

# KOMPLEX MONITOROZÓ RENDSZER ÉS ADATBÁZIS KIDOLGOZÁSA KÜLÖNBÖZŐ KÖRNYEZETTERHELÉSŰ KISVÍZFOLYÁSOKON AZ EU VKI AJÁNLÁSAINAK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

című K+F projekt 2. részjelentése

A pályázat nyilvántartási száma: KMFP 00079/2003

Kedvezményezett szervezetek:



SZENT ISTVÁN EGYETEM  
KÉMIA ÉS BIOKÉMIA TANSZÉK  
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.  
Telefon: (36) 28 522 073 Fax: (36) 28 410 804



Szerződés száma: OMF0309/2204  
BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS  
GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
VÍZI KÖZMŰ ÉS KÖRNYEZETMÉRNÖKI TANSZÉK  
H-1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3-5.  
Telefon: (361) 463 1530 Fax: (361) 463 3753



Szerződés száma: OMF0310/2004  
VÍZGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS KUTATÓINTÉZET KHT.  
H-1095 Budapest, Kvassay Jenő út 1.  
Telefon: (361) 215 61 40 Fax: (361) 216 15 14

Szerződés száma: OMF0311/2004

## II. munkaszakasz

Beszámolási időszak: 2004.09.05. – 2005.09.05.

Témavezető: Dr. Heltai György

A projekt honlapjának címe: [www.ragacs.szie.hu](http://www.ragacs.szie.hu)

Budapest, 2005. szeptember 5.



# VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

## 1 A PROJEKT CÉLJA

E munka az Oktatási Minisztérium „Környezetvédelmi műszaki fejlesztési alprogram” című programjának 5. fejezetéhez kapcsolódik, mely a környezet állapotának megismerésére és a környezetbiztonság fokozására irányuló kutatás-fejlesztési tevékenységekről szól. E fejezet egyik programpontja a „Komplex mérő-, megfigyelő- és információs rendszerek EU-konform továbbfejlesztése” melyhez kapcsolódóan elnyertük a „Komplex monitorozó rendszer és adatbázis kidolgozása különböző környezetterhelésű kisvízfolyásokon az EU Víz Keretirányelv ajánlásainak figyelembe vételével” projektet. A projekt a „**RAGACS Projekt**” nevet kapta a mintaterületeinek nevéből képzett mozaikszóval (RÁkos, GAAlga, CSórrét).

A projekt célja módszertan kidolgozása a VKI követelményeinek megfelelően kialakított hazai vízminőség-védelmi mérőhálózat legfontosabb elemeire. E módszertan nélkülözhetetlen az EU által előírt és elfogadott monitorozó rendszer gyors felállításához és költségkímélő üzemeltetéséhez. Az alábbi fontos kérdésekre kívánunk választ adni:

- Hogyan lehet meghatározni a víztestek jellemző állapotát (ökológiait és kémiaiit), ehhez mit, hol, mikor, és hogyan kell mérnünk.
- Hogyan lehet költségkímélő módon megtervezni kisvízfolyásokon a háromszintű monitorozó rendszert? Vagyis hogyan lehet a legkevesebb költséggel a legkisebb információ veszteséget elérni?
- Milyen általános következtetések vonhatók le az országos monitorozás kidolgozására vonatkozóan (kb. 1100 folyó víztestünk lesz)?

## 2 RÉSZTVEVŐK

A munkát háromtagú konzorcium végzi. A konzorcium koordinátora a Szent István Egyetem Kémia és Biokémia Tanszéke (SZIE KBT), másik két tagja a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszéke (BME VKKT), valamint a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Kht (VITUKI). A projekt három mintaterülete a Rákos-patak, a Galga-patak, és a Nagy-patak vízrendszere a Csórréti-tározóval. Az első egy pontszerű és nem-pontszerű szennyezőanyagokkal erősen terhelt vízfolyás, melyen jelentős hidromorfológiai változások is történtek. A második vízfolyásra a diffúz terhelések jellemzőek, miközben medrének hidromorfológiai jellemzői is változtak az idők során. A harmadik vízfolyás szennyeződésektől mentes, de tározó létesült rajta. A vízfolyások tipológiája is eltérő.

A projektet irányító testület vezeti, melynek elnöke a projekt igazgatója, Dr. Heltai György, a SZIE KBT tanszékvezető egyetemi tanára, munkáját segíti a projekt menedzsere Kruppiné Dr. Fekete Ilona tanszéki mérnök. A projektet irányító testület három tagból áll, tagjai a vezetőn kívül Dr. Szilágyi Ferenc, a BME VKKT egyetemi docense és Dr. László Ferenc, a VITUKI Kht osztályvezetője. Az irányító testület felelős a projekt előmeneteléért, a vállalt feladatok határidőre történő elvégzéséért és a dokumentálás

minőségéért. A szükséges mérések elvégzése a SZIE és a VITUKI Kht. laboratóriumában történik. Az adatokat az értékelő csoport dolgozza fel, melynek tagjai a következők:

- SZIE KBT: Kruppiné Dr. Fekete Ilona tanársegéd, Szlepák Emőke és Halász Gábor doktoranduszok.
- BME VKKT: Dr. Licskó István egyetemi docens, László Balázs és Osztóics András doktoranduszok. A mátrai mintaterület mérési programjában és az eredmények értékelésében részt vett Szilágyi Eszter, a BME végzős környezetmérnök hallgatója.
- VITUKI: Dr. Csányi Béla osztályvezető, Dr. Juvancz Zoltán tudományos tanácsadó és Zagyva Andrea tudományos munkatárs.

A hidrológiai és hidromorfológiai vizsgálatok eredményeit Dr. Nováky Béla, a SZIE Környezetgazdálkodási Intézete Tájökológia Tanszékének egyetemi docense értékelte. A biológiai vizsgálatokba bevont szakértők: Németh József (fitoplankton és bevonatalgák), Dr. Kovács Béla (halfauna), Dr. Tóth Albert (makrofita). Az adatok statisztikai értékelését Szilágyi Eszter és László Balázs végezte. Az eredmények és adatok térinformatikai megjelenítéséről és a projekt honlapjának elkészítéséről és fenntartásáról alvállalkozóként a SZIE által megbízott térinformatikai szakértők, Kristóf Dániel és Magyar Julianna, gondoskodtak. A témajelentést saját fekejezet megírásával, és a szakértők anyagainak felhasználásával Dr. Szilágyi Ferenc állította össze.

### **3 ELVÉGZETT MUNKA**

Az általunk elvégzett munka egyedülálló a maga nemében. Sem hazánkban, sem az EU más országaiban tudomásunk szerint nem született a VKI szerinti monitorozás megvalósíthatóságának elemzését ilyen mélységben célzó eredmény. E részjelentés a munka első és második szakaszának egységes szerkezetbe foglalt eredményeit tartalmazza. A feltáró monitorozás az adatgyűjtés időszaka, az eredmények értékelése befejeződött. A részjelentésben bemutatjuk az eddigi adatainkat (CD melléklet), és azokat a VKI szerint értékeljük. A rendkívül részletes monitorozás azt a célt szolgálta, hogy a statisztikai értékelés során legyen lehetőség a minimálisan szükséges mintaszám és gyakoriság megállapítására úgy, hogy minden komponenshez megbízhatósági intervallum is hozzárendelhető legyen. A statisztikai elemzéseket elvégeztük, ennek eredményeit e jelentésben bemutatjuk. A munkatervünk szerinti feladatainkat e 2. munkafázisra elvégeztük.

A projekt jelentésének terjedelme nagy, ennek fő oka, hogy benne két részidőszak eredményeit ismertettük egységes szerkezetbe foglalva. A nagy terjedelem másik oka az, hogy négy mélységben mutatjuk be az eredményeket az olvasó idejétől és kitartásától függően. A jelentéshez bő vezetői összefoglaló tartozik elsősorban a döntéshozók számára, melyben tömören összefoglaljuk a fontosabb eredményeket, ez az első szint. A főjelentés tartalmazza részleteiben a fontosabb elemzések eredményeit, ez a második szint. A Mellékletekben (harmadik szint) találjuk a még részletesebb elemzéseket és háttér-információt. Végül a negyedik szint a 3. Mellékletben található CD, amely GIS rendszerben, lekérdezhető formában, tartalmazza a projekt művelése kapcsán mért adatokat. Ez a felépítés teszi lehetővé a projekttel kapcsolatos igények minél széleskörűbb kielégítését. Az alábbiakban a projekt művelése során befejezett feladatrészeket ismertetjük:

- Feltártuk a rendelkezésre álló információt a patakokra vonatkozóan. Ennek az a célja, hogy bemutatható legyen, milyen megtakarítások érhetők el a víztestek esetében a meglévő adatok felhasználásával.
- Kérdőívet küldtük ki a patak menti önkormányzatoknak a vonatkozó információk begyűjtése érdekében (szennyező források, hidromorfológiai beavatkozások, stb.). A kérdőívekre több önkormányzat válaszolt és értékes információval szolgált.
- Jellemeztük a modell vízfolyásainkat morfológia, éghajlat, geológia, hidrogeológia, vízrajz szerint.
- A VKI-nak megfelelően meghatároztuk a vízfolyásokon a víztest típusokat, kijelöltük a víztesteket, és megállapítottuk a referencia és a jó állapotukat szakértői becslés figyelembe vételével. Meghatároztuk a kockázatos víztesteket a három vízfolyáson, és becsültük azok ökológiai potenciálját.
- Értékeljük az emberi hatásokat a vízgyűjtőkön hidromorfológiai és terhelési szempontok alapján. Két alkalommal a Rákos-patakon csapadék eseményhez kapcsolódóan nagy gyakoriságú időbeni méréseket és mintavételezést végeztünk a zápor események hatásának vizsgálatára.
- Befejeztük a feltáró monitorozást mindhárom víztesten. A hagyományos vízkémiai mérések céljára összesen 56 rendszeres mintavételi pontot jelöltünk ki, ahol havi gyakorisággal végeztünk méréseket egy éves időtartamban. Hasonló gyakorisággal és időintervallumban történtek a nehézfém mérések is. A veszélyes anyagokat mindegyik víztesten egyszer mértük az üledékben és a vízben.
- Az EU-s keretirányelvek alapján megterveztük a hidrológiai észleléseket, amely kiterjedt a mérőhelyek kiválasztására, a mérések gyakoriságára, a mérésekbe bevont hidrológiai elemek megnevezésére (csapadék, vízhozam, stb.). A méréseket elvégeztük és értékeltük az eredményeket.
- A biológiai vizsgálatok során a VKI által előírt öt élőlény együttes részletes felmérésére vizsgálatokat végeztünk a vizek mentén. A fitoplankton mintavételek havi rendszerességgel történtek a rendszeres mintavételi pontjainkon. A minták feldolgozása nagyjából megtörtént, de egyes sorozatok esetében a taxonómiai munka és az eredmények értékelése még folyamatban van. A makroszkópikus gerinctelen fauna és a makrofita felmérésre negyedévente került sor, a minták feldolgozása és értékelése megtörtént. A halfauna felmérése a szerződés szerinti egy alkalommal megtörtént. Elvégeztük az élőbevonat mintavételeket is a szerződés szerinti gyakorisággal. A mintavételek során tartósított minták feldolgozása és az eredmények értékelése nagyjából megtörtént, de egyes sorozatok feldolgozása jelenleg még folyamatban van.
- A mérőhálózatot és a komponenseket úgy terveztük meg, hogy az alkalmas legyen a tér- és időbeni változékonyság (hidromorfológia, vízminőség és élőlény mintázat) becslésére. Annak érdekében, hogy a feltárás ennek megfelelően, a Rákos- és a Galga-patakon egy alkalommal, a Nagy-patak vízrendszerén két alkalommal sor került expedíció jellegű mérősorozat elvégzésére, melynek eredményei a tér- és időbeni változékonyság felmérését statisztikailag is alátámaszthatják.
- Elemeztük a vízminőség nagy gyakoriságú időbeni változását analóg vízteren a minimálisan szükséges időbeni gyakoriság megállapítása céljából.
- A teszt vízgyűjtőkön levő szennyvíztelepek napi önellenőrzési adatsorához nem jutottunk hozzá, ezért a szennyezőanyag emissziók monitoringjának megtervezését analóg szennyvíztelep adatsorának elemzésével végeztük el. A vízminőségi és vízhozam adatok, valamint a havi összesítő terhelések a vízgyűjtők szennyvíztisztító telepeire rendelkezésre álltak, ezért a pontszerű terheléseket ezek szerint becsültük.

Sor került a nem-pontszerű terhelések meghatározására is a területhasználatok alapján.

- Valamennyi vizsgálatot akkreditált laboratórium végzett az érvényes szabványoknak megfelelően. Az összes adatot és információt GIS adatbázis segítségével jelentettük meg. Elkészítettünk egy olyan felhasználóbarát, egyszerű, ugyanakkor praktikus programot, amelyet bárki egyszerűen kezelni tud. Ennek alapja egy katonai térkép, melyre a felhasználó szándékától függően telepíthetők fedvények. Valamennyi adatot a jelentés mellékletében található CD tartalmazza a GIS önfeltelepítő nézegető programmal egyetemben.
- A rendelkezésre álló adatainkat értékeltük abból a szempontból, hogy a VKI szerinti monitorozás két alapvető szempontját (jellemző állapot és a minősítés megbízhatósága) hogyan tudjuk érvényesíteni. Más szóval mit, hol, hogyan, hányszor és mikor kell mérni ahhoz, hogy e két feltétel teljesüljön.
- A feltáró monitorozás eredményei alapján elkészítettük a három vízfolyás víztesteinek felügyeleti monitorozó hálózatát.
- Feltártuk a vízfolyásokon és vízgyűjtőjükön jelentkező kritikus vízi környezeti problémákat, és elkészítettük a feltáró monitorozás alapján e problémák okainak vizsgálatára a kivizsgálási monitorozó rendszert.
- Az ökológiai problémák okainak ismeretében elvégeztük a szóba jöhető beavatkozások körének megállapítását, valamint erre alapozva kiválasztottuk a javasolható műszaki beavatkozásokat. Becsültük e műszaki beavatkozások ökológiai hatásait. Feltételeztük, hogy ha a szükséges műszaki beavatkozásokat elvégeznék, azok hatásainak vizsgálatára milyen operatív monitorozást lehetne telepíteni.
- Az eredmények publikálására jól strukturált, egyszerű és esztétikus statikus weblapot készítettünk, amelyen az eredmények összefoglalva kerülnek bemutatásra. A SZIE hivatalos weblapján kértünk egy albejegyzést és ott működik a lap, [www.ragacs.szie.hu](http://www.ragacs.szie.hu) domain név alatt.

A munkánkat a VKI vonatkozó ajánlásainak és a rendelkezésre álló útmutatóknak megfelelően végeztük.

A projekt munkatervi pontjai közül a még hiányzó fitoplankton és fitobenton minták feldolgozása és értékelése, a projekt összes eddigi eredményének egyeztetése a KvVM VKI munkacsoportjával, az eredmények értékelésének véglegesítése a megbeszélés alapján, valamint a kisvízfolyások országos monitorozását megalapozó útmutató elkészítése maradt a projekt 2006. június 30.-ig tartó 3. fázisára.

## **4 EREDMÉNYEK**

### **4.1 Víz típusok**

A mintaterületeken a következő típusok fordulnak elő az országos típusok közül:

- 1. Típus: Hegyvidéki kis patakok, > 350 m, 10 - 100 km<sup>2</sup>, szilikátos, durva mederanyagú, köves.
- 8. Típus: Dombvidéki csermely, > 200 m, 10 - 100 km<sup>2</sup>, meszes, közepesen finom mederanyagú.
- 15. Típus: Síkvidéki, < 200 m, 10 – 100 km<sup>2</sup>, meszes, közepesen finom mederanyagú patakok.

- 18. Típus: Síkvidéki, < 200 m, 100-1000 km<sup>2</sup>, meszes, közepesen finom mederanyagú kis folyók

A Rákos-patakon három víztípus található, ezek a következők:

- A forrástól a Gödöllő déli határáig (Dombvidéki csermely, > 200 m, 10 - 100 km<sup>2</sup>, meszes, közepesen finom mederanyagú: 8. típus).
- Gödöllőtől a Budapest határáig (Síkvidéki, < 200 m, 10 – 100 km<sup>2</sup>, meszes, közepesen finom mederanyagú kis patakok:15. típus).
- Budapest határától a torkolatig (Síkvidéki, < 200 m, 100-1000 km<sup>2</sup>, meszes, közepesen finom mederanyagú kis folyók: 18. típus)

A víztípusok a Galga-patakon a következők:

- A Galga-patak felső szakasza Becske felett (Dombvidéki csermely, > 200 m, 10 - 100 km<sup>2</sup>, meszes, közepesen finom mederanyagú: 8. típus).
- A Galga-patak Becske és Aszód közötti szakaszának típusa síkvidéki, kisvízfolyás Síkvidéki, < 200 m, 10 – 100 km<sup>2</sup>, meszes, közepesen finom mederanyagú kis patakok:15. típus).
- A Galga-patak Aszód és a torkolat közötti szakaszának típusa síkvidéki kisvízfolyás (Síkvidéki, < 200 m, 100-1000 km<sup>2</sup>, meszes, közepesen finom mederanyagú kis folyók: 18. típus).

A Nagy-patak vízgyűjtő területe teljes mértékben az 1. típusba tartozik. A tározót tápláló patakok természetesen, egy típusba tartoznak (hegyvidéki kis patakok, > 350 m, 10 - 100 km<sup>2</sup>, szilikátos, durva mederanyagú, köves).

A Nagy-patak kivételével a víztípusok nem egyeznek minden esetben az országos víztest besorolással. E részletes vizsgálat eredményei alapján szerintünk az általunk alkalmazott típusba sorolás helyes.

#### **4.2 Víztestek lehatárolása**

A hidromorfológiai és terhelési hatások alapján, a Rákos-patakon négy víztestet jelölünk ki, ezek:

- A forrástól a gödöllői tavakig.
- A gödöllői tavak (víztest csoport).
- A gödöllői tavaktól a főváros határáig.
- A patak budapesti szakasza.

A Galga-patakon három víztestet jelölünk ki, ezek:

- A forrástól a Becskei patak befolyásáig.
- A Becskei pataktól az aszódi szennyvíztelep befolyójáig.
- Az aszódi szennyvíztelep befolyójától a torkolatig.

A Nagy-patakon három víztestet jelölünk ki, ezek:

- Befolyó patakok. Ezekből összevont víztest lesz.
- A tározott szakasz (Csórréti-tározó).
- Nagy-patakok a Csórréti-tározótól a Szén patak befolyásáig.

### 4.3 Referencia állapot és potenciál

Foglalkoztunk a vízgyűjtőkön levő folyóvíztestek és kockázatos víztestek ökológiai potenciáljának becslésével. E munkánkat részben a folyókra elkészült passzportok kritikai alkalmazására, részben pedig – amelyik víztestekre a passzportok nem álltak rendelkezésünkre – saját szakértői becslésünkre alapoztuk. A referencia állapot és a kiváló potenciál meghatározása volt az alapja a környezeti célkitűzésekben szereplő jó állapotnak, illetve potenciálnak.

### 4.4 A VKI szerinti minősítés gondjai

A víztestek minősítéséhez a VKI „környezetminőségi arányszám” (EQR) használatát írja elő, amely 0 és 1 közötti értéket vehet fel, ahol a 0 a rossz az 1 a kiváló ökológiai állapotot tükrözi. A VKI konkrét minősítési módszert nem tartalmaz, ezek kidolgozását az egyes tagállamok hatáskörébe sorolja. Magyarországon a minősítési rendszer még nem került kidolgozásra, így a teszterületek monitorozási eredményeit nem tudtuk ez alapján értékelni. Munkánk során a REFCOND és ECOSTAT útmutató irányelvei alapján megpróbáltuk a víztesteket osztályozni. Ennek során számos problémára, hiányosságra bukkantunk, melyek megoldása nélkül nem lehet korrekt EQR alapú minősítést végezni. E fő problémák a következők:

- A Nincs minden víztípushoz referencia víztest, így adatok hiányában a minősítéshez szükséges referencia értékeket és osztályhatárokat csak szakértői becsléssel lehet meghatározni (típus-passzportok), az pedig főként a biológiai jellemzők esetében meglehetősen pontatlan.
- Hiányoznak „jó” állapotban levő, elegendő mérési adatokkal rendelkező, víztestek, melyek adatai a jó/közepes állapot közötti határ megállapításához lennének szükségesek. Ki kell hangsúlyozni, hogy a VKI szempontjából ez a legfontosabb osztályhatár, így ez a hiányosság különösen nagy
- Számos ökológiai állapot komponens az „eredeti” EQR logikával ellentétesen működik: azaz a mért érték növekedése az ökológiai állapot csökkenésével jár együtt. Ebben az esetben a skálát a REFCOND előírása szerint invertálni kell. Ekkor azonban az EQR skála lineárisból  $1/x$  alakúvá válik, ami az osztályhatárokat erősen torzítja és elvi szinten helytelen osztályozást eredményez.
- Bizonyos ökológiai állapot komponensek „kétirányú” skálán mozognak, (pl. pH, oldott oxigén. 100% telítettségnél kisebb és nagyobb értékek is előfordulhatnak, a 100%-tól való távolodás mindkét irányba romló ökológiai állapotot jelez, de nem azonos arányban) ezeket a rendelkezésre álló módszerrel sem „sima” sem invertált EQR skálán nem lehet korrekten kezelni.
- Mind „sima” mind az invertált skála esetén előfordulhat olyan kiváló ökológiai állapot, hogy  $EQR > 1$  adódik, ami definíció szerint nem engedhető meg. Szakmailag teljesen korrekt, hogy e vizeket kiváló állapotúnak osztályozzuk, - ezt burkoltan ugyan de a REFCOND útmutató is így teszi - de ettől függetlenül a VKI előírásainak teljesítése érdekében ezeket az értékeket is 0 és 1 közé kell „szorítani”. Ennek



mikéntjére vonatkozó döntést meg kell hozni és az elkészítendő minősítési útmutatóban rögzíteni kell.

- Nincs eldöntve, hogy egy adatsor mely jellemzője alapján történjen az osztályba sorolás: átlag, medián, adott tartóssági érték, stb. Az egyes módszerek eltérő eredményeket ad(hat)nak.
- A mérési eredmények különböző forrásokból eredően kisebb-nagyobb bizonytalanságokkal terheltek, minden adathoz tartozik egy  $\pm$  értékkel jellemezhető konfidencia intervallum. Mivel a VKI előírja, hogy az osztályba sorolás megbízhatóságát is meg kell adni, nem kerülhető meg az ezekkel történő számolás. Azonban nem áll rendelkezésre olyan, valóban gyakorlati, útmutató, mely ennek mikéntjét meghatározná.
- Nincs eldöntve, hogy a kémiai állapot alapján történő osztályozás 5, vagy 2 osztályos skálán történjen.
- Nincs eldöntve, hogy az osztályba sorolás során az „egy rossz, mind rossz” elvet kövessük, vagy valamely más alternatív megoldást válasszunk.
- A minősítési rendszer kidolgozása során kezelni kell az egyes ökológiai állapoti komponensek természetes nap- illetve évszakos változékonyságát, amely még a víztest referencia állapotában is eltérő osztályba sorolást eredményezhet.

Projektünknek nem célja e problémák megoldása, ezért erre nem is vállalkoztunk. Fontos feladatnak tartjuk a VKI-nak megfelelő minősítési rendszer kidolgozását biológiai, hidromorfológiai és fiziko-kémiai jellemzőkre egyaránt. Ennek hiányában a VKI szerinti monitoringrendszer felállítására és működtetésére fordított erőfeszítések elenyészhetnek.

Mivel a további feladatrészek megoldásához szükséges a víztestek minősítése, a Nagy-patak vízrendszerének adatai alapján kidolgoztunk egy alternatív minősítési rendszert (pontosabban annak alapjait), mely összhangban van a VKI előírásaival. Ez a rendszer azonban nem teljesen kidolgozott, nem kellőképpen tesztelt, általános használatra jelen formájában nem alkalmas. Mivel ennek a projektnek nem a minősítési rendszer kidolgozása a célja, ezt a megoldást részletesen nem ismertettük, és továbbfejlesztésével nem foglalkozunk. Az így létrehozott minősítési rendszert az 1. folyótípus esetén ki is próbáltuk, és minősítettük a Nagy-patak vízrendszerének 3. víztestét, melynek eredményeit részletesen bemutatjuk. Az így kapott számszerű minősítési eredmények az előzetes szakértői becslésekkel összhangban voltak. A szakértői vélemények, és a minősítő rendszer eredményei alapján megállapítottuk, hogy a Nagy-patak vízrendszere 1. víztestének 5 patakja referencia állapotú. A 2. víztestet (Csórréti-tározót) megfelelő típusreferencia adatok hiányában szakértői becslés alapján minősítettük. A biológiailag igazolt eredmények szerint e víztest jó ökológiai/kémiai potenciállal rendelkezik.

## **4.5 Emberi hatások**

### **4.5.1 Hidromorfológiai hatások**

A három vízfolyáson változatos hidromorfológiai beavatkozások figyelhetők meg. A Rákos-patak ilyen szempontból a leginkább befolyásolt. A legfontosabb hidromorfológiai változások a következők:

- A gödöllői halastavak a patak hidrológiai tulajdonságait olyannyira megváltoztatják, hogy aszályos időszakokban a párolgás miatt a tavakról nincs elfolyó víz, a tavak a patak felső vízgyűjtőjét szinte leválik.
- A patak medre teljes hosszában szabályozott, a belterületi szakaszokon burkolt, ártere, hullámtere nincs.
- Gödöllő belterületén is, de különösen a patak budapesti szakaszán a belterületi lefolyás patakba vezetése jelentős mértékű, több mint 240 bevezetési helyet azonosítottunk. Ezek nemcsak hidromorfológiai szempontból fontosak, de jelentős szennyező források is.
- A belterületeken a nagymértékű fedettség miatt a csapadékvíz nagy része nem szivárog be, hanem lefolyik, ezáltal jelentősen módosulnak a patak hidrológiai jellemzői.
- A patakon fenéklépcső található, mely az esést hivatott csökkenteni, és gátolja a patak hosszirányú átjárhatóságát.
- A halastavak 9. tava után folyik bele a patakba a gödöllői szennyvíz, amely jelentős vízbevezetésnek számít, és terhelési szempontból is számottevő.
- A tavak alatt éri a patakot az isaszegi szennyvíztelep tisztított vize, majd lejjebb a péceli szennyvíz, mindkettő jelentős vízbevezetés.

A Galgán a meder kiépítettsége a meghatározó hidromorfológiai elváltozás. Ezen kívül szennyvíz bevezetések érik a patakot, melyek közül az aszódi a legjelentősebb (1500 m<sup>3</sup>/d). Összességében a szennyvíz bevezetés 2.700 m<sup>3</sup>/d körüli lehet. A meder földmedrű, fűvesített rézsűkkel, csak a hidak környezetében található burkolat. A vízfolyás torkolati szakaszain mindkét oldalon 1.500 fm hosszban töltés húzódik. A Zagyva visszaduzzasztó hatása miatt Tura belterületéig kiépítésre került egy víztartó depónia. A területen több tározó is található, melyek funkciója különböző. Tározók az alábbi településeknél létesültek:

- Galgahévíz, völgyzárógátas tározó, 20,00 ha vízfelületű, 29,50 ha vízfelület árvízszint, üzemi szinten 397.000 m<sup>3</sup> víz és árvízi szintje 403.000 m<sup>3</sup> víz.
- Püspökhatvan, völgyzárógátas tározó, 67,00 ha vízfelületű, 78,00 ha vízfelület árvízszint, üzemi szinten 2.000.000 m<sup>3</sup> víz és árvízi szintje 2.780.000 m<sup>3</sup> víz.
- A patakon fenéklépcső található, mely az esést hivatott csökkenteni, és gátolja a patak hosszirányú átjárhatóságát.

A Nagy patakon a meder természetes állapotú, a patak nagyrészt erdőben fut. Egyetlen hidromorfológiai változás a Csórréti-tározó, amely ivóvíz ellátás céljából épült, így értelemszerűen folyamatos vízkivétel történik itt. A kitermelt víz mennyisége 680 m<sup>3</sup>/d és 2700 m<sup>3</sup>/d között alakul, átlagosan 1.180 m<sup>3</sup>/d értékkel. Éves szinten az 1,8 Mm<sup>3</sup> tározóba folyóvízből ennek 60 %-át veszik ki ivóvíz tisztítási célra. A tározó hatása a Nagy-patak hidrológiai viszonyaira már a tározó alatti néhány km-es szakaszon eltűnik a több befolyó patak miatt. A Szén-patak torkolatánál a tározó hatása már nem érzékelhető.

#### **4.5.2 Szennyezőanyag terhelések**

A diffúz terhelések esetén a légköri eredetű terheléssel nem számoltunk, mert annak mértéke kicsi, és szabályozása nagyobb térségre terjed ki. A Rákos-patak vízgyűjtőjén a diffúz terhelések szerepe meghatározó, de arányuk az összes terhelésben kisebb, mint a Galgán. Az ebből származó TP terhelés kerekítve 19-23 t/évre, a TN terhelés pedig 62-86

t/évre tehető. A szennyező források közül meghatározó a települési lefolyás, az összes diffúz terhelés több mint a fele innen származik. Különösen a budapesti szakasz terhelése tűnik tragikusnak ebből a szempontból. A mezőgazdaság szerepe kevésbé fontos, de még mindig jelentősnek mondható. Az egyéb eredetű diffúz terhelések elhanyagolhatóak.

A gödöllői szennyvíztisztítóból évente mintegy 170 tonna  $KOI_{Cr}$ -nek megfelelő szervesanyag, 13 tonna ammónium, 11-12 tonna nitrit, 252 tonna nitrát, 8 tonna TP és mintegy 100-110 tonna lebegőanyag jut a Rákos-patakba. A szerves nitrogénterhelés megfelel 70 t/év-nek. Az isaszegi szennyvíztisztítóból évente mintegy 34 tonna  $KOI_{Cr}$ -nek megfelelő szervesanyag, 7 tonna ammónium, 0,52 tonna nitrit, 5 tonna nitrát, 0,7 tonna TP és mintegy 16 tonna lebegőanyag jut a Rákos-patakba. A szerves nitrogénterhelés megfelel 7 t/év-nek. A péceli szennyvíztisztítóból évente mintegy 32 tonna  $KOI_{Cr}$ -nek megfelelő szervesanyag, 1,5 tonna ammónium, 0,14 tonna nitrit, 7-8 tonna nitrát, 1,2 tonna TP és mintegy 15-16 tonna lebegőanyag jut a Rákos-patakba. A szerves nitrogénterhelés megfelel 3 t/év-nek. Összességében tehát a patakba szennyvízzel 236 tonna  $KOI_{Cr}$  és 80 tonna ásványi nitrogén jut, ez utóbbi túlnyomórészt ammónium-N és nitrát-N. A szerves nitrogénre nincs adat, de az analógiák alapján hasonló mértékűre becsülhető. A patak TP terhelése 9 tonna/évre tehető. Az adatok azt mutatják, hogy egy ilyen kis vízhozamú patak nem bír el három szennyvíztisztítót azok jelenlegi állapotában és terhelésével. Ez az egyik olyan pont, ahol a jövőben jelentős erőfeszítésekre van szükség a patak állapotának javulásáért. Annak ellenére gondoljuk így a dolgot, hogy az igazán rossz fizikai-kémiai állapot a patak budapesti szakaszán következik be, ahol már hivatalosan szennyvízbeömlés nincs.

A Galga vízgyűjtő területének csatornázására és szennyvíztisztítására általánosan jellemző, hogy a telepek működése nagyjából megfelelő. A jellemzően eleveniszapos technológiával működő telepeken nincs tápanyag eltávolítás. A csatornarendszerekre való lakossági rákötések aránya alacsony (20-40% között). A csatornázottság mértéke kisebb az országos átlagnál. A térség legnagyobb szennyvíztisztítója az aszódi. Az aszódi szennyvíztisztítóból évente mintegy 33 tonna  $KOI_{Cr}$ -nek megfelelő szervesanyag, 1,2 tonna ammónium, 0,1 tonna nitrit, 14-15 tonna nitrát, és 1,1 tonna TP jut a Galga-patakba. A szerves nitrogénterhelés megfelel 4 t/év-nek. A püspökhatvani szennyvíztisztítóból évente mintegy 11 tonna  $KOI_{Cr}$ -nek megfelelő szervesanyag, 4,2 tonna ammónium, 0,1 tonna nitrit, 2,4 tonna nitrát, és 0,7 tonna TP jut a Galga-patakba. A szerves nitrogénterhelés megfelel 1,3 t/év-nek. A turai telepről kb. évente mintegy 14 tonna  $KOI_{Cr}$ -nek megfelelő szervesanyag, 4,9 tonna ammónium, 0,13 tonna nitrit, 3 tonna nitrát, és 1,3 tonna TP juthat a Galga-patakba. A kisebb szennyvíztisztítók ehhez az értékhez kb. 10 %-kal járulnak hozzá.

A Galga szennyvíz eredetű pontszerű terhelése a következő:  $KOI_{Cr}$ : 63-65 t/év; ammónium: 10-11 t/év; nitrit: 0,4 t/év; nitrát: 21-23 t/év. TP: 3-4 t/év. A szerves nitrogénterhelés összesen kb. 5-7 t/évre tehető. A szerves nitrogénre nincs adat, de az analógiák alapján hasonló mértékűre becsülhető, mint az ásványi nitrogénformák összege. A szennyvíztelepekről elfolyó víz erősen nitrogénhiányos. Az „ideális” 7-es súlyarány helyett 3 alatti értékek fordulnak elő, amely azt mutatja, hogy a foszfor eltávolítására kell különös hangsúlyt helyezni. A nem-pontszerű források terhelése összességében 53-69 t/év TP-t és 175-226 t/év TN-t jelent. A többi szennyezőanyag becslésére nem volt adatunk. A mezőgazdasági termelésből származó terhelés a legjelentősebb, az összes diffúz terhelésnek mintegy 80 %-át adja. Ebből is a szántó művelésű területek a legfontosabbak. A települési lefolyásból származó terhelés jelentősége kisebb.

Összességében tehát a Galgán a diffúz, ezen belül pedig a mezőgazdasági eredetű terhelések aránya meghatározó. A szennyvíz eredetű terhelések kisebb jelentőségűek.

A Nagy-patak vízgyűjtőjén sem a szennyvíz eredetű pontszerű, sem a diffúz terhelések mennyisége nem jelentős, gyakorlatilag a háttérterhelésnek felelhet meg. A teljes vízgyűjtőn mintegy 0,3-0,4 t/év TP, és 1,1-1,5 t/év TN terhelés becsülhető.

## **4.6 A víztestek besorolása**

### **4.6.1 Besorolás**

A Rákos-patak víztesteinek előzetes besorolása a következő:

- A patak gödöllői tórendszer feletti szakasza kockázatos víztest. Ennek oka az, hogy a meder szabályozott, a belterületi szakaszon nagyjából burkolt. A városból jelentős szennyezést kap a belterületi lefolyással. Eze a szakaszon a víz és az üledék is határérték feletti koncentrációban tartalmaz néhány szerves mikroszennyezőt, ami a kémiai kockázatoságot támaszja alá.
- A gödöllői tórendszer kockázatos víztest, mely több tó csoportba foglalásával jön létre. Ebben az esetben kategóriaváltás történt (folyóból tó lett), tehát, ha ez az állapot fennmarad, ez a szakasz erősen módosított víztest lesz.
- A gödöllői tavaktól a főváros határáig kockázatos víztest, mert a tavak a patak vízjárását jelentősen módosítják. A meder szabályozott, a belterületi szakaszokon burkolt, fenéklépcső is van a szakaszon, amely korlátozza a patak hosszirányú átjárhatóságát. Két jelentős pontszerű szennyező forrást kap (Isaszeg és Pécel szennyvizét), de a diffúz bemosódás is jelentős e területen. Ezek a kémiai kockázatoságot növelő tényezők.
- A patak budapesti szakasza kockázatos víztest. Az egész szakaszon a meder burkolt, 240 feletti számú csapadékvíz bevetés található e szakaszon, amely jelentős kémiai kockázatot jelent.

A Galga-patak víztesteinek előzetes besorolása az alábbi:

- A forrástól a Becskei patak befolyásáig folyó víztest. A mezőgazdasági tevékenység e területre kevésbé jellemző. Település nincs.
- A Becskei-pataktól az aszódi szennyvíztelep befolyójáig folyó víztest. A Becske alatti folyószakaszon a meder rendezett, a településeken burkolt kisvízi mederben folyik a patak. Ennek ellenére a települések közötti hosszú szakaszokon a meder állapota megengedheti olyan élőlény együttes kialakulását, amely a patak „természetes” jellegét erősíti, habár nem éri el a jó állapotot.
- Az aszódi szennyvíztelep befolyójától a torkolatig a víztest valószínűleg kockázatos. Az aszódi szennyvíztisztító befolyója alatti szakaszt azért tekintjük átmenetileg külön víztestnek, mert a szennyvíz hatására a kémiai kockázatoság fennállhat.

A Nagy-patakon létesült Csórréti-tározó jelentős hidromorfológiai változást okoz, mert kategóriaváltás történik itt, ugyanakkor jelentős a vízkivétel is ezen a ponton. Kémiai

terhelések nem érik a patakat. A hidromorfológiai hatások alapján, a Nagy-patak vizsgált szakaszán, három víztestet jelölünk ki, ezek:

- Befolyó patakok csoportja folyó víztestet képez. Tekintve, hogy terhelés ezeket nem éri, ezért ezek feltehetően kiváló állapotúak, referencia víztestként is szóba jöhetnek.
- A tározott szakasz (Csórréti-tározó) kockázatos víztest, mert kategóriaváltás történt. Minden bizonnyal ez a tározó fennmarad, és később erősen módosított víztest besorolást kaphat.
- Nagy-patak a Csórréti-tározótól a Szén patak befolyásáig folyó víztest, mert a tározó jelentősen befolyásolja ugyan a patak ökológiai állapotát és a vízjárását, de a tározó alatti vízgyűjtőről érkező vízfolyások ezt a hatást közömbösítik, így a Nagy-pataknak e vízteste nem kockázatos.

#### **4.6.2 A besorolás biológiai igazolása**

A víztest besorolás igazolása a szerkezet és tömegesség alapján az alábbiakban foglalható össze:

- A Rákos-patak mindegyik vízteste kockázatoságát a biológiai vizsgálatok igazolták. A kockázatoság hidromorfológiai és terhelési okokra vezethető vissza.
- A Galga-patak megítélése már nem volt ennyire egyértelmű. A hidromorfológiai változások jelentősek a patakon, ezt a biológiai vizsgálatok is jelezték. Ugyanakkor a patak flóráján és faunáján ezek a hatások nem egyértelműen jelentkeztek. A patak szennyezőanyag terhelése főként diffúz terhelésekből áll, a pontszerű források szerepe kisebb. A terhelések biológiai hatásai sem voltak egyértelműen rosszak. A patak a kockázatos és a nem kockázatos állapot határán van. Végül úgy ítéltük meg, hogy a patak besorolása nem kockázatos, állapota viszont nem jó. Ugyanakkor látunk lehetőséget a jó állapot elérésére 2015-ig.
- Nagy-patakkal kapcsolatban egyértelmű az állásfoglalás, hogy a Csórréti-tározó feletti patakok nem kockázatosak, állapotuk kiváló. A tározó kockázatos, és szinte bizonyosan erősen módosított víztest lesz, amelynek potenciálja kiváló. A Nagy-patak tározó alatti szakaszának kockázatoságát a biológiai vizsgálatok nem igazolták, a patak a tározó ellenére is kiváló állapotú. Ennek oka minden bizonnyal az, hogy a Szén-patak betorkolásáig a tározó hatását sok mellékvízfolyás mennyiségi és minőségi értelemben is semlegesíti. A pataknak e szakasza is referencia állapotú.

Általános következtetésként azt lehet megállapítani, hogy az alapos biológiai adatgyűjtést nem lehet elkerülni. A karakterfajokon alapuló taxon listák nem tekinthetők lezártak. Számos vizsgálatot kell még elvégezni azonos víztípusba tartozó víztesteken ahhoz, hogy az élőlény együtteseken alapuló referencia állapot pontosítható legyen. Egyik ilyen lehetőség a futó PHARE projekt (ECOSURV). Fejleszteni kell ugyanakkor az indexeken alapuló minősítéseket is több élőlény együttes esetében (elsősorban a makrogerinctelen esetében állunk közel a megoldáshoz). A VKI hazai bevezetésének legproblematisabb részével kapcsolatban, a biológiai adatokon alapuló minősítéssel tehát várhatóan még sokáig foglalkozni kell.

#### 4.7 Környezeti célkitűzések, jó állapot

A VKI szerint általánosságban a környezeti célkitűzések között az szerepel, hogy a kiváló és a jó ökológiai állapot és potenciál romlását meg kell akadályozni, ahol pedig a jó állapot, illetve potenciál nem teljesül, ott azt kell célként kitűzni.

Meghatároztuk a környezeti célkitűzéseket a teszterületeken előforduló víztípusokra háttéranyagok, és saját szakértői becslések alapján. A célkitűzések meghatározásában alapvető problémaként jelentkezett az „egy rossz, mind rossz” elv betartásának kérdése. Amennyiben ezt az elvet alkalmazzuk, sokkal több víztestünk esetében kellett volna szigorúbb célkitűzéseket felállítanunk. Ennél az elvnél használhatóbbnak tartunk egy, az összes élőlény együttest figyelembe vevő, általános kép kialakítását. Ennek megfelelően jártunk el. A Nagy-patak esetében a jelenlegi állapot megtartása a cél mindegyik referencia jellemző esetében. A Galga-patak esetében a vízfolyás egyik víztestére sem teljesül a jó ökológiai állapot. Környezeti célkitűzésként fogalmaztuk meg a jó állapot elérését, mely a hidromorfológiai állapot javítása, az élőhelyek diverzitásának növelése, és a kémiai terhelések csökkentése révén érhető el. A Rákos-patak végig kockázatos víztestnek minősül, ez a vízfolyás áll legtávolabb a jó állapottól, illetve, ha erősen módosított lesz, a jó potenciáltól. Környezeti célkitűzésként a jó potenciál elérése látszik megvalósíthatónak, de nem hisszük, hogy ez 2015-ig bekövetkezik. A jó potenciál elérése a hidromorfológiai feltételek javításával, a kémiai terhelések csökkentésével és a gödöllői halastavak sorsának eldöntésével valósítható meg. Részletesen meghatároztuk a víztípusainkra a jó állapotot, illetve potenciált olyan esetekben, amikor az korábbi munkákból nem állt rendelkezésre.

#### 4.8 Felügyeleti monitorozás tervezése

A felügyeleti monitoring tervezését a három vízfolyáson kiválasztott egy-egy víztest térbeni részletes felmérésének adatai alapján végeztük. A Rákos-patakon ez a víztest a budapesti szakasz volt, míg a Galgán a Becske és Aszód közötti, a Nagy-patak esetében annak egyik mellékága, az Aranybánya-patak, volt. Hangsúlyoznunk kell, hogy a felmérés egyetlen (átlagosnak mondható) hidrológiai helyzetben készült. A gyakoriság vízhozamtól való függését nem tudtuk vizsgálni, de véleményünk szerint a jelenleginél rosszabb helyzet más vízhozamnál sem valószínű. A fő kérdés az volt, hogy a víztest jellemző állapotának megbízható megállapításához térben és időben hány mintát kell venni a fiziko-kémiai és biológiai jellemzőkre. A megbízhatóságot a  $\pm 10$  %-os relatív hiba határnál húztuk meg, ennek oka a következő volt:

- A VKI előírja a víztestek jellemző állapotának megállapítását. Figyelembe véve, hogy a víztestek állapota térben és időben változó, ezt mintázással követni kell.
- A hibahatár megállapításának szempontja az volt, hogy az EQR skálán – szimmetrikus beosztást feltételezve – az osztásköz 0,2 (azaz 20 %). A VKI pedig előírja, hogy a minősítés során a megfelelő osztályba sorolást megbízhatóan meg kell állapítani, annak hibáját meg kell adni. Ennek az oka, hogy a minősítés az alapja a beavatkozások megtervezésének. A beavatkozások költsége pedig nagyságrendekkel nagyobb, mint a monitorozásé. Ha tehát a valósánál jobb állapotot állapítunk meg, akkor szükséges beavatkozásokat mulasztunk el. Ha pedig a valósánál rosszabb állapotot detektálunk, akkor szükségtelen beavatkozásokat

végünk majd el. A rossz minősítő rendszer, illetve az alulméretezett felügyeleti monitoring országos szinten ezermilliárd forintokat jelenthet a beavatkozások területén.

Ezért volt szükség annak alapos vizsgálatára, hogy a VKI szerinti szabályok betartása milyen felügyeleti monitorozást kíván, és később, a projekt 3. fázisában derül az ki, hogy ez országosan mibe kerül a kisvízfolyások esetében. Az elvégzett mérési és adatfeldolgozási munkát illetően utalunk a jelentés **2. fejezetére**.

#### **4.8.1 A Rákos-patak**

A térben sűrített víztest felmérés adatai alapján a Rákos-patak budapesti szakasza viszonylag homogén, a helyszínen mérhető paramétereket (pH, vezetőképesség, oldott oxigén tartalom, összes oldott anyag, hőmérséklet, redox-potenciál) egy víztesten egy, a  $KOI_{ps}$ -t, a lúgosságot, a keménységet, a különböző ionokat 3-4 ponton kell vizsgálni. A nitrogén- és foszforformák akár 9 mintavételi pontot is igényelhetnek egy víztesten. Ez a mintaszám a másik két teszt víztesthez képest nem olyan nagy, ott a nitrogén- és foszforformákat közel annyiszor kellene vizsgálni, ahány ponton a részletes felmérés alkalmával mintáztunk. A Rákos-patak budapesti szakaszának részletes vizsgálata alapján a víztestet biológiai komponensekre 5-17 ponton kell vizsgálni a jellemző állapot leírásához. Mivel a laborvizsgálat során minden komponenst megmérnek minden vízmintában, nincs lehetőség rétegzett mintavételezésre, ezért a pataknak e szakaszán 17 mintavételi pontot kell kijelölni. A feladat mind anyagi, mind emberi erőforrás-igénye miatt szinte megvalósíthatatlan.

Öt alternatívát dolgoztunk ki a kémiai mintavételi hálózatra, mindegyik esetben feltüntetve annak költségeit. Mivel a szükséges minimális mintaszám nagy, melynél minden komponensre tartható a hibahatár, olyan alternatívákkal is foglalkoztunk, melyeknél a javasolt mintaszám térben kevesebb a szükségesnél. Ezekben az esetekben feltüntettük a hibát a VKI szerint kiemelt komponensekre, melyet akkor vétünk, ha a kisebb költségű alternatívát választjuk. A biológiai komponensek esetében a minimális mintaszám jóval meghaladja a megvalósítható értéket, erre az esetre is költségbecslést készítettünk.

#### **4.8.2 A Galga-patak**

A Galga-patak vízminőségének alakulásán, főként a nitrogén- és foszforformák görbéin, jól kivehető a települések terhelésének és az aszódi szennyvíztisztító tisztított szennyvizének bevezetése. A legjelentősebb hatása az egyes kémiai paraméterekre Püspökhatvan, Galgamácsa és Aszód településeknek van. A kémiai adatsorokat vizsgálva az a következtetés vonható le, hogy a Galga-patakon is döntően egynél több mintavételi pont szükséges egy víztesten. Vannak olyan komponensek, amelyeket térben elég lenne egyszer mintázni, de vannak olyanok is, melyek ingadozó koncentrációjuk miatt több, akár tizenkét mintavételi helyet is igényelnének. A pH-t, a redoxipotenciált, a vezetőképességet, a nitrát-iont elég egy, az oldott oxigént két, az összes oldott anyagot, a Na- és Ca-ion koncentrációt, a lúgosságot, az összes keménységet, a kloridot három, a K-iont, a  $KOI_{ps}$ -t öt, a nitrogénformákat hat-tizenkét helyen kell egy víztesten belül mérni. Végül bemutattuk, miként alakul a mintaszám növelésével az elkövetett hiba a különböző vízminőségi paraméterekre.

Alternatívákat dolgoztunk ki rétegzett mintavételezés feltételezése mellett arra, hogy hol és hány mintavételi pontot kijelölve mekkora költséggel jár a monitorozás. Az első alternatíva ismerteti az egy ponton történő víztest monitorozást, feltüntetve azt is, hogy azon komponenseknél, melyeket egynél többször kellene vizsgálni, mekkora hibát vétünk. Az ötödik alternatíva mutatja a VKI-nak megfelelő, ám megvalósíthatatlannak tűnő mintavétel-igényt és a költségeket. Jelentős, egyes esetekben nagyságrendi eltérés van a mérési költségekben az egy víztest egy mintavételi helyhez képest.

A biológiai paraméterek vizsgálatánál arra az eredményre jutottunk, hogy a patakon vizsgált víztesten minden a részletes vizsgálatnál mintázott ponton szükséges lenne mintát venni. Ismertettük ennek a költségét összehasonlítva azzal, ami egyetlen mintapont ára lenne. (Természetesen, ha egy mintavételi pont alapján vonunk le következtetéseket a teljes víztestre, óriási hibát vétünk.)

### **4.8.3 A Nagy-patak vízrendszere**

Az Aranybánya-patak részletes térbeli felméréséből is arra a következtetésre jutottunk, hogy patak teljes hosszán nem elegendő egyetlen ponton mintát venni minden kémiai komponensre, mivel a patak területi változékonysága nagy. Ennek természeti oka van, mivel antropogén szennyezés nem éri a patakot. A redoxipotenciál, oldott oxigén telítettség, pH mérésére elegendő egyetlen mintavételi pont is, a többi paramétert több helyen is kell mintázni, komponensről függően 2-12 mintavételi helyen. Bemutattuk, hogy ha térben növeljük a mintaszámot, akkor miként csökken az elkövetett hiba komponensenként. A legváltozékonnyabbak a nátrium-, a klorid-ionok és a nitrogénformák voltak.

A kémiai paraméterek esetén megoldható a megadott hibahatár betartása a mintavételi pontok megfelelő megválasztásával. A patakra a szükséges mintavételi pontokra több alternatívát is kidolgoztunk, mivel a VKI által kiemelt fontosságú paraméterek közül a főleg a nitrogénformák nagy változékonyságot mutattak, de a számítások alapján kapott szükséges térbeli mintavételi gyakoriság alig valósítható meg a gyakorlatban (12 ponton kellene mérni a patak teljes hosszán). Az egyes alternatíváknál meghatároztuk a mintavételi pontokat, az ott mérendő komponenseket és azt, hogy mekkora hibát követünk el, ha eltérünk a szükséges mintaszámtól. A javaslatok kidolgozásánál figyelembe vettük hogy a komponensenként szükséges mintaszám nagyon nagy, nehezen megvalósítható, ezért olyan alternatívák szerepelnek elől, melyekkel nem teljesül a hibahatár betartása. Az alternatívák költségelemzését elkészítettük. A kémiai komponensek esetében az egyetlen mintavétel 70.000 Ft-os költségéhez képest majdnem háromszoros árat kellene fizetni a VKI előírásnak megfelelő mintavételi hálózat esetén.

Létezik olyan megoldási lehetőség is a felmerült problémára, hogy víztestenként a legváltozékonnyabb komponens szerint mintázunk, majd a minták aliquot, vagy vízhozammal súlyozott mennyiségét összeöntve integrált mintát készítünk, és azt elemezzük mindegyik komponensre. Ebben az esetben a mintavételi költségek kis mértékben nőnek, de az elemzés költsége az 1. alternatívának felel meg (vagyis olcsó).



A biológiai mintavételezés és laboranalízis során elkövetett hiba nagyságrenddel nagyobb, mint a kémiai paraméterek esetében, erre rátevéődik a nagy területi változékonyság. A hibaintervallumok +/- 50-240% között mozogtak. Ezek eredőjeként annyi mintavételi pont kijelölése válna szükségessé víztestenként (9-12 pont), hogy az sem emberi erőforrás, sem anyagi okokból nem lenne megvalósítható, hiszen ha 12 ponton vennénk biológiai mintát a patakából, annak költsége egy alkalommal több, mint 235.000 Ft.

Összevetve a részletes patakfelmérés eredményeit a 2004. júliusi, rendszeres mintázás adataival, megállapítható, hogy a Csórréti-tározó öt befolyó patakjának torkolat közelében vett mintái és az Aranybánya-patak változékonyságának mértéke a biológiai komponensekre hasonlóan mértékben nagy, a hibaintervallumok itt is +/- 50-230% között mozognak. Az azonos közeten, azonos vízgyűjtőn lefolyó hasonló vízhozamú patakok vízminősége tehát egymáshoz képest hasonlóan változékonny biológiai szempontból, mint a patakok maguk a lefolyás mentén.

A biológiai jellemzők esetében is vizsgálandó a megfelelő számú al minta vétele, és az integrált minta értékelésének lehetősége.

#### **4.8.4 A mintavételi alaposság és a taxonszám összefüggése**

A biológiai vizsgálatokhoz szükséges nagy mintaszámot makroszkópikus gerinctelenek esetében egy másik célvizsgálat keretében is igazoltuk a három víztesten. 2004. júliusában elemeztük, hogy a standardizált „kick & sweep” mintavétel mennyire reprezentatív egy adott helyszínen makroszkópikus gerinctelen együttesének jellemzésére, a fajszám (helyesebben taxonszám), mint az egyik legfontosabb közösségszerkezeti változó alapján. Három patak (Aranybánya-, Galga- és Rákos-patak) egy adott mintavételi helyszínén összesen 10-10 „kick & sweep” mintát gyűjtöttünk, hogy meghatározzuk, hogyan változik a mintavételi egység szám növekedésével (1-től 10-ig) a taxonszám. A mindhárom-patakra vonatkozó eredményeket együtt értékelve megállapítható, hogy 10 mintavételi egység (azaz 10 kick & sweep” mintavétel) nem volt elegendő arra, hogy a mintavételi helyszínekről kimutathassuk az ott jelen levő fajokat (taxonokat); a fajtelítődési görbék még 10 egység esetén is a felszálló ágakban vannak. A maximális fajszámot (taxonszámot) a görbék lefutásából nem tudjuk megbízhatóan becsülni. Összehasonlítva a különbségeket egyetlen minta és tíz minta között elmondható, hogy egyetlen mintavétel messze nem volt elegendő a taxonok számának megbízható becsléséhez. Az Aranybánya-patak esetén egyetlen minta gyűjtésével átlagosan 10 taxont lehetett kimutatni, míg 10 minta már 30 taxont igazolt. A Galga-patak esetében egyetlen minta 6 taxont eredményezett szemben a 10-es ismétlés 21 taxonjával. A Rákos-patak esetében pedig ez az összehasonlítás 9 faj volt a 21-ből.

Az egyetlen mintavételi pont környezetében megfigyelt változatosságot összehasonlítottuk az egy víztest mentén hasonló mintaszámmal végzett felmérés adataival. Kiderült, hogy az egyetlen mintavételi hely közvetlen környezetének változatossága összemérhető a víztest változatosságával. Ez a meglepő megállapítás a jövőbeni makrogerinctelen mintázás tervezéséhez hasznos segítséget nyújthat, de a szükséges megbízhatóság elérhetőségét illetően alapos aggályokat vet fel.

Módszerelméleti és gyakorlati szempontból egyaránt fontos kérdést jelent annak eldöntése, hogy miképpen lehet és érdemes optimalizálni a mintaszámot. Könnyen belátható, hogy a

probléma a ritka fajokkal van, ezeknek azonban általános esetben kevésbé van beleszólásuk a mintavételi szelvény biológiai minőségének alakításába. Általánosan megállapítható, hogy csak a fajszámra különösen érzékeny metrikák alkalmazásánál kell különösen ügyelni arra, hogy a faj-telítési görbék mely fázisában járunk. A tömegesen előkerülő, de emellett érzékeny taxonok/fajok dominanciájuk révén a minősítésben döntő módon részeseznek, ezért úgy tűnik, hogy a költségigényes és fáradtsággal kivitelezhető nagyobb mintaelem-számú mintavétel bonyolultságánál fogva megkerülhető, illetve helyettesíthető optimálisan megállapított, kisebb erőfeszítést igénylő egyéb mintavételi módszerekkel.

#### **4.8.5 Időbeli mintavételi gyakoriság megállapítása**

A teszterületeinken nem tudtunk hosszú időn keresztül időben sűrített méréseket végezni. Az időbeni változékonyságot ezért a Zala napi adatainak felhasználásával elemeztük, feltételezve, hogy hasonló mértékű lehet a patakjaink időbeni változékonysága is. A Zala adatai alapján évente 1-36 alkalommal kell mintát venni a paramétereiktől függően. A legváltozékonnyabb komponens az ammónium-ion tartalom, a legstabilabb a pH és a vezetőképesség volt. Abban az esetben, ha harminchatszor mintázzuk a víztesteket évente, nagy költségekkel kell számolnunk, de az információvesztés csak ekkor marad a megengedett keretek között. Négy alternatíva került kidolgozásra a mintavételi pontok számának és a hiba optimalizálásának elősegítésére. Az első alternatívában szezonális mérések szerepelnek, a negyedikben az ammónium-ion miatt szükséges harminchat mérést mutattuk be. Csak az utolsó variációnál tartható a hibahatár, de a kisvízfolyásokon ilyen gyakori mérések nehezen kivitelezhetők, így érdemes megfontolni a kisebb mintaszámú, olcsóbb, de nagyobb hibával járó alternatívákat is. A becsült költségek alternatívánként 280.000-2.400.000 Ft-ig változtak, így a mintavételi gyakoriság megválasztása anyagi okokból kényes feladat, hiszen csak a legdrágább alternatívát választva tarthatók az előírások.

### **5 KIVIZSGÁLÁSI MONITOROZÁS, MŰSZAKI BEAVATKOZÁSOK ÉS OPERATÍV MONITOROZÁS**

Váztuk a patakok ökológiai állapotának javítására alkalmazható műszaki beavatkozásokat (hidromorfológiai beavatkozások, pontszerű és nem-pontszerű szennyezések csökkentése). A különböző típusú beavatkozások esetében meghatároztuk azt a monitorozó stratégiát, melyet követni célszerű. Becsültük a felügyeleti monitoring elemeinek megbízhatósági és pontossági követelményei alapján a kivizsgálási és az operatív monitorozás során vizsgálandó jellemzőket, és a szükséges tér-és időbeni mérési gyakoriságot. Javaslatokat tettünk a beavatkozások hatásvizsgálatának és a felügyeleti monitoringnak az összekapcsolására, melynek révén költség takarítható meg.

Egy szennyvíztisztító telep adatai alapján készült vizsgálat eredményei szerint az időbeni mintavételi gyakoriság a csövén a következőképpen alakul:

- A telepre érkező víz mennyiségét évente elegendő 18 alkalommal vizsgálni napi gyakoriságú mérések alapján,
- A vízhozam szempontjából legváltozékonnyabb hónapok a március és a szeptember,
- Előfordulhatnak olyan időszakok, amikor naponta-kétnaponta szükséges a vízhozamot mérni a 10%-os hibahatárt betartásához, az év nagyészében azonban

havi 1-6 alkalommal is elegendő lehet vízhozamot mérni. Összességében a napi-kétnapi vízhozam mérés szükségesnek látszik. Ez egyébként gyakorlatilag minden telepen megvalósulhat, mert mérőt kötelező üzemeltetni.

- Hasonlóan a patakok viselkedéséhez, a szennyvíztelepre befolyó és az onnan elfolyó víz minősége is változékony. A telepre befolyó víz minőségét a 2004-es évi adatok, összesen időben 57 minta alapján 1-40 alkalommal kell mérni a hibahatár betartásához. A lebegőanyag tartalom 2004-ben negyven, az ammónium-ion tizennégy, az összes nitrogén kilenc, a KOI hat, a foszfortartalom négy, a pH pedig egyetlen mintázást kívánt meg időben. A telepről kifolyó víz adatai a befolyóhoz képest sokkal inkább megegyező mintaszámot igényelnek. A víz minőségét 24-32 alkalommal kell vizsgálni, a pH-t viszont csak egyszer az évi 59 minta alapján. A legállandóbb komponens a pH, a legváltozékonyabb a lebegőanyag tartalom a kifolyó vízben.

## 6 HONLAP ÉS TÉRINFORMATIKAI RENDSZER

A projekt keretében honlapot készítettünk, melynek segítségével lehetőség nyílt az eredmények széleskörű bemutatására. A honlapon nemcsak a projekt célját, feladatait, és fontosabb eredményeit ismertetjük, de a konzorcium résztvevőit is röviden bemutatjuk. A projekt keretében közölt publikációk listázzuk, és a projekt résztvevői közötti kommunikáció is lehetséges. A honlapot a SZIE keretében helyeztük el, fenntartását a projekt befejeződése után is tervezzük.

A projekt során elvégzett térinformatikai feladatok a következők voltak:

- Mindhárom területre beszereztük az elemzésekhez és megjelenítéshez szükséges kiegészítő alapadatokat: szkennelt 1:10000 topográfiai térképeket, digitális katonai térképeket.
- A mintavételi pontok GPS koordinátái alapján, koordináta-transzformáció után létrehoztuk a térinformatikai adatbázis alapját, a mintavételi pontok fedvényét mindhárom területre. Mivel Magyarországon az elérhető térbeli adatbázisok többsége Egységes Országos Vetületi Rendszerben (EOV) elérhető, az adatbázis is EOV koordinátarendszerben készült.
- A folyamatosan érkező mérési adatokat a térinformatikai adatbázisokba integráltuk. A konzorciumi megbeszélések alkalmával egyeztetett módon, kétféle tematikával végeztük el az adatintegrációt, így minden területre kétféle adatbázist hoztunk létre. A havi bontású adatbázis egy-egy terület összes mintavételi pontjára tartalmazza az adott hónapban mért összes jellemzőt. Az idősoros adatbázis az adott terület összes mintavételi pontjára, az összes mintavételi időpontra tartalmazza egy-egy jellemző mérési eredményeit.
- Az ingyenesen hozzáférhető SRTM domborzatmodell alapján, az Arc/Info szoftver GRID moduljának lefolyás-modellező függvényeivel elvégeztük a vízgyűjtők, illetve az egyes víztestekhez tartozó részvízgyűjtők lehatárolását.
- A részvízgyűjtő-határok és a CORINE felszínborítási adatbázis alapján kiszámítottuk az egyes részvízgyűjtők felszínborítási statisztikáit, ami a diffúz szennyezések számításához szolgált bemenő adatként.

- Elkészítettük a jelentés illusztrálásához szükséges térképeket és a vízgyűjtők morfológiáját bemutató háromdimenziós nézeti képeket.

A nézegető programot és az adatbázist egységes rendszerben CD-re telepítettük. A program önmagát feltelepíti, és az érdeklődő valamennyi, a projekt művelése során mért, adatot és információt lekérdezhet. Ehhez segítséget a 3. Mellékletben szereplő kézikönyv ad.

## 7 JAVASLATOK

A projekt eddigi tapasztalatai alapján az alábbi javaslatok tehetők:

- A számítások alapján mind a kémiai, mind a biológiai komponensekre nagy mintavételi gyakoriságot és sok mintavételi pontot kellene kijelölni egy víztesten ahhoz, hogy a VKI feltételeinek meg tudjunk felelni. Ez rendkívüli költségekkel járna és emberi erőforrás szempontjából is alig tűnik megvalósítható feladatnak országos léptékben. (Magyarországon közel ezeregyszáz víztestet jelöltek ki.) Ennek többsége kisvízfolyáson található, ezeket nem lehet a VKI szerint megfelelő gyakorisággal mintázni a nagy költségek és emberi erőforrás-igény miatt, még akkor sem, ha egy-egy víztestre csak hatévente kerülne sor a felügyeleti monitoringban. Két megoldás javasolható:
  - A víztesteket csoportosítjuk, azaz a típus, hidromorfológia, vízhozam, terhelés, stb. alapján csoportokba soroljuk a hasonlókat. A csoportokban kiválasztunk egy víztestet, ezt tekintjük jellemzőnek egy csoportra, és csak ezt monitorozzuk. Ha körültekintően csoportosítottuk azokat, akkor a hasonlóság köztük feltételezhetően elég nagy. Hátránya e módszernek, hogy a többi víztesten a változásokról nem értesülünk. A csoportosítás feltételrendszerét tehát el kell készíteni, hiszen a nem körültekintő csoportosítás nagy kockázatot jelenthet.
  - Elfogadjuk a téves minősítés nagyobb kockázatát, és mindegyik víztestet a VKI előírásainak megfelelően hatévente vizsgálunk, de a szükségesnél kisebb gyakorisággal, kapacitásunk szerint.
- A fizikai-kémiai és a hidromorfológiai minősítő rendszer kidolgozása nem halasztható tovább. Ennek kapcsán el kellene dönteni, hogy a fizikai-kémiai jellemzők esetében a kétosztályos, vagy az ötosztályos minősítést alkalmazzuk (a VKI ez utóbbit írja elő, de vannak törekvések a kétosztályos rendszer bevezetésére is).
- Láthattuk, hogy a minősítésben, az osztályhatárok megállapításában, valamint a mintavételi stratégia kialakításában nagy a mozgástér az eredményt illetően. El kellene döntenünk, hogy milyen képet szeretnénk kialakítani a kisvízfolyásainkról. Magas, vagy alacsonyabb mércét akarunk-e alkalmazni. Netán ezt a mércét igazítani kellene a német, vagy a holland mintához. Ezeknek a kérdéseknek az eldöntéséhez elsősorban politikai döntés szükséges csakúgy, mint a kockázatosság megítéléséhez (víztesteink hány %-át gondoljuk kockázatosnak).
- Ha a térben és időben szükséges mintaszámra vonatkozó eredményeinket összehasonlítjuk a VKI-ban leírt ajánlott minimális mintaszámmal, óriási eltéréseket kapunk. Sokkal gyakrabban kellene az ajánlottnál mintáznunk mindhárom szintű monitoring rendszer esetében. Az országos monitoring rendszernek 2006. végétől működőképesnek kell lennie. Ennek kidolgozását csak erős főhatósági irányítás

mellett, a területi szakemberek tapasztalatait felhasználva lehet elképzelni. Egy ilyen összehangolt iteratív munkához pedig a rendelkezésre álló idő nagyon rövid.

Budapest-Gödöllő, 2005. szeptember 5.

Dr. Heltai György  
projektkoordinátor

