

**A DUNA ÉS A SZIGETKÖZ PARTISZŰRÉSŰ VÍZBÁZISAIVAL,
FELSZÍN ALATTI VÍZKÉSZLETÉVEL ÉS BIOLÓGIAI ANYAGFORGALMÁVAL
KAPCSOLATOS KUTATÁSOK**

ÖSSZEFOGLALÓ JELENTÉS

Főtémafelelős: Liebe Pál tud.főmunkatárs
A VITUKI Hidrológiai Intézet igazgatója

Résztémafelelősök:

Deseő Éva tud. munkatárs
Dr. Hock Béla okl,mérnök, kandidátus
Dr. Jolánkai Géza okl,mérnök, kandidátus
Dr. László Ferenc tud. főmunkatárs
Maginecz János tud. munkatárs
Szél Sándor tud. munkatárs
Dr. Szilágyi Ferenc tud. főmunkatárs

VITUKI Hidrológiai Intézet

Budapest, 1993. március

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ	2.
1. CÉLKITŰZÉS	4.
2. AZ ELVÉGZETT MUNKÁK ÖSSZEFOGLALÓ ISMERTETÉSE	9.
2.1. A felszíni vizek vizsgálata	9.
2.1.1. A magyar-csehszlovák közös Duna-szakasz hidrológiai és vízminőségi viszonyainak összefoglaló értékelése	9.
2.1.2. Vízminőségi és tápanyagforgalmi modell fejlesztése és alkalmazása a Duna hazai szakaszára	10.
2.1.3. A Duna és a Szigetköz biológiai anyagforgalmi vizsgálata	10.
2.2. A felszín alatti vizek vizsgálata	13.
2.2.1. Vízminőségváltozási folyamatok a dunai partiszűrésű rendszerekben	13.
2.2.2. A Szigetköz felszínalatti vizeinek vizsgálata	14.
3. ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉS, KÖVETKEZTETÉSEK	18.

ELŐSZÓ

A Magyar Tudományos Akadémia 1992. július 28-án megbízta a VITUKI Hidrológiai Intézetét a Duna és a Szigetköz partiszűrészű vízbázisaival, felszín alatti vízkészletével és biológiai anyagforgalmával kapcsolatos, 1991-ben megkezdett kutatások folytatásával.

A célkitűzés az alábbi volt:

- a dunai partiszűrészre vonatkozó ismeretek összefoglaló értékelése a Rajka-Budapest szakaszon kiegészítő üledékszennyezettségi vizsgálatok elvégzésével,
- a szigetközi kavicsstestben lévő vízkészletre vonatkozó mennyiségi és minőségi ismeretek szintetizáló bemutatása, kiegészítő terepi vizsgálatokkal (in situ anizotrópia mérések, izotóp- és vízkémiai vizsgálatok) mennyiségi és minőségi modellezéssel,
- a Duna és a szigetközi mellékágak biológiai anyagforgalmának elemzése szintetizáló értékelése; kiegészítő jellegű terepi mérésekkel,
- a Duna hazai szakaszára vonatkozó tápanyagforgalmi modell továbbfejlesztése,
- a magyar-csehszlovák Duna-szakasz hidrológiai és vízminőségi viszonyainak összefoglaló értékelése.

A kutatásnak eredetileg nem volt célkitűzése a Bős-nagymarosi vízlépcsővel, ill. a "C" variánszal kapcsolatban kialakult helyzet elemzése, de a Duna 1992. októberi egyoldalú elterelésével kapcsolatban Dr. Vida Gábor akadémikusnak, a Megbízó konzulensének kérésére az 1992. október-novemberben kialakult helyzet vizsgálatát is utólagosan célul tűztük ki.

A partiszűrészű rendszerek vízminőségváltozási folyamatainak vizsgálatát a VITUKI Vízminőségvédelmi Intézete végezte Dr. László Ferenc vezetésével.

A felszín alatti vizekre vonatkozó terepi vizsgálatokat a GWIS Kft. (vez. Deák József), a felszín alatti vízminőségi kép elemzését Deseő Éva, a modellezési munkákat Maginecz János, a Hidrológiai Intézet munkatársai végezték.

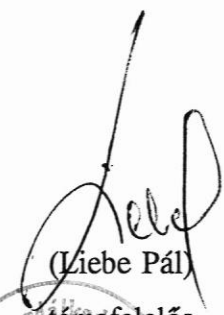
A biológiai és tápanyagforgalmi vizsgálatokat a VITUKI Consult RT. (Dr.Bakonyi Péter és Dr. Szilágyi Ferenc) végezték a szarvasi Haltenyésztési Kutató Intézettel (Dr.Oláh János prog.vez.) együttműködve.

A Duna hidrológiájára és vízminőségére vonatkozó átfogó tanulmányokat Dr.Szekeres János, Dr.Rákóczi László, Dr.Jolánkai Géza és Dr. Hock Béla írták.

A hidrológiai viszonyok értékelésére a "Hidrológiai és medermorfológiai vizsgálatok a Duna felső szakaszán és a szigetközi ágrendszerben" c. MTA/AKA megbízásra készült jelentésünk keretében került sor.

Jelen összefoglaló jelentés az elvégzett munkákat mutatja be áttekintően, az eredmények részletesen a **Függelékekben** találhatóak. A felszíni és felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi viszonyaira vonatkozó meglévő és a jelen kutatás során nyert új ismereteket szintetizáló módon külön tanulmány mutatja be.

Budapest, 1993. március 31.


(Liebe Pál)

témafelelős

a VITUKI Hidrológiai Intézetének

vezetője



1. CÉLKITŰZÉS

A Duna és a Szigetköz partiszűrész vízbazisaival, felszín alatti vízkészletével és biológiai anyagforgalmával kapcsolatos kutatásokat a Magyar Tudományos Akadémia megbízásából 1991. óta végzi a VITUKI "A magyar-csehszlovák közös Duna szakasz és a kapcsolódó térségek megismeréséhez szükséges információk előállítása (II. ütem)" programhoz kapcsolódva. Az 1991. évi vizsgálatokról 1992. februárban részjelentésben számoltunk be. A vizsgálatok folytatására sajnos pénzügyi adminisztratív nehézségek miatt csak 1992. augusztusában került sor.

Az 1992. évi vizsgálatok programja az alábbi volt:

/1/ VÍZMINŐSÉGVÁLTOZÁSI FOLYAMATOK A DUNAI PARTISZŰRÉSŰ RENDSZEREKBE

Célkitűzés:

A legszükségesebb kiegészítő vizsgálatok elvégzése a dunai partiszűrész vízbazisok hatásterületén néhány helyen az üledékszennyezettségre vonatkozóan. A Rajka-Budapest közötti Duna-szakaszon a partiszűrészre vonatkozó ismeretek összefoglaló bemutatása.

Elvégzendő feladatok:

- a/ Kiegészítő üledékszennyezettségi vizsgálatok a dunai partiszűrész vízbazisok hatásterületén az üledékekben felhalmozódó toxikus szerves és szervetlen mikroszennyezők mennyiségi meghatározására.
Vizsgálendő komponensek: nehézfémek, olajok, peszticidek, poliklórozott bifenilek, többgyűrűs aromás szénhidrogének.
- b/ A magyar Duna-szakaszon a partiszűrész során végbemenő vízminőségváltozási folyamatok feltárására végzett korábbi vizsgálatok, kutatások összefoglalása, értékelése.

/2/ A SZIGETKÖZ FELSZÍN ALATTI VÍZKÉSZLETEINEK VIZSGÁLATA

Célkitűzés:

Az előző vizsgálatok eredményeinek felhasználásával és a MÁFI-val történő egyeztetésével a Szigetközi kavicsteraszban lévő vízkészletre vonatkozó mennyiségi és minőségi ismeretek szintézise, a legszükségesebb kiegészítő terepi vizsgálat elvégzése és a felszín alatti vízkészletek értékelése, a jelenlegi víztermelés, védettség és távlati hasznosítás szempontjából, a talajvízszintváltozások vizsgálata.

Elvégzendő feladatok:

- a/ 10 db mintavétel mélyebb termelő kútból vízkémiai és izotópvizsgálat / ^{14}C , $\delta^{18}\text{O}$, ^3H /
- b/ A Szigetköz 3 dimenziós numerikus szivárgáshidraulikai és transzportmodelljének pontosítása.
- c/ A távlati víztermelési feltételek vázlattervi szintű vizsgálata.
- d/ A Szigetköz kavicstestében lévő felszínalatti vízkészletekre vonatkozó ismeretek szintetizáló bemutatása a MÁFI-val közösen a természetes állapotra, a jelenlegi vízkivételekkel és szennyezőforrásokkal terhelt, valamint a távlati hasznosításra vonatkozóan, a talajvízszintváltozások elemzésével.

/3/ VÍZMINŐSÉGI ÉS TÁPANYAGFORGALMI MODELL FEJLESZTÉSE ÉS ALKALMAZÁSA DUNA HAZAI SZAKASZÁN

Célkitűzés:

A korábbiakban kifejlesztett, a Duna magyarországi szakaszára alkalmazható tápanyagforgalmi modell teljesítőképességének részletesebb elemzése. Így pl. kívánatos a mérési adatok hiányosságaiból és esetleges pontatlanságaiból keletkező hiba, a modell-paramétereket terhelő hiba mértékének felderítése és az ebből származó hiba becslése.

Elvégzendő feladatok:

- a/ A korábban kidolgozott tápanyagforgalmi modell érzékenységvizsgálata, a paraméterekre vonatkozó Monte-Carló szimulációs módszer alkalmazásával. Esetleg (amennyiben a meglévő modell alkalmazása reményt ad a mért és számított algabiomassza-koncentrációk kiegyenlítésére) a bemenő (input) adatokra (fényintenzitás, vízhőmérséklet, lebegtetett hordalék-koncentráció, fotoperiódusadatok) vonatkozó inverz probléma (az ún. input identifikáció) modellezése.
- A korábban "kétalgás" modell továbbfejlesztése egy, esetleg több újabb algatípus definiálása és beépítése révén. Ha lehet, megállapítandó a folyamatot pontosabban leíró számításokhoz szükséges algatípusok legkisebb száma.
- Az így módon fejlesztett modellt kalibrálni kell, valamint elvégzendő az érzékenységvizsgálat is.
- b/ Duna hazai szakaszának tápanyagforgalmi modellezésével kapcsolatos ismeretek összefoglalása.

/4/ A DUNA ÉS A SZIGETKÖZ BIOLÓGIAI ANYAGFORGALMI VIZSGÁLATA

Célkitűzés:

A Duna és a szigetközi mellékágak és holtágak szén-, nitrogén-, és foszforforgalma éves és napszakos változásának elemzése meglévő adatok és újabb mérési eredmények felhasználásával. A biológiai anyagforgalmi folyamatok mennyiségi leírása, és adatok szolgáltatása a vízminőségi modellek továbbfejlesztéséhez. A Duna és a Szigetköz biológiai anyagforgalmára meglévő ismeretek szintetizáló értékelése.

Elvégzendő feladatok:

- a/ Biológiai anyagforgalmi vizsgálatok végzése a Dunán, az Ásványi-mellékágakban és egy holtágban az év folyamán egy alkalommal, expedíció jelleggel az aktivitások napszakos változásának kimérésére. A mintavételi helyek szén-, hidrogén- és

foszforforgalmának vizsgálata és mennyiségi leírása.

- b/ Múltbeli adatok felhasználásával a biológiai aktivitás éves léptékű változásának elemzése. Meglévő információk felhasználásával a tartózkodási idő és a vízhozam hatásának becslése a biológiai aktivitásra.
- c/ A Duna és a Szigetköz biológiai anyagforgalmára vonatkozó eddigi ismeretek szintetizáló értékelése.

/5/ A SZIGETKÖZ FELSZÍN ALATTI VÍZKÉSZLETEINEK VIZSGÁLATA
(folyt.)

Célkitűzés:

A /2/ pontban végzett vizsgálatok kiegészítése a pontosabb vízföldtani kép felrajzolása érdekében.

Elvégzendő feladat:

Anizotrópia mérések a MÁFI 2 vízszintészlelő kútcsoportjában (Arak és Tárnokréti) a közepes mélységű kút tartós, nagyhozamú szivattyúzásával és a vízszintváltozás folyamatos regisztrálásával a sekélyebb és a mélyebb kútban. A depresszió mérések alapján anizotrópia tényező számítása.

További 100 db vízminta vétele, trícium $\delta^{18}\text{O}$ év vízkémiai elemzése a tavalyi kutatások kiegészítéseként, elsősorban a két fő áramlási pálya mentén, a Duna fő és mellékágaiban és a Mosoni-Dunában.

A Duna, ill. ismert szennyezőforrás közelében a kavicsig fúrt kutakból vett vízminták kémiai és izotóp (trícium $\delta^{18}\text{O}$ és $\delta^{15}\text{N}$) elemzése.

Vízminőségi modellezés a hidraulikai adatok alapján kijelölt áramlási pályák mentén, elsősorban a nitrogén és a szén-háztartás nyomonkövetése céljából. A talaj és rétegvízben

lejátszódo oxidációs, redukciós folyamatok modellezése a NETPATH modellel a vizek kémiai összetétele alapján.

Az elemzések egy részét és a softvert az U.S. Geological Survey biztosítja.

/6/ A MAGYAR-CSEHSZLOVÁK KÖZÖS DUNA-SZAKASZ HIDROLÓGIAI ÉS VÍZMINŐSÉGI VISZONYAINAK ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉSE

Célkitűzés:

A rendelkezésre álló vízjárási, hordalékmozgási és vízminőségi adatok összefoglaló értékelő bemutatása, a nemzetközi vizsgálatok alapadatainak biztosítása.

Elvégzendő feladatok:

A magyar-csehszlovák Duna-szakaszra vonatkozó adattári és szakirodalmi anyagok aktuális, részletes katalógusának összeállítása, s erre alapozva a vízjárásra, hordalékmozgásra, vízminőségre vonatkozó összefoglaló értékelő anyag összeállítása különös tekintettel az árvízvédelem, hajózás és a partiszűrős vízbázisok folyóoldali táplálásának kérdéseire, figyelembe véve az 1991-92. évi AKA kutatások eredményeit is.

A kutatások eredményeit részletesen **Függelékekben** ismertetjük. Az összefoglaló jelentésben a munkákat a munkaprogramok sorrendjében tárgyaljuk, s utalunk a megfelelő Függelékre. A Függelékek sorszámozása a hidrológiai kapcsolatok logikájának megfelelően a felszíni víztől a felszín alatti felé haladva a munkaprogramtól eltér:

1.Függelék

A magyar-csehszlovák Duna-szakasz vízminőségi viszonyainak értékelése

2.Függelék

Vízminőségi és tápanyagforgalmi modell fejlesztése és alkalmazása a Duna hazai szakaszára

3.Függelék

A Duna és a Szigetköz biológiai anyagforgalmának vizsgálata, értékelése

4.Függelék

Vízminőségváltozási folyamatok a dunai partiszűrészű rendszerekben

5.Függelék

Vízkémiiai és természetes izotóp vizsgálatok a Szigetközben

6.Függelék

A Szigetköz felszín alatti vizeinek modellezése

2. AZ ELVÉGZETT MUNKÁK ÖSSZEFOGLALÓ ISMERTETÉSE

2.1. A felszíni vizek vizsgálata

2.1.1. A magyar-csehszlovák közös Duna-szakasz hidrológiai és vízminőségi viszonyainak összefoglaló értékelése

Jelen megbízás keretében új vizsgálatokat nem terveztünk, de a megbízás 6. munkatervi pontjában előirányoztunk egy, a felszíni vizek hidrológiájára és vízminőségére vonatkozó összefoglaló anyag készítését. A hidrológiai viszonyokat nagyrészt a "Hidrológiai és medermorfológiai vizsgálatok a Duna felső szakaszán és a szigetközi ágrendszerben" c. MTA/AKA megbízásunk keretében foglaltuk össze. A vízminőségi viszonyokat a közös magyar-szlovák Duna-szakaszra vonatkozóan az **1. Függelékben** mutatjuk be.

A tanulmány leglényegesebb megállapítása, hogy a Duna felső szakaszán a víz minősége a N, P, olaj, PCB, szaprobitás, klorofill, koliform baktérium alapján IV-V. osztályú, eutróf jellege miatt tározása nem ajánlatos.

Folyamatban van egy, a felszíni és felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi viszonyait a korábbi és az 1991-1992. évi kutatók eredményeit szintetizálva, összefoglalóan bemutató tanulmány összeállítása.

2.1.2. vízminőségi és tápanyagforgalmi modell fejlesztése és alkalmazása a Duna hazai szakaszára

A munkaprogram 3. pontjában szereplő munka célja az MTA AKA téma keretében 1991-ben kifejlesztett, a Duna hazai szakaszára vonatkozó tápanyagforgalmi modell továbbfejlesztése volt. A korábban kifejlesztett "két algás" modellel történt vizsgálatok azt mutatták, hogy annak továbbfejlesztése szükséges, legalább 4 algatípus figyelembevételével. A továbbfejlesztett "négy algás" modell a bemenő adatok megváltozására általában kissé érzékenyebb, mint az előző, s érzékenysége különösen a fényintenzitás vonatkozásában nagyobb.

A "két algás" és a "négy algás" modellek egyaránt alkalmazhatónak mutatkoznak, a továbbfejlesztésük mégis indokolt. A továbbfejlesztést indokolja, hogy a Duna felső szakaszán a Dunacsunyi-tározó belépésével és annak hatásaival számolni kell, ami az egész magyarországi Duna-szakaszra hatással lehet az eutrofizálódási folyamatra gyakorolt hatásain keresztül.

A VITUKI Consult RT. jelentését részletesen a **2. Függelékben** adtuk meg.

2.1.3. A Duna és a Szigetköz biológiai anyagforgalmi vizsgálata

A munkaprogram 4. pontjában szereplő feladatok az alábbiak szerint teljesültek.

a/ Helyszíni vizsgálatok

1992-ben - az 1989-ben megkezdődött biológiai anyagforgalmi vizsgálatok folytatásaként - a három mintaterületen elvégeztük az intenzitás napszakos változásának mérését. (Duna-főág, ásványi mellékág, Cikola-szigeti holtág). A biológiai anyagforgalmi vizsgálatok az alábbi aktivitások mérésére terjedtek ki:

- szénforgalmi mérések (elsődleges termelés, bakteriális produkció),

- nitrogénforgalmi mérések (nitrifikáció, ammónifikáció, nitrogénkötés, denitrifikáció, plankton nitrogénfelvétel),
- foszforforgalmi mérések (plankton foszfátfelvétele, üledék foszfor ad/deszorpciója).

A biológiai anyagforgalmi vizsgálatokkal egyidőben az alábbi mérésekre is sor került:

- Helyszíni mérések (fény, oldott O_2 , víz hőfok)
- Vízkémiai vizsgálatok (pH , vezetőképesség, PO_4 -P, összes P, NH_4 -N, NO_2 -N, NO_3 -N, Kjeldahl-N, KOI_{sMn} , a-klorofill, lebegőanyag, CO_3^{2-} , HCO_3 összes szerves szén)
- Fitoplankton összetétel és biomassza;
- Zooplankton összetétel és biomassza;
- Üledékkémiai mérések a holtágakban és mellékágakban (összes P, N, C, szárazanyag tartalom).

Az 1992. évi méréseket szeptemberben végeztük, amikor a Dunára a tartósan kisvízi állapot volt jellemző. Az alacsony vízszint miatt a Cikola-szigeti holtágban alig volt víz, és az ásványi mellékágban 3-3,5 m közötti volt a legnagyobb vízmélység.

b/ A biológiai aktivitás éves léptékű változásának elemzése

Az 1989-92. évi vizsgálatok eredményeit értékelve megállapítottuk, hogy a Duna, a szigetközi mellékágak és a holtágak vízminőségi viszonyait alapvetően az alábbi tényezők határozzák meg:

- a vízhozam és az ettől függő tartózkodási idő,
- meteorológiai körülmények (vízhőmérséklet, fény),
- tápanyagellátottság.

A főág a mellékágak és a holtágak vízminősége közötti különbség jelentős és a vízhozam által befolyásolt lefűződés időtartalmával arányosan nő. A vízminőségi különbség abban nyilvánul meg, hogy a csökkenő áramlási sebességgel a kiülepedés nő, a vízalatti fényviszonyok javulnak, ami kedvez az autochton szervesanyag képződésének. Az algásodás fokozódik, ennek következtében csökken a víz szervesanyag készlete. Elegendő tartózkodási idő

esetén a felvehető nitrogén el is fogyhat, ami a nitrogénkötő szervezetek (kék algák) tömeges elszaporodásához is vezethet.

A fitoplankton-vizsgálatok eredményei arra utalnak, hogy a vízkémiai környezet megváltozását a biomasza növekedése kíséri összefüggésben a javuló vízalatti fényviszonyokkal és a vízhőmérséklettel.

A szénforgalmi vizsgálatok eredményei szerint az elsődleges termelés a vízhozam, az átlátszóság és a fényviszonyok függvényében 1-2 nagyságrenddel is változott. Hasonló megállapítás tehető a nitrogén, s az ezzel szoros összefüggést nem mutató foszforforgalomra is.

c/ A Duna és a Szigetköz biológiai adatforgalmára vonatkozó eddigi ismeretek szintetizáló értékelése

Az 1989-92. évi vizsgálatokat összefoglaló tanulmány általában foglalkozik az árterés parti tájék szerepével a szervesanyag-termelésben és a tápanyag-forgalomban, összefoglalja a folyóvízi ökoszisztéma szén és nitrogén anyagcseréjére vonatkozó általános ismereteket, valamint foglalkozik a folyóvízi gátak szerepével az anyagáramlásban.

Az 1989-92. évben végzett vizsgálatokkal kapcsolatban jellemzi a mérési időszakok hidrológiai és vízkémiai körülményeit, összefoglalja a fitoplankton vizsgálatok eredményeit.

Kiemelten foglalkozik a Duna, a mellékágak és a holtágak szén-, nitrogén- és foszforforgalmával.

A C variánssal kapcsolatban kialakult körülmények között feltétlenül tovább vizsgálandó a parti erdős-mocsaras zóna szerepének csökkenésével, a vízhozam jelentős részének mesterséges csatornába szorításával kapcsolatban várható öntisztuló képesség-csökkenés mértéke.

A VITUKI Consult RT jelentését részletesen a **3. Függelék** tartalmazza.

2.2. A felszín alatti vizek vizsgálata

2.2.1. Vízminőségváltozási folyamatok a dunai partiszűrős rendszerekben

A vonatkozó feladatokat a munkaprogram 1. pontja tartalmazta.

a/ Kiegészítő üledékszennyezettségi vizsgálatok

A Duna Rajka-Szob közötti szakaszán 7 szelvényben (Rajka, Nagybajcs, Komárom, Tát, Esztergom, Primás-sziget és Dunaág, Szob) a partiél mentén a mederanyag felső 5 cm-es rétegéből mintákat vettek és nehézfémekre, nyomelemekre olajra, aromás szénhidrogénekre és poliklórozott bifenilekre vizsgálták meg. Az olaj kivételével a megengedhető határérték alatti koncentrációkat találtak (egy helyen a többgyűrűs aromás szénhidrogéneknek összes mennyisége is meghaladta a megengedhető határértékeket).

b/ A magyar Duna-szakaszon a partiszűrés során végbemenő vízminőségváltozási folyamatok feltárására végzett korábbi vizsgálatok összefoglaló értékelése

A Duna Rajka-Szob közötti szakaszán a partiszűrős vízbázisok (Nagybajcs-szögyei, Komárom-koppánymonostori, nyergesujfalui, táti, Esztergom-Primás-szigeti és szentkirályi, szobi) vízminőségi vizsgálatainak összefoglaló értékelését külön tanulmány adja meg. Eszerint a Duna vízminősége és üledék-szennyezettsége jelenleg nem veszélyezteti a partiszűrős vízbázisokat, de vas-mangán beoldódás jelenleg is végbemegy. A szennyezések egy része háttéroidalról ered.

A tanulmány részletesen foglalkozik a vízminőségváltozások modellezése terén elért eredményekkel.

Az a/ és b/ munkarészben foglaltak részletesen a **4. Függelékben** találhatóak.

2.2.2. A Szigetköz felszínalatti vizeinek vizsgálata

Ebben a fejezetben a munkaprogram szerinti 2. és 5., szakmailag azonos tartalmú, feladatról számolunk be.

a/ Terepi vizsgálatok

Az **anizotrópia tényező** in situ mérése érdekében meglévő 100 m körüli mélységű termelő kutak közelében, azoktól néhány m-re 4 db talajvízszint észlelő kutat fúrtunk. (Mosonmagyaróvári, dunakiliti és darnózseli vízművek mellett, mivel a MÁFI kútjai nem bizonyultak megfelelőnek a vizsgálatra). A 100 m körüli mélységű vízmű kutakat több napon keresztül folyamatosan termeltettük, maximális hozammal és közben mértük a létrejött depressziót a környező kutakban, és az ujonnan fúrt talajvízészlelő kutakban. A mért adatok pontos kiértékelését zavarja, hogy éppen a vizsgálat idején ugrásszerűen megemelkedett a Duna vízszintje. Az adatok kiértékelése során a Mosonmagyaróvár mellett $\lambda = 10$ értékeket számoltunk, ami egyezik a modellezésnél felvett adatokkal. (5. Függelék)

1992-ben tovább folytattuk a Szigetköz és környezete felszíni és felszín alatti vizeinek $\delta^{18}\text{O}$, trícium és vízkémiai feltárását az 1991. évi vizsgálatok kiegészítéseként.

A téma keretében 100 ponton vettünk vízmintát. Ennek során 35 db rétegvíz (15 m-nél mélyebb), 55 db talajvíz és 10 db felszíni vízmintát vettünk. A talajvízminták egy részét monitoring rendszer kútjaiból vettük, tisztító szivattyúzás után. Mivel felmerült, hogy a vizek minősége szezonális változást mutat, kijelöltünk 5 db talajvíz és 2 db rétegvízkutát, valamint 3 felszíni vízmintavételi helyet, ahonnan kéthavi gyakorisággal vett vízminták kémiai és természetes izotóp összetételének időbeli változását vizsgáltuk. (Ez évben októberben és decemberben, a mintavételek folytatása szükséges lenne a következő évben is.)

A $\delta^{18}\text{O}$ vizsgálatok azt mutatták, hogy a Szigetköz kavicsos-homokos negyedkori rétegeiben a dunai eredetű víz részaránya 70-100 %, s a dunai eredetű víz a Szigetköztől D-re kisebb arányban még kimutatható!

A trícium vizsgálatok a talajvízben átlagosan 300 m/év, 80 m mélységben 400 m/év, 150 m mélységben 250 m/év áramlási sebességet mutattak. A Mosoni-Duna talajvízből táplálását a Mecsér feletti szakaszon bizonyították a tríciumvizsgálatok.

A szigetközi kavicsrétegbe esetleg feláramló idős (több tízezer éves) pannon rétegvíz arányának meghatározása érdekében 10 db mélyebb kútból vett vízminta ^{14}C elemzését, illetve vízkor meghatározását végeztük el. A MÁFI araki figyelőkútjaiban több mint egy napos tisztító szivattyúzás után vettünk mintát. A mélyebb kútban, amely közvetlenül a pannóniai rétegek feletti kavicsot csapolja meg, mintegy 20 %-nyi feláramló pannon rétegvíz számítható a ^{14}C elemzés alapján.

A **nitrogénszennyeződés** talajvízben történő terjedésének vizsgálata céljából 3 munkaterületet jelöltünk ki, ahol a korábbi adatok alapján lokális nitrogén szennyeződésre lehetett következtetni. (Dunaszeg-Gyulamajor, Rajka-TSz. marhatelep, Mosonmagyaróvári Vízmű Fekete-erdei telepe mellett üzemelő libatelep.) A szennyező források hatásának vizsgálatára területenként 2-4 talajvízfeltáró fúrást készítettünk, a szennyezőforrásoktól áramlási irányban. A fúrásokból vett vízminták kémiai elemzési adatai azt mutatják, hogy még ilyen kompenzált nitrogénszennyeződés sem mutatható ki a talajvízben 100-200 m távolságban. Ennek okai (denitrifikáció, hígulás, vagy mélybeáramlás) a Szigetközben folyó USA-magyar tudományos együttműködés keretében, az MTA jelen megbízásával kooperálva vizsgáljuk stabil nitrogénizotóp-arány ($\delta^{15}\text{N}$) és laboratóriumi denitrifikációs kapacitásmérések felhasználásával.

A $\delta^{15}\text{N}$ izotóp-vizsgálatok azt mutatták, hogy a nitrogén-szennyezés emberi és állati eredetű, kommunális szennyezésből és állattartó telepekről származik.

Az 1991-92. évi és a korábbi vízminőségi adatok felhasználásával jellemeztük a sekély (< 15-20 m) és a mélyebb (> 15-20 m) mélységben található kavicsos összletekben lévő felszín alatti víz minőségét. A sekély zónában lokálisan magas vas, mangán, ammónia és nitrát értékeket mértek, a mélyebb zóna vizeinek minősége - egyes területek vas-, mangántartalmától eltekintve - jó. A monitoring rendszer mélyebb kútjaiból vett minták irreális értékeket adtak.

b/ Modell-vizsgálatok

Továbbfejlesztettük a Szigetköz háromdimenziós szivárgáshidraulikai modelljét (amelynek eddigi fejlesztése az 1991. évi MTA AKA-megbízás keretében történt) az alábbiakkal: (6. Függelék)

- a modellezett területet nyugati irányban kiterjesztettük a Fertő-tóig, ill. a határon túli területekre is, a Dunához közeli területeken pedig az újabb földtani ismeretek birtokában a korábbinál pontosabb modell kialakítására nyílt lehetőség,
- a modellt 1993-ban továbbfejlesztettük oly módon, hogy a felszíni vízfolyásokon kívül (a Duna főmedre, a Mosoni-Duna, a Rábca, a Hansági-főcsatorna, a Lajta) beépítettük a Duna mellékágait is, mint a talajvízhelyzetet jelentősen befolyásoló tényezőt,
- felhasználva a MÁFI legújabb kutatási eredményeit vizsgáltuk a talajvízszint-változásokat a Duna vízjárása, a jelenlegi, a potenciális vízkivételek függvényében, vizsgáltuk a talajvíz által nedvesített fedőréteg területi elterjedését és változását a Duna elterelése után. A tenyészedőszakban kb. 500 km² területen nedvesíti a fedőréteget alulról a talajvíz, ami az alacsonyabb dunavízállású időben 85 km²-rel csökken. Az 50-600 m³/s közötti, lecsökkent dunai vízhozamoknál a nedvesített terület csak 240-345 km² közötti.
- nempermanens vizsgálatokkal hitelesítettük a modellt az 1-2 hónapnál kisebb tartósságú dunavízállások mellett. A nempermanens vizsgálatok szerint a 3 hónapos tartósságú dunai vízállásváltozásoknál áll be a talajvíz-domborzatban új egyensúlyi helyzet.

A felszín alatti áramlási pályák mentén lejátszódó vízkémiai változásokat az US Geological Survey által kifejlesztett NETPATH modellel vizsgáltuk. Ez a geokémiai tömegegyensúlyon alapuló modell - amely izotóparány változásokat is figyelembe vesz - alkalmas a felszín alatt lejátszódó hidro-geokémiai folyamatok szimulálására. Használatához szükséges a rétegek

mikro- és makro-mineralógiai összetételének ismerete. Ez a Szigetközben sajnos csak kevés adattal áll rendelkezésre. A NETPATH-modell adaptálása és az első néhány futtatás a Szigetköz felszínalatti vizeinek hidro-geokémiai vizsgálatára kijelölt áramlási pályák mentén megtörtént, de értékelhető eredmények nem születtek. A Kinzelbach-Schafer féle 1-D modellel megkezdett tanulmányok a redox-folyamatokra vonatkozóan kedvező eredményeket ígérnek (5. Függelék).

c/ A távlati víztermelési feltételek vázlattevi szintű vizsgálata

Az 1991. évi AKA-kutatás keretében előzetesen meghatározott 1 millió m³/d távlati kitermelhető készlettel kapcsolatosan további, konkrétabb vizsgálatokat végeztünk annak meghatározása érdekében, hogy a tervezett kutakat a Dunától, illetve a hullámtértől milyen távolságban kellene telepíteni. A kútkiosztásnál vettük, hogy a kutak depressziója a hullámtéren, illetve a szigetközi mellékág-rendszerben természetvédelmi szempontból nem okozhat jelentős (0,5 m-t meghaladó) depressziót, valamint figyelembe vettük a települések és szennyezőforrások elhelyezkedését is. A depressziók a Szigetköz nagy részén meghaladnák az 1 m-t, ami nem engedhető meg, ezért reálisan kitermelhető készlet inkább 500 e m³/d-hez áll közelebb. A kutak ésszerűbb - ahol lehet a Dunához közelebb történő - kiosztásával ez a károkozás nélkül kitermelhető vízkészlet csekély mértékben növelhető, de ehhez még további vizsgálatokra van szükség. Amennyiben a Duna közelében 0,5 m-nél nagyobb depressziót nem létesítünk, akkor lényegében nem a Szigetközben D-felé eláramló készletet hasznosítanánk, hanem a Dunában előidézett többletbeszivárgást. Az említett elszívógó készlet csak a Szigetköz Mosoni Dunához közeleső részén telepített mélyebb kutakkal lenne hasznosítható, erre vonatkozóan modell-vizsgálatot nem végeztünk.

Jelenleg a hasznosított készlet nem éri el a 100 e m³/d mértéket.

d/ A Szigetköz kavicsstében lévő felszín alatti vízkészletekre vonatkozó ismeretek szintetizáló bemutatása

A meglévő ismereteket, a jelen kutatás keretében elért új eredményeket és a MÁFI újabb vizsgálati adatait felhasználva, a MÁFI-val közösen folyamatban van a szigetközi kavicsstében lévő vízkészlet természetes, s a jelenlegi vízkészletekkel és szennyezőforrásokkal terhelt állapotát bemutató anyag összeállítása, különös tekintettel a talajvízszint helyzetére, a Duna vízjárásával való kapcsolatára.

3. ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉS, KÖVETKEZTETÉSEK

Az 1992. évi MTA/AKA keretből végzett vizsgálatok jól kiegészítették az 1991. éveket, s több területen módot adtak a kutatások adott szinten történő lezárására.

A Duna felső szakaszára vonatkozó összefoglaló értékelés szerint a Duna felső szakaszán a vízminőség a növényi tápanyagokat és a bakteriológiai állapotot tekintve nem megfelelő, tározása nem ajánlatos. A kifejlesztett tápanyagforgalmi modellek alkalmazása azt mutatta, hogy kisebb további fejlesztéssel alkalmasak lesznek az eutrofizálódási folyamat előrejelzésére.

A Duna szigetközi szakaszának főágában és a mellékágakban végzett biológiai anyagforgalmi vizsgálatok is rámutattak az algásodás veszélyére a javuló vízalatti fényviszonyok és a víz hőmérséklet függvényében. A folyót kísérő erdős-mocsaras zóna szerepének csökkenésével csökkenhet a folyó öntisztuló képessége.

A partiszűrészű vízbázisokkal kapcsolatban végzett mederüledék-szennyezettségi vizsgálatok az olaj kivételével nem mutattak toxikus értéket, a redukzív környezetben végbemenő vas-, mangán beoldódás viszont megfigyelhető.

A negyedkori kavicsos-homokos víztartóban elhelyezkedő nagytömegű és jó utánpótlódású vízkincsre vonatkozó vizsgálatok azt mutatták, hogy

- az anizotrópia tényező nagyobb a korábban ismertnél, ezért a vertikális szennyeződésterjedés lehetősége korlátozottabb,
- a tríciumvizsgálatok szerint a 80 m körüli mélységben áramlik leggyorsabban (400 m/év sebességgel) a víz,
- a $\delta^{18}\text{O}$ izotópvizsgálatok szerint a szigetközi kavicsostest dunai eredetű vízzel át van öblítve, a dunai eredetű víz a Mosoni-Dunán túl kisebb arányban még kimutatható,
- a ^{14}C vizsgálatok szerint a pannon felelő kisebb arányban idős víz keveredik a kavicsos övezet vizébe,
- a nitrátszennyezés vizsgálata szerint a szennyezések lokálisak, a $\delta^{15}\text{N}$ izotópvizsgálatok azt mutatták, hogy főleg emberi és állati eredetűek,
- a szigetközi kavicsostest vízminősége általában jó, a nitrátszennyezések lokálisak, a keleti területen redukív folyamatok miatt a vas, mangán, ammónia-koncentráció magasabb,
- a szigetközi kavicsos övezetre kialakított numerikus számítógépi modell az előbbiekkal összhangban álló eredményeket adott és kisebb pontosításokkal alkalmas a Duna elterelése, valamint a tervezett vízkivételek hatásának vizsgálatára; a felszínalatti vízminőség modellezése kezdeti stádiumban van,
- a kitermelhető készlet az eddigi vázlatos vizsgálatok alapján 0,5-1,0 millió m^3/d között van, inkább az alsó értékhez áll közelebb.


A kutatás során az eddig elért eredmények adott szinten történő összegzésére törekedtünk a szerződésnek megfelelően. Ez nem jelenti azt, hogy további kutatásokra nincs szükség. A továbbiakban az alábbi területeken kell - a Duna elterelésének hatásait is figyelembe véve - a vizsgálatokat folytatni:

- A felszíni vízminőség és biológiai anyagforgalom megfigyelése a tározóban és az esetleg mesterségesen pótolta vízű ágrendszerben, az eddigi eredmények, következtetések és kifejlesztett modellek alkalmazása az új helyzetben,

- a partiszűrési feltételek alakulása a Duna szigetközi szakaszán a főágban és a mellékágrendszerben a lecsökkent dunai vízhozam és a mesterséges vízpótlás feltételei között, különös tekintettel a mederüledékre,
- a hullámtéri beszivárgás részletesebb mennyiségi és minőségi vizsgálata a mesterséges vízpótlás viszonyai között (eddig a MÁFI végzett fontos vizsgálatokat),
- a Szigetköz alatt szivárgó vízmennyiség megcsapolási körülményeire (Mosoni-Duna, Hanság) vonatkozó vizsgálatok befejezése,
- a Ny-i határmenti peremfeltételek megváltozása a dunacsunyi tározás következtében.

A felszíni vízminőségre és a felszínalatti vizekre vonatkozó kutatásokat a felszíni hidrológiai és medermorfológiai vizsgálatokkal összehangolva kell folytatni.

Budapest, 1993. március 31.



(Liebe Pál)

témafelelős

a VITUKI Hidrológiai Intézetének
vezetője