

## **A mocsári növényzet állapotának GIS alapú térképezése a Kis-Balaton Védőrendszer Ingói-berkében**

FÜLÖP SÁNDOR<sup>1</sup>–DÖMÖTÖRFY ZSOLT<sup>2</sup>–POMOGYI PIROSKA<sup>3</sup>

### **Abstract**

#### **GIS-based status-mapping of the wetland macrovegetation in the Ingói Cope of the Kis-Balaton Water Protection System**

Lake Balaton, the largest shallow lake in East Central Europe, is very sensitive to eutrophication. To reverse eutrophication processes in the lake, nutrient loads entering Keszthely Bay are reduced by passage through the reconstructed wetland of Kis-Balaton Water Protection System (KBWPS), where the aquatic and wetland macrophytes trap the nutrients – primarily phosphorus – coming from the Zala catchment area.

Although the main function of the KBWPS (which consists of two main parts, the Hídvégi and Fenéki Ponds) is water quality management, the area is a natural reserve of international importance, providing habitats for many species of waterfowl. The Ingói Cope (16 sq km), which is part of the Fenéki Pond, was partially flooded in 1992 and the higher water level has resulted in quick and significant changes in the structure of macrovegetation.

This study links archival data and the recent vegetation mapping program of the KBWPS. We have measured the status of wetland macrophytes in the year 2000 and compared the results with the basic status of 1988, in order to define the spatial-temporal structural changes on the second water body of the Ingói Cope, where changes of the macrovegetation are the most conspicuous.

This study is based on infra-red aerial photographs entered into a GIS, creating special categories and establishing vector- and raster-based GIS databases.

The extension of coenological measurements is made possible by the GIS-based status-mapping of the wetland macrophytes: this method provides facilities to measure, status, coverage and structural changes of the wetland macrophytes, at specific locations and represent them on a practice-oriented thematic map.

The results currently displayed in the GIS databases and thematic maps indicate that further measurements are essential.

---

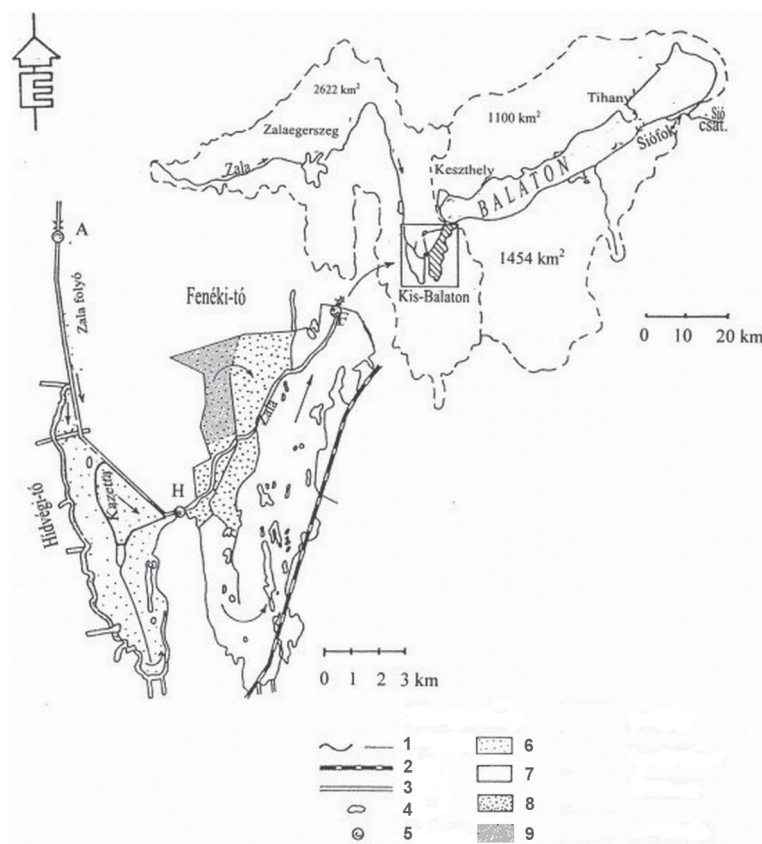
<sup>1</sup> Doktorandusz PTE TTK Földtudományok Doktori Iskola, Pécs. Témavezető: GERESDI I. PTE TTK Földrajzi Intézet Környezetföldrajzi és Meteorológiai Tanszék.

<sup>2</sup> Digi Science Kft.

<sup>3</sup> NYUDU-KÖVIZIG, Keszthely.

## Bevezetés

A Balaton hazánk természetvédelmileg és turisztikailag legjelentősebb szabad felszíni vízkészlete, amelynél a víz minőségének javítása és megőrzése elsőrendű feladattá vált. A Balaton vízminőség-védelmét, vízminőség-javítását célzó intézkedési program egyik lényeges eleme a Kis-Balaton Védőrendszer (KBVR) kialakítása, üzemeltetése (1. ábra). Az egykori Kis-Balaton mocsárrekonstrukciójának tekinthető KBVR fő célja a Zala vízgyűjtőről származó – jó részt diffúz eredetű – szerves növényi tápanyagok lehető legnagyobb mértékű visszatartása, Balatonba jutásának megakadályozása.



1. ábra. A Balaton és vízgyűjtője a Kis-Balaton Védőrendszerrel és a 2. víztájjal (szerk. a szerzők, 2005). – 1 = vízszél, töltés; 2 = vasút; 3 = befolyó; 4 = sziget; 5 = Zala-szelvény; 6 = üzemelő I. ütem; 7 = épülő II. ütem; 8 = Ingói-berek; 9 = 2. víztáj. Forrás: Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság térképe

Lake Balaton and the Balaton catchment area with the KBWPS and the second water body. (compiled by the authors, 2005). – 1 = water's edge, embankment; 2 = railway; 3 = inflow; 4 = island; 5 = Zala cross-section; 6 = operating Upper Reservoir; 7 = Lower Reservoir, under construction; 8 = Ingói Cope; 9 = second water body. Source: Thematic map of West Transdanubian Environmental and Water Authority

A KBVR ugyanakkor Európában is egyedülálló értéket képviselő – a Ramsari egyezmény hatálya alá tartozó – vizes élőhely, természetvédelmi terület, része a Balaton-felvidéki Nemzeti Parknak. Ebből következően – mint természetes környezetbe illesztett műszaki létesítmény – üzemeltetését a nemzetközi jelentőségű természeti értékek védelmét szem előtt tartva kell megvalósítani.

A KBVR területén folyó vizsgálatok egyik sarkalatos pontja a mocsári- és vízi növényzet lehetőleg minél pontosabb feltérképezése. A mikro- és makrovegetáció végzi a víztisztítás szempontjából meghatározó szervesetlen növényi tápanyag, a foszfor csapdázását, teremti meg az életfeltételeket a terület nemzetközi jelentőségű állatvilága számára. A magasabbrendű növényzet összetétele, állapota, tér-idő szerkezeti változásainak ismerete mind vízminőség-védelmi, mind természetvédelmi szempontból alapvető fontosságú, az erre vonatkozó információk nélkül lehetetlen lenne a szakszerű üzemeltetés, elárasztási, üzembe helyezési stratégiák kidolgozása.

A két ütemben megvalósuló KBVR – az I. ütemet 1985-ben helyezték üzembe – fokozatos kialakítás alatt álló II. ütemének (Fenéki-tó) Ingói-berek részét 1992 novemberében (POMOGYI P. et al. 1996) részlegesen elárasztották, amelynek következtében a víz szintje a területen átlagosan 30 cm-rel megemelkedett. Az állandó vízborítás, a korábban pangó vizes terület átfolyásos rendszerre válása, továbbá a korábbi berekvíztől lényegesen eltérő összetételű, a Hídvégi-tóból származó befolyó víz együttes hatására a magasabbrendű növényzet összetételében gyors, látványos átalakulások zajlottak le (SZILÁGYI F. 2000).

A KBVR vegetáció-térképezési programjához kapcsolódva az Ingói-berek „legváltozatosabb” térszínének, a degradációs, átrendeződéses folyamatokkal áthatott 2. víztáj mocsári növényzetének 2000. évi állapotát térképeztük fel, majd vetettük össze az 1988. évi „alapállapot”-tal. Az összehasonlító állapot-térképezést GIS felhasználásával, vektoros és raszteres adatállományok kialakításával végeztük

## **A KBVR vegetáció-térképezésének előzményei**

A Kis-Balaton vegetációjáról a 18. sz. közepe óta vannak szórvány adataink térképek és kéziratok formájában, amelyek az első időkben szinte kizárólag a térség nádas viszonyaival foglalkoztak, lévén a nád akkoriban fontos haszonnövény volt.

Ilyen pl. KRIEGER Sámuel 1766-ban készült Balaton térképe (ekkoriban a Kis-Balaton még nem létezett önálló egységként), amelyen jól láthatók a nádas területek határvonalai. Nagy vonalakban azonban több útleírás, majd a Zala-völgy lecsapolási munkálatainak megkezdése után műszaki leírás (SZALÓS M. 1894) megemlíti a makrovegetáció más típusait is azok helyével és kiterjedtségével együtt, így körülbelüli képet kaphatunk a Kis-Balaton és az alsó Zala-völgy akkori növényzetéről.

A Balatonnak és partmellékének – beleértve a Kis-Balatont – tervszerű tudományos kutatása a 19–20. sz. fordulóján indult meg. Id. LÓCZY Lajos és CHOLNOKY Jenő földrajztudósok az általuk felkért szakemberekkel közösen ezidőtájt adták közre „A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei” című, 32 kötetre terjedő, csaknem 7000 oldalas sorozatot, amely a világon elsőként dolgozta fel a teljesség igényével, és természettudományos szemlélettel egy nagy tóval kapcsolatos sokrétű jelenségeket.

E sorozat részeként 1900-ban BORBÁS Vince közölt a Zala folyó és a Kis-Balaton növényzetéről florisztikai jellegű leírást, előtte és utána tudományos igényű köz-

lemény hosszú ideig nem jelent meg. A mellőzöttség egyértelmű oka, hogy ebben az időben még a Balaton térképén is jócskán találunk fehér foltokat, ami a kutatói kapacitásokat hosszú évtizedekre elvonta (VIRÁG Á. 1995).

Élénkület csak az 1960-as és 70-es évek hoztak, amikor mindenki számára nyilvánvalóvá vált a Balaton egyre gyorsuló ütemű eutrofizációja és az ebből származó idegenforgalmi katasztrófa veszélye.

A figyelem hamarosan a Zalára és vízgyűjtőjére terelődött, mivel a vízminőségromlás legerőteljesebben a Keszthelyi-öbölben mutatkozott. Élénk kutatási tevékenység bontakozott ki, amelynek keretében vegetációtérképezésre is sor került (KÁRPÁTI I. 1975; KÁRPÁTI I. et al. 1980; KÁRPÁTI I. szerk. 1980; KÁRPÁTI V. 1977; LANTOS T. 1981).

Hamarosan feltárták a Zalának az eutrofizációs folyamatban betöltött szerepét (JOÓ O.–LOTZ GY. 1980), aminek eredményeképpen minisztertanácsi határozat (3476/1976), majd kormányhatározat született a KBVR létesítéséről (MTH sz. 2003/1983).

A KBVR vegetáció-térképezési programja már a kiviteli munkák korai szakaszában (1982) még a Hídvégi-tó medrének elárasztása (I. ütem) előtt elkezdődött, akkor még kizárólag földi, geodéziai módszerekkel. Ezzel megindultak a KBVR rendszeres hidrobiológiai, -ökológiai vizsgálatai, amelyek azóta is folynak, időközben kiterjesztve a Fenéki-tó területére is (POMOGYI P.–CSATÓ É. 1998). A térképezés 1985 óta hamisszínes infravörös (IR) légifotók földi interpretációjával, az egyes növényállományok helyszíni, cönotaxonomiai kategóriák szerinti beazonosításával víztájanként történik.

1995 előtt a növényzet lehatárolását, a térképek elkészítését kézi módszerrel végezték (POMOGYI P. et al. 1996), majd ezt követően a fejlett technológián alapuló, a cönotaxonomiai egységek lehatárolását, területük kiszámítását jelentős mértékben megkönnyítő térinformációs rendszerek alkalmazására tértek át (DÖMÖTÖRFY Zs. 1998).

A GIS rendszerre való áttérés elsődleges célja mindazonáltal az éves gyakorisággal készülő, hamis színes infravörös légifotókon alapuló növénytérképek egységes rendszerré történő integrálása volt, amely lehetővé teszi a magasabbrendű növényzet változásainak nyomon követését (DÖMÖTÖRFY Zs.–POMOGYI P. 1997).

A KBVR vegetáció-térképezésre használt, az interneten keresztüli adatszolgáltatást is lehetővé tévő ArcView-ArcInfo rendszere hosszabb távon – az ökológiai kutatások több területére kiterjeszhető széleskörű adatbázisa révén – akár fő kutatás-szervezési platformmá is előléphet (DÖMÖTÖRFY Zs. 1998).

A mocsári növényzet GIS alapú összehasonlító állapot-térképezése a vegetáció-térképezés egy új szempontú megközelítése, amely éppen a KBVR területén áll kidolgozás alatt.

A KBVR recens és archív vegetáció-térképezéséhez kapcsolódva – a cönológiai felméréseket kiegészítendő – hiánypótló jelleggel végezzük állapot felvételezéseinket, s alakítjuk ki a mocsári növényzet GIS alapú összehasonlító állapot-térképezésének módszereit.

## A vizsgálatok adatbázisa és módszerei

### *Kiindulási alapok*

A mocsári növényzet állapotának összehasonlító vizsgálatát az ArcView 3.1 térinformációs rendszer felhasználásával végeztük. A részleges elárasztást megelőző és követő állapotok felvételezésére a Földmérési és Távérzékelési Intézet által, a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság megbízásából az 1988. évi és a 2000. évi repülések során készített légifelvételek, ill. az ezekből az 1988. évre előállított kvázi-ortofotók, valamint a 2000. évre létrehozott ortofotók szolgálták rasteres kiindulási alapul. A körülbelül 2700 m-es repülési magasságban készített légifelvételek, amelyek az infravörös tartományban készültek hamisszínes megjelenítéssel, a maximális biomasszát produkáló nyári időszakban, augusztusban láttatják a mocsári növényzet részleges elárasztás előtti és utáni állapotát.

Az 1988. évi légifelvétel kontaktjainak méretaránya kb. 1: 35 000, és mivel az eredeti negatív nem állt rendelkezésre, ezért egy színes kontakt került szkennelésre. A szkennelés 900 dpi-s felbontással történt, így a szkennelés után a légifelvétel felbontása közelítően 2 m-re adódott, ami 2 x 2 m-es pixelméretet jelent. A szkenneléssel a légifotó digitális formába került, amelynek eredménye egy ún. *bitmap* lett, ahol az egyes pixelek színe és pozíciója van eltárolva.

Ezt követően a digitális alapanyagból síkba fektetett digitális fotótérkép készült, amelynek előállítását, az EOVB-ba transzformálását PCI Orthoengine AE szoftver igénybevételével, GPS-szel bemért illesztőpontok alapján történt.

A 2000. évi légifelvétel diapozitívjának méretaránya kb. 1: 20 000. A szkennelés a diapozitívról készült 21 m felbontással, filmszkenneléssel, ami már lényegesen nagyobb részletgazdagságot eredményez, és így kevesebb információvesztéssel jár. Ennek megfelelően a digitalizált légifelvétel felbontása ~0,5 m-nek adódott. A további feldolgozást a FÖMI végezte ERDAS IMAGINE szoftver igénybevételével, amelynek eredményeként ortofotó készült. Az ortofotó illesztéséhez az 1: 10 000 ma. digitális topográfiai térképből előállított digitális terepmodellt (1: 10 000 DTM) használtunk.

Vektoros kiindulási alapként az 1988. évi kvázi ortofotók felhasználásával készült, cönnotaxonómiai kategóriák szerinti digitális növényzettérkép szolgált, amely a Nyugat-Dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság tulajdonát képezi. E növényzettérkép kategóriáinak összevonásával hoztuk létre a 2000-es állapot térkép általunk kialakított kategóriáival összevethető, a célnak jelen esetben megfelelő kategóriákat, amelyek a következők voltak: szabadnak látszó vízfelület, nádas, gyékényes, magassásos egyéb.

### *A 2000. évi állapot térképezéséhez kialakított kategóriák*

A mocsári növényzet állapotának GIS alapú feltérképezése sajátos kategóriák és kódrendszer létrehozását tette szükségessé. Az előzetesen megtervezett kategóriák, avagy

a térinformatika szaknyelvén attribútumok – amelyek alapján a digitalizálás munkafázisa, a vektoros adatállomány kialakítása végre lett hajtva – a következők: „A”, valamint „B” típusú szabadnak látszó vízfelület, homogén nádas, elegyes nádas, gyékény dominanciájú nádas, iszapsziget, „A”, valamint „B” típusú kezdődő felritkulás, „A”, valamint „B” típusú előrehaladott felritkulás („babásodás”), úszóláp, egyéb.

Az állapot-térképezési kategóriák felállításánál a mocsári növényzet átrendeződéses, degradációs folyamatainak feltárása, a 2000. évi állapot bemutatása voltak a fő célkitűzések. Ennek megfelelően főként gyakorlatias szempontok alapján, a légifelvételből a lehető legtöbb információ kinyerését szem előtt tartva került sor a kategóriák megtervezésére. Ugyanakkor az is fontos szerepet játszott, hogy a tematikus térképek könnyű áttekinthetősége érdekében, ne legyen túl sok kategória, de a túl kevés kategória is kerülendő volt az óhatatlanul fellépő információvesztés miatt.

Mínt hogy a vizsgált területről a légifelvételek tanúsága szerint a magassásosok gyakorlatilag kipusztultak, nem állítottunk fel külön kategóriát e növénytársulásnak, holott a részleges elárasztás előtt e víztájon jellemzőek voltak. Hangsúlyt helyeztünk a tér-idő szerkezeti változások fázisainak bemutatására (kezdődő, ill. előrehaladott felritkulás, szabadnak látszó vízfelület).

A kvantitatív szempont mellett a kvalitatív jellemzők figyelembe vétele is nagy jelentőségű az átrendeződéses folyamatok feltárásához, bár ennek határt szabnak a légifelvétel adta felbontási, felismerhetőségi korlátok.

A kvalitatív jellemzők feltárása céljából a nádasokat 3 kategóriába soroltuk be. Külön kezeltük a gyékény dominanciájú nádasokat, mivel az infravörös légifelvételen jól elkülöníthetőek, és a megváltozott ökológiai körülményekre a nádasoktól eltérően reagálnak, jóllehet botanikai, cönotaxonómiai kritériumok alapján a nádasok társuláscsoportjához (*Phragmition*) tartoznak, mint a nádas asszociációk (*Scirpo-Phragmitetum*) függetlenül attól, hogy mi a karakterfajuk. A gyékény dominanciájú területek további asszociációkra, szubasszociációkra bontása a vizsgálódások szempontjából nem volt célszerű, egyúttal az elegyes nádasok összetevőinek cönotaxonómiai meghatározása is érdektelen, a légifotó alapján kivitelezhetetlen is volt.

A homogén nádas kategória cönológiaiailag inkább a nádas asszociációnak feleltethető meg, mintsem a homogén nádas szubasszociációnak, de a légifelvétel alapján lehetetlen és felesleges is lett volna az általában 10% alatti egyéb összetevők beazonosítása.

Az úszóláp és iszapsziget nem cönotaxonómiai egységek, de a légifotón jól elkülöníthetőek és a vegetáció szerkezeti változásait illetően értékes információkat hordoznak, ezért indokoltnak tűnt a külön kategóriába sorolásuk.

A szabadnak látszó vízfelületek, továbbá a kezdődő és előrehaladott felritkulás által érintett területek a mocsári növényzet degradációs folyamatairól tudósítanak, a légifotó alapján lehetséges, ugyanakkor a célkitűzéseknek megfelelően elengedhetetlen volt a részletekbe menő vizsgálatuk. Megjegyzendő, hogy a szabadnak látszó vízfelületek a terepvizsgálatok tanúsága szerint gyakorta lebegő hínár (*Hydrocharition*) és/vagy a gyökerező hínár (*Potamion*) társuláscsoporthoz tartozó vízi növényzet által

borítottak, azaz nem növényzetmentesek. Ez indokolta a kategória nevének létrehozásakor, az egyébként széles szakmai körben elterjedt „nyílt víz” megnevezés helyett, az árnyaltabb „szabadnak látszó vízfelület” megnevezés bevezetését.

A degradációs folyamatokat feltáró kategóriákat elkülöníthetőségi és morfogenetikus szempontok figyelembevételével célszerű volt további „A” és „B” típusú alkategóriákra osztani. Ezen alkategóriák bevezetésével lehetővé válik a Seiga típusú nádaratógépek taposási csíknymainak elkülönítése, amely lehetővé teszi a nagygépes nádaratás által okozott mechanikai kártétel vizsgálatát. Minthogy a taposási „csapákban”, kihordóutakban a növényzet szukcessziója más irányt vesz, ugyanakkor ezek a sávok a degradatív folyamatok kiindulási magterületeiként funkcionálnak – főleg, ha vízborítást kaptak –, ezért indokolt beható tanulmányozásuk.

### *Alkalmazott vizsgálati módszerek*

A 2000. évi állapotkép kialakításához a kategorizálást követően a digitalizálás munkafázisa következett, amely műveletet az ArcView jobb megismerése érdekében, a szoftver beépített eszközeinek felhasználásával a számítógép képernyőjén, egér használatával végeztük. Megjegyzendő, hogy a digitalizálás nem csak egyszerűen technikai kérdés, hanem interpretációs is, mivel az objektumok felismerése, lehatárolása bizonyos fokú szakértelmet, terepi tapasztalatot igényel.

A mocsári növényzet tér-idő szerkezeti változásait feltárandó, metszettük egymással a kialakított 1988. évi és 2000. évi vektoros adatállományokat tartalmazó témákat, majd az összevont témán már tetszőleges SQL lekérdezéseket végezhetünk.

A GIS adta lehetőséget kihasználva a mocsári növényzet borítottság vizsgálatát is elvégeztük a KBVR vegetáció-térképezésében újszerű módszerrel, a vizsgált terület négyzethálójával történő lefedésével, raszteres adatállomány kialakításával. Az eljárás, minthogy a raszterháló egyes elemei geokódoltak, tehát mindig azonos felületet fednek le, idősor vizsgálatoknál lehetővé teszi tetszőlegesen megválasztott lokális terület egységek változásainak nyomon követését is. A teljes víztájat egy 44 767 db 10x10m-es területet átfogó cellából álló négyzetrácsal fedtük le. Az egyes cellák borítottsági értékeinek meghatározásához egy borítási skála került felállításra, amely skála 20%-os beosztással 0–100%-ig reprezentálja a magasabbrendű növényzet borítását.

A négyzetháló celláinak vizuális interpretációval adtunk borítási értékeket, mivel a KBVR vegetáció térképezésénél a szoftveres alapon történő automatikus interpretáció egyelőre megoldatlan. Ez főként arra vezethető vissza, hogy a légifelvételek színinformációi e mocsári környezetben rendkívül sokféle biológiai és egyéb (termőhelyi viszonyok, bizonyos fizikai körülmények pl. árnyék hatások, a levegő páratartalma stb.) részinformáció aggregált értékei.

A vizsgált két év viszonylatában a mocsári növényzet borítottságában bekövetkezett változásokat az egyes cellákra vonatkozó borítottság értékek különbségeiként határoztuk meg.

A létrehozott adatállományokból az adatok statisztikai kiértékelésén, opcionális lekérdezésén túl azok tematikus térképi megjelenítésére, és ezáltal – minthogy az emberi agy vizuális adatfeldolgozási képessége lényegesen meghaladja az algebrai – rejtett mintázatok és összefüggések feltárására is lehetőség nyílik, elősegítendő a magasabbrendű vízi- és mocsári növényzet átrendeződéseinek lehető legpontosabb feltárását.

## **Eredmények**

### *Az 1988. évi „alapállapot” jellemzői*

Az 1992. évi részleges elárasztást megelőző, null-állapotnak tekinthető 1988. évben a légifelvételek tanúsága szerint az Ingói-berek, és így a 2. víztáj is, csaknem teljes egészében összefüggő mocsári növénytakaró által borított terület volt. A mocsári növényzet raszteres borítottság-vizsgálatát az 1988. évre (szintűgy a 2000. évre) elvégeztük, a víztáj átlagos borítottsága kb. 95%-os.

A cönotaxonómiai kategóriák szerinti digitális növényzettérkép alapján a kotus láptalajokra jellemző nád domináns nádasok tették ki a 2. víztáj mocsári növényzetének zömét, mintegy 80%-át, míg az elsősorban réti talajokon kialakult magassásosok alkották az összefüggő növénytakaró mintegy 1/6-át (SZILÁGYI F. 2000). A gyékényesek és a szabadnak látszó vízfelületek területe gyakorlatilag elhanyagolható volt.

### *Az ökológiai feltételek megváltozásának következményei*

A részleges üzembehelyezés az ökológiai körülmények megváltozását idézte elő. Egyrészt azok a magasabban fekvő területek, amelyek az üzembe helyezés megkezdése előtt csak időszakosan voltak vízborítottak (belvízes, csapadékos időben), állandó vízborítás alá kerültek (POMOGYI P. et al. 1996), másrészt a részleges elárasztást megelőzően is állandó vízborítású területek a mintegy 130 év óta pangóvízes rendszerből hirtelen átfolyásos rendszerré változtak (SZILÁGYI F. 2000). Ennek következtében és ezzel együtt a víz minősége és kémhatása is megváltozott (POMOGYI P. et al. 1996). A Hídvégi-tóból befolyó magas alkatartalmú víz pH-ja lényegesen magasabb, mint a Berek semleges vagy inkább savanyú pH-jú vize, és az ezzel szorosan összefüggő alacsony pH-jú talajai.

Hangsúlyozandó ökológiai körülmény, hogy az átfolyásos rendszerré válás alapvetően megváltoztatta a redox viszonyokat egy olyan területen, ahol mindig is anaerob körülmények uralkodtak, különben nem alakulhatott volna ki tőzeg.

Ennek hatására a mineralizációs, szervesanyag-bontási, feltárási folyamatok intenzívebbé válhattak, ami a belső tápanyagterhelés átmeneti növekedésével járt (SZILÁGYI F. 2000).



*A mocsári növényzetben tapasztalt változások 1988 és 2000 között*

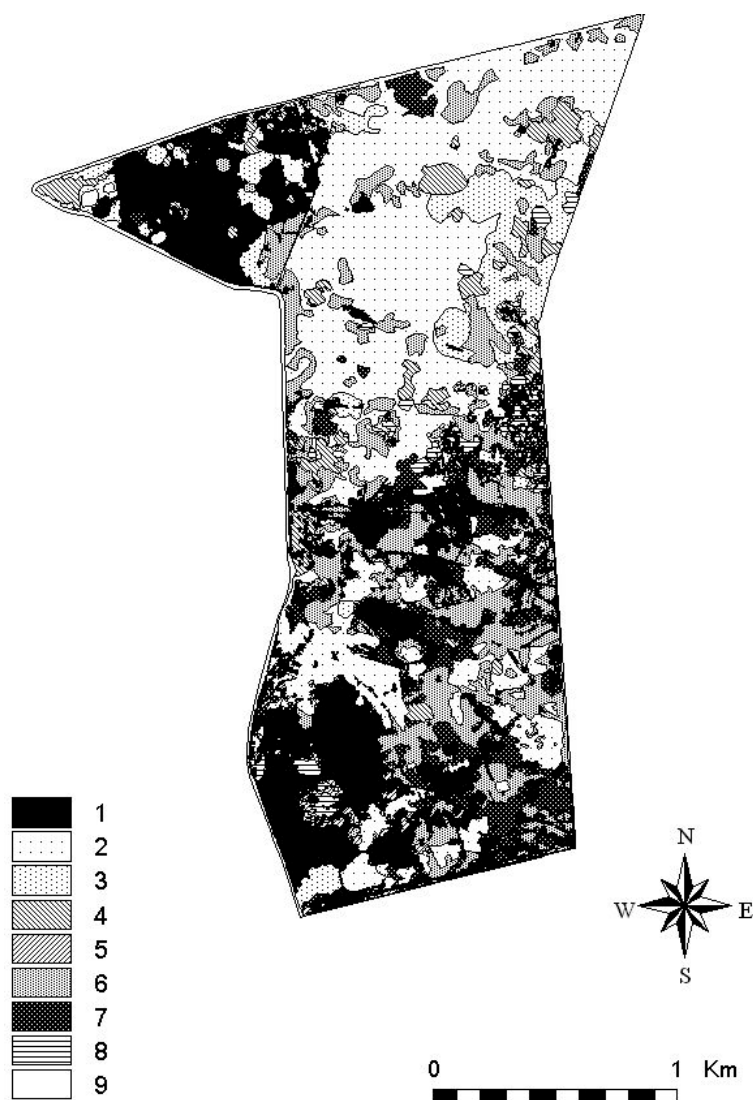
A megváltozott ökológiai körülményekre a növénytársulás-típusok eltérően reagálnak. A két vizsgált év összevetésével kiderült, hogy 2000-re az 1988-ban még magassásos növényzettel borított térszín 80%-a vízborítás alá került. Más megközelítésből kitűnik, hogy a 2000. évi szabadnak látszó vízfelületek jókora része (mintegy 60%-a) volt 1988-ban még magassásos uralta térszín. E számadatok arra utalnak, hogy a degradáció mindenekelőtt a sásos növényzetet érintette. A sásosok, nedves rétek számára a sekély vízborítás és a pangóvízes rendszer nyújt kedvező feltételeket (ARADI Cs. 1997). A magasabb vízborítást és főként az újonnan kialakult átfolyásos rendszert, az ezzel együtt járó megváltozott vízkémiai viszonyokat egyik társulásuk és karakter fajuk sem tudja tolerálni (SZABÓ I. et al. 1997). A magassásos állomány fokozatosan, de igen gyors ütemben, a részleges elárasztást követő néhány éven belül, gyakorlatilag eltűnt a víztáj területéről. Sásos növényzet a 2000. évi légifelvételen azonosíthatatlanul, csak szórvány foltokban, néhol a nádas közé elvegyülten, mint kísérőfaj volt jelen.

A nád ezzel szemben már jobban tűri a magasabb vízborítást, a megváltozott ökológiai feltételeket. A 2000. év adataiból (1. táblázat) kitűnik, hogy a homogén nádas 145 ha kiterjedéssel a víztáj közelítőleg 1/3-át teszi ki, míg elegyes nádas jóval kisebb részarányal, a víztáj összterületéből alig több, mint 8%-kal részesedik (2. ábra). A gyékény dominanciájú nádas részaránya még kisebb, 4,6%, azonban ez a számadat a részleges elárasztást követő helyenkénti besűrűsödésükről, terjeszkedésükről ad tanúságot, minthogy az 1988-as részarányuk még a víztáj 1%-át sem érte el.

Ha a 3. ábrára tekintünk, megállapíthatjuk, hogy a degradációs folyamatok végső stádiumának tekinthető szabadnak látszó vízfelületek térszíne a vízszintemelést megelőzően ugyan a magassásosnál jóval kisebb részarányban, de nem elhanyagolható mértékben, 37%-ban nádas (nád domináns nádas) borítású volt. Ez a számadat és a 2000. évben kezdődő, ill. előrehaladott felritkulással érintett területek vi-

*1. táblázat. A 2000-es vegetációs állapotterkép területi statisztikája*

Kategória	Terület (ha)	Eloszlás (%)
„A” típusú szabadnak látszó vízfelület	88,88	20,2
„B” típusú szabadnak látszó vízfelület	8,90	2,0
Homogén nádas	144,56	32,8
Elegyes nádas	36,27	8,2
Gyékény dominanciájú nádas	20,22	4,6
Iszapsziget	5,02	1,1
„A” típusú kezdődő felritkulás	50,98	11,6
„B” típusú kezdődő felritkulás	27,73	6,3
„A” típusú előrehaladott felritkulás	36,58	8,3
„B” típusú előrehaladott felritkulás	3,73	0,8
Úszóláp	8,70	2,0
Egyéb	9,05	2,1
<i>Összesen:</i>	<i>440,63</i>	<i>100,0</i>



2. ábra. A mocsári növényzet állapotképe a KBVR II. 2. víztáj (Fenéki-tó) területére 2000-ben. Összevont kategóriák jelkulcsa – 1 = szabadnak látszó vízfelület A, B; 2 = homogén nádas; 3 = elegyes nádas; 4 = gyékény dominanciájú nádas; 5 = iszapsziget; 6 = kezdődő felritkulás A, B; 7 = előrehaladott felritkulás A, B; 8 = úszóláp; 9 = egyéb

The status-map of the wetland macrovegetation on KBWPS 2nd water body (Fenéki Pond) in 2000. Legend of the simplified categories – 1 = open water surface with occasional aquatic vegetation A, B; 2 = homogeneous reed-beds; 3 = mixed reed-beds, reed-dominant; 4 = reedmace-dominant reed-beds; 5 = mud island; 6 = commencing attenuation (thinning) of reed A, B; 7 = advanced attenuation A, B; 8 = floating vegetation; 9 = other

szonylagos nagysága (a víztáj 18, ill. 9%-a) arra utal, hogy a degradációs folyamatok vélhetően a domináns, valamint a szubdomináns helyzetben lévő sásos növényzet kipusztulását követően a nádas állományokra is áttérjedtek. E regresszív, degradatív folyamatok üteme ugyan 2000-re jelentősen lelassult, de a degradációs jelenségek, még ha kezdeti stádiumban is, megjelentek a víztáj ÉK-i, az átfolyásos rendszer kimenő oldalánál is.

Jellegzetesek a 3. ábrán is jól kivehető, a nádas területeken is megfigyelhető vonalak, sávok (nagygépes nádaratás nyomvonalai), amelyek a nádas kiritkulását jelentős mértékben előmozdíthatják.

A víztáj mocsári növényzetének átlagos borítottsága 2000-re az 1988. évi érték 2/3-ára, 64%-ra csökkent. A 4. ábrán a mocsári növényzet borítottságában bekövetkezett változásokat mutatjuk be, amely raszteres különbség-térképen a lokális változások jól nyomon követhetők. A térképen alig észrevehetően jelennek meg – jó részt csak pontszerűen – olyan foltok, ahol a mocsári növényzet valamelyest besűrűsödött a két év viszonylatában. A 71%-tól 100%-ig terjedő borítottság-növekedés tartományba azonban egyetlen cella sem került.

A mocsári növényzet állapot-változásai kapcsán érdemes még szót ejteni egy örvendetes tényről, miszerint a Kis-Balaton botanikailag és természetvédelmi szempontból is legnagyobb értéket képviselő területei (SZILÁGYI F. 2000), az úszólápok kiterjedése növekedett a részleges elárasztást követően, 2000-ben a víztáj 2%-án voltak megfigyelhetők (1. táblázat). A megemelkedett vízszint hatására az aljzatról felszakadt sziget jellegű úszólápok a vízminőség-védelem szempontjából is jelentős, kiváló természetes tisztító rendszerként funkcionáló képződmények (CSUPOR T. 1983).

#### *A megemelt vízszint hatása a biodiverzitásra*

Az Ingói-berek részleges elárasztása következtében a természetvédelmi érték átrendeződése van folyamatban, így az élőhelyek biodiverzitása is változik. Mindazonáltal a mocsári növényzet degradációja még nem jár feltétlenül a biodiverzitás csökkenésével. A köztes diszturbancia elmélet szerint a természetes ökológiai folyamataiban megzavart (perturbált) rendszerek (mérsékelt) zavaró hatásokra a biológiai változatosság átmeneti növekedésével válaszolhatnak, ha – esetünkben a (fokozatos) elárasztás következtében – új élőhelyek alakulnak ki, de a régiók még nem károsodnak végzetesen (SZABÓ I. 1997).

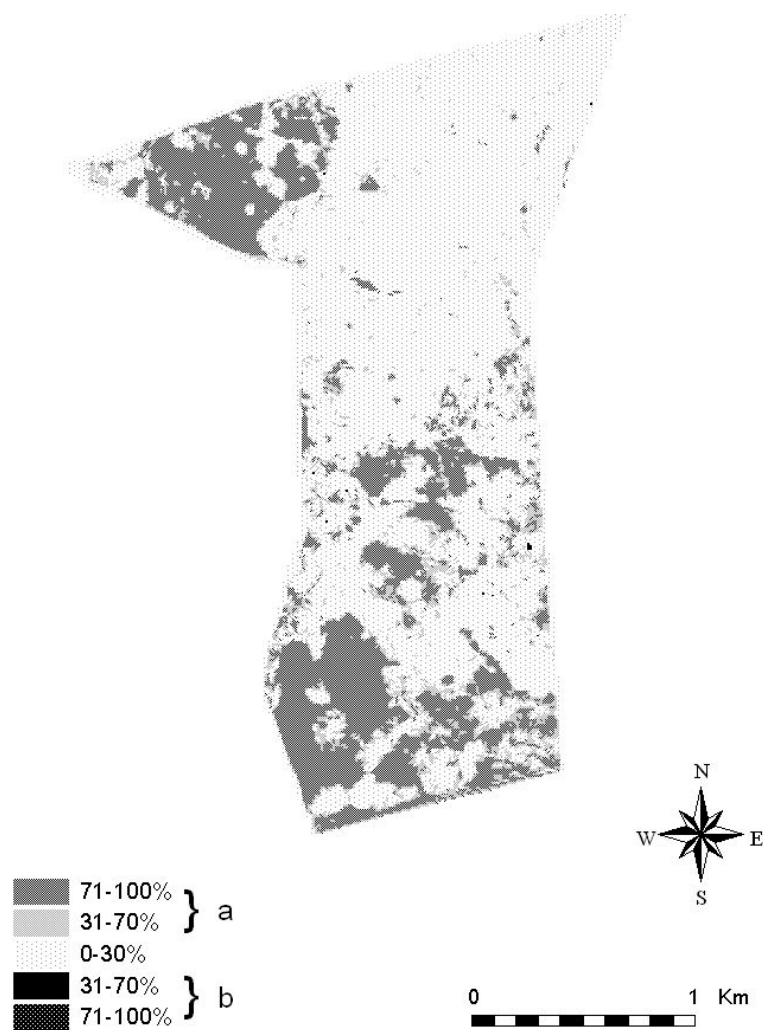
A megemelt vízborítás hatására az úszó- és lebegőhínárral táplálkozó madarak teret nyerhetnek, a nádon fészkelő madárfajok viszont visszaszorulhatnak, mivel a nádasok nagy része úgy alakul át, hogy közüle a sás, amin e madarak táplálkoznak, kipusztul. Példának okáért teret nyerhet a Kis-Balatonban endemikus ponty, vagy a bennszülött piócafaj. A lápi viszonyokat kedvelő védett lápi póc és réti csík viszont feltehetőleg veszít élőhelyéből, de a terület remélt mozaikossága miatt várhatóan megmarad élőhelye, ahogyan a védett gerinctelenek is remélhetőleg megtalálják a nekik megfelelő élőhelyfoltokat (SZILÁGYI F. 2001).



3. ábra. A 2000. évben szabadnak látszó vízfelületek növényzete 1988-ban. – 1 = magassásos; 2 = nádas; 3 = szabadnak látszó vízfelület; 4 = gyékényes; 5 = egyéb; 6 = 2000-ben nem szabadnak látszó vízfelület

The original vegetation cover in the year 1988 in the place of open water surfaces (with occasional aquatic vegetation) in the year 2000. – 1 = large sedge areas; 2 = reed-beds; 3 = open water surface with occasional aquatic vegetation; 4 = reedmace areas; 5 = miscellaneous; 6 = surface coverage of wetland macrophytes in the year 2000

Azonban, ha a degradatív folyamatok az újrastrukturált, mozaikos élőhelyen továbbhaladnak, akkor a diverzitás csökkenni kezd, a természetvédelmi értékek számottevően sérülhetnek (SZABÓ I. 1997).



4. ábra. A mocsári növényzet borítottságának változása a KBVR II. 2. víztáj (Fenéki-tó) területén 1988 és 2000. között. – a = borítottság csökkenés; b = borítottság növekedés

Changes in the coverage of the wetland macrovegetation on KBWPS 2<sup>nd</sup> water body (Fenéki Pond) between 1988 and 2000. – a = shrinking coverage; b = extending coverage

### Összefoglaló következtetések

Összességében elmondható, hogy a nevezett víztájat 1988-ban a víz- és talajviszonyok függvényében elhelyezkedő nagyrészt nádas, kisebb részt magassásos

állomány alkotta, amelyek egymástól területileg jól elkülöníthetőek voltak, de egymással elegyedve is előfordultak. Szabadnak látszó vízfelületek csak elvétve fordultak elő.

Az egykori összefüggő mocsári növénytakaró az 1992. évi részleges elárasztás hatására 2000-re felritkulási foltokkal, a „babásodás” nyomaival, szabadnak látszó vízfelületekkel erősen tagolt térszinné vált, ezzel egyidejűleg a növényzet összetétele is megváltozott. A magassásos társulások visszaszorultak a területről, felritkulással járó degradációs folyamatok a nádas állományokban is megjelentek. Ez a folyamat a későbbiekben folytatódhat – kiterjedhet a víz áramlási irányára nézve következő, 3. víztájrásra is (ahol ma még nem jellemző) – különösen akkor, ha az Ingói-berek leválasztása, a teljes II. ütem területétől független vízszintszabályozása, üzemeltetése, belátható időn belül nem valósul meg (SZILÁGYI F. 2001).

A mocsári növényzet állapot-térképezéséhez használt GIS lehetőséget ad a földrajzi és leíró adatok gyors, együttes, integrált áttekintésére, opcionális lekérdezésekre, területi statisztikai elemzések végrehajtására, a tematikus térképi megjelenítés révén pedig az eredmények szemléletes bemutatására. GIS-módszerek alkalmazásával, az újonnan felállított állapot-térképezési kategóriák révén létrehozott vektoros adatállománynak, valamint a borítottság vizsgálat rasters adatállományának felhasználása mellett, lehetővé válik a mocsári növényzet mindenkori állapotának komplex, beható vizsgálata akár lokális területegységek viszonylatában is.

A mocsári növényzet tér-idő szerkezeti változásainak feltárása, valamint a várható változásokra vonatkozó prognózisok felállítása érdekében megalapozott és indokolt a funkcionális egységet alkotó Ingói-berek mind a négy víztájának monitorozása, archív és recens légifelvétel alapján történő rendszeres (négyévenkénti) GIS alapú feldolgozása, az előállított adatok egységes adatbázisba szervezése. Idősor-analízissel, a különböző évek állapotainak egybevetése révén átfogó és szabatos képet kaphatunk a terület mocsári növényzetének dinamikájáról, amely eredményekkel hozzájárulhatunk a végleges üzembehelyezéssel kapcsolatos döntések szakmai megalapozásához.

## IRODALOM

- ARADI Cs. 1997. A Kis-Balaton Alsó Tározó Felülvizsgálata. – A Kis-Balaton tározó természetvédelmi elemzése. 9. Háttérjelentés. Budapest, 9 p.
- CSUPOR T. 1983. Kis-Balaton. – Gondolat Kiadó. Budapest, 39 p.
- DÖMÖTÖRFY Zs. 1998. Térinformatikai rendszerek alkalmazása a Kis-Balaton Védőrendszeren. – In: POMOGYI P.–DÖMÖTÖRFY Zs. (szerk.): A Kis-Balaton térségének magasabbrendű növényzetével kapcsolatos kutatási eredmények. A Magyar Hidrológiai Társaság Nyugat-Dunántúli Területi Szervezete és a Nyugat-Dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság előadói ülésének Keszthely, pp. 78–79.
- DÖMÖTÖRFY Zs.–POMOGYI P. 1997. A KBVR vegetáció-térképezés módszerei. – Hidrológiai Közlöny, 77. 1–2. pp. 48–49.
- JOÓ O.–LOTZ Gy. 1980. A Zala folyó szerepe a Balaton eutrofizálódásában. – Vízügyi Közlemények, 2. pp. 225–256.

- KÁRPÁTI I. (szerk.) 1980. A Balaton kutatásának újabb eredményei. – MTA Veszprémi Akadémiai Bizottsága, Monográfia 6. 1. Veszprém
- KÁRPÁTI I. 1975. A Balaton alga- és hínárvegetációjának kapcsolata az eutrofizálódással. – In: KOVÁCS M. (szerk.): A környezetvédelem biológiai alapjai. Budapest, pp. 133–145.
- KÁRPÁTI I.–KÁRPÁTI V.–POMOGYI P. 1980. Tanulmány a KBVR üzemeltetésének technológiai és üzem-szervezési koncepcióinak biológiai megalapozásához. – ATE Term. Fejl. Int., Keszthely, 151 p.
- KÁRPÁTI V. 1977. A Kis-Balaton vízi vegetációja és a jellemző fajok tápanyagakkumulációs képessége. – A Biológiai és Orvosi Szakbizottság Ökológiai Munkabizottságának ülése (1977. febr. 19. Zirc), pp. 131–140.
- LANTOS T. 1981. A vízi makrofitonok termőhely-jelző szerepe a Balatonban. – Diplomadolgozat, ATE Keszthely, 54 p.
- POMOGYI P.–CSATÓ É. 1998. A KBVR vegetáció-térképezésének eredményei. – In: POMOGYI P.–DÖMÖTÖRFY Zs. (szerk.): A Kis-Balaton térségének magasabbrendű növényzetével kapcsolatos kutatási eredmények. A Magyar Hidrológiai Társaság Nyugat-Dunántúli Területi Szervezete és a Nyugat-Dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság előadóülése. Keszthely, 51 p.
- POMOGYI P.–SZEGLÉP P.–CSATÓ É. 1996. A Kis-Balaton Védőrendszer Fenéki-tó nádas társulásainak változásai a vegetáció-térképezés eredményei alapján. – In: POMOGYI P. (szerk.): 2. Kis-Balaton Ankt. Összefoglaló értékelés a Kis-Balaton Védőrendszer 1991–1995 közötti kutatási eredményeiről. NYUDUVIZIG–PATE–FÖMI, Keszthely, pp. 205–206.
- SZABÓ I. 1997. A természetvédelmi biomonitringgal kapcsolatos 1997. évi eredmények szintetizálása, összefoglaló értékelése. A Kis-Balaton Védőrendszer természetvédelmi célú biomonitringhoz szükséges tárgyévi szakértői tanulmány. – Keszthely, pp. 20–21.
- SZABÓ I.–BOTTA DUKÁT Z.–SZEGLÉP P. 1997. A Kis-Balaton (Kis-Balaton vízminőségvédelmi Rendszer II. ütem) természetvédelmi célú biológiai monitorozása. Botanikai kutatások. – Jelentés az 1997. évi munkákról. PATE, Keszthely, 16 p.
- SZILÁGYI F. 2000. A Kis-Balaton 1999. évi vizsgálati és kutatási eredményeinek szintézise. – Munkabeszámoló. ÖkoTech Kft., Budapest, 80 p.
- SZILÁGYI F. 2001. A Kis-Balaton 2000. évi vizsgálati és kutatási eredményeinek szintézise. – Munkabeszámoló. ÖkoTech Kft., Budapest, 142 p.
- VIRÁG Á. 1995. A balatoni és a kis-balatoni nádasok. – Kutatási jelentés. Budapest, 95 p.

**PAP NORBERT–VÉGH ANDOR (szerk.): A Kárpát-medence politikai földrajza.** IV. Magyar Politikai Földrajzi Konferencia. – PTE TTK Földrajzi Intézet Kelet-Mediterrán és Balkán Tanulmányok Központja, Pécs, 2005. 261. oldal

Magyarországon a két világháború közötti időszakban működött egy, a kor viszonyai között a politikai földrajzot magas színvonalon művelő iskola, amely elsősorban Teleki Pál nevéhez köthető. Ennek egyik jelentős központja Pécs volt. A II. világháborút követően az ilyen jellegű kutatások – mindenekelőtt a kutatók politikai elkötelezettsége miatt – ellehetetlenültek, és csak lassan kerültek vissza a tudományos életbe, valamint az oktatásba. Az 1990-es években megindult a diszciplína újra intézményesülése, egyre többen foglalkoztak ismét a politikai földrajz különböző részterületeivel, témáival. A JPTE TTK Földrajzi Intézetének keretében megalakult az első – és hazánkban a mai napig egyetlen – Politikai Földrajzi Tanszék is.

A pécsi kutatóműhely a magyar politikai földrajzi vizsgálatokat modern alapokra helyezve kívánta újjáteremteni. A témával foglalkozó kutatók sokáig egymástól elszigetelten, egymás működését nem ismerve tevékenykedtek. A probléma leküzdésének érdekében rendezte meg hagyomány-