére.

Török Gergely Tihamér: Partvédőművekre ható hullámterhelés számszerűsítése a Balatonon 2D numerikus hullámmódell segítségével

BME Építőmérnöki Kar

Konzulensek: *Dr. Józsa János* egyetemi tanár, *dr. Csoma Rózsa* egyetemi docens, *Homoródi Krisztián* doktorandusz; *Antal Gábor* (Közép-Dunántúli KÖVIZIG)

A BSc-s diplomamunkáktól elvárhatónál jóval magasabb színvonalat és összetettséget tükröz. Példamutató igényességgel alkalmazta a numerikus hullámmódell a védőművekre ható terhelés meghatározására. Megalapozottan járt el a modelltartomány és a rácsfelbontás kijelölésében, és a rendelkezésre álló adatokkal való modelligazolásban. Értékes munkája a hullámfelfutás három számítási eljárásának összehasonlítása is.

II. díj:

Kalocsai Edit: A hódmezővásárhelyi gyökérvíz szennyvíztisztító telep áramlási vizsgálat

Pécsi Egyetem Pollack Mihály Műszaki Kar

Konzulens: *Dittrich Ernő* egyetemi adjunktus

A pályázó nyomjelzős mérések elvégzésével és az eredmények feldolgozásával járult hozzá a hosszanti átfolyású rendszerekben kialakuló áramlási folyamatok mélyebb megismeréséhez, mely a természet közeli szennyvíztisztítási eljárások alkalmazhatósága szempontjából kulcsfontosságú. A gyökérvíz rendszereken lejátszódó áramlási viszonyokat transzport modellhez kapcsolt reakciókinetikai

modellel vizsgálta, következtetéseiben az áramlás, a tartózkodási idő, valamint a körülmények működést befolyásoló hatására tesz fontos megállapításokat.

Takó Szabolcs: Az ammóniumion eltávolítás lehetőségei ivóvízből: mikrobiológiai eljárás (nitrifikáció)

BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar

Konzulensek: *Dr. Licskó István* egyetemi docens, *László Balázs* tudományos segédmunkatárs, *dr. Bancsiné dr. Tóth Mária*

Bár az ammónium ionok közvetlenül nem jelentenek egészségügyi kockázatot az ivóvízben, nagymértékben csökkentik a fertőtlenítésnél alkalmazott klór hatékonyságát, és kedvezőtlen feltételek mellett a rendkívül veszélyes nitrit ionok képződésének lehet „nyersanyagai”. A diplomamunka készítője három hónapon keresztül önállóan és folyamatosan üzemeltetett egy olyan kísérleti rendszert, amelynek akár néhány napos leállása is a kísérlet kudarcat eredményezhette volna. A laboratóriumi kísérleteket az elvi megoldási séma felvázolásától egészen a gyakorlati kivitelezés apró részleteig gondosan megtervezte, az eredményeket az elvárható részletességgel bemutatta, a levont következtetései helyesek és a célkitűzésben megfogalmazott kérdésekre megfelelő választ adott.

I. díj:

Szanyi Sándor: Az ELCOM tómodell adaptálása sekély tavakra

BME Építőmérnöki Kar

Bemutatta a sekély tavi áramlási modellezés általános matematikai összefüggéseit, a választott tómodell konkrét egyenletrendszerét és annak megoldási módszereit. A modellt sikeresen alkalmazta a Balatonra, majd a mérési eredményekkel történő összehasonlítás során rámutatott a konstans szél-csúszatófeszültség feltételezéséből eredő modellhibákra. Ezen hibát a belső határréteg fejlődés szerinti egyenlőtlen szélmező alkalmazásával korrigálta. A modell-eredményeket összevetette korábbi, kétdimenziós szimulációk eredményeivel is, végül további megválaszolandó kérdéseket is megfogalmazott. Nagyfokú hidraulikai, matematikai és informatikai háttérismeretről tesz tanúbizonyságot.

MSC, EGYETEMI KATEGÓRIA

Könyvjutalom:

Futó Petra: Ivóvíz arzéntartalmának csökkentése a Fejérvíz Zrt-nél

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar

Konzulensek: *Dr. Kovács József, Forczekné Baki Berta*

Kerékvártó Tamás: Ipari célú termásvíz kútpár tervezése Úri (Pest megyei település) térségében

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar

Konzulensek: *Dr. Kovács Balázs* egyetemi docens, *dr. Lénárt László* egyetemi adjunktus, *Latrán Béla* főgeológus

Novák Judit: A Tisza-tó tiszafüredi parti sávjának tájrendezési tanulmányterve

Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar

Konzulens: *Boromissza Zsombor* tanársegéd

Polyák László: Műtárgyak hatása a tiszavirág [Palin-genia longicauda] állomány nagyságára és összetételére egy első-tiszai telepen

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar

Konzulensek: *Dévai György* prof. emeritus, *dr. Lengyel Szabolcs* egyetemi adjunktus, *Málnás Kristóf* tanácsadó (BioAqua Pro Kft.)

Zsuppán Katalin: A budapesti termálfürdők kifolyó vizeinek hőpotenciálja

ELTE Természettudományi Kar, Földrajz és Földtudományi Intézet

Konzulensek: Zsemle Ferenc egyetemi tanársegéd, Eröss Anita tudományos segédmunkatárs

III. díj:

Berki Tamás: A Veszprémi-Séd vízminőségének vízkémiai vizsgálata

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet

Konzulensek: Kovács Zsófia, Sebestyén Violetta

A pályázó alapos terepi és laboratóriumi munkájával adatokat és eredményeket szolgáltatott a Regionális tudásközpont ÖKORET „Környezeti Információs (Monitoring) Rendszer Kialakítása” alprogramjához. Az értékelést a Víz Keretirányelvben előírt szempontok alapján végezte, hozzájárulva ezzel a vizek állapotértékeléséhez szükséges információ hiány csökkentéséhez. Munkája precíz és következetes, mérnöki szemléletet tükröz.

Sebők Éva: A Bezerédi-sziget távlati vízbázis védőterületének meghatározása numerikus modellezéssel

ELTE Természettudományi Kar, Földrajz és Földtudományi Intézet

Konzulensek: Eröss Anita, tudományos segédmunkatárs, dr. Füle László (Aquaprofit Zrt.)

A dolgozat mind elvi, mind gyakorlati szempontból nagyon fontos témakört tárgyal, felszín alatti vízbázis diagnosztikájával foglalkozik. A témát, annak modellezési hátterét és a jogszabályi környezetét nagy alapos-sággal járta körül, munkája gyakorlati tapasztalatról árulkodik. A térinformatikai és felszín alatti vízáramlást modellező szoftverek használatának ismeretéről, és megfelelő alkalmazásáról tesz tanúbizonyságot. Az alkalmazott módszerek korlátait ismeri, nem lépi át. A pályázó legnagyobb érdeme a nagy mennyiségű adat rendszerezése és felhasználása révén felállított szivárgáshidraulikai modell.

Takács Judit: A budapesti termálvizek kémiai összetételének jellemzése, a kémiai jelleget és annak változását befolyásoló tényezők vizsgálata

ELTE Természettudományi Kar, Földrajz és Földtudományi Intézet

Konzulensek: Dr. Kovács József adjunktus, Eröss Anita tudományos segédmunkatárs

A dolgozat készítése során a Jelölt a budapesti termálkarszt rendszert vizsgálta, amely összetettsége és gazdasági jelentősége miatt korábban már számos kutató figyelmét felkeltette. A diplomamunka rávilágít arra, hogy az ásványvizek jellemző paraméterei időben miként változtak, és a változások milyen módon függenek össze egymással, illetve a kitermelt vízhozammal. Az elemzésekhez statisztikai módszereket alkalmazott (mintavételi helyek csoportosítására a klaszteranalízist és a diszkri-

minancia analízist, csoportok jellemzésére, időbeli és térbeli összehasonlítására a Boks-Whiskers grafikus eljárást). Megfigyeléseit számos korábbi szerző megállapításával alátámasztotta vagy összevetette, eredményei azokkal összhangban vannak.

II. díj:

Bálint Petra Andrea: A Galga-völgye térség kisvízfolyásainak revitalizációja az érintett települések kül-és belterületein a Galga-patak dombvidéki adottságokkal rendelkező részvízgyűjtőjének rehabilitációján keresztül

Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar

Konzulensek: Szilvácsku Zsolt (BCE-TTT), Nagy Ildikó Réka (BCE-KT)

A diplomázó a Galga patak dombvidéki adottságokkal rendelkező 330 km² nagyságú területét választotta tervezési célból. Munkája nem csak terjedelme és kivitele miatt figyelemre méltó (az elkészített térképek, ábrák magas fokú térinformatikai tudást tükröznek), a ma igen aktuális vízgyűjtő szemléletű tervezés témakörében íródott. Több terület ismeretét ötvözve egy komplex stratégiai terv készült, mely kiegészítője lehet az ide vonatkozó alegység tervnek. Javasolataival megalapozott egy hosszú távú munkafolyamatot, mely elősegíti, hogy a jövőben a Galga-patak vízgyűjtője egy komplex, rendezett vizes élőhely rendszerrel gazdagodjon.

Király Dóra: Vizes élőhelyek természetvédelmi bemutatásának tájépítészeti feladatai és a Gombai Hosszúréti tanösvény terve

Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar

Konzulens: Boromissza Zsombor tanársegéd

A hazai vizes élőhelyeket bemutató tanösvények országos áttekintéséről szóló rész (melyben 54 tanösvényt vizsgált meg és értékelt) akár önálló diplomamunkaként is megállná a helyét. A tanösvények leírása, természeti képük színvonalas megjelenítése és táblázatos bemutatása nagy eredménye a munkának. Maga a tanösvény terve, melyben a bevált módszereket kitűnően alkalmazta, megvalósítható. Szakmai megközelítése, a természeti értékekre fordított figyelmé dicséretes, az ökológiai adottságok bemutatása megfelelő felkészültséget mutat.

Sebők Júlia: A vezetékes víz mint piaci termék

Nyugat-magyarországi Egyetem – Savaria Egyetemi Központ Bölcsészettudományi Kar

Konzulens: Györffy Ágnes főiskolai tanársegéd

A szerző saját maga sorolja be a vezetékes vizet egy köztes, az elmélet által a piaci javakkal kapcsolatban eddig nem használt kategóriába. A vízprivatizációval kapcsolatos példákon keresztül láttatja, mennyire problémás, mennyire nem egyértelmű ennek a terméknek az esetében a teljes piacosításának megítélése, és látható eredményei Magyarországon is mennyire kétségesek. Fontos, időszerű kérdést tárgyal nemzetközi áttekintésben, a dolgozat sok új gondolatot fogalmaz meg.

I. díj:

Danka József: Árvízvédelmi gátak megbízhatósági eljárás szerinti méretezése

BME Építőmérnöki Kar

Konzulensek: *Dr. Nagy László* egyetemi docens, *dr. Szepesházi Róbert* főiskolai docens

Jó logikai felépítésű diplomamunka, mely az elvártnál lényegesen magasabb tudásanyagot tartalmaz és az érthe-

tően és jól követhetően tárja elénk. A tönkremeneteli valószínűség számítását Monte Carlo szimuláció segítségével végezte. Példát mutatott be a nyírószilárdsági paraméterek, az áteresztőképességi együttható és a nedves sűrűség eloszlás meghatározására. A vízterhelés jellemzésekor számos kérdést vizsgált: a geodéziai magasságból átadódó többletterhelés jelentőségét, az áramlási jelenségeket, a hullámterhelést, és kitért a tartóssági kérdésekre is. Eredményei elsősorban módszertani szempontból előremutatóak.

SAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS KATEGÓRIA:

III. díj:

Fenyvesi Nóra: A Fővárosi Vízművek Zrt. belterületi vízbázisának bemutatása

A Radnóti gépház jövőbeni helyzete a víztermelésben

Eötvös József Főiskola, Műszaki és Közgazdaságtudományi Kar, Vízellátási és környezetmérnöki Intézet

Konzulensek: *Dr. Dombay Gábor* főiskolai tanár, *Bukovszky András, Bartók Pál*

A szakdolgozat a Fővárosi Vízművek Zrt. valóban olyan létesítményeivel foglalkozik, melyek érdemtelennél, de ritkán szerepelnek a szakma hírei között. Olyan mélységben ismerteti az egyes telepek történetét, leírását, problémáit, a Radnóti utcai gépház esetében a megoldási javaslatokat, hogy a Társasághoz belépő műszaki munkavállalóknak akár tankönyvül is szolgálhat. A dolgozat színvonalas, jól átgondolt, gyakorlati problémán alapszik és gyakorlati megoldásokat javasol, melyeket műszaki, gazdasági és vízbiztonsági szempontból is vizsgál.

Magyar László: A Debreceni Szennyvíztisztító telep fejlesztése

BME Építőmérnöki Kar

Konzulensek: *Dr. Dulovics Dezső* egyetemi docens, *Mester Tibor* környezettechnológus szakmérnök

A pályázó a Debreceni Szennyvíztisztító telep működésének és tervezett fejlesztésének vizsgálatát végezte el. A javasolt fejlesztést a meglévő rendszerbe illesztette bele, kimutatta, hogy a biológiai blokk átalakítása szükséges. A fix filmes biológiai tisztítás paramétereinek bemutatása önálló gondolkodásmódot tükröz. Sok hasznos, indoklással alátámasztott javaslatot tett, az elméletet a gyakorlati ismeretekkel jó mérnöki szemlélettel ötvözte.

Tombác Szintia: Szegedi Méntelepi-Fehértó rehabilitációjának tanulmányterve

Eötvös József Főiskola, Műszaki és Közgazdaságtudományi Kar, Vízellátási és környezetmérnöki Intézet

Konzulens: *Bodor Dezső* műszaki igazgató (Szegedi Vízmű Zrt.)

A dolgozat aktuális témát, a csapadékvíz gazdálkodás problémáit és modern irányelveit tárgyalja. A csapadékvíz

elhelyezésével és az azzal való gazdálkodással kapcsolatos problémakör ma már nem csupán a „klasszikus” urbanizációs hatások kompenzálását jelenti, hanem integrált szemléletet kíván. A pályázó ezt figyelembe véve készítette el a Méntelepi-Fehér-tó vízgyűjtő területén összegyülekező csapadékvíz elvezetésének két műszaki megoldását tanulmányterv szinten. Kiemelendő az egyik változatban a nagy intenzitású csapadék okozta problémára javasolt megoldás.

II. díj:

György Judit: A Debreceni Gyógyfürdő hévíz termelés és felhasználás környezetvédelmi kérdései: vízvédelem és szennyvízelhelyezés vizsgálata

Eötvös József Főiskola, Műszaki és Közgazdaságtudományi Kar, Vízellátási és környezetmérnöki Intézet

Konzulens: *Dr. Dombay Gábor* főiskolai tanár

A pályázó a fürdő nagymélységű hévízkútjainak működését, a kitermelt víz hasznosítását környezetvédelmi, és a jelenleg hatályos jogszabályi megfelelés szempontjából vizsgálta.

A használt víz kezelésére vonatkozóan több sóatlanítási technológiát mutat be, ismereti az alkalmazás korlátait, a technológia előnyeit és hátrányait, valamint a telepítési és üzemeltetési költségeket.

Major Szilárd Huba: Komló, térségi szennyvíztisztító telep felülvizsgálata

Eötvös József Főiskola, Műszaki és Közgazdaságtudományi Kar, Vízellátási és környezetmérnöki Intézet

Konzulens: *Dr. Ábrahám Ferenc* főiskolai tanár

A szakdolgozat készítőjének feladata volt a komlói szennyvíztisztító telep technológiai felülvizsgálata és a nagyobb tisztítási határfok elérése érdekében egy gazdaságosabb üzemeltetési gyakorlat megtalálása. Fel tárta a jelenlegi üzemelési problémákat, önálló elgondolásait indoklással alátámasztva mutatta be, melyek közül kiemelendő a rothasztók dekantvizének tisztított szennyvízzel való hígítása és éjszakai feladása a tisztítórendszerre.

*Dr. Szlávik Lajos
Dr. Bakonyi Péter
Dr. Clement Adrienne*

A 2009/2010 tanévre XXIX. alkalommal meghirdetett SAJÓ ELEMÉR pályázat országos versenyének értékelése

2009-ben az MHT 29. alkalommal hirdette meg a Sajó Elemér pályázatát a vízügyi oktatással is foglalkozó szakközépiskolák részére. A 2009/2010. tanévre kiírt pályázatra 5 szakközépiskolából 8 dolgozat érkezett be 2010 áprilisában.

Mindig érdemes az elmúlt években beérkezett pályaművek számát felidézni: 1991–23, 1992–19, 1993–14, 1994–15, 1995–19, 1996–6, 1997–22, 1998–14, 1999–12, 2000–12, 2001–7, 2002–6, 2003–11, 2004–13, 2005–13, 2006–7, 2007–12, 2008–3, 2009–10, 2010–8.

A dolgozatok iskolánkénti megoszlása ez évben:

Baja: 2 db, Szeged: 1 db, Szolnok: 1 db, Békéscsaba: 1 db, Nyíregyháza: 3 db

Összesen: 5 iskola – 8 dolgozat

A Sajó Elemér pályázat szabályzatának megfelelően az országos pályázatra beérkezett iskolai helyezett dolgozatok bírálatát a Bíráló Bizottság két lépcsőben végezte. Először a bizottság tagjai saját szakterületüknek megfelelő pályamunkákat értékelték, majd átnézték és rangsorolták az összes dolgozatot.

A Bíráló Bizottság: Elnök: Dr. Károlyi Csaba

Titkár: Buzás Zsuzsa

Bíráló Bizottság tagjai: Csobok Veronika, Holló Gyula, Dr. Horváth Lászlóné, Dr. Kerekesné Steindl Zsuzsa, Dr. Mayer István

A Bizottság f. év május 21-ei ülésén az alábbiaknak megfelelően döntött a helyezettokról és a dicséretben részesültekről:

I. DÍJ

PÉTERFALVI ZSOLT

Az ivóvíz arzénmentesítése, a Sumanas Life Projekt során Szegedi Műszaki és Környezetvédelmi Középiskola és Szakképző Iskola Széchenyi István Tagintézménye (Szeged)

Konzulens: Kovácsné Jenovai Judit és Lippai Márta (Szegedi Műszaki és Környezetvédelmi Középiskola és Szakképző Iskola Széchenyi István Tagintézménye)

A pályázó aktuális témát választott a víztechnológia területéről a rétegvizek arzén tartalmának kérdéskörével. A pályázatban az általános leíró részt szakirodalom tanulmányozása alapján készítette a tanuló, aki a továbbiakban egy holland kísérleti arzénmentesítő mérési eredményeit dolgozta fel. Ehhez elutazott a projekt helyszínére és tanulmányozta a berendezés működését. A pályázatot tanári irányítással, de önállóan készítette. A Bíráló Bizottság nagyra értékelt a színvonalas, és szakma szeretetét és tiszteletét tükröző pályázatot.

II. DÍJ

BENDE ANDREA ÉS KÁRPÁTI CINTIA
Árvízvédelem a Közép-Tiszán VTT – a Vásárhelyi-Terv Továbbfejlesztése

Szolnoki Műszaki Szakközép- és Szakiskola Környezetgazdálkodási és Építészeti Tagintézménye

Konzulens: Dr. Fekete Jenőné (Solnoki Műszaki Szakközép- és Szakiskola Környezetgazdálkodási és Építészeti Tagintézménye)

A pályázók a dolgozat első részében áttekintik a hazai vízfolyások, kiemelten a Tisza vízgyűjtő jellemzőit, bemutatják a különböző árvizek kialakulását és lefolyását alakító tényezőket. Ismertetik a VTT program célját, különös tekintettel a Közép-Tiszai tározókra. Bemutatják a töltésát-helyezés során Rákóczi-falva térségében kialakított hullámtéri tanösvényt és az itt végzett vízminőség vizsgálat eredményeit. Színesítik a pályamunkát az árvízi jelenségeket bemutató és a többi témához kapcsolódó fényképek.

III. DÍJ

FINTA ÁKOS

Csátalja és határa

Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola, Baja

Konzulens: Dr. Nebojszki László (Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola)

A tanuló a pályázat első részében a családi kötődések által felkeltett érdeklődés nyomán szerzett helytörténeti ismeretek alapján mutatja be Csátalját és környékét és a területtel kapcsolatos vízgazdálkodási jellegzetességeket. A kistáj vízrajza című fejezetben képet kapunk a jelenlegi állapotokról és felvázolásra kerülnek a jövő korszerű szemléletű lehetőségei, mint például a vizek helyben tartása. A dolgozat szépen fogalmazott és szép megjelenésű.

DICSÉRETEK

SZŐKE BEÁTA

Megújuló energiaforrások Magyarországon

Vásárhelyi Pál Építőipari és Környezetvédelmi – Vízügyi Szakközépiskola (Nyíregyháza)

Konzulens: Vida Zoltán Tibor (Vásárhelyi Pál Építőipari és Környezetvédelmi – Vízügyi Szakközépiskola)

A jól felépített dolgozat arányosan tárgyalja az érdeken felhasználható megújuló energiaforrások hazai lehetőségeit, felhasználásuk várható trendjét, valamint a környezetre gyakorolt hatásait.

KOVÁCS DÁVID MIKLÓS

„Ahol a víz az úr!”

Vásárhelyi Pál Építőipari és Környezetvédelmi – Vízügyi Szakközépiskola (Nyíregyháza)

Konzulens: Dányiné Cseh Éva (Vásárhelyi Pál Építőipari és Környezetvédelmi – Vízügyi Szakközépiskola)

A pályázó az árvízzel kapcsolatos kérdésen belül szűkebb környezetével, Szabolcs – Szatmár – Bereg megyével foglalkozik, bemutatva a Felső-Tisza árvízvédelmével kialakulását és taglalja az árvízvédelmi fejlesztéseket.

PRJEVARA TIBOR

Víztározók Közép-Európában

Vásárhelyi Páli Szakközépiskola és Kollégium (Békéscsaba)

Konzulens: Martinák Judit és Virág Mihály (Vásárhelyi Páli Szakközépiskola és Kollégium)

A tanuló két tározó, a kölnberni és a libereci tározók bemutatásával illusztrálta a víztározás célját és fontosságát a térségben.

Buzás Zsuzsa

A Magyar Hidrológiai Társaság Vitális Sándor szakirodalmi nívódíj-pályázatának története a statisztika tükrében (1978–2011)

A Vitális Sándor szakirodalmi nívódíj alapítása, szabályzatának alapelvei

A Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) az Országos Vízügyi Főigazgatósággal (OVF) közösen 1978-ban Vitális Sándor pályadíjat alapított.

A „Vitális Sándor pályadíj” elnevezésű díjat egyetlen alkalommal, 1979-ben adományozták. Az alapítók 1980. szeptember havában a díj címét „Vitális Sándor szakirodalmi nívódíj”-ra módosították.

A nívódíj célja, hogy ösztönözzön az MHT munkaterületén végzett magas színvonalú, újszerű munka eredményeit bemutató, igényes szakcikk írására; ezúton is elősegítve az új, hatékony módszerek, eljárások elterjesztését, a magyar vízügyi műszaki szaknyelv ápolását.

A nívódíj alapítói egyben emléket kívántak állítani Vitális Sándornak (1900–1976), a kiváló geológus professzornak, az MHT-t évtizedeken át vezető, köztiszteltetben álló elnökének.

A nívódíj 1979-ben elfogadott, eredeti alapszabálya szerint a nívódíjban évenként legfeljebb két, az odaítélést megelőző három naptári éven belül megjelent szakcikk részesíthető. A nívódíjjal posztumusz megjelent cikk is díjazható. A nívódíj könyvért, vagy önálló kiadványért nem adományozható.

Az eredeti szabályzat szerint nívódíjban részesíthető minden olyan – az MHT valamelyik szakosztálya által javasolt, illetve benyújtott – Magyarországon, vagy külföldön, magyar vagy bármely idegen nyelven megjelent szakcikk, amely szerzőinek legalább egyike a pályázat meghirdetésekor már legalább három éve az MHT tagja.

A szakcikk elbírálásakor vizsgálandó követelmények: a magas színvonal, az anyag újszerűsége, a szakcikk tárgyának egyértelmű megfogalmazása, a tárggyal kapcsolatos hazai és külföldi szakirodalom – szükséges mennyiségű – ismertetése, a szakcikk világos, áttekinthető szerkezete, s a magyar nyelvű szakcikk esetében a szép magyar fogalmazás.

A benyújtott pályaművek közül az évente díjazandó legfeljebb két szakcikk kiválasztásáról a nívódíj Bíráló Bizottsága dönt, amelybe az MHT minden szakosztálya tisztújítási ciklusonként egy-egy állandó tagot delegál, s amelynek elnökét, ugyancsak egy-egy ciklus tartamára, az MHT elnöke kéri fel.

Az eredeti szabályzat szerint egy-egy díjazott szakcikk valamennyi szerzője egy-egy díszes, A4 méretű, borjúbőr emléklapban, valamint 300 svájci franknak megfelelő forint-összegben – illetve társszerzők esetében ezen összeg közöttük egyenlő arányban szétosztott hányadában – részesül.

Az OVF az ezredfordulón a nívódíj anyagi támogatásától elállt, azóta az MHT ezt egyedül adományozza.

A Vitális Sándor szakirodalmi nívódíj szabályzatát az MHT Elnöksége többször módosította, legutoljára: (a) 2009-ben megszüntette a díjazottaknak járó pénzjutalmat, (b) 2011-ben pedig évenként háromra növelte a díjazható művek számát. Egyidejűleg különválasztotta a magyar és az idegen (angol és német) nyelvű pályaművek bírálatát úgy, hogy az évenként legfeljebb két díjazható magyar nyelvű szakcikkre továbbra is a – szakosztályok delegáltjaiból álló – Bíráló Bizottság dönt, míg az évenként legfeljebb egy díjazható idegen (angol vagy német) nyelvű szakcikk kiválasztása az MHT Intéző Bizottsága által e célra felkért, a Bíráló Bizottságtól független Különbizottság hatáskörébe tartozik.

A 33 év alatt díjazott pályaművek áttekintése és statisztikai jellemzése

Az 1979 és 2011 közötti 33 éves időszakban a Vitális Sándor szakirodalmi nívódíjban részesített pályaművek szerzőit, illetve társszerzőit, címét és az MHT 2011.évi szakosztályi struktúrájába való – a cikkeket egykor ténylegesen benyújtó, illetve javasoló szakosztályoktól független – besorolását az 1. táblázat sorolja fel.

1. táblázat. A Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) Vitális Sándor szakirodalmi nívódíjával kitüntetett dolgozatok (1979–2011)

Év	Szerző(k)	A díjazott pályamű címe s megjelenésének helye	MHT Szakosztály*
1979	Kornisné Akantisz Zsuzsanna	Mozgómedrű folyószabályozási kisminta tervezése és bearányosítása. Mozgómedrű folyószabályozási kisminta kísérletek. <i>Hidrológiai Közöny.</i> 1976. 8. és 1977. 12.	HMH
	dr. Szalay Miklós	Folyók vízhozam adatainak javítása vízállásadatok felhasználásával. <i>Hidrológiai Közöny.</i> 1978	HMH
1980	dr. Korim Kálmán	A hazai hévíz előfordulások hidrogeológiai alapjai. 1978. <i>MTA X. osztályának közleményei.</i>	HG
	dr. Toókos Ildikó	Az eleveniszapos szennyvíztisztítási folyamatok vizsgálata a nagy szervesanyag tartalmú élelmiszeripari szennyvizeknél. 1977 <i>Effluent and Water Treatment Journal</i>	CS

Év	Szerző(k)	A díjazott pályamű címe s megjelenésének helye	MHT Szakosztály*
1981	Juhász József - dr. Bulkai Lajos	Szűrési sebesség növelése kétrétegű zárt szűrőben. <i>VITUKI Közlemények. 1979.</i>	VMIN
	dr. Joó Ottó - Lotz Gyula	A Zala folyó szerepe a Balaton eutrofizálódásában. <i>Vízügyi Közlemények. 1980.</i>	VÉLV
1982	Böcskei László - Écsi Imre - Nagy Gábor - Vígh Zoltán	A mosonmagyaróvári duzzasztómű építése. <i>Vízügyi Közlemények. 1979.</i>	VÉP
	dr. Csanády Mihály - Kárpáti Zoltán	Az ivóvíz klórozásakor keletkező daganatkeltő vegyületek mennyisége és jelentősége. <i>Hidrológiai Közlöny, 1981.</i>	VMIN
1983	dr. Szolnoky Csaba	A folyók hőszennyezésének folyamatai. A hőszennyezés jellegzetes fizikai folyamatai hazai nagy folyóinkon és a hőszennyezés fizikai és vízbilógiai folyamatainak kapcsolatáról. <i>Hidrológiai Közlöny 1980. évi 8. és 9., továbbá az 1981. 1. számban megjelent összefüggő cikksorozatáért.</i>	VMIN
	dr. Benedek Pál - dr. Licskó István - Uzarowicz Román	Szervetlen mikroszennyezők eltávolítási lehetőségei a szennyvíztisztításban. <i>Hidrológiai Közlöny. 1981.</i>	CS
1984	Dövényi Péter - Horváth Ferenc - Liebe Pál - Gálfi János - Erik Imre	Magyarország geotermikus viszonyai. <i>Geofizikai Közlemények 1983.</i>	HG
1985	dr. Domokos Miklós	A tározószámítás tömeggörbe módszerei, és ezek összehasonlítása a rendszertechnikai módszerekkel. <i>Műszaki Tudomány, 1982.</i>	VG
	dr. Szepessy József	Szemcsés és kötött talajok járatos eróziója, illetve megfolyósodása árvízvédelmi gátakban. <i>Hidrológiai Közlöny, 1983.</i>	VÉP
1986	dr. Szlávik Lajos	Árvízi szükségeltározók tervezése és üzemeltetése. <i>Vízügyi Közlemények. 1983.</i>	ÁB
	dr. Pálfai Imre	Síkvidéki vízrendezés időszerű kérdései. <i>Vízügyi Közlemények. 1985.</i>	MVG
1987	dr. Karácsonyi Sándor	Alföldi talajvizek metángázosságának vízföldtani prognózisa. <i>Hidrológiai Közlöny. 1983.</i>	HG
	dr. Juhász József	A fővárosi hévízkészlet és célszerű hasznosítása. <i>Hidrológiai Közlöny. 1984.</i>	BAL
1988	dr. Somlyódy László - dr. Licskó István - Fehér János - Csányi Béla	A Sajó kadmium szennyezettségének vizsgálata. A Sajó kadmium szennyezettségének modellezése. <i>Vízügyi Közlemények. 1985.</i>	VMIN
	dr. Petrasovits Imre - dr. Szalai György	A mezőgazdasági vízgazdálkodás hosszú távú fejlesztését megalapozó előrejelzés. <i>Vízügyi Közlemények. 1986.</i>	MVG
1989	Várszegi Csaba - Csernyánszky László - dr. Kolin László	A budapesti vízművek új ózonfejlesztő telepével kapcsolatos tapasztalatok. <i>1987. zürichi 8th World Congress</i>	VMIN
	dr. Völgyesi István	A talajvízszint szabályozás szivárgó - csatornával. <i>Vízügyi Közlemények 1986.</i>	VÉP
	dr. Domokos Miklós - Sass Jenő	A Duna -medence sok évi átlagos vízmérlege. A Duna-medencébe eső ország terület részek vízmérlegei. <i>Vízügyi Közlemények 1985. 1986.</i>	HMH

Év	Szerző(k)	A díjazott pályamű címe s megjelenésének helye	MHT Szakosztály*
1990	dr. Dévai István - dr. Felföldy Lajos - dr. Wittner Ilona - Plósz Sándor	Foszfín kimutatása: a vizek foszforforgalma új megvilágításban. 1988. <i>Nature</i>	VMIN
	dr. Laczay István	Folyószabályozás, ipari kotrás és parti szűrésű vízbázis. <i>Vízügyi Közlemények</i> 1987. 1988. 1989.	VÉP
1991	Nováky Béla	A globális éghajlati változások társadalmi - környezeti vizsgálata. <i>Vízügyi Közlemények</i> 1989.	VG
	dr. Szeredi István	A prédikálószerű szivattyús energiahordozó szerepe az energiarendszerben. <i>Vízügyi Közlemények</i> 1988.	VÉP
1992	dr. Pálfi Imre	Az 1990. évi aszály Magyarországon. <i>Vízügyi Közlemények</i> 1991.	MVG
	dr. Szepessy József	Árvízvédelmi gátak töltésének repedései - a kúszási repedés. <i>Hidrológiai Közlöny</i> 1991.	VÉP
1993	dr. Szesztay Károly	Az éghajlatváltozás vízgazdálkodási és hidrológiai vonatkozásai. <i>Vízügyi Közlemények</i> 1991.	VG
1994	dr. Völgyesi István	Mederkapcsolati hatások. <i>Hidrológiai Közlöny</i> 1993.	HG
	dr. Tarján Tibor - Vasvári Lászlóné	Hidrogén-karbonát ciklusban nitrátszelektív anioncserélő gyantával folytatott kísérletek eredményei. <i>Hidrológiai Közlöny</i> 1992.	VMIN
1995	dr. Gáspár Csaba - dr. Józsa János - Simbierowicz Pawel	Új szemlélet a numerikus hidraulikában. <i>Hidrológiai Közlöny</i> 1994.	HMH
	Fejér László - dr. Koltay József	Gróf Széchenyi Istvánra emlékezve: A vízgazdálkodási társulatok múltja és jelene. <i>Vízügyi Közlemények</i> 1993.	VTB
1996	Szél Sándor - Gáspár Csaba	Kvázi-analitikus számítási eljárás az egydimenziós vízmozgás és a szennyezőanyag-terjedés modellezésében I-II. <i>Hidrológiai Közlöny</i> 1992 évi 72. évf. 5-6 számában, a 264-268. old. illetve az 1993 évi 73. évf. 2. számának 65-71 old.	VMIN
	Fejér László - Baross Károly	A magyar Felső-Duna - történeti szemléletben. <i>Hidrológiai Közlöny</i> 1994 évi 74. évf. 5. számában, a 280-291 old.	VTB
1997	dr. Szlávik Lajos - Galbáts Zoltán - Kiss Attila	Az 1995. decemberi Körös-völgyi árvíz és a szükségeltározások hidrológiai elemzése és értékelése. <i>Vízügyi Közlemények</i> , LXXVIII. évf. 1996. 1.füzet (69-104.)	ÁB
	Varsányi Zoltánné	A Dél-Alföld felszín alatti vizei. Eredet, kémiai evolúció és vízmozgás a jelenlegi kémiai összetétel tükrében. <i>Hidrológiai Közlöny</i> , 1994. 74. évf. 4.sz. (193-202)	HG
1998	dr. Goda László	A Duna gázlói Pozsony - Mohács között. <i>Vízügyi Közlemények</i> , LXXVII. évf. 1995. évi 1. füzet, (71-102. old.)	HMH
	dr. Antal Emánuel	A Tisza szabályozásának éghajlatmódosító szerepe. <i>Vízügyi Közlemények</i> , LXXIX. évf. 1997. évi 1. füzet, (26 - 45. old.)	HMH
1999	Szabó Mátyás	A Velencei-tó vízháztartása. <i>Vízügyi Közlemények</i> , LXXIX. évf. 1997. évi 2. füzet, (173-187. old.)	HMH
	dr. Szlávik Lajos - Bálint Gábor	Az 1997. tavaszi-nyári ár és belvizek és a védekezési munkák. <i>Vízügyi Közlemények</i> , LXXIX. évf. 1997. évi 4. füzet, (424 - 466. old.)	ÁB

Év	Szerző(k)	A díjazott pályamű címe s megjelenésének helye	MHT Szakosztály*
2000	Mádlné Szőnyi Judit	Vízartó rendszerek sérülékenységének vizsgálata a dunántúli középhegység főkarsztvíztároló rendszer (DNY-i rész) példáján. <i>Földtani Közlöny</i> , 127. évf. 1997. évi 1-2. füzet, (19-83. old)	HG
	dr. Dombay Gábor	Baktérium újraszaporodási jelenség az ivóvíz elosztó hálózatban. <i>Hidrológiai Közlöny</i> , 79. évf. 1999. évi 3. füzet, (181-188. old.)	VMIN
2001	dr. Szlávik Lajos, Galbáts Zoltán, Kiss Attila, Kisházi Péter Konrád, dr. Rátky István	A Fehér-, Fekete- és Kettős Körös árvizei, árvízvédelmi rendszere és a Kisdelta szükségtározó. <i>Vízügyi Közlemények</i> 1999. évi 4. füzet	ÁB
	dr. Oertel Nándor	Az akkumulátor szervezetek használhatósága a Dunában - nehézfém biomonitorozására. <i>Hidrológiai Közlöny</i> 1999. évi 6. szám	VMIN
2002	Illés Lajos, dr. Konecsnyi Károly	Az erdők hidrológiai hatása az árvizek kialakulására a Felső-Tisza vízgyűjtőjében. <i>Vízügyi Közlemények</i> 2000. évi 2. füzet	HMH
	dr. Hajós Béla	Vízfolyások szabályozása a XXI. Században. <i>Vízügyi Közlemények</i> 2001. évi 1. füzet	VÉP
2003	dr. Marton Lajos, Szanyi János	A talajvíztükör helyzete és a rétegvíz termelés kapcsolata Debrecen térségében. <i>Hidrológiai Közlöny</i> , LXXX. évf. 2000. évi 1. szám, (3- 13. old.)	HG
	dr. Nagy István, dr. Schweitzer Ferenc, dr. Alföldi László	Hullámtéri hordalék-lerakódás (övezet). <i>Vízügyi Közlemények</i> , LXXXIII. évf. 2001. évi 4. füzet (541-560. old.)	HMH
2004	Pálfai Imre	Magyarország aszályossági zónái. <i>Vízügyi Közlemények</i> , LXXXIV.évf. 2002. évi 3. füzet (323-357. old.)	MVG
	dr. Specziár András	In situ estimate of food consumption of five cyprinid species in Lake Balaton, <i>Journal of Fish Biology, Anglia</i> , 2002, 60; (page:1250-1264.)	LIM
2005	Palkó György, Oláh József, Szilágyi Mihály	Az anaerob iszapkezelés energiatermelési és - hasznosítási lehetőségei. <i>Hidrológiai Közlöny</i> , 2004. évi 4. szám (33-40)	CS
	dr. Scheuer Gyula	Mészképző ásványvízforrások és kiválásaikat befolyásoló tényezők. <i>Hidrológiai Közlöny</i> , 2003. évi 6. szám (339-347).	HG
2006	dr. Rátky István; Farkas Péter	A növényzet hatása a hullámtér vízszállító képességére. <i>Vízügyi Közlemények</i> , 2003. évi 2. füzet (246-265)	ÁB
	Völgyesi István	Mennyit termelhetünk a felszínalatti vízkészletből. <i>Hidrológiai Közlöny</i> , 2005. évi 5. szám (20-24).	HG
2007	Mádlné Szőnyi Judit, Simon Szilvia, Tóth József, Pogácsás György	Felszíni és felszínalatti vizek kapcsolata a Duna-Tisza közti Kelemen-szék és Kolon tó esetében. <i>Általános Földtani Szemle</i> 30, (93-110 o.) Budapest, 2005.	HG
2008	Ács Éva	A Velencei-tó bevonatlakó algáinak tér-és időbeli változása, kapcsolata a tó ökológiai állapotával. <i>Acta Biologica Debrecina, Oecologica Hungarica</i> 17. 2007	VMB
	Szűcs Péter, Tóth Andrea, Virág Margit	A leggyakoribb érték (MFV) módszerének alkalmazása a hidrogeológiai modellezésben. <i>Hidrológiai Közlöny</i> 2006. 4. szám (29-36. old.)	HG
2009	dr. Marton Lajos	A hidrogeológia alapvető hidraulikai kérdései: A zárt és átszivárgó vízadó rendszerek hidraulikájának áttekintése. <i>Hidrológiai Közlöny</i> , 2008. 88. évf. 2. szám (1-10.old.)	HG
	dr. Nagy László	Jól graduált talajok átteresztőképességi együtthatója. <i>Közúti és Mélyépítési szemle</i> 58. évfolyam, 8. szám	VÉP

Év	Szerző(k)	A díjazott pályamű címe s megjelenésének helye	MHT Szakosztály*
	dr. Szigyártó Zoltán	A mértékadó árvízszint és a valószínűség, <i>Hidrológiai Közöny 2009. évi 1. szám</i>	ÁB
2010	dr. Kiss Áron Keve - dr. Ács Éva - dr. Kiss Keve Tihamér - dr. Török Júlia Katalin	A protozoon közösség szerkezete és évszakos változása (heterotróf ostorosok, csillósok, amőboid egysejtűek) egy nagy folyó planktonjában (Duna, Magyarország), <i>European Journal of Protistology 45 (2009) 121-138.</i>	VMB
2011	dr. Borsodi Andrea - Knáb Mónika - Czeibert Katalin - Palatinszy Márton - Krett Gergely - Somogyi Boglárka - dr. Vörös Lajos - dr. Máriaigetesi Károly	Diverzitás vizsgálatok a Böddi-szék vizeinek planktonikus baktériumközösségein egy alga tömegprodukción idején. <i>Hidrológiai Közöny 90 í(6Í), 17-19, 2010</i>	VMB
	dr. Rátky István - Rátky Éva	Folyami tározók töltő-ürítő műtárgyaink vizsgálata 2D numerikus modell segítségével. MHT XXVIII. Országos Vándorgyűlés, 13. szekció	VÉP
	Pattantyús-Ábrahám Margit-Tél Tamás - dr. Krámer Tamás - dr. Józsa János	**Mixing properties of a shallow basin due to wind-induced chaotic flow. <i>Advances in Water Resources 31, pp.525-534 (2008)</i>	HMH

* = A pályaművet benyújtó, illetve az annak tárgykörében elsődlegesen érintett MHT szakosztály. A 2011-ben nyilvántartott szakosztályok megnevezését és rövidített betűjeleit a 2. és a 4. táblázat tartalmazza.

** = A Vitális Sándor Szakirodalmi Nívódíj 1979 óta működő Bíráló Bizottsága mellé, az idegen nyelvű pályaművek bírálatára 2011-ben létrehozott Különbizottság által díjazott dolgozat.

- A táblázatból látható, hogy
- a Bíráló Bizottság a beszámolási időszak minden évében odaítélte a nívódíjat
 - két esztendőben: 1993-ban és 2007-ben csak egy-egy díjat, a többi 31 év mindegyikében két-két díjat ítél oda
 - a 2011-ben létrehozott Különbizottság 2011-ben díjazásban részesített egy angol nyelvű dolgozatot
 - végeredményben a 33 év alatt 65 dolgozat – köztük 59 magyar és 6 angol nyelvű pályamű – részesült Vitális Sándor szakirodalmi nívódíjban

2. táblázat. Az 1979-2011 időszakban díjazott pályaművek megoszlása az MHT szakosztályai között

Sor-szám	A szakosztály ¹		A díjazott pályaművek száma
	betűjele	megnevezése	
1	ÁB	Árvízvédelmi és Belvízvédelmi	6
2	BAL	Balneotechnikai	1
3	CS	Csatornázási és Szennyvíztisztítási	3
4	HMH	Hidraulikai és Műszaki Hidrológiai	10
5	HG	Hidogeológiai	12
6	IP	Ipari Környezet- és Vízgazdálkodási	—
7	JK	Jogi és Közgazdasági	—
8	KPR	Kommunikációs és PR	—
9	KV	Környezetvédelmi	—
10	LIM	Limnológiai	1
11	MVG	Mezőgazdasági Vízgazdálkodási	4
12	VEL	Vízellátási	0
13	VÉP	Vízépítési	9
14	VG	Vízgazdálkodási	3
15	VMB	Vízmikrobiológiai	3
16	VMIN	Vízminőségi és Víztechnológiai	10
17	VÉLV	Vizes Élőhely-védelmi	1
18	VTB	Vízügyi Történelmi Bizottság	2
Összesen:			65

¹A kimutatáshoz az MHT 2011-ben működő 17 szakosztályát és a Vízügyi Történelmi Bizottságot vettük alapul (a szakosztályok száma és megnevezése 33 év alatt többször is változott). Az egyes dolgozatok szakosztályi besorolhatósága nem mindig volt egyértelmű, ezért olykor elhatározászerűen történt.

3. táblázat. Az 1979–2011 időszakban egynél több alkalommal Vitális Sándor szakirodalmi nivódijban részesített szerzők

Sor-szám	Szerző	Évek	Nyert díjak száma	
			hány alkalommal	súlyozottan ²
1	dr. Szlávik Lajos	1985,1997,1999, 2001	4	2,03
2	dr. Pálfi Imre	1986,1992,2004	3	3,00
3	dr. Rátky István	2001, 2006, 2011	3	1,20
4	dr. Szepessy József	1985, 1992	2	2,00
5	dr. Völgyesi István	1989, 1994	2	2,00
6	dr. Domokos Miklós	1984, 1989	2	1,50
7	dr. Marton Lajos	2003, 2009	2	1,50
8	Mádliné dr. Szőnyi Judit	2000, 2007	2	1,25
9	Fejér László	1995, 1996	2	1,00
10	Galbáts Zoltán	1997, 2001	2	0,83
11	dr. Gáspár Csaba	1995,1996	2	0,83
12	dr. Józsa János	1995, 2011	2	0,58

² A nyert díjak súlyozott számának a meghatározásához $\frac{1}{n}$ társszerző esetében szerzőnként $\frac{1}{n}$ értéket vettünk figyelembe

4. táblázat: A Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) Vitális Sándor Szakirodalmi Nivódij Bíráló Bizottságának az MHT szakosztályai által delegált tagjai és elnökei az 1979–2011 időszakban

Sor-szám	A szakosztály megnevezése		A Bíráló Bizottságba delegált tagok
	betűjele		
1	ÁB	Árvízvédelmi és Belvízvédelmi	Szappanos Zoltán, György László, Kovács Dezső, Kollár Ferenc
2	BAL	Balneotechnikai	dr. Dobos Irma, dr. Kiss Ferenc
3	CS	Csatornázási és Szennyvíztisztítási	Haraszi Lászlóné, dr. Körösmezey László, Román Pál
4	HMH	Hidraulikai és Műszaki Hidrológiai	dr. Hankó Zoltán, dr. Bakonyi Péter
5	HG	Hidrogeológiai	Ember Károly, Geszler Ödönné
6	IP	Ipari Környezet- és Vízgazdálkodási	Tóth Andrásné, dr. Buzás Kálmánné
7	JK	Jogi és Közgazdasági	dr. Harmati Károly, dr. Hecsei Pál, Horváthné dr. Antal Márta
8	KPR	Kommunikációs és PR	Kertészné Komlóssy Anikó, Wagner József
9	KV	Környezetvédelmi	dr. Korponai János, dr. Zsuga Katalin
10	LIM	Limnológiai	dr. Nosek János, dr. Ponyi Jenő, dr. Ács Éva
11	MVG	Mezőgazdasági Vízgazdálkodási	dr. Lipták Ferenc, Barcs Sándorné, Vaszilevits-Sömjén György, dr. Madarassy László
12	VEL	Vízellátási	Varró István, Péter Gábor
13	VÉP	Vízépítőipari	Hrehuss György
14	VG	Vízgazdálkodási	Barna Aladár, Karkus Pál, Reich Gyula, Szalay Miklós
15	VMB	Vízmikrobiológiai	dr. Némédi László, dr. Teszárné dr. Nagy Mariann
16	VMIN	Vízminőségi és Víztechnológiai	dr. Bozzay Józsefné, Homonnay Andrásné, Francia Tamás, dr. Kolin László, Szepesiné Zimonyi Márta, dr. Licskó István
17	VÉLV	Vizes Élőhely-védelmi	dr. Dévai György
18	VTB	Vízügyi Történelmi Bizottság	Fejér László
A Bíráló Bizottság elnöke			dr. Szigyártó Zoltán, dr. Domokos Miklós

- A 65 díjazott pályamű közül 25–25 jelent meg a – 2004-ben megszüntetett – *Vízügyi Közlemények* és a – máig folyamatosan kiadott – *Hidrológiai Közöny* c. folyóiratban, 2 a Magyar Tudományos Akadémia közleményeiben, 8 egyéb hazai fórumokon, 6 pedig külföldi angol nyelvű sajtótermékekben.

A 2. táblázat a 65 díjazott dolgozatnak az MHT 2011-ben működő 18 szakosztálya szakterületei közötti megoszlását tekinti át. A legtöbb díjazott dolgozat a Hidrogeológiai (12), a Hidraulikai és Műszaki Hidrológiai (10) valamint a Vízminőségi és Víztechnológiai (10) szakosztályra jut. Ugyanakkor látható, hogy több – főleg újabb alapítású – szakosztály egyelőre még nem nyújtott be sikeres pályaművet.

A 3. táblázat a 33 év alatt díjazott 65 pályamű szerzői, illetve társszerzői közül azt a 12 szakembert sorolja fel, aki egynél több alkalommal részesült – szerzőként vagy társszerzőként – díjazásban. A táblázat személyenként feltünteti a díjazás alkalmainak számát, valamint a társszerzők közötti megosztást is érvényesítő (elméleti) súlyszámot.

A Vitális Sándor Szakirodalmi Nivódij Bíráló Bizottsága

Végül a 4. táblázatban a Vitális Sándor szakirodalmi nivódij Bíráló Bizottságában, szakosztályi delegáltaként, hosszú évek óta működő tagok listájának összeállítására teszünk kísérletet; ez a lista azonban – a fennmaradt kapcsolatos iratanyag hiányos volta miatt – sajnos minden bizonnyal nem nevezhető teljesnek. A jórészt színvonalas és egyes években öröndetesen nagyszámú – 2011-ben például 11 db – benyújtott pályamű szerzői mellett a Bíráló Bizottság tagjai felelősségteljes és áldozatos munkájának is köszönhető, hogy a Vitális Sándor pályázat eredményesen teljesíti feladatát: a hazai vízügyi szakirodalom színvonalának biztosítását és eredményeinek közkinccsé tételét.

A teljességre törekedve a Magyar Hidrológiai Társaság tagságát interneten keresztül kértük fel, hogy a delegált bizottsági tagok listáját legyenek szívesek kiegészíteni.

Baranyai Eszter, dr. Domokos Miklós, Geszler Ödönné, Hrehuss György, dr. Szigyártó Zoltán

Vízügyi évfordulók 2012-ben

(egész, háromnegyed, fél és negyed évszázadot figyelembe véve)

325 éve

1687.

I. Lipót IV. dekrétumának 16. cikkelye az első adat arra, hogy a kormányzat a vízi munkákat közvetlenül, anyagilag is támogatta. A Vág és a Duna szabályozása érdekében „*Ő legszentségebb felsége a magyar királyi kamarának a legkegyelmesebben meghagyja, hogy az erre szükséges költségekről, valamint egyéb ezek orvoslására szolgáló eszközökről gondoskodjék.*”.

300 éve

1712. február 12.

Sok épületet romba döntve közel egy hétig pusztította Pest városát a Duna jeges árvize.

1712. tavasz

Egy hatalmas árvíz Szegeden a Felső- és Alsóvárost egyaránt romba döntötte, s az elöntött város lakossága a várat övező Palánk gátjai között talált menedéket.

1712. április 3.

Vásárhelyen 400 családot számolnak össze, ezekből többben Szegedről települnek át, mivel lakásukat a tavaszi árvíz elvitte.

275 éve

1737.

Pozsony vármegye 1700-ban kiadott árvédelmi rendeletét úgy módosította, hogy a folyóhoz közelebbi és attól távolabb fekvő községeknek a töltésépítés és -javítás közmunkáiban való részvételét 2:1 arányban állapította meg.

250 éve

1762.

Fritsch András Erik kamarai mérnök térképe alapján elkészült a Rába vidék első szabályozási terve. Ebben szó volt a meder kitisztításáról, az elmocarasodást okozó malmok igazításáról, egyes hidak szabályozásáról, a folyó győri torkolatának kimélyítéséről, s a szerző számolt a Hanság kiszáritásának lehetőségével is.

1762. december 29.

Mária Terézia rendeletet adott ki a Birodalom valamennyi ásvány- és gyógyvizének nyilvántartásba vételéről. Az uralkodói intézkedést a Helytartótanács 1763. május 20-án megismételte.

225 éve

1787. február 13.

* *Beszédes József* (Magyar-Kanizsa), földmérő és vízépítő mérnök, az MTA első mérnök tagja. Szabályozta a Siót, a Kapost, a baja-bátai szakasz kiépítésével a Dunát. Ő létesítette első nagyobb ipari célú csatornánkat, a Fehér-Körösi Nádor-malomcsatornát. 1831-ben választották az Akadémia levelező tagjává. A komplex vízgazdálkodás gyakorlatának korai úttörője volt. Mint szakíró – a hazai

műszaki nyelv egyik megújítójaként – cikkeivel és könyveivel sokat tett a vízépítési ismeretek terjesztése érdekében. († Dunaföldvár, 1852. február 28.)

(Életét és munkásságát, 1952–53-ban *Fodor Ferenc* és *Károlyi Zsigmond*, 1987-ben *Bendefy László* ismertette.)

1787. nyara

Tizenegy esztendővel a Mirhó-gát vármegyei határozattal történt elrombolása után *Lietzner János* vármegyei mérnök vezetésével befejezték a gát előző évben megkezdett újjáépítési munkálatait.

1787.

* *Halász Gáspár* (Szilasbalhás) geometra, vízmérnök. Fiatal korában a Sárvíz-Kapos-szabályozásnál dolgozott *Beszédes József* mellett. A sárvízi munkák befejezése után a Nádor-csatorna Társulat igazgató főmérnökeként tevékenykedett tovább. Az abszolutizmus korában elkészítette a Sárvíz alsó szakaszának, valamint a dunai töltéseknek és a bátai zsilipnek terveit. Utolsó nagyobb munkája a Balatonhoz kötötte, a tó vízszintszabályozásával és a többletvíznek a Sión történő levezetésével kapcsolatosan készített méréseket és terveket. († Szilasbalhás, 1859. január 2.)

1787.

Fejér vármegye kísérletet tett a Velencei-tó és mocsarainak lecsapolására. Dinnyéstől, Seregélyes, Báránd határában haladva a Kajtori-tóig kb. 1 m fenékszélességű mesterséges csatornát ástak, de ez a belevezetett vizet levezetni nem tudta, idővel eliszaposodott, fenntartása elmaradt, így az egész vállalkozás abbamaradt.

1787. július

A Száva völgyében rendkívüli, 1880-ig meg nem haladt árvize pusztított a folyónak. A katonai hatóság Ó-Gradiska és Brod váránál ekkor helyezett el vízmércét.

200 éve

1812. február 13.

* *Bubics [Bóbics] Károly* (Alsólendva), vízépítő mérnök. Munkásságát a Kapos szabályozásánál kezdte *Beszédes József* (1787–1852) mellett, az *Esterházy-* és a *Zichy-uradalom*, majd Komárom vm. mérnöke. A folyószabályozásról szóló cikkei a pozsonyi és a komáromi lapokban jelentek meg. († Pozsony, 1887. november 21.)

1812. február

Baranya vármegye kisgyűlése utasította a Drávai Választmányt, hogy a drávai hajózóút és a töltések állapotáról tegyen rendszeresen jelentést.

1812. február 25.

* *Kovács Lajos* (Homok), bányamérnök, reformpolitikus, akadémikus, a Tiszavölgyi Társulat első központi bizottságának titkára. († Szatmárnémeti, 1890. december 19.)

1812.

† *Gr. Batthyány Tódor* nagybirtokos, műszaki-gazdasági terveiről ismert haladó szellemű főúr. Nevét elsősorban az 1793-ban szabadalmaztatott, az ár ellen haladó, állati

erővel hajtott lapátkerekes hajója fémjelzi. Ismeretes a Duna-Száva-Kulpa szabályozására vonatkozó terve. Borostyánkőn hazánk első vegyészeti gyárat hozta létre az 1780-as évek közepén, amelynek a kénsvav volt a fő terméke. Textilmanufaktúrát is alapított.

1812.

Fasola Frigyes tervei alapján befejeződött a 0,5 millió m³ víz befogadására alkalmas Hámori-tó kiépítése. A Garadna patakra telepített 12 m magas völgyzárógátas rendszerű tározó az újmassai nagyolvasztó vízszükségletének biztosítását szolgálta.

1812.

Ebben az évben kezdte meg működését az egyik első hazai vízszabályozó társulat a Gerje-Perje Vízszabályozó Társulat, amely 1816-ig több nagy csatornahálózatot (köztük a Perje csatornát) építette meg.

1812.

Az osztrák és magyar mágnásokból álló Privilegizált Magyar Csatorna és Hajózási Társaság – elsősorban a magyar gabonakivitel megkönnyítésére – megépítette a Fiuméba vezető ún. „Ludovika-utat”.

1812.

I Ferenc a pozsonyi árvízhelyzet megvizsgálására *gr. Batthyány Vince* elnökletével ún. „udvari bizottság”-ot küldött ki. A bizottság az érsekújvári Duna-ág szabályozását javasolta. Pozsony városa azonban tiltakozott a terv ellen és így az nem is valósult meg.

175 éve

1837. augusztus 14.

A tavaszi nagy esőzések hatására a Görgényi-havasokban hegyomlás történt, amely elzárta a Békás-patak felső völgyét, valamint a Likas-, Hagymás-, Vereskő- és Gyilkos-patakokat. Az így képződött természetes duzzasztás eredményeképpen létrejött a Gyilkos-tó.

1837.

Megalakult az első dunai vízi társulat „Paks-faddi Ármentesítő Társulat” néven, amely vármegyei irányítás mellett már 1836-ban 16 km hosszú védőtöltést épített.

1837.

Megalakult az Olt-szabályozási Társulat.

150 éve

1862. augusztus 28.

A Balaton szabályozása tekintetében érdekelték részére *íjf. gr. Zichy Ferenc*, királyi biztos Balatonfüredre értekezletet hívott össze, amelyen megállapodás született a tó szabályozásával kapcsolatos főbb célok tekintetében. Ezek szerint a Balaton és a Sió mentén húzódó mocsarakat ki kell szárítani; a tó déli partján vezető vasútvonalat védeni kell az áradásoktól; a Dunát és a Balatont összekötő hajózható csatornát pedig meg kell építeni.

1862. november 20.

* *Zawadowski Alfréd* (Temesvár), jogász, statisztikus. A „*Magyarország vizeinek statistikája*” c. munkájában (1911) összefoglalta a hazai vízfolyásokra vonatkozó értékes, zö-

mében 19. századi adatokat. A mű mindmáig felbecsülhetetlen adatforrás a vízgazdálkodási tervezés, statisztika és a történettudomány számára. († ? 1935. november 23.)

1862. november

Felszerelték Siófokon az első balatoni vízmércét, amelynek adatait azóta is folyamatosan jegyzik. Feljegyzések szólnak arról, hogy az 1800-as évek elején a *Festetics-uradalom* is elhelyezett vízmércét Fenékpusztánál, amelyet a balatonszentgyörgyi halászcéh tagjai olvastak le időközönként. Ezen csak a relatív vízszintkülönbséget tudták regisztrálni, s az adatok nem maradtak fenn.

1862. december 21.

† *György József* (Máramarossziget), kiváló orvos és természetudós, jeles ásványvízkutató. Máramaros vármegyében 1843-ig mintegy 170 ásványvízfajta vizsgált meg és írt le. (* Sátoraljaújhely, 1813. július 13.)

1862.

Igen súlyos árvíz vonult le a Dunán, ami a paks-gerjenti töltést átszakítva közel 46 km² területet öntött el, de nem járt jobban a folyó jobb parti oldala sem, mert az árvíz csupán Kalocsán 600 házat döntött romba.

1862.

A Bodrogközi Tiszaszabályozó Társulat területén található mocsarak lecsapolására, illetve a csatornában összegyűlt vizek átvezetésére *Hauzer Károly* társulati mérnök két zsilipet tervezett, az egyiket Törökérmél, a másikat pedig Füzesérmél. Az év során azonban egy közepes árvíz mindkét műtárgyat úgy megrongálta, hogy azokat el kellett bontani. A zsilipeknél betörő árvíz nagy károkat okozott.

1862.

A Déli Vaspálya Társaság és a Balaton menti parttulajdonosok közösen elhatározták, hogy Siófokon – közvetlenül a közúti híd alatt – vízleeresztő zsilipet létesítenek, amely megakadályozza a tó magas vízállásának kialakulását. A zsilipet már egy év múlva ünnepélyes külsőségek között átadták rendeltetésének.

1862.

Megépítették az első kisebb vízművet Szegeden.

1862.

Megépült a Tisza védőtöltésével együtt Szolnokon a milléri, Tiszasüly határában pedig a sajfoki zsilip. A milléri műtárgy ma is meglévő műszaki emlék.

125 éve

1887. január 23.

* *Kállay Miklós* (Nagyhalász) földbirtokos, a két világháború közötti időszak egyik vezető agrárpolitikusa, 1937–1942. között az Országos Öntözésügyi Hivatal elnöke, később Magyarország miniszterelnöke. († New York, 1967. január 14.)

1887. március 5.

* *Fodor Ferenc* (Tenke, Bihar vm.), geográfus, a térképészettörténet kutatója, egyetemi tanár. *gr. Teleki Pál* tanítványa, majd munkatársa. Hazai és ausztriai levéltári kutatásai alapján a XVIII. és XIX. század térképészeti és vízmérnöki munkáiról készült írásai a magyar kartográ-

fiatörténeti kutatás legfontosabb forrásanyagai. Gazdasági, tájféldrajzi, vízrajzi, térképtörténeti tanulmányok és monográfiák szerzője. († Budapest, 1962. május 23.)

1887. április 21.

Lovas Sándor, a pozsonyi kultúrmérnöki hivatal főmérnöke elkészítette a Galánta vidéki vizek rendezési tervét.

1887. június 1.

A Körös-Tisza-Marosi Ármentesítő Társulat Hódtó-kisztizsai zsilipjének beszakadása következtében az áradás 70 méter hosszban elsodorta a védőgátat és mintegy 170 km² területet öntött el. Az esemény hatására tértek át később a vízepítési gyakorlatban a csőzsilipek alkalmazására.

1887. augusztus 14.

† *Szójka Gusztáv* (Szeged), a múlt század második felének jeles vízmérnöke, a Mindszent-Apátfalvai Ármentesítő Társulat mérnöke, a szegedi Fmh. főnöke, a Körös-Tisza-Marosi Ármentesítő és Belvízszabályozó Társulat ig.-főmérnöke, a tiszai árvédekezés kiváló szakembere. akinek új eljárási módjait és tapasztalatait *Péch József* „Gátvédelem” c. művében adta közre. (* Szécsény, 1835. február 22.)

1887. szeptember

Zsigmondy Béla alig 10 hónap leforgása alatt 226,7 méteres mélységgel megfürta Szeged első artézi kútját, amely naponta 550 m³ vizet adott.

1887. november 21.

† *Bubics [Bóbics] Károly* (Pozsony), vízmérnök, a felső-dunai vízszabályozási munkák szakértője. (* Alsólendva, 1812. február 13.)

1887.

Lanfranconi Gracioso Enea pozsonyi mérnök Budapest Székesfővárosnak ajándékozta gazdag rajz-, festmény- és metszetgyűjteményét, amely Pest és Buda XV-XIX. sz. között készült térképeit és látképeit tartalmazta. (A gyűjtemény utóbb szétszóródott, egyes darabjai ma az Országos Széchényi Könyvtárban és más intézményekben lelhetők fel, zöme azonban pótolhatatlanul elkallódott).

1887.

Megalakították – a Földművelésügyi Minisztérium keretében, a halászati felügyelői munkakör továbbfejlesztésével – az Országos Halászati Felügyelőséget, a kövizek halászata és a mesterséges halgazdaságok előmozdítása érdekében. Első vezetője *Landgraf János*, majd *Répassy Miklós* volt. A felügyelőség 1951-ig működött, és 1961-től ismét megszervezték, mivel a halászat fejlesztése központi irányítást igényelt.

1887.

Az országban elsőként a Feketekörösi Ármentesítő Társulat építette ki telefonhálózatát.

1887.

Megjelent – *Péch József* szerkesztésében – az első Vízrajzi Évkönyv, a magyar vízrajzi szolgálat ma is évente megjelenő kiadványa. Az Évkönyv egy-egy év vízrajzi adatait, valamint azoknak a gyakorlat számára feldolgozott idősorait tartalmazza. Az első kötet a magyarországi folyók vízállásait 1876-tól visszamenőleg közölte.

100 éve

1912. január 1.

A Földművelésügyi Minisztérium *Hegedeős Miklós* főmérnök vezetésével létrehozta a „*Sajó csatornázási m. kir. Kirendeltség*”-et. A kirendeltség feladatát a Sajó-csatornázás terveinek elkészítése és a munkálatok lebonyolítása képezte. A hajózhatóvá váló Sajón lehetőség nyílt a diósgyőri és a miskolci gyarak termékeinek olcsó szállítására is.

1912. január 24.

* *Bauer Jenő* (Trencsén), a hazai gyógyfürdőügy népszerűsítője, a népgyógyfürdők terveinek kidolgozója. († Budapest, 1976. május 18.)

1912. január 1.

Megkezdte működését a siófoki székhelyű „*Balaton Kikötők m. kir. Felügyelőség*”-c. Első főnöke *kaáli Nagy Dezső* volt, akinek munkássága a következő negyedszázadban összeforrott a balaton kikötőépítés ügyével. A Felügyelőség létrejötte előtt az Országos Vízepítési Igazgatóság 1900-ban életre hívott kirendeltsége látta el ugyanezeket a feladatokat.

1912. február 5.

† *Mangold Henrik* (Budapest), orvos, balneológus. Balatonfüred fürdőorvosaként tudományosan foglalkozott a balaton gyógyfürdők orvosi jelentőségével, s erről több tanulmányt tett közzé. Egyik alapítója és szerkesztője az „*Ungarische Medizinisch-Chirurgische Presse*”-nek. (* Vágújhely, 1828. október)

1912. szeptember 27.

† *Wallandt Ernő* (Orsova), vízmérnök, a Vaskapu szabályozásának végleges tervezésében és végrehajtásában volt vezető szerepe. (* Mária-udvar, 1845. augusztus 10.)

1912. szeptember 28.

Bajánál megkezdték a Dunavölgyi Főcsatorna kézi erővel való ásását. A vontatottan haladó munka következtében 1918-ig mindössze 32 km hosszú csatorna készült el.

1912. december 16.

Bánki Donát „*A folyadékok mozgása hajlított csatornában*” címmel megtartotta akadémiai székfoglaló beszédét, amelyben kísérletet tett a hidrodinamika energia-tételének olyan alkalmazásaira, amely lehetővé teszi azoknak a mérnöki gyakorlat számára való felhasználását.

1912.

Az Országos Vízepítési Igazgatóság 1839.sz. alatt kiadta a „*Háziszennyvizek biológiai tisztítóberendezéseiről*” című első szennyvíztisztítási műszaki irányelvet, amely részletesen ismertette az ülepítőket, az oldómedencéket és a biológiai csepegtetőtestek fajtáit, valamint a fertőtlenítő berendezéseket és anyagokat.

1912.

Megkezdődött a kor egyik legnagyobb vízi létesítményének, a budapesti kereskedelmi és ipari kikötőnek építése.

1912.

Megépült a Fertőszéli-zsilip, amely a Fertő tó vízszintjének és a víz leeresztésének szabályozását tette lehetővé. A zsilip kezelésére 1914-ben szabályzatot készítettek, amely szerint a zsilipet a tó 115,03 m.A. feletti vízszintjénél zární kell. A

műtárgy az évek során többször tönkrement, 1945-ben felrobbantották, s újjáépítésére csak 1955-ben került sor.

1912.

Budapesten (a Diana – Lóránd úton) megépült az első vasbeton ivóvíztároló medence 1500 m³-es térfogattal. Hasonló térfogattal létesítették az újpesti vasbeton víztornyot is ebben az évben.

1912.

* *Komlósi Imre* vízmérnök, műegyetemi oktató, számos szakmai tanulmány szerzője, a Duna-Tisza-csatorna terveinek megalapozását szolgáló kisminta-kísérletek irányítója. († 1945.)

1912.

Megépült a Balaton északi partjának második tömör, egymólós kikötője Révfülöpön.

1912.

Farkas Árpád elkészítette Szeged feltöltése és csatornázása tervét.

75 éve

1937. január 26.

† *Fischer Frigyes* (Budapest), okl. mérnök, az FM kultúr-
mérnöki ügyosztályának vezetője, a hazai halgazdálkodás szakértője. (* Nagykáta, 1878. január 23.)

1937. március 8.

† *Zuber Ferenc* (Budapest), mérnök, 1929-1931 között a Vízrajzi Intézet vezetője, jeles műszerszerkesztő. (* Adony, 1874. október 4.)

1937. március 11.

† *Spur István* (Budapest), mérnök. Kezdetben folyam-
mérnökként dolgozott, majd az első világháború után a Balaton kormánybiztosa volt. (* ?, 1857.)

1937. március

A Duna szennyezett vízének fogyasztása következtében Mohácson tifusz járvány ütötte fel a fejét. A járvány több halálos áldozatot is követelt. Az érintett területen a hatóság kényszeroltást rendelt el.

1937. május 1.

Darányi Kálmán miniszterelnök 2850. ME számú rendelete alapján megalakult a M. kir. Országos Öntözésügyi Hivatal. A közvetlenül a kormány alá rendelt, de szoros kapcsolatát a Földművelésügyi Minisztériummal végig megőrző, budapesti székhelyű főhatóság létrejöttével kezdetét vette a Tisza-völgy öntözéses gazdálkodásának jelentős fejlesztése. A Hivatal első elnöke a volt földművelésügyi miniszter, *Kállay Miklós*, míg a műszaki irányítást végző elnökhelyettes *Lampl Hugó* lett. Az új hivatal első feladatának a Tisza-völgyi kísérleti öntözőrendszerek kialakítását, a Körösök és a Tisza csatornázásának megkezdését tekintette.

A Vízrajzi Intézet keretében addig működő Körös-völgyi Vízszabályozások Tervezési Csoportja beolvadt az újonnan alakult Országos Öntözésügyi Hivatalba.

1937. május 4.

A Fővárosi Vízművek Káposztásmegyeri főtelepén befejeződött a gőzüzemű meghajtásról az elektromos meg-

hajtásra való áttérés. Az átállás a diesel-üzemű tartalék motorok segítségével történt meg. Ugyancsak Káposztásmegyeren kísérleteztek első alkalommal azzal, hogy egy eltömődött aknáskutat a víznyerés érdekében ún. „csáppokkal” láttak el (csáposkút).

1937. május 5.

A városrendezésről és az építésügyről szóló VI. tc. kötelezte a városokat, hogy záros határidőn belül készítsék el városrendezési terveiket, és az ennek szerves részét képező vízvezetéki és csatornázási dokumentációikat. A törvény kimondta, hogy a belügyminiszter – a köz érdekében – olyan helyeken is elrendelheti a közművek létesítését, ahol a terv azt eredetileg nem tartalmazta.

1937. május 14.

† *Maros Imre* (Budapest), a Magyar Állami Földtani Intézet geológusa, jeles hidro- és agrogeológiai szakértő. (* Budapest, 1882. január 12.)

1937. július 1.

Közzétették *Huszár Imre* műszer szabadalmát, mely a vízsebességet a mérőszárny fordulatainak fényhatás útján történő (fotocellás) számlálásával oldotta meg.

1937. július 29.

A parlamenti döntést megerősítve törvényerőre emelkedett „az öntözőgazdálkodás előmozdításához szükséges intézkedésekről” szóló XX. tc.

1937. augusztus 3.

† *Pompéry Elemér* (Karlsbad) vízmérnök, számos folyószabályozási munka vezetője. Életének legfontosabb működési területe a szabadalmak és az iparjogvédelem kérdésköre; személyében az Országos Szabadalmi Hivatal munkatársaként, később a Szabadalmi Bíróság elnökeként a szabadalmi és iparjogvédelmi törvény (1920) egyik kidolgozóját tisztelhetjük. (* Budapest, 1856. május 25.)

1937. augusztus 24.

Budapesten aláírták „A Csehszlovák Köztársaság és a Magyar Királyság között a Duna, valamint Szamos torkolat alatti Tisza magyar-csehszlovák közös határszakaszára vonatkozó műszaki és gazdasági kérdések szabályozása” tárgyában kötött egyezményt.

1937. augusztus 31.

A Salgótarjáni Kőszénbánya Rt. *Vitális Sándor* irányításával Kisterenyén 262 m mély kutat fűrt, amelynek eredményeképpen elsőrangú alkáli-hidrogén-karbonátos ásványvizet tártak fel.

1937. október 7-11.

Budapesten rendezték a nemzetközi fürdőügyi (balneológiai) kongresszust 350 külföldi résztvevővel. Ekkor alakult meg a „Gyógyfürdők Klimatikus és Tengeri Üdülők Nemzetközi Szövetsége” (FITEC). A szervezet központjául Budapestet választották, amely egyúttal hivatalosan is megkapta a fürdővárosi rangot.

1937.

Hajdúszoboszlón a már meglévő fürdőlétesítmények mellett megépült az 50 x 25 m-es hullámedence. Ugyanakkor az itteni hévíz a gyógy- és ásványvíz minősítést is megkapta.

1937.

Az 1930-ban megnyitott margitszigeti Nemzeti Sportuszoda fedett részei után átadták a nyitott úszómedencéket és a lelátókat.

1937.

A Kis-Balatonnál, az 1925-ben megépült Zala-főcsatorna környezetében elkészültek a csatlakozó lecsapoló csatornák. Noha ezeket azért létesítették, hogy megakadályozzák a Balaton, illetve a Zala magas vízállásának szétterülését a Kis-Balatonban – már az átadás évében a Zala ár-vice átszakította a Zala-főcsatorna töltéseit, és a kiömlő víz a Kis-Balaton egész területét elborította.

1937.

A Rudas fürdő melletti „*Hungária I.*” hőforrás vize 1935-ben a hozzákeveredett hideg karsztvizek miatt lehűlt, minősége is megváltozott, s emiatt le kellett zárni. Az 1936-1937-ben fűrt kút hévizét „*Hungária II.*” néven az ivócsarnokba vezették.

1937.

Dinnyés Lajos kisgazda képviselő megjelentette az „*Átokcsatorna*” c. pamfletjét, amely a Dunavölgyi Főcsatorna félresikerült beruházását okolta a gazdák gazdasági romlásáért.

1937.

Európában Magyarországon volt a legmagasabb a tízfuszos megbetegedések száma, mely évente 8–10 000 esetet jelentett. Oka elsősorban a nem megfelelő minőségű ivóvízellátás volt.

1937.

Az 1937. évi XX. tc. az öntözőgazdálkodás előmozdítására Öntözési Alapot létesített. Az utalványozás jogát az Országos Öntözésügyi Hivatal elnöke gyakorolta.

1937.

Debrecenben megjelent *Korbély József* a „*Tisza szabályozása*” című munkája, amely először tekintette át az addig elvégzett munkálatokat, s a szabályozás eredményeinek és gyengéinek tudományos feltárásával kijelölte a folyó szabályozásának további irányait, amely a későbbi munkák vezérfonalául is szolgált.

50 éve

1962. január 1.

Megjelent az Elnöki Tanács „*A halászatról*” szóló 1961. évi 15. törvényerejű rendelete, amely az új szabályozási elvek bevezetése következtében érvénytelenítette az 1888. és 1925. évi halászati törvényeket. A törvényerejű rendelet alapján még ebben az évben életre hívták a FM felügyelete alatt működő Országos Halászati Felügyelőséget.

1962. január 1.

Hatályba lépett „*A szennyvízzel történő öntözés szabályozásáról*” szóló OVF utasítás.

1962. január 19.

† *Maucha Rezső* (Budapest), kémikus, hidrobiológus, Kossuth-díjas akadémikus, a Nemzetközi Limnológiai Társaság alelnöke (* Budapest, 1884. szeptember 19.)

1962. január -március

Üzembe helyezték azÉM Mélyépítési Tervező Vállalat által napi 200 000 m³ kapacitásúra tervezett budapesti felszíni vízmű első létesítményeit, amelyek napi 100 000 m³ teljesítménnyel segítették a főváros vízellátását.

1962. március 12.

† *Erőss János* (Buffalo, N.Y.-USA) ügyvéd, kisgazdapárti politikus, a Dinnyés-kormány minisztere, a Tisza-Dunavölgyi Társulat utolsó elnöke. (* Tiszaeszlár, 1889. december 23.)

1962. július 1.

A Békés Megyei Vízmű és Kútépítő Vállalatot átszervezték és Békés Megyei Víz- és Csatornamű Vállalat néven folytatta tovább tevékenységét

1962. július 5.

Üzembe helyezték a Rakaca-völgyi víztározót – a Hámorító után a második hegyvidéki mesterséges tavunkat –, amely a Rakaca vizének tárolásával a Bódva-völgy, illetve a borsodi iparvidék ivó- és iparivíz-ellátását biztosítja.

Ugyancsak ebben az évben alakították meg az első regionális üzemeltető szervezetet, a Sajómenti Vízműveket (SAVI) *Németh Bertalan* igazgatása alatt.

1962. július 15.

Az OKGT Dunántúli Kőolajfűrészi Üzeme Zalakarostól másfél kilométerre megkezdte azt a kutatófúrást, amelynek eredményeképpen a következő év elején 2307 m mélységből közel 99 °C-os héviz tört fel. Az itteni gyógyhatású víz hasznosítására építették ki a zalakarosi fürdőtelepet.

1962. szeptember

A felsőfokú technikumokról szóló 12/1962. (V. 5.) Korm. számú rendelet alapján megalakult Baján a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum, a vízügyi igazgatás, vízépítés és vízgazdálkodási üzem műszaki feladatait ellátó szaktechnikusok képzését végző műszaki főiskola. A főiskola az 1970. augusztus 7-étől a 1033/1970. (VIII. 7.) Korm. számú határozat alapján a Budapesti Műszaki Egyetem Vízgazdálkodási Főiskolai Karaként működött, majd 1979-től a műszaki, a mezőgazdasági és a közgazdasági főiskolákon a karok megszüntetéséről szóló 1978. évi 31. sz. tvr. végrehajtásáról szóló 1044/1978. (XII. 30.) Mt. számú határozat szerint kiadott 26765/1979. számú OM intézkedés alapján szervezetileg a pécsi Pollack Mihály Műszaki Főiskola tagozataként működött.

1962. szeptember 10.

Berettyóújfaluban megalakították Hajdú-Bihar megye első vízműtársulatát.

1962. október

A történelmi múlt feltárása érdekében a vízügyi szolgálat vezetése a VITUKI-n keresztül megindította az Országos Levéltár gyűjteményében található kéziratos vízrajzi térképeket feltáró kutatásokat, amelyeket több éven keresztül *Benefy László* irányított.

1962. ősze

Az OVF komoly anyagi támogatásával a keszthelyi Balaton Múzeum régészeti ásatásokat végeztek Siófokon, a feltételezett Galerius-féle Balatont lecsapoló árok és zsi-

lip feltárására. Az ásások nem igazolták azt a közel évszázados feltevést, hogy már a római korban szabályozták volna a tó vízszintjét.

1962. december 4.

† *Vedres (Vojcsik) Lipót*, a budapesti vízművek kimagasló képességű műszaki vezetője, aki szakirodalmi tevékenységével is hozzájárult a vízellátás-csatornázás műszaki gyakorlatának hazai fejlődéséhez. (*1894.)

1962. december

A Magyar Állami Földtani Intézet kiadásában megjelent a *Schmidt Eligius Róbert* irányításával készült „Magyarország vízföldtani atlasza”.

1962.

A Duna bal partján, a Szeremle alatti töltésszakaszon először került sor arra, hogy az árvízvédelmi töltéserősítést – egyelőre kísérleti jelleggel – vízöblítéses földmunkával (hidromechanizációval) végezzék el. Ez az úttörő jellegű munka új fejezetet nyitott a vízepítőiparban a hidromechanizációs építési módszerek alkalmazása terén.

1962.

Ez évtől kezdve a Tiszán is rendszeresítették a jégtörő hajókat. A jégdugók kialakulása ellen korábban csak robotásokkal tudtak védekezni.

1962.

A Rába-Rábca közötti területek belvizeinek levezetésére megépült a Lesvári főcsatorna. A csatornában összegyűlekező vizeket szükség esetén három, összesen 14 m³/s kapacitású szivattyútelep tudja áttemelni a Rába, illetve Rábca folyókba.

1962.

Elkészült Budapest főváros távlati csatornázási terve, amely 50 évre előre kb. 2,3 millió lakossal számolva alapította meg a méretezési adatokat úgy, hogy a szárazidei szennyvízszállítási kapacitás elérje a másodpercenkénti 17,4 m³-t. A terv egy lakosra napi 600 literes fogyasztást feltételezett.

1962.

Igalon a MAORT által 1947-ben végzett olajkutató fúrás eredményeképpen feltárt hévízkút vízhozamára alapozva megnyitotta kapuit az Igali Termálfürdő.

1962.

Szesztay Károly az 1921–1958 közötti évek vízkészlet-változási adatai alapján elkészítette a Balaton első víz-háztartási mérlegeit.

1962.

A hazai községi vízellátás fejlesztésének érdekében megindult az utcai közkifolyós jellegű, ún. „törpevízművesítési” program, amelyet az érdekeltek (lakosság, jogi személyek) jelentős hozzájárulásából és az állami támogatásból lehetett végrehajtani. A törpevízművek tervezési munkáiba a következő esztendőben a vízügyi igazgatóságok tervezési osztályai is bekapcsolódtak. A program 1970-re lényegében befejeződött.

1962.

A budapesti Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem vízepítőmérnöki tagozatán – a szakágazati szempontokat

figyelembe véve – ettől kezdve: a mezőgazdasági vízgazdálkodás, a vízellátás-csatornázás, valamint a vízfolyások, vízepítési műtárgyak szakterületeken lehetett előadásokat hallgatni. Egyúttal az egyetem I. sz. Vízepítéstani Tanszékének vezetésére *Salamin Pál* professzor kapott megbízást, s vette át elődjétől, *Németh Endrétől* az oktató-kutató munka irányítását.

1962.

A soproni Ikva-patak a nagy szárazság következtében teljesen kiszáradt, csakúgy mint az 1842., 1856. és 1919. esztendőkből.

1962.

Újjáépítették Dinnyésnél a Velencei-tó vízállásának szabályozására szolgáló zsilipet, amely a tó 160 cm-es vízállásánál 4 m³/s, 180 cm-es vízállásnál pedig 6 m³/s víztömeget képes a tóból a Dinnyés-Kajtori csatornába engedni.

25 éve

1987. január

Az elvégzett mérések alapján megállapították, hogy a budapesti Római fürdőnél 1930. óta a források (a karsztvíz) szintje 4,3 méterrel csökkent.

1987. március 7.

† *Bözsöny Dénes* (Budapest), mérnök, hivatásos műszaki honvédtiszt, az OVH főmérnökeként a vízkészlet-gazdálkodási kérdések szakértője, 1951–1964 között a Magyar Hidrológiai Társaság főtitkára. (* Pécs, 1921. június 7.)

1987. augusztus

Árvíz vonult le a Zalán.

1987. október 9-10.

Kisújszálláson emlékülést tartottak a Mirhó-gát megépítésének 200. évfordulója tiszteletére. Ezzel kapcsolatban az egykori Mirhó-gát szélén emlékkövet és -táblát helyeztek el.

1987. december 16.

Az Országgyűlés a korábbi Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal, valamint az Országos Vízügyi Hivatal helyett Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Minisztériumot hozott létre. A minisztérium vezetésével *Maróthy Lászlót*, az Országos Tervhivatal addigi elnökét bízták meg, helyettesei *Ábrahám Kálmán* és *Varga Miklós* államtitkárok lettek.

1987.

Több mint 100 milliós beruházással elkészült a Szarvastól Újkígyósig húzódó 54 km hosszú Kákafoki Főcsatorna, amely az érintett térség belvizeinek levezetését gyorsította meg.

1987.

A Fővárosi Csatornázási Művek Zsigmond téri szennyvízáttemelő szivattyútelepén megnyitották a Csatornázástörténeti kiállítást, amely bemutatta Budapest szennyvízelvezetésének, s magának a csatornázási szervezetnek történelmi fejlődését.

Fejér László

KÖNYVISMERTETÉS

Marton Lajos: *Alkalmazott hidrogeológia*. Budapest, 2009.

ELTE Eötvös Kiadó. 626 oldal

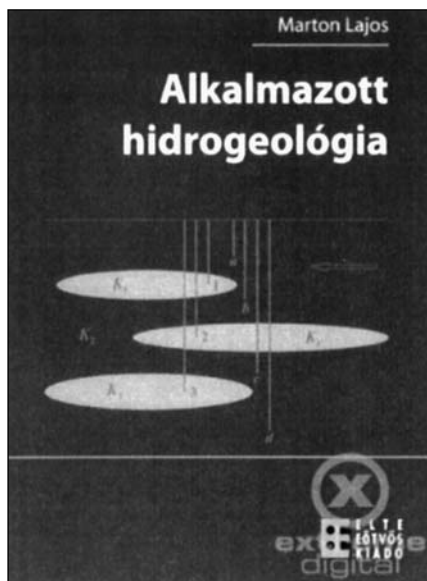
Már több évvel ezelőtt az időszerű téma feldolgozására vállalkozott a nem mindennapi szakmai felkészültségű, széles látókörű szerző azzal a céllal, hogy a mind szélesebb körben érintett hidrogeológiát művelők olyan segédletet kapjanak kézbe, amellyel elsősorban a gyakorlatban előforduló feladatokat meg tudják oldani, a felmerült kérdésekre választ kapjanak. A kézikönyv elsősorban a hazai viszonyokat taglalja, arra építi a mondanivalóját, de ehhez számtalan külföldi példát, vizsgálati eredményt is felhasznál, amely a hivatkozásokból és az irodalomjegyzékből is kiderül. Nagy értéke a műnek, hogy a főként a ritkán használt magyar szakkifejezések angol megfelelőjét zárójelben közli, elkerülve a más szerzők által használt vagy idézett kifejezések helytelen alkalmazását. Összességében megállapíthatjuk, hogy egy olyan művel gyarapodott a hidrogeológia szakirodalmába, amellyel kissé megkésve ugyan, de végül is mindannyian egy nélkülözhetetlen munkaeszközt kaptunk kézbe.

A bevezetőben a szerző lényegre törően a több mint hatszáz oldalas kötet anyagát úgy vázolta fel, hogy az már iránymutatás annak, aki kérdéseire választ akar kapni. Ezt követően azután négy részben 12 fejezet foglalja össze a felszín alatti vízről a szükséges ismereteket.

Az első fejezet a *Hidrogeológiai körforgás*-on belül a felszín alatti vizek eredetének felvázolásával indítja mondanivalóját, amelyben hangsúlyosan szerepel a vizek csapadékvíz eredetének kiemelése, bizonyítása. Ehhez rövid történeti áttekintést ad az ókori gondolkodóktól *Suess Ede* elméletének korabeli és a mai szemlélete bemutatásáig. Nagyon értékes a *nevezéktan problémái* c. fejezetben az idegen nyelvű kifejezések magyar megfelelőjének értelmezése és helyes használata., továbbá a hidrológia, azon belül a hidrogeológia tudományterületi besorolása.

Jelentős teret szentel a *vízkörforgás elemei* c. fejezetnek, s ebben a csapadék, a párolgás, az evapotranszspiráció, a lefolyás, a beszivárgás, majd a vízkészletek táplálása, azok megcsapolása ismertetésének. Olyan témával is foglalkozik, mint a felszín alatti vizek a városi környezetben ahol módosulnak a természetben lejátszódó folyamatok az alapozások, az épületek következtében. Rámutat, hogy a városi hidrológia új szaktudománnyá kezd fejlődni, amit az igazol, hogy napjainkban már terjedelmes szakirodalmába van.

Nagy teret szentel a szerző az *anyag- és energi ciklusok a természetben* c. résznek, amelyben kitér a karbon-, az oxigén- és a nitrogén ciklus tárgyalására. Az első fejezet befejező részében az anyagi részecskék a vízkörforgásban szerepelnek és ebben a kolloidok képződésével és mozgásával, a radioaktív nukleonok és a fémek migrációjával, továbbá a filtrációs mechanizmusokkal foglalkozik.



A 2. fejezet közel 50 oldalon a felszín alatti vizek hidrokémiáját, geokémiáját tárgyalja, figyelembe véve a Nemzetközi Hidrológiai Program (IHP) felhasználását és jelölési rendszerét, és annak segítségével szemlélteti a természetes vizek körforgásában lejátszódó kémiai, fizikai és biológiai folyamatokat. A sók disszociációján kívül, az ioncserét, az oxidációt és redukciót, a redoxpotenciált is értelmezi. A biológiai tényezőknél a gyökér-, az átmeneti és a talajvíz-zónában lejátszódó folyamatokkal lehet megismerni. A víz összetételét alakító tényezők között kiemeli a csapadékvíz mint sokkomponensű oldat hatását, amely a talajban megindítja a kőzetek oldódását. Több definíció között találkozunk az ásványvíz meghatározásával is,

amely az utóbbi évtizedekben nagyon sokszor módosult, a tudományos értékelésnél azonban még változatlanul 10-féle ásványvizet különböztetünk meg az uralkodó alkotók alapján. A geokémiai folyamatokban a szerves anyagokon kívül a kőzetalkotó ásványokon keresztül egészen a mikroorganizmusokig végig követhetjük ezek szerepét a felszín alatt. Színes része ennek a fejezetnek a felszín alatti vizek kemizmusának összehasonlítása, amelyben a Lausanne-i Szövetségi Technológiai Intézet vizsgálati eredménye mellett, különösen kiemelve a hazai hévíz kutak néhány makro- és mikroelem tartalmát megtaláljuk.

Az igen jelentős *víz és kőzet kapcsolatáról* c. 3. fejezet a porózus közeg jellemzésével indul és nem csak a közismert laza képződményekkel, hanem az iszapos, agyagos üledékekkel is foglalkozik. Ezt azután a folyadékok fizikai paramétereinek tárgyalása követi először a víz, majd kiegészítve egyéb folyadékok és a levegő ismertetésével. A telített és a telítetlen zóna felvázolása után a hidrogeológia sztohasztikus szemléletével foglalkozik a szerző. A fejezet befejező része hangsúlyozza, hogy *minden kőzet valamilyen mértékben vízáteresztő*. A nem vízadó földtani képződmények közül a félig áteresztő és alacsony áteresztőképességű lehet az agyag is, sőt a palával együtt membránként is viselkedhet.

A „*Vízmozgás a porózus közegben*” c. második rész a 4. fejezettel indul, amelyben az alapvető gravitációs és a hő által indukált vízmozgásokkal ismerkedhetünk meg, és ezek néha más erők által kiváltott mozgásokkal is kapcsolatosak. Kiemelt jelentőségük miatt a geológiai hajtóerők által létrehozott és az elektrokinetikai hatásokra végbement vízmozgást nagy részletességgel szemlélteti a szerző.

Az 5. fejezet a permanens, míg a következő a nempermanens vízmozgásokkal foglalkozik. Különböző szivárgási és áramlási típusok mozgásáról számol be a porózus közegben. Az eddigi megállapítások szerint a folyadékok nempermanens áramlását a geológiai közegekben matema-

tikailag a hővezetés parciális differenciálegyenletével lehet modellezni *Fourier* javaslata alapján, amelyhez később *Meinzer* és *Jacob* munkássága is hozzájárult.

Az átszivárgó vízáadó rendszerek (7. fejezet) elméletének kidolgozása a kúthidraulika területén főként a 20. század második felében számos kiváló kutató nevéhez fűződik. Több esettanulmány sorakozik fel az átszivárgás és a vízkorok számítására. A vizsgálatok főként az Alföld porózus vízáadó rétegeire terjedtek ki.

A 8. fejezet a *Nyírség átszivárgó vízáadó rendszerén* belül feltárja a földtani és a vízföldtani adottságokat, a nagyon jelentős ivóvízbázist a pleisztocén összlet hidrodinamikai jellemzését, kiemelve a sokoldalúan bemutatott Debrecen területét is. A modell-vizsgálatokkal ki lehetett mutatni a Nyírség nagy beszivárgási területén a gravitációs erő által indukált áramlási rendszer létezését, és az áramvonalak útját, tájékoztatást nyújtva a le- és feláramlási zónákról.

A függőlegesen lefelé történő vízszivárgás áramlási rendszerek megismerése céljából indította el *szerző* az *izotóphidrológiai kutatást* az 1970-es évek elején. Már az első mérésekkel igazolni lehetett a regionális áramlási rendszerek meglétét, a negyedidőszaki összletekben tárolt víz csapadékeredetét, a Nyírség központi részén az iszapos agygrétegeken a beszivárgott vizek átszivárgását, a víz korának növekedése a peremek felé történő áramlást bizonyította. Ugyanezen a területen az emberi beavatkozás előtti alsó-pleisztocén rétegekbe a beszivárgás mértékéről is tájékoztatást lehetett kapni. A vizsgálatok azt jelezték, hogy átszivárgó rendszerekben a víztermelés mértéke befolyásolja az izotóp-koncentráció mértékét, mert növekvő víztermelés esetén a felső rétegekből több fiatalabb víz áramlik át a termelt rétegbe, ami a víz ^{14}C koncentrációját megnöveli. A terület szerkezeti viszonyainak kimunkálása teljesen újszerű a korábbiakhoz viszonyítva. Fiatal tektonikus mozgások feltételezhetők Nyírbátor térségében és környékén még több helyen. *Lorberer Árpád* is a negyedidőszaki képződmények vizsgálatokor, *Szanyi János* pedig a vetőzóna hidraulikai gátként való működésével bizonyítja a negyedidőszaki tektonikai mozgásokat.

A pleisztocén összlet hidrodinamikai jellemzését monitoring adatokkal végezte a *szerző* nagy részletességgel Debrecen területén. Bebizonyította a *talajvíz és az alsó-pleisztocén rétegvizek kapcsolatát* azzal, hogy a vízműkutak termelésével a talajvízben is depressziós tölcser alakul ki. A talajvízszint depressziós süllyedését ugyancsak a debreceni vizsgálatokkal lehetett kimutatni és értékelni.

A korszerű hidrogeológia alapvető feladata közé tartozik a *regionális áramlási rendszerek és a hidraulikai folytonosság megismerése* és ennek áttekintésével foglalkozik a 9. fejezet. Miután a térszín és a talajvízszín is változik, ezért hierarchikusan fészkelt áramlási rendszerek jönnek létre. Míg korábban a kúthidraulika, addig ma a medence áramlási rendszerének hidrológiája lépett a vizsgálat központjába. E fejezet kidolgozásában, a Pannon-medence értékeléséhez jelentős segítséget jelentett több külföldi kutatási eredmény, mint *Tóth József* 1960-tól számos publikált munkája. Különösen kiemelkedőnek tekinthetjük a szikes talajokra vonatkozó több mint 100 év alatt összegyűlt elméletek összegzését. Hasonló értékelést olvashatunk a hidraulikai folytonosság elvéről a hazai hidrologiai gondolkodásban, kiemelve az 1960-as és az 1970-es években felszínre került megállapításokat. A porózus kép-

ződmény inhomogenitás hatását a vertikális és a horizontális áramlásokra. az Alföld több vizsgált kútja mutatja be.

A *Pannon-medence áramlási rendszerein* belül földtani koronként helyenként jelentős kronológiai történeti résszel kiegészítve indítja a *szerző* a 10. fejezetet. Ebben különösen nagy hangsúllyal szerepel a legfiatalabb harmad- és a negyedidőszak. Az áramlási rendszereken belül a gravitációs, a többszintes és a hévizes áramlási rendszerrel foglalkozik a fejezet első része. Az eddigi vizsgálatok szerint a rétegvizek gravitációs áramlásában jelentős meghatározó a geokémiai nyomjelzés.

Az *emberi tevékenység hatása a vízkészletekre* (11.) című fejezetben először *Juhász József* szerinti, majd a külföldi osztályozást, végül az Európai Unió fogalmi rendszerén belül a rendelkezésre álló felszín alatti vízkészlet fenntartható fogalmát közli a *szerző*. A túltermelés súlyos következményei között a potenciometrikus szintek világméretű csökkenése is szerepel. Magyarországon a 30–40 évvel ezelőtti túltermelés jelentősen megváltoztatta az áramlási irányokat. Sok helyen megszűnt az eredeti talajvíz szintje, a mélyebb kutakban pedig a pozitív kútszint. Számos példa illusztrálja az Északkelet-Alföldön különböző vízkivételek mellett a potenciometrikus szintek helyi, regionális és vonalmenti változását. Érdekes és értékes megfigyeléshez vezetett a termelés csökkenésének hatása a Nyírségben a víztermelő helyeken és a távolabbi területeken.

A talajvízszint változásának számos oka ismert (a nyomás alatti rétegvízből a termelés, meteorológiai viszonyok, öntözés) részben általánosságban, részben a Dél-Nyírségben. E terület az emberi beavatkozás előtt jóval több vízzel rendelkezett, mint ma. Ennek folyamatát a Tócsó vízfolyás történetén keresztül egészen a debreceni Nagyerdőig lehet követni. A víztermelés hatására a vízáadó réteg, az agyag, és a félig vízzáró réteg kompressziója következik be.

Nemcsak a világ számos országában, hanem hazánk több nagy városában is regisztráltak évenkénti több mm-es térszín-süllyedést, a környéken pedig inkább emelkedést lehetett kimutatni. A konszolidáció hidraulikai következményeiről Kínában több mint 30 éve folytatnak vizsgálatot, amelyhez egy három dimenziós numerikus modellt fejlesztettek ki.

A kötet befejező, 12. fejezete a *vízkészletek szennyeződése és a szennyezés elleni védelme* témakört öleli fel. Az emberi tevékenység hatására a levegőn, a talajon és a vízelvezetésen keresztül a szennyezés lehetősége igen sok irányú. Több esettanulmány mutatja be a több réteget beszűrőzött kút szennyeződési lehetőségét. Nem mentesülnek a városok sem a felszín alatti víz szennyeződésétől, és emellett még jelentősen növekszik a szennyvíz mennyisége is. A víz védelmét nemzetközi előírások, szabályok biztosítják, hazánkban pedig a környezetvédelmi törvény és kormányrendelet szabályozza. Az Európai Unió tagállamai a Víz Keretirányelvben 2015-re a felszíni és a felszín alatti víz, valamint a vizes élőhelyek jó állapotba hozását határozták el.

A 626 oldalas kötetben számos ábra, táblázat színesíti a szöveget és 632 válogatott irodalomjegyzék zárja a kitűnő kézikönyvet. Dicséret illeti az ELTE Eötvös Kiadót is a kifogástalan, szép kiállítású munkáért.

Dr. Dobos Irma