

**No 39 (2013)**  
**ISSN: 1418-7191**

---

# **Acta Scientiarum Socialium**

**HISTORIA, OECONOMIA, PAEDAGOGIA, PHILOSOPHIA, SOCIOLOGIA**

**KAPOSVÁRI EGYETEM / KAPOSVÁR UNIVERSITY**  
**Társadalomtudományi Tanszék / Department of Social Sciences**

## **Acta Scientiarum Socialium**

A peer-reviewed journal in the social sciences

### **A szerkesztőség címe / Address of the Editorial Office**

Kaposvár University, Department of Social Sciences  
H-7400 Kaposvár Guba S. u. 40.  
e-mail: acta.sci.soc@gmail.com  
honlap / webpage: journal.ke.hu/asc

### **Alapító főszerkesztő / Founding Editor-in-chief**

HORVÁTH Gyula

### **Főszerkesztő / Editor-in-chief**

MOLNÁR Gábor

### **Szerkesztőség / Editorial Board**

BÁCS Gábor, BARNA Róbert, BERTALAN Péter, GÁL Veronika,  
KOLONTÁRI Attila, MOLNÁR Eszter, VÖRÖS Péter

### **Nemzetközi Tanácsadó Testület / International Advisory Board**

ANDERLE Ádám, FISCHER Ferenc, GULYÁS László, H. SZABÓ Sára,  
Igor Vlagyimirovics KRJUCSKOV, Antonio Domingo LILÓN, MOLNÁR Tamás,  
MOLNÁRNÉ BARNA Katalin, PÓLYI Csaba, Augustín SÁNCHEZ ANDRES, SARUDI Csaba,  
SZÁVAI Ferenc, SZILÁGYI Ágnes Judit, SZILÁGYI István

### **Szerkesztőasszisztens / Assistant Editor**

ANDRESZ Katalin

---

### **Kiadja / Published by**

Kaposvári Egyetem Társadalomtudományi Tanszék  
/ Kaposvár University Department of Social Sciences

### **Felelős kiadó / Managing Publisher**

MOLNÁR Gábor

---

© A szerzők / The Authors  
Borítóterv / Cover design © BALVIN Nándor

Nyomdai munka / Printed by  
Kapos Color Print Kft., Kaposvár Bajcsy-Zsilinszky u. 24., +36 82 311 892

Kaposvár  
2013

**Acta Scientiarum Socialium 39 (2013)**  
Multidiszciplináris Balaton-kutatás tematikus szám  
/ Thematic Issue: Multidisciplinary Research on Lake Balaton

A TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 azonosító jelű, „Az emberi tevékenység környezeti hatásai és a velük összefüggő társadalmi konfliktusok vizsgálata egy sekély vizű tóhoz tartozó érzékeny földrajzi terület (a Balaton vízteste és déli vízgyűjtője) példáján” elnevezésű kutatási projekt szerkesztett közleményei

**Szerkesztette / Edited by**  
MOLNÁR Gábor

Jelen kiadvány az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 azonosító jelű, „Az ember tevékenység környezeti hatásai, valamint az ezekkel összefüggő társadalmi konfliktusok komplex vizsgálata egy sekélyvizű tóhoz tartozó érzékeny földrajzi terület (a Balaton vízteste és déli vízgyűjtője) példáján” elnevezésű projekt keretében.



## Tartalom / Contents

7	Előszó
<b>9</b>	<b>BEVEZETŐ TANULMÁNY</b>
11	<i>KUTICS Károly</i> Sekély vizű tavak jellegzetességei és problémái
<b>35</b>	<b>TERMÉSZETTUDOMÁNYI PERSPEKTÍVÁK</b>
	<b>Társadalmi konfliktusokat generáló ökológiai történések a Balaton életében az utóbbi néhány évtizedben</b>
37	<i>PÁLFFY Károly</i> A víz zöld elszíneződése, az eutrofizáció
45	<i>V. BALOGH Katalin</i> A víz barna elszíneződése
51	<i>TAKÁCS Péter – TURCSÁNYI Béla – BÍRÓ Péter</i> Halpusztulások
57	<i>TAKÁCS Péter – TURCSÁNYI Béla – BÍRÓ Péter</i> A halfogás csökkenése
67	<i>BALOGH Csilla – G.-TÓTH László</i> Gerinctelen állatok inváziói
75	<i>MÓRA Arnold</i> Árvaszűnyog-rajzások
83	<i>VÖRÖS Lajos – KRAVINSZKAJA Gabriella – PRÉSING Mátyás – V.-BALOGH Katalin – TÓTH Viktor</i> A vízszintváltozás hatása a parti öv növényvilágára

- 95 | *KÖRMENDI Sándor*  
Halastavak hidro- és halászatbiológiai vizsgálata a Balaton déli vízgyűjtőjén
- 113 | *KAZINCZI Gabriella – PÁL-FÁM Ferenc – NASZER Heider – LUKÁCS Helga*  
Inváziós növények Magyarországon
- 121 | TÁRSADALOMTUDOMÁNYI PERSPEKTÍVÁK**
- 123 | *HORVÁTHNÉ KOVÁCS Bernadett – NAGY Mónika Zita*  
Attitűd–cselekvés–környezeti állapot modell
- 133 | *MOLNÁR Gábor*  
Fiatal kutatás keres korban hozzá illő paradigmát. Társadalom és természeti környezete kölcsönhatásának elméleti modelljei és a Balaton multidiszciplináris kutatása
- 141 | *CSEPELI György*  
A konstruktív és destruktív társadalmi kapcsolatok szociálpszichológiája
- 149 | *GULYÁS László – NAGY Miklós Károly*  
Hosszú távú antropogén hatások a Balaton-medencében, különös tekintettel a tömegturizmus fejlődésére
- 161 | *MARTON István*  
A Balaton régió fejlődése. A regionális gondolkodás és a turizmus fejlődésének összefüggései a Balaton térségében
- 181 | *CSONKA Arnold – SZABÓ-SZENTGRÓTI Eszter – KŐMŰVES Zsolt – SZABÓ-SZENTGRÓTI Gábor – BORBÉLY Csaba*  
Nyereséges vállalati működés vs társadalmi felelősségvállalás
- 189 | FOLYAMATHÁLÓZAT-MÉRNÖKI PERSPEKTÍVA**
- 191 | *VARGA Mónika – BALOGH Sándor – CSUKÁS Béla*  
Koncepció a Balaton déli vízgyűjtő területének fenntartható fejlesztését segítő számítógéppel támogatott folyamatmérnöki elemzéshez
- 205 | *TANKOVICS András – POKORNYIK Norbert*  
A mezőgazdasági termelés hatására a felszíni vizekbe jutó pontszerű és diffúz szennyezés modellezési lehetőségei
- 217 | ZÁRÓ TANULMÁNY**
- 219 | *HORVÁTHNÉ SZIGEDI Katalin – FEHÉR András – SZABÓ Sára – KUTICS Károly*  
Tudományos kutatások a Balaton régióban

## Előszó

Folyóiratunk jelen számának valamennyi tanulmánya egyazon vállalkozás, a Kaposvári Egyetem Balaton Kutatóintézete és a Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpontjának Balatoni Limnológiai Intézete közös kutatási projektjének szülötte.<sup>1</sup>

Kutatásunk átfogó, három kutatócsoportunkat egyesítő célja a Balaton víztestét és déli vízgyűjtőjét érintő lokális emberi tevékenység okozta környezeti problémák, valamint a velük összefüggő társadalmi konfliktusok feltárása, elemzése. Fontos kiemelni a fenti feladatkijelölésben rejlő megszorításokat: nemcsak a nem antropogén, nem ember által kiváltott környezeti problémákkal, de az adott térségen kívül folytatott emberi tevékenységek itt (is) jelentkező hatásaival (pl. az antropogén klímaváltozással) sem tudunk a kutatás jelen fázisában foglalkozni. De még egy harmadik korlátozást is be kell vezetnünk: csupán olyan környezeti problémákra irányul a figyelmünk, amelyek a terület vízháztartásának mennyiségét és minőségét érintik. Így egyebek mellett a fény- és zajszennyezés jelenségekörének vizsgálatáról is le kell mondanunk.

E lehatárolásokkal azonban – úgy érezzük – kutatási tervünk másfelől jelentékeny nyereségre tesz szert: koherens modellben tudjuk integrálni a legkülönbébb tudományterületeken folyó részkutatásokat.

Mint látható, a kutatás tudatosan törekszik arra, hogy multi- és interdiszciplináris legyen. Három nagy tudományterület, a természettudományok, a társadalomtudományok és a mérnöki tudományok kutatói működnek együtt a kutatás során. Ennek köszönhető, hogy – némiképp rendhagyó módon – lapunk számos alapvetően nem társadalomtudományi jellegű tanulmánynak ad helyet.

Rendhagyó, hogy társadalomtudományi lapunkban természettudományos jellegű tanulmányok látnak napvilágot, de nem példa nélküli. A 2011. évi 34. számban már megjelent Illyés Eszter és Mezei Tamás „The Role of Humans in the Development, Survival and Conservation of Semi-Dry Grasslands in Central-Europe” című tanulmánya, egy természettudós és egy humán tudományi szakember közös

---

<sup>1</sup> A kutatási projekt címe: „Az emberi tevékenység környezeti hatásai és a velük összefüggő társadalmi konfliktusok komplex kutatása egy sekély vízü tóhoz tartozó érzékeny földrajzi terület (a Balaton vízteste és déli vízgyűjtője) példáján.” A projekt megvalósítását és valamennyi alább olvasható tanulmány elkészítését a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 azonosító számú pályázat támogatja.

munkája. Kutatási projektünk e munka szellemében kívánja termékenyen összekapcsolni a különböző tudományterületek kutatóit.

Illyés Eszter a múlt évben tragikusan fiatalon, 32 évesen távozott közülünk. Jelen kiadványt az ő emlékének ajánljuk.

Molnár Gábor  
főszerkesztő

## **BEVEZETŐ TANULMÁNY**



## Sekély vizű tavak jellegzetességei és problémái

Kutics Károly\*

**Abstract Peculiarities and Problems of Shallow Lakes.** Shallow lakes are more vulnerable to human activities and natural changes than deep ones. Shallowness can be measured through the dynamic ratio of a lake and lakes of similar shallowness can be compared in terms of sensitivity and vulnerability to various stresses. Several shallow lakes and communities in their basins experience disastrous changes due to mistakes committed in lake and watershed management as well as due to climate change. 11 shallow lakes with a certain degree of similarity to Lake Balaton were selected for analysis from Europe, North-America and Japan. It has been found that Lake Balaton does not show extreme characteristics as compared to the other lakes. Eutrophication is a common problem of all lakes, though the level of seriousness varies from very serious to acceptable. Most lakes have water level problems due to water overuse or climate change. Dropping water level and shrinking of surface area always result in deterioration of water quality and loss of aqueous habitat. Some lakes apply water conveyance from other watershed to improve water balance and manage level drop and/or large fluctuation. Water quality improvement measures applied include stopping or restriction of agricultural activities, sewage treatment, dredging, biomanipulation, wetland restoration with filtration functions, direct runoff control, soil treatment to immobilize phosphorus and pesticides, etc. Magnitude of measures (spending) is neither proportional to the seriousness of the problem nor to the population affected but it is more a function of the economic power of the countries. Most lakes and watersheds have a management plan developed but these plans do not entirely reflect the total economic value (TEV) of the lakes. A detailed analysis and development of the methodology of TEV estimation could be an important contribution to this research project.

**Keywords** shallow lakes • eutrophication, water level • common problems • measures

---

\* Kaposvári Egyetem, Balaton Kutatóintézet  
E-mail: kutics.karoly@chello.hu

## 1. Bevezetés

A tavak, melyek a földi édesvízkészlet 90%-át tartalmazzák, fontos elemek Földünkön az emberi fejlődés, valamint a működőképes ökológiai rendszerek és a biodiverzitás megőrzése érdekében. A víz körforgása, a vízi biológiai sokféleség fenntartása, a megélhetés, a társadalmi, gazdasági és esztétikai előnyök alapvető fontosságúak a tavak környékén élők számára (International Lake Environment Committee, 2005).

A 20. század második felében jelentős mértékben megváltozott a tavak hasznosítása, mivel a korábbi hajózási és halászati, esetenként nádgazdasági használat mellett megjelent a többoldalú turisztikai hasznosítás (fürdés, vízi sportok, horgászat, stb.) és a nagymérvű vízkivétel vezetékes ivóvíz, ipari víz és mezőgazdasági öntözés céljára.

Ugyanakkor megnövekedett a vízgyűjtő területek intenzív mezőgazdasági használata, nőtt a tavak körüli népesség, kezdetben a természetes szaporulat és a gazdasági migráció, később inkább az utóbbi következtében. A tavak körüli településeken igen gyorsan növekedett a beépített, illetve szilárd, impermeábilis burkolatú területek aránya. Mindez a tavakat érő tápanyag- és szennyezőanyag-terhelés drasztikus növekedését és a tavak és/vagy vízgyűjtőjük vízmérlegének megváltozását eredményezte. Mindezekhez adódtak az éghajlatváltozás hatásai, amelyek helyenként jóval nagyobb változásokat eredményeztek regionális vagy vízgyűjtő szinten, mint a globális átlag.

Az emberi tevékenységek egyre növekvő mértékben hatnak a tavak ökológiai épségére, ám fontosságuk és növekvő fenyegetettségük ellenére a globális politika nem fordít elegendő figyelmet a tavakra és vízgyűjtőikre.

A 3. Víz Világkonferencián (Otsu, Japán, 2003), megfogalmazásra került a „World Lake Vision” c. dokumentum, amely a tavak közös jövőképeinek 7 alapelveit rögzíti:

- 1) A tavak fenntarthatósága szempontjából alapvető fontosságú az ember és a természet közötti harmónia.
- 2) Egy tó fenntartható használata tervezésének és a szükséges beavatkozásoknak logikus kiindulópontja a tó vízgyűjtő területe.
- 3) Nélkülözhetetlen a hosszú távú, előrelátó gondolkodás a tavak degradációját okozó tényezők kiküszöbölése érdekében.
- 4) A tógazdálkodással kapcsolatos döntéseknek szilárd tudományos ismereteken és az elérhető legjobb minőségű információkon kell alapulniuk.
- 5) A tavak fenntartható használatának irányítása megköveteli a tavi erőforrások felhasználói közötti konfliktusok feloldását, valamint a jelen és a jövő generációk és a természet szükségleteinek figyelembevételét.
- 6) A lakosságnak és más érdekeltnek értelmes módon részt kell venniük a tavak kritikus problémáinak a beazonosításában és a problémák megoldásában.
- 7) A tavak fenntartható használatához nélkülözhetetlen a méltányosságon alapuló, jó kormányzás és igazgatás, az átláthatóság, és az összes érdekeltnek a részvételhez szükséges képességekkel és jogokkal való felruházása [empowerment].

A fenti alapelvek azon felismerésen alapulnak, hogy általánosságban a tavak a vízgyűjtőjükkel összefüggő, érzékeny és sérülékeny rendszereket alkotnak.

A sekély tavak különösen érzékenyek mind a humán, mind pedig a természeti hatásokra. Felületükhöz képest csekély víztérfogatuk miatt a szennyező anyagok koncentrációjának növekedése gyorsabb, vízmérlegük (vízszintjük) gyorsan követi az időjárási vagy éghajlati viszonyok változásait.

Az utóbbi évtizedekben, főként az emberi beavatkozások hatására, jó néhány tó esetében alakultak ki kedvezőtlen, olykor katasztrofális vízminőségi, vízgazdálkodási, ökológiai és ezekkel együtt járó társadalmi-gazdasági állapotok. Ezek áttekintése fontos ismereteket nyújthat a Balaton és déli vízgyűjtője állapotának és környezeti konfliktusainak elemzéséhez. A következőkben bemutatott elemzés segít abban is, hogy elhelyezzük a Balatont a sekély tavak meglehetősen széles spektrumában.

## 2. A sekélység kritériumai

A tavak esetében a sekélység bizonyos mértékig szubjektív fogalom. Elterjedt az a kategorizálás, amely az 5 m átlagos mélység alatti tavakat tekinti sekélynek, ez azonban kevés tudományos alappal rendelkezik. Valójában a sekélység fizikai lényege az, hogy a tófenék hosszabb időszakokra nem különül el a víztesttől, azaz intenzív kölcsönhatás, anyagátadás van a vízoszlop és az üledék felső néhány cm-es rétege között. Emellett lényeges elem, hogy a sekély tavaknál a nyári félévben (vagy a trópusokon egész éven át) nem alakul ki permanens felső, melegebb vízréteg (*epilimnion*) és hidegebb alsó réteg (*hipolimnion*), azaz függőleges irányban a vízoszlopban nem alakul ki koncentráció gradiens (illetve vagy elhanyagolható mértékű, vagy naponta megszűnik az éjszakai lehűlés következtében). Lényeges elem, hogy a sekély tavak esetében a szél által gerjesztett hullámozás okozta üledékfelkeveredés gyakori, akár mindennapos jelenség lehet. Ezzel szemben igen sok mély tó esetén e felkeveredés („átfordulás”) csak évente egyszer vagy kétszer történik meg. Hakanson (1982) a tavak morfológiai jellemzése céljából definiálta az ún. dinamikus arányt (DR), amely egy tó km<sup>2</sup>-ben mért felülete (A) négyzetgyökének és méterben mért átlagos mélységének (H) a hányadosa.

$$DR \left( \frac{km}{m} \right) = \frac{\sqrt{A}}{H}$$

Minél nagyobb ez az érték, annál sekélyebb a tó, azaz annál valószínűbb, hogy az idő egy részében a szél okozta hullámozás felkeveri az üledéket. Bachmann és társai (2000) e dinamikus arányt használták 36 – többnyire sekély – floridai tó esetében a hullámozás okozta felkeveredés értékelésére. Úgy találták, hogy DR > 0.8 esetén a tó teljes területén az üledék potenciálisan felkeveredhet a szél keltette hullámozás következtében. Ilyen módon a dinamikus arány használható a tavak osztályozására, vagy sekélység szerinti sorba rendezésére is.

Az 1. táblázatban (14. o.) bemutatunk néhány, a használat szempontjából jelentős tavat a DR érték szerinti sorrendben.

## 3. Környezeti problémák

### *Természetes eutrofizáció*

A tavak, különösen a sekély tavak élettartamuk során mindenképpen eljutnak a természetes eutrofizáció fázisába. A bejutó és a tóban termelődő lebegőanyag kiülepedésével a tó feltöltődik, a felhalmozott tápanyagok következtében az elsődleges szervesanyag termelés megnövekszik, és a tó elmocarasodik, majd megszűnik. Ez a folyamat azonban lassú, rendszerint több tízezer év, vagy ennél is hosszabb idő alatt játszódik le.

## 1. táblázat • Néhány jelentős tó morfológiai és egyéb jellemzői

Tó	Ország	Terület (km <sup>2</sup> )	Átlagos mélység (m)	Dinamikus arány (km/m)	Egyéb jellemző, használat, stb.
Sekély tavak					
Tuz	Törökország	1 600	0,5	<b>80,0</b>	Extrém sós és változó méretű
Eyre	Ausztrália	9 690	3,1	<b>31,8</b>	Erősen sós és változó méretű
Tai	Kína	2 428	1,9	<b>25,9</b>	Hipertrófi, kirívóan szennyezett
Balhas	Kazahsztán/Üzbegisztán	18 200	5,8	<b>23,3</b>	Sós, csökkenő vízszint,
Aral (1960)	Kazahsztán	67 499	16,1	<b>16,1</b>	Eredeti méret, só: 10 g/L, halászat
Okeechobee	USA, Florida	1 894	2,7	<b>16,1</b>	Ivóvízbázis, turizmus, eutrófi
Urmia	Irán	5 960	5	<b>15,4</b>	Erősen sós és változó méretű
Fertő	Ausztria/Magyarország	320	1,2	<b>14,9</b>	Turizmus, eutrófi, vízszint csökkenés
Tonle Sap	Kambodzsa	30 000	12	<b>14,4</b>	Erősen változó méret, mocsár
Aral (2011)	Kazahsztán	12 014	7,6	<b>14,4</b>	Eredeti méret 18%-a, só: 100 g/L
Great Salt	USA, Utah	4 400	4,9	<b>13,5</b>	Erősen sós és változó méretű
Winnipeg	Kanada	23 750	12,0	<b>12,9</b>	Vízállás stabil, eutrófi, erózió
Laguna de Bay	Fülöp-szigetek	900	2,8	<b>10,7</b>	Eutrófi, rossz vízminőség
Csád	Kamerun/Csád/Niger	1 540	4,1	<b>9,6</b>	Eltűnő tó, eredeti méret 5 %-a
Istokpoga	USA, Florida	116	1,2	<b>9,0</b>	Eutrófi
Tisza-tó	Magyarország	127	1,3	<b>8,7</b>	Feliszapolódás, eutrofizáció
Erie	USA/Kanada	25 744	19,0	<b>8,4</b>	Eutrófi, szennyezett üledék
Peipus (Csúd)	Észtország/Oroszország	3 555	7,1	<b>8,4</b>	Stabil vízállás, eutrófi, ivóvízbázis
Balaton	Magyarország	594	3,3	<b>7,4</b>	Ingadozó vízállás, eutr., turizmus
Victoria	Tanzánia/Uganda/Kenya	68 800	40,0	<b>6,6</b>	Invazív fajok, vízszint csökkenés
Vortsjarv	Észtország	271	2,8	<b>5,9</b>	Eutrofizáció, turizmus
Kissimee	USA, Florida	152	2,5	<b>4,9</b>	Eutrofizáció, mezőgazdaság
Chapala	Mexikó	1 112	7,2	<b>4,6</b>	Ingadozó vízállás, eutr., túlhasználat
Nicaragua	Nicaragua	8 150	13	<b>6,9</b>	Trópusi,
Skadar	Albánia/Montenegró	475	5,0	<b>4,4</b>	Változó méret, mezotrófi, turizmus
Oulu	Finnország	928	7	<b>4,4</b>	Oligotrófi
Poyang	Kína	1 000	8,4	<b>3,8</b>	Csökkenő méret, rossz vízminőség
Kasumigaura	Japán	220	4,0	<b>3,7</b>	Vízbázis, eutrófi, vízávezetések
Velencei	Magyarország	25	1,6	<b>3,1</b>	Eutrófi/mezotrófi, turizmus
Michigan	USA/Kanada	58 000	85,0	<b>2,8</b>	Mezotrófi, hajózás
Apopka	USA, Florida	125	4,7	<b>2,4</b>	Hipertrófi, biomanipuláció, horgászat
Trasimeno	Olaszország	124	4,7	<b>2,4</b>	Vízpótlás, ingadozó vízszint
Oneida	USA, New York	207	6,8	<b>2,1</b>	Hajózás, horgászat, turizmus
Mély tavak					
Tanganyika	Tanzánia/Kongó	32 900	570	<b>0,32</b>	Halászat, hajózás
Boden	Németország/Svájc	539	90	<b>0,26</b>	Mezotrófi, turizmus, vízbázis
Bajkál	Oroszország	31 722	744	<b>0,24</b>	Halászat, hajózás, vízbázis, oligotr.
Genfi	Svájc/Franciaország	584	153	<b>0,16</b>	Hajózás, vízbázis
Garda	Olaszország	370	136	<b>0,14</b>	Mezotrófi, turizmus, vízbázis
Ohrid	Macedónia/Albánia	358	164	<b>0,12</b>	Oligotrófi, turizmus, vízbázis
Tazawa	Japán	25,7	277	<b>0,02</b>	Savasodás, extrém mélység

### ***Éghajlatváltozás***

Nem antropogén eredetű éghajlatváltozás többször és ciklikusan játszódtott le a föld történetében. Ennek megnyilvánulásai a meleg és az eljegesedési (jégkorszak-) időszakok. A jégkorszakok idején és után, a gleccserek által vájt mélyedésekben jöttek létre az ún. glaciális tavak, amelyek elsősorban Észak-Európára és Észak-Amerikára jellemzők, és rendszerint mélyek vagy közepes mélységűek (50–500 m). Az éghajlatváltozás másik következménye lehet a tavak kiszáradása, eltűnése, amely a csapadék csökkenés és párolgás-növekedés eredménye. A nagyon sekély tavak rendkívül érzékenyek az éghajlat, vagy akár az időjárás változásaira is. Az ipari forradalom előtt és hajnalán pl. előfordult a Fertő-tó (Pannonhalmi és Sütő, 2007) és a Velencei-tó teljes kiszáradása is.

### ***Invazív fajok***

Az invazív fajok emberi tevékenység nélkül is bekerülhetnek egy számukra új ökológiai rendszerbe (pl. madarak, szél, árvíz, stb. közvetítésével), amelyek azután kiszoríthatnak vagy akár ki is pusztíthatnak egyes őshonos fajokat az adott területen.

### ***Tápanyagterhelés – antropogén eutrofizáció***

Az emberi hatásra bekövetkező eutrofizáció (növényi tápanyagok feldúsulása) veszélyét a múlt század közepén ismerték fel. Ekkor olyan hatások kezdtek érni a felszíni vizeket, amelyek korábban nem: szennyvíz-bevezetés (a vezetékes ivóvíz hálózat fejlesztése megnövelte a vízfogyasztást és így a szennyvíz (tisztított vagy tisztítatlan) bevezetését; a foszfor tartalmú mosószerek és a mosógépes mosás elterjedése; a műtrágyázás (N, P) nagyfokú elterjedése; az ipari termelés és energia felhasználás drasztikus növekedése; a természetes szűrő és puffer övezetek felszámolása, beépítése. Az OECD az 1970-es években nemzetközi kutatási programot indított, amely alapvető összefüggéseket állapított meg a tavak tápanyag-terhelése és eutrofizációjuk (pl. algásodásuk) mértéke között. A vizsgálat több mint 120 tavat ölelt fel. Magyarország akkoriban nem lévén OECD tag, sem a Balaton, sem más tó nem szerepelt a vizsgálatban, holott a tavak többsége gazdasági és ökológiai jelentőségében meg sem közelített a Balatonét. Az összefoglaló, ún. Vollenweider jelentés (OECD, 1982) már külön kezelte a sekély tavakat, mivel ezekre más összefüggések adódtak a tápanyagterhelés és a trofikus indikátorok (klorofill-a, foszfor és nitrogén koncentrációk, átlátszóság) között, mint a többire. Mindezek mellett és után széleskörű kutatások indultak a területen. A Balaton esetében elkezdődött az ún. IIASA<sup>1</sup> Balaton projekt (Kutas és Herodek, 1986, Somlyódy és van Straten, 1986), amely megalapozta a későbbi, eutrofizáció-ellenes kormányzati döntéseket.

## **4. A föld sekélyvizű tavai**

A World Lake Database (www.ilec.or.jp), Bachmann és társai (2000) alapján megállapíthatjuk, hogy több száz olyan sekély tó van a világon, amelyek mérete meghaladja a 10 km<sup>2</sup>-t. Ezek jelentős része Kanadában, Oroszországban (Szibéria), és Alaszkában olyan földrajzi szélességeken található, ahol csaknem egész évben jég borítja, és a vízgyűjtője lakatlan, vagy elhanyagolható lakosságú, tehát emberi hatás nem éri.

---

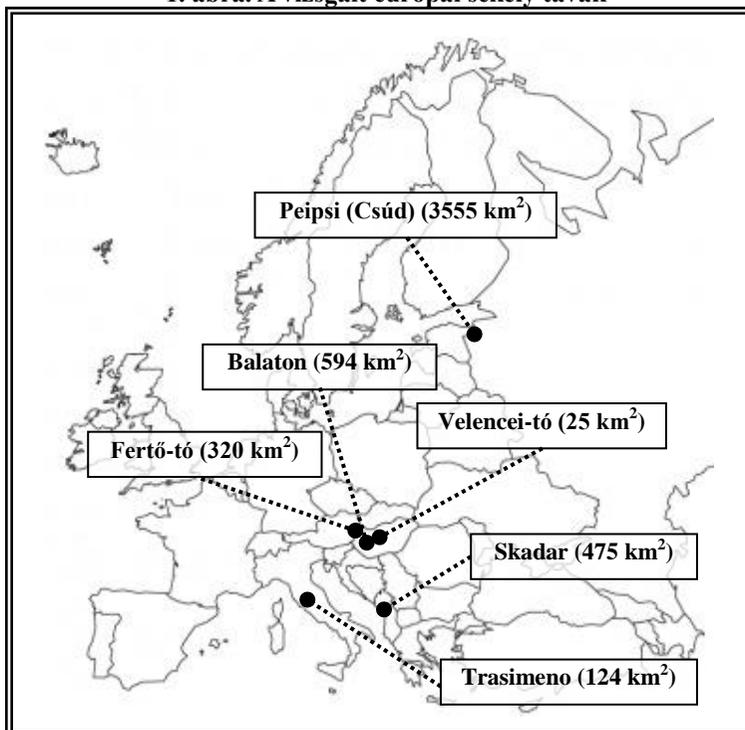
<sup>1</sup> International Institute of Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria

Több mint 100 olyan sekély tó van, amelynek területe meghaladja a 100 km<sup>2</sup>-t, tehát „nagy” tónak tekinthető. Ezek közül néhány tíz bír kiemelt környezeti-gazdasági jelentőséggel. Az egyes földrészeken található sekély tavak számbavétele után ezek közül választunk ki részletes elemzésre néhány olyan tavat, amelyek kisebb-nagyobb mértékben hasonlók a Balatonhoz, és különösen fontos szerepet játszanak a regionális társadalom, vagy az adott állam szempontjából. E tavak jellemzőit a 2. és 3. táblázatban mutatjuk be. Összehasonlításként bemutatjuk a Bodeni-tavat is, mint a mély tavak reprezentánsát.

#### 4.1. Európa

Európában talán a Balaton mondható a legfontosabb sekély tónak, mivel több célra intenzíven hasznosítjuk: turizmus (fürdőzés, vízi sportok, korcsolyázás, horgászat, látvány), ivóvíz és öntözővíz kivétel, szennyvíz elhelyezés, hajózás, halászat, nádgazdálkodás. Közép-Európában e mellett a Fertő-tó, a Velencei-tó, az itáliai Trasimenó-tó, az észt/orosz Csúd-tó (Peipsi), jó néhány finn tó (amelyek azonban igen hosszú jég borításuk, illetve korlátozott hasznosításuk és minimális környezetterhelésük miatt kisebb fontosságúak), és néhány, mesterséges, vagy erősen módosított hollandiai tó, amelyek közül messze kiemelkedik méretével a tengerből elhódított, 1100 km<sup>2</sup> területű, ám mindössze 5.5 m átlagos mélységű IJsselmeer. Természetes, nagy méretű, és jelentős hasznosítással (és így környezeti terheléssel is) jellemezhető sekély tó Európában még a montenegrói/albán határon fekvő Skadar (albánul: Shkoder). Vizsgálatainkhoz összesen 6 európai sekély tavat választottunk ki, amelyeket az 1. ábrán jelölünk.

1. ábra. A vizsgált európai sekély tavak



#### **4.1.1. Balaton**

A Balaton jelenlegihez hasonló formája néhány ezer évvel ezelőtt alakult ki. A 19. század közepéig a tó vízszintje széles határok között (kb. 8 m) ingadozott, és a Kis-Balaton, a Nagyberek valamint a Tapolcai medence is a tó részét képezte. Az 1860-as években történt szabályozás eredményeként jelentősen csökkent a vízszint és annak változékonysága is, a Balaton szabályozott vízállású tó lett. Az évek múlásával a szabályozás egyre szűkebb sávba szorította a vízszintet, ami elsősorban a maximális vízszint csökkenését vagy tartását eredményezte, mivel meg kellett védeni a közvetlenül a vízpartra épített épületeket és vonalas infrastruktúrát. A közvetlen vízparti építkezés sokszor szabályozás hiányában vagy annak ellenére történt, és alapvetően korlátozza a Balaton ökológiai szempontú irányítását.

A Balaton eutrofizációja az 1960-as években kezdődött, és a tó gyorsan eutróf, sőt hipertróf állapotba került. Az 1980-as években részben vagy egészében megvalósított eutrofizáció elleni intézkedések felölelték a szennyvízcsatornázás és szennyvízkezelés gyors és nagymértékű fejlesztését, a tisztított szennyvíz döntő részének kivezetését a vízgyűjtőről, a hígtrágyás állattenyésztési technológia betiltását a vízgyűjtőn, a Kis-Balaton vízminőség-védelmi Rendszer (KBVR) és a Marcali víztározó építését, és a Keszthelyi medence vízminőség-védelmi kotrását (Herodek és társai, 1988). Az intézkedésekből a KBVR és a kotrás részben, a többi teljes egészében megvalósult. A KBVR I. üteme 1985-ben, a II. ütem egy töredéke 1992-ben lépett üzembe, míg a kotrás az eredetileg tervezett teljes Keszthelyi-medence helyett csak mintegy 9 km<sup>2</sup> területen történt meg. Az intézkedések ellenére a tó történetének legnagyobb (és eddig utolsó) tömeges kékalga virágzása 1994-ben történt. Hogy azóta nem volt hasonló esemény, két okra vezethető vissza: 1) Az üledékben a korábbi évtizedekben felhalmozott foszfor késleltette, az időjárástól függően, időnként felülírta a terheléscsökkentési intézkedések rövid távú hatását, ezért a korábbi intézkedések csak bizonyos időeltolódással éreztették hatásukat. 2) A rendszerváltozás (a kárpótlás és a privatizáció révén) hirtelen megváltoztatta a birtokszerkezetet és a gazdálkodási gyakorlatot a mezőgazdaságban és a szőlészetben. A műtrágya-felhasználás mintegy 10 %-ra esett vissza az 1985-ös szinthez képest, és évekig ezen a szinten maradt.

Az utóbbi 10-12 évben a vízminőség jó, egyes években rövid időszakokra elfogadható kategóriába tartozik. A vízminőség a Keszthelyi- és Szigligeti-medencében kedvezőtlenebb, mint a tó keleti medencéiben, amely azt sugallja, hogy nem elsősorban a turizmus a felelős a vízminőség romlásért, hiszen a turisták és a napi vendégek elsősorban a Révfülöptől kelet felé haladva Balatonboglárig terjedő partszakaszra koncentrálnak (ez alól kivétel Hévíz és Zalakaros, de ezek a vízparttól távolabb helyezkednek el).

A Balatont érintő újabb probléma a vízhiány, azaz az alacsony vízállás, amely a negatív természetes vízkészlet változás eredménye (a párolgás meghaladja a csapadék és a befolyás összegét). Ilyen helyzet 1921, a hidrológiai megfigyelő rendszer elindítása óta először 2000-ben fordult elő, viszont azóta 6-szor megismétlődött, legutóbb és legsúlyosabb mértékben 2012-ben (Varga, 2013.). Elsődleges okként az éghajlatváltozás, azaz a csökkenő csapadék és a növekvő hőmérséklet jelölhető meg. Már 2002-ben tanulmányozták a vízpótlás lehetőségeit (VITUKI, 2002), és műszakilag kivitelezhetőnek a Rába, Mura vagy Dráva folyókból történő vízátvezetést jelölték meg. Ugyanakkor nincsenek megbízható információk az ökológiai kockázatokról. A vízszint probléma másik megoldása lehet a maximális vízszint megemlése, de a lehetőségek korlátozottak az említett parti ingatlanok veszélyeztetése miatt.

A Balaton turisztikai iparága szinte folyamatosan hanyatlak az utóbbi évtizedben, de még mindig jelentős, a hazai turisztikai bevételek 25–30 %-a keletkezik a régióban. A turizmus alapvetően a fürdőzésre épül, emellett jelentős a vitorlázás, horgászat és az egészségturizmus (gyógyfürdők) is. A vendégéjszakák száma a kereskedelmi szálláshelyeken 4 és 5 millió között mozgott az utóbbi években.

Komoly gondot jelent a mezőgazdasági és szőlészeti területek elhanyagoltsága, az erózió és belterületekről lemosódó egyéb szennyezés.

#### **4.1.2. Skadar/Shkoder**

A Montenegró és Albánia határán, Podgoricához 20 km-re fekvő Skadar-tó a második legnagyobb tó a Balkán félszigeten. A tó területe szokatlanul széles határok, 370 és 530 km<sup>2</sup> között ingadozik. A vízgyűjtő csapadékos, a kifolyó Buna folyó mintegy 320 m<sup>3</sup>/s átlagos vízhozammal rendelkezik (összehasonlításként: a Sió sokéves átlagos vízhozama 10,6 m<sup>3</sup>/s).

A tó körül kiterjedt mocsárvidék van, ahol 250 madárfajt azonosítottak, amelyek fele helyben költ. A tó montenegrói oldalán 400 km<sup>2</sup>-es nemzeti park van, és a tó a Ramsari Egyezmény hatálya alá tartozik, ezért nemzetközileg is jelentős bioszféra terület.

Az emberi tevékenység jelentős hatást gyakorol a tóra, amelyek közül az öntözést, vízelvezetést, a túlzott mértékű halászatot és az orvhalászatot/horgászatot, a nem megfelelő szennyvíz-elvezetést és -tisztítást, és az illegális feltöltéseket említhetjük. (Megjegyzendő, hogy az orvhalászat és az illegális feltöltés a Balatonnál is jelentkező probléma.) A túlzott mértékű halászat fenyegeti a védett madarak táplálékbázisát és ezen keresztül egész ökológiai rendszerét (Mrdak és társai, 2011).

A vízminőség elfogadható, a mezotróf/eutróf határon mozog a tápanyag tartalom és az alga koncentráció. A vízminőség romlás egyik alapvető oka, hogy a Podgoricai Szennyvíztisztító Telepet 55 000 lakos egyenértékre tervezték, viszont valójában 150 000 lakos szennyvizét tisztítja, azaz majdnem háromszoros a túlterhelése.

#### **4.1.3. Csúd/Peipsi**

A Csúd-tó Észtország és Oroszország határán fekszik, és a legnagyobb kiterjedésű - a Balatonnál hatszor nagyobb – a vizsgált tavak közül. Mivel átlagos mélysége csak kb. kétszerese a Balatonénak, különlegesen sekélynek mondható. Hatalmas, nagyjából Svájc területével azonos vízgyűjtője és viszonylagos északi fekvése következtében vízszint csökkenési gondok nincsenek. Évszázadonként előfordul katasztrofális áradás, de az áradással leginkább fenyegetett területek rendkívül ritkán lakottak (ILEC, 2005).

A csekély népsűrűség ellenére a tó vízminősége közepes, ami a korábbi évtizedek (szovjet időszak) felelőtlen környezetpolitikájának az eredménye. Az 1991-es politikai változások következtében nagymértékben csökkent a térségben a mezőgazdasági termelés és a műtrágya használat, amely ugyanolyan jótékony hatású volt a vízminőségre, mint a Balaton esetében. A foszfor terhelés a 90-es évek közepére az egy évtizeddel korábbi 44 %-ára csökkent (Nöges és társai, 2005).

A vízminőség egyelőre nem fenyegeti komolyan a halászatot, a közel 10 000 t/év halfogás Észtország édesvízi haltermelésének 95%-át jelenti. A tó környezete társadalmi-gazdasági átalakuláson megy keresztül, és a mezőgazdaság fejlődése ismét okozhatja a vízminőség romlását, bár Észtország EU tagsága (és a Víz Keretirányelv megvalósítása), valamint az orosz környezetpolitika fejlődése biztosíthatja, hogy nem történik visszalépés. A jövőbeli intézkedéseknek a szennyvízcsatornázás fejlesztése

mellett elsősorban a mezőgazdasági eredetű szennyezések kontrollálására kell fókuszálniuk.

A turizmus a többi vizsgált tóhoz képest csekélynek mondható a régióban, évi 27 000 látogatóval. A turizmus elsősorban a vitorlázásra és a hajózásra épül (Roll, 2006).

Oroszország számára a tó jóval kevésbé fontos édesvíz-készletet jelent, mint Észtország számára, mivel a közelben olyan hatalmas tavak terülnek el, mint a Ladoga-tó és az Onyega-tó. Emellett, a szennyezések elsősorban orosz oldalról érik a tavat, mivel a vízgyűjtő nagyobb része oda tartozik. A Csúd-tó jövőjét a két ország közötti viszony és együttműködés alapvetően befolyásolja. Hasonló, de talán könnyebb a helyzet a Balaton esetében, ahol csak 3 megye együttműködését kellene elérni.

#### **4.1.4. Fertő-tó**

A tó az osztrák-magyar határon fekszik, tehát részben hasonló a helyzet, mint a Csúd-vagy a Skadar-tó esetében. Egyszerűsíti a helyzetet, hogy mindkét ország EU tag, tehát azonos irányelveket követve kell a tóval gazdálkodni. A tóval az Osztrák-Magyar Határközi Vízügyi Bizottság kétoldalú bizottság foglalkozik, amely meghatározza a beavatkozási, intézkedési lehetőségeket.

A Fertő-tó rendkívül sekély, átlagos mélysége a Balatoné felét sem éri el. Vízügyítő területe a tó felületéhez képest kicsiny, ezért fokozottan érzékeny az időjárás és az éghajlat változásaira. Ennek bizonyítéka, hogy a feljegyzések szerint teljesen kiszáradt a tó 1693-ban, 1738–1742-ig, 1811-ben és utoljára 1868-ban. A legutolsó kiszáradáskor a medret felosztották a helybeli parasztok között, és mezőgazdasági termeléssel próbálkoztak, azonban rövidesen csapadékosabb évek jöttek, amikor a tó ismét feltöltődött (Pannonhalmi és Sütő, 2007). Mindazonáltal a környék mocsarait (Hanság) jórészt lecsapolták, és a tó vízszintjét elvezető csatornán keresztül szabályozni kezdték. A tó vízutánpótlása 80%-ban a közvetlen csapadékból származik, tehát a befolyók hatása a vízmérlegre csekély. (A Balaton esetében a csapadék 40 %, a befolyók által szállított víz utánpótlás 60%, tehát utóbbiak jelentősége nagyobb.)

A vízminőség kedvezőtlen, a tápanyagok koncentrációja magas, eutróf állapotok a jellemzők. Az utóbbi 3 évtizedben jelentős mértékben sikerült csökkenteni a foszforterhelést (évi mintegy 140 tonnáról 40 tonnára), amely megállította további romlást, de a hidrometeorológiai körülmények függvényében jelentős lehet az üledékben felhalmozott foszfor hatása (belső terhelés).

A turizmus a vitorlázást, csónakázást, szörfölést és a fürdést jelenti, de fontos a helyi borászat is. A tónál 1,4 millió turista fordul meg évente, amely közel azonos a balatoni turista forgalommal, ám a vendégéjszakákat tekintve elmarad attól.

A tó szempontjából az éghajlatváltozásnak potenciálisan katasztrofális lehet a hatása. Amennyiben a legújabb regionális modellek helytállóak (Züger, 2012), néhány évtized múlva a párolgás tartósan meghaladhatja a vízbevételeket, és ekkor a tó hosszabb időszakokra kiszáradhat.

Rövidtávon a csökkenő vízszint a turizmus (vitorlázás, fürdés) drasztikus csökkenését, a nádasok előretörését és minőségromlását, valamint az algavirágzások súlyosbodását okozhatja. Probléma még az üledék szél keltette mozgása, és a déli (magyar) oldalon történő felhalmozódása.

Várható, hogy már középtávon be kell avatkozni a vízmérlegbe, azaz vízpótlásra lehet szükség, amelynek forrása lehet a Rába, de akár a Duna is.

#### 4.1.5. *Trasimeno*

Az Appenin félsziget közepén, a 170 ezer lakosú Perugia városa közelében fekvő tó a legnagyobb sekély tó Olaszországban. Az évszázadok során előforduló drámai árvizek és szárazságok már az etruszk időktől kezdve arra kényszerítették az embert, hogy szabályozza a tó vízszintjét. Már a középkortól komoly dokumentáció áll rendelkezésre (Dragoni, 2004) a tó hidrológiai szabályozására vonatkozóan. A kifolyás átalakítása a 19. század végén elindította a tó vízszintjének növekvő mértékű csökkenését, amely az 1950-es években drámai válsághoz vezetett. A vízgyűjtő terület megnövelése (azaz a vízpótlás külső vízgyűjtőről) 1957–1962 között valósult meg, amelynek következtében a tó vízszintje gyorsan visszaállt a normális szintre. Azonban a jelenlegi, új klimatikus helyzetben a tó vízszint problémája még mindig fenn áll, mivel a mezőgazdasági és lakossági vízkivételek nincsenek kellő mértékben szabályozva. A vízszint gyors fluktuációja jelentős hatással volt mind a vízminőségre, mind pedig a tó biológiai folyamataira (csakúgy, mint a Balaton vagy az Apopka-tó esetében). A tó átlagos mélysége a vízpótlás megvalósítása utáni három évtizedben mintegy 4,5 m volt, míg a 200 utáni időszakban alig éri el a 3 métert.

#### 4.1.6. *Velencei-tó*

A Velencei-tó mérete miatt némileg „kakukktójás” a jelen vizsgálatban, mivel 25 km<sup>2</sup>-es területével mindössze ötöde a következő legkisebb Trasimeno-tónak. Ami mégis indokolja szerepeltetését, az a környezeti-társadalmi-gazdasági viszonyok hasonlósága. A Velencei-tó is – a Balatonhoz hasonlóan – elsődlegesen turisztikai hasznosítású, megvolt a saját vízszint-problémája az utóbbi évtizedekben (az utóbbi évszázadokban többször teljesen ki is száradt, utoljára 1866-ban), amelyet víztározók építésével orvosoltak. Ugyancsak probléma az algásodás, az eutrofizáció, amely a Balatonhoz hasonlóan – a foszforterhelést csökkentő intézkedések eredményeként – enyhülő mértékű. Feltételezhetjük, hogy a Balatonnál nyert ismeretek, tapasztalatok viszonylag könnyen átültethetők a Velencei-tóra és vízgyűjtőjére.

#### 4.2. *Ázsia*

Eredeti (1960-as), 68 000 km<sup>2</sup>-es méretével és mindössze 16 m átlagos mélységével kiemelkedik az Aral-tó, amely az utóbbi évtizedekben az ökológia katasztrófa szinonimájává vált (Micklin, 2007). A több részre szakadt tó mérete 2007-re alig tizede az eredetinek. Az Aral-tó katasztrófális zsugorodását az ökológiai és vízgazdálkodási ismereteket figyelmen kívül hagyó autoriter politika eredményezte. A tavat tápláló folyók vizének öntözésre történő túlzott mértékű felhasználása a tó felületének rendkívül gyors zsugorodását eredményezte, amely olyan sebességű volt, hogy hatalmas hajók rekedtek a volt partvonal közelében, több tíz, vagy olykor 100 km-re a mostani vízfelszíntől. A társadalmi-gazdasági következmények katasztrófálisak: a halászat és a hajózás lényegében megszűnt (illetve utóbbi néhány ezer km<sup>2</sup>-re korlátozódott), tömegek megélhetése szűnt meg; az eredetileg közepes (az óceánénak 1/4-e) sótartalom megtízszereződött, a vízi ökológiai rendszer megváltozott, csökkent a biodiverzitás; a vándormadarak pihenőhelyei megszűntek; a kiszáradt, sós mederből sós porviharok terítik be a településeket; megváltozott a lokális éghajlat, amelyhez a természet és a lakosság nem tud alkalmazkodni.

A vízgyűjtő több országot érint, a vízhasználati konfliktusok miatt valószínűtlen a helyzet javulása, inkább további romlásra lehet számítani. Az Ob vízgyűjtőről való

vízpótlásra tervek készültek 1986-ban, de a várható költségek (30–50 milliárd dollár) és a politikai változások miatt megvalósításra nem került sor.

Másik nagy ázsiai sekély tó a Balhas. Az elnyúlt alakú, 18 200 km<sup>2</sup> területű tóban a nagyfokú párolgás miatt jelentős a sótartalom gradiense. A tavat ivóvíz- és iparivíz-bázisként, illetve halgazdálkodásra használják. A halfogás drámai módon visszaesett, ennek oka a vízszint-csökkenés és a vízminőség-romlás. Jelentős az ipari eredetű atmoszférikus (por) nehézfém szennyezés.

Kínában számos kisebb-nagyobb sekély tó található, amelyek egy részének területe a nagy folyók vízjárásának megfelelően, széles határok között változik. A legnagyobb a Poyang-tó, amely szintén katasztrofális állapotba került, hiszen eredeti 3500 km<sup>2</sup>-es területe ma mindössze 200 km<sup>2</sup>, a Jangce folyón épített Három Szurdok óriás duzzasztómű és az aszály miatt. A tóból kiveszőben van az uszony nélküli folyami delfin, amely a kihalás szélére került. A tavat intenzíven használják hajózásra és nagy probléma az eutrofizáció a kezeletlen szennyvíz-bevezetések miatt. A Tai-tó szintén a Jangce vízrendszerében fekszik, Sanghajtól mindössze 100 km-re, rendkívül sűrűn lakott területen. A 2250 km<sup>2</sup> felületű tó mindössze 2 m átlagos mélységű, és rendkívüli mértékű lakossági szennyvíz (1993-ban 1 milliárd m<sup>3</sup> – összehasonlításként: a Balatonba évente kevesebb, mint 1 millió m<sup>3</sup>, magas szinten tisztított szennyvíz kerül), állattenyésztési és lakossági hulladékszennyezés érte az ipari szennyezők mellett az 1990-es évekig. Bár intézkedések történtek, a vízminőség nem javult, sőt 2007-ben katasztrofális algavirágzás történt, amelynek következtében 1 millió lakos 10 napon keresztül nem jutott vezetékes ivóvízhez, és a palackozott víz ára az egekbe szökött. Az eset kapcsán a kormány szerint a vízgyűjtőn több száz gyárat bezártak vagy utolsó figyelmeztetésben részesítettek, de ezt környezetvédelmi aktivisták vitatják (China Daily, 2008).

Az ázsiai kontinensen a sekély nagytavak rendkívül válságos állapotban vannak (orosz, kazah, kínai tavak mellett, iráni, üzbég, indiai tavak is megemlíthetők) mind a vízmennyiség, mind pedig a vízminőség tekintetében. Azonban e tavak vagy jellegük (pl. lefolyástalan sós tó), vagy állapotuk (nagy részt kiszáradt, rendkívül szennyezett) miatt, fizikai-kémiai és biológiai állapotuk tekintetében nagymértékben különböznek a Balatontól, és turisztikai hasznosításuk nem számottevő.

Japán rendelkezik néhány nagyobb sekély tóval, amelyek közül a legnagyobb a Fertő-tóhoz hasonló méretű, erősen igénybe vett és közepesen szennyezett Kasumigaura-tó, amelyet a továbbiakban részletesen tárgyalunk.

#### **4.2.1. Kasumigaura**

A Tokiótól észak-keleti irányban, mintegy 80 km-re, a Kantó síkságon fekvő tó a legnagyobb sekély tó Japánban, és a második legnagyobb az összes tó tekintetében. A tengerszint felett néhány méterrel elhelyezkedő tó néhány évezreddel ezelőtt alakult ki a tengertől való elzáródással. A sok csapadék és gyors vízcsera következtében ma már teljes mértékben édesvízű a tó. A terület évszázadok óta rendkívül sűrűn lakott, mezőgazdasági hasznosítása (elsősorban rizstermelés) is távoli időkre nyúlik vissza. A környezetében jelentős vízépítési munkálatok folytak már a középkorban, amelyre a koronát az utóbbi két évtizedben megvalósított „Kasumigaura vízátervezési projekt” tette fel. E projekt keretében összekötésre került a Tone folyó (Japán legnagyobb vízhozamú folyója), a Kasumigaura-tó és a Naka folyó vízgyűjtője, amelynek keretében az előbbi két vízgyűjtő között 25 m<sup>3</sup>/s, az utóbbi 2 között (iránytól függően) 11-18 m<sup>3</sup>/s vízhozam mozgatható szivattyútelepek segítségével. Ilyen módon megoldható akár a tó vízpótlása, akár valamelyik folyó vízhozamának

növelése, vagy a tó áradásának megelőzése. A vízátervezési projekt 16 840 km<sup>2</sup> vízgyűjtőt, 12,1 millió lakost, és 6 megyét (prefektúrát) érint. Bekerülési költsége 190 milliárd yen (ca. 400 milliárd Ft).

A tó vízminősége nem jó (eutróf), bár az utóbbi években jelentős foszforterhelés-csökkentést értek el. A terület sűrűn lakott (a népsűrűség mintegy 7-szerese a Balaton vízgyűjtőjének), igen komoly mezőgazdasági és ipari termeléssel, közlekedési infrastruktúrával, amely megnehezíti a diffúz terhelés csökkentését. A tó emberi kontakt használatra alig alkalmas, bár ennek jelentősége a több ezer km tengerparttal rendelkező Japán esetében csekély. A sok csapadék (a balatoni mintegy 3-szorosa) gyors vízcserét tesz lehetővé, tehát az vízminőség védelmi intézkedések hatása gyorsan megmutatkozhat. A vízpótlási/átvezetési rendszer a vízminőség-védelem optimalizálása előtt is megnyitotta az utat.

Az alig 1900 km<sup>2</sup>-es vízgyűjtőn hazai standard szerint elképesztő gazdasági tevékenység folyik. Az ipari termelés volumene 10,000 milliárd Ft nagyságrendű (a magyar központi költségvetéssel azonos nagyságrend). 360 km<sup>2</sup> területen folyik rizstermelés, a sertés és szarvasmarha szám 331 ezer illetve 40 ezer, a halfogás (beleértve a halastavakat is) mintegy 9000 tonna/év (egységnyi felületre vetítve, a balatoni mintegy 40-szerese). A Kasumigaura-tó elhelyezkedését az észak-amerikai tavakkal együtt, a 2. ábra mutatja.

### 4.3. Afrika

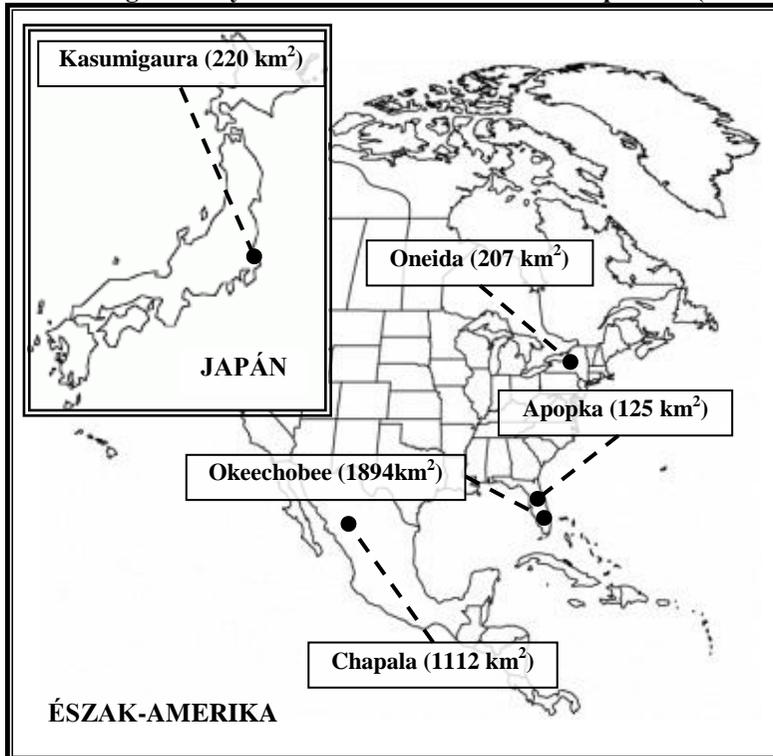
Afrikában a legjelentősebb sekély tó a Csád-tó, amelyről, az Aral-tóhoz hasonlóan, inkább múlt időben lehet értekezni. Az újabb kutatások szerint (Drake, 2006) területe valaha a 800 000 km<sup>2</sup>-t is meghaladva, a világ legnagyobb tava lehetett. A 20. század közepén mintegy 26 000 km<sup>2</sup>, 2000-ben már csak 1500 km<sup>2</sup> felületű, különösen sekély tóvá vált. A zsugorodás oka részben az éghajlatváltozás, részben a túlhasználat. Mintegy 30 millió embernek nyújt vízbázist Afrika közepén. Afrikában még számos, 1000 km<sup>2</sup>-t is meghaladó sekély tó található (pl. Mweru, Tana, Chilwa, Kyoga), azonban ezek az Egyenlítő közelében helyezkednek el, trópusi jellegűek, gyakran változó területűek és a Balatontól rendkívül eltérő társadalmi-gazdasági környezetük miatt nem vizsgáljuk részletesebben.

### 4.4 Amerika

Észak-Amerikát a „tavak kontinensének” is nevezhetjük, mivel – főként Kanadában – megszámlálhatatlan, főként glaciális eredetű tó található. Ezek általában mélyek, és többségük olyan szélességi fokon helyezkedik el, hogy az év legnagyobb részében jég borítja, illetve a vízgyűjtője lakatlannak tekinthető. Kanadától délre kevesebb, de még mindig nagyszámú tó található, amelyek közül a nagy kiterjedésű sekély tavak elsősorban Floridában fordulnak elő, de néhány sekély tó előfordul az USA északkeleti vidékén és Mexikóban is. A jó néhány floridai sekély tó közül kiemelkedik az Okeechobee-tó, amely mintegy háromszorosa a Balaton területének. Az Apopka-tó Orlando városa mellett az egyik legszennyezettebb az államban. New York államban fekszik a Fertő-tónál valamivel kisebb, történelmi szempontból is jelentős Oneida-tó, amely része a New York városából a Nagy Tavakon át vezető, elsőként létesített transz-kontinentális vízi közlekedési útnak. A mexikói Chapala-tó a száraz éghajlatú közép-mexikói térség számára kiemelt jelentőségű, mivel közel 10 millió embernek biztosít megélhetést és ivóvizet. Túlhasználata súlyos vízszint-problémákhoz vezetett. Közép-Amerikában összesen 6 db 100 km<sup>2</sup>-t meghaladó területű tó van (nem számítva a néhány, a tenger felé nyitott, sós lagúnát). E sekély tavak trópusi jellegűek, és az

ezeket övező társadalmi-gazdasági körülmények élesen eltérnek a Balatonétól, ezért nem vizsgáljuk őket. Dél-Amerikában 7 db  $100 \text{ km}^2$  feletti a sekély tavak száma, amelyek 1 kivétellel vagy időnként kiszáradó lefolyástalan sós tavak, vagy sós lagúnák. Az egyetlen kivétel a  $350 \text{ km}^2$ -es Valencia-tó Venezuelában, amely azonban határeset, hiszen  $1,0$  dinamikus aránnyal jellemezhető. A jelen vizsgálatba bevont amerikai tavakat a 2. ábrán tüntetjük fel.

2. ábra • A vizsgált sekély tavak Észak-Amerikában és Japánban (belső doboz)



#### 4.4.1. Okeechobee

Florida legnagyobb tava az Everglades mocsár természetvédelmi terület északi oldalán, Miamitól, mintegy  $80 \text{ km}$ -re, észak-keletre fekszik. A 20. század elejéig Dél-Florida lakossága minimális volt. A betelepülők a mocsárvilág lecsapolásával jutottak művelhető területekhez. A lecsapolási tevékenységet szinte az utolsó pillanatban állították le, mielőtt teljesen eltűnt volna a kiterjedt mocsár tavaival, növény- és állatvilágával együtt. Az Everglades Helyreállítási Tervvel (Hornung, 2010) együtt a tavak, így az Okeechobee-tó is helyreállításra kerül. Lényegében a Nagyberék és a Kis-Balaton lecsapolásához hasonló folyamatok játszódtak le. A tó erősen módosított, mivel az 1928-as, hurrikán okozta óriási árvíz (Mitchell, 1928) után kiterjedt gát építkezésekkel védték meg a környező településeket. A tó vízszint ingadozását 1948 óta korlátozzák, és 2000-től kezdve új szabályozás van érvényben, amely figyelembe veszi az éghajlatváltozás hatásait is. Az alacsony vízszint veszélyezteti a tó ökológiai rendszerét és teret enged invazív növényfajoknak. A tó tápanyagban gazdag (eutróf

vagy hipertróf), kiterjedt algavirágzásokkal. A helyreállítása (amely folyamatban van) érdekében az alábbi célkitűzéseket fogalmazták meg:

- 1) A tó külső foszfor terhelését nagymértékben csökkenteni kell.
- 2) A belső (üledékből származó) foszforterhelést is csökkenteni kell, amennyire csak lehetséges, különben a külső terhelés csökkentésének hatásai jelentős késéssel mutatkoznak csak meg.
- 3) A különösen magas és alacsony vízállások előfordulási gyakoriságát és tartamát drámai mértékben csökkenteni kell.
- 4) A nem őshonos növényzet térhódítását a parti sávban meg kell állítani.

A fenti 1–3) célkitűzés úgy tűnhet, mintha csak a Balatonra írták volna, az utóbbi két évtizedben. De a 4) cél is aktuális, az alacsony vízállás miatt a nádasok gyomosodnak, és özönfajok (pl. aranyvessző, *Solidago canadensis*, *S. gigantea*) terjednek rohamosan.

Az alacsony vízállások még inkább aggodalomra adhatnak okot a jövőben, figyelembe véve az Everglades mocsárvilág helyreállításának növekvő vízigényét, és Dél-Florida lakosságának rohamos növekedését.

#### 4.4.2. Apopka

Az 1,3 millió lakosú Orlando-hoz és a több tízmillió turistát fogadó Disney World-höz néhány 10 km-re fekvő tó a legszennyezettebbnek számít Floridában. Extrém sekélysége és kis vízgyűjtő területe fokozza sérülékenységét. A lakosság 1970 és 2010 között 400%-kal növekedett. A 20. század közepétől jelentős mezőgazdasági tevékenység folyt a medencéjében, amely azt eredményezte, hogy a foszforterhelés mintegy 85%-a származott a mezőgazdaságból. Azaz éppen úgy, mint a Balaton esetében, nem elsősorban a turizmus felelős a rossz vízminőségért. Ezt felismerve, az állami szervek és a szövetségi Mezőgazdasági Minisztérium (USDA) majdnem az összes tóközeli farmot felvásárolta 1988 és 2001 között, mintegy 100 millió dollárt költve (az időszakra számolt átlag árfolyamot (133,9 Ft) figyelembe véve, ez akkori áron 13.4 milliárd Ft-nak, mai áron kb. 52 milliárd Ft-nak felel meg). Ez a lépés ugyan nem tartalmazott specifikus intézkedéseket, de a mezőgazdasági tevékenység felhagyása is komoly foszforterhelés csökkentést eredményezett. (Ugyanez megtörtént a Balaton esetében is, de nem tervezett módon, hanem a rendszerváltás utáni kárpótlás és privatizáció spontán eredményeként, mivel a mezőgazdasági tevékenység, és kiemelten a műtrágya felhasználás radikálisan csökkent.) Az 1996-os Apopka-tó Helyreállítási és Igazgatási Törvény (részben hasonló a mi Balaton Törvényünkhöz) az 1989-94 évi átlaghoz képest további 75%-os foszforterhelés csökkentést írt elő, 15.9 t/év összes foszfor (TP) terhelést számszerűsítve. Az ebből számított évi átlagos TP koncentráció 55 mg/m<sup>3</sup>, amely még mindig erősen eutróf, a Balatonénál kedvezőtlenebb vízminőséget jelent. (Canfield és társai, 2000, Bachmann és társai, 2001). A vízgyűjtőn 16 km<sup>2</sup>-en talaj-átfordítást végeztek a növényvédőszer kioldódásának csökkentése, és 28 km<sup>2</sup>-en talajjavítást (meszes) végeztek a foszfor immobilizálása érdekében. E műveletek előkészületei a tó környéki mocsárvilág, vizes élőhelyek helyreállításának. 2011 januárjáig mintegy 40 km<sup>2</sup>-es területet árasztottak el, különböző vízmélységekkel. (A hasonlóság a Balatonnal ismét csak szembetűnő: a Kis-Balaton eddig elárasztott területe mintegy 37 km<sup>2</sup>, és további ca. 38 km<sup>2</sup> vár elárasztásra (Kis-Balaton II. ütem).

A tóból egy igen szapora halfajt, a gizzard alózat (*Dorosoma cepedianum*) nagy mennyiségben távolítanak el. A haltömeggel foszfort (P) vesznek ki a rendszerből, és egyben csökkentik a foszfor belső cirkulációját, amelyet az üledék halak általi bolyga-

tása növelt (biomanipuláció). 2011 őszéig 8400 tonna halat fogtak ki, amely 58 tonna foszfor eltávolítást jelent, és mintegy 146 tonna P maradt az üledékben ahelyett, hogy a vízoszlopba került volna.

Figyelembe véve, hogy a rendkívüli mértékű algásodás mellett 1998–1999-ben 676 pelikán, gólya és kócsag pusztult el szerves klórvegyületet tartalmazó növényvédőszer miatt, az utóbbi években jelentős javulás következett be.

További intézkedésként a tó szennyezett vizét a helyreállított mocsarakba szivattyúzzák, ahonnan ülepedés és biokémiai folyamatok lejátszódása után a részben megtisztult víz bizonyos hányada visszakerül a tóba. 2010-ig ez további 19 t/év TP és 32 ezer tonna lebegőanyag eltávolítását eredményezte.

A vízminőség javulás azonban nem monoton folyamat (mint ahogyan a Balaton esetében sem), pl. a 2001–2002 évi nagy szárazság következtében a tó elvesztette víztérfogata 80%-át (ez 2003-ra a Balatonnál mintegy 23%-os volt), és a foszfor koncentráció jelentősen megnövekedett. Hasonló, de kisebb mértékű romlás volt megfigyelhető a 2007–2008-as szárazság idején is, amely (és a Balatonnál is tapasztaltak) alapján levonható az a kvalitatív következtetés, hogy a tartós alacsony vízállás nem tesz jót a vízminőségnek.

A jövőbeli intézkedések:

- 1) A mocsári átáramlásos rendszert tovább kell üzemeltetni, mert jelentős a tisztító hatása.
- 2) Folytatni kell a gizzard alóza kifogását.
- 3) Újra kell telepíteni 6 őshonos vízi növényfajt a parti sávban, amelyek elősegítik az élőhelyek helyreállítását.
- 4) Együtt kell működni a „Friends of Lake Apopka” civil szervezettel és a Kelet-Közép Floridai Regionális Tervtanáccsal a tavat védő jövőbeli tervek kialakítása érdekében.

Az Apopka-tó ismert horgászhely. Jelentős a horgászengedélyekből származó bevétel. A halfogás (és eltávolítás) elősegítése érdekében olyan programot indítottak, amelyben megjelölnek egy halat, visszaengedik a tóba, és 1 millió dollárt nyer, aki kifogja (<http://article.wn.com/view/2011/10/15/>). Ennek eredményeként özönlenek a horgászok a tóhoz, és a kifogott haltömegeggyel együtt jelentős a P eltávolítás.

#### **4.4.3. Oneida**

Az Oneida-tó New York állam északi részén, az Ontario-tó déli vízgyűjtőjén, Siracuse város közelében fekszik. A tó közlekedéstörténeti jelentősége óriási, mivel e taven keresztül vezetett az első hajózható útvonal (számos zsilippel) New York városából a nagytavakra, és azokon keresztül a kontinens belsejébe. A St. Lőrinc folyón keresztüli útvonalat később alakították ki. A tó vízminősége jó, egyelőre nem küzd olyan mértékben az eutrofizációval, mint a floridai tavak, amelynek a vízgyűjtő kis népsűrűsége és az éghajlati viszonyok (valamint az idejében megvalósított vízminőség védelmi intézkedések) lehetnek az okai. A tavat horgászatra, vitorlázásra, hajózásra (teherszállítás is), fürdésre használják. 1996-ban 570 ezer horgásznapot regisztráltak, akik 7.6 millió dollárt költöttek (ca. 1,5 milliárd Ft). A közeli Indián Kaszinóban (Oneida törzs) 3.5 millió látogató volt ugyanebben az évben. A taven 53 500 motoros hajó és csónak van regisztrálva, amely a Balatonhoz képest mintegy 5-szörös hajósűrűséget jelent. Elmondható tehát, hogy az európai ember számára viszonylag ismeretlennek számító tó és környéke hatalmas turista forgalmat produkál.

#### 4.4.4. Chapala

A Chapala-tó Mexikó legnagyobb édesvizű tava. Vízugyűjtő területe csaknem akkora, mint Horvátország egész területe, de éghajlata viszonylag száraz, ezért vízszintje szélsőségek között mozog. 2001–2002-ben (amikor Floridában és a Balatonnál is nagy szárazság volt), a tó térfogata az átlagosnak mindössze 14,4 %-ára csökkent. Ebben az időszakban a vízminőség romlás (algásodás) és az alacsony vízszint miatt a turizmus 50%-kal, a halfogás 70%-kal esett vissza. Komoly problémát jelent a vízen lebegő közönséges vízi jácint (*Eichhornia crassipes*) terjedése, amely az afrikai Viktória-tóban is komoly ökológiai és gazdasági problémákat okoz. A vízugyűjtőről a Balatonhoz képest háromszoros TP terhelés éri a tavat, ezért a csökkenő, és rendkívüli mértékben ingadozó vízszint mellett, a vízminőség romlása is komoly gond. Az utóbbi években a vízugyűjtőn elhelyezkedő ipari szennyvíztisztítók lakossági szennyvizet is kezelnek, ami valamelyest javítja a helyzetet. A vízugyűjtőn intenzív, öntözéses mezőgazdasági tevékenység folyik. A felhasznált víz 93%-át a mezőgazdaság hasznosítja, ami gyökeresen eltér a balatoni helyzettől, ahol ez az arány néhány %-ra tehető. A vízugyűjtőn 552 víztározó épült, főként az öntözést elősegítendő. Emellett több millió lakos is a tóból vagy a vízugyűjtőről kapja az ivóvizet, a közelben fekvő metropolisz, Guadalajara 4,5 millió lakosát beleértve (Aguilar, 2010; National Water Commission, Mexico, 2012).

Az alábbi problémák tekinthetők súlyosnak: közönséges vízi jácint terjedése, az őshonos halak állományának csökkenése, sekélyvízi algavirágzás, amely ivóvíztisztítási problémákat is okoz, mérgező nehézfémek a kifogott és értékesített halakban.

A helyzetet súlyosbítja az erdőirtás és a növekvő erózió a vízugyűjtőn. Az ILEC részvételével projekt indult az erdősisítés, az erózió csökkentése és a megélhetés javítása érdekében, az alábbi célokkal:

- 1) Speciális szövetségek kialakítása a különböző érdekeltekkel egy, a Chapala medencére vonatkozó intézkedési terv kialakítása és megvalósítása érdekében.
- 2) Környezetnevelési oktatási központ, és egy dokumentációs központ kialakítása.
- 3) Éves konferencia tartása az összes érdekelt bevonásával.
- 4) A Chapala-tóra vonatkozó esettanulmány integrálása az intézkedési tervbe.

#### 4.5. Ausztrália és Óceánia

Ausztráliában és Új-Zélandon fordulhatnak elő számottevő méretű tavak. Az Ausztrál tavak két kivétellel időszakosak és rendkívül magas sótartalmúak. A világ egyik legnagyobb sós tava, az Eyre-tó azonban többnyire tartalmaz vizet, bár a csaknem 10 ezer km<sup>2</sup>-es felületéhez képest rendkívül sekély, átlagosan 1,5–4 m, az adott év csapadéktól függően. Rendkívül elhagyatott területen helyezkedik el, az emberi tevékenység hatása minimális. A magas sótartalom ellenére a tó madárvilága jelentős. A másik állandó tó a Murray folyó torkolatában elhelyezkedő Alexandrina-tó, amely lagúna-tó, ahova időnként behatol a tengervíz. Új-Zélandon nincs nagyobb méretű sekély tó. A két említett tó szinte minden tekintetben különbözik a Balatontól, ezért ezeket nem vizsgáljuk.

**2. táblázat • A kiválasztott sekély tavak és vízgyűjtők morfológiai paramétere**

Tó	Ország	Terület, km <sup>2</sup>	Átlagos mélység, m	Térfogat, km <sup>3</sup>	Dinamikus arány, km/m	Tartózkodási idő, év	Vízszint szabályozás, vízjáték, m	Vízgyűjtő terület, km <sup>2</sup>	Vízgyűjtő/Tó ter. arány	Mezőgazdasági terület, %	Természetes terület, %
Okeechobee	USA, Florida	1 894	2,7	5,1	<b>16,1</b>	2,10	igen, 1.8 m	12 394	6,5	42,9	54,9
Fertő	Ausztria/Magyarország	320	1,2	0,4	<b>14,9</b>	15,40	igen, 0.8 m	1 120	3,5	36,7	63,0
Peipsi (Csúd)	Észtország/Oroszország	3 555	7,1	25,2	<b>8,4</b>	2,73	nem, 1.13 m	47 800	13,4	42,0	48,0
Balaton	Magyarország	594	3,3	2,0	<b>7,4</b>	6,00	igen, 1.0 m	5 765	9,7	51,9	42,3
Chapala	Mexikó	1 112	7,2	8,0	<b>4,6</b>	10,20	igen, 9.0 m	53 591	48,2	70,0	27,0
Skadar	Albánia/Montenegró	475	5,0	2,4	<b>4,4</b>	0,19	igen, 6.0 m	5 490	11,6	64,0	13,0
Kasumigaura	Japán	220	4,0	0,9	<b>3,7</b>	0,55	igen, 0.3 m	1 915	8,7	43,5	45,0
Velencei	Magyarország	25	1,6	0,0	<b>3,1</b>	11,90	igen, 0.4 m	602	23,8	52,0	37,0
Apopka	USA, Florida	125	4,7	0,6	<b>2,4</b>	3,20	igen 4.3 m	348	2,8	11,0	29,0
Trasimeno	Olaszország	124	4,7	0,6	<b>2,4</b>	24,40	igen, 1.3 m	396	3,2	65,7	34,3
Oneida	USA, New York	207	6,8	1,4	<b>2,1</b>	0,65	igen, 1 m	3 530	17,1	29,0	39,0
Bodeni	Németország/Svájc	539	90	48,5	<b>0,3</b>	4,37	nem, 2 m	11 489	21,3	38,0	25,0
<i>Balaton rank</i>		<i>4</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

Megjegyzések:

A tavakat a sekélységet mérő dinamikus arány szerint rendeztük sorba. A dinamikus arány definícióját ld. a szövegben  
A Bodeni tavat, mint a Balatonhoz hasonló méretű, ám mély tavat referenciaként tüntettük fel.

3. táblázat • A kiválasztott tavak tápanyagterhelése, eutrofizációs állapota és néhány egyéb jellemzője

Tó	Foszfor terhelés, t/év	Foszfor terhelés, g/m <sup>2</sup> /év	Foszfor terhelés, g/m <sup>3</sup> /év	Eutrofizáció szintje	Vízgyűjtő Lakossága, fő	Népsűrűség, fő/km <sup>2</sup>	Halfogás, t/év	Halfogás, kg/ha	Ramsari terület, km <sup>2</sup>	Legfontosabb használatok
Okeechobee	476	0,25	0,09	Eut/Hyp	2 770 000	223	US\$ 3.6m	n.a.	6 100	Ivóvíz, öntözés, turizmus
Fertő	40,0	0,13	0,10	Eut	91 700	82	150	4,7	530	Turizmus
Peipsi (Csúd)	707	0,20	0,03	Mes/Eut	1 000 000	21	9 500	26,7	940	Ivóvíz, turizmus
Balaton	160	0,27	0,08	Mes/Eut	364 412	63	600	10,1	600	Turizmus, ivóvíz, hajózás
Chapala	910	0,82	0,11	Hyp	9 346 582	174	8 000	71,9	1 150	Öntözés, ivóvíz, turizmus
Skadar	194	0,41	0,08	Mes/Eut	500 000	91	3 800	80,0	500	Ivóvíz, turizmus
Kasumigaura	321	1,46	0,36	Eut/Hyp	848 000	443	8 745	398	nincs	Öntözés, iparivíz
Velencei	7,4	0,29	0,18	Mes/Eut	38 700	64	20	8	10	Turizmus
Apopka	61,7	0,49	0,11	Hyp	79 680	229	200	16,0	nincs	Turizmus
Trasimeno	42,2	0,34	0,07	Mes/Eut	45 600	115	630	50,8	nincs	Öntözés, ivóvíz
Oneida	128	0,62	0,09	Oli	262 164	74		n.a.	nincs	Ivóvíz, állattenyésztés, energiatermelés
Bodeni	200	0,37	0,004	Mes	3 000 000	261	1 280	23,7	13	Turizmus, ivóvíz, hajózás
<i>Balaton rank</i>	<i>6</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>7</i>	<i>6</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	

Megjegyzések: Foszforterhelés: a tóba bejutó (állandó vízfolyásokon, a tóparti sáv közvetlen lefolyásán, pontszerű kibocsátókon és a légköri ülepedésen keresztül) összes foszfor mennyisége. Az egységnyi tőfelületre vagy tőtérfogatra vonatkoztatott terhelés összehasonlíthatóvá teszi a tavakat. Észrevehető, hogy a mély Bodeni tó felületegységre jutó terhelése a sekély tavakéhoz hasonló nagyságrendű, de a térfogategységre eső terhelés 1-2 nagyságrenddel kisebb.

Eutrofizáció szintje: Az OECD 1982-ben elfogadott osztályozása a víz foszfor és/vagy a klorofill-a maximális (Chl-a<sub>max</sub>) koncentrációja alapján. Oligotróf (Oli): Chl-a<sub>max</sub><8 mg/L; Mezotróf (Mes): 8 <Chl-a<sub>max</sub><25 mg/L; Eutróf (Eut): 25 <Chl-a<sub>max</sub><75 mg/L, Hipertróf (Hyp): 75 mg/L <Chl-a<sub>max</sub>

## 5. Összehasonlító értékelés

### 5.1. A használt mutatók összehasonlítása

Az egyes tavak szöveges ismertetése, valamint a 2. és 3. táblázat utolsó sorában feltüntetett „Balaton rank”, azaz az egyes mutatók tekintetében a Balaton „helyezési száma” alapján megállapíthatjuk, hogy a Balaton semmilyen tekintetben sem tekinthető extrém jellemzőkkel rendelkező tónak. Úgyszólván minden mutató tekintetében a középmezőnyhöz tartozik, kivételként említhető a térfogategységre jutó foszforterhelés és a népsűrűség, amelyek tekintetében a 10. helyet foglalja el, azaz környezeti szempontból kedvezőbb helyzetben van a tavak többségénél. A népsűrűség számításkor nem vettük figyelembe a turizmus és a nyaralótulajdonosok hatását, amelyet gyakran túlértékelnek. Az utóbbi években közelítőleg 5 millió vendégéjszakát regisztrált a Balaton Kiemelt Üdülőkörzet (BKÜ). Emellett 70 ezer nyaralóingatlan van, amelyekben tekintsünk évi 60 napos tartózkodást 3 fővel (ez egyben a szürkegazdaság, azaz a nem regisztrált szálláshely-kiadás jelentős részét is magában foglalja). Ilyen módon további 12,6 millió” vendégéjszakát” számolhatunk, azaz összesen 17,6 milliót. Ezt a számot egész évre elosztva 48 ezer „állandó lakos egyenérték” adódik, azaz éves átlagban ennyit kell hozzáadni a vízgyűjtő 364 000 állandó lakosához (Feltételezzük, hogy a vízgyűjtő BKÜ-n kívüli települései elhanyagolható, vagy legalábbis csekély számú vendégéjszakát produkálnak, hiszen a BKÜ lehatárolása a turizmus meglétéhez kötött). Ez mindössze 13,2 % növekedést jelent, tehát a turizmus egész évre számított befolyása nem olyan mértékű, mint gondolnánk. Nyilvánvaló, hogy az eloszlás nem egyenletes, de ha a nyaralókban eltöltött éjszakákat 10 hétre, a regisztrált vendégéjszakákat pedig a turisztikai vállalkozók által hangoztatott 6 hetes főszezonra számítjuk, akkor is csak 330 000 fő átmeneti népesség többletet kapunk, ami cáfolja azt az állítást, hogy a BKÜ lakossága a nyári szezonban többszörösére növekszik. Természetesen egyes hétvégeken és egyes (főként kisebb, vízparti) településeken a többszörös lakosságnövekedés előfordulhat.

### 5.2. Problémák és megoldások

Problémák:

- 1) A tavak jelentős részénél súlyos gond a vízszint csökkenése, vagy rendkívül nagymértékű ingadozása. Ez alól csak a Csúd-tó és az Oneida-tó kivétel. Előfordul a tó vizének, vagy a vízgyűjtő felszíni vízbázisainak túlhatalomlata, amely az éghajlatváltozás mellett, közvetlen okozója a vízszint csökkenésének.
- 2) Az Oneida tó kivételével minden tó esetében probléma a tápanyag feldúsulás, az eutrofizáció, amely vagy nagymértékű algásodásban, vagy a makrofítonok elszaporodásában mutatkozik meg, és általános vízminőség romláshoz vezetett.
- 3) A vízszint csökkenése minden esetben a vízminőség és az ökológiai rendszer leromlását eredményezte. Javulásról nincs információ.
- 4) Az idegen és/vagy invazív növény és állatfajok terjedése a Csúd-tó kivételével mindenütt komoly probléma. A kéalgák mellett a közönséges vízijácint, az aranyvessző, sásfélék, kagyló- és halfajok említhetők.
- 5) Erózió és felszíni bemosódás a part menti területekről, ami jelentős diffúzió terhelést jelent.

## Megoldások:

- 1) A legtöbb tó esetében intézkedési tervet dolgoztak ki a kedvezőtlen folyamatok visszafordítása érdekében.
- 2) A vízszint ingadozások csökkentése érdekében a kifolyó oldalon szabályozzák a vízszintet, a vízkivételt korlátozták, illetve vízpótlást alkalmaztak külső vízgyűjtő bekapcsolásával.
- 3) A vízminőség védelme, az eutrofizáció visszafordítása érdekében csökkentik a tavak külső foszfor terhelését. A belső terhelést kotrással és biomanipulációval csökkentik.
- 4) A tó vagy a befolyók vizét a korábban lecsapolt, és szűrő funkciót ellátó mocsarak, vizes területek helyreállításával tisztítják, ilyen módon csökkentik a diffúz tápanyagterhelést.
- 5) Az idegen növény és állatfajokat szelektív módon igyekeznek eltávolítani, vagy terjedésüket korlátozni.
- 6) Korlátozzák, vagy megszüntetik a mezőgazdasági tevékenységet, megszüntetik a műtrágyák állami szubvencióját.
- 7) Az erózió visszaszorítása érdekében erdősítést, megfelelő mezőgazdasági gyakorlatok bevezetését és a csapadékvíz elvezető és kezelő rendszerek fejlesztését alkalmazzák.

Az intézkedések volumene kisebb mértékben függ a problémák súlyosságától, de meghatározó az adott állam gazdasági ereje. Pl. a Balatonhoz képest talán kevésbé jelentősnek mondható, 125 km<sup>2</sup>-es floridai Apopka-tó esetében csak a mezőgazdasági területek kisajátítására mai áron mintegy 52 milliárd Ft-ot, a helyreállításra 2011-ig 33 millió dollárt költöttek. Az Okeechobee-tó és fő befolyójának helyreállítása 2010-ig mai áron 216 milliárd Ft-ot, a teljes Everglades mocsár projekttel együtt 440 milliárd Ft-ot emésztett fel. A Kasumigaura-tó esetében kizárólag a vízpótló/vízátvezető rendszer kialakítása 400 milliárd Ft-ba került. További mintegy 22 milliárd Ft-ot költöttek 2009-ig vízminőség-védelmi projektekre.

Összehasonlításként: a balatoni vízminőség-védelmi intézkedésekre 1983 óta mai áron mintegy 80–85 milliárd forintot költött az állam, amelyből mintegy 35 milliárd Ft a Kis-Balaton projekt költsége a 2014. évi várható befejezésig.

Ugyanakkor, annak ellenére, hogy a vizsgált tavak közül a mexikói Chapala-tó van a legrosszabb állapotban, még átfogó helyreállítási terv sem készült a tóra és a teljes vízgyűjtőre.

## Konfliktusok:

- 1) A mezőgazdaság (monokultúra, öntözés, műtrágyázás, állattartás) és a tó ökológia állapota közötti érdekellentét nyilvánvaló.
- 2) A túlzott (mezőgazdasági, lakossági és ipari) vízhasználat és a bekövetkező vízszint csökkenés csökkenti a tó haltermelő képességét, turisztikai vonzerjét és ökológiai funkcióit.
- 3) A turizmus közvetlen és közvetett terhelésnövekedést jelent a tóra, megterheli az infrastruktúrát, amely a helyi lakossággal is ellentétet generálhat.
- 4) A horgászok és a kereskedelmi halászat, valamint a halat alapvető táplálékként fogyasztó védett állatvilág konfliktusa.

A konfliktusok feloldását gyakran akadályozza, hogy nem ismerjük a tavak egyes használatának vagy ökológiai funkcióinak értékét, azaz nem tudjuk objektíven megítélni az egyes használatok és funkciók nemzetgazdasági hasznosságát, holott a fej-

lesztési programoknak, a kijelölt prioritásoknak ezen értékek rangsorolásán kellene alapulniuk. E kérdéskörben érhető el előrelépés az ún. teljes gazdasági érték (TEV = *Total Economic Value*) meghatározásával, amellyel a következő szakaszban foglalkozunk.

## 6. A tavak teljes gazdasági értéke

Vitathatatlan tény, hogy a tavak gazdasági értéket képviselnek az emberi civilizáció megjelenése óta. Egy tó teljes gazdasági értéke<sup>2</sup> (TEV vagy TGÉ) az összes használat és további előnyök értéke. Az alábbiakban röviden definiáljuk, hogy mit is érthetünk az egyes érték kategóriákon.

Használati érték: Közvetlen értékek + Közvetett értékek + Opcionális értékek

- Közvetlen értékek: az erőforrások (el)forgyaszításához vagy más módon történő hasznosításához kapcsolódó értékek (pl. ivóvíz kivétel, halászat, vadászat, nád, gyékény, fűz felhasználás, homok bányászat, hajózás, turizmus, stb.).
- Közvetett értékek: Az ökológiai rendszer funkciói és szolgáltatásai (pl. a táplálékháló, a biodiverzitás fenntartása, öntisztulás, stb.).
- Opcionális értékek: Lehetséges jövőbeli hasznosítás(ok) által képviselt többlet érték (a jelenben még ki nem használt lehetőségek, pl. hőtartalom hasznosítása, vízi energia kihasználása, ipari víz kivétel, stb.).

Egyéb érték: Előnyök a jövő generációk számára + Egzisztencia értékek

- Előnyök a jövő generációk számára: a jelen generációk ált. történő hasznosítás fennmaradása a jövő (esetenként nagyobb népességű) generációk számára, a természeti és kulturális örökség.
- Egzisztencia-érték: A tó és természeti-társadalmi-kulturális környezete létezésének értéke („tudjuk, hogy van”).

A TGÉ kiszámítása nem magától értetődő folyamat, mivel egyes elemeinek „piaci” értékei jól becsülhetők, mások, pl. az egyéb értékek viszont kevésbé. További probléma a térbeli lehatárolás, azaz milyen mértékben vegyük figyelembe a tó környékét. Az egész vízgyűjtőt tekintjük vagy csak a tavat és a tópart meghatározott sávját. Esetleg a vízfelesleget levezető víztestet és annak vízgyűjtőjét is?

A Balaton példáját tekintve, számba vehetjük a következőket. A könnyen kvantifikálható tételek esetében árbevétel tekintünk, esetleg a kiépült infrastruktúra bekerülési vagy piaci értékét, vagy a realizálható nyereséget? A jelen kutatási projekt egyik érdekes eleme lehet a módszertan pontosítása és a Balatonra, ill. déli vízgyűjtőjére történő TGÉ becslés elvégzése, majd alkalmazása pl. a Fertő-tóra, vagy olyan, a fentiekben megvizsgált sekély tóra és (rész)vízgyűjtőjére, amelyre vonatkozóan a szükséges adatok rendelkezésre állnak. Ez annál is inkább indokolt, mivel évtizedes vita, hogy a Balaton értékének megfelelő költségvetési támogatásban részesül-e, azaz méltányos módon részesül-e a társadalmi újraelosztásból. Feltételezhető, hogy a Balaton és a Balaton Kiemelt Üdülőkörzet évente 1000 milliárd Ft nagyságrendű közvetlen bevételt termel, mivel csak a turizmus bevételei mintegy 400 milliárd forintba becsülhetők (Molnár, 2004). A főbb elemek: turizmus, halgazdálkodás, hajózás, tömegközlekedés, ivóvízkivétel, szennyvízbevezetés, nádgazdálkodás, öntözéses mezőgazdaság, erdészet, szőlészet-borászat, feldolgozó ipar, bányászat, szolgáltatások.

<sup>2</sup>Managing Lakes and their Basins for Sustainable Use: A Report for Lake Basin managers and Stakeholders. International Lake Environmental Committee Foundation, Kusatsu, Japan, pp.166.

Ugyanakkor nehézséget okoz az ökológiai funkciók, a jövőbeli új használatok és a nem használati jellegű (egyéb értékek) kvantitatív becslése. A TGÉ részletes, összehasonlító elemzése a kutatási projekt egyik fontos és ígéretes területe lehet, mivel ehhez nélkülözhetetlen az emberi tevékenységek és a környezet kölcsönhatásainak mennyiségi vizsgálata.

### **Köszönetnyilvánítás**

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### **Felhasznált irodalom**

- Håkanson, Lars (1982): Lake bottom dynamics and morphometry: the dynamic ratio. *Water Resources Research* 18:1444–1450.
- Bachmann, Roger W., Mark V. Hoyer, Daniel E. Canfield, Jr. (2000): The Potential For Wave Disturbance in Shallow Florida Lakes, *Lake and Reservoir Management*, 16(4), 281–291.
- Bogdan, Jerel J., Judith W. Budd, Brian J. Eadie, Keri C. Hornbuckle (2002): The Effect of a Large Resuspension Event in Southern Lake Michigan on the Short-term Cycling of Organic Contaminants, *Journal of Great Lakes Research*, Volume 28, Issue 3, 2002, Pages 338–351.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Lake\\_Balkhash](http://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Balkhash)
- International Lake Environment Committee: Lake Database, Lake Balkhash, Aral Sea, Lake Balaton, Lake Neusiedl, Lake Velence, Trasimeno Lake, Oneida Lake, Lake Chapala, Lake Peipsi, Lake Skadar, Lake Chad, Lake Victoria, Lake Valencia, Lake Eyre, Lake Kasumigaura, Lake Constance, Lake Poyang, Lake Tai.
- <http://www.msnbc.msn.com/id/18959222/from/RS.1/#.UPRH2vKH-So> (2007): Algae smother Chinese lake, millions panic.
- China Daily, Xinhua (April 14, 2008): China's third-largest freshwater lake faces algae threat.
- <http://www.edukovizig.hu/files/fertoto.pdf>
- Pannonhalmi Miklós és Sütő László (2007): A Fertő tó múltja, jelene és jövője, ÉDUKÖVIZIG, Győr, 2007.
- Vollenweider, Richard, A. et al. (1982): *Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment and Control*, OECD, Paris, 1982, pp. 154.
- Aguilar, Alejandro Juárez: Lake Chapala and its watershed: Summary of Experiences and Lessons Learned, Corazón de la Tierra, A.C. Guadalajara, México: [http://rcse.edu.shiga-u.ac.jp/gov-pro/plan/2010list/10/mexico\\_chapala\\_and\\_rivers/lake\\_brief-lake\\_chapala\\_\\_mexico.pdf](http://rcse.edu.shiga-u.ac.jp/gov-pro/plan/2010list/10/mexico_chapala_and_rivers/lake_brief-lake_chapala__mexico.pdf)
- National Water Commission (Mexico): Lerma – Chapala Basin Case Study: A fruitful sustainable water management experience Prepared for the 4th UN World Water Development Report “Managing water under uncertainty and risk”, Mexico, 2012.
- <http://floridaswater.com/lakeapopka/>
- Canfield, D.E. Jr., Bachmann, R.W., Hoyer, M.V. (2000): A management alternative for Lake Apopka, *Lake and Reservoir Management* (16(3), 205–221.

- Bachmann, Roger W., Mark V. Hoyer & Daniel E. Canfield Jr.(2001): Evaluation of recent limnological changes at Lake Apopka, *Hydrobiologia*, 448, 19–26, 2001.  
<http://www.orange.wateratlas.usf.edu/watershed/geography.asp?wshedid=5#use>  
[http://article.wn.com/view/2011/10/15/Million\\_dollar\\_fish\\_resides\\_in\\_Central\\_Florida\\_Lake\\_Euro\\_day/](http://article.wn.com/view/2011/10/15/Million_dollar_fish_resides_in_Central_Florida_Lake_Euro_day/)  
<http://www.cnyrpdb.org/oneidalake/pdf/SOLWFinal/>
- Weiperth András, Szivák Ildikó, Ferincz Árpád, Staszny Ádám, Keresztessy Katalin, Paulovits Gábor (2009): A vízszint-ingadozás hatása a balatoni halász-horgász fogások alakulására, *Állattani Közlemények* (2009), 94(2), 199–213.
- Mrdak, Danilo (2009): Environmental risk assessment of the Morača dams: fish fauna of Morača river canyon and Skadar Lake, WWF, Podgorica, 2009.
- Mrdak, Danilo, Danka Petrović, Ana Katnić, Marijan Erceg (2011): Integrated study to support the designation of the trans-boundary Lake Skadar/Shkodra as biosphere reserve, University of Montenegro, Podgorica, 2011.
- Perović, Andrej (2009): Interdisciplinary assessment of water resource management in two transboundary lakes in SEE, University of Montenegro, Podgorica.
- Working Group on Monitoring and Assessment (2007): Assessments on transboundary lakes in Western Europe as well as Central and Eastern Europe, UN Economic and Social Council, Eighth meeting Helsinki, Finland, 25–27 June 2007, p. 9–10.  
[http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/assessment/English/I\\_PartIV\\_Chapter5\\_En.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/assessment/English/I_PartIV_Chapter5_En.pdf)
- International Lake Environment Committee Foundation (2005): „Lake Basin Management Initiative” Managing Lakes and Their Basins for Sustainable Use, <http://wldb.ilec.or.jp>.
- Roll, G., Kosk, A., Alexeeva, N, Unt, P. (2006): Lake Peipsi/Chudskoe: Experience and Lessons learned Brief, [http://www.worldlakes.org/uploads/20\\_Lake\\_Peipsi\\_Chudskoe\\_27February2006.pdf](http://www.worldlakes.org/uploads/20_Lake_Peipsi_Chudskoe_27February2006.pdf)
- Nöges, T., R. Laugaste, E. Loigu, I. Nedogarko, B. Skakalski and P. Nöges (2005): Is the destabilisation of lake Peipsi ecosystem caused by increased phosphorus loading or decreased nitrogen loading? *Water Science & Technology*, Vol. 51, No 3–4, pp. 267–274.
- De Anda, José, Harvey Shear, Ulrich Maniak and Gerhard Riedel (2000): Phosphorus Balance in Lake Chapala (Mexico), *Journal of Great Lakes Research*, 26(2), 2000, pp.129–140.
- De Anda, José, Harvey Shear, Ulrich Maniak and Gerhard Riedel (2001): Phosphates in Lake Chapala, Mexico, *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 6(4), p. 313–321.
- Lind, Owen T., L. O. Dávalos-Lind (2002): Interaction of water quantity with water quality: the Lake Chapala example, *Advances in Mexican Limnology: Basic and Applied Aspects Developments in Hydrobiology*, 163, p. 159-167.
- Von Bertrab, Etienne (2003): Guadalajara’s water crisis and the fate of Lake Chapala: a reflection of poor water management in Mexico *Environment&Urbanization*, 15(2), p.127-140.
- Ludovisi, Alessandro, Elda Gaino (2010): Meteorological and water quality changes in Lake Trasimeno (Umbria, Italy) during the last fifty years, *J. Limnol.*, 69(1), 174–188.  
<http://www.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf>
- Meire, P., M. Coenen, C. Lombardo, M. Robba and R. Sacile (eds.) (2006): Integrated Water Management, NATO Science Series, Springer, 2006.

- <http://www.nies.go.jp/escience/kosho/lib/kasumigaura02.html>
- ILEC (2005): Managing Lakes and their Basins for Sustainable Use: A Report for Lake Basin managers and Stakeholders. International Lake Environmental Committee Foundation, Kusatsu, Japan, pp.166.
- Micklin, Philip (2007): The Aral Sea Disaster, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 35 (4): 47–72.
- Drake, Nick, Bristow, Charlie (2006): Shorelines in the Sahara: geomorphological evidence for an enhanced monsoon from palaeolake Megachad, *The Holocene* 16 (6), 901–911.
- Mitchell, Charles L. (1928): The West Indian Hurricane of September 10–20, 1928, *Monthly Weather Review*, 56(9), 1928.
- Herodek Sándor, Laczkó László, Virág Árpád (1988): Lake Balaton Research and Management. Nexus Nyomda, Budapest, pp.1–110.
- Kutas, T., Herodek, S. (1986): A complex model for simulating the Lake Balaton Ecosystem. In Somlyódy, L., and van Straten, G. (Eds.): *Modeling and Managing Shallow Lake Eutrophication*, Springer Verlag, pp. 309–322.
- Leuttich, R. A., and Harleman, D. R. F.(1986): A Comparison of Water Quality Models and Load Reduction Predictions, In Somlyódy, L., and van Straten, G. (Eds.): *Modeling and Managing Shallow Lake Eutrophication*, Springer Verlag, pp. 323–340.
- Molnár László (szerk) (2004): A Balaton-térség nemzetgazdasági-szintű jövedelem-termelő képességének vizsgálata, GKI Gazdaságkutató Rt., Budapest, pp. 185.
- International Resources Group Ltd.(1994): The Philippine Environmental and Natural Accounting Project (Enrap Phase II), USAID, Philippines, pp. 25.
- Friends of Lake Apopka (2011): <http://www.foia.org/>
- Hornung,L., A. Khan, R. N. Calvo (2010): History of Lake Okeechobee Restoration, Efforts and Where We Are Today, Greater Everglades Ecosystem Restoration Conference.
- Ibaraki Prefectural Government (2009): [http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/bugai/seisaku/seisakuhyouka/22\\_hyoka/sesaku/7-3.pdf](http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/bugai/seisaku/seisakuhyouka/22_hyoka/sesaku/7-3.pdf)
- Varga György, Kravinszkaja Gabriella (2013): A Balaton és a tórészek havi vízház-tartási jellemzőinek meghatározása, Előkészületben, Varga Gy. szóbeli közlése.

# **TERMÉSZETTUDOMÁNYI PERSPEKTÍVÁK**



## Társadalmi konfliktusokat generáló ökológiai történések a Balaton életében az utóbbi néhány évtizedben – *A víz zöld elszíneződése, az eutrofizáció*

Pálffy Károly\*

**Abstract**      **Social Conflict Generating Ecological Developments in the Life of Lake Balaton in Recent Decades – Eutrophication, the green discoloration of the water.** As a result of increased nutrient loads affecting Lake Balaton phytoplankton biomass showed a considerable rise from the 1970s onwards, particularly in summer, indicating eutrophication, a process eventually leading to unfavourable ecological conditions. Summer blooms were increasingly dominated by filamentous N<sub>2</sub>-fixing cyanobacteria, particularly in the western basin showing a shift from eutrophic to hypertrophic state. Increased phosphorus loading was found to be the major cause of eutrophication in the lake, thus, in order to eliminate the sources of excessive nutrient input and its harmful consequences the 1980s saw the elaboration of reasoned restoration efforts including the adoption of phosphorus removal in wastewater treatment, sewage water diversion and the establishment of the Kis-Balaton reservoir. Due to these technical solutions eutrophication has been reversed, the trophic state of the lake has been showing a decreasing trend since 1995.

**Keywords**      eutrophication • phytoplankton • nutrient load • restoration • trophic state

*Az 1970-es és 1980-as években azt tapasztalták a Balatonban fürdőzők, hogy a víz színe haragoszöld, és ráadásul a szaga is kellemetlen. Ez a jelenség fokozottan a tó nyugati, keszthelyi területén jelentkezett. Mivel ilyen vízben a nyaralók nem szívesen fürödtek, hogy vendégeik megmaradjanak, keszthelyi szállodatulajdonosok szállóvendégeiket autóbusszal szállították „keletebbre, kevésbé zöld vizekre.” A zöld színt a vízben lebegve élő parányi, szabad szemmel nem látható algák tömege okozta. Nem véletlen, hogy a nemzetközi szervezet, az OECD bizonyos algamennyiség felett a felszíni vizeket fürdésre alkalmatlannak tekinti. Az algák túlzott mértékű elszaporodását a számukra szükséges tápelemek Balatonba jutó megemelkedett szintje okozta. Mivel a Balaton legnagyobb vízhozamú befolyója, a Keszthelyi-medencébe ömlő Zala folyó szállította a legtöbb tápelemet, azért volt a nyugati tóterületen sokkal több alga, mint a keletin. A tápelemek pl. a nem megfelelően kezelt kommunális szennyvizekből, a vízgüjtőn folyó mezőgazdasági művelésből (műtrágyák, állattartó telepek) jutottak a Zala folyóba. Az algatúlszaporodás, az eutrofizáció néven ismertté vált folyamat nemcsak ökológiai, vízminőségi, hanem gazdasági és társadalmi vonatkozásban is súlyos következményekkel járhat.*

---

\* Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet  
E-mail: palffy.karoly@okologia.mta.hu

## Bevezetés

Az elmúlt mintegy fél évszázad egyik globális mértékben is jelentős ökológiai problémája az édesvizek, illetve tengerek part menti vizeinek eutrofizációja (Smith, 2003). E folyamat legjellemzőbb eleme a külső tápanyagterhelés növekedése következtében, a víztestek tápanyagokkal, elsősorban foszforral és nitrogénnel történő feldúsulása, valamint ennek eredményeként az algák biomasszájának gyarapodása. Ilyenkor nem csupán a biomassza éves átlaga, hanem nyári maximuma is növekedést mutat. Ezekben az időszakokban a planktonikus algák felhalmozódott biomasszája, illetve klorofill-a tartalma következtében a víz jellegzetes zöld színű. Ezt a jelenséget köznyelvi szóhasználatban vízvirágzásnak is nevezik. Az eutrofizációval kapcsolatban kiemelendő, hogy káros hatása nem közvetlenül magában a folyamatban, az alga biomassza gyarapodásában, hanem annak ökológiai következményeiben rejlik.

Legnagyobb kiterjedésű hazai tavunkban, a Balatonban az elmúlt mintegy fél évszázad során végbement történések áttekintése egységes képet nyújthat mind az eutrofizáció kialakulását eredményező körülményekről, ökológiai következményeiről, mind a folyamat visszafordításának alternatíváiról. Ezt szem előtt tartva a jelenlegi munka célja a Balaton eutrofizációjával, valamint a tó ökológiai állapotának helyreállítását biztosító beavatkozások eredményével kapcsolatos ismeretek összefoglalása.

## A fitoplanktonról és az eutrofizációról általában

A fitoplankton azon fotoautotróf mikroszervezetek gyűjtőneve, melyek felszíni vizeinkben életük egy részét vagy teljes egészét a vízoszlopban lebegve töltik (Reynolds, 2006). E szervezetek rendszertanilag két nagy csoportra oszthatók: a sejtmag nélküli (prokarióta) kéalgákra, más néven cianobaktériumokra, valamint a valódi sejtmaggal rendelkező (eukarióta) algákra. Nyíltvízben egyedül ezek a szervezetek képesek fotoszintézisük révén a Naptól érkező fénysugárzás energiájának felhasználásával szervesanyagot előállítani, így elsődleges termelőkként mind az édesvízi, mind a tengeri táplálékhálózat nélkülözhetetlen alkotóelemei.

A biológiai vízminőség fontos mércéje a trofitás, mely magában foglalja mind a szervesanyagok minőségét, mennyiségét, ill. ezek változását, mind a vízben élő fotoautotróf szervezetek mennyiségét és aktivitását. Összetett fogalom lévén, a trofitás mértéke több különböző változó alapján is megállapítható, leggyakrabban a fitoplankton legfontosabb fotoszintetikus pigmentjének, a klorofill-a-nak a mennyiségét, a teljes foszfor koncentrációját, vagy a fitoplankton elsődleges termelését szokták alapul venni. E szerint megkülönböztetünk oligotróf, mezotróf, eutróf és hipertróf állapotú vizeket. A trofitási skála alján található oligotróf víztestek szervesanyagokban szegények, a fitoplankton biomasszája alacsony, míg a hipertróf állapot felé haladva kategóriánként egyre nagyobb tápanyagterheléssel, fitoplankton biomasszával és elsődleges termeléssel számolhatunk. A vízbe jutó, algák számára hozzáférhető szervesanyagok mennyiségének növekedésével a trofitás szintje is emelkedik, ezt a folyamatot nevezzük eutrofizációnak.

Az eutrofizáció során túlzott mértékben elszaporodó algák okozta károk közül emberi felhasználás szempontjából a legfontosabbak a következők (Felföldy & Tóth, 1970):

- egyes fajok a víznek kellemetlen ízt vagy szagot kölcsönöznek;
- bizonyos toxikus cianobaktérium fajok használatok, sőt az ember megbetegedését vagy halálát okozhatják;

- a felhalmozódott nagy tömegű alga biomaszra pusztulását oxigénhiány követheti, ami halpusztulást okozhat;
- az algatömeggel szennyezett víz gyakran rossz szagú, esztétikailag is kifogásolható, fürdésre nem alkalmas;
- az algásodott víz bizonyos ipari célokra nem alkalmas.

### Az eutrofizáció megjelenése a Balatonban

A Balaton fitoplankton közösségeinek tanulmányozása nagy múltra tekint vissza, a benne előforduló planktonikus algák mennyiségi változásainak nyomon követése az 1930-as években kezdődött (Entz et al., 1937). A XX. század első felének mintegy 25 évi adatsorát elemezve elsőként Sebestyén (1953) állapította meg a fitoplankton biomaszra gyarapodását, kimutatta, hogy a barázdásostorosok közé tartozó fecskemoszat (*Ceratium hirundinella*) mennyisége többszöröződött. A 60-as években szórványosan előforduló lokális kékalga (cianobaktérium) vízvirágzásokat követően 1966 szeptemberében már az egész Keszthelyi-öbölre kiterjedő burjánzást figyeltek meg (Hortobágyi & Kárpáti, 1967), melyet egyetlen cianobaktérium faj, a fonalas, légköri nitrogén (N<sub>2</sub>) kötésére képes *Aphanizomenon flos-aque* okozott. Ezek a megfigyelések jelentették az előszelét azoknak az 1970-es évektől jelentkező és egészen 1994-ig jellemző, trofitásban végbemenő változásoknak, melyek következtében a tó planktonképe, különösen a nyári időszakban jelentős mértékben átalakult (Padisák & Szabó, 1997). Nem kaptak ugyanakkor kellő visszhangot ahhoz, hogy a további eutrofizációt ellensúlyozó intézkedésekről érdemi döntések szülessenek.

A fitoplankton biomaszra – mint a trofitás egyik mutatója – szezonális változása a Balatonban általában egycsúcsos (unimodális) vagy kétszúcsos (bimodális) jellegű, évente rendre augusztus-szeptember táján éri el maximumát, a csúcsok abszolút értéke pedig jól tükrözi a tó trofikus állapotát (Padisák et al., 2010). E tekintetben a tó területe nem mutat egységes képet, és a fitoplankton fajösszetételében is térbeli eltérések figyelhetők meg. Ennek megfelelően a tó hossz tengelye mentén eutróf, magasabb alga biomaszát produkáló állapotok elsősorban a tó nyugati részét jellemzik, majd keleti irányban a trofitás fokozatos csökkenése tapasztalható. Mindez már egy 1978–79-ben készült felmérésből is kiderült (Vörös & Németh, 1980), mely során azt találták, hogy míg tavasszal mindkét tórészen körszimmetrikus kovaalgák (Centrales) voltak a domináns fajok, addig a nyári fitoplankton összetétel már változékonyabb képet mutatott. A keleti medencében a *Snowella lacustris*, a *Ceratium hirundinella*, valamint a *Botryococcus braunii* dominanciája jellemezte a közösséget, ugyanakkor a nyugati medencében az eutrofizáció fokozódásának köszönhetően már fonalas cianobaktérium fajok (*Aphanizomenon flos-aque*, *A. issatschenkoi*, *Anabaena spiroides*, *A. aphanizomenoides*) voltak túlsúlyban. Az említett cianobaktérium fajok mellett az eutrofizáció egyik legszembevetőbb jelensége egy a tó fitoplanktonjában 1978-tól új elemként megjelenő, 1979 nyarára már domináns (Vörös et al., 1983), fonalas N<sub>2</sub>-kötő cianobaktérium, a *Cylindrospermopsis raciborskii* rendszertelenül előforduló vízvirágzása volt (G.-Tóth & Padisák, 1986).

A kelet-nyugat irányú trofitási gradiens oka, hogy a Balaton legnagyobb és egyúttal a legtöbb tápanyagot szállító befolyója, a Zala folyó a Keszthelyi-medencébe ömlik. A megnőtt külső tápanyagterhelés eredményeként nyaranta a fitoplankton biomaszra erőteljes növekedése volt megfigyelhető. Az így kialakult eutrofizáció során először az eukarióta algák biomaszája növekedett, a '70-es évek közepétől viszont a fonalas N<sub>2</sub>-kötő cianobaktériumok tömegtermelése vált uralkodóvá (Vö-

rös & Nagy Göde, 1993), melyhez nagyban hozzájárul a megemelkedett foszforterhelés következtében kialakuló nitrogénlimitáltság (Présing et al., 2008). Az így keletkező nagy mennyiségű alga biomassa ősszel gyors hanyatlásnak indul, ehhez feltételezhetően a tápanyagforrások kimerülése, az önárnyékolás, illetve a vízhőmérséklet és a fotoszintetikusan aktív sugárzás csökkenése vezet (G.-Tóth & Padisák, 1986).

### Az eutrofizáció okai és következményei

Az eutrofizáció első jeleinek felismerésével a 70-es évektől a kutatások intenzívebbé váltak, az ehhez kapcsolódó vizsgálatok az alga közösségek biomasszájának és összetételének változásán túlmenően a változást kiváltó tényezőkre, különösen a megnövekedett foszfor és nitrogén terhelés hatására is kiterjedtek. Az addig rendelkezésre álló eredmények birtokában Herodek (1979) figyelemfelkeltő munkájában részletesen tárgyalta a Balaton eutrofizációjának káros következményeit. Az eutrofizáció egyértelmű jelei többféle módon is megmutatkoztak, a már említett fitoplankton biomassa gyarapodás mellett a parti öv hínárvegetációjának változásában is, de a legkézenfekvőbb eredményt a planktonikus alga közösségek elsődleges termelésének *in situ* vizsgálatai hozták (Herodek & Tamás, 1976). Eszerint a 70-es évekre a tó a korábban mezotróf Siófoki-medencében már eutróf, Keszthely irányába pedig fokozatosan hipertroffá váló állapotot mutatott. Mindez lényegében azt jelentette, hogy az alapterületre vonatkoztatott elsődleges termelés ( $\text{g C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nap}^{-1}$ ) különösen a nyári időszakban drasztikusan megnőtt, Keszthelynél az éves maximum 1973-ban 17-szerese volt a tíz évvel azelőtt mért értéknek. A Keszthelyi-medence erőteljes eutrofizálódására utaltak egy 1974-es vizsgálatsorozat eredményei is (Tóth, 1976). 1979-re a fitoplankton biomassa maximuma tovább nőtt, mintegy 3,8-szer nagyobb volt az 1973-as évhez viszonyítva (Vörös et al., 1983). Az elsődleges termelés ugyanakkor az algák önárnyékolása miatt már nem növekedett számottevő mértékben.

Némiképp kisebb mértékben ugyan, de a tó keleti felében végzett vizsgálatok is hasonló változásokat tártak fel. Megállapították, hogy 1977-re a Balaton közepén a Balatonszemesi-, valamint a legkeletibb Siófoki-medencében (Tihanynál) a fitoplankton abundanciája meghaladta az egy évtizeddel korábban mért értékeket (Herodek et al., 1982). A legnagyobb biomassa itt a kovamoszatok tavaszi felszaporodása idején jelentkezett, ezzel szemben az alapterületre vonatkoztatott elsődleges termelés a tó nyugati feléhez hasonlóan nyáron érte el maximumát, ami egész évre számítva Tihanynál az 1972-es adatokhoz képest 1,8-szoros növekedést jelentett. Világossá vált, hogy az évtizedek alatt megnövekedett külső tápanyagterhelés az egész tóra fokozatosan egyre nagyobb hatást fejt ki, tovább növelve a káros ökológiai következmények kockázatát.

A fitoplankton elsődleges termelésének drasztikus növekedésén túlmenően a fotoszintézis intenzitásának vertikális profilja, illetve az azt befolyásoló vízalatti fényklíma is nagymértékű változáson ment keresztül. A tó nyugati felében a fényviszonyokat döntően a fitoplankton önárnyékoló hatása szabja meg, melynek következtében nyáron 2 m alatt általában már nincs elegendő fény az algák számára. Ez a Balaton élővilágára nézve súlyos következményekkel járhat, mivel a felső vízréteg algái által termelt, majd kiülepedő szervesanyagok bakteriális lebontása oxigénfogyasztással jár, ami fotoszintézis hiányában az alsó vízrétegben oxigénhiányos állapothoz vezethet. Vörös et al. (1983) vizsgálatai alapján a Keszthelyi-medencében a fitoplankton által termelt szervesanyagoknak kb. kétharmada a vízoszlopban, a maradék az üledék felszínén bomlik el, melynek következményeként 1979 nyarán 2,7-3 m alatti

mélységben két alkalommal is anaerobia kialakulását figyelték meg. Szintén a bakteriális lebontás mértéke és a trofitás közötti összefüggésre utaltak Oláh (1973) hazai vonatkozásban úttörőnek számító vizsgálatai, mely szerint 1968 nyarán a teljes bakterioplankton Keszthelyi-medencében és környékén (a tó területének kb. 25%-án) mért produkciója mintegy tízszerese volt a fennmaradó 75%-nyi alacsonyabb trofitású vízterület produkciójának.

A cianobaktériumok biomasza gyarapodása az ökológiai következményeken túl potenciálisan egészségügyi kockázatot is jelenthet. Bizonyos cianobaktérium taxonok neuro- ill. hepatotoxinokat termelhetnek, melyek gyakorlatilag bármilyen gerinces szervezetre, így az emberi egészségre is ártalmasak. A legismertebb toxintermelésre képes fajok a *Microcystis*, *Cylindrospermopsis* és *Aphanizomenon* nemzetségekből kerülnek ki. A legismertebb ide kapcsolódó eset 1979-ben történt az ausztráliai Palm Island-en, amikor a helyi ivóvíz tározóban felszaporodó, majd pusztulásnak induló *Cylindrospermopsis raciborskii*-ből a vízbe oldódó toxinok 148 embernél májkárosodást okoztak (Hawkins *et al.*, 1985). Ezzel szemben a Balatonban rendszerint augusztus környékén megjelenő *C. raciborskii* esetében mérgező hatást nem mutattak ki. Ugyanakkor a 80-as években végzett állatkísérletes vizsgálatsorozatok alapján a Keszthelyi-medencéből származó *Aphanizomenon sp.* (Törökné *et al.*, 1986) és *Microcystis aeruginosa* (Törökné & Mayer, 1988) fajok néhány esetben toxikus hatásúnak bizonyultak. Ez utóbbi faj előfordulása a tóban azonban meglehetősen ritka, sohasem tömeges.

A tápanyagterhelés eutrofizálódást elősegítő, korábban már említésre került növekedésének az okai viszonylag rövid idő alatt egyértelművé váltak. A hetvenes évekre a Balaton és környéke felkapott turisztikai úticéllá vált, az üdülők megnövekedett száma, a csatornázás fejlesztése, illetve ezzel párhuzamosan a szennyvíztisztító telepeken a kémiai foszfor eltávolítás hiánya óriási mértékben járult hozzá a kialakult állapothoz (Clement *et al.*, 2005). Ezen felül a mezőgazdasági területeken ez idő tájt nagy mennyiségben használt műtrágya kimosódása, valamint a nagyüzemi állattartó telepek hígtrágya kibocsátása is tovább növelte a tavat érő tápanyagterhelést.

Terepi kísérletek során az is kiderült, hogy a balatoni fitoplankton szaporodásának, a vízvirágzás kialakulásának a tápanyagok közül szinte kizárólag a foszfor szab határt. Istvánovics *et al.* (1986) Tihanynál vizsgálták a fitoplankton biomaszájának alakulását mesterségesen izolált vízoszlopokban. Kísérleteikben a keszthelyihez hasonló foszforterhelés esetén két hét leforgása alatt hipertófia kialakulását tapasztalták, ugyanakkor, ha a kezelésben nitrátot is adagoltak, számottevő különbség nem volt kimutatható. Az oldott szerves nitrogénformák mennyisége elsősorban azért nem befolyásolta a biomasza nyári növekedését, mert az ilyenkor dominánssá váló N<sub>2</sub>-kötő cianobaktériumok a légkör nitrogénjéből is fedezni tudják szükségletüket.

### A vízminőség javulása

A kiváltó okok azonosítását és a végbement változások természetének vizsgálatát követően a Balaton további eutrofizációját megakadályozó beavatkozások a 80-as években kezdődtek el, miután 1983-ban a felgyülemlett tudományos ismeretanyagra alapozva elfogadták a tó és vízgyűjtőjére kidolgozott átfogó rehabilitációs tervet (Somlyódy, 1986). Herodek (1984) empirikus modellje szerint, mely a fitoplankton elsődleges termelése és a biológiailag hozzáférhető foszfor (BAP) terhelés közötti összefüggést írja le, a Keszthelyi-medence vízminőségének javulásához a nettó BAP terhelést az akkori értékeknek mintegy hatodára kell csökkenteni. Ezt követően Kutas

és Herodek (1987) egy determinisztikus modell, az ún. Balaton Eutrofizációs Modell alkalmazásával egyértelműen kimutatták, hogy kémiai foszforeltávolítás bevezetésével a vízgyűjtőn üzemelő szennyvíztelepeken a fitoplankton elsődleges termelésének és biomasszájának jelentős mértékű csökkenése érhető el.

A kutatások eredményei alapján született javaslatoknak megfelelően elindított vízminőségvédelmi nagyberuházások (korszerű szennyvíztisztítók, körcsatorna, víztározók) eredményeként a Keszthelyi-medence biológiailag hozzáférhető foszfor terhelése a 80-as évek végére jelentősen mérséklődött, ennek köszönhetően az 1990-es évek második felétől a tó trofitása számottevően csökkent. A beruházások közül a legjelentősebbek a Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer felső tározójának (I. ütem) 1985 júniusi elárasztása, majd az alsó tározó (Ingói-berek, II. ütem) 1992 novemberi részleges üzembe helyezése, illetve a kémiai foszforleválasztás megvalósítása a zalaegerszegi szennyvíztelepen 1991-ben.

A foszfor terhelés csökkenése révén kisebb lett a N<sub>2</sub>-kötő cianobaktériumok biomasszája is, míg a N<sub>2</sub>-kötésre nem képes fajok mennyisége a nitrogén/foszfor arány szerint alakult. Kivételt képez a *C. raciborskii*, melynek mennyisége az említett változásokkal nem mutatott összefüggést (Padisák & Istvánovics, 1997). A tapasztalt változások jól szemléltetik a cianobaktériumok adaptációs stratégiáinak nagyfokú változatosságát. A műszaki beavatkozások mellett a tápanyagterhelés visszaesésében az is közrejátszott, hogy a világpiacon emelkedése következtében a mezőgazdasági műtrágya felhasználás jelentős mértékben csökkent, a hígtrágyát termelő nagyüzemi állattartó telepek túlnyomó részét pedig felszámolták.

Az eutrofizálódás, majd a trofitási fok mérséklődésének folyamata jól nyomon követhető a fitoplankton éves biomassza átlagának változásában is (Padisák & Reynolds, 1998). A tóra jellemző trofitási gradiens elsősorban a keleti és a nyugati tórész eltérő késő nyári biomassza maximumaiban nyilvánul meg, ugyanakkor egymást követő évek között is tekintélyes különbségek fordulhatnak elő, nagyfokú variabilitás figyelhető meg. Összességében a 90-es évek második felétől az eutróf területeken a trofitás szintje lassan mérséklődik. A cianobaktériumok késő nyári részaránya a teljes fitoplankton biomassza változásához hasonló trendet mutat, de kevésbé éles különbségekkel az egyes évek és tórészek között.

A tó vízminőségének javulása a 2000-es években is folytatódott, bár a korábban jellemző variabilitás továbbra is megmaradt. Míg 2001-ben a fitoplankton bimodális szezonális dinamikát mutatott tavaszi kovaalga és nyári-őszi cianobaktérium dominanciával (Padisák, 2002), 2002 és 2004 között a biomassza alakulása monomodális jelleget öltött nyárvégi maximummal, hol erőteljesebb, hol mérsékelt cianobaktérium tömegprodukciónal (Padisák *et al.*, 2003, 2004, 2005).

Összegezve a fentiek, a fitoplankton tömegének a-klorofillban kifejezett hosszútávú változása egyértelműen jelzi a tó vízminőségének javulását. Amíg a Keszthelyi-medencében (a tó legegtrófbabb területén) az 1980-as években és a 90-es évek első felében az a-klorofill koncentráció nyaranta rendre jelentős mértékben meghaladta a fürdésre való alkalmasság OECD által ajánlott határértékét (75 µg·l<sup>-1</sup>), addig az elmúlt bő másfél évtizedben a fitoplankton biomassza rendre ez alatt a határérték alatt maradt.

## Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

**Felhasznált irodalom**

- Clement A., Istánovics V. & Somlyódy L. 2005. A Balaton vízminőségi állapotának értékelése. In: Szilávik L. (ed) *A Balaton. Vízügyi Közlemények különszám*, Budapest: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 63–91.
- Entz G., Kottász J. & Sebestyén O. 1937. Quantitative Untersuchungen am Bioeston des Balatons. *A Magyar Biológiai Kutatóintézet Munkái* 9, 1–152. old.
- Felföldy L. & Tóth L. 1970. *A mezőgazdaság kemizálásának hatása a vízgazdálkodásra. II. rész. Műtrágyahatás és mesterséges eutrofizálódás*. VMGT 25, Budapest: VIZDOK, 1–196. old.
- G.-Tóth L. & Padisák J. 1986. Meteorological factors affecting the bloom of *Anabaenopsis raciborskii* Wolosz. (Cyanophyta: Hormogonales) in the shallow Lake Balaton, Hungary. *Journal of Plankton Research* 8, 353–363. old.
- Hawkins P. R., Runnegar M. T. C., Jackson A. R. B. & Falconer I. R. 1985. Severe hepatotoxicity caused by the tropical cyanobacterium (blue-green alga) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya and Subbs Raju isolated from a domestic water supply reservoir. *Appl. Environ. Microbiol.* 50, 1292–1295. old.
- Herodek S. & Tamás G. 1976. A fitoplankton tömege, termelése és a Balaton eutrofizálódása. *Hidrol. Közl.* 56/5, 219–228. old.
- Herodek S. 1979. Eutrofizálódás, a Balatont fenyegető közvetlen veszély. *MTA Biol. Oszt. Közl.* 22, 323–336. old.
- Herodek S., Vörös L. & Tóth F. 1982. A fitoplankton tömege, termelése és a Balaton eutrofizálódása III. Balatonszemese-medence 1976–1977, Siófoki-medence 1977. *Hidrol. Közl.* 62/5, 220–229. old.
- Herodek S. 1984. The eutrophication of Lake Balaton: Measurements, modelling and management. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22, 1087–1091. old.
- Hortobágyi T. & Kárpáti I. 1967. Nagyméretű vízvirágzás a Balaton délnyugati részén. *Bot. Közlem.* 54/3, 137–142. old.
- Istvánovics V., Vörös L., Herodek S., G.-Tóth L. & Tátrai I. 1986. Changes of phosphorus and nitrogen concentration and of phytoplankton in enriched lake enclosures. *Limnol. Oceanogr.* 31, 798–811. old.
- Kutas T. & Herodek S. 1987. Effects of load reductions on the water quality of a large shallow lake. *Ecol. Model.* 39, 85–99. old.
- Oláh J. 1973. A bakterioplankton biomasszája és produkciója a Balatonban. *Hidrol. Közl.* 53/8, 348–358. old.
- Padisák, J. & V. Istvánovics, 1997. Differential response of blue-green algal groups to phosphorous load reduction in a large shallow lake: Balaton, Hungary. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 26: 574–580.
- Padisák J. & Szabó I. 1997. Botanikai kutatások a Balatonon: alacsony-és magasabbrendű növények. In: Salánki J. & Nemcsók J. (ed) *A Balatonkutatás eredményei 1981–1996*. Veszprém: MTA Veszprémi Területi Bizottsága és a Miniszterelnöki Hivatal Balatoni Titkársága, 97–135.
- Padisák, J. & C. S. Reynolds, 1998. Selection of phytoplankton associations in Lake Balaton, Hungary, in response to eutrophication and restoration measures, with special reference to the cyanoprokaryotes. *Hydrobiologia* 191: 249–254.
- Padisák, J., 2002. A fitoplankton diverzitása és különböző taxonómiai csoportjainak szezonális változásai a Balatonban. In: Mahunka, S. & J. Banczerowski (ed.): *A Balaton kutatásának 2001. évi eredményei*. MTA, Budapest: 208–216.

- Padisák, J., É. Soróczki Pintér & Zs. Zámbóné Doma, 2003. A fitoplankton diverzitása, tér- és időbeli mintázata a Balatonban 2002-ben. In: Mahunka, S. & J. Banczerowski (ed.): *A Balaton kutatásának 2002. évi eredményei*. MTA, Budapest: 35–42.
- Padisák, J., É. Soróczki Pintér, É. Hajnal & Zs. Zámbóné Doma, 2004. A balatoni fitoplankton tér- és időbeli mintázata 2003-ban. In: Mahunka, S. & J. Banczerowski (ed.): *A Balaton kutatásának 2003. évi eredményei*. MTA, Budapest: 16–26.
- Padisák, J., É. Soróczki Pintér, É. Hajnal & Zs. Zámbóné Doma, 2005. A balatoni fitoplankton tér- és időbeli mintázata 2004-ben. In: Mahunka, S. & J. Banczerowski (ed.): *A Balaton kutatásának 2004. évi eredményei*. MTA, Budapest: 16–26.
- Padisák J., Hajnal É., Naselli-Flores L., Dokulil M. T., Nöges P. & Zohary T. 2010. Convergence and divergence in organization of phytoplankton communities under various regimes of physical and biological control. *Hydrobiologia* 639, 205–220.
- Présing M., Preston T., Takátsy A., Spróber P., W. Kovács A., Vörös L., Kenesi Gy. & Kóbor I. 2008. Phytoplankton nitrogen demand and the significance of internal and external nitrogen sources in a large shallow lake (Lake Balaton, Hungary). *Hydrobiologia* 599, 87–95. old.
- Reynolds C. S. 2006. *Ecology of phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sebestyén O. 1953. Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. II. Évtizedes változások. *Annal. Biol. Tihany* 21, 63–89. old.
- Smith, V. H. 2003. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems. *Environ. Sci. & Pollut. Res.* 10, 126–139. old.
- Somlyódy L., (Somlyódy L. & van Straten, G., eds) 1986. Modeling and managing shallow lake eutrophication. Berlin: Springer-Verlag
- Tóth L. 1976. On the eutrophication process in Lake Balaton. In Licskó I. (szerk.): *Vízminőségi és víztechnológiai kutatási eredmények vol. 3*. Budapest: VITUKI, 53–63. old.
- Törökné Kozma A., Schiefner K., Mayer G., Dura Gy. & Deák Zs. 1986. Természetes vizeinkben előforduló algaprodukciók állatkísérletes vizsgálata. *Egészségtudomány* 30, 301–308. old.
- Törökné Kozma A. & Mayer G. 1988. Toxikus cianobaktériumok hazai felszíni vizeinkben. *Hidrol. Közl.* 68/1, 49–54. old.
- Vörös L. & Németh J. 1980. Changes in the structure of phytoplankton in Lake Balaton as a result of eutrophication. In: Dokulil, M., H. Metz & D. Jewson (ed) *Developments in Hydrobiology Vol. 3. Shallow Lakes - Contributions to their Limnology*. Dr. W. Junk b.v. Publishers, The Hague, 73–79.
- Vörös L., Vizkeleti É., Tóth F. & Németh J. 1983. Trofitás vizsgálatok a Balaton keszthelyi-medencéjében 1979-ben. *Hidrol. Közl.* 63/9, 390–398. old.
- Vörös L. & Nagy Göde P. 1993. Long term changes of phytoplankton in Lake Balaton (Hungary). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25, 682–686.

## Társadalmi konfliktusokat generáló ökológiai történések a Balaton életében az utóbbi néhány évtizedben – *A víz barna elszíneződése*

V.-Balogh Katalin\*

**Abstract**      **Social Conflict Generating Ecological Developments in the Life of Lake Balaton in Recent Decades – Brown Discoloration of Water.** The largest quantities of brown coloured dissolved organic substances get into Lake Balaton in the Keszthely-basin through the River Zala and on the south shore from Nagyberek (peat bog) through pumping. Tourists avoid the beaches with brown water despite the fact that it does not pose any danger. Even though the humic substances causing the brown colour are not harmful for bathers, these compounds, however, do influence ecological processes. Humic substances are natural substances which are the decomposition products of dead plants. Their water-soluble fractions are fulvic acids and humic acids, while their third fraction (humins) is not water soluble. Humic substances play multiple ecological roles in surface waters: they serve as a carbon source for bacteria; change the underwater light climate through the increased attenuation of the short-wavelength ultraviolet (UV) radiation of the Sun; their photodegradation produces toxic free radicals containing oxygen (which is transformed to hydrogen peroxide); and they change the behaviour of other substances through their complex-forming property. A significant increase in the chromophoric dissolved organic matter load of the Lake can be anticipated because of the planned extension of the existing flooding area (16 km<sup>2</sup>) of the lower Kis-Balaton reservoir up to 52 km<sup>2</sup>.

**Keywords**      chromophoric dissolved organic matter • fulvic acids • humic acids • water quality of beaches

*Legutóbb néhány éve, 2010. július elején – a fő turistaszezonban – számos médium foglalkozott a balatonfenyvesi strand barnára színeződött vizével, amely a turisták közel felét elriasztja. A tudósításokból az is kiderült, hogy ennek oka a Balatontól délre található Nagyberek alacsonyabban fekvő tőzegetes területeiről szivattyúzott vízbefolyás. Paprikás hangulatú lakossági fórumokon – a helyzet enyhítésére – felmerült a tájékoztató táblák kihelyezése, a csak éjjelenkénti szivattyúzás, valamint a be-  
rekvíz távolabbi bevezetése.*

---

\* Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet  
E-mail: v-balogh.katalin@okologia.mta.hu

A berekvizek bevezetése a Balatonba nem új keletű, több évtizede tart, következtetés-képpen a víz barnára színeződése, mint turisztikai probléma is több évtizedes múltra tekint vissza. „Sajnálatos, hogy ez a berekvizek által történő elszíneződés a strandokat is érinti. A fürödni vágyók nem szívesen mennek ilyenkor a vízbe, mert rossz asszociációk miatt undorodnak a víztől” (Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság, 1984). E tárgyban célzott kutatás folyt, amelyek kiterjedtek pl. a berekvíz előtározására (Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság, 1982) a vízbevezetés és elkeveredés hidrológiai kérdéseire (Rákóczi, 1984), a berekvizeknek a balatoni algákra, nehézfémek toxicitására gyakorolt hatására (Herodek, 1984). A vizsgálati eredmények azonban jórészt nehezen hozzáférhető kutatási témabeszámolókból és jelentésekben találhatók (Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság, 1982; 1983a; 1983b; 1984).

E korai vizsgálatok a következő eredményeket hozták. A közel egy év időtartamú tározás alatt az oldott szerves anyagok 40-70 %-a pelyhes csapadék formájában kivált (Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság, 1984). Vizsgálva az áramlást és elkeveredést a nyomócsöveken át a mélyvízbe vezetést követően különböző szélviszonyok mellett, javasolják a berekvíz beszivattyúzás szélcsendes vagy közel szélcsendes időben lehetőség szerinti szüneteltetését, valamint az elosztóvezeték legalább 2 méter mélyre helyezését (Rákóczi, 1984). A berekvizek algákra gyakorolt hatásáról megállapították (Herodek, 1984), hogy pl. az Ordacsehi-árok vize nem befolyásolja lényegesen a Balaton nyíltvizének trofitási állapotát. *Daphnia magna* ágascsapú rákkal végzett nehézfém ( $Hg^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ) toxicitás tesztek eredményei az Ordacsehi-árok vízének toxicitás csökkentő hatását igazolták (az  $LC_{50}$  érték nőtt) (Herodek, 1984).

A „barna víz” probléma azért nem jelentkezett nagyon gyakran, mert a legtöbb évben a fő turistaszezont nem érintette, mivel a vízszivattyúzás szükségessége a csapadékviszonyok függvénye, és a nyári időszak általában csapadékszegény. A 2010-es év azonban extrém csapadékmennyiséget hozott még június hónapban is, az árvízi védekezés szinte az ország egész területét érintette valamilyen módon, így nem meglepő, hogy a berekvizes területeket is. A híradások utaltak arra is, hogy a szakhatóság (ÁNTSZ) nyilatkozata ellenére, miszerint a strand vize egészségre ártalmas anyagot nem tartalmaz, a turisták körében riadalmat keltett a víz sötét színe. A híradásokban kevés szó esett arról, hogy pontosan milyen anyagok okozzák a barna színt, és amelyek kitértek erre, pontatlanul tették. Huminsavról beszéltek, nem tettek említést a fulvosavakról, holott felszíni vizekben a fulvosavak dominálnak.

Ha a turisták tárgyyszerűbb információt kapnának a barna színt okozó anyagokról és tulajdonságaikról, csökkennének fenntartásaik a barnára színeződött vízzel szemben. Mai nevén, az MTA Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézetben másfél évtizede folyik a szóban forgó oldott szerves anyagok, összefoglaló néven huminanyagok kutatása (V.-Balogh, 2009). A huminanyagokat oldékonyságuk alapján csoportosítják, a vízben oldható frakciók a huminsavak és fulvosavak, míg a harmadik frakció, a humin oldhatatlan. Kémiaiilag pontosan nem leírható vegyületek, random (véletlenszerű) módon kapcsolódó monomerekből (kisebb egységek) állnak, ezért helyesebb huminsavakról és nem huminsavról beszélni. A huminsavak molekulamérete nagyobb, mint a fulvosavaké, és színesebbek. Ezek a szerves anyagok elpusztult növények bomlása, a bomlástermékek humifikációja útján keletkeznek (Aiken et al., 1985). Így, a Nagyberék tózegezes területein a huminanyagok forrásai a „valahavolt” növények. Hasonló folyamat laboratóriumban is generálható, üveg-edényben az avas nádtörmelék bomlástermékei a világos zalavizet (a Kis-Balaton felett vett) néhány hét alatt sötétbarnára színezték (V.-Balogh et al., 2006a).

Az oldott szerves anyagok mindig és mindenütt ott vannak a Balaton vizében, de csak akkor veszünk róluk tudomást, ha színesek. A szín intenzitása műszeresen

mérhető (platina egységben szokták megadni, az elnevezés a standard reagens Pt-tartalmával függ össze, Wetzel, 1983). Ezen a skálán Balatonfenyvesnél a befolyó víz színe 311 mg Pt/liter volt 2010. július 5.-én, ami valóban nagyon sötét szín. Ugyanakkor a Zala is barna színű (184 mg Pt/l) vizet hozott a Balaton Keszthelyi-medencéjébe, ami nem okozott hasonló „hisztériát”. Mivel anyagok kioldódásáról van szó, a bő csapadék nem hígulást eredményez (mint pl. az ásványi anyagoknál), hanem fokozza a kimosódást, azzal is, hogy olyan területek is víz alá kerültek, amelyek általában nem szoktak, és a júliusi hőmérsékletemelkedés szintén kedvezett a folyamatnak.

A szerves anyagok, így a huminanyagok fő építőeleme (legalább 40%) a szén. Az oldott szerves szén (angol nevének rövidítése alapján DOC) is mérhető műszereken. A DOC koncentráció a Balatonfenyvesnél befolyó vízben 35 mg/l volt, a Zala torkolatban pedig 18 mg/l. Ugyanakkor a Keszthelyi-medence közepén már csak 9 mg/liter a DOC koncentráció és a szín is csak 17 mg Pt/l. A tó keleti részén a víznek már nincs színe, de még jelentős benne a szerves anyagok koncentrációja. A Siócsatornán elfolyó vízben a DOC koncentráció jellemzően 7-8 mg/l (V.-Balogh et al., 2003).

Ez az átalakulás a napsugárzással van összefüggésben, ugyanis a Napból érkező ultraibolya sugárzást a barna színű huminanyagok elnyelik, miközben bomlanak és elvesztik színüket. A színvesztés azonban gyorsabban történik, mint a bomlás, ezért maradnak nem bomló, színtelen szerves anyagok jelentős mennyiségben a Balaton vizében. A színes szerves anyagok napsugárzás hatására történő bomlásakor oxigéntartalmú szabad gyökök képződnek, amelyekből pedig hidrogén-peroxid keletkezik, de ennek mennyisége nagyon kicsi, nem jelent veszélyt a vízi élővilágra (V.-Balogh, 2002; V.-Balogh et al., 2006b)

Izolációs módszerekkel az oldott szerves anyagok frakciókra bonthatók (V.-Balogh et al., 1998). Nemcsak a Balatonban, hanem a felszíni vizekben általában az oldott szerves anyagok legalább felét a huminanyagok adják, amelyek döntően fulvosavak (ezek kevésbé színesek) és nem huminsavak. A Balatonfenyvesnél befolyó vízben a DOC 40%-át u.n. nemhuminanyagok (szénhidrátok, fehérjék stb.), 40%-át a fulvosavak, és 20%-át a huminsavak teszik ki. Ugyanakkor a Balaton nyíltvízi területén a DOC-ból a huminsavak részesedése nem éri el a 10%-ot.

Fontos megjegyezni, hogy a huminanyagoknak számos ökológiai szerepe van a felszíni vizekben, így a Balatonban is. Nagy széntartalmuk miatt fő szerepük, hogy szénforrások a vízi baktériumok számára (Tóth et al, 2007). Barna színűeknek köszönhetően elnyelik a Napból érkező alacsony hullámhosszú ultraibolya (UV) sugarakat (V.-Balogh et al. 2009), ezáltal megváltoztatják a víz alatti fényklímát (Kirk, 1976; Bricaud et al., 1981.) Az UV-sugárzás lehatolási mélységének csökkentésével pedig hatásuk pozitív, azaz védenek a vízalatti UV sugárzás káros hatásaival szemben.

Komplexbépező tulajdonságukkal függ össze, hogy befolyásolják más szerves (pl. algatoxinok, peszticidek) és szervetlen (pl. nehézfémek, tápelemek) anyagok transzportját, hozzáférhetőségét és további sorsát, akár csökkenthetik toxikus anyagok (pl. bizonyos nehézfémek) mérgező hatását (Allard et al., 1991).

A huminanyagok egyedül az ivóvízbe kerülve jelentenek veszélyt. Az ivóvizet higiénés okok miatt klórozzák, és ha a klórozott vízben huminanyagok vannak, rákkeltő klórtartalmú vegyületek (pl. trihalometánok) képződnek (Bellar et al., 1974). Ki kell emelni, hogy ez a felismerés adott nagy lendületet a vízi huminanyagok kutatásának az 1970-es években.

A fentiek alapján bátran kijelenthető, hogy a természetes eredetű bomló növényi maradványokból képződő színes oldott szerves anyagok a fürdőzők számára

semmilyen veszélyt nem jelenthetnek. Ugyanakkor a kutatási eredményekből levonható az a következtetés is, hogy a tóban zajló ökológiai folyamatokat a színes szerves anyagok befolyásolják.

Egyébként a Balatonba a befolyókon érkező oldott szervesanyag-terhelés felét egyetlen befolyó, a Kis-Balaton tározókon (felső és alsó) átfolyó Zala-folyó adja. E tekintetben az alsó tározó szerepe jelentősebb a nagykiterjedésű növényborítottság miatt. Az alsó tározó az eddig elárasztott 16 km<sup>2</sup>-ről az eredetileg tervezett 52 km<sup>2</sup>-re történő bővítésével a tavat érő színes oldott szervesanyag-terhelés jelentős növekedése prognosztizálható.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### Felhasznált irodalom

- Aiken, G. R., D. M. McKnight & R. L. Wershaw (eds) 1985. *Humic substances in soil, sediment and water*. John Wiley & Sons pp. 692
- Allard, B., H. Boren, A. Gimvall (eds) 1991. *Humic substances in the aquatic and terrestrial environment*. Springer-Verlag pp.514.
- Bellar, T. A., J. J. Lichtenberg & R. C. Kroner 1974. The occurrence of organohalides in chlorinated drinking water. - *J. Am. Water Works Assoc.* 66: 703-706.
- Bricaud, A., A. Morel & L. Prieur 1981. Absorption by dissolved organic matter of the sea (yellow substance) in the UV and visible domains. *Limnol. Oceanogr.* 26: 43-53
- Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság 1982. Berekvizek tározási kísérletei. Témabeszámoló.
- Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság 1983a. Berekvizek vizsgálata. I-III. ütem Témabeszámoló.
- Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság 1983b. A Balaton és a berekvizek. Témabeszámoló.
- Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság 1984. Berekvizek vizsgálata. Zárójelentés.
- Herodek S. 1984. A berekvizek hatása az algákra. Jelentés a Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság megbízásából. Készült az MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézetben 1984-ben.
- Kirk, J. T. O. 1976. Yellow substance (gelbstoff) and its contribution to the attenuation of photosynthetically active radiation in the aquatic environment. In: ALLARD, B. et al. (eds) *Humic substances in the aquatic and terrestrial environment*. Springer 369-390.
- Rákóczi L. 1984. Berekvíz bevezetés vizsgálata. Az Ordacsehi előtt a Balatonba vezetendő berekvizek elkeveredésének meghatározása helyszíni vizsgálatokkal. Témabeszámoló, Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont, Megbízó: Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság.
- Tóth, N., L. Vörös, A. Mózes & K. V.-Balogh 2007. Biological availability and humic properties of dissolved organic carbon in Lake Balaton (Hungary). *Hydrobiologia* 592: 281-290.
- V.-Balogh K. 2002. Hidrogénperoxid képződés felszíni vizekben. *Hidrológiai Közlemény* 82:140-142.

- V.-Balogh K. 2009. Oldott szervesanyagok (döntően huminanyagok) szerepe a Balaton vízminőségének alakításában. In: Bíró P. & Banczerowski J.-né (eds) *A Balaton-kutatások fontosabb eredményei 1999–2009*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest 21–32.
- V.-Balogh K., Hiripi L., Présing M. & Kónya Z. 1998. Izolációs technikák alkalmazása oldott huminanyagok vizsgálatában. *Hidrológiai Közlöny* 78: 383–384.
- V.-Balogh, K., L. Vörös, N. Tóth & M. Bokros 2003. Changes of organic matter quality along the longitudinal axis of a large shallow lake (Lake Balaton). *Hydrobiologia* 506–509: 67–74.
- V.-Balogh, K., M. Présing, L. Vörös, & N. Tóth 2006a. A study of the decomposition of reed (*Phragmites australis*) as a possible source of aquatic humic substances by measuring the natural abundance of stable carbon isotopes. *Int. Rev. Hydrobiol.* 91: 15–28.
- V.-Balogh, K., L. Vörös, A. W. Kovács & N. Tóth 2006b. The formation of hydrogen peroxide by the photodegradation of chromophoric organic substances in fresh waters. (Eds: Frimmel, F. H. & G. Abbt-Braun) *Proceedings of the 13<sup>th</sup> Meeting of the International Humic Substances Society*. 45 – II: 909–912.
- V.-Balogh, K., B. Németh. & L. Vörös 2009. Specific attenuation coefficients of optically active substances and their contribution to the underwater ultraviolet and visible light climate in shallow lakes and ponds. *Hydrobiologia* 632: 91–105.
- Wetzel, R. 1983. *Lymnology*. 2<sup>nd</sup> Ed. CBS College Publishing pp. 767.



## Társadalmi konfliktusokat generáló ökológiai történések a Balaton életében az utóbbi néhány évtizedben – *Halpusztulások*

Takács Péter,\* Turcsányi Béla,\*\* Bíró Péter\*

**Abstract**      **Social Conflict Generating Ecological Developments in the Life of Lake Balaton in Recent Decades – Mass Fish Kills.** In this paper we summed up the history and causes of the mass fish kill events documented at Lake Balaton during the last 50 years. The first catastrophic fish kill (resulting in 500 t dead fish) was caused by the leaching of PCBs used on the catchment area of the lake in 1965. From the 1970s to the end of the '90s, in parallel with the increasing eutrophication fish kills became more frequent, which impacted the whole fish fauna and spread over the lake. In the last years with the ongoing oligotrophication the mass kills terminated. Only sporadic species specific deaths were registered.

**Keywords**      water-pollutions • eutrophication • overexploitation

*A 90-es évek első felében a Balaton igen gyakran szerepelt a híradásokban. A szinte évente megismétlődő nagymértékű halpusztulások a nemzetközi média figyelmét is felkeltették. A többnyire a nyári szezonban történő tömeges elhullások miatt az itt üdülők száma jelentősen visszaesett, a Balaton-régió turisztikai vonzereje csökkent.*

A vizek életében nem ritkák az olyan események, amelyek a bennük élő szervezetek számára nehezen tolerálható körülményeket eredményeznek. A periodikusan (pl. tavaszi olvadás) vagy az időjárás hirtelen változása (pl. fronthatások) miatt bekövetkező gyors hőmérséklet-változások a beteg vagy legyengült halak tömeges pusztulását is okozhatják. Emellett tavasszal a jégtakaró visszahúzódásával és a víz felmelegedése miatt újra felerősödő dekomponáló folyamatokat kísérő gázképződés a felszínre hozza a téli hónapokban elpusztult és az aljzatra süllyedt egyedeket is. Tavasszal tehát a tavak életének természetes velejárójaként jelenhetnek meg a parti régióban az elpusztult halak tetemei. Az emberi hatásoknak erőteljesebben kitett élőhelyeken, vízterekben az ott élő halállományok is érzékenyebben reagálnak az őket érő negatív hatásokra. Hiszen az erősödő degradáció jóval labilisabb körülményeket nyújtó élőhelyet és így a természetestől lényegesen eltérően viselkedő élőlény-együtteseket teremt (Oláh, 1975). Ez a folyamat jól nyomon követhető a Balaton esetében is.

---

\* Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet  
E-mail: takacs.peter@okologia.mta.hu

\*\* Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt.

A Balaton természetes habitusának gyökeres megváltozása a 19. század közepe után válik egyre nyilvánvalóbbá, amikor a vasútépítésekkel összefüggésben került sor az addig természetes módon, tág határok között ingadozó vízszint (Bendefy, 1968) stabilizálására: a Sió-zsilip megépítésére (1865), valamint a tó halállománya számára addig legfőbb ivó- és ivadéknevelő-helynek számító berekterületek lecsapolására. Az ezzel szinte egy időben meginduló és egyre növekvő idegenforgalom miatt fokozódó külső tápanyagterhelés szélsőséges változásokat okozott a tó anyagforgalmában. Amit tetézt a parti öv turisztikai igényeknek megfelelő átalakítása (kövezése), amely meggátolta, hogy a hullámzás a partra tegye/vigye a tóban keletkezett szerves anyagok egy jelentős részét (pl. hínárnövények és a nád elhalt hajtásai), növelve így a belső terhelést (Bíró, 2003a). A tavat érő degradációs hatásokra a tó élővilága eleinte nem adott mindenki számára érthető válaszokat. A tó élővilágát jól ismerő kutatók már a 30-as évek végétől kezdve jelezték e „kulturális eutrofizáció”-nak a tó planktonikus élővilágára gyakorolt negatív hatásait, de jelzéseiket nem vették figyelembe (Sebestyén, 1967).

Az 1950-es évek végén és a 60-as évek elején meginduló „tömegturizmus” tovább növelte a tavat érő terhelés mértékét. A Balaton partján üdülési szezonban akár 1 milliónál több fürdővendég is megfordult, de szennyvíztisztítók hiányában a parti nádasokba vezették be olyan nagy települések szennyvizét is, mint például Keszthely, Siófok, vagy Balatonfüred (Buday-Sántha, 2008). Emellett új tényezőként jelent meg a tó vízgyűjtőjén meginduló intenzív mezőgazdálkodás, amely nagy mennyiségben használt fel műtrágyát, illetve növényvédő szereket; figyelmen kívül hagyva azt, hogy a tó szerves egységet alkot a közel 6000 km<sup>2</sup> kiterjedésű vízgyűjtővel. A befolyókon keresztül tehát a Balatontól akár több 10 vagy akár 100 kilométerre fekvő területekre (az Őrség egy része is a Balatoni vízgyűjtőn található!) kijuttatott vegyszerek is gyorsan a tóba mosódhatnak.

Az előzmények ismeretében nem meglepő, hogy az első, 1965-ben bekövetkezett, tömeges halpusztulás (500 tonna hal hullott el!) éppen az intenzív mezőgazdálkodás számlájára írható (1. táblázat). A katasztrófáról annak nagysága ellenére igen kevés közlést találunk a korabeli szaksajtóban. A *Halászat* c. folyóirat az évi számaiban csak egy rövid utalást találunk (T. B., 1965) a tömeges halpusztulásra. Egy – négy évvel az esemény után megjelent – cikk az 1965. évihez nagyon hasonló, de annál jóval kisebb mértékű (kb. 0,5 tonna) pusztulásról számol be (Tahy, 1969). A szerző mindkét pusztulást klórozott szénhidrogének által kiváltott májelfajulásnak tudja be. Woynárovich Elek, aki tagja volt a mérgezés okait vizsgáló csoportnak, több évtizeddel a katasztrófa után megjelent cikkében (Woynárovich, 1992) tárta fel a mérgezés körülményeit (illetve, hogy milyen lobbierdekek akadályozták meg a mérgezés valódi okainak nyilvánosságra hozatalát, és a szükséges lépések megtételét). A somogyi vízgyűjtőn rágcslóirtásra használt klórozott szénhidrogén (Dieldrin) mosódott be a terület kisvízfolyásaiba és ezeken keresztül jutott a tóba. Véleménye szerint az elhullást ez, a már akkor is tiltott idegméreg okozta. A több mint 40 éve bekövetkezett katasztrófát a tó süllyőállománya azóta sem heverte ki (Bíró, 2003b).

A következő, főleg keszgeféléket érintő tömeges halpusztulás 1975 februárja és áprilisa között következett be. Fonyód környékén körülbelül 70 tonna hal pusztulását észlelték. A katasztrófa okaként feltételezték több tényező együttes hatását, a nagy tápanyagterhelés miatti algavirágzást, de nem zárták ki a szúnyogirtásra használt rovarirtó szerek okozta mérgezés esetleges hatását sem (Oláh, 1975; Tahy, 1975; Pénez, 1976; Hortobágyi, 1977).

**1. táblázat • Jelentősebb dokumentált halpusztulások a Balatonon  
(Bíró, 1995 után)**

Évszám	Elpusztult mennyiség (becsült t)	Halfajok	Kiterjedés	Okok
1965	500t	vegyes hal, (ebben 40 t fogassüllő)	egész tó	Klórozott szénhidrogének (valószínűleg Dieldrin,)
1975	70t	főleg keszeg	főleg Fonyód környéke	<i>Nitzschia acicularis</i> vízvirágzás és SHELL-DD?, fokozott tápanyagterhelés
1977	?	vegyes	?	?
1978	?	vegyes	?	?
1981	?	vegyes	?	?
1982	?	vegyes	?	vízvirágzás ( <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> )
1983	2.5t	vegyes, főleg angolna	Ny-i medence	?
1984	?	vegyes	?	?
1985	20t	vegyes, főleg angolna	?	?
1987	?	vegyes, főleg garda	?	?
1988	?	vegyes	?	?
1990-91	150t	ezüstkárász	Kis-Balaton	oxigénhiány
1991	400t	angolna	?	<i>Anguillicola crassus</i> - hiperinfesztáció
1992	50t	angolna, keszeg	K-i medence	80% angolna
1994	15-20t	keszeg	?	gyenge kondíció, algavirágzás
1995	36t	angolna, keszeg	?	gyenge kondíció
1997	?	keszeg	?	gyenge kondíció
1998	1.2t	vegyes, főleg garda	?	?
2008	22t	főleg busa, angolna, keszeg	?	<i>Anguillicola crassus</i> , <i>Tracheliastes maculatus</i> , ikrabesűés
2011	10-15t	harcsa	egész tó	valószínűleg vírusos fertőzés ( <i>Cyclovirus</i> )

Az elkövetkező években egymást követik a kisebb-nagyobb mértékű, legtöbb esetben lokális pusztulások. Például 1982-ben tömeges gardapusztulást figyeltek meg, amelynek okaként villámcsapást feltételeztek (!!!), valamint azt, hogy az elfogyasztott rengeteg szünnyoglárva megromlott a belükben! (Bíró, 2003a). 1987-ben több faj pusztult tömegesen. Az okok többségét ismerjük, de a járulékos és komplex hatások miatt nem minden eset tisztázott kellőképpen (Bíró, 2002).

A Kis-Balaton Vízügyi Rendszer I. ütemének üzembe állítása után (1985) nagymértékben elszaporodott az ezüstkárász ezen a rekonstruált berekterületen. A gradációt jelentős mértékű, oxigénhiány kiváltotta halpusztulás követte 1990–91-ben, mely során kb. 150 tonna hal hullott el.

Az első nagymértékű, egész tóra kiterjedő angolnapusztulás 1991 júliusa és szeptembere között, a turisztikai szezon alatt következett be. Emiatt a pusztulást mind a bel-, mind a külföldi sajtó fokozott figyelemmel követte. Az elhullás fajspecifikus volt, tehát csak az angolna állományát érintette. Többféle feltételezés látott napvilágot a katasztrofális, 400 tonnát is meghaladó veszteség okairól. Egyesek bakteriális fertőzésre (Pénzes, 1991), mások szűnyogirtószer-kontaminációra gyanakodtak (Bálint et al., 1995). A pusztulás elsődleges oka azonban – a járulékos környezeti hatások mellett – a Magyarországra csak 1–2 ével korábban behurcolt *Anguillicola crassus* nevű úszóhólyag-élősködő fereg tömeges fertőzése volt (Csaba et al., 1991, 1993; Molnár et al., 1991, 1994; Székely et al., 1991). A tömeges pusztulás a DNY-i medence parti övében kezdődött. Az angolnák belső szervei (bél, úszóhólyag, stb.) még az egészségesnek látszó, ÉK-i medencéből származó példányoknál is bevérzéseket és súlyos strukturális károsodást mutattak. Említést érdemel, hogy 1985-ben a tó azonos területein, hasonló szimptomákkal (bevérzett bőr és belső szervek) tömeges angolnapusztulás történt, de ekkor a fenti parazita még nem volt jelen (Papp és Endrédi, 1986; Bíró, 1995, 2002). Az 1992. évi kisebb mértékű, de ismét főleg az angolnát érintő tömeges pusztulást a közvélemény az előző évi tömeges elhullás lecsengésének tekintette (Szabó I. szóbeli közlés).

1994-ben algavirágzás okozott tömeges halpusztulást a Balatonon. A nyár végén hetekig tartó szélcsendes, meleg időjárás következtében tömegesen jelent meg a *Cylindrospermopsis raciborskii* nevű cianobaktérium. A tó vizében mért maximális klorofill-a koncentráció a nyugati medencében meghaladta a 200 µg/l értéket. Ez többszörösen meghaladja az OECD fürdővizekre kiadott szabványában ([http://www.kvvm.hu/balaton/lang\\_hu/balweb.htm](http://www.kvvm.hu/balaton/lang_hu/balweb.htm)) megadott határértéket. A tó parti övében június második felétől jelentős mértékű halpusztulást figyeltek meg, ahol az elhullott egyedek legnagyobb részét keszegfélék alkották (Bíró, 1995). A következő években bekövetkezett pusztulások (1995, 1997, 1998) közös jellemzője, hogy többnyire csak lokális kiterjedésűek voltak, és többnyire a keszegféléket érintették. Ezeket a kutatók az ivás előtt álló halak rossz kondíciójával magyarázták.

2008 késő tavaszán a balatoni keszegek tömeges pusztulását figyelték meg. A parazitológiai vizsgálatok egy kultakaron élősködő rákfaj, a *Tracheliastes maculatus* tömeges megjelenését mutatták ki az ivásra összegyűlt egyedeken. Az élősködő által okozott sérüléseket fakultatív patogén *Aeromonas* baktériumok és penészgombák fertőzték el, és végül ez a fertőzés okozta a tömeges elhullást (Székely et al., 2009).

A legutóbbi jelentősebb halpusztulás 2011-ben következett be, amikor a balatoni harcsaállomány szenvedett komolyabb károkat (Füstös, 2011). A tó teljes területén megfigyelhető, 10-15 tonnára tehető elhullás okaként egy fajspecifikus *Cyclovirus*-faj kártételét valószínűsítik (Lőrinc et al., 2011, 2012).

A Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. az utóbbi években rendszeresen összegyűjti és elszállítja a partra vetődött haltetemeket, amelyek tömege évente 20–40 tonna között változik (Turcsányi B., személyes közlés). Ez az érték a Balatonban élő halmennyiség becsült biomasszájához viszonyítva (Bíró, 2002) elenyésző mennyiséget ( $\approx 1\%$ ) tesz ki. Az elpusztult egyedek legnagyobb része a tavaszi időszakban tűnik fel a parti régióban, és a zömét olyan fajok (busa és angolna) idős példányai teszik ki, amelyek utolsó telepítésére a 80-as években került sor. Mivel az angolna katadrom (édesvízben fejlődő, de tengerben szaporodó) fajként biztosan nem, a busa pedig nagy valószínűséggel nem szaporodik a tóban, az évről évre tapasztalt elhullások a természetes kiöregedési folyamatnak tudhatók be.

Az utóbbi évtizedek halpusztulásainak e rövid összefoglalásából kiderül, hogy a tömeges elhullások hátterében többnyire emberi hatások, beavatkozások állnak (vegy-

szer-bemosódás: 1965, eutrofizáció miatti vízvirágzás: 1994, idegenhonos élősködő behurcolása: 1991). Ugyanakkor a természeti folyamatokról sem szabad megfeledkeznünk, mert egy természetes állapotú vízterben is előfordulhatnak olyan történések (pl. egy „öshonos” élősködőfaj gradációja: 2008), amely áttételesen akár tömeges elhulláshoz is vezethet. A halpusztulások mély nyomokat hagytak az egyes fajok populációin. Az ember szerepe egyrészt az, hogy segítse az érintett, érzékenyebb fajok állományainak regenerálódását, illetve hogy csökkentse az emberi hatásra kialakuló pusztulások bekövetkezésének valószínűségét (Bíró, 2003a).

A halpusztulások dokumentációinak áttanulmányozása során gyakran megmutatkozott, hogy a különböző (gazdasági, idegenforgalmi) érdekcsoportok nehezítik a tömeges pusztulás okait feltárni igyekvő kutató helyzetét, illetve tömeges pusztulás esetén főleg a felelősség és az ezzel együtt járó katasztrófa-elhárítási költségek más érdekcsoportokra való áthárítására törekednek. A 70-es és 80-as években szinte évente bekövetkező tömeges pusztulások okainak (pl. átgondolatlan haltelepítések, a fokozott tápanyagterhelés, végeredményben a tó „túlhasználata”) kezelésére/elkerülésére évtizedekig nem sikerült anyagi forrásokat találni.

Emellett az a tény sem elhanyagolható, hogy a tömeges elhullást vizsgálók a legtöbb esetben csak az általuk művelt szűkebb tudományterületen belül keresik a választ (Tölg, 1995). Holott véleményünk szerint a pusztulások legtöbb esetben több okra (Oláh, 1975) vezethetők vissza. Az egyes tudományterületek vizsgálati eredményeit együtt kellene értelmezni és szintetizálni. Így nagyobb esély kínálkozna arra, hogy az utóbbi évtizedekben igen gyakori tömeges elhullások ok-okozati összefüggéseit feltárhassuk.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### Felhasznált irodalom

- Bálint T., Kátai F., Kufcsák O., Láng G., Polyhos Cs., Nemcsók J. 1995. Vélemények az 1995. évi balatoni angolnapusztulás okairól. *Halászat* 88/4: 149–151.
- Bendefy L. 1968. A Balaton vízszintjének változásai a neolitikumtól napjainkig. *Hidrológiai Közöny* 48/6: 257–263.
- Bíró P. 1995. A Balaton halállománya és halpusztulások. In: Hlavay J. (ed.) *Környezetvédelmi problémák a VEAB régióban*. Innopress Kft. Veszprém, 79–102.
- Bíró P. 2001. A Balatoni halállományának anyagforgalmi szerepe és hosszú távú változásai. In: Vizi E. Sz. (ed.): *Székfoglalók a Magyar Tudományos Akadémián* pp: 241–286.
- Bíró P. 2002. A Balaton halállományának hosszúidejű változásai. *Állattani Közlemények* 87: 63–77.
- Bíró P. 2003a. A Balaton halbiológiai kutatásának haszna. *A Balatonkutató alapítvány tájékoztató hírlevele*. 2:6-8. (Online at: <http://www.blki.hu/alapitvany/bka7.htm>) (a hozzáférés dátuma: 2013.01.16)
- Bíró P. 2003b. Az érdekek ütköző zónájában. Töprengések a Balatonról. *Új Horizont* 4. szám 1–7.
- Buday-Sántha A. 2008. Balaton Régió. *Tér és Társadalom* 22/4: 43–62.

- Csaba Gy., Láng M., Székely Cs., 1991. Új fonálféreg, az *Anguillicola crassus* megjelenése Magyarországon. *Halászat* 84/2: 66–67.
- Csaba Gy., Láng M., Sályi G., Ramotsa J., Glávits, R., Rátz F. 1993. Az *Anguillicola crassus* (Nematoda, Anguillicolidae) fonálféreg és szerepe az 1991. évi balatoni angolnapusztulásban. *Magyar Állatorvosok Lapja* 48/1: 11–21.
- Füstös G. 2011. A Harcsaelhullás 2011. (A Balatoni Halászati Nonprofit Zrt közleménye) Online at: [http://www.balatonihalgazdalkodas.hu/aktualitasok2?news\\_id=2&printable=1](http://www.balatonihalgazdalkodas.hu/aktualitasok2?news_id=2&printable=1) (a hozzáférés dátuma: 2013.01.16)
- Hortobágyi T. 1977. Balatoni halpusztulás 1975-ben. (Részjelentés, mikrovegetáció) - *A Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Tudományok Osztályának közleményei* 20/1-2: 141–160.
- Lőrincz M., Dán Á., Woynárovichné Láng M., Csaba Gy., Tóth Á., Székely Cs., Cságola A., Tuboly T. 2011. A lesőharcsa (*Silurus glanis*) Ciclovirus kimutatása és genetikai jellemzése. In: Dr. Tuboly T: *Virologia, Immonológia, Bakteriológia*. Az MTA Állatorvos-tudományi bizottsága, SzIE Állatorvos-tudományi Iskola Akadémiai Beszámoló (2011. évi 38. füzet. p: 8.
- Lőrincz M, Dán A, Láng M, Csaba G, Tóth AG, Székely C, Cságola A, Tuboly T. 2012. Novel circovirus in European catfish (*Silurus glanis*). *Archives of Virology* 157/6: 1173-1176.
- Molnár K., Csaba Gy., Székely Cs., Baska F., Láng M. 1992. *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) által okozott tömeges angolnaelhullás a Balatonban. pp. 126-129. – In: BÍRÓ P. (ed.) *100 Éves a Balaton-kutatás (XXXIII. Hidrobiológus Napok, Tihany, 1991)*. REPROPRINT, Nemesvámos.
- Molnár K., Székely Cs., Perényi M. 1994. Dynamics of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea) in eels of Lake Balaton. *Folia Parasitologica* 41: 193–202.
- Oláh J. 1975. Az 1975. évi halpusztulást kísérő szokatlanul nagy bakterioplankton állomány elemzése. *Halászat* 68/3: 89.
- Papp K., Endrédi I. 1986. Az 1985. évi halpusztulások. *Halászat* 79/3: pp. 94–95.
- Pénzes B. 1991. Az angolnák tömeges elhullásának oka – különös tekintettel a nemzetközi szakirodalomra. *Halászat* 85/1: 13–14.
- Sebestyén O. 1967. A kemizáció kihatása vízi ökoszisztémákban. *Magy. Tud. Akad. V. Osz. Közl.* 18: 389–391.
- Székely Cs., Láng M., Csaba Gy. 1991. First occurrence of *Anguillicola crassus* in Hungary. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 11: 162–163.
- Székely Cs., Láng M., Molnár K. 2009. A *Tracheliastes maculatus* rákélősködő szerepe a balatoni dévérkeszeg-elhullásokban. *Halászat* 102/1: 16–19.
- Tahy B. 1965. Továbbra sincs rend a Balatonon. *Halászat* 58/6: 161.
- T. B. (Tahy B.?) 1969. Megismétlődik a balatoni halpusztulás? *Halászat* 62/5: 155.
- Tahy B. 1975. Balatoni halpusztulásról. *Halászat* 68/3: 94–85.
- Tölg I. 1995. A balatoni halpusztulás dilemmája. *Halászat* 88/3: 111–112.
- Woynárovich E. 1992. Emlékezzünk az 1965-ös balatoni halpusztulásra. *Halászat* 85/3: 118.

## Társadalmi konfliktusokat generáló ökológiai történések a Balaton életében az utóbbi néhány évtizedben – *A halfogás csökkenése*

Takács Péter,\* Turcsányi Béla,\*\* Bíró Péter\*

**Abstract**      **Social Conflict Generating Ecological Developments in the Life of Lake Balaton in Recent Decades – Decreasing Fish Catches.** The fisheries sector was the chief utilizer of fish stocks living in the Lake Balaton for centuries, however with recreational use in the forefront the importance of angling has considerably increased in the last sixty years. Due to the diminishing of spawning areas of native fish species, the unadvised stocking of non native ones (silver carp, eel), and the ongoing oligotrophication during the last fifteen years the fish stock size and composition of the lake has changed significantly. Decreasing fish catches and contrasting interests generate numerous conflicts between fishermen and recreational anglers.

**Keywords**      fishing • angling • stock size • silver carp • eel

*A balatoni halfauna az őshonos fajok számára létfontosságú ivóhelyek eltűnésével, a gazdasági célból betelepített halfajok (angolna, busa-félék) térnyerésének hatására, illetve a tó termőképességének csökkenésével (oligotrofizálódás) napjainkra jelentős átalakuláson ment keresztül. A múlt század közepéig a Balaton halállományainak hasznosításában a halászat élvezett prioritást, de az utóbbi évtizedekben a tó rekreációs hasznosításának előtérbe kerülésével a horgászat jelentősége egyre növekszik. A halállományok faji összetétele és nagysága nem megfelelő a napjainkban inkább preferált horgászat számára, ami konfliktusokat generál a két ágazat képviselői között.*

Mióta az ember megtelepedett a Balaton partján, azóta a nádaratástól a vadászatig számtalan módon hasznosítja a környék erőforrásait. Azonban mindezek közül évszázadokig a halászat volt a legfontosabb haszonvételi mód. Történeti források (Herman, 1887; Deák, 1984; Karácson, 1985; Rác, 2012) arra utalnak, hogy egykoron a Balaton igen jelentős halállománnyal bírt. A tavon való halászat sok ember megélhetését biztosította, és igen nagy haszonnal járt. Például I. András a Tihanyi Apátság 1055-ben keletkezett alapító levelében azon túl, hogy biztosította az apátság halászathoz való jogát, egyéb mesteremberek mellett 10 halászt is rendelt a kolostor szolgálatára

---

\* Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet  
E-mail: takacs.peter@okologia.mta.hu

\*\* Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt.

(Hoffmann, 2010). Levéltári adatok tanúsága szerint a halászati jog birtoklása a középkorban olyan nagy jelentőségű volt, hogy megszerzése érdekében még királyi oklevelek meghamisításától sem riadtak vissza (Rácz, 2012). A balatoni halászatot sokáig haszonbérletben dolgozó halászcsoporthoz tartoztak ún. „halászbokrok” végeztek. A tó korabeli halbőségét jól jellemzi, hogy a halászok a haszonbér fejében gyakran szekérszám szállították a halat a terület tulajdonosának (Eötvös, 2007; Rácz, 2012).

A Balaton elmúlt évszázadokban tapasztalt halbősége több tényezőnek tudható be, de ezek mindegyike a tó akkori „szabályozatlanságára” és természetes állapotára vezethető vissza. Nagy, mocsaras területek – berkek – kapcsolódtak a tóhoz, emellett a tavaszi hóolvadás miatt időszakosan elöntött területek is kiváló ívóhelyet jelentettek a halak számára; így a halállományok folyamatos utánpótlása biztosítva volt. (Ezt alátámasztja az a sajnálatos tény, hogy a fokozott horgászati nyomás alatt álló ponty állománya a tóban a tavaszi elöntések, s így megfelelő ívóhelyek hiányában a vízszint szabályozása óta csak telepítéssel tartható fenn.) Bizonyos igények azonban a tó vízszintjének szabályozására (csökkentésére) már a 18–19. században is megfogalmazódtak. Például a környékbeli birtokosság az akkori magas gabonaárak miatt művelésbe akarta vonni az addig időszakosan vagy állandóan vízzel borított területeket. Vélhetően emiatt került sor az első valódi vízszintcsökkentő beavatkozásra a modern korban (1847), egy, a Sión, Kilitinél épített malomgát elbontására (Virág, 1998, 2005; Zlinszky, 2011). A vízszintingadozás miatti problémák „megnyugtató megoldására” azonban csak a Sió-zsilip megépítésével (1863), illetve 1891-es kibővítésével nyílt valódi lehetőség. A zsilip megépítésére többek között azért volt szükség, hogy megvédjék a Budapest–Fiume vasútvonal itt futó szakaszát. A vasút nyomvonalát alacsony vizes időszakban jelölték ki. Emiatt a magasabb vízállású 1860-as években a tó jege az egész déli vonalszakaszt veszélyeztette. (Itt kell megjegyeznünk, hogy a fent említetthez kísértetiesen hasonló események figyelhetők meg az utóbbi évtizedekben a Balaton déli partján. Csak manapság a tó vize és jege már nem a vasutat, hanem a partvonalhoz túlságosan közel fekvő épületeket veszélyezteti.) A vízszint csökkentése és a déli vasút megépítése a tóval addig szerves egységet alkotó berekterületek kiterjedésének csökkenéséhez, illetve a tóval való szerves összeköttetésük megszűnéséhez vezetett. Amellett, hogy a tó effektív kiterjedése 1/3-ával csökkent, elvesztek a halállomány legfontosabb ivadéknevelő helyei is (Bíró, 2002).

A 20. században a fellendülő turizmus miatt a parti régióban olyan átalakításokat hajtottak végre, amelyek egyre növelték a természetes viszonyoktól való eltérést. Manapság a tó 235 km-es partvonalának több mint 2/3-a kövezett vagy betonozott (Virág, 1998). Emellett a vízszint stabilizálása a nádas állományok degradálódását okozta (Herodek et al., 2007), így a parti régióban tovább csökkent a halállományok rendelkezésére álló természetes élőhelyek kiterjedése.

A tó halállományának változásait, hitelt érdemlően (tehát tudományos publikációkban közölt adatokra támaszkodva) csak alig egy évszázadra visszamenően követhetjük nyomon. A Balaton Halászati Rt. (mai neve: Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt.) megalakulásáig több bérlő osztozott a tó halászati jogán, így jelenlegi ismereteink alapján egységes halászati statisztika sem készült. A tudományos közlések tehát, összesített fogások hiányában eleinte csak a fajkészletre szorítkoznak.

Az első összefoglaló adatsort a balatoni halállomány fajösszetételéről, Petényi Salamon János munkáit is felhasználva, Herman Ottó közölte (1887). „A magyar halászat könyve” című örökbecsű művében 31 halfaj balatoni előfordulásáról tudósít. Az ismert halfajok száma a XX. század közepéig folyamatosan növekszik, Lukács (1932) valamint Entz és Sebestyén (1942) 40 fajt jelez a tóból, ezután a trend megfordul és erőteljes csökkenést mutat. Az irodalmi közléseket és az utóbbi években elvég-

zett saját vizsgálataink eredményeit is figyelembe véve a tóból eddig összesen mintegy 50 halfaj előfordulása igazolható. Számos halfaj betelepítésével próbálkoztak a 19. és 20. században (Bíró, 1995), de ezek többsége nem volt sikeres. A tó recens halfaunáját, az ugyancsak betelepített busa faj/fajok besorolásától függően, 33-34 faj alkotja. Napjainkban összesen 24 faj van jelen önfenntartó állományokkal a Balatonban, de ezek közül csak 19 őshonos (Takács et al., 2010). Tehát a tó fajkészlete az utóbbi évtizedekben egyre szegényedik. Jelentős változást mutat a tóban élő védett fajok száma is. Az utóbbi évtizedekben a tóban önfenntartó állományokkal jelen lévő védett halfajok száma az 1942-ben jelzett tizenkettőről (Entz és Sebestyén, 1942) kettőre csökkent (Takács et al., 2010)! A védett fajok nagy részének eltűnése a parti régió jelentős átalakításának, illetve az angolna tömeges betelepítésének időszakára, az 1960-as évek első harmadára tehető.

A tó halállományának fajkészletét tehát többé-kevésbé ismerjük. Azonban sokkal nehezebb helyzetben vagyunk, amikor a tóban élő halállomány nagyságáról kell valamilyen információt szolgáltatni. Ennek elsődleges oka a Balaton nagy kiterjedése ( $\approx 596000$  hektár), és mivel a halállományok nem egyenletesen oszlanak el a tóban, ezért az itt élő állomány nagyságát is csak becsülni tudjuk.

A Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. és jogelődjei -1901 óta- vezetik a halászati statisztikákat (1. ábra). Sokáig ez volt az egyetlen adatsor amiből információkat nyerhettek a kutatók a tó halállományainak változásairól. A halászfogások elemzésével ugyan fontos információhoz juthatunk a tó halprodukciónak, arról viszont nem szabad megfeledkeznünk, hogy a fogások nagysága módszer- és intenzitásfüggő, tehát a hozam változásai legtöbb esetben nem a halállományok nagyságában bekövetkezett változásokra vezethetők vissza! Az 1. ábrán az összfogás mellett a fontosabb fajok és „fajcsoportok” (fogás süllő, ponty, garda, „keszeg”, angolna és a „busa”) évente kifogott össz tömegét tüntettük fel. Az adatok tanúsága szerint a múlt évszázad kezdetén évi 400–500 tonna halat fogtak ki a Balatonból. A fogások az évszázad közepére 1500 tonna/év környékére növekedtek. Ezután folyamatos csökkenés következik, az utóbbi években 200–300 tonna körül mozog a kifogott hal mennyisége. Az eredményekből az is kitűnik, hogy a fogások legnagyobb részét sokáig a keszeg-félék adták. Manapság viszont az üzemrend megváltozásával különös figyelem fordul a tóba betelepített „busa” és angolna állományok visszafogására.

A balatoni halfogás nagyságát erőteljesen befolyásolták a 20. század történelmi és ökonomiai változásai. Csak az aktuális politikai és gazdasági viszonyok tükrében értelmezhetők megfelelően az 1910-es évek végén, a '30-as évek elején, a '40-es évek közepén, valamint az 1956-ban a hozamokban bekövetkezett visszaesés, vagy éppen az '50-es évek elején tapasztalt kiugróan magas fogás. A kisebb-nagyobb ingadozásoktól eltekintve a fogás mennyisége a század közepéig növekszik. Ez több okra vezethető vissza. Az egyik legfontosabb valószínűleg az volt, hogy kiváló minősége miatt, biztos és egyre növekvő kereslet mutatkozott a balatoni hal iránt. A Halászati Rt. halfeldolgozó üzeméből származó termékekből külföldi piacokra is jutott. Ugyanakkor mindent meg is tettek a balatoni hal jó hírének megőrzése érdekében. A balatoni fogás akkoriban igen jó nevű „brand” volt. Minden egyes Balatonból származó méretes süllő egyed azonosító jelet kapott a kopoltyúfedőjébe, ami igazolta a hal eredetét.

A II. világháború előtti halászatot és a halfeldolgozás lépéseit mutatja be a Magyar Nemzeti Digitális Archívum és Filmintézet honlapján is megtekinthető dokumentumfilm, ([http://mandarchiv.hu/video/2430/Balatoni\\_halaszat](http://mandarchiv.hu/video/2430/Balatoni_halaszat)) amelyben egyebek között a balatoni eredetet igazoló védjegy felhelyezése is bemutatásra kerül.

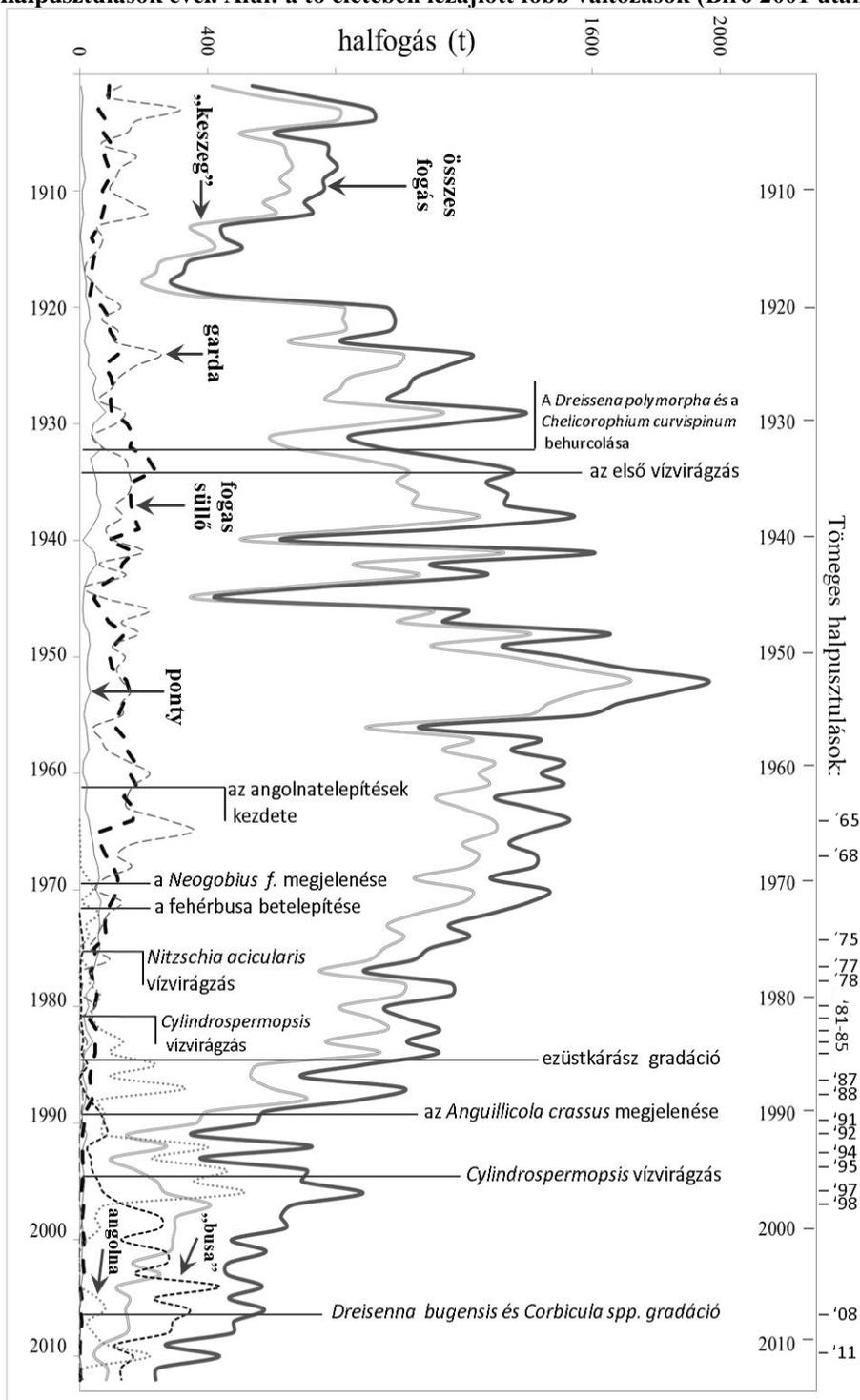
A második világháború után, egészen 1947-ig a balatoni halászat a jóvátétel részeként a szovjet hadsereg irányítása alá került. Ez alatt a néhány év alatt rablógazdálkodás (pl.: robbantásos halászat is) folyt a tavon (Párizs, 1999). Az ötvenes évek elején, mint a magyar gazdaságban általában, a „sztahanovista” termelészemplé a balatoni halászatban is megfigyelhető (Lakos, 1954). A halászati intenzitás növekedése – pl.: rendszeres éjszakai halászatok – (Lakos, 1954) mellett, a hagyományosan halászott fajokon túl ebből az időszakból jelentős nagyságú küszfogásról is hírt ad halászati statisztika. 1952 és 1960 között 259,5 tonna küsz (éves átlagban 28,8 tonna) került feldolgozásra. A ragadozó halak táplálékszervezeteként (Entz és Lukacsovics, 1957) is jelentős halfaj húsát a konzervipar dolgozta fel. Ezen kívül a küsz pikkelyeiből „halezüst” (guanidin) nyerhető ki, amit műgyöngy-, karácsonyfádisz-bevonat-, illetve körömlakk-gyártásban használtak fel (Pintér, 1989). A régi balatoni halászok szerint hasonló céllal a gardát is halászták (Turcsányi B., szóbeli közlés).

A 60-as évektől meginduló tömegturizmus és intenzívebbé váló mezőgazdaság okozta növekvő eutrofizáció miatt ugyan növekedett a tó termőképessége (a megtermelt szerves anyag mennyisége), de ez nem vonta maga után a halfogások hasonló mérvű növekedését. Ehelyett a tavat (szennyvízbevezetések, vegyszerek használata a parti régióban) és vízgyűjtőjét érő (nagyértékű vegyszer- és műtrágya-felhasználás a mezőgazdaságban) fokozott terhelés miatt a hatvanas évek közepétől rendszeresen bekövetkező halpusztulások az állományok összetételének megváltozását, illetve számos „érzékeny” faj (pl.: fogas süllő, garda) állományainak jelentős csökkenését okozták (Bíró, 1995). Nem véletlenül ezekben az években történnek az első próbálkozások új, gazdaságilag hasznosítható fajok (az angolna és a busa-félék) betelepítésére.

A 60-as években nagy mennyiségben betelepített angolna (1. ábra) a parti régió állatvilágában okozott vissza nem fordítható változásokat. Vélhetően az angolna irtotta ki, a parti régióban addig előforduló menyhal (*Lota lota*) (Fráter, 1986; Lakos, 1954) és kecske rák (*Astacus leptodactylus*) állományait (Sebestyén 1934, 1937; G.-Tóth és Kiszely, 2010). De az angolna számlájára írható a sügér (*Perca fluviatilis*) állományméretének jelentős mértékű csökkenése is (Szípolá és Végh, 1992). Utóbb említett faj balatoni állományainak regenerációja az angolna állományok jelentős csökkenése, a '90-es évekbeli tömeges pusztulások után indult meg. Az utóbbi években több próbálkozás is történt a nagyrákok tóba való visszatelepítésére (G.-Tóth és Kiszely, 2010). Az őshonos „nagyarakok” (*Decapoda*) példányai a halászok vontatott hálóból és angolnacsapdákból az utóbbi években rendszeresen előkerülnek (Turcsányi B. szóbeli közlése), így a vízminőség javulásával és az angolna állomány csökkenésével a visszatelepítési próbálkozások, úgy tűnik, sikeresek lehetnek.

A hatvanas évek közepétől a halhozamok növelése érdekében (Gönczi J., személyes közlés) telepítették be a szűrő életmódot folytató (lebegő növényi és állati plankton-szervezetekkel táplálkozó) fehér- majd pettyes busa állományait. A telepítésre azzal a megfontolással került sor, hogy ezzel egy eddig nem hasznosított táplálékbaízist tudnak a haltermelésbe bevonni. Azt viszont figyelmen kívül hagyták, hogy a planktonikus élőlények az összes Balatonban élő halfaj ivadékának fő táplálékforrását képezik, sőt találhatunk olyan fajokat is melyek kifejlett korukban is szinte kizárólag zooplanktonnal táplálkoznak (Specziár és T. Rezsű, 2009).

1. ábra • A balatoni halfogások alakulása 1901 és 2012 között. Felül: a tömeges halpusztulások évei. Alul: a tó életében lezajlott főbb változások (Bíró 2001 után)



Így a busa-félék – a kűszőlő a fogassüllőig – az összes balatoni halfaj táplálék-konkurensének tekinthetők. A balatoni plankton szervesanyagának egy része busahúsá konvertálódik, és mivel ezeket az általában nagytestű, 15–20 kilós egyedeket méretük miatt a ragadozók nem fogyasztják, a szöveteikben tárolt szervesanyag teljes mennyisége nem juthat a táplálékpíramis felsőbb szintjeire. (Illetve elpusztulásuk és lebomlásuk után szervesanyaguk túlnyomó része újra a bakterioplankton-fitoplankton-zooplankton-busa körforgalomban kerül). Az őshonos halállományok számára a tóban megtermelődő szerves anyagnak tehát csak egy része hozzáférhető. A Balatonban élő busaállomány nagyságát ismerve –Tátrai (2010) szerint a balatoni hal biomassza akár 1/3-át is a busa-félék adhatják – kijelenthető, hogy jelentős táplálékbazist von el az „őshonos” fajok és azok ivadécai elől.

Csakúgy, mint ahogyan azt a faunisztikai kutatásokkal kapcsolatban elmondtuk, a Balatoni halállományok nagyságát is sokáig a halász és horgászfogások elemzésével becsülték. Az 1990-es évektől kezdődően indulnak meg azok a vizsgálatok, amelyek a tó halfaunájának nagyságát kutatási célból használt paneles kopoltyúhálókkal (Specziár et al., 1996, 1997), illetve hidroakusztikus módszer (radar) felhasználásával (Paulovits és Bíró, 1991; Kubečka et al., 1997), valamint a két módszer kombinálásával próbálták megbecsülni (Tátrai et al., 2005; 2008). A különféle módszerekkel végzett biomassza becslések eredményei minden esetben összecsengenek a tó hossztenegyén DNY-ÉK irányban megfigyelhető trofikus grádienssel (Herodek, 1984), viszont nagymértékű szórást mutatnak.

Kubečka és munkatársai (1997) jelentésükben a Keszthelyi-medencére 226 kg/ha átlagos halmennyiséget adnak meg, a szigligeti területen viszont jóval nagyobb 800 kg/ha értékeket kaptak (az egyes biomassza-becslések értékei 150 és 2400!! kg/ha között szórta). Zánka környékére 112 kg/ha értékeket adnak meg, míg a Siófoki-medencére jóval 100 kg/ha alatti halbiomassza értékekről írnak. Bíró (2001) a balatoni halállományok biomasszáját 46,3 és 7,6 kg/ha-ban állapítja meg a tó délnyugati és északkeleti régiójára. Tátrai és munkatársai (2005) előző évekbeli méréseik eredményeit bemutatva a tó átlagos halbiomasszáját 157,2±105,4 kg/ha értéknek adja meg. Tátrai és munkatársai (2008) a megelőző 4 évben elvégzett vizsgálatainak eredményeit bemutatva jelentős különbségeket mutatnak ki az egyes évek biomassza adatai között. A keleti medencére 33,5 és 113,6 kg/ha közötti, a tó középső területeire 73,0 és 137,3 kg/ha közötti, a nyugati medencére 112,9 és 315,8 kg/ha biomassza értékeket ad meg. Számításaik szerint a teljes tóra számolt halbiomassza 89,4 és 180,6 kg/ha érték között változott a négy vizsgálati év során. A hidroakusztikus mérésekkel szimultán végzett standardizált kopoltyúhálós mérések eredményei csak bizonyos esetekben mutattak szignifikáns összefüggést a radaros mérések eredményeivel. Ezt az eredményt a kopoltyúháló méretszelektivitásának tudják be (Tátrai et al., 2008). A hidroakusztikus módszer esetében a mért értékek nagymértékű szórása azzal magyarázható, hogy a halállomány nem egyenletesen oszlik el a tóban. Illetve a halak mobilitása nem csak évszakonként, hanem napszakonként is nagymértékű különbségeket mutat. Egy-egy nagyobb halraj vizsgálati területen való feltűnése jelentősen megemelheti a becsült biomassza értékeket.

A múlt század második harmadáig a balatoni halállományok hasznosítása terén egyértelműen a halászat élvezett prioritást (Ribíánszky, 1958a; 1958b). De a tömeges halpusztulások, illetve a piacok elvesztése miatt a halászati ágazat érdekérvényesítő szerepe egyre csökkent. A tömegturizmus fellendülésével az utóbbi évtizedekben egyre inkább előtérbe került a tó halállományainak rekreációs célú hasznosítása. A múlt század közepétől kezdve sporthorgászok számának és fogásainak robbanásszerű növekedése is megfigyelhető.

A balatoni horgászok számáról egészen a legutóbbi időkhöz csak becslések voltak (Fónai, 2011). Az eladott horgászengedélyek számából következtetni lehet ugyan a tavon horgászók számára, bár azt az értékelésnél figyelembe kell vennünk, hogy nem mindenki vesz éves jegyet, egy-egy horgász évente többször is válthat rövidebb időre engedélyt. A 2000. év környékén több mint 100 ezer engedélyt adtak el évente. Manapság az eladott engedélyek száma 60 ezer körül mozog évente, a horgászok számát pedig 40-45 ezer közöttire becsülik (Füstös G., szóbeli közlés). A statisztikák adatai arra is rámutatnak, hogy a múlt század második felében nemcsak a horgászok száma, hanem a horgászfogások nagysága is többszörösére (50-ről 550 t/év-re!!) növekedett (Bíró, 2003).

A horgászat jelentőségének növekedésével az utóbbi évtizedben -az alacsony vízszint problémája mellett- a halász-horgász ellentét kapja a legnagyobb médiafigyelmet a Balatonnal kapcsolatos történések közül. A horgásztársadalom képviselői a halászati intenzitás még eddigieknél is nagyobb mérvű csökkentéséért loobbznak; mondván a halászok kifogják előlük a halat a tóból. Figyelmen kívül hagyva azt a tényt, hogy az utóbbi években a halászat egyre inkább a nem honos fajok (busa-félék, angolna) állományainak visszafogására koncentrál (1. ábra). Az utóbbi másfél évtizedben a tavat érő tápanyag terhelés csökkenése miatt a tó termőképessége is mérséklődik (oligotrofizálódás). Ez a fürdőzők számára igen kedvező fejlemény, hiszen javul a vízminőség; de egyúttal a halállományok nagyságának csökkenését is valószínűsíti.

Jelen prioritások mellett (fürdésre, sportolásra megfelelő alkalmas vízminőséget kell biztosítani) más módot kell találni arra, hogy a horgászfogások ne csökkenjenek (ha csökkennek egyáltalán). A halállományt tizedelő rapsicok, akiket a '20-as, '30-as években csak csendőri erővel sikerült megfékezni (Párizs 1999), az utóbbi időkben is igen nagy károkat okoznak a Balatonon. Az illegálisan kifogott hal mennyiségéről ugyan csak feltételezéseink vannak, de valószínűsíthető, hogy a horgászok fogási naplóiban szereplő értékekkel egyező nagyságrendet képvisel. Itt kell megjegyeznünk, hogy különösen a ragadozók és a ponty esetében az engedéllyel rendelkező horgászok is gyakran megfélekednek a zsákmány regisztrálásáról (Füstös G., szóbeli közlés). Ezt a tényt a horgászok fogásain alapuló statisztikák értékelésénél nem árt figyelembe venni. Illetve emiatt a statisztikáikban közölt – főleg mennyiségi – adatok tudományos célra való felhasználása is csak fenntartásokkal fogadható el.

A Balatoni Halászati Nonprofit Zrt. fokozott figyelmet fordít a tavon horgászók ellenőrzésére, de véleményünk szerint érzékelhető javulást csak az hozhat, ha a horgászok mentalitása mellett a terület törvényi szabályozása is megváltozik. A hallopás büntetésének szigorításán túl kiemelt fontosságú lenne a hallal való kereskedelem fokozott felügyelete is. Ha a Balaton-környéki vendéglátóhelyeknek csak igazolt eredetű halat lenne szabad forgalmazniuk, akkor véleményünk szerint a hallopások volumene is jelentősen csökkenhetne. Jelen környezeti adottságok, gazdasági- és természetvédelmi prioritások mellett a halállományok méretének növelése nem kivitelezhető. A halállományok összetételében kellene olyan változásokat indikálni, amelyek a horgászat számára kedvezőbb viszonyokat teremtenek. A szűrve táplálkozó busa-félék a horgászok fogásában csak elvétve szerepelnek. Emellett esetleges tömeges pusztulásuk, a 90-es évek elején bekövetkezett angolnapusztulásokéhoz hasonló károkat okozhat a balatoni idegenforgalomnak. A balatoni busaállomány további erőteljesebb csökkentésével jelentős, a tóban most is meglévő, – de jelen viszonyok között számukra nem hozzáférhető – táplálékhoz jutathatnának az itt élő egyéb halak (első-sorban ivadék-) állományai. Így véleményünk szerint jelentősen növelni lehetne a horgászok által preferált fajok állományainak nagyságát. A Balatoni Halászati Nonprofit Zrt. (és jogelődjei) megalakulása óta különös gondot fordít bizonyos gazdasági-

lag fontos fajok állomány-utánpótlásának elősegítésére (Ribianszky, 1958b). Ahogyan azt már említettük a tó pontyállománya a vízszint szabályozása óta csak folyamatos telepítéssel tartható fenn. A süllőállomány utánpótlását is ivadék és előnevelt példányok telepítésével, valamint mesterséges ívási aljzatok „süllőfészkek” (Antalfi és Tölg, 1965) kihelyezésével segítik elő. A két említett faj állományainak megújulását folyamatosan segíteni kell, hiszen akár 1–2 év kimaradás a telepítésekben, vagy a süllőfészkek kihelyezésében nagy visszaesést okozhat (Fragó, 1948). Amellett, hogy rendkívül fontos a 60-as, 70-es években betelepített nem honos fajok állományainak folyamatos visszafogása, a vízgyűjtőn található halastavakból való beszökésüket is meg kell akadályozni. A Balatoni Halászati Nonprofit Zrt-re tehát továbbra is fontos feladat hárul a tó halállományainak fenntartásában. Az őshonos fajok állományainak növekedését a már említett beavatkozások mellett, a még meglévő berekterületek (mint halbölcsők) és a Balaton közti kapcsolat biztosításával lehet elősegíteni. Például a kis-balatoni berekterületek és a tó közti jobb átjárhatóság érdekében a következő időszakban hallépcsők üzembe helyezését, valamint az idegenhonos halfajok túba jutását meggátolandó, halcsapdák telepítését is tervezzük (Turcsányi B., szóbeli közlés).

A fentiek alapján nyilvánvaló, hogy a Balaton halállománya mindig is központi szerepet töltött be a tó ember által hasznosított erőforrásai között. Ugyanakkor sokszor megfeledeztek róla, hogy a Balaton egy élő és emiatt folyamatosan változó rendszer, melyben a halállomány tó táplálékhálózatának és anyagforgalmának csak az egyik (bár igen fontos szerepet betöltő) tagjának tekinthető. Az utóbbi évtizedekben a tó életébe számos olyan beavatkozás történt, melyek ezt a tényt figyelmen kívül hagyták. Emiatt a beavatkozások legtöbb esetben nem érték célt, sőt sokszor a várttal pontosan ellentétes hatást váltottak ki. A problémák megértését, és megoldását is nehezítette, hogy egészen az utóbbi évekig csak a halászati fogásokról állt megbízható adat-sor rendelkezésünkre, és csak hozzávetőleges információink voltak arról, hogy összesen mennyi halat fogtak ki a tóból. Pedig csak pontos és naprakész adatok ismeretében lehet olyan változtatásokat eszközölni, amelyek elősegítenék, hogy a balatoni halállomány, összetételében és nagyságában közelítsen az 1940-es és '50-es években megfigyelt, véleményünk szerint természet-közeli állapotához. Meggyőződésünk, hogy az ilyen irányú változásokkal a halfauna a jelenlegi gazdasági (rekreációs hasznosítás, a horgászat preferálása) prioritásoknak is jobban megfelelné.

### **Köszönetnyilvánítás**

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### **Felhasznált irodalom**

- Bíró P., 1995. A Balaton halállománya és halpusztulások. - In: Hlavay J. (ed.) Környezetvédelmi problémák a VEAB régióban. Innopress Kft. Veszprém, 79–102.
- Antalfi A., Tölg I., 1965. Hogyan helyezzük ki a süllőfészkek-kereteket? *Halászat* 58/2: 41.
- Bíró P. 2001. A Balatoni halállományának anyagforgalmi szerepe és hosszú távú változásai. In: Vizi E. Szilveszter (ed.): *Székhfogalók a Magyar Tudományos Akadémián*, pp: 241–286.
- Bíró P., 2002. A Balaton halállományának hosszúidejű változásai – *Állattani Közlemények* 87: 63–77.

- Bíró P., 2003. Az érdekek ütköző zónájában. Töprengések a Balatonról. *Új Horizont*. 4. szám 1–7.
- Deák A., 1984. *Bél Mátyás élete és munkássága - Bél Mátyás, De piscatione Hungarica c. műve fordítása*. Vízügyi Dokumentációs Szolgálat, 1984 (Vízügyi Történeti Füzetek. Különkiadás), Budapest, 76 pp.
- Eötvös K., 2007. *Utazás a Balaton körül*. (12., átdolgozott kiadás) – Vitis Aureus Kiadó, Veszprém, 404 pp.
- Entz B., Lukacsovics F., 1956. Vizsgálatok a téli félévben néhány balatoni hal táplálkozási, növekedési és szaporodási viszonyainak megismerésére. *Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum = A Magyar Tudományos Akadémia Tihanyi Biológiai Kutató Intézetének évkönyve*, 24. 71–86.
- Faragó S., 1948. A Balaton halállományának változása a fogási statisztika tükrében. *Halászat* 47/6: 84–85..
- Fónai I., 2011. Egymillió horgász országa? Orbán elszámolta a botokat. *Somogyi Hírlap* 2011.10.03. (online at: <http://www.sonline.hu/somogy/kozelet/egymillio-horgasz-orszaga-orban-elszamolta-a-botokat-403747>) (Axel Springer – Magyarország Kft.)
- Fráter G., 1987. Balatoni csodák. In: Vigh J. (szerk.), *Horgász kalauz 1987*. – Népszava Könyv- és Lapkiadó Vállalat, Budapest, pp. 73–77.
- G.-Tóth L., Kiszely P., 2010. Tudomány – áltudomány – tudományos tévedés? 8. rész: Rákpestis import a Balatonba? *Füredi Napló* X/10: 7. (online at: <http://furedtv.hu/bfn/201010.pdf>) (a hozzáférés dátuma: 2013. 01. 22.)
- Herman O. 1887. *A magyar halászat könyve*. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest: 847 pp.
- Herodek S., 1984. The eutrophication of Lake Balaton: Measurements, modelling and management. *Verh. Internat. Verein Limnol.* 22, 1087–1091
- Herodek S., Tóth V., Zlinszky A., Lukács V., 2009. Mitől pusztulnak a nádasok? In: Magyar Tudományos Akadémia Balatoni Limnológiai Kutatóintézet: *Balatonkutatásról mindenkinek*. Tihany: MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, pp. 155–168.
- Hoffmann I., 2010. *A Tihanyi alapítólevél mint helynévtörténeti forrás*. A Magyar Névarchívum Kiadványai; 16., Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 258 p.
- Karácson I., 1985. *Evlija Cselebi török világutazó magyarországi utazásai*. 1660–1664. Gondolat Kiadó, Budapest: 622 pp.
- Kubečka J., Frouzová J., Prachar Z., 1997. Hydroacoustic assessment of the fish stock in the Lake Balaton. (Jelentés.) Ceske Budejovice, 1997, dec. 65pp.
- Lakos Gy., 1954. *Halászélet* (riportok). Művelt Nép Könyvkiadó, Budapest, 111 pp. (online at: <http://www.balatonihalgazdalkodas.hu/files/3095>)
- Lukács K., 1932. A Balaton halainak gyakoriságáról. *A Magyar Biológiai Kutatóintézet Munkái*, 5. 17–27.
- Paulovits G., Bíró P., 1991. Hydroacoustic studies on fish stock distribution in Lake Balaton. *Internat. Verein. Limnol.* 24: 2517–2518.
- Párizs Á., 1999. A balatoni halászat. *História* 21/5–6. sz. 34–36.
- Pintér K., 1989. *Magyarország halai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 202.
- Rácz J., 2012. Füredi Balaton, füredi hal. *Balatonfüredi Napló* XII/9: 4, 9. (online at: <http://www.furedtv.hu/bfn/201209.pdf>) (a hozzáférés dátuma: 2013. 01. 20.)
- Ribiánszky M., 1958.a A balatoni vitához... *Halászat* 51/10: 194.
- Ribiánszky M., 1958.b A balatoni süllőkérdés... *Halászat* 51/11: 214.

- Sebestyén O., 1934. A vándorkagyló (*Dreissensia polymorpha* Pall.) és a szövőbolharák (*Corophium curvispinum* G. O. Sars forma devium Wundsch) megjelenése és rohamos térfoglalása a Balatonban. *A Magyar Biológiai Kutatóintézet Munkái* 7: 190–204. old.
- Sebestyén O., 1937. A Balaton régi lakóinak küzdelme a vándorkagylóval. *Állattani Közlemények* 34/3–4: 157–164.
- Specziár A., T. Rezsű E., 2009. Táplálkozási gildek és táplálék-felosztás a Balaton hal-állományán belül a méretfüggő folyamatok szerepe. *Hidrológiai Közöny* 89/6: 63–65.
- Specziár A., Tölg L., Bíró P., 1996. A mintavételezés új eszköze: a paneles kopolyúháló. *Halászat* 89/1: 32.
- Specziár A., Bíró P., Tölg L., 1997. A halbiológiai mintavételezés eszköze a paneles kopolyúháló. *Hidrológiai Közöny* 77/1–2: 36–37.
- Szipola I., Végh G., 1992. Védett és veszélyeztetett halaink állományának felmérése a Balaton vízrendszerében. *Halászatfejlesztés* 17: 28–33.
- Takács P., Specziár A., Erős T., Sály P., Bíró P., 2011. A balatoni vízgyűjtő halállományainak összetétele. *Ecology of Lake Balaton* 1/1: 1–21.
- Tátrai I., Specziár A., György Á.I., Bíró P., 2008. Comparison of fish size distribution and fish abundance estimates obtained with hydroacoustics and gill netting in the open water of a large shallow lake. *Annales de Limnologie – International Journal of Limnology* 44/4: 231–240.
- Tátrai I., 2010. A balatoni „busa-kérdés” tudományos háttere (reflexió a stop.hu és a hírszerzo.hu internetes médiumokban megjelent cikkekre) (Online at: [http://www.blki.hu/TAMOP/doc/Balatoni\\_busa\\_kerdes\\_01.pdf](http://www.blki.hu/TAMOP/doc/Balatoni_busa_kerdes_01.pdf))
- Tátrai I., Specziár A., Bíró P. és Gutí G., 2005. Hidroakusztikus halállomány mérések különböző méretű sekélyvizi ökoszisztémákban és kapcsolata a kopolyúhálós CPUE-hozamokkal. *Hidrológiai Közöny* 85/6: 141–144.
- Virág Á., 1998. *A Balaton múltja és jelene*. Egri nyomda, Eger, 904 pp.
- Virág Á., 2005. *A Sió és a Balaton közös története*. Közlekedési Dokumentációs Kft., Budapest, 437 pp.
- Zlinszky A., 2011. A Balaton és a környező mocsarak történelmi rekonstrukciója térinformatikai módszerekkel. *Ecology of Lake Balaton – A Balaton Ökológiája* 1/1: 49–60.

## Társadalmi konfliktusokat generáló ökológiai történések a Balaton életében az utóbbi néhány évtizedben – *Gerinctelen állatok inváziói*

Balogh Csilla,\* G.-Tóth László\*

**Abstract**      **Social Conflict Generating Ecological Developments in the Life of Lake Balaton in Recent Decades – Invertebrate invasions.** Lake Balaton, the largest shallow lake in Central Europe, is a natural treasure of Hungary. Since the open of the Sió Channel, the lake has become more vulnerable against biological invasions. Invasive aquatic alien species especially bivalves can evoke serious threats through causing dramatic changes and promoting numerous direct and indirect system-wide effects. They create or modify habitats, alter species diversity, nutrient cycling and other ecosystem processes; by these they generate several social conflict. Here we discuss our recent knowledge obtained on some exotic invasive invertebrates in Lake Balaton: the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) and the amphipod Caspian mud shrimp (*Chelicorophium curvispinum*), which were the first two invaders, *Dikerogammarus* species, and the latest (the ninth) exotic invader from the Ponto-Caspian region, the quagga mussel (*Dreissena bugensis*). Finally, the exotic Asiatic Chinese pond mussel (*Sinanodonta woodiana*) is also noticed, as the decay of its population was the most serious problem related to tourist attraction in the last years. We underline the emerging importance of studying the invasive species in order to save the original and natural ecological status of Lake Balaton.

**Keywords**      biological invasions • dramatic changes • social conflict

*Gyakran előfordul, hogy a Balatonban fürdőző lábát egy éles tárgy megvágja, mely sérülésért az esetek többségében egy kagyló okolható, mégpedig az invazív vándorkagyló. Ráadásul ezek látványa abban az esetben sem szívdertítő, mikor a vízszintcsökkenés hatására – elsősorban a nyári főszezon idején – a parti kövezés szárazra kerül és a rajta lévő kagylótelepek elpusztulnak kellemetlen szagot árasztva.*

*A vízi járműveket használók körében nyár végén azok kiemelésekor nagy bosszúságot okoz a rajtuk – kezeletlen felületükön – megtelepedett, akár több százezer kagyló és tegzes bolharák lakócső.*

*A tó partján nyaralók azzal kapcsolatban is panaszkodnak, hogy a repülőgépes szunyogirtást követő napokban fürdőzés közben kisebb szűrásokat, irritációt éreznek a*

---

\* Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet  
E-mail: balogh.csilla@okologia.mta.hu

bőrükön, melyet más, szintén behurcolt élőlények, a *Dikerogammarus rákfajok* okoznak.

*Az elmúlt években nyaranta a fő turisztikai szezonban elsősorban a Keszthelyi- és Szigligeti-öböl területén a part közelében és attól távolabb a nyílt vízben, elhullott amuri kagylók rothadó lágyrészeinek vízfelszínre emelkedő tömege zavarta meg a fürdőzőket és a tóhoz pihenni érkező turistákat. E tekintetben az invazív amuri kagyló kiemelt jelentőségű, mivel fokozott mértékben pusztul a számára kedvezőtlen hosszú meleg időszakot követően. Mindemellett e nagytű kagyló éles teknőjével komolyabb sérüléseket okozhat, mint a vándorkagyló.*

Magyarország a Kárpát-medence, mondhatni Európa geometriai közepe, vízrajzi adottságainál fogva is a vízi élővilág fő migrációs útvonala mentén helyezkedik el. A Balaton Közép-Európa legnagyobb édesvízi, sekély tava, Magyarország természeti kincse, legjelentősebb turisztikai célpontja, sokféle ökológiai szolgáltatást nyújt, – mint idegenforgalmi látványosság, a fürdés, a pihenés mellett számos más kikapcsolódásra ad lehetőséget: kulturális látnivalók, egyedülálló Balaton felvidéki táj, a tó környékén feltörő termál- és gyógyvizek, vízi sportok, horgászat, történelmi borvidékek, gasztronómiai élmény – ebből adódóan ökológiai szempontból veszélyeztetett víztestnek is tekinthető. Az érzékeny ökológiai egyensúllyal jellemezhető élőhelyek kedveznek új, gyorsan alkalmazkodó, kozmopolita fajok megjelenésének, biológiai inváziójuk napjainkban megoldatlan természetvédelmi, ökológiai problémát jelentenek. Az invazív fajok megjelenése, elterjedése jelentősen hozzájárul a globális biodiverzitás-csökkenéshez, mely tovább növeli az ökoszisztémák sérülékenységét és őshonos fajok kipusztulásához vezet. Az invazív fajok terjedését tartják a biodiverzitás-csökkenés második fő okának, napjainkban pedig az inváziók sokasodásával a biodiverzitás elvesztésének legfontosabb okaként is említik. E fajok elterjedése általában gyors, legtöbbször ún. „klasszikus r-stratégia”, ezáltal az egyedi szaporodási módok megjelenése (elevenszülés, szabad lárvastádium, hímnősség, szűznemzés vagy váltivarúság), a magas születési arány, a rövid egyedfejlődési idő, az évenkénti több generáció és az erős mobilitás jellemezheti őket. Az új, kezdetben a faj számára versengőkben szegény élőhelyre kerülve, erős biológiai kontroll híján mértéktelenül elszaporodnak, mintegy leradírozva egyes tájak eredeti faunáját, flóráját. Ezt számos emberi tevékenység felgyorsíthatja, mint a hajózható csatornák kiépítése, víztározók létesítése, a határon történő átlépés feltételeinek a globalizációval járó könnyebbé válása, a kereskedelemnek és a környezetjognak a változása (Karatayev és mts., 2007).

A Balaton természetes lefolyás hiányában évezredekken keresztül más vízi ökoszisztémákkal nem volt összekötöttesben. A Sió-csatorna megnyitását (1863) követően az 1930-as évek elején mindjárt két pontokáspi eredetű, a Kaszpi- és a Fekete-tenger környékéről származó inváziós gerinctelen fajt, a vándorkagylót (*Dreissena polymorpha*) és a tegzes bolharákot (*Chelicorophium curvispinum*) is behurcolták a tóba. A vándorkagyló első két példányát 1932. szeptember 12.-én találták a tihanyi Kis-öbölben egy-egy tavi kagylóra telepedve (Sebestyén, 1934). Vándorlásuk általában véletlenszerű, jellemzően hajókon és csónakokon történő transzport, melyekre ragasztó- (bisszusz)fonal segítségével erősítik magukat, lárvájuk pedig a hajók ballasztvizében jut el távoli vízi élőhelyekre. A Balatonba való bekerülését tekintve, nagy valószínűséggel, al-dunai hajókkal, majd halászati eszközökkel és vízi járművekkel hurcolták be a Dunából a Sió-csatornán keresztül a tegzes bolharákkal (Sars, 1895) együtt (Grossinger, 1791; Sebestyén, 1934, 1938). 1934-ben már a strandolók figyelmét is felkeltették a lépcsőkön, parti tárgyakon és

csónakok fenekén több rétegben megtelepedő tömeges vándorkagyló csoportosulások (Sebestyén, 1937). A vándorkagyló inváziója a rákpestis következtében amúgy is megtizedelt kecskerákok, valamint az őshonos nagytestű kagylók állományának gyérüléséhez vezetett. Később egy bizonyos maximális elterjedési szint után a balatoni vándorkagyló tömege lassan csökkent, majd pedig egy új biocönotikus egyensúly állt be (Sebestyén, 1937; Entz, 1981). A tudósok a Balatonban végzett terepi felmérések során (Lakatos, 1979; Richnovszky, 1981) és nemzetközi tapasztalatok alapján is (Stanczykowska és Levandowsky, 1993; Stanczykowska, 1997) arra a következtetésre jutottak, hogy az eutrofizáció fokozódásával visszaszorult a vándorkagyló. A vízminőség javulással párhuzamosan a kagyló és a lárvájának mennyisége időnként csökkent, időnként pedig nőtt (Balogh és mts., 2008b; G.-Tóth és mts., 2010; Balogh és mts., 2010).

Laboratóriumban és terepen végzett kísérleteink igazolják, hogy a vándorkagyló sikeresen és nagy ütemben telepedik meg a Balatonba kihelyezett természetes aljzatokon, mennyiségét elsősorban az aljzat típusa, a mélység és a parttól való távolság határozza meg. A különböző aljzatokon a napi denzitás növekedése elérheti a 18643 ind  $m^{-2}$  (Muskó és mts., 2003). Denzitása a Balaton köves parti zónájában a legjelentősebb, eléri akár a 353000 ind  $m^{-2}$ -t, míg nádon 283000, hínáron pedig 141000 ind  $m^{-2}$ -t, a Balatonban szilárd felületeken (elsősorban a litorális zónában) megtelepedett vándorkagyló állomány pedig meghaladja a 88 (héj nélküli száraz tömeg) tonnát (Balogh és Muskó, 2004; Muskó és Bakó, 2005; Balogh és mts., 2008a, b). Egy nagyméretű balatoni vándorkagyló naponta 1–1,5 liter vízből is képes kiszűrni az algákat, így az állomány naponta a tó teljes víztömegének megközelítőleg 0,1%-át szűri át, nagy mennyiségű algát távolít el a víztestből, melyek egy részét fecesz és pszeudofecesz formában visszabocsátja a kiszűrt és tömörített detritusszal együtt (Balogh és Muskó, 2006; Balogh és mts., 2007, 2008a). Ezáltal többek közt szénnel és nitrogénnel terheli az üledéket és módosítja az algaösszetételt, valamint a mikrobiális közösség szerkezetét, aktivitását és anyagcsere diverzitását, fontos táplálékforrást biztosít ez által a lebontó szervezeteknek és egyúttal módosítja a tápanyagforgalmat (Balogh és mts., 2007; Lohner és mts., 2007).

Feltehetően 2008-ban hurcolták be a Balatonba a kilencedik pontokáspi régióból származó jövevényt, a kvagga kagylót (*Dreissena rostriformis bugensis*), mely a vándorkagylónál agresszívabb, de főbb tulajdonságaikban hasonló (Balogh és mts., 2010). A különböző *Dreissena* fajokat az európai és észak-amerikai tavakban a leginvaszívabb és a legtöbb kárt okozó jövevényként tartják számon OTA, 1993; DAISE, 2003; Pimentel és mts., 2005). Morfológiai jegyeik alapján történő elkülönítésük sok esetben rendkívül nehéz feladat, egyes esetekben pedig molekuláris biológiai módszerek lennének szükségesek a biztos meghatározáshoz (Ward és Ricciardi 2007; Sousa és mts., 2009). A *Dreissena rostriformis* alapfaj számos, egymáshoz morfológiailag hasonló alfaja közül Európában és Amerikában a Bug folyóban előforduló *Dreissena bugensis* alfaj terjedt el (Andrusov, 1897; Rosenberg és Ludyanskiy, 1994), melynek többek közt a mélység és a hőmérséklet függvényében is számos morfortípusa létezik (Preyer és mts., 2010). Fontos megemlíteni, hogy a kvagga kagyló a vándorkagylóval szemben nem csak szilárd felületen, hanem puha fenéküledéken is képes megtelepedni, így a balatoni iszapban is helyenként összefüggő „kagylóágyat” alkot. A kvagga kagyló a Balatonban 2009-ben már fontos részét képezte a köves parti zóna élőbevonatát alkotó makroszkopikus gerinctelen faunának, új konkurenst jelentve elsősorban az ekkor még domináns vándorkagylónak. Egy évvel később azonban megfordult a két *Dreissena* faj aránya és 2011-re a kvagga kagyló visszaszorította a vándorkagylót, denzitása közel

tízszeresére nőtt, mint kezdetben volt (Balogh és Purgel, 2012). Tehát napjainkra az új faj térhódítása révén a vándorkagyló állománya jelentősen megfogyatkozott a Balaton egyes területein, valamint visszaszorult a korábban domináns tegzes bolharák is és mindemellett az elmúlt évek során a köves parti zóna biodiverzitása is jelentősen csökkent. Manapság a mélyebb területeken (Tihany, Balatonalmádi) a kvagga kagyló, míg a kevésbé mély tóterületeken (Keszthely, Szigliget) a vándorkagyló dominanciája figyelhető meg. A kimondottan sekély déli-parti Balatonberény esetén pedig a kvagga kagyló relatív abundanciája meglehetősen csekély, nem éri el a 3%-ot. A mélyebb területeken a tegzes bolharák szignifikáns visszaszorulását is megfigyeltük. A tegzes bolharák és a *Dreissena* fajok között jelentős kompetíció van a Balatonban (Balogh és mts., 2008), melyhez hasonló versengést tapasztaltak más ökoszisztémákban is a kolonizálható felületekért és a táplálékért (Molloy és mts., 1997; van der Velde és mts., 1994, 1998; Rajagopal és mts., 1998), mivel mindhárom faj szűrőszervezet és apró szemcséjű szervesanyaggal, fitoplanktonnal táplálkozik. E pontokáspi fajok ma domináns tagjai a balatoni bevonatnak, annak akár 90%-át alkotva. Mint említettük, számos probléma okozói, azonban a tóban fontos szűrő és haltáplálék szervezetek (Bozzay és Hegedűs, 1978; Ponyi, 1994; Specziár és mts., 1997; Muskó és mts., 2007, Specziár, 2010).

1950-ben haltáplálék céljából a Dunából a Balatonba telepítették a pontuszi tanúrákot (*Limnomyxis benedeni*) (Woynárovich, 1952) és ezzel együtt véletlenül három *Dikerogammarus* faj (*D. haemobaphes* – pontuszi, *D. villosus* – kétpúpú és a *D. bispinosus* – kéttüskés bolharák) is bekerült a tóba (Ponyi, 1962), kiszorítva az addig őshonos tüskés bolharákat (*D. roseli*) (Ponyi, 1956). A *Dikerogammarus* fajok a Balatonban fontos haltáplálékok (Specziár, 2010). A fürdőzőkre nézve ártalmatlanok, elsősorban algákkal, detritusszal és elhullott kisebb állatokkal táplálkoznak, de saját fajtársaikat is gyakorta elfogyasztják (Kinzler és Maier, 2003).

A Délkelet-Ázsiában és Oroszország keleti részén, az Amur vidékén őshonos amuri kagyló (*Sinanodonta woodiana*) inváziója a XX. század második felében kezdődött (Watters, 1997; Graf, 2007; Douda és mts., 2011). Parazita életmódú un. kajmacsos lárvái a halak bőrén megtapadva azok vándorlásával nagy távolságra eljuthatnak, így inváziójának kulcsa egyedfejlődési módjában rejlik (Douda és mts., 2011). Az amuri kagyló Magyarországra éppúgy, mint egész Európába, a távol-keleti „növényevő” halak betelepítése során kerülhetett be (Petró, 1984). A Balatonba halastavakból feltehetően pontyfélék telepítése során jutott be 2002 környékén (Benkő-Kiss, szóbeli közlés), első példányát 2006-ban detektálták (Majoros, 2006). Legutóbbi, 2011 nyári felmérés során a gyűjtött kagylók több mint 14 %-át tette ki, egysűrűsége a Keszthelyi-medencében volt a legjelentősebb, kelet felé haladva pedig fokozatosan csökkent, illetve a homokos aljzaton ritkán fordult elő (Benkő-Kiss és mts., 2012). Az amuri kagyló, mint új jövevény egyes helyi parazitákkal szemben érzékenyebb, kevésbé immunis, mint az endemikus kagylófajok. A nyaranta 25-26 °C-ra felmelegedő víz hőmérséklet és a jelenlévő vízi atka lehet az oka a kagylók pusztulásának. Egy-egy nyári kagylópusztulás során az állomány megközelítőleg akár kétharmadára is gyérülhet. Az amuri kagyló további inváziójára is számítani kell, azokon a területeken, ahol számára az aljzat megfelelő, elsősorban a mélyebb, iszaposabb északi parti részeken, mivel a déli parti homokos fenéküledék mozgása kedvezőtlen a juvenilis kagylóknak. Az amuri kagyló egyben megtelepedésre alkalmas felületet jelent a *Dreissena* fajoknak is, ezzel növelve azok állományát.

Számos inváziós faj megtelepedésének korlátja a Balaton alacsony téli víz hőmérséklete, azonban a globális felmelegedés hatására estlegesen bekövetkező tartós hőmérsékletemelkedés idővel lehetőséget teremthet új fajok, többek közt a

vándor- és kvagga kagylóhoz hasonló, ugyancsak Dreissenidae családba tartozó *Mytilopsis leucophaeata* és *sallei* kagylók megjelenésére.

Az inváziós jövevények terjedését megállítani sajnos nem tudjuk, de a velük szembeni védekezési stratégia kidolgozásának szempontjából fontos az inváziók lefolyásának, a faj sikerességének, az ezt befolyásoló paramétereknek és a környezetre gyakorolt hatásának ismerete.

### Köszönetnyilvánítás

A munkát a MEH 150002, az NKTH-OTKA A08-2 (CNK 801400) és a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 azonosító számú projekt támogatta.

### Felhasznált irodalom

- Andrusov N. I. 1897. Fossil and recent Dreissenidae of Eurasia. Trudy Sankt, Peterburgskago Obschestva Estestvoispitatelei. *Department of Geology and Mineral Industries* 25: 1–683 [in Russian with German summary].
- Balogh Cs. és Muskó I. B. 2004. A vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) populációdinamikája balatoni hínárosban. *Hidrológiai Közöny* 84: 14–16.
- Balogh Cs. és Muskó I. B. 2006. A vándorkagyló filtrációja és környezetre gyakorolt hatása. *Hidrológiai Közöny* 86: 10–12.
- Balogh Cs., Muskó I. B., Zambóné Doma Zs. és Padisák J. 2007. A vándorkagyló mennyiségének alakulása (2005) valamint a szén- és a nitrogén anyagforgalomban betöltött szerepe. *Hidrológiai Közöny* 87: 11–13.
- Balogh Cs., Muskó I. B. és G.-Tóth L. 2008a. A vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) szerepe a Balatonban mennyiségének és filtrációjának tükrében. *Hidrol. Közl.* 88: 12–14.
- Balogh Cs., Muskó I. B., G.-Tóth L. and Nagy L. 2008b. Quantitative trends of zebra mussels in Lake Balaton (Hungary) in 2003–2005 at different water levels. *Hydrobiologia* 613: 57–69.
- Balogh Cs. és Purgel Sz. 2012.: A kvagga kagyló (*Dreissena bugensis*) térhódítása a Balatonban. *Hidrológiai Közöny* 91: 5–8.
- Benkő-Kiss Á., Ferincz Á., Kováts N., Paulovits G. 2012. Az amuri kagyló (*Sinanodonta woodiana* LEA, 1834) balatoni elterjedésének vizsgálata. *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* 28: 09–15.
- Bozzay J.-né és Hegedűs J. 1978. Vizsgálatok *Dreissena polymorpha* Pallas vándorkagylóval ipari vízellátásban okozott károsodás leküzdése érdekében. *Hidrológiai Közöny* 58: 209–218.
- Entz B. 1981. A Balaton parti övében és a vízfenék élővilágában az utóbbi évtizedekben bekövetkezett változások állattani és az ezzel kapcsolatos fizikai és kémiai vizsgálatok a Balatonban. *A Balaton kutatás újabb eredményei II.* VEAB Monográfia 16 sz. 1981, Veszprém, 143–188.
- DAISIE 2003. *Delivering Alien Invasive Species In Europe*, funded by the European Commission under the Sixth Framework Programme (Contract Number: SSPI-CT-2003-511202).
- Douda K., Vrtílek M., Slavík O., Reichard M. 2011. The role of host specificity in explaining the invasion success of the freshwater mussel *Anodonta woodiana* in Europe. *Biological Invasions* 14:127–137.

- G.-Tóth L., Parpala L., Baranyai E., B. Muskó I. és Balogh Cs. 2010. A *Dreissena* lárvák tömegének változása a Balatonban (1999-2009). *Hidrológiai Közlöny* 90/6: 29–31.
- Graf D. L. 2007. Palearctic freshwater mussel (Mollusca: Bivalvia: Unionoida) diversity and the comparative method as a species concept. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences Philadelphia* 156: 71–88
- Grossinger J. 1791. *Universa Historia physica regni Hungariae etc.* Pars III.
- Karatayev A.Y., Padilla D.K., Minchin D., Boltovskoy D. and Burlakova 2007. Changes in global economies and trade: the potential spread of exotic freshwater bivalves. *Biol. Invas.* 9: 161–180.
- Kinzler W., Maier G. 2003. Asymmetry in mutual predation: possible reason for the replacement of native gammarids by invasives. *Arch. Hydrobiol.* 157:473–481.
- Lakatos Gy. 1979. A Balaton tihanyi térségében végzett élőbevonat (biotekton) vizsgálatok. *Magy. Hidrol. Társ. Vándorgy.* Keszthely, 1979 máj. 17–18. 3 (A/13): 1–12.
- Lohner R. N., Sigler W. V., Mayer C. M. and Balogh Cs. 2007. A comparison of the benthic microbial community within and surrounding *Dreissena* clusters in lakes. *Microbial Ecology* 54: 469–477.
- Majoros G. 2006. Az amuri kagyló [*Anodonta* (*Sinanodonta*) *woodiana* (Lea, 1834)] megtelepedése a Balatonban és elszaporodásának várható következményei. *Halászat* 99: 143–150.
- Molloy D. P. 1997. Effects of parasitism on zebra mussel population dynamics, *40th Conference of the International Association for Great Lakes Research*, 82.
- Muskó I. B. and Bakó B. 2005. The density and biomass of *Dreissena polymorpha* living on submerged macrophytes in Lake Balaton (Hungary). *Archiv für Hydrobiologie* 162: 229–251.
- Muskó I. B., Balogh Cs., Görög Sz. és Bence M. 2003. A vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) megtelepedési stratégiája Balatonba helyezett természetes aljzatokon. *Hidrológiai Közlöny* 83: 17–19.
- Muskó I. B., Balogh Cs. and G.-Tóth L. 2007. A halak rendelkezésére álló gerinctelen táplálékbázis a Balaton parti övében. *Hidrológiai Közlöny* 87: 5-7.
- OTA 1993. *Harmful non-indigenous species in the United States*. Office of Technology Assessment, US Government Printing Office, Washington, D. C.
- Pathy, D. A. and Mackie, G. L. 1993. Comparative shell morphology of *Dreissena polymorpha*, *Mytilopsis leucophaeata*, and the „quagga” mussel (Bivalvia: Dreissenidae) in North America. *Canadian Journal of Zoology* 71/6: 1012–1023.
- Petró E. 1984. The occurrence of *Anodonta woodiana woodiana* in Hungary. *Állattani Közlemények* 84: 189–191
- Peyer S. M., Hermanson J. C., and Lee C. E. 2010. Developmental plasticity of shell morphology in quagga mussels from shallow and deep-water habitats in the Great Lakes. *J. Exp. Biol.* 213, 2602–2609.
- Pimentel D., Zuniga R. and Morrison D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecol. Econ.* 52: 273–288.
- Ponyi J. 1956. Ökologische, ernährungsbiologische und systematische Untersuchungen an verschiedenen Gammarus. *Arten. Arch. f. Hydrobiol.* 52(3): 367–387
- Ponyi J. 1962. Zoologische Untersuchung der Röhrichte des Balaton I. Krebse (Crustacea). *Annal. Biol. Tihany* 29: 129–163

- Ponyi J. 1994. Abundance and feeding of wintering and migrating aquatic birds in two sampling areas of Lake Balaton in 1983–85. *Hydrobiologia* 279/280: 63–69.
- Rajagopal S., van der Velde G., Paffen B. G. P., van den Brink F. W. B. and Bij de Vaate A. 1998. Life history and reproductive biology of the invasive amphipod *Corophium curvispinum* (Crustacea: Amphipoda) in the Lower Rhine. *Archiv für Hydrobiologie* 144: 305–325.
- Richnovszky A. 1981. Adatok a Balaton puhatestű faunájának változásaihoz. In: *A Balaton kutatás újabb eredményei II.* VEAB Monográfia 16 sz. 1981, Veszprém, 215–220.
- Rosenberg, G. and Ludyanskiy, M. L. 1994. A nomenclatural review of *Dreissena* (Bivalvia: Dreissenidae), with identification of the quagga mussel as *Dreissena bugensis*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51/7: 1474–1484.
- Sars G. O. 1895. *Corophium curvispinum*. *Bull. Ac. Imp. Sci. St. Petresb.* Ser. S. III., 302–304.
- Sebestyén O. 1934. A vándorkagyló (*Dreissensia polymorpha* Pall.) és a szövőbolharák (*Corophium curvispinum* G. O. Sars forma *devium* Wundsch) megjelenése és rohamos térfoglalása a Balatonban. *A Magyar Biológiai Kutatóintézet Munkái* 7: 190–204.
- Sebestyén O. 1937. A Balaton régi lakóinak küzdelme a vándorkagylóval. *Állattani Közlemények* 34: 157–164.
- Sebestyén O. 1938. Colonization of two new fauna-elements of Pontus-origin (*Dreissensia polymorpha* Pall. and *Corophium curvispinum* G. O. Sars forma *devium* Wundsch) in Lake Balaton. *Verhandlungen Internationale Vereinigung theoretische und angewandte Limnologie* 8: 169–181.
- Sousa R., Gutierrez J. L., Aldridge D. C. 2009. Non-indigenous invasive bivalves as ecosystem engineers. *Biological Invasions* 11: 2367–2385.
- Spezciár A., 2010. A Balaton halfaunája: a halállomány összetétele, az egyes halfajok életkörülményei és a halállomány korszerű hasznosításának feltételrendszere (Hidrobiológiai monográfia). *Acta Biologica Debrrecina Supplementum Oceanologica Hungarica* 23: 7–185.
- Spezciár A., Tölg L. and Bíró P. 1997. Feeding strategy and growth of cyprinids in the littoral zone of Lake Balaton. – *Journal of Fish Biology* 51: 1109–1124.
- Stanczykowska A. 1997. Review of studies on *Dreissena polymorpha* (Pall.). *Polish Archiv für Hydrobiologie* 44: 401–415.
- Stanczykowska A. and Lewandowski K. 1993. Thirty years of studies of *Dreissena polymorpha* ecology in Masurian Lakes of Northeastern Poland. In: *Zebra mussels biology, impacts and control.* (Eds.: Nalepa T., Schloesser D.) Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo, 3–37.
- van der Velde G., Paffen B. P. and van den Brink F. W. B. 1994. Decline of zebra mussel populations in the Rhine. Competition between two mass invaders (*Dreissena polymorpha* and *Corophium curvispinum*). *Naturwissenschaften* 81: 32–34.
- van der Velde G., Rajagopal S., van den Brink F. W. B., Kelleher B., Paffen B. G. P., Kempers A. J. and Bij de Vaate A. 1998. Ecological impact of an exotic amphipod invasion in the River Rhine. In: Nienhuis P. H., Leuven R. S. E. W. and Ragas A. M. J. (eds.): *New concepts for sustainable management of river basins.* Backhuys Publishers, Leiden, 159–169.

- Ward J. M., Ricciardi A. 2007. Impacts of *Dreissena* invasions on benthic macroinvertebrate communities: a meta-analysis. *Diversity and Distributions* 13: 155–165.
- Watters G. T. 1997. A synthesis and review of the expanding range of the Asian freshwater mussel *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae). *Veliger* 40: 152–156.

## Társadalmi konfliktusokat generáló ökológiai történések a Balaton életében az utóbbi néhány évtizedben – *Árvaszúnyog-rajzások*

Móra Arnold\*

**Abstract**      **Social Conflict Generating Ecological Developments in the Life of Lake Balaton in Recent Decades – Mass Swarming of Non-biting Midges.** The mass swarming of adult non-biting midges (Diptera: Chironomidae) can cause strong inconvenience to tourists, disturbing them in resting and recreational activities and often forcing them to leave home earlier than planned. This problem negatively affects the local businesses, resulting in a claim to the extermination of chironomids. Due to the fact that chironomids are essential for a healthy functioning of the ecosystem of Lake Balaton, the public claim is in conflict with environmental protection and nature conservation. However, possibilities for controlling the swarming do exist. As a first step of controlling measures, the study on the temporal pattern of swarming has been started in 2010. The characteristics of swarming during the last three years were described. The dominant species, *Chironomus balatonicus* caused the most problem at Lake Balaton. However, the swarming of this species showed high year-to-year variation. On the other hand, long-term data on swarming are not available for Lake Balaton, thus it cannot be determined whether the huge swarming recently observed is exceptional or shows a rising tendency.

**Keywords**      Chironomidae • *Chironomus balatonicus* • mass swarming • temporal variation • control

*Az utóbbi 5–6 évben a kivételesen hosszú időn keresztül és nagy mennyiségben rajzó árvaszúnyogok számos gondot okoztak a Balaton térségében. Tömegeik kívülről-belülről ellepték az épületeket, helyiségeket, gépjárműveket, és a vízparton nem lehetett semmiféle tevékenységet folytatni. A nyílt vízben a horgászok és a vitorlázók számára okoztak problémát, aminek egyik extrém esete volt, hogy a 2010-ben az árvaszúnyogok jelentős mértékben hozzájárultak ahhoz, hogy a Balatoni Kékszalag vitorlásversenyt számos versenyző feladta. Sok vendég az árvaszúnyogok által okozott kellemetlenségek miatt idő előtt eltávozott a part menti szálláshelyekről. Mindezek miatt felmerült az igény az árvaszúnyogok irtására, ami viszont természetvédelmi szempontból nem ajánlott, sőt, kifejezetten hibás megoldás lenne.*

---

\* Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet  
E-mail: mora.arnold@okologia.mta.hu

## Bevezetés

Az árvaszúnyogok (Diptera: Chironomidae) családja a legelterjedtebb és gyakran a legnagyobb faj- és egyedszámban előforduló édesvízi rovarcsoport. Az árvaszúnyogfauna összetétele, valamint az üledékben élő lárvák biomaszája szoros összefüggést mutat az adott víztér ökológiai állapotával és a víz minőségével, ezért az árvaszúnyogok fontos indikátor szervezetek az édesvizek állapotának jellemzésében.

Az árvaszúnyogok szerepe a vízi ökoszisztémákban sokrétű. Lárvaik jelentős szerepet játszanak a vizek tápanyagforgalmában, egyrészt az üledő szervesanyagok közvetlen hasznosításával, az üledékben felhalmozódó tápanyagkészlet felszabadításával, másrészt a halak és más, őket fogyasztó állatok táplálékként. Kirepülésükkel jelentős mennyiségű szervesanyagot távolítanak el a vízből, így szerepük a vizek öntisztulási folyamataiban is jelentős.

Az árvaszúnyogok jelentőségét a Balaton kutatása során is többé-kevésbé szem előtt tartották. Vizsgálatuk a 20. század eleje óta része a tó kutatásának (pl. Lenz, 1926; Zilahi-Sebess, 1932; Moon, 1934). A század közepétől anyagforgalmi és produktóbiológiai szerepüket is tanulmányozták (pl. Entz, 1964; Oláh, 1976; Dévai, 1990). Sajnos a vizsgálatokat nem folyamatosan és szélesebb körben végezték, így a rendelkezésre álló hosszú távú adatsorok rendkívül hiányosak. Rendszeres vizsgálatok csak 1995 és 2002 között történtek a Magyar Tudományos Akadémia Balatoni Limnológiai Kutatóintézetben, amelyek során tisztázták a nyíltvízi üledékben élő árvaszúnyoglárvák tér- és időbeli előfordulási jellegzetességeit, valamint az anyagforgalomban és a táplálékláncban betöltött szerepüket (Bíró és Specziár, 1998; Bíró et al., 1999; Specziár et al., 2000, 2001, 2002, 2003). Sajnos a kutatások anyagi támogatása ezután megszűnt, így az árvaszúnyog-együttesek változásairól csaknem egy évtizedet felölelő időszakból nincsenek további adatok.

2010-ben az előző két évhez hasonlóan újra feltűnően nagy számban és hosszú időn keresztül repültek az árvaszúnyogok, amely már súlyos problémát jelentett a turizmus és a tó partján élők számára, különösen a Balaton középső medencéjében. Ennek kapcsán kezdődött el az árvaszúnyogok rajzásdinamikájának vizsgálata.

## Az árvaszúnyogokkal kapcsolatos problémák

Annak ellenére, hogy az árvaszúnyogok közvetlenül nem okoznak kárt az embereknek (azaz nem szívnak vért, mint a csípőszúnyogok), tömegüknél fogva számos kellemetlenséget, problémát okozhatnak. Az utóbbi években az árvaszúnyogok – itt elsősorban a nagy testű és könnyen megfigyelhető balatoni árvaszúnyogról (*Chironomus balatonicus*) van szó – tömeges kibújása bizonyos években korán, már június elején elkezdődik, és az első nagy kirepülésre június végén sor kerül. Ezután a rajzás gyakorlatilag folyamatos egészen augusztus végéig, szeptember közepéig, amelyben szünet csak kedvezőtlen időjárási körülmények (tartós lehülés, viharos szél) hatására áll be. A repülő árvaszúnyogok milliárdjait lehet ebben az időszakban csaknem naponta megfigyelni. Ennek eredményeképp júliusban és augusztusban a rajzó árvaszúnyogok számos problémát okoznak a vízparton tartózkodóknak, pihenni vágyóknak. Néhány – a teljesség igénye nélkül – a panaszokból és a megfigyelt jelenségekből:

- a vízfelszint sokszor szinte egybefüggő bábbőr-szőnyeg (a kibújás során az árvaszúnyogok által a vízfelszínen hagyott bőr) borította, valamint ezzel kapcsolatosan a víz habosodott, kellemetlenné téve az úszást és a fürdést. Hangsúlyozni kell, hogy ez a jelenség természetes, és az emberi egészségre teljes mértékben ártal-

matlan. A bábbörök egy-két napon belül lebomlanak, illetve szeles időben a habos víz akár pár óra alatt kitisztul.

- a pihenőhelyet kereső árvaszúnyogok tömegei lepték el a legkisebb mértékben is nyitott épületeket, helyiségeket;
- tömegükkel és hangos zümmögésükkel zavarták a kempingezők nyugalvét;
- az épületek, gépjárművek külsejét ellepték, ürülékükkel elszínezték, különösen a megvilágított helyeken;
- a vízparton nem lehetett fényt gyűjtani, a fény által tömegesen odavonzott árvaszúnyogoktól nem lehetett a parton semmiféle tevékenységet folytatni;
- a nyílt vízen is számos problémát okoztak a horgászok és a vitorlázók számára, aminek egyik extrém esete volt, hogy a Balatoni Kékszalag vitorlásversenyt számos versenyző részben az árvaszúnyogok tömegei miatt adták fel (Gerő és Tordai, 2010);
- folyamatos karbantartás, takarítás volt szükséges az elpusztult egyedek hatalmas tömege miatt;
- sok vendég az árvaszúnyogok által okozott kellemetlenségek, pihenésre alkalmatlan körülmények miatt idő előtt eltávozott a part menti szálláshelyekről.

Összességében a Balatonnál az árvaszúnyogok intenzív rajzása évek óta negatív hatással van a vízparti tevékenységekre, és a turizmus számára is nagy bevételkiesést okoz. Ezek a problémák az elmúlt években erősödtek, és a csipőszúnyogok mellett az árvaszúnyogok is egyre nagyobb gondot jelentenek, amit számos, ezzel foglalkozó híradás is megerősít (Gerő és Tordai, 2010; Kiss, 2008, 2009; Vass, 2007).

### Az árvaszúnyogok rajzásának jellemzői

A rajzás vizsgálatát a Balatoni Limnológiai Intézet munkatársai a Szemesi-medencében (Balatonakali) végzik. 2010-től minden évben áprilistól októberig egy fénycsapda működik, amellyel hetente történik gyűjtés, lehetőség szerint napnyugtától napkeltéig. Az árvaszúnyogok fénycsapdás vizsgálatára még nem volt példa a Balatonon, ezért eredményeinket nem lehet korábbi vizsgálatok eredményeivel összehasonlítani; így a bemutatott munka alapállapot-felmérésnek tekinthető.

Az árvaszúnyog-együttes összetételét tekintve a domináns faj a balatoni árvaszúnyog (*Chironomus balatonicus* Dévai, Wülker & Scholl, 1983), amely akár az egyedszámok 91%-át adhatja. A fennmaradó részt adó árvaszúnyogok között legalább 30 faj különböztethető meg, amelyek általában külön-külön jóval kisebb egyedszámokban fordultak elő, mint a balatoni árvaszúnyog. A *Ch. balatonicus*-t, mint a neve is mutatja, a Balatonból írták le a tudományra új fajként (Dévai et al., 1983), ahol nagyméretű, vörös színű lárvái a nyíltvízi üledék jellegzetes lakói. Állományai jellegzetes területi és időszakos ingadozásokat mutatnak (Dévai et al., 1984; Perényi et al., 1993; Specziár és Bíró, 1998). Ezek alapján a *Ch. balatonicus* a Balaton nyugati medencéjében tömeges, míg a Siófoki-medencében csak időnként jelenik meg nagyobb számban.

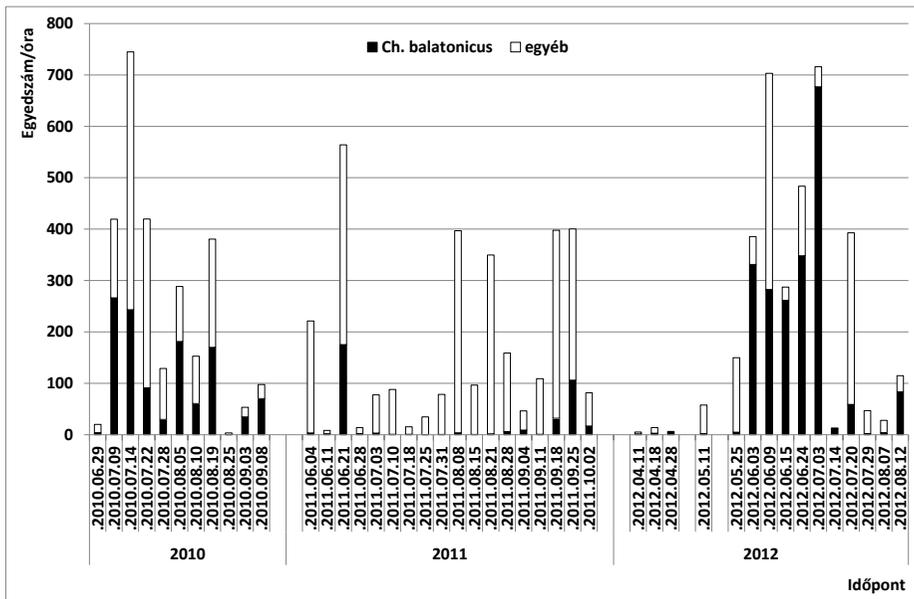
A fénycsapda éjszakánként jelentős számú árvaszúnyog egyedet fogott, ezek abszolút egyedszáma (az egy éjszaka alatt fogott egyedek száma) a rajzás csúcán 6000 körül mozgott. Ez átlagosan mintegy 2600 egyedet jelent éjszakánként a vizsgálat időszakában. Az óránkénti egyedszámok (amelyek az éjszakák eltérő hossza miatt némileg pontosabb információt adnak) 564 és 745 között voltak a három évben (1. ábra). Az árvaszúnyogok repülésében az eddigi eredmények alapján nem figyelhető

meg általános mintázat. Minden évben erőteljes rajzásra számíthatunk a nyár elején és végén. Ezen felül az árvaszúnyogok egész nyáron rajzanak, ennek intenzitása azonban jelentős ingadozásokat mutat, amelyek leginkább az időjárási viszonyok hatásának tudhatók be: viharos időben és tartós lehülés esetén kevésbé repülnek az árvaszúnyogok.

A domináns *Ch. balatonicus* tömegessége mellett az egyik legnagyobb testű faj is a Balatonban, így a vízparton tartózkodók számára ennek a fajnak a jelenléte a legérzékenyebb. Ezért indokolt ennek a fajnak a repülésmintázatát külön is elemezni. 2010-ben és 2012-ben a *Ch. balatonicus* határozta meg a teljes árvaszúnyog-együttesre jellemző rajzási mintázatot, mivel ebben a két évben az egyedek 22–91%-át adta. Ennek megfelelően a rajzási minta a fentebb leírtakhoz hasonlóan alakult: ebben a két évben a balatoni árvaszúnyog gyakorlatilag egész nyáron nagy egyedszámban rajzott (átlagosan 111–127 egyed/óra). 2011-ben egy június közepi (175 egyed/óra) és egy szeptember végi (108 egyed/óra) csúcs kivételével elenyésző volt a balatoni árvaszúnyogok mennyisége (0–10 egyed/óra).

A fénycsapdás vizsgálatok eredményeit és az adott időszakban végzett megfigyeléseket, valamint az árvaszúnyogokra érkezett panaszokat összevetve a *Ch. balatonicus* kb. 50 egyed/óra rajzási intenzitás jelenti azt a határt, ami felett már komoly problémát okoznak. Az adatokból (1. ábra) jól látható, hogy 2010-ben és 2012-ben a nyár jelentős részében a rajzás intenzitása meghaladta ezt a határt, gyakran akár ennek az értéknek a tízszeresét elérve. A többi faj azonban, kisebb mérete miatt, nem jelentős ebben a tekintetben, amit bizonyít, hogy bár 2011-ben a rajzás intenzitása elérte a kritikus óránkénti 50 egyedet, ebben az évben jóval kevesebb panasz érkezett.

**1. ábra • Az árvaszúnyograjzás intenzitása a Balaton Szemesi-medencéjében 2010–2012 között**



## Az árvaszűnyogokkal kapcsolatos problémák megoldásának lehetőségei

Az árvaszűnyogok által okozott problémák miatt felmerült a társadalmi igény az árvaszűnyogok irtására. Ugyanakkor az árvaszűnyogok fontos haltáplálék szervezetek, és a szervesanyagok eltávolításával jelentős mértékben hozzájárulnak a Balaton jó vízminőségéhez, ezért bármilyen irtásuk elkerülendő. Az viszont tény, hogy a gazdasági érdekek előbb-utóbb érvényesülnek, így ha továbbra is előfordulnak olyan évek, amelyekben az árvaszűnyogok valamilyen módon anyagi kárt okoznak, akkor valamilyen formában sor kerül irtásukra. Az viszont nem mindegy, milyen formában és keretek között történik mindez, hiszen léteznek olyan megoldások a rajzások kontrollálására, amelyekkel elérhető, hogy az árvaszűnyogok okozta károkat mérsékeljük, és a Balaton ökoszisztémája se sérüljön.

Az árvaszűnyogok által okozott problémák nem új keletűek, hiszen a világ számos részén – Afrika és Ázsia számos országában, az Amerikai Egyesült Államokban, de Európában, például Olaszországban – kellett ellenük valamilyen formában fellépni (Armitage et al., 1995). Ezek eredményeképpen ismerünk olyan megoldásokat, amelyekkel az árvaszűnyogok kontrollja, gyérítése a természetes együttesek sérülése nélkül is végrehajtható. A nemzetközi szakirodalmi adatok (összefoglalás: Ali, 1995) alapján az árvaszűnyogok elleni védekezésben elképzelhető módszerek kipróbálása és balatoni viszonyokhoz való alakítása. Ennek során vizsgálandók a fizikai (fénycsapdák), a kémiai (vegyszeres) és a biológiai (Bti) védekezés lehetőségei, mind laboratóriumi, mind terepi körülmények között. Az esetek többségében azonban ritkán volt elegendő csak egy-egy módszer alkalmazása, és általában kettő vagy több módszer kombinációja hozta meg a kívánt eredményt.

A Balaton esetében más tényezők is bonyolítják az árvaszűnyogokkal szembeni védekezést. A tó alakja (viszonylag hosszú és keskeny) és környezete (a part mentén gyakorlatilag nincsenek lakatlan területek), az árvaszűnyog-állományok tér-és időbeli változékonysága (vö. Specziár, 2008) jelentősen beszűkíti az alkalmazható módszerek körét. A Balatonon elsősorban a *Chironomus balatonicus* okozza a problémákat, ami más helyeken még nem okozott gondokat, így külön feladat, hogy ennek a fajnak a biológiáját megismerjük.

Az árvaszűnyogok kirepülése természetes folyamat, ám az elmúlt évek tapasztalatai alapján egyértelmű, hogy a Balaton árvaszűnyog-állományaiban változások történtek. Ugyanakkor a hosszú távú adatsorok hiányában nem dönthető el, hogy a tapasztalt hatalmas rajzások kivételesek, vagy ténylegesen az árvaszűnyogok mennyiségének növekvő tendenciáját mutatják. Az ellenük való védekezés igénye sok szempontból indokolt lehet, de hangsúlyoznunk kell, hogy ennek átgondolt, természeti károkat nem okozó végrehajtása nem egyszerű feladat, és csak szoros társadalmi és tudományos együttműködésekkel képzelhető el.

## Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

## Felhasznált irodalom

Ali, A. 1995. Nuisance, economic impact and possibilities for control. In: Armitage, P. – Cranston, P.S. – Pinder, L.C.V. (eds.): *The Chironomidae. The biology and*

- ecology of non-biting midges*. London – Weinheim – New York – Tokyo – Melbourne – Madras: Chapman & Hall, 339–364.
- Armitage, P. – Cranston, P.S. – Pinder, L.C.V. (eds.) 1995. *The Chironomidae. The biology and ecology of non-biting midges*. London – Weinheim – New York – Tokyo – Melbourne – Madras: Chapman & Hall
- Bíró, P. – Specziár, A. 1998. Balatoni makrobentosz biomonitorozása (1995–98). In: Salánki, J. – Padisák, J. (szerk.): *A Balaton kutatásának 1997-es eredményei*. Veszprém: MTA Veszprémi Területi Bizottsága–Miniszterelnöki Hivatal Balatoni Titkársága, 107–110.
- Bíró, P. – Specziár, A. – Tölg, L. 1999. A Balaton halállományának és bentonikus táplálékbázisának minőségi-mennyiségi felmérése. In: Salánki, J. – Padisák, J. (szerk.): *A Balaton kutatásának 1998-as eredményei*. Veszprém: MTA Veszprémi Területi Bizottsága, 85–92.
- Dévai, Gy. 1990. Ecological background and importance of the change of the chironomid fauna (Diptera: Chironomidae) in shallow Lake Balaton. *Hydrobiologia* 191: 189–198.
- Dévai, Gy. – Czégény, I. – Dévai, I. – Heim, Cs. – Moldován, J. – Preczner, Zs. 1984. Balatoni és zalai üledékek ökológiai hatásvizsgálata az árvaszúnyogok (Diptera: Chironomidae) példáján. *Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica* 1: 3–183. + 1–7. táblázat + 1–59. ábra
- Dévai, Gy. – Wülker, W. – Scholl, A. 1983. Revision der Gattung *Chironomus* Meigen (Diptera). IX. *C. balatonicus* sp. n. aus dem Flachsee Balaton (Ungarn). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 29/4: 357–374.
- Entz, B. 1964. Ernährungs-untersuchungen an Chironomiden des Balaton I. Quantitative Ernährungs-untersuchungen an Larven von *Chironomus plumosus* L. *Annales Instituti Biologica (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum* 31: 165–175.
- Gerő, A. – Tordai, Zs. (2010): Az árvaszúnyog – barát vagy ellenség? *Porthole* 6 (2010. július): 4–5.
- Kiss, N. 2008. *Árvaszúnyogok inváziója*. [http://indexbalaton.hu/?page=cikk&hir\\_lang=1&hir\\_akthely=143&hir\\_rovatid=372&hir\\_hirid=12030](http://indexbalaton.hu/?page=cikk&hir_lang=1&hir_akthely=143&hir_rovatid=372&hir_hirid=12030) (utoljára megtekintve: 2013. január 30.)
- Kiss, N. 2009. Jóból is megárt a sok – Árvaszúnyog-invázió a Balaton-parton. *Napló Online*, 2009. június 20., <http://veol.hu/belfold/jobol-is-megart-a-sok-arvaszunnyog-invazio-a-balaton-parton-1352601> (utoljára megtekintve: 2013. január 30.)
- Lenz, F. 1926. Chironomiden aus dem Balatonsee. *Archivum balatonicum* 1: 129–144.
- Moon, H.P. 1934. A quantitative survey of the Balaton mud fauna. *A Magyar Biológiai Kutatóintézet Munkái* 7: 170–189.
- Oláh, J. 1976. Energy transformation by *Tanytus punctipennis* (Meig.) (Chironomidae) in Lake Balaton. *Annales Instituti Biologica (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum* 43: 83–92.
- Perényi, M. – Bíró, P. – Tátrai, I. – Paulovits, G. – Lakatos, Gy. 1993. Biomass assessment of Chironomidae larvae in the littoral zone of Lake Balaton (Hungary). *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 25: 689–693.
- Specziár, A. 2008. Life history patterns of *Procladius choreus*, *Tanytus punctipennis* and *Chironomus balatonicus* in Lake Balaton. *Annales de Limnologie – International Journal of Limnology* 44/3: 181–188.

- Specziár, A. – Bíró, K. – Bíró, P. 2000. A Balaton makrobentoszának felmérése. In: Somlyódi, L. – Banczerowski, J. (szerk.): *A Balaton kutatásának 1999. évi eredményei*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia, 62–70.
- Specziár, A. – Bíró, K. – Bíró, P. – Vörös, L. 2002. Az üledéklakó árvaszúnyog lárvák (Chironomidae, Diptera) anyagforgalmi szerepe a Balatonban. In: Mahunka, S. – Banczerowski, J. (szerk.): *A Balaton kutatásának 2001. évi eredményei*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia, 120–128.
- Specziár, A. – Bíró, K. – Bíró, P. – Vörös, L. 2003. Az üledéklakó árvaszúnyog lárvák (Chironomidae, Diptera) anyagforgalmi szerepe a Balatonban. In: Mahunka, S. – Banczerowski, J. (szerk.): *A Balaton kutatásának 2002. évi eredményei*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia, 109–117.
- Specziár, A. – Bíró, K. – Vörös, L. – Bíró, P. 2001. Az üledéklakó árvaszúnyog lárvák (Chironomidae, Diptera) anyagforgalmi szerepe a Balatonban. In: Mahunka, S. – Banczerowski, J. (szerk.): *A Balaton kutatásának 2000. évi eredményei*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia, 124–132.
- Specziár, A. – Bíró, P. 1998. Spatial distribution and short-term changes of benthic macrofauna in Lake Balaton (Hungary). *Hydrobiologia* 389: 203–216.
- Vass, L. 2007. *Árvaszúnyog-invázió a Balatonnál*. <http://www.origo.hu/utazas/20070806-arvanyszunyoginvaziao-a-balatonnal.html> (utoljára megtekintve: 2013. január 30.)
- Zilahi-Sebess, G. 1932. Chironomiden-Studien. *Annales Instituti Biologica (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum* 5: 77–84.



## Társadalmi konfliktusokat generáló ökológiai történések a Balaton életében az utóbbi néhány évtizedben – A vízszintváltozás hatása a parti öv növényvilágára

Vörös Lajos,<sup>\*</sup> Kravinszkaja Gabriella,<sup>\*\*</sup> Présing Mátyás,<sup>\*</sup> V-Balogh Katalin,<sup>\*</sup>  
Tóth Viktor<sup>\*</sup>

**Abstract**      **Social Conflict Generating Ecological Developments in the Life of Lake Balaton in Recent Decades – Effect of water level fluctuation on the plants of the littoral zone.** While the Hungarian public was primarily concerned with the water quality of Lake Balaton in the 1980s and 1990s, low water levels and their environmental effects became the focus of public attention in 2002, 2003 as well as 2012.

Accurate and reliable monthly and yearly data about the water balance of Lake Balaton has been available since 1921. The amounts of water getting into the lake from the catchment area have been considerably less than average in nine percent of the period between 2001 and 2012; the water in the catchment area became scarce and the water levels of the lake notably decreased during the drier than average years of 2001-2004 and 2012.

*Cladophora glomerata* (filamentous green alga) appeared in large quantities in the shallow waters of the south shore in the summer of 2002, 2003 as well as 2012. It is not a new phenomenon: the first documented *Cladophora* explosion in Lake Balaton was in 1934. Scientists at the Balaton Limnological Institute (Center for Ecological Research of the Hungarian Academy of Sciences) studied the *Cladophora* vegetation of the south shore in July 2003. They found that excessive *Cladophora* growth—harming tourism with its gooey green mats and rotting muck—appeared where the water depth was lower than 30 cm. This explosion, however, is not a consequence of water pollution but an unavoidable consequence of the low water levels.

The results show that the photosynthetic apparatus of the main submerged macrophyte species have adapted to the semi-dark waters of Lake Balaton. The photosynthetic parameters of submerged macrophytes indicate that they can survive and disperse in parts of the lake where the water is no deeper than 2.2-2.3 m. It means that the area suitable for the establishment of submerged macrophytes increases by 60 percent with a 50 cm decrease in the water levels, while a 100 cm decrease means a threefold increase in the size of the area favourable for submerged macrophytes.

The decrease in water levels contribute considerably to the spread of reed. This is due the increase in drier areas suitable for sexual reproduction on the one hand and to the oxidation of sediment on the other. The emerging of a reed-covered area out of

---

<sup>\*</sup> Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet  
E-mail: voros.lajos@okologia.mta.hu

<sup>\*\*</sup>Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság

the water—even if for a short period—contributes considerably to the prevention of reed decline. The artificial stabilization of the water levels in the past fifty years has greatly contributed to the slow degradation of the flora in the littoral zone. At the same time, the low water levels of the past decade have shown that low water levels do not damage the macrophyte populations of Lake Balaton.

**Keywords** water levels • water shortage • littoral zone • invasion of filamentous green alga • submerged macrophytes • reed stands

*A Balaton életében természetes jelenség, hogy csapadékszegény periódusokban vízszintje csökken. Az ilyen időszakokban számos társadalmi konfliktus erősödik fel, így kiéleződnek a strandok és kikötők üzemeltetésének problémái. Felmerül a kotrások újraindításának szükségessége, sőt a más vízgyűjtőről való vízpótlás igénye. Igaz, hogy a tó nyíltvizének minősége alacsony vízálláskor is kifogástalan, a tó üdülésre való alkalmasságát nagyban rontja az elsősorban a sekélyvizű déli parti sávban egy fonalas zöldmoszat, az érdes békanyál (*Cladophora glomerata*) tömeges elszaporodása (pl. 2002, 2003-ban és 2012-ben), ami a strandokról elriasztja a fürdőzőket. A vízszintváltozásnak hatása van a parti sáv hínár- és nádasállományaira is, amely további konfliktusok forrása lehet.*

## Bevezetés

Amíg az 1980-as és 1990-es években a Balaton vízminőségével kapcsolatos problémák izgatták az ország közvéleményét, 2002-ben, 2003-ban (és 2012-ben) az alacsony vízállás, és annak hatásai kerültek az érdeklődés középpontjába. Ez a jelenség élénk sajtóvisszhangot váltott ki, és az is rögtön nyilvánvalóvá vált, hogy sokan sokféleképpen közelítenek ehhez a problémához (Fazekasné és Krasznainé, 2003). Ez persze nem véletlen, hiszen eltérő érdekekről van szó, más az érdeke a fürdőzőnek, más a vitorlás jachtok tulajdonosának, más a horgásznak stb. Megint más a vízépítő mérnökök érdeke, akik különböző vízpótló alternatívák tervezésével kezdenek el rögtön foglalkozni, illetve porolnak le korábbi terveket a Rába, Dráva vagy a Mura vizének Balatonba vezetésével kapcsolatban.

Azzal viszonylag keveset foglalkoztak a médiumok, hogy milyen ökológiai hatásai vannak az alacsony vízállásnak, illetve a vízszint ilyen mértékű ingadozásának. Igaz, utóbbival a szakemberek is csak ennek a rendkívüli állapotnak a kapcsán kezdtek el célzottan foglalkozni, ami egyébként érthető, hiszen a megelőző néhány évtizedben ilyen alacsony vízállás nem fordult elő (legutóbb 1949-ben volt a 2002-2003 évihez hasonlóan alacsony a vízszint). Az alacsony vízállás pedig nemcsak azért teremtett konfliktus helyzeteket, mert megnehezítette a hajózást, hanem mert kiváltotta a legfeltűnőbb és legmarkánsabb ökológiai jelenséget, a fonalas zöldalga (*Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing 1843) elburjánzását a déli part strandjain, ami egyben jelentősen csökkentette a tó idegenforgalmi vonzerejét. Kevésbé gyorsan és látványosan, de az alacsony vízállás drasztikus hatással volt a vízparti nádasok életére is. Dolgozatunkban ezért először bemutatjuk magát a jelenséget, a vízállásváltozás hidrológiai hátterét, majd foglalkozunk a vízálláscsökkenés parti öv algavilágára, hínárosaira és nádasaira kifejett hatásaival.

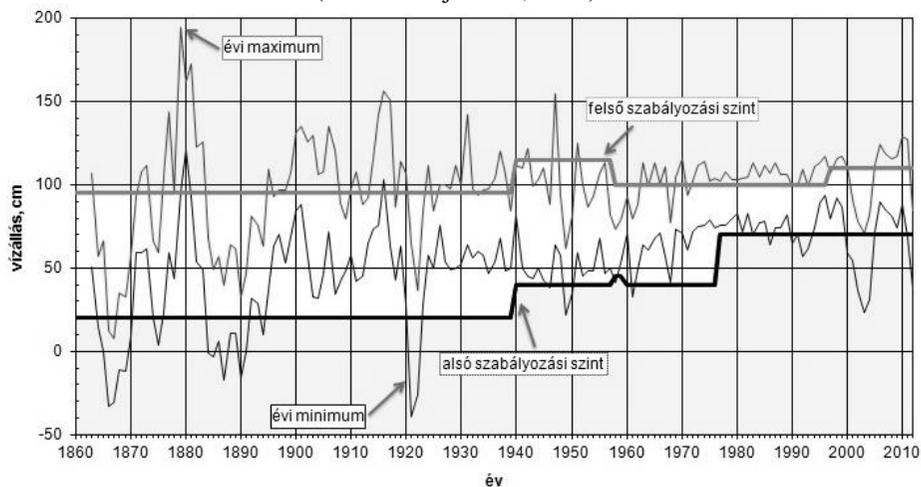
## A Balaton vízkészlet-változásai a közelmúltban

Cholnoky Jenő már 1932-ben felismerte, hogy a tó rendkívüli szépsége, különleges környezete jelentős nemzetgazdasági értéket is képvisel (Cholnoky, 1936). A környezeti és gazdasági érték megőrzése ma már állami feladat, amelynek megfelelő ellátása megbízható alapismereteket, elemzéseket és egyben szélesebb kitekintést is igényel. A tó esetében a vízállásváltozáson keresztül, közvetett módon több természeti tényező is értékelhető, a vízmennyiség változása nyomon követhető. Ugyanakkor a vízmennyiség változása is befolyásolhatja egyéb környezeti, természeti tényezőket, ökológiai, gazdasági és társadalmi változásokat indukálhat. Vagyis a vízállásváltozások (vízkészlet-változások) felfoghatók a tó „alfájának és omegájának”. Az alábbiakban a tó szabályozott időtartamára vetítve tekintjük át röviden ennek a tényezőnek az alakulását, különös tekintettel a közelmúlt szélsőségeire.

A Balaton 600 km<sup>2</sup> felületével, 3,4 m-es átlagos mélységével és mintegy 2 km<sup>3</sup> vízmennyiségével Közép-Európa legnagyobb sekélyvizű tava, ezért a Balatont mind mennyiségi, mind vízminőségi vonatkozásban a környezeti változásokra való nagyfokú érzékenység jellemzi. A tó vízmennyiségének időbeli változását a természeti tényezők együttesen határozzák meg, amely legkézzelfoghatóbban a tó vízállásának változásában mutatkozik meg (1. ábra).

### 1. ábra • A Balaton évi minimális és maximális vízállásai 1863–2012

(Kravinszkaja et al., 2012 )



1863-ig a Balaton vízállása a máigól merőben eltérő hidrológiai viszonyok között alakult ki, mert a vízgyűjtő terület a mostaninól lényegesen eltérő, őszállapotú öblözetekkel, növényborítottsággal, művelési kultúrával és a többletvíz leeresztési lehetőségének hiányával volt jellemezhető. A tó lefolyása a Sió zsilipen és csatornán keresztül 1863 óta szabályozott, a már rendszeresen mért vízállások azonban még mindig jelentős vízszintingadozásokat mutatnak. A Sió-zsilip többszöri átépítése és a Sió-meder vízszállító-képességének bővítése lehetővé tette a vízszintszabályozás fokozatos finomítását, mely leegyszerűsítve a szabályozási sáv szűkítését és emelését jelentette. A tóból történő vízlevezetés mértékét és időtartamát a mindenkor vízgazdálkodási igények és a vízszint-szabályozási rend határozták meg.

Az 1997 óta alkalmazott és 2003-ban bevezetett új vízszint szabályozási rend szerint a Balaton vízállását a Siófoki vízmérce „0” pontjára vonatkoztatva (103,41 m B.f.) éves időléptékben a 70–110 cm közötti szabályozási sávban kell a kezelőnek tartani, amit a H/6375-3/2002-12. számú vízjogi üzemeltetési engedély és a mellékletét képező üzemeltetési szabályzat ír elő. A szabályozási sáv havi bontásban, mindig a hó elejére határozza meg a tartandó vízszinteket, úgy, hogy az év egészére a maximális vízszintben a 110 cm-t jelöli meg. Ennek a vízszintnek a meghatározását hat éves előkészítő munka előzte meg, a korábbi közel 30 évben ez a maximum 10 cm-rel alacsonyabb, tehát 100 cm volt. A jelenlegi vízszinttartási rend tehát, az előző sokéves szabályozáshoz képest már 60 millió m<sup>3</sup> többletvíz tározását jelenti.

Az érvényben lévő megemelt vízszint ötvözi a figyelembe vehető igények többségét, prioritási sorrendek szem előtt tartásával. A prioritások között a legelső helyen a nyári idény kezdetére történő magas vízszinttartás szerepel. Az idegenforgalmi időszak optimális 110 cm-rel történő indítása úgy érhető el, ha a tó természetes tavaszi áradási időszakban (november–április) keletkező többlet vízmennyiségből annyi vizet ereszt le a kezelő a tóból, amennyit a biztonságos vízgazdálkodás megkövetel. Ez a lehetőség – a vízeresztéssel történő szabályozás tehát – csak akkor áll rendelkezésre, ha a téli-tavaszi áradási időszakban, vagy egyéb rendkívüli hidrometeorológiai helyzet (pl. Angéla és Zsófia viharciklonok okozta áradás) következtében tartósan 110 cm-t meghaladó vízszintek alakulnak ki. Ha az áradás mértéke elmarad a sokéves értékektől és nem alakul ki tavaszra a tóban tartósan 110 cm-t meghaladó vízszint, úgy vízeresztésre nincs lehetőség.

A Balaton vízmennyiségi változásának (vízállásváltozásának) elemzéséhez 1921 óta állnak rendelkezésre ellenőrzött, megbízhatónak tekinthető havi és évi bontású vízháztartási mérlegek. Ezek alapján azt mondhatjuk, hogy a Balaton átlagos meteorológiai és hidrológiai viszonyok mellett lefolyásos tó, az átlagos évi lefolyás megközelíti a tó felületére érkező átlagos évi csapadékmennyiséget. A tó felületére sokéves átlagban 61 cm csapadék hullik, a legkevesebb évi csapadékot, 30 cm-t 2011-ben, a legtöbbet, 93 cm-t 2010-ben jegyezték fel. Az 1970-es évektől azonban – a korábbi időszakokhoz képest – nagyobb számmal fordultak elő az átlagosnál szárazabb évek, mikor is a tó lefolyástalan. Ugyanebben az időszakban külön figyelmet érdemel az átlagosnál szárazabb évek (3, 7, 4 egymást követő év) évcsoportokban történő jelentkezése. Ez a jelenség halmozódó vízhiányt eredményez, amely kedvezőtlenül érinti a tó vízforgalmát, jelentős és tartós vízkészlet- és vízszintcsökkenést okoz (Farkas et al., 2011).

A természeti tényezők közül a legnagyobb változékonyságot a hozzáfolyás mutatja. A legkisebb évi hozzáfolyást (29 cm) két egymást követő évben, az aszályos 2002–2003-ban, a legtöbbet (197 cm) 1965-ben jegyezték fel. A vízgyűjtőről származó vízszállítás átlag alatti értékei és időtartama, különösen az 1980-as évek első felétől napjainkig számottevően növekedtek. Korábban nem tapasztalt hozzáfolyás-hiány alakult ki a Balaton vízgyűjtőn először nyolc egymást követő (1988-1995) évben, majd rövid kihagyás után tíz egymást követő évben (2000-2009), majd 2011-2012. években is hiányhalmozódás tapasztalható. A köztes rendkívül vízbő 2010. évben a lehulló csapadék egy része az átlagosnál szárazabb évek következtében részlegesen kiürült felszín alatti vízkészletek pótlódására fordítódott és csak a fennmaradó csapadékhányadból keletkezett a tó vízkészletét gyarapító hozzáfolyás.

Az elmúlt 13 évben a vízgyűjtőről érkező vízmennyiségek az időszak 9%-ában az átlagtól jelentősen elmaradtak, erősen vízhiányos a vízgyűjtőterület, és természetesen az átlagosnál jóval szárazabb években (2001–2004, 2012) egyáltalán nem volt leeresztés. A leeresztésre jutó többletvíz-készletek 1970-es évek közepétől mutatkozó

csökkenése egyúttal a tó vízcsere-aktivitásának lassulására, csökkenésére is felhívja a figyelmet.

További kiemelésre méltó tény az, hogy az 1921 és 1999 közötti időszakban a tó emberi hatástól mentes (vízleeresztés, vízhasználatok a tóból) évi vízmennyiségi egyenlege mindig pozitív volt. Ez azt jelenti, hogy a tóban a csapadék és hozzáfolyás együttes vízmennyisége több volt, mint az onnan elpárolgó víz mennyisége. Az utolsó 13 éves időszakban 7 olyan év fordult elő, amikor a „természetes bevétel” kisebb volt, mint a „természetes kiadás”! Tényként kell elfogadni tehát, hogy a jelenlegi alacsony vízállást nem a gondatlan kezelői magatartás, hanem az objektív hidrológiai körülmények eredményezték.

A szélsőséges éghajlati értékek – függetlenül attól, hogy azok a jelenlegi éghajlat változékonysága, vagy egy változásban levő éghajlat részeként jelennek meg – mindenképpen arra intenek, hogy megjelenésüknek olyan vízháztartási-vízjárési következményei vannak, amik a Balaton jelenlegi üdülő jellegű hasznosításában a nem-fenntartható állapotot idézhetik elő. A vízszintszabályozás esetleges módosítása önmagában nem képes ellensúlyozni az egyes vízháztartási elemeknél mutakozó anomáliákat és azok hosszú távú hatásait. A Balaton felső szabályozási vízszintjének további 10 cm-rel történő megemlése (120 cm-re) csak jelentős mértékű műszaki intézkedések bevezetése esetén lenne elfogadható, ami éves szinten több százmillió Ft többletköltséget igényelne. Csak így lehetne megakadályoznia a vízszintemelésből eredő déli-parti elöntéseket, a csapadékcatornák vízlevezetésének ellehetetlenülését, a kiépült infrastruktúra védelmét.

## **A *Cladophora* zöldmoszat inváziója a Balaton déli partján**

### ***A Cladophora* zöldmoszat jellemzése**

A *Cladophora* fajok édes és tengervízben egyaránt előfordulnak, telepeik több méteres méretet is elérhetnek, speciális un. rhizoid sejtekkel rögzülnek a meder köveihez vagy más szilárd szubsztrátumhoz. A kedvezőtlen időszak átvészelésére a megvastagodott sejtfalú alapi (bazális) sejtek szolgálnak, mint kitarósejtek. Tengerpartokon gyakori jelenség, hogy a megnövekedett szárazföldi tápanyag input következtében a *Cladophora* hatalmas gyepeket képez, amelynek lebomlásakor gyakran oxigénhiány lép fel, ami a kagyló és ráktelepeken károkat okoz. A *Cladophora* a mérsékelt és a meleg égövi tengerekben közönséges, de a sarki vizekből hiányzik. Az édesvízi *Cladophora* fajok a vízi élőhelyek sokféleségét képesek benépesíteni, a hegyi patakotól az eutróf tavakig és az egész világon elterjedtek. Gyakran káros mértékben elszaporodnak nagy külső foszforterhelés mellett. Az édesvízi fajoknak számos morfológiai (sejtméret, elágazási mintázat stb.) variációja van. Transzplantációs kísérletek azt mutatták, hogy az elágazási mintázat nagyon függ a környezettől, elsősorban a vízáramlás sebességétől. A legújabb molekuláris alapú rendszertani tanulmányok azt sugallják, hogy legfeljebb néhány, de nagy valószínűséggel csak egy édesvízi faj létezik (Marks & Cummings, 1996).

Az édesvízi *Cladophora glomerata* (érdes békanyál) gyakran szaporodik ivartalanul, kétostoros zoospórákkal. Szaporodását és növekedését a hőmérséklet, a nappalok hossza, a napfény erőssége, B-vitamin ellátottság szabályozza (Hoffmann, 1990). Sejtfalában szilícium (Si) van, ezért szaporodásához ez az elem is szükséges (Moore & Traquair, 1976). A *Cladophora* megtapadásra alkalmas szilárd szubsztrátum esetén képes erős hullámzást is elviselni. Tömege közepes vízmozgás esetén gyakran nagyobb, mint a lassan vagy nagyon gyorsan folyó vízben. Ha a vízáramlás sebessége

kisebb, mint 10 cm/sec, szaporodása gátolt, mert nem biztosított a kellő mértékű difúzió a tápanyagfelvételhez (Stevenson, 1996). A *Cladophora* erős sejtfaa édesvizekben nagyon jó szubsztrátumot jelent az epifitonok számára a litorális övben, ezért különösen fontos mikrohabitat az epifitikus mikróbák és az azokat fogyasztó gerinctelen állatok számára.

Az Erie tóban, ahol a litorális övben elég tápanyag van a *Cladophora* számára a perifiton elterjedése térben limitált. Gyakorlatilag minden megfelelő szubsztrátum (ezek a parti kövek) *C. glomerata*-val benépesített, miközben a *Cladophora* maga is szubsztrátumul szolgál és a litorális öv funkcionális területét nagyságrendekkel megnöveli. A *C. glomerata* számára az előfordulás maximális mélységét a fény határozza meg, az Erie tóban ez a mélység  $28 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  (Lorenz et al., 1991).

### ***A Cladophora* zöldmoszat tömegprodukcója a Balatonban**

A *Cladophora glomerata* a déli part sekély vizében 2002, 2003 nyarán (és 2012-ben is) hatalmas tömegben jelent meg. A *C. glomerata* tömeges elszaporodása a Balatonban nem új jelenség. Már 1934-ben is észlelték, hogy a „*Cladophora* nevű moszatot óriási mennyiségben vetik partra a Balaton hullámai”. Elterjedését vizsgálva megállapították, hogy a *Cladophora* túrzások a Siófok és Balatonlelle közötti partszakaszra jellemzőek és „Balatonszemes térségében olyan tömegben lepi el a partot, hogy a fürdőtelep vezetőségének egészen komoly gondot okoz. Időről időre eltakarítják, kupacokba szedik, de néhány nap alatt újból ellep mindent. A fürdőzők undorodnak ettől, a partot elborító nyálkás, zöld anyagtól.” (Mihályi, 1936). A *Cladophora* kérdéssel azóta senki sem foglalkozott a Balaton vonatkozásban, Sebestyén és munkatársai 1949 őszén ugyan vizsgálták az alacsony vízállással kapcsolatos biológiai jelenségeket a Tihanyi-félszigeten (Sebestyén et al., 1951), sajnos a déli part állapotáról még említést sem tesznek.

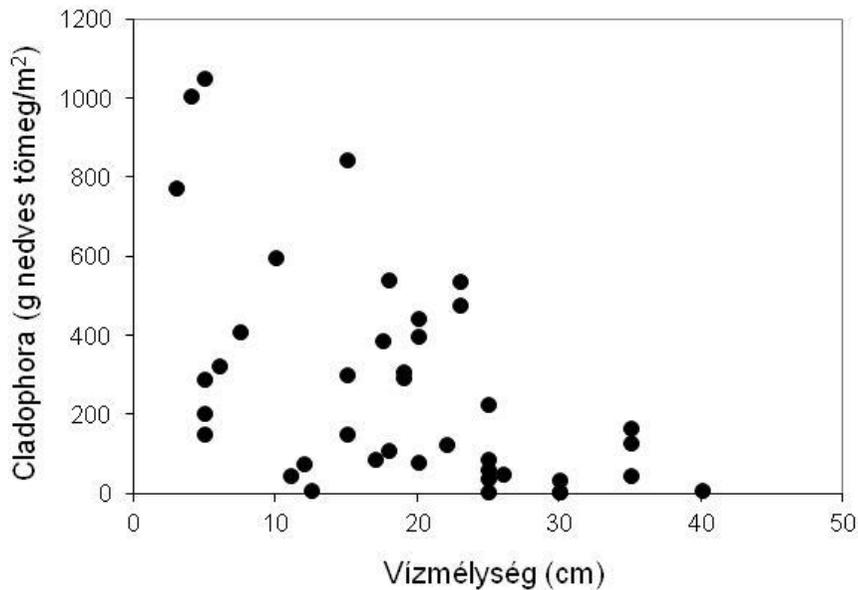
A mai nevén MTA Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet munkatársai a déli part *Cladophora* vegetációját 2003. júliusában Balatonszabadi és Balatonberény között kilenc mintavételi szelvény 45 pontján mérték fel a releváns fizikai, kémiai és biológiai környezeti paraméterek meghatározásával egyetemben, beleértve az állományalkotó szubmerz vízinövény fajokat is, valamint kísérleteket végeztek az elterjedését szabályozó környezeti tényezők megismerése céljából (Vörös et al., 2004).

A mérések alapján megállapították, hogy július közepén és végén a Balaton déli partjának nádmentes területein mindenütt gazdag *Cladophora* gyepek alakultak ki, a mező szélessége 60 és 120 méter között változott, átlagosan 100 m széles volt. Az egységnyi tófelületre eső alगतömeg rendszerint a partközeli területeken volt a legnagyobb és a parttól távolodva csökkent, miközben a vízmélység nőtt (2. ábra).

A 2. ábrán jól látható, hogy fonalas algagyep 40 centiméternél mélyebb vízben a Balaton déli partján nem tud kialakulni. Mélységbeli elterjedését azonban nem a fény szabályozza, mint az Erie tóban, hiszen a Balaton 1 méteres mélységébe a felszínre érkező fotszintetikusán aktív sugárzásnak legalább 15 %-a lejut, ez pedig egy nyári napon akár  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  fényintenzitást jelent, nagyságrenddel többet, mint a limitáló intenzitás (Lorenz et al., 1991).

A mintavételek során tett megfigyelések egyértelműen azt mutatták, hogy *Cladophora* csak ott van, ahol hínárnövények is vannak. A déli part homokja nem megfelelő szubsztrátum a telepek rhizoid sejtjeinek megtapadására, a homokból kibukkanó néhány centiméteres fiatal hínárhajtások azonban megfelelő tapadási, rögzülési felületet kínálnak a *Cladophora* számára. A mérések eredménye szerint a *Clado-*

2. ábra • A *Cladophora* tömegének változása a vízmélység függvényében a Balaton déli partján 2003 júliusában



*phora* biomassája (nedves tömege) 4 és 1050 g/m<sup>2</sup> között változott a déli part 100 méter széles parti sávjában, átlagosan 253 g volt négyzetméterenként. Az egységnyi partvonalra (parthosszra) eső *Cladophora* száraz tömeg 1760 g szt./m és 21260 g szt./m között változott. A maximális és egyben kiugróan magas értéktől eltekintve az egységnyi partvonalra eső átlagos alगतömeg 4180 g szt./m volt. Az a parthossz, ahol a *Cladophora* dúsan tenyészt - ortofotókon végzett mérések szerint- 55 kilométerre tehető, ami egyben azt is jelenti, hogy a *Cladophora* becsült össz-tömege kerekén 230 tonna szárazanyag volt. Összehasonlításul megemlítjük, hogy ugyanekkor vízfelületen a tó mély vizében a lebegő algák össz-tömege még a Keszthelyi-medence nyári biomassza csúcsértékével számolva is mindössze 28 tonna száraz tömeget jelent. 2003 július végén egyébként a planktonikus algák becsült össz-tömege a Balatonban 270 tonna száraz-tömeget tett ki, azaz a *Cladophora* gyepl szervesanyag tömege gyakorlatilag megegyezett a tó egészének planktonikus alगतömegével (Vörös et al., 2004). Itt kell megjegyeznünk, hogy ehhez hasonló részletes felmérést 2012-ben nem végeztünk, de a terület bejárása alapján megállapítottuk, hogy a *Cladophora* invázió mértéke ebben az esztendőben megközelítette a 2003-évit.

A *Cladophora* tömeges elszaporodását rendszerint a tengerek, tavak parti övének növekvő foszforterhelésével magyarázzák (Graham & Wilcox, 2000). A Balatonban minden bizonnyal nem erről van szó. A déli parton júliusban van elegendő fény a gyors szaporodáshoz, a szaporodásnak a magas hőmérséklet is kedvez, a nádas öv nélküli partszakaszokon mindenütt előforduló hínárnövények pedig megfelelő tapadási felületet biztosítanak számára. A hínárokhoz tapadó fonaltömegeket a tó hosszten-gelyére merőleges uralkodó szél által keltett hullámok nem tudják a partra kivetni, ugyanakkor a gyakran cserélődő víztömegek gondoskodnak a folyamatos, bár alacsony koncentrációjú tápanyag (foszfor és nitrogén) utánpótlásról. Erre utalnak azok a mérési eredmények is, amelyek szerint a *Cladophora* gyepekben az oldott reaktív P

koncentrációja nem tér el a nyíltvizétől. Ugyanakkor a sejtek foszfortartalma nem mutatott tendenciózus területi különbségeket, átlagosan  $824 \pm 299$   $\mu\text{g/g}$  száraz tömeg volt. Ez másképpen fogalmazva azt jelenti, hogy a sejtek száraztömegének 0,08 % volt a P, ami erős foszforlimitációt jelez, hiszen az 0,16 %-nál kezdődik (Planas et al., 1996).

A nyári kánikulában a sekély részeken, ahol a *Cladophora* fonalszövedéke sűrűn borította a területet, a víz hőmérséklete jóval meghaladta a nyíltvizét, mintavételek alkalmával gyakran a 35 °C-ot is elérte, ez pedig a laboratóriumi fotoszintézis mérések eredményei szerint egyértelműen serkentette annak fotoszintézisét, igaz 30 °C-felett légzése jelentősen megnőtt (Kovács et al., 2005). Mindent összevetve azonban kijelenthető, hogy a magas hőmérséklet a *Cladophora* elszaporodásának egyértelműen kedvező körülmény (Vörös et al., 2004; Vörös, 2009).

Összefoglalva a *Cladophora* balatoni előfordulásáról és annak körülményeiről szerzett ismereteinket kijelenthető, hogy a tó üdülésre való alkalmasságát káros mértékben befolyásoló tömegprodukciója nyáron, 30 centiméternél sekélyebb vízben tud kialakulni, de ez nem vízszennyezés, hanem az alacsony vízállás szükségszerű következménye.

## A vízszintváltozás hatása hínárosokra és nádasokra

### A hínárosok

A hínárok elterjedését elsősorban a fény határozza meg (Tóth és Herodek, 2008, 2011; Tóth és mts., 2011; Vári és Tóth 2008), sőt lényegében addig beszélünk parti zónáról, amíg a tó fenekére elég fény jut le a hínár nettó fotoszintéziséhez (úgynevezett eufotikus zóna). A Balaton fő jellemzője a mélységéhez viszonyított nagy területe, így a legkisebb szél is intenzív felkeveredéshez vezet. Ez magyarázza azt a tényt, hogy miért nem borítja a Balaton teljes területét hínár. A vízszint csökkenése jelentősen módosítja a tó eufotikus zónájának méretét.

A vizsgálataink kimutatták, hogy a legfontosabb balatoni hínár fajok fotoszintetikus rendszerei sikeresen adaptálódtak a Balaton félhomályos vizéhez (Tóth és Herodek, 2008, 2011; Tóth és mts., 2011). A hínárok fotoszintetikus paraméterei alapján kiszámítható a növények eufotikus zónája. A kapott adatok azt mutatják, hogy a hínárok a tóban legfeljebb a 2,2-2,3 méteres vízmélységű területeken terjedhetnek el. Ebből kiszámítható a Balatonban eufotikus területe, sőt előrevetíthető annak változása a vízszint csökkenés során (1. táblázat). A sekélyebb Balatonnak ugyanis egyre nagyobb része lesz élhetőbb a hínárok számára (1. táblázat).

Az 1. táblázatból kiderül, hogy már 50 cm-es vízszintcsökkenéssel is nagyjából 60%-kal nő az eufotikus zóna, míg 100 cm vízszintcsökkenés közel megháromszorozza a hínároknak kedvező területek méretét (1. táblázat).

### 1. táblázat • A Balaton eufotikus területe ( $\text{km}^2$ -ben, illetve az adott vízszintnek megfelelő tóterület %-ában) adott vízszinteknél (Siófoki vízmérce alapján)

vízszint	$\text{km}^2$	tóterület %-a
110 cm	67,7	10,4
60 cm	111,3	17,1
10 cm	188,4	29,0

Feltételezhető, hogy a vízszint csökkenésével a Balaton átlaghőmérséklete is nőni fog, ennek következtében valószínűsíthető a melegkedvelő és egyben tüskés fajok (*Ceratophyllum demersum* és *Najas marina*) elterjedése. Ezt a két faj nem kedvelt táplálékforrása sem a madaraknak, sem a halaknak, így az elterjedésüknek nem lesz biológiai korlátja sem.

Természetesen a fény csak szükséges, de nem elégséges feltétele a hínár elterjedésének. A sikeres megtelepedéshez további tényezők is szükségesek, pl. kellő állagú és tápanyagtartalmú üledék, és lehetnek területek, ahol a hullámozás mechanikai hatása gátolhatja a hínárok terjedését.

### **A nádasok**

A nád (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) a Balaton partjának egyik ékköve. Gyakran eléri a 4 m-es magasságot (Tóth, 2007; Tóth és Szabó, 2012). Élvelő, enyhén fásodó szárú, vizet kedvelő és tűrő növény. A nád vizes környezetben, így a Balatonban is elsősorban kúszó gyökértörzseivel terjed, ezért a nád biomasszája javarészt (2/3-a) az üledékben található.

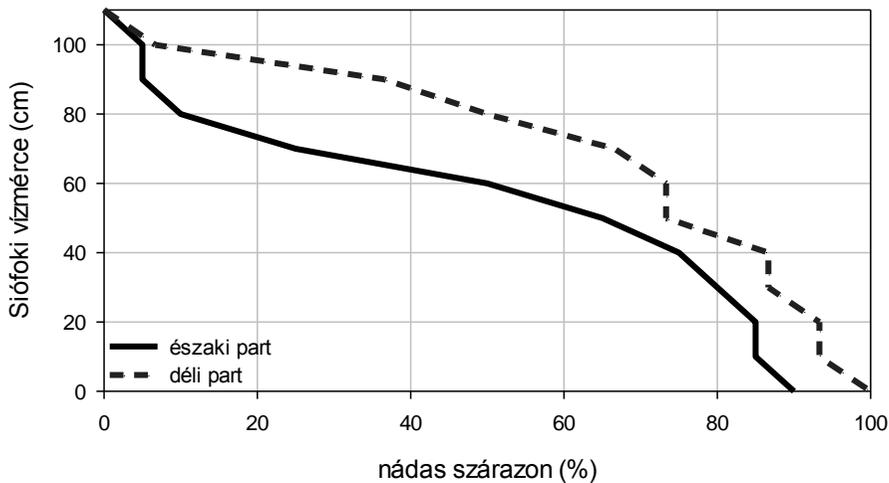
A nádasok üledéke egy speciális mikrobiológiai közösségnek ad otthont (Van Der Putten et al., 1996; Armstrong et al., 2000). Ezek a mikrobák a vízbe és az üledék felszínére kerülő tápanyagokat felhasználva lebontják a nádas elhalt szerves részeit, amihez az üledék nitrogén és foszfor tartalmait használják fel. A baktériumok csak az üledék erős redukációjával tudnak ezekhez a tápanyagokhoz hozzáférni. A mikrobiális lebontás következtében az üledék jelentős része redukálódik, vagy is fellép a hipoxia (oxigéntartalom csökkenése) és esetenként az anoxia (teljes oxigénhiány) (Van Der Putten et al., 1996; Armstrong et al., 2000). A hipoxia esetén a nád rizómái, gyökerei összetömrülnek, ami a víz feletti részek sűrűsödéséhez vezet (a nád babásodása), az anoxia esetén a gyökértörzs nem jut elegendő oxigénhez, ezért a nád az adott területen elpusztul.

Ehhez hozzájárul a nád eléggé speciális szaporodási stratégiája. Mint minden növény, a nád is két módon, vagyis ivaros és ivartalan (vegetatív) módon képes a szaporodásra. A vízzel nem, vagy időszakosan borított területeken a két szaporodási forma egyensúlyban van, ezzel szemben a vízzel borított területeken az ivaros és ivartalan szaporodás közötti egyensúly teljes mértékben felborul (Haslam, 1969, 1970). A mag vízre hullva elpusztul, de a már kicsírázott magok esetében a jelentéktelennek tűnő vízszintemelkedés (~10 cm) is komoly károkat okoz (Armstrong és mts. 2000).

A vízszint csökkentése jelentősen hozzájárul a nádas elterjedéséhez. Ez egyrészt az ivaros szaporodásra alkalmas területek (szárazulatok) növekedésével, másrészt az üledék oxidálásán keresztül valósul meg. Egy adott nádas területnek a szárazra kerülése már egy rövid időre is jelentős segítség a nádpusztulás háttérbe szorításához. Vizsgálataink azt mutatják, hogy az alacsonyabb vízállás főleg a déli parton mutatja ki intenzívebb hatását (1. ábra). A síófoki vízmérce 60 cm-es szintjénél az északi part nádasának 50%-a, míg a déli part nádasának 70%-a kerül szárazra, tehát vízben álló nádas nagyobbik részét nem fogja víz borítani (3. ábra). Természetesen a vízszint további csökkenésével a nádasnak a többi része is szárazra kerül (3. ábra).

Összefoglalva a hínárokról és nádról szerzett ismereteinket, elmondható, hogy évszázadokon keresztül a Balaton jelentős vízszintingadozása olyan fajoknak kedvezett, amelyek jelenleg is a Balatonban találhatóak. A vízszint mesterséges stabilizálása az elmúlt fél évszázadban óhatatlanul előidézte a parti zóna növényzetének lassú degradálódását. Ilyen mértékű és intenzitású emberi beavatkozás evolúciós léptékben nagyon gyors folyamat, így a növények nem képesek sikeresen alkalmazkodni a Bala

**3. ábra • A vízszint csökkenése következtében a szárazra került nádasok (a tó összterületének %-ában) a Balaton északi és a déli partján**



ton stabil vízszintjéhez, ezért helyenként változó ütemben, de folyamatosan visszaszorulnak.

A hínár és a nád ökológiai állapotának sikeres javítása azon múlik, hogy merjük-e visszaállítani a Balaton természetes vízszintingadozását. Az utóbbi évtized alacsony vízszintje megmutatta, hogy a Balaton növényközösségeiben az alacsony vízszint nem okoz kárt, így el kell fogadnunk, hogy az alacsony vízszint elsősorban az embereket zavarja.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### Felhasznált irodalom

- Armstrong, W., Cousins, D., Armstrong, J., Turner, D. W., Beckett, P. M. 2000. Oxygen Distribution in Wetland Plant Roots and Permeability Barriers to Gas-exchange with the Rhizosphere: a Microelectrode and Modelling Study with *Phragmites australis*. *Annals of Botany* 86: 687–703.
- Cholnoky Jenő 1936. *Balaton*. Budapest: Franklin
- Farkas, A., G. Kravinszkaja, K. Kutics, P. Pomogyi, & Gy. Varga 2011. Project EULAKES Ref.No. 2CE243P3, European Lakes under Environmental Stressors (kézirat).
- Fazekasné Mulesza O. & Krasznainé Szabó K. 2003. Széles a Balaton vize? 170 év a tó történetéből, ahogy az újságok megírták. Városi Könyvtár Siófok. p. 119.
- Graham, L. E. & L.W. Wilcox 2000. *Algae*. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ 07458, Printed in the United States of America
- Haslam, S. M. 1969. The development and emergence of buds in *Phragmites communis* Trin. *Annals of Botany* 33: 127–131.

- Haslam, S. M. 1970. The development of the annual population in *Phragmites communis* Trin. *Annals of Botany* 34: 571–591.
- Hoffmann J. P. 1990. Dependence of photosynthesis and vitamin B12 uptake on cellular vitamin B12 concentration in the multicellular alga *Cladophora glomerata*. *Limnol. Oceanogr.* 35: 100–108.
- Kovács W. A., Németh B., Présing M., Tóth N. & Vörös L. 2005. A *Cladophora* fonalas zöldalga fotoszintézisének hőmérséklet és fényfüggése a Balatonban. *Hidrológiai Közöny* 85: 81–84.
- Kravinszkaja G., Babócs-Pápai E. & Varga Gy. 2012. *A Balaton vízháztartásának szélsőségei a közelmúltban*. Balatoni Integrációs Közhazsnú Nonprofit Kft.
- Lorenz, R. C., M.E: Monaco, C. & E. Herdendorf 1991. Minimum light requirements for substrate colonization by *Cladophora glomerata*. *J. Great. Lakes Res.* 17: 536–542.
- Marks, J. C. & Cummings, M. P. 1996. DNA sequence variation in the ribosomal internal transcribed spacer region of freshwater *Cladophora* species (Chlorophyta). *J. Phycol.* 32: 1035–1042.
- Mihályi F. 1936. A *Cladophora* tömeges előfordulása a Balaton tórzásaiban 1934-ben. *MBKI Munkái* VIII: 241–246.
- Moore, J. F. & Traquair, J. A. 1976. Silicon, a required nutrient for *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. *Planta* 128: 179–182.
- Planas, D., S. C. Maberly, & J. E. Parker 1996. Phosphorus and nitrogen relationships of *Cladophora glomerata* in two lake basins of different trophic status. *Freshwater Biol.* 35: 609–622.
- Sebestyén O., Entz B. & Felföldy L. 1951. Alacsony vízállással kapcsolatos biológiai jelenségekről a Balatonban 1949-őszén. *Annal. Biol. Tihany* XX: 127–160.
- Stevenson R. J. 1996. An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. In: R. J. Stevenson et al. (eds): *Algal Ecology*. Avademoc Press, New York, 3–30.
- Tóth, V. R., Vári, Á., Luggosi, S. 2011. Morphological and photosynthetic acclimation of *Potamogeton perfoliatus* to different environments in Lake Balaton. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 40: 43–51.
- Tóth, V. R., & Herodek, S. 2011. Seasonal shift of dominance in a submerged rooted macrophyte community of Lake Balaton. *Annales de Limnologie–International Journal of Limnology* 47: 141–150.
- Tóth, V. R. & Herodek, S. 2008. Seasonality of photosynthesis of *Potamogeton perfoliatus* in Lake Balaton. *Hidrológiai Közöny* 88: 215–218.
- Tóth, V. R., & Szabó, K. 2012. Morphometric structural analysis of *Phragmites australis* stands in Lake Balaton. *Annales de Limnologie–International Journal of Limnology* 48: 241–251.
- Tóth, V. R. 2007. A Balaton északi és déli part nádasainak morfometriai összehasonlítása. In Mahunka, S., Banczerowski, J. (eds.): *A Balaton kutatásának 2006. évi eredményei*. Budapest, MTA Kiadója, 15–39.
- Van Der Putten, W. H., Peters, B. A. M. & Van Der Berg, M. S. 1996. Effects of litter on substrate conditions and growth of emergent macrophytes. *New Phytologist* 135: 527–537.
- Vári, Á., & Tóth, V. R. 2008. A *Potamogeton perfoliatus* morfológiájának összehasonlító vizsgálata a Balaton északi és déli partján. *Hidrológiai Közöny* 88: 231–237.

- Vörös L. 2009. A Balaton algaegyütteseinek szerepe és szabályozó tényezői. In: Bíró P. & Banczerowski J.-né (Eds.) *A Balaton-kutatások fontosabb eredményei 1999–2009*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest 45–60.
- Vörös L., Kovács A., Pajer Gy. & Mózes A. 2004. A Balaton planktonikus és üledék-lakó algaegyütteseinek szerepe és szabályozó tényezői. In: Mahunka S. & Banczerowski J.-né (Eds.) *A Balaton kutatásának 2003. évi eredményei*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest 7–15.

## Halastavak hidrobiológiai vizsgálata a Balaton déli vízgyűjtőjén

Körmendi Sándor\*

**Abstract**      **Hydrobiological research of fish ponds on the southern catchment area of Lake Balaton.** This article is designed to bind former fish production in fish ponds in the south basin of Lake Balaton to the present work, and thus provide the basis for efficient, environmentally friendly technology and development. We also aim to illustrate the problems that can contribute to the solution of the protection of the waters of the southern basin of the lake and water quality.

**Keywords**      hydrobiology • fish ponds • water quality • zooplankton

### Bevezetés

A Balaton déli vízgyűjtőjén található halastavak vizsgálatát az akkori Balatoni Halászati Rt megbízásából 1996–2004. között végeztük.

A kutatási munka első szakaszában (1996–1999) a balatonlelle-irmapusztai, fonyód-zardavári, varászlói, buzsáki, marcali üzemegységekben elsősorban a halastavak tápanyagforgalmával, vízminőségének alakulásával, a természetes haltáplálékkészlet (zooplankton) dinamizmusával, kvalitatív és kvantitatív összetételével, a kacsahal rendszerek halhozamra és vízminőségre gyakorolt hatásaival és különböző takarmányozási rendszerekben a halnövekedés vizsgálatával foglalkoztunk más és más halnépesítési sűrűség, szerkezet és korosztály esetében.

2000–2003. között alapvető célkitűzésünk volt, hogy rendszeres hidrobiológiai vizsgálatokkal a halastavak, mint mesterségesen létesített és fenntartott vizek vízminőségét, annak változását monitorozzuk és adatokat szolgáltatassunk az ökológiai alapokon nyugvó, gazdaságos, környezetkímélő halgazdálkodás kialakításához, valamint vizsgáljuk a halastavak környezetre (Balatonra) gyakorolt hatását.

A Balaton déli vízgyűjtőjén található halastavak vízminőségének változásáról és vízbiológiai állapotáról korábban alig volt irodalom (Jaczó, 1939, Ponyi et al. 1973, 1974), csupán saját vizsgálataink eredményei állnak rendelkezésre (Körmendi 1997, 2000, 2001, 2002), valamint a kutatási jelentések (Körmendi, 1996–2004)

---

\* Kaposvári Egyetem Agrár- és Környezettudományi Kar  
E-mail: kormendi.sandor@ke.hu

Jelen dolgozatban a Balaton déli vízgyűjtőjén található fonyód-zardavári, balatonlelle-irmapusztai és varászlói halastavak vizsgálatának (1996–2004) eredményeit mutatjuk be.

Az 1996–2003. között folytatott kutatások alapját képezik a 2013-2014. között folyó kutatásainknak. Célunk, annak feltárása, hogy a megváltozott környezeti, gazdasági és tulajdon-viszonyok között milyen és milyen mértékű változások történtek a halastavak vízminőségében.

## Anyag és módszer

Balaton Halászati Rt. vizsgált üzemegységei:

Fonyód-Zardavári	F.1 (42 ha), F.2 (48 ha), F.3.(43 ha);
Balatonlelle-Irmapusztai	I.2 (25 ha), I.8 (71 ha), I.9 (69 ha);
Varászlói	V.5 (65 ha), V.9 (23 ha);

### 1. táblázat • A népesítési sűrűség és népesítési szerkezet változása 1999–2003 között

	1999	2000	2001	2002	2003
Népesítési szerkezet: tenyész (ponty:egyéb)	84:16	84:16	82:18	82:18	86:14
Népesítési sűrűség (ponty db/ha)					
<u>kihelyezés:</u> tenyész	1187	878	714	846-1578	628-923
ivadék	7303	4467	2759	3775	3790-8846 (13262 !!)
Népesítési sűrűség (ponty kg/ha)					
<u>kihelyezés:</u> tenyész	390	366	297	362-650	189-369
ivadék	261	249	140	131	237-326

Megjegyzés: 1999–2001. évi adatok a BHRT valamennyi tavának átlagait, míg a 2002. évi adatok csak a vizsgált tavak kihelyezési adatait tartalmazzák.

Ivadéknevelés az I.2. és V.9. tavakban, a töbi tóban tenyész és étkezési hal előállítására folyt.

Vizsgálatainkat április és október között végeztük. A vízkémiai és zooplankton vizsgálatokhoz kétheti mintavételi gyakorisággal sávosan vettük a merített és mélységi átlagmintákat.

A vizsgált paraméterek az alábbiak voltak:

- pH, vezetőképesség, átlátszóság, hőmérséklet, anorganikus-N formák, foszfát-P,  $KOI_{sMn}$ , klorofill-a, lúgosság, vízkeménység
- zooplankton fajösszetétel, egyedszám, ülepített szeszon, hasznosítható zooplankton mennyiség.

A vízkémiai vizsgálatok során a pH-t, vezetőképességet, anorganikus-N formákat és a foszfát foszfort HANNA rendszerrel műszeresen ill. fotometriásan, az átlátszóságot Secchi-módszerrel a helyszínen mértük, a KOI-t permanganometriásan, a klorofill-t fotometriásan, a keménységet komplexometriásan, a lúgosságot acidi-alkalimetriásan a laboratóriumban határoztuk meg (Felföldy, 1987).

A zooplankton vizsgálatokhoz 50 liter vizet szűrtünk át 25 és 60  $\mu$ -s planktonhálón, majd a tartósítás formalinnal történt. A mikroszkópi feldolgozás során a Rotatoria, Cladocera, Copepoda fauna kvalitatív és kvantitatív meghatározása történt Bancsi (1986, 1988), Bottrell et al. (1976), Németh (1998), Gulyás és Forró (1999, 2001), Einsle (1993) munkái alapján. Az ülepített szeszon mennyiségét Imhof-kehellyel 60 perces ülepítéssel, míg a hasznosítható zooplankton mennyiségét a domináns fajok méretfelvételezését követően tömegmeghatározással számoltuk ki.

A tóiszap kémiai vizsgálata 3 alkalommal a Kaposvári Egyetem Központi Laboratóriumában történt. Szervesanyag-, szárazanyag-tartalom, összes-N, összes-P, makro- és mikroelemek analizisét végezték el Msz-ISO szabvány szerint.

A statisztikai analíziseket SPSS 8.0 programcsomag segítségével végeztük el.

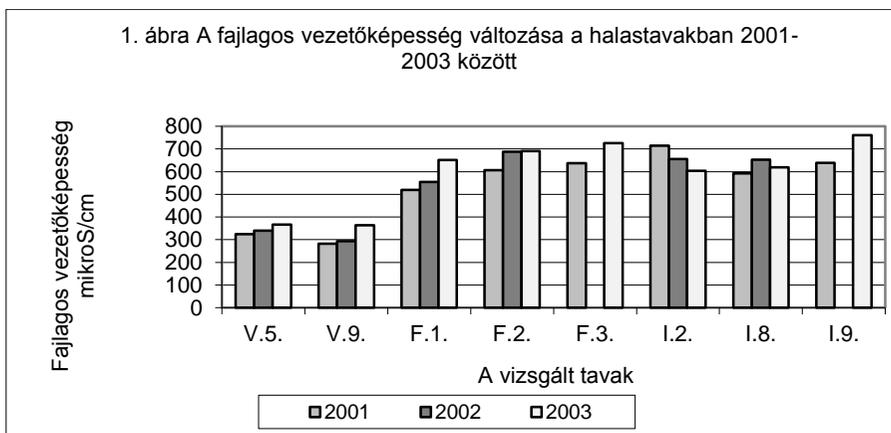
## Eredmények

### *A vízkémiai vizsgálatok eredményei*

Az 1996–1999. évekkel összehasonlítva a 2000–2003. közötti meleg és csapadékszegény időjárás következtében kialakult vízhiány miatt a tenyészidőszakban az üzemi vízszint tartása nehézségeket okozott. Emiatt jelentős mértékű a vízminőség változás a tavakban a korábbi években mért adatokkal összehasonlítva. Ez az eltérés megmutatkozik a vizsgált paraméterek koncentráció-értékeinek alakulásában és a paraméterek szezonális változásában is.

A halastavakban 7,7 és 10,10 közötti **pH értékeket** mértünk. Az ivadéknivelő tavakban ( I.2. és V.9. tavak) a legnagyobb mértékű a pH ingadozása és e tavakra jellemzőek a legmagasabb pH értékek is. Ezért különös figyelmet kell fordítani a továbbiakban a pH csökkentésére (pl. mészkőpor adagolása).

A **fajlagos vezetőképesség** (összes ion-koncentráció). A csapadékszegény időjárás és a rendszeres vízpótlás hiánya miatt a vezetőképesség évenkénti átlagai valamennyi tóban növekedtek az I.2. és I.8. tavak kivételével. Az I.2. tóban a jelentős vízszint csökkenés mellett a teljes vízfelszint elborító makrovegetáció az elmúlt időszakot figyelembe véve először jelent meg. A vezetőképesség csökkenését a biogén mészkőkiválás és a kacsatrágya hiánya okozta. Az I.8. halastóban a vezetőképesség gyakorlatilag nem változott 2001-2003 között. A vizsgált tavakban a fajlagos vezetőképesség 190 és 780 mikroS/cm értékek közötti, tehát összességében megfeleltek a halastavakra kialakított határértékeknek. A Balaton melletti (F.1., F.2., F.3., I.2., I.8. I.9.) tavakban szignifikánsan ( $P < 0,0001$ ) magasabb a vezetőképesség, mint a varáslói üzemegység tavaiban.. A F.1. halastó vezetőképessége szignifikánsan ( $P < 0,001$ ) kisebb a másik fonyódi tó és az irmapusztai tavakétól. Ennek oka az, hogy e halastóba rendszeres vízpótlás történt a Keleti-Bozótól illetve a Balatonból, az irmapusztai tavak esetében viszont a Tetves-patakól alig volt vízutánpótlás.(1. ábra)



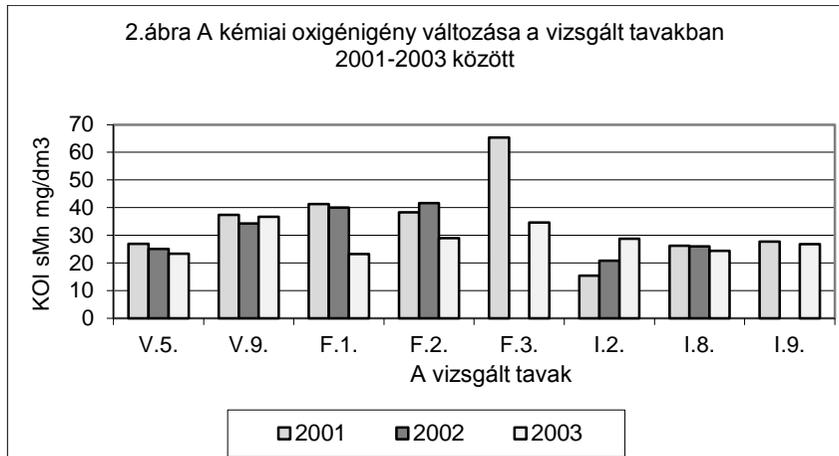
A **szervesetlen növényi tápanyagok (N és P formák)** általában meghaladták a halastavakra termelésbiológiai szempontból meghatározott határértékeket. Vagyis a szervesetlen N (ammónia-ammónium-N, nitrit-N, nitrát-N) mennyisége általában  $1,1 \text{ mg/dm}^3$ , az oldott reaktív foszfát-P  $0,15 \text{ mg/dm}^3$  felett volt. Mivel a tavak vizének lúgossága  $2,1\text{--}7,7 \text{ mmol/dm}^3$  közötti volt, ezért a tenyésztésidőszak túlnyomó részében a primer produkció szempontjából tápanyag limitáció nem volt, annak ellenére, hogy a tavakban semmilyen tápanyagpótlás nem történt (mű- és szervestrágyázás). A halastavi kacsatartás 1999-ben befejeződött.

Az ammónia-ammónium-N koncentráció a tenyésztésidőszak alatt  $0,4$  és  $1,8 \text{ mg/dm}^3$  között változott. A legalacsonyabb értékeket a V.9., I.8., míg a legmagasabbakat az I.2. tavakban mértük. Ez utóbbi halastavakban volt a legnagyobb mértékű az ammónia-ammónium koncentráció ingadozása. Az oldott reaktív foszfát-P koncentrációk  $0,00$  és  $2,90 \text{ mg/dm}^3$  közöttiek a vizsgált tavakban. A  $\text{PO}_4\text{-P}$  koncentrációk szezonális alakulása a vizsgált tavak többségében a magyarországi halastavakra általánosan jellemző tendenciájú, az I.2. tó kivételével. Ennek valószínű oka, hogy a kacsatenyésztés megszűnése óta nem telt még el annyi idő, hogy a kacsatrágya hatása még mindig ne érvényesüljön. Ennek pontos kiderítése további alapos vizsgálatokat igényel.

A **vízkeménység**  $6,3\text{--}20,7 \text{ NK}^\circ$  között változott az egyes tavakban. A legalacsonyabb értékeket a varászlói és nagyatádi, míg a legmagasabbakat a fonyódi üzemegység tavaiban mértük. A V.9. tó alacsony vízkeménysége a vízinövények (mikro- és makrofíták) intenzív fotoszintetikus tevékenysége miatt bekövetkező biogén mész-kiválással magyarázható (Ezzel egy időben kialakuló asszimilációs lúgosodás jelentősen növeli a víz protonaktivitását).

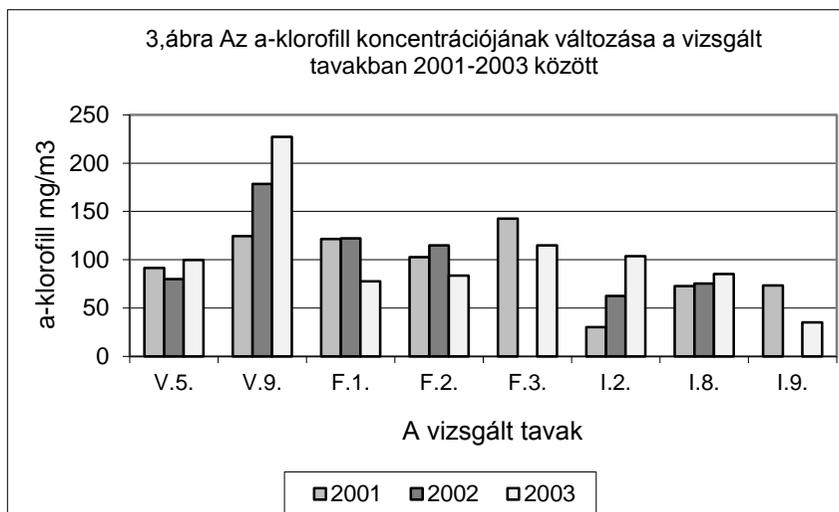
A **kémiai oxigénigény (KOI<sub>sMn</sub>)** valamennyi tóban tavasztól ősziig, természetesen az egyes tavakban eltérő mértékben, fokozatosan növekedett. Júliustól valamennyi tóban meghaladta a halastavakra megadott határértékeket. Ennek ellenére a legtöbb vizsgált tóban jelentős mértékű halpusztulás nem volt. A nem szűrt (eredeti) mintákból meghatározott KOI  $7,8\text{--}60,8 \text{ mg/dm}^3$  értékek közötti volt a vizsgált tavakban. Az ivadéknevelő tavakban a legnagyobb KOI értékeket a vízvirágzásokkor mértük. Ezzel szemben a fonyódi tavakban az igen magas KOI értékeket a fitoplankton mellett a szél miatt felkeveredő tözegetes iszap okozta.

Megállapítható, hogy a KOI ilyen mértékű növekedése a jövőben a haltermelés korlátozó tényezője lehet, ezért a továbbiakban meg kell találni a megfelelő módszereket e probléma megoldására (2. ábra).



A fitoplankton mennyiségét kémiai módszerrel, az **a-klorofill koncentrációjának** mérésével határoztuk meg. A KOI változásához hasonlóan az ivadéknivelő tavakban a legnagyobb mértékű a tenyidőszakon belüli változás a rendszeresen kialakuló vízvirágzások miatt.

Termelésbiológiai szempontból az irodalmi adatok szerint  $100\text{--}200\text{ mg/m}^3$  (átlagosan  $150\text{ mg/m}^3$ ) a-klorofill koncentráció a megfelelő (3. ábra).



A statisztikai vizsgálatok szerint a KOI, az a-klorofill és az átlátszóság értékek között valamennyi halastó viszonylatában az alábbi összefüggéseket találtuk:

	Pearson koreláció	Szignifikancia
KOI – a-klorofill	0,870	0,01
a-klorofill - átlátszóság	-0,531	0,01
KOI - átlátszóság	- 0657	0,01

**Lehalászáskor az elfolyó vízzel eltávozó szervesetlen N és P mennyisége**

A számítások során 1m átlagvízmélységet vettük alapul, tehát  $1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^3$ .

Szervesetlen-N =  $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+\text{-N} + \text{NO}_2^-\text{-N} + \text{NO}_3^-\text{-N}$

Szervesetlen-P =  $\text{PO}_4\text{-P}$

**2. táblázat • Az elfolyó szervesetlen N és P mennyisége**

<b>Halastó jele</b>	<b>Elfolyó szervesetlen-N kg/ha</b>	<b>Elfolyó szervesetlen-P kg/ha</b>
<b>V.5.</b>	13,8	2,2
<b>V.9.</b>	9,9	0,4
<b>F.1.</b>	15,6	3,1
<b>F.2.</b>	16,3	3,1
<b>F.3.</b>	16,9	3,5
<b>I.2.</b>	14,4	3,3
<b>I.8.</b>	12,9	1,9
<b>I.9.</b>	13,2	2,0

A 2. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a halastavakról az elfolyó vízzel jelentős mennyiségű növényi tápanyag távozik, ami környezetvédelmi (pl. a Balaton eutrofizálódása) és gazdasági (pl. a természetes hozam növelése) szempontból is a vízforgalom, a vízkormányzás lehetőségeinek átgondolását, a víztakarékos technológiák kialakításának kutatását teszi szükségessé.

A halastavakról elfolyó víz KOI és a-klorofill tartalma meghaladja a befogadókra meghatározott határértéket. Ugyanakkor azonban megjegyzendő, hogy az elfolyó vízben számos olyan „anyag” van, amely nem a haltenyésztési technológia során keletkezik (pl. tőzeges tavak huminanyagai) és sok formált szervesanyag (pl. fito-, és zooplankton szervezetek), amik a módszerből fakadóan (savas roncsolás) jelentős mértékben megnövelik a víz oxigénfogyasztását. Mindebből fakadóan egy a halászati szempontokat szemelőlő tartó intenzív tógazdasági technológia a szigorú környezetvédelmi előírásokat nem tudja betartani. (Az egy külön konzultációt megérdemelné, hogy ezek a határértékek milyen szakmai indokok alapján lettek meghatározva!) Ezért a tógazdaságokat rendszeresen megbüntetik. Ugyanakkor azonban nem lehet összehasonlítani a halastavakról elfolyó vizet pl. a kommunális szennyvízzel. Másképpen megfogalmazva, a halastavakból azonnali élelmezési célra lehet a halat értékesíteni, de az a közeg, amiben ezt a terméket előállították szennyvíznek minősül?

A vizsgálataink igazolták, hogy a halastavakról elfolyó víz vízkémiai értékei nem rosszabbak, mint a lápos területekről átemelt vizek összetétele.

Nehezen értelmezhető az is, hogy a szakhatóságok miért nem veszik figyelembe a halastó és a befogadó védett felszíni víz (pl. Balaton) közötti tér és időbeli távolságot, mert a kibocsátó és a védett befogadó közötti akár több kilométernyi távolságon (pl. a halastó és a védett víztér közötti vízfolyásban a nagy tartózkodási idő, egyéb más szennyező forrás miatt) a víz minősége jelentős mértékben megváltozhat, ami nem lehet a halastavakat üzemeltető felelőssége. A halgazdálkodást évek óta sújtja a nagymértékű csapadékhiány. Ezért a tenyésztésidőszakban általában vízpótlás történik és átfolyó víz nem jelenik meg a műtárgyaknál. Ebből fakadóan a befogadó vizek terhelése csak a tenyésztésidőszak végén az őszi lehalászások idején történik. A halastavi eredetű tápanyagterhelés tehát nem folyamatos. Az utóbbi években tápanyag-utánpótlás (pl. a

klasszikus halastavi technológiák szerinti mű- és szervestrágyázás) nem jellemző illetve nem lehetséges a halastavakban.

### A tóiszap-vizsgálatok eredményei

A mintákat minden esetben az etetősávoktól és etetőkaróktól távol jelöltük ki.

Az adatok alapján az iszapban jelentős - hektáronként 20-30 cm-s iszaprétegben több száz kg-nyi - nitrogén és foszfor mennyiség van, ezért megfelelő feltárási, hasznosítási eljárások a tápanyagpótlás legkézenfekvőbb megoldásai lehetnek (3. táblázat). Különösen így van ez a Balaton, mint kiemelt vízminőségvédelmi terület közelében, ahol másfajta (pl. szerves vagy műtrágyázás) beavatkozások elképzelhetetlenek.

A felső iszapréteg tápanyag-, makro- és mikroelem tartalma lényegesen nagyobb a tőzegénél. A kitermelt iszap és a szerkezetet adó tőzeg megfelelő arányban történő együttes értékesítése kiváló talajjavító termék, aminek értékesítése jelentős árbevételt jelenthet.

3. táblázat • A tóiszap vizsgálatok átlageredményei (n=3)

A vizsgált tavak		V.5.	V. 9.	F. 1.	F. 2.	F. 3.
Szárazanyag-tartalom	%	22,6	36,2	19,8	21,2	21,8
100 % szárazanyagra vonatkoztatva						
Szervesanyag-tartalom	%	17,5	12,9	39,1	38,1	34,3
Nitrogén	%	0,89	0,66	1,84	1,75	1,79
Foszfor	g/kg	1,27	1,18	1,03	0,99	0,87
Kalcium	g/kg	86,8	58,5	176,7	202,9	232,4
Magnézium	g/kg	5,7	6,3	9,1	11,1	10,8
Nátrium	g/kg	0,50	0,44	0,33	0,36	0,39
Kálium	g/kg	1,8	2,2	0,7	0,9	1,1
Mangán	mg/kg	571,7	841,0	428,3	321,7	408,1
Réz	mg/kg	8,7	8,0	11,5	9,5	11,8
Cink	mg/kg	49,1	66,9	32,6	28,7	32,1
Vas	mg/kg	20043	31875	2721	2531	2061

A vizsgált tavak		I. 2.	I. 8.	I. 9.
Szárazanyag-tartalom	%	32,1	19,0	20,9
100 % szárazanyagra vonatkoztatva				
Szervesanyag-tartalom	%	15,1	28,0	28,5
Nitrogén	%	1,18	1,43	1,24
Foszfor	g/kg	1,76	0,83	0,89
Kalcium	g/kg	148,0	97,2	98,7
Magnézium	g/kg	10,5	11,1	10,9
Nátrium	g/kg	0,50	0,39	0,40
Kálium	g/kg	1,7	1,3	1,3
Mangán	mg/kg	620,3	334,6	385,8
Réz	mg/kg	14,2	9,2	11,1
Cink	mg/kg	61,9	37,3	39,9
Vas	mg/kg	16028	6657	6992

### A zooplankton vizsgálatok eredményei

A kvalitatív vizsgálatok célja elsősorban a halastavak vízminőségének jellemzése és monitoring alapján a változások (pl. szukcessziós folyamatok) analízise, valamint a halastavak termelésbiológiai állapotának jellemzése, a produkciós biológiai vizsgálatokhoz szükséges alapadatok gyűjtése.

A halastavakban a vizsgálati időszak alatt 63 Rotatoria, 29 Cladocera és 14 Copepoda taxont találtunk. Az előforduló taxonok döntő többsége euriók, kozmopolita (Illies, 1978), melyek Magyarország vizeiben általánosan elterjedtek.

Figyelemre méltó néhány ritka, hazai halastavakban eddig még meg nem talált taxon rendszeres, nagy egyedszámban való előfordulása: *Brachionus diversicornis* f. *homoceros* Wierzejski, *Brachionus forficula* f. *forficula* Wierzejski.

A nyíltvízi zónában vett mintákban az euplanktonikus taxonok 35-50%-ban (Rotatoria 40%, Cladocera 35%, Copepoda 50%) fordulnak elő a többi taxon elsősorban metafitikus, de fenéklakó is gyakran előfordult.

A biológiai indikáció alapján (Arora, 1966; Lannan et al., 1986; Gulyás, 1998) a taxonok többsége  $\beta$ -mezozaprób és  $\alpha$ -mezozaprób (poliszaprób), valamint mezo-eutróf, eu-politróf vízminőséget jelez. A fajösszetétel tavon belüli átalakulása a tenyésztidőszakban jelzi a tápanyag dúsulási folyamatot.

A ponty monokultúrás (1965 előtti időszak) és a polikultúrás haltermelési rendszerekben (1965 után) a zooplankton taxonok előfordulási gyakorisága a tenyésztidőszak folyamán lényegesen különbözik. Donászy (1965) eredményeit összehasonlítva (274 magyarországi halastóból gyűjtött 1881 zooplankton minta) saját vizsgálataink során kapott adatokkal (12 dél-dunántúli halastóból vett 864 zooplankton minta) az alábbiak állapíthatók meg:

- mind monokultúrás, mind polikultúrás halastavi rendszerekben a domináns szervezetek a Cyclopoida taxonok az előfordulási gyakoriság alapján.
- polikultúrás halastavi rendszerekben csökken a *Daphnia*, *Diaphanosoma* és néhány Rotatoria taxon, de jelentősen nő a *Moina*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Calanoida*, valamint a *Brachionus* taxonok jelentősége.
- a halnépesítési sűrűség csökkenése a legnagyobb mértékben a *Calanoida* taxonok előfordulási gyakoriságát növeli meg.

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a ponty monokultúrás tavakban a *Bosmina*-*Cyclopoida* adult dominancia jellemző.

Az ivadéknevelő tavakban a tavaszi *Daphnia pulex*, *D. magna* dominanciát június végétől a *Moina*-*Bosmina*-*Cyclopoida* juvenilis váltja fel.

A valószínűleg a környezeti tényezők (vízminőség, az időjárás (éghajlat?) és a halgazdálkodás, stb.) változásának hatására a meghatározott zooplankton taxonok előfordulási gyakorisága is jelentős mértékben átalakult (5. táblázat). E tény megmagyarázása további kutatásokat igényel.

4. táblázat • A halastavakban talált zooplankton taxonok listája

Rotatoria	
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse)	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)
<i>Asplanchna brightwelli</i> Gosse	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse)	<i>Keratella cochlearis</i> v. <i>macracantha</i> (Lauterborn)
<i>Asplanchnopus multiceps</i> (Schrank)	<i>Keratella cochlearis</i> v. <i>tecta</i> (Gosse)
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	<i>Keratella quadrata</i> (O.F.Müller)

<i>Brachionus budapestinensis</i> Daday	<i>Keratella valga</i> (Ehrenberg)
<i>Brachionus calyciflorus f. anuraeiformis</i> (Brehm)	<i>Lecane bulla</i> (Gosse)
<i>Brachionus calyciflorus f. amphiceros</i> (Ehrenberg)	<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda)
<i>Brachionus calyciflorus f. calyciflorus</i> Pallas	<i>Lecane cornuta</i> (O.F.Müller)
<i>Brachionus calyciflorus f. dorcas</i> (Gosse)	<i>Lecane hamata</i> (Stokes)
<i>Brachionus calyciflorus f. spinosus</i> (Wierzejski)	<i>Lecane luna</i> (O.F.Müller)
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday)	<i>Lecane obtusa</i> (Murray)
<i>Brachionus diversicornis f. homoceros</i> Wierzejski	<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg)
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias	<i>Lepadella patella</i> (O.F.Müller)
<i>Brachionus forficula</i> Wierzejski	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg)
<i>Brachionus leydigi</i> Cohn	<i>Platyas patulus</i> (O.F.Müller)
<i>Brachionus quadridentatus f. brevispinus</i> (Ehrenberg)	<i>Platyas quadricornis</i> (Ehrenberg)
<i>Brachionus quadridentatus f. quadridentatus</i> Hermann	<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson)
<i>Brachionus rubens</i> Ehrenberg	<i>Polyarthra euryptera</i> (Wierzejski)
<i>Brachionus urceolaris</i> O.F.Müller	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin
<i>Cephalodella catellina</i> (O.F.Müller)	<i>Pompholyx complanata</i> Gosse
<i>Cephalodella exigua</i> (Gosse)	<i>Proalides tentaculatus</i> Beauchamp
<i>Colurella adriatica</i> Ehrenberg	<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg
<i>Colurella uncinata</i> (O.F.Müller)	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet	<i>Testudenella patina</i> (Hermann)
<i>Enteroplea lacustris</i> Ehrenberg	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias)
<i>Epiphanes senta</i> (O.F.Müller)	<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof)
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	<i>Trichocerca longiseta</i> (Schrank)
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg)	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn)
<i>Filinia opoliensis</i> (Zacharias)	<i>Trichocerca rattus</i> (O.F.Müller)
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson)	<i>Trichocerca vernalis</i> (Hauer)
	<i>Trichotria pocillum</i> (O.F.Müller)
Cladocera	
<i>Alona affinis</i> (Leydig)	<i>Leptodora kindti</i> (Focke)
<i>Alona costata</i> Sars	<i>Megafenestra aurita</i> (Fischer)
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F.Müller)	<i>Moina brachiata</i> (Jurine)
<i>Alona rectangula</i> Sars	<i>Moina macrocopa</i> (Straus)
<i>Alonella excisa</i> (Fischer)	<i>Moina micrura</i> Kurz
<i>Alonella nana</i> (Baird)	<i>Oxyurella tenuicaudis</i> (Sars)
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Müller)	<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine)
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.Müller)	<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F.Müller)
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine)	<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird)
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.Müller)	<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.Müller)
<i>Daphnia cucullata</i> Sars	<i>Sida crystallina</i> (O.F.Müller)
<i>Daphnia longispina</i> O.F.Müller	<i>Simocephalus exspinosus</i> (Koch)

<i>Daphnia magna</i> Straus	<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.Müller)
<i>Daphnia pulex</i> Leydig em. Scourfield	<i>Tretocephala ambigua</i> (Lilljeborg)
<i>Diaphanosoma brachiurum</i> (Liévin)	
Copepoda	
<i>Acanthocyclops robustus</i> (Sars)	<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine)
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer	<i>Macrocyclops fuscus</i> (Jurine)
<i>Cyclops vicinus</i> Ulianine	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine)
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus)	<i>Mesocyclops leuckharti</i> (Claus)
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer)
<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars)	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars)
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars)	<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer)

5. táblázat • A zooplankton taxonok előfordulási gyakorisága a minták %-ában

TAXONOK	A VIZSGÁLATI IDŐSZAK		
	1957–1962 (DONÁSZY)	1996–1999	2000–2004
Asplanchna sp.	87	82	86
Brachionus angularis	47	42	28
B. calyciflorus	31	90	96
B. diversicornis	6	83	82
B. falcatus	5	27	20
Filinia sp.	11	37	32
Euchlanis dilatata	5	7	7
Hexarthra sp.	20	4	3
Keratella cochlearis	58	46	77
K. quadrata	29	51	42
Polyarthra sp.	67	82	73
Trichocerca sp.	1,5	18	39
„Egyéb Rotatoria”	7	0,5–13	1–16
Alona sp.	0	6	19
Bosmina longirostris	66	98	94
Chydorus sp.	22	33	65
Diaphanosoma sp.	5	0,5	0,5
Daphnia sp.-k	72	41	38
Ceriodaphnia sp.	0	11	10
Leptodora kindti	0	6	5
Moina sp.-k	0	51	44
Nauplius	86	100	100
Cyclopoida sp.-k	87	100	100
Calanoida sp.-k	13	27	41

### A zooplankton kvantitatív vizsgálatának eredményei

A kvantitatív vizsgálatok célja halastavakban elsősorban az optimális takarmányozási technológia kialakítása, a természetes hozam növelése. Következésképpen halastavi rendszerekben a halak által hasznosítható zooplankton tömegének és időbeli változásának meghatározása alapvető fontosságú, ezért az egy-, két-, háromnyaras

halakat nevelő tavak esetén 500 µm feletti mérettartományú zooplankton állomány tömegét javasoljuk megadni, rendszertani hovatarozás nélkül (Körmendi és Hancz, 2000).

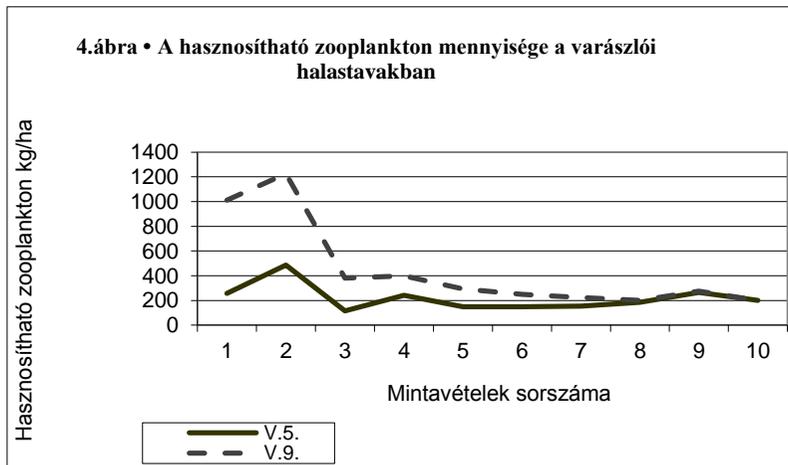
Vizsgálataink szerint a domináns taxonok az egyedszám alapján a halastavakban az alábbiak: *Brachionus calyciflorus*, *B. diversicornis*, *B. falcatus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Asplanchna sp.*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *Moina micrura*, *M. brachiata*, *Cyclops sp.*, *Acanthocyclops robustus*, *Eudiaptomus gracilis*.

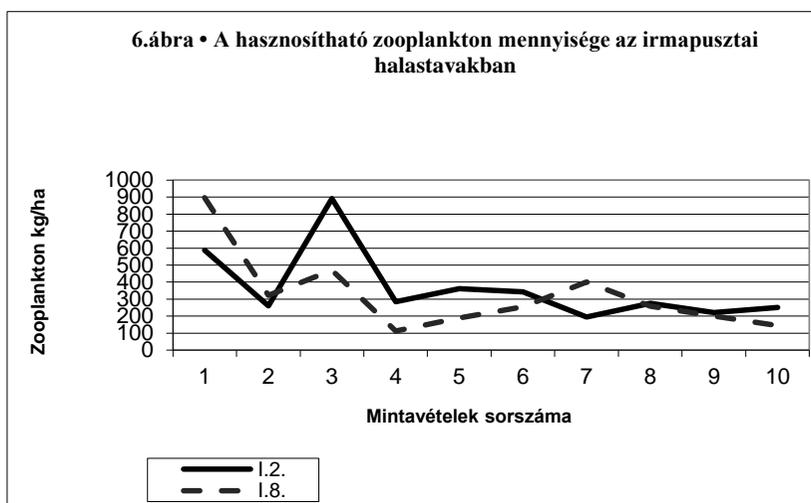
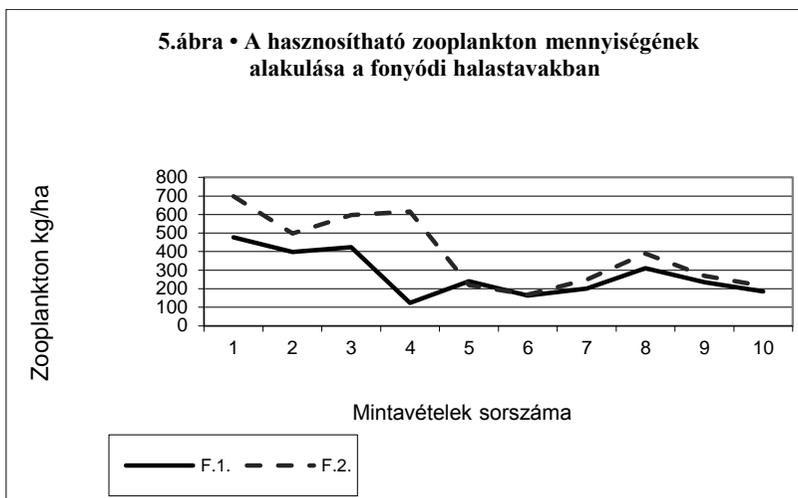
A domináns taxonok a biomassa alapján: *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Moina sp.-k*, Cyclopoida és Calanoida adult taxonok. A zooplankton biomassa szezonális változását a 4. 5. 6. ábrákon mutatjuk be.

A fonyódi tavakban és az irmapusztai 2. tóban a tenyésztőidőszakban átlag zooplankton értékek az országos átlag fölöttiek (290 kg/ha szesztton Donászy szerint), a varászlói és az irmapusztai 8. és 9. tavak átlag alattiak. E tavakban általában már júniustól kezdődően rendkívül kis tömegű zooplankton volt megfigyelhető.

A fonyódi tavakban a nagy tömegű zooplankton állomány (*Bosmina longirostris*) ellenére igen magas klorofill-a koncentrációkat és mindezekkel összefüggésben KOI értékeket mértünk. Ugyanakkor megállapítható, hogy a csapadékszegény időjárásból fakadó vízhiány miatti alacsony vízszint, a korábbi évek alatt felhalmozódó, az aktuális vízmélységet több helyen meghaladó iszapvastagság és a ponty dominanciás haltelepítésből fakadó “iszapátmozgatás” jelentős mértékben növelhette a növényi tápanyag mennyiségét, ami rövid időn belül formált élő szervesanyagban (pl. fito-, és zooplankton) rögzült, ugyanakkor a csökkentett népesítési sűrűség és a pontyok által csak részben hasznosítható zooplankton méret (*Bosmina sp. !!*) nem tette lehetővé a természetes táplálékkészlet jobb hatásfoku hasznosulását. Ezért feltétlenül szükséges a tóiszap kezelése és a halmépesítési rendszer átakaitása.

#### 4. ábra • A zooplankton biomassa változása a halastavakban (2002)





**A halastavak biológiai és ökológiai vízminősége**

A halastavak biológiai vízminősítését Felföldy (1987) /jele: F/ , az ökológiai vízminősítését Dévai (1992) (jele:D/ alapján végeztük el. (6..táblázat)

**6. táblázat**

Halastavak	M.R.	H	T	K	Sz	D
V.5.	F	3	6		6	
	D	3		4	4-7	7-9
V.9.	F	3	6-8		7	
	D	3		7	4-8	7-9

F.1.	F	4	6		6	
	D	6		4	5-7	6-9
F.2.	F	4	6		6-7	
	D	6		4	6-7	7-9
F.3.	F	4	6		6-7	
	D	6		5	6-8	7-9
I.2.	F	4	6-7		5-7	
	D	6		5	4-8	6-9
I.8.	F	4	4-7		6-7	
	D	6		4	5-7	7-9
I.9.	F	4	4-5		6-7	
	D	5		3	5-7	7-8

(M.R. = minősítési rendszer : F=Felföldy-féle, D=Dévai és mtsai-féle rendszer)

H: halobitás; T: trofitás;K:konstruktivitás;SZ: szaprobitás;D:destruktivitás

A Felföldy-féle biológiai vízminősítési rendszer alapján a vizsgált halastavak **halobitása** alfa-oligohalobikus és oligo-mezohalobikus kategóriák közötti, mely a tízes fokozatú (0–9) rendszerben 3. és 4. fokozatnak felel meg. A Dévai és mtsai-féle ökológiai vízminősítési rendszer alapján a vizsgált tavak aktuális halobitás-tipológiai besorolása tanulmányozható a 6. táblázatban. A vizsgált halastavakra a globális halobitás-tipológiai értékelés szerint kis mértékű sótartalom változás és mérsékelt -erős pH változás jellemző (4). *A felszíni vizek minőségére vonatkozó határértékek (MSZ 12749) szerint a halastavak vize I. (kiváló) és II. (jó) kategóriájú, termelésbiológiai szempontból megfelelő só-koncentrációjú víz.*

A halastavak **trofitása** mezo-politróf (4–8 kategória) között változott, a tenyészidőszak előrehaladtával általában emelkedő tendenciájú. Az ökológiai vízminősítési rendszer szerint a halastavakban a **trofitás** a szervesanyagok koncentrációja szerint meghatározott aktuális tipológia alapján számított globális tipológia értékeit figyelembe véve gazdag-igen gazdag (3,5– >6,5) kategóriába sorolható.

A halastavak horizontális és vertikális különbségeire vonatkozó megállapítások további kutatások tárgyát képezhetik. (Iszapvizsgálatok, víz-üledék interakciók, akkumuláció, ökotoxikológiai vizsgálatok stb.)

A **konstruktivitás** tipológiai vizsgálatok alapján a halastavak építő szervezetekben mérsékelttel gazdagok illetve gazdagok (globális tipológia:3-4).

*A halastavak a trofitás- és konstruktivitás-értékek alapján termelésbiológiai szempontból kiváló minősítésűek.*

A felszíni vizekre vonatkozó határértékek alapján (MSZ 12749) a tenyészidőszak előre haladtával azonban a halastavak vize III.– V. osztályúvá (tűrhető-erősen szennyezett) válik. Ebből a szempontból megállapítható, hogy az ivadéknevelő tavak vize kedvezőtlenebb.

A halastavak **szaprobitása** a biológiai vízminősítési rendszer alapján alfa-mezoszaprobikus és a poliszaprobikus (6–7. kategória) zóna között változik. Az ivadéknevelő tavak és a tözeges tavak szaprobitása szignifikánsan ( $P > 0,001$  -  $P > 0,0001$ ) nagyobb a többi halastóéval összehasonlítva. Az ökológiai vízminősítési rendszer alapján számított aktuális tipológiai adatokból levezetve a halastavak globális tipizálása 3–5. közötti, vagyis *a vizek szerves táplálékkal való ellátottsága mérsékelttel gazdag-igen gazdag kategóriájú.* (Ennek értékelésekor figyelembe kell venni a tavak korát és a megváltozott haltermelési technológiát is.)

A halastavak (zooplankton biomasszája alapján meghatározott) **destruktivitása** az aktuális tipológia határértékei alapján 5–9. fokozatok között változnak, mely azt mutatja, hogy a halastavak vízében a lebontó szervezetek mennyisége megfelelő.

A halastavak **toxicitása** a biológiai és az ökológiai vízminősítési rendszer alapján 0 ill. 1. (nem mérgező). Ugyanakkor azonban meg kell jegyezni, hogy a halastavakban különösen a víz-iszap interfaciálisán elsősorban az autochton eredetű szerves anyagok mennyiségére és azok növekedésére visszavezethető toxikus anyagok (pl. ammónia, kén-hidrogén) felszabadulása, az oldott oxigén koncentrációjának kritikus értékek alá csökkenése, valamint a víztömegben a hajnali oxigén-hiány kialakulása a jelenlegi termelési struktúrában a termelés biztonságát nagymértékben befolyásoló, sőt több esetben gátló tényező is lehet. A vizsgált halastavakban az asszimilációs lúgosodás miatt bekövetkező ammónia mérgezés és a halastavak iszapjának 5–15 cm-s rétegében kialakuló anaerob viszonyok miatt (meghatározott időjárási feltételek között) a szerves anyagok bakteriális bomlása során kialakuló kén-hidrogén és egyéb gáz felszabadulás a haltermelés biztonságát és a halegészségügyi állapotokat kedvezőtlenül befolyásolhatja, jelentős halpusztulást „eredményezhet.”

## Összefoglalás

Vizsgálatainkat a Balatoni Halászati Rt halastavaiban végeztük., mely jelenleg Balatoni Halászati Nonprofit Zrt-ként működik. Az akkor vizsgált halastavakból már csupán a balatonlelle-irmapusztai tavak felügyelete tartozik hozzá, a többi tó más tulajdonosi-bérleti rendszerben működik.

Jelen cikk célja, hogy a Balaton déli vízgyűjtőjén található halastavakon folytatott korábbi haltermeléshez kötődő munkákat bemutassa, és ezáltal alapot nyújtson a hatékony, környezetbarát technológiák kialakításához, fejlesztéséhez. Bemutassa azokat a problémákat, melyek megoldásával hozzájárulhat a déli vízgyűjtő vizeinek és a Balaton vízminőségének védelméhez.

A meleg és csapadékszegény időjárás esetén a halastavakban az üzemi vízszint tartása nagy nehézségeket okozott. A vízhiány a víz minőségének változásán kívül sokszor halélettani szempontból kritikus értékeket ért el, emiatt többször a termelési technológia átalakítása szükségessé vált és ez alapvetően meghatározta az egyes üzemegységekben folytatott munka gazdaságosságát is. A jövőben a vízhiányból eredő problémák megoldására sokkal nagyobb figyelmet kell fordítani. (tórekonstrukciós munkák, iszapeltávolítás, vízkormányzás-recirkuláció, stb.)

- A tenyészidőszak jelentős részében a tavakról elfolyó víz nincs, ezért a Balaton vízminőségét károsan a turisztikai időszakban nem befolyásolja. Nagy esőzések idején azonban lehetséges elfolyó víz, de ennek vízminősége nem rosszabb, mint a természetes lápokról átemelt felesleges víz minődége.
- A Balaton vízgyűjtője megadott 50 mg/l KOI (k) betartása még extenzív halastavi technológia esetén sem betartható, a természetes lápos mocsaras területekről elfolyó víz is meghaladja ezt az értéket!
- A vizsgált halastavak a vízkémiai és vízbiológiai vizsgálatok alapján előhaladott szukcessziós állapotban vannak: eu-politróf,  $\beta$ - , és  $\alpha$ -mezoszaprób vizek .
- A primer produkció szempontjából tápanyag (N,P) limitáció nincs. Ezért a tavak trágyázására nincs szükség.
- Mivel a halastavak iszapjában jelentős mennyiségű N és P található, ennek tóban vagy tó területén kívüli hasznosítása jelentős gazdasági haszonnal járna ( megfelelő műszaki, technológiai háttér kialakításával).

- A hasznosítható zooplankton mérésével kiküszöbölhetők a korábbi problémák, amik elsősorban a rendszertani kategóriák szerinti csoportosítás alapján jellemezték a természetes haltáplálékkészletet.
- A vízkémiai és vízbiológiai viszonyokat figyelembe véve - a népesítési sűrűséghez hasonlóan - át kellene alakítani a népesítési szerkezeteket és növelni kellene a planktonfogyasztó őshonos halállomány arányát. Különös hangsúlyt kellene fordítani a ragadozó halak optimális faj és egyedszám arányának meghatározására.
- A kvantitatív zooplankton vizsgálatok eredményei alapján nem csupán a különböző pontykorosztályokat nevelő halastavak között van különbség, de a mennyiségi adatokat lényegesen befolyásolja a népesítési sűrűség is. Pl. 2001. évi adatok szerint a tenyésztőidőszakra vonatkozó átlagos zooplankton mennyiség az ivadékos tóban 265,1 kg/ha, a tenyészhalat nevelő tóban 495,9 kg/ha, az általában alkalmazott népesítési sűrűségű étkezési halat nevelő tóban 233,6 kg/ha, míg az alulnépesített étkezési halat nevelő tóban 613,8 kg/ha volt.
- A legnagyobb természetes hozamot az alulnépesített tenyészhalat és étkezési halat nevelő tóban mértük.

A BHRT kutatott tavaiban az eddigi vizsgálatok alapján meghatározhatók azok főbb technológiai lépések, üzemeltetési feladatok, amelyek alapján nagy biztonsággal hatékonyan lehet halat termelni, de a további vizsgálatok szükségesek az eddig fel nem tárt összefüggések megállapításához és a monitoring vizsgálatok hozzájárulnak az évenkénti és szezonális tendenciózus változások kiderítéséhez, ezáltal a megbízhatóbb környezetkímélő technológia kialakításához.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### Irodalomjegyzék

- Arora, H. C. 1966. Rotifera as indicators of trophic nature of environments. *Hydrobiologia* 27, 146–159.
- Bancsi I. 1986. *A kerekesszék (Rotatoria) kishatározója I.* Vízügyi hidrobiológia 15. VÍZDOK, Budapest, 1–172.
- Bancsi I. 1988. *A kerekesszék (Rotatoria) kishatározója 2.* Vízügyi hidrobiológia 17. VízDOK, Budapest, 173–577.
- Bottrell, H. H., Duncan, A., Gliwicz, Z. M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht-Ilkowska, A., Kurosawa, H., Larsson, P., Weglenska, T. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.*, 24:419–456.
- Dévai Gy (szerk.) 1992. Vízminőség és ökológiai vízminősítés. *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* 4.
- Donászy J. 1965. *A zooplankton a magyarországi halastavakban.* Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet Vízélettani Osztály, Budapest, 1–32.
- Einsle U. 1993. *Crustacea, Copepoda, Calanoida und cyclopoida.* Gustav Fischer Verlag, Jena, 1–206.
- Felföldy L. 1987. *A biológiai vízminősítés.* Vízügyi hidrobiológia 16. VÍZDOK, Budapest, 1–258.

- Gulyás P. 1998. *Szaprobiológiai indikátorfajok jegyzéke*. Vízi Természet- és Környezetvédelem 6. KGI Budapest, 1–96.
- Gulyás P., Forró L. 1999. *Az ágascsapú rákok (Cladocera) kishatározója*. Vízi Természet- és Környezetvédelem 9. KGI Budapest, 1–237.
- Gulyás P., Forró L. 2001. *Az evezőlábú rákok (Copepoda) kishatározója*. Vízi Természet- és Környezetvédelem 14. KGI Budapest, 1–199.
- Illies, J. 1978. *Limnofauna Europea*. G.F. Verlag, 54–91.
- Jaczó I. 1939. Beiträge zur Kenntnis der Protozoen, Rotatorien, Copepoden und Phyllopoden einiger Fischteiche im Balatongebiet. *Fragm. Hung.* 2, 5–9.
- Körmendi, S., Szári, Zs. 1997. Evaluation of an integrated duck-fish farming system at the Balaton Fishing Co. Ltd. in Hungary. Problems and Solutions in Environmental Pollution Short Intensive Course on Selected Topics in Environmental Biotechnology. ICER TEMPUS, Baja, 43–60.
- Körmendi, S., Hancz, Cs. 2000. Qualitative and quantitative investigation of the zooplankton in fish ponds. *Acta Agraria Kaposvariensis* 4/2, 95–107.
- Körmendi, S., Ponyi, J. 2001. Somogy megye rákfaunájának (Crustacea) katalógusa. *Natura Somogyiensis* 1. Somogy Megyei Múzeumok Igazgatósága, Kaposvár, 71–82.
- Körmendi, S., P. Zánkai N. 2001. Somogy megye kerekeshéreg faunájának katalógusa. (Aschelminthes: Rotatoria). *Natura Somogyiensis* 1. Somogy Megyei Múzeumok Igazgatósága, Kaposvár, 17–28
- Körmendi, S. 2002. Dél-dunántúli halastavak zooplanktonjának vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny* I–XII., 68–70.
- Lannan, J. E., Smitherman, R.O., Tchobonoglous, G. 1986. Principles and practices of pond aquaculture. Oregon State Univ. Press, Corvallis, 1–252.
- Németh J. 1998. *A biológiai vízminősítés módszerei*. Vízi Természet- és Környezetvédelem 7. KGI Budapest, 1–303.
- Ponyi J., Bíró P., Oláh J., P. Zánkai N., Tamás G., Csekei T., Kiss Gy., Morvai T., Bancsi I. 1973. Limnological investigations of a fish-pond supplied with sewage-water in vicinity of Lake balaton. I. *Annal. Biol. Tihany* 40, 227–284.
- Ponyi J., Bíró P., P. Zánkai N., Oláh J., Tamás G., Csekei T., Kiss Gy., Morvai T. 1974. Limnological investigations of a fish-pond supplied with sewage-water in vicinity of Lake Balaton II. *Annal. Boiol. Tihany* 41, 235–288.

## Melléklet

### Kutatási jelentések

- Körmendi S. 1996. A Balatoni Halászati Rt. Irmapusztai II.sz. tavának hidrobiológiai vizsgálata. Kaposvár–Balatonlelle, 1–15.
- Körmendi S. 1997. Hidrobiológiai vizsgálatok a Balatoni Halászati Rt. kijelölt halastavaiban I. Kaposvár–Siófok, 1–108.
- Körmendi S. 1998. Hidrobiológiai vizsgálatok a Balatoni Halászati Rt. kijelölt halastavaiban II. Kaposvár–Siófok, 1–90.
- Körmendi S. 1999. Hidrobiológiai vizsgálatok a Balatoni Halászati Rt. kijelölt halastavaiban III. Kaposvár–Siófok, 1–65.
- Körmendi S. 1999. A halastavi kacsatartás hatása a halastavak vízminőségére. Kaposvár–Siófok, 1–15.

- Körmendi S. 2000. Hidro-, hal-, és halászatbiológiai vizsgálatok a tógazdasági haltenyésztési technológia fejlesztése érdekében a Balatoni Halászati Rt. kijelölt halastavaiban. I. Kaposvár–Siófok, 1–30.
- Körmendi S. 2001. Hidro-, hal-, és halászatbiológiai vizsgálatok a tógazdasági haltenyésztési technológia fejlesztése érdekében a Balatoni Halászati Rt. kijelölt halastavaiban II. Kaposvár–Siófok, 1–47.
- Körmendi S. 2002. Hidro-, hal-, és halászatbiológiai vizsgálatok a tógazdasági haltenyésztési technológia fejlesztése érdekében a Balatoni Halászati Rt. kijelölt halastavaiban III. Kaposvár–Siófok, 1–56.
- Körmendi S. 2003. Hidro-, hal-, és halászatbiológiai vizsgálatok a tógazdasági haltenyésztési technológia fejlesztése érdekében a Balatoni Halászati Rt. kijelölt halastavaiban IV. Kaposvár–Siófok, 1–61.
- Körmendi S. 2004. Hidro-, hal-, és halászatbiológiai vizsgálatok a tógazdasági haltenyésztési technológia fejlesztése érdekében a Balatoni Halászati Rt. kijelölt halastavaiban V. Kaposvár–Siófok, 1–72.



## Inváziós növények Magyarországon

Kazinczi Gabriella,\* Pál-Fám Ferenc,\* Naszer Heider,\* Lukács Helga\*

**Abstract** **Invasive alien plants in Hungary.** The rapid spreading of invasive alien plant species (IAS) mean a real threat both in natural and agro-ecosystems. These species endanger the ecological balance of natural communities and severely reduce the biological diversity. In the agricultural practice they cause considerable yield losses due to their favourable biological characteristics. To stop their future spreading the prevention method is the best against them. In the agriculture integrated protection methods are effective, involving mechanical, physical, chemical, biological and agrotechnical ones. As a severe social consequence of the spreading of allergic invasive plants (most considerable is *A. artemisiifolia* in this respect) are: 1. decreased tourism in earlier frequented areas, like around the Lake Balaton, where the pollen concentration in the air is generally the highest in summer periods and 2. in the main pollen season the proportion of medicine costs and the persons on sick pay are high. Beside these allergy in this season considerably damages the life quality of patients.

**Keywords** invasive plants • weeds • natural ecosystems • agricultural ecosystems • biodiversity • pollen allergy

**Összefoglalás** Az inváziós növényfajok hazai megjelenése és robbanásszerű elterjedése mind az agrár-ökoszisztémákra, mind a természetes és természetközeli társulások vonatkozásában komoly veszélyeket rejt. Az inváziós növények (agrártársulásokban az ún. „özöngyomok”) veszélyeztetik a természetes életközösségek ökológiai egyensúlyát, továbbá jelentősen csökkentik a biodiverzitást, a genetikai sokszínűséget. A mezőgazdasági termelésben e fajok – elsődlegesen a számukra kedvező biológiai sajátosságaik miatt – jelentős termés mennyiségi és minőségi csökkenést okoznak. Az ellenük történő leghatékonyabb védekezési mód a megelőzés, vagyis meg kell akadályozni e veszélyes fajok új élőhelyeken történő betelepedését, illetve a már megtelepedett populációk további terjedését. A mezőgazdaságban az integrált védekezési eljárások összehangolt alkalmazásával (agrotechnikai, kémiai, mechanikai, fizikai, biológiai eljárások) lehet hatékonyan védekezni ellenük. Társadalmi szempontból az allergén tulajdonságú pollennel rendelkező fajok (közülük legjelentősebb e tekintetben az ürömlévelű parlagfű, *Ambrosia artemisiifolia*) jelenléte komoly hátrányokkal jár: 1. az allergén gyomok terjedésével az idegenforgalmi szempontból

---

\* Kaposvári Egyetem Agrár- és Környezettudományi Kar  
E-mail: kazinczi.gabriella@ke.hu

korábban frekvenciált területeken a turizmus jelentősen csökken (pl. Balaton és környéke, ahol a légköri pollenkoncentráció a nyári periódusban kiemelten magas), 2. a pollenszezonban az allergiaellenes gyógyszerekre költött pénzösszeg kiemelkedő, valamint a táppénzen (betegállományban) lévő betegek száma is. Mindezek mellett a pollenallergiában szenvedő páciensek életminősége is csökken.

**Kulcsszavak** Inváziós növények • gyomok • természetes társulások • agrár-ökoszisztémák • biodiverzitás • pollenallergia

## 1. Bevezetés

### *Fogalmak és fontosabb fajok*

Inváziós növények fogalom alatt az adventív (jövevény, egzotikus, behurcolt) növények azon csoportját értjük, amelyek szándékos betelepítés, vagy véletlenszerű behurcolás következtében telepedtek meg egy olyan területen, ahol korábban jelenlétük nem volt jellemző. Az inváziós növények – ellentétben az endemikus, őshonos fajokkal – a nagy földrajzi felfedezéseket követően (Amerika), 1492 után kerültek Európába. A hazai flóra 2400 fajából mindössze 3% tekinthető inváziós fajnak; ez az arány a neofiton fajokból magasabb, mintegy 10%-ot képvisel. Az inváziós növényfajok közel fele transzformer (átalakító) képességekkel rendelkezik, ami azt jelenti, hogy az adott terület eredeti növénytakarójának teljes mértékű átalakítására képesek (1. ábra). A legfontosabb lágyszárú inváziós fajok/nemzetségek – a vízi és mocsári növényfajok kivételével – Mihály, Botta és Dukát (2004) nyomán az alábbiak:

*Amaranthus* spp., *Ambrosia artemisiifolia*, *Artemisia annua*, *Aclepias syriaca*, *Aster* spp., *Bidens frontosus*, *Cenchrus pauciflorus*, *Chenopodium* spp., *Cuscuta* spp., *Cyperus* spp., *Echinochloa* spp., *Echinocystis lobata*, *Erigeron annuus*, *Fallopia x bohemica*, *Galinsoga parviflora*, *Helianthus tuberosus*, *Heraclium* spp., *Impatiens* spp., *Iva xanthiifolia*, *Kochia scoparia*, *Oenothera biennis*, *Oxalis* spp., *Panicum* spp., *Parthenocissus inserta*, *Phytolacca* spp., *Solidago* spp., *Sorghum halepense*, *Tragus racemosus*, *Xanthium* spp.

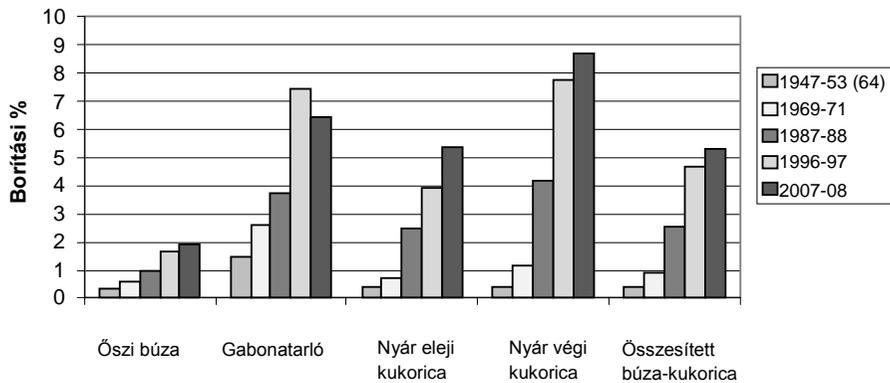
### **1. ábra • A selyemkóró (*Asclepias syriaca*) homogén növényállománya a Duna-Tisza közén (Kecskemét)**



## 2. Az inváziós növényfajok elterjedésének okai

Nemcsak Európában, hanem szerte a világon is egyedülálló az a több mint fél évszázada tartó monumentális munka, amelynek célja a hazai szántóföldi gyomvegetáció változásainak nyomon követése (monitorozás). Az öt Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés adatbázisának elemzéséből nyilvánvaló, hogy egyes inváziós fajok borítása és a gyomnövények sorrendjében elfoglalt dominanciája jelentősen megnőtt. Legjelentősebb ebben a tekintetben az ürömlevelű parlagfű (*A. artemisiifolia*), amely jelenleg a legelterjedtebb gyomnövényünk. Terjedése a 2. ábrán nyomon követhető.

2. ábra • Az *A. artemisiifolia* terjedése az öt Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés során Magyarországon



Megjegyzés: 1947 és 1953 között a kukoricában végzett nyár eleji gyomfelvételezések elmaradtak. A kukoricában végzett nyár leji gyomfelvételezések első oszlopa Dr. Ujvárosi Miklós 1964-es gyomfelvételezési adatait tartalmazza. (Novák et al. 2009 nyomán módosítva)

Az inváziós fajok természetes, természetközeli társulásokban és természetvédelmi területeken történő terjedéséről kevesebb adattal rendelkezünk, mint a szántóföldi terjedésükről. Annyi azonban bizonyos, hogy e természetes élőhelyeken is dominanciájuk folyamatosan növekedik. Az egyéves és évelő életformájú fajok dominanciája és a talaj bolygatottságának mértéke között szoros összefüggés áll fenn. Bolygatatlan, talajművelésben nem részesült területeken az évelő fajok, míg a rendszeres bolygatásnak kitett szántóföldi területeken az egyéves gyomfajok dominálnak. Bolygatatlan területeken az első évben az egyévesek dominálnak, később visszaszorulnak és a következő években szerepüket fokozatosan az évelő fajok veszik át (Pál-Fám és Hoffmann, 2010).

Az inváziós fajok elterjedésének legfontosabb okai az alábbiak:

- Növekvő import tevékenység.
- Megnövekedett nemzetközi turizmus és kereskedelem.
- Az inváziós, behurcolt fajok gazdaspecifikus természetes ellenségeinek hiánya.
- Bizonyított, hogy a klímaváltozás különösen a mediterrán régióból származó fajok inváziójának kedvez.

- Az ökológiai és un. „zöld” folyosók szerepe az utóbbi években megnövekedett [természetes és mesterséges vízfolyások, erdősavok, vonalas létesítmények (utak, vasútvonalak, autópályák stb.), gátak, hullámterek].

### ***Biológiai sajátosságok***

A jelentős mértékű reprodukív kapacitás egyik legfontosabb tényező az inváziós növényfajok elterjedésében. A generatív szaporodás egy adott faj új területeken történő meghódításában és megtelepedésében játszik elsődlegesen fontos szerepet, míg az ivartalan (vegetatív) szaporodás – az évelőknél – a faj adott élőhelyen történő hosszú távú fennmaradását biztosítja. Ez utóbbi célt szolgálja az egyéveseknél a magnyugalmi állapot (dormancia). Ezen szaporodásbiológiai sajátosságok tehát a fajok számára térben és időben is biztosítják a terjedést és a kedvezőtlen környezeti körülmények közötti túlélést.

Az inváziós növényfajok többsége idegentermékenyülő, amely inváziós képességüket és biológiai variabilitásukat jelentősen növeli. Genetikai változékonyságukat molekuláris biológiai módszerek is megerősítették (Cseh és Taller, 2008). Generatív és vegetatív szaporítóképleteik szél, illetve a különböző emberi tevékenységek által terjednek (pl. bérbe kiadott talajművelő eszközök stb.). Mind az egyéves, mint az évelő fajok közös sajátossága a kezdeti gyors és intenzív vegetatív fejlődés, ami a kompetíciós (verseny) képességüket növeli a velük társulásban élő kultúrfajokhoz képest szántóföldi körülmények között. Jelentős biomassza produkciójuk a növekedésanalízis módszerével is megerősítést nyert (Dávid et al. 2006, Kazinczi et al. 2007, 2012a,b).

### ***Szociális (társadalmi) okok és következmények***

A Negyedik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (1996–1997) óta a mezőgazdaságban jelentős változások következtek be. A földterületek privatizációja és a kompenzációs folyamatok következtében a tulajdonviszonyok jelentősen megváltoztak. A földterületek elaprózódtak, és emiatt a kisebb földterületeken gazdálkodó farmerek száma ugrásszerűen megnőtt. Ezzel párhuzamosan a kémiai gyomirtásban részesült szántók aránya viszont jelentősen lecsökkent, ami szintén jelentős szerepet játszott egyes inváziós fajok elterjedésében (Novák et al. 2009).

Súlyos társadalmi és szociális következménnyel jár az allergén tulajdonságú pollennel rendelkező fajok (közülük legjelentősebb e tekintetben az ürömlevelű parlagfű, *Ambrosia artemisiifolia*) intenzív terjedése: 1. az allergén gyomok terjedésével az idegenforgalmi szempontból korábban frekvenciált területeken a turizmus jelentősen csökken (pl. Balaton és környéke, ahol a légköri pollenkoncentráció a nyári periódusban kiemelten magas), 2. a pollenszezonban az allergiaellenes gyógyszerekre költött pénzösszeg kiemelkedő, valamint a táppénzen (betegállományban) lévő betegek száma is. Mindezek mellett a pollenallergiában szenvedő páciensek életminősége is csökken.

### **3. Káros hatások és gazdasági károk**

Az inváziós fajok által okozott károk mértéke messze meghaladja a magyar flórában való részvételük arányát.

### ***Természetes és természetközeli társulásokban***

Az inváziós fajok természetes, természetközeli társulásokban és természetvédelmi területeken történő kártételéről kevesebb adattal rendelkezünk, mint a szántóföldön okozott kártételük mértékéről. Annyi azonban bizonyos, hogy egyes inváziós fajok – különösen az évelők, mint pl. a selyemkóró (*Asclepia syriaca*), a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) - képesek teljesen átalakítani, homogenizálni az eredeti őshonos, értékes növényfajokat tartalmazó természetes vegetációt, ezáltal a biológiai diverzitásra, a genetikai sokszínűségre káros hatást fejtenek ki. Ezenkívül a természetes életközösségek ökológiai egyensúlyát is jelentősen veszélyeztetik.

### ***Agro-ökoszisztémákban***

Három jelentős inváziós gyomfaj (selyemmályva, *Abutilon theophrasti*, ürömlevelű parlagfű, *Ambrosia artemisiifolia*, olasz szerbtövis, *Xanthium italicum*) kompetíciós képességét hasonlítottuk össze szabadföldi körülmények között két kapáskultúrában (kukorica, napraforgó). Megállapítottuk, hogy a területegységre eső gyomsűrűség növekedésével a termésveszteség általában arányosan csökkent. Nagyobb gyomsűrűségnél viszont (5, ill. 10 egyed négyzetméterenként) nemcsak a fajok között interspecifikus, hanem a fajon belüli (intraspecifikus), egyedek közötti versengés jelentősége is fokozódott a különböző környezeti erőforrásokért (tápanyag, víz, fény). Kísérleti eredményeink alapján a vizsgált gyomfajok közül az olasz szerbtövis bizonyult a legagresszívebbnek. A két kapáskultúra közül a napraforgó – nagykiterjedésű levélzetének köszönhetően, amely viszonylag korán leárnyékolta a talajfelszínt – versenyképesebb volt, mint a kukorica, ezért kukoricában a gyomok által okozott termésveszteség magasabb volt, mint a napraforgó állományokban (3. ábra, 1. táblázat), (Kovács et al. 2006, Kazinczi et al. 2007, Varga et al. 2006, 2007).

Más inváziós fajok, mint pl. a fenyércirok (*Sorghum halepense*) szintén szignifikáns, 38 illetve 35%-os termésveszteséget okoztak kukoricában, 10 és 5 gyom/m<sup>2</sup> egyedsűrűség esetén (Torma et al. 2010).

### **3. ábra • Az olasz szerbtövis (*X. italicum*) domináns gyomfaj agrárökoszisztémákban**



**1. táblázat • A gyomsűrűség és a termésátlag közötti összefüggés kapáskultúrákban**

Gyomsűrűség (1,2,5 és 10db/m <sup>2</sup> )	Gyomfajok			Kultúrnövények
	A. <i>theophrasti</i>	A. <i>artemisiifolia</i>	X. <i>italicum</i>	
Termésvesztesség (%)	1-25-5-10 5-6-7-4	25-33-30-30 4-6-21-33	87-82-96-94 30-43-43-56	kukorica napraforgó
Átlagos termés- vesztesség (%)	8 5	29 16	90 43	kukorica napraforgó

A magasabb rendű növények közötti kémiai interakció (kölsönhatás), az allelopátia főleg laboratóriumi és üvegházi körülmények között provokatív vizsgálatok során bizonyított jelenség. A legtöbb inváziós faj allelopátiás inhibitor hatása ismert, amelynek során a másodlagos anyagcsere termékeik (szekunder metabolitok, főleg terpén- és fenoltípusú anyagok) segítségével gátolják bizonyos teszt (recipiens) fajok fejlődését. Vizsgálataink során bebizonyosodott, hogy szabadföldi körülmények között a növényi interakciók közül inkább a kompetíció hatása érvényesül, tekintettel az allelokemikáliák gyors mikrobiológiai degradációjára. Laboratóriumi (bioassay) vizsgálatokban dózis-hatás vizsgálatok elvégzése nélkülözhetetlen, annak elkerülése érdekében, hogy az oldatok magas koncentrációjából adódó ozmotikus potenciál gátló hatását az allelopátiától egyértelműen megkülönböztethessük. Az allelopátia nemcsak a gátló, hanem a serkentő hatásokat is magában foglalja. Az ürömmelű parlagfű (*A. artemisiifolia*) például más fajokra inhibitor hatású növényi kivonatokból az ásványi elemeket képes hatékonyan hasznosítani. Ez a tulajdonsága jelentős mértékben hozzájárulhat szabadföldi körülmények között történő robbanásszerű elterjedéséhez (Kazinczi et al. 2008).

A gyom- és kultúrnövények közötti kölcsönhatásokban (kompetíció, allelopátia) rejlő lehetőségek kihasználásában még jelentős tartalékok vannak. Mindkét interakciós forma az integrált gyomszabályozási technológiák rendszerébe jól beilleszthető (Kazinczi et al. 1991, 1999, 2001, Béres et al. 2002).

Másrészről, az inváziós növényfajok közvetett (indirekt) gátló hatása is ismert, mivel ezen fajok különböző növényi károsító szervezetek (kártévők, kórokozók) alternatív gazdanövényeiként a kultúrnövények megfertőzésében mint elsődleges (primér) fertőzési források jelentős szerepet kaphatnak.

#### **4. Védekezési lehetőségek az inváziós fajok ellen**

Az ellenük történő leghatékonyabb védekezési mód annak megakadályozása, hogy ezen fajok új területeket foglalhassanak el. Ha már adott területen sikerült megtelepedniük, mindent el kell követni a további terjedésük megakadályozására. Számos hazai törvény és rendelet, valamint nemzetközi szerződések és jogszabályok szabályozzák ezen folyamatok további kedvezőtlen alakulását.

Természetes és természetközeli társulásokban, természetvédelmi területeken őshonos fafajok betelepítése megakadályozhatja egyes agresszív, inváziós fajok káros előretörését pl. ez hatékony gátja lehet a bálványfa (*Ailanthus altissima*) további expanziójának. A gyakori talajművelési eljárások a talajszintben telelő un. Hemikriptophyta életformájú gyomfajok számára kedvezőtlen hatásúak (pl.

*Phytolacca americana*, alkörmös), de hatékonyak egyes geophyta fajokra is pl. a G<sub>1</sub>-es életformájú *S. gigantea* terjedésének megakadályozására is. Ilyen területeken a lokális kémiai kezelések pl. (ecsetelés, kéreg alá történő herbicides injekciózás) hatásosak lehetnek.

Mezőgazdaságilag művelt területeken az integrált növényvédelmi eljárások öszszetevőinek egyidejű, összehangolt illetve kombinált alkalmazásától (kémiai eljárások, agrrotechnika, vetésforgó, talajművelés, biológiai védekezés) várhatunk sikereket az inváziós fajok visszaszorításában.

## 5. A további kutatási célok

A TÁMOP-4.2.2. A-11/1-KONV-2012-0038 sz. projekt természettudományi kutatócsoportjának egyik célkitűzése az eltérő művelési módok és élőhelyek (extenzív, intenzív művelésű szántók, öko- és biogazdálkodás, ruderaliák, természetes és természetközeli társulások, erdők, természetvédelmi területek stb.) valamint az egyes inváziós növényfajok terjedése közötti összefüggések feltárása a Balaton déli vízgyűjtő területén kijelölt mintaterék felvételezésével.

## Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1-KONV-2012-0038 projekt keretében.

## Felhasznált irodalom

- Béres, I., Kazinczi, G., Narwal, S.S. 2002. Allelopathic plants. 4. Common ragweed (*Ambrosia elatior* L. syn. *A. artemisiifolia*). *Allelopathy Journal* 2002, 9, 27–34.
- Cseh, A., Taller, J. 2008. Genetic diversity of ragweed *Ambrosia artemisiifolia* L. a comparison of the maternally inherited cpDNA and mtDNA. *Journal of Plant Diseases and Plant Protection* Special Issue 2008, 21, 389–394.
- Dávid, I., Radócz, L., Kazinczi, G., Béres, I., Kovács, I. 2006. Competitiveness of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic.) and italian cocklebur (*Xanthium italicum* Mor.) in maize and sunflower. *Analele Universitatii Din Oradea* 2006, 12, 63–67.
- Kazinczi, G., Béres, I., Hunyadi, K., Mikulás, J., Pölös, E. 1991. A selyemmályva (*Abutilon theophrasti* Medic.) allelopatikus hatásának és kompetitív képességének vizsgálata. *Növénytermelés* 1991, 40, 321–331.
- Kazinczi, G., Béres, I., Onofri, A., Nádasy, E., Takács, A., Horváth, J., Torma, M. 2008. Allelopathic effects of plant extracts on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Journal of Plant Diseases and Plant Protection* Special Issue 2008, 21, 335–340.
- Kazinczi, G., Béres, I., Varga, P., Kovács, I., Torma, M. 2007. A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) és a kultúrnövények közötti versengés szabadföldi additív kísérletekben. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 2007, 8, 41–47.
- Kazinczi, G., Kresz, N., Hoffmann, R. 2012a. Az olasz szerbtövis (*Xanthium italicum* Mor.) és a kultúrnövények közötti korai kompetíció additív kísérletekben. *Növényvédelem* 2012, 48, (6), 274–281.

- Kazinczi, G., Torma, M., Béres, I., Keszthelyi, S. 2012b. A selyemmályva (*Abutilon theophrasti* Medic.) és az olasz szerbtövis (*Xanthium italicum* Mor.) összehasonlító növekedésanalízise. *Magyar Gyomkutató és Technológia* 2012, 13, (1), 53–63.
- Kazinczi, G., Béres, I., Narwal, S.S. 2001. Allelopathic plants. 3. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic.). *Allelopathy Journal* 2001, 8, 179-188.
- Kazinczi, G., Mikulás, J., Horváth, J., Torma, M., Hunyadi, K. 1999. Allelopathic effects of *Asclepias syriaca* roots on crops and weeds. *Allelopathy Journal* 1999, 6, 267–270.
- Kovács I., Béres I., Kazinczi G., Torma M. 2006. Competition between maize and *Abutilon theophrasti* (Medik.) in additive experiments. *Z. PflKrankh. PflSchutz Sonderh.* 2006, 20, 767–771.
- Mihály, B., Botta-Dukát, Z. 2004. *Biológiai inváziók Magyarországon. Őzönnövények.* Budapest: Természetbúvár Alapítvány Kiadó.
- Novák, R., Dancza, I., Szentey, L., Karamán, J. 2009. *Arable weeds of Hungary. Fifth National Weed Survey (2007–2008).* Budapest: Ministry of Agriculture and Rural Development.
- Pál-Fám, F., Hoffmann, R. 2010. The effect of human disturbance on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) spreading in semi-natural grasslands. *15<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Kaposvár, Hungary. 220–221.
- Torma, M., Pálfay, G., Kazinczi, G. 2010. Competition between maize and *Sorghum halepense* (L.) Pers. in additive experiment. *15<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Kaposvár, Hungary 180.
- Varga P., Kazinczi G., Béres I., Kovács I. 2006. Competition between sunflower and *Ambrosia artemisiifolia* in additive experiments. *Cereal. Res. Comm.* 2006, 34, (1), 701–704.
- Varga P., Kazinczi G., Béres I., Kovács I. 2007. Kompetíciós vizsgálatok napraforgóban. *17.Keszthelyi Növényvédelmi Fórum Keszthely*, 2007, 121.

# **TÁRSADALOMTUDOMÁNYI PERSPEKTÍVÁK**



## **Attitűd – cselekvés – környezeti állapot modell** *A Balaton déli vízgyűjtőjének konfliktusvizsgálatához<sup>1</sup>*

**Horváthné Kovács Bernadett,\* Nagy Mónika Zita\***

**Abstract**      **Attitude—action—environment model for the conflict analysis of the southern catchment area of Lake Balaton.** The current paper reviews mathematical-statistical modelling options for conflict analysis of the catchment area of a shallow lake. On the basis of primary and secondary researches the actors and their features are being defined, which determine the mathematical-statistical system. Based on the tool kit of statistical modelling, the databases gained in the course of preliminary researches and the recommendations of the reviewed literature, the frames of a potential stochastic model are introduced. The authors underline that the current paper deals only with the theoretic grounding of the mentioned model.

**Keywords**      multivariate statistical model • conflict-analysis • environment

### **Célkitűzés**

A tanulmány célja egy sekélyvizű tó vízgyűjtője társadalmi konfliktusvizsgálatának elemzéséhez hasznosítani kívánt matematikai-statisztikai modell alapvetéseinek feltárása. Az elsődleges és másodlagos kutatások alapján azonosításra kerülnek azok a konfliktusteret befolyásoló szereplők és ezeket leíró jellemzők, amelyek a matematikai-statisztikai rendszert jellemzik. A további lépésekben az adatbányászat és indexképzés eszközeivel a feltárt összefüggéseket jellemezzük. Jelen tanulmányban megalapozzuk a környezeti rendszerek vizsgálatára felírható modell lehetséges alrendszereit és a változók körét az irodalom alapján.

### **A modell**

A matematikai modellek egyszerű, ugyanakkor átfogó definiálása nem könnyű feladat (Koncsos et al., 2011). Praktikusabb a modell funkciója szerint a modellt mint információt adó rendszert értelmezni.

---

<sup>1</sup> „Az emberi tevékenység környezeti hatásai és a velük összefüggő társadalmi konfliktusok vizsgálata egy sekély vizű tóhoz tartozó érzékeny földrajzi terület (a Balaton vízteste és déli vízgyűjtője) példáján.” TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt

\* Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Regionális Gazdasági és Statisztika Tanszék  
Email: kovacs.bernadett@ke.hu és nagy.monika@ke.hu

A modell tehát rendszer:

- célja az emberi megismerési folyamat elősegítése, újabb ismeretek szerzése;
- egymással kölcsönhatásban lévő részekből (a modell elemeiből) összeálló (összeállított) szerves egész;
- meghatározott “környezetével” (az ún. modellezettel) hasonlósági összefüggésben van, nélküle nem is értelmezhető.

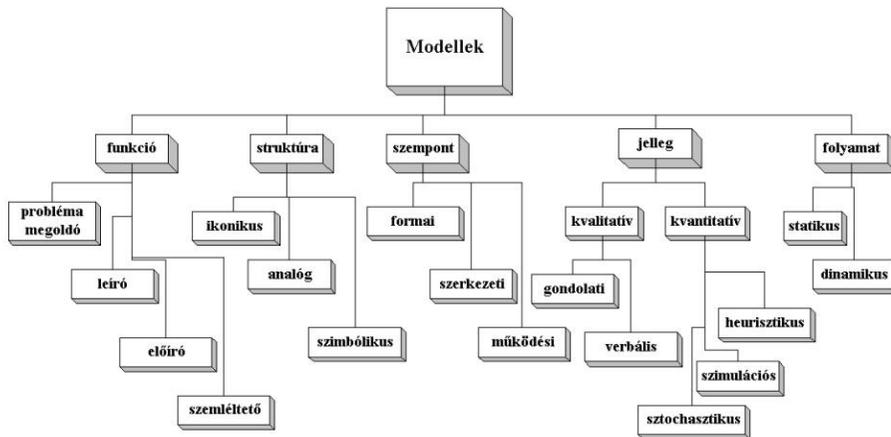
Stoff (1972) a modellt egyenesen úgy definiálja, mint olyan „eszmeileg elképzelt vagy anyagilag realizált rendszer, amely visszatükrözve vagy reprodukálva a kutatás objektumát képes helyettesíteni” (Szűcs, 1972).

A modellek csoportosításának kiterjedt irodalma van még csupán a technikai rendszereken belül is. Az áttekintésünkhöz megfelelő alapot adhat a modellek csoportosíthatóságának megismerése.

A csoportosítások lényegében a modellezett, illetve a modellt képviselő objektum jellege vagy a modellezési – pontosabban: a hasonlósági – szempont szerinti megkülönböztetésre épülnek. Például a „fizikai modell” elnevezés egyaránt utalhat arra, hogy mit, vagy arra, hogy mivel modellezünk, illetve arra, hogy milyen szempont szerint hasonló a modell a modellezetthez. A célul kitűzött modell elemei predestinálhatják a szóba jöhető modellezési eljárásokat, valamint a részterületek egymásba kapcsolásának lehetőségeit.

A modellek típusairól ad áttekintést az 1. ábra.

1. ábra • A modellek típusai.



Forrás: Szűcs, 1972

A modell változóinak összefüggései matematikai-statisztikai megfogalmazásban olyan regressziós egyenlettel fejezhető ki, amely a valószínűségi változók sztochasztikus kapcsolatának erősségét (szorosságát) irányát és tendenciáját is leírja adott megbízhatósági szint mellett. A modell segítségével az eredményváltozó és a magyarázó változók, valamint a magyarázó változók közötti összefüggések tárhatóak fel.

A modellépítés eszköze a regresszió-analízis. Az elemzés során az alábbi lépéssorozat elvégzésével jutunk az eredményekhez:

- Az elemzések tárgyát szolgáló adatbázis előállítása: a projekt társadalomtudományi kutatócsoportjának primer (kvantitatív és kvalitatív) felmérései által szolgáltatott adatok.

- A nyers adatbázis továbbszámításokhoz alkalmas formába hozása; mutatók kialakítása, normalitásvizsgálat, a robusztusság megítélése.
- Korreláció-analízis, parciális korrelációk számítása, az összefüggések tesztelése.
- A lineáris többváltozós regressziós függvény illesztése, illeszkedés vizsgálat.
- Nemlineáris összefüggések vizsgálata; a függvény specifikációja, a modell értelmezhetősége, szignifikanciája.
- Függvényparaméterek számítása, intervallumbecslés, értelmezésük, szignifikancia-szint.
- Rugalmasság és érzékenység-vizsgálatok.

A modellt, mint adott modellalkotók közötti összefüggésrendszert áttekinthetően leíró, a felhasználó számára informatív, információ-tömörítő összefüggést értelmezve, az alábbi ismérveket kell tisztáznunk.

A modell célja: a vizsgált fokozott érzékenyséű területen a társadalmi konfliktusok egyfajta rendszerezésén keresztül a konfliktus-szereplőknek és közöttük jellemző interakcióknak mint a modell változóinak a paraméterezése.

A modell változói: a társadalmi konfliktusok szereplői, amelyeket a kutatás előkészítő fázisa során azonosítottunk: helyi lakosság, és önkormányzatok, turisztikai szereplők, a környezet állapotára hatást gyakorló mezőgazdasági és más vállalkozások illetve non-profit szervezetek, a környezet adott területi szinten megfigyelt állapota és annak változása, valamint a tágabb gazdaság-politikai környezetből származtatható állandó.

Ha a környezeti rendszerek vizsgálatára felírható matematikai modellt szimbolikusan az alábbi kifejezéssel adhatjuk meg:

$$\underline{y} = f(\underline{x}, \underline{p}) \quad (1)$$

– ahol  $\underline{y}$  a rendszer jellemzésére használt változók vektora,  $\underline{x}$  az anyagi rendszert kívülről érő hatásokat leíró változók vektora. Az  $f(\ )$  azoknak a függvényeknek az együttese, amik az  $\underline{x}$  és  $\underline{y}$  között fennálló kapcsolatot számszerűsítik,  $\underline{p}$  pedig az ezekben szereplő állandók, együtthatók, vagyis az ún. paraméterek vektora – akkor a célul kitűzött környezeti állapotot leíró modell eredményváltozója a Balaton déli vízgyűjtő-jének konfliktus-állapota, amely egy területi szinten összevethető, illetve idősorosan vizsgálható mutatószám.

A rendszerre hatással levő változók köre olyan alapkészlet mutatókból, primer kutatási eredményekből és származtatott mutatószámokból kerül kiválasztásra, amelyek a környezeti konfliktusteret a vizsgálat céljainak alárendelve lefedik.

A változók pontos definíciójához, illetve adattartalmuk behatárolásához szükséges áttekintnünk a környezeti modellek irodalmát.

## A környezeti modellek

Az ENSZ, az OECD, valamint az Eurostat által alkalmazott modellek főbb vonásaikban megegyeznek (Katonáné, 2009).

A 2002-ben Johannesburgban tartott Fenntartható Fejlődés Föld-csúcsán a Johannesburgi Deklaráció és a megvalósítási terv újra megerősítette az 1992-es riói állásfoglalást, aláhúzva a szegénység és a környezetvédelem kérdését. A kidolgozott indikátorkészlet 155 mutatót tartalmaz, melyek tíz témakörben (gazdasági fejlődés; szegénység és társadalmi kirekesztettség; öregedő társadalom; egészség; éghajlatvál-

tozás és energia; termelési és fogyasztási szokások; természeti erőforrások; közlekedés; jó kormányzás; globális partnerség) mutatják be a fenntartható fejlődés megvalósulásának állapotát (KSH, 2007).

Az európai indikátorkészlet (KSH, 2005) mutatói hierarchikus rendszerben, három szinten helyezkednek el. Az első szinten lévő 12 indikátor (fő indikátorok) átfogó képet nyújtanak az egyes területeken végbemenő főbb tendenciákról. A második szinten található mutatók – az első szint mutatóival együtt – a fő célkitűzések megvalósulását mérik. A harmadik szint mutatói (elemző mutatók) egy-egy altéma mélyebb elemzésére adnak lehetőséget.

Az OECD környezeti mutatókkal kapcsolatos tevékenysége a következő területekre irányul:

- Az egyes tagországok környezeti mutatókkal kapcsolatos munkálatainak összehangolása közös megközelítések és koncepcionális keretek kialakításával;
- A tagállamok segítése a környezeti mutatók használatának továbbfejlesztésében;
- Az OECD-országokban felhalmozott tapasztalatok átadása a nem-tagállamok és más nemzetközi szervezetek számára;
- Az OECD politikai elemző és értékelő munkájának támogatása megbízható, mérhető és politikailag releváns mutatók kidolgozásával annak érdekében, hogy mérni lehessen a környezeti haladást és teljesítményt, a politikák integrációját és a hatékony nemzetközi összehasonlítást (Pomázi, 2003).

Az OECD tevékenysége alapvetően a nemzeti, nemzetközi és globális szintű döntéshozatalt segítő mutatók használatára összpontosít, ugyanakkor ez a megközelítés alkalmazható szubnacionális (regionális) szinteken, ökoszisztémák vagy vízgyűjtőterületek szintjén is.

A környezeti haladás és a teljesítmény mérésére kifejlesztett környezeti mutatók alapkészlete a PSR modell szerint osztályozhatók: a környezetterhelési mutatók, a környezetállapot mutatói és a politikai válaszok (intézkedések) mutatói.

Az ágazati és a környezeti elszámolásból származtatott mutatók mutatók a környezeti szempontból jelentős ágazati trendeket, azok pozitív vagy negatív kölcsönhatásait a környezettel, valamint a kapcsolódó gazdasági és politikai szempontokat mérik. A környezeti elszámolásból származtatott mutatók elősegítik a környezeti szempontok beépítését a gazdaságpolitikába és az erőforrás gazdálkodási politikákba. A fő figyelem ezek kidolgozásánál a következő területekre irányul: környezeti kiadások számbavétele, a természeti erőforrások elszámolási rendje, beleértve a természeti erőforrások fenntartható használatát, az anyagáram elszámolást, amely kapcsolódik az erőforrás-használat hatékonyságához és termelékenységéhez.

A környezetminőséget középpontba helyező indikátorkészlet mellett a környezet erőforrás funkcióját hangsúlyozó, a természeti erőforrások mennyiségi kérdéseire összpontosító mutatókat alkalmaz.

A jelen tanulmány célját szolgáló modell esetében fontos kiemelni, hogy az alapkészlet mutatóit térségi szinteken is lehet alkalmazni a környezetgazdálkodás és teljesítmény területi dimenzióinak elemzésére, a főbb eloszlási kérdések azonosítására és azon regionális különbségek bemutatására, amelyek rejtve maradtak az országos szintű mutatók használatakor.

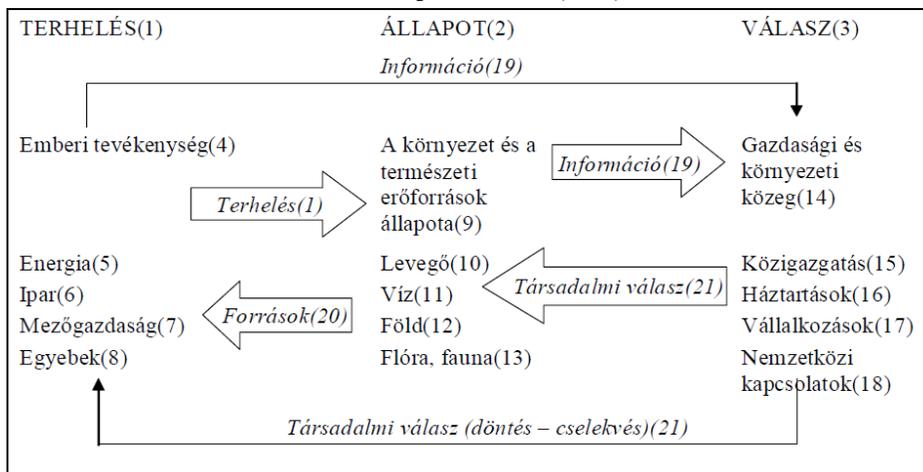
A környezeti kulcsmutatók kialakításának legfőbb célja volt, hogy az alapkészlet indikátorai által lefedett információtartalmat a politikai döntéshozás számára sűrítse. A környezeti kulcsmutatók is a PSR modellnek megfelelően osztályozhatók, hangsúlyt helyezve a szennyezésekre, az erőforrások használatára és környezetterhelésekre.

1. táblázat • A környezeti kulcsmutatók osztályozása

Szennyezési kérdések	Rendelkezésre álló mutatók	Középtávú mutatók
Éghajlatváltozás Ózonréteg Levegőtisztaság	Szén-dioxid intenzitások OKA felhasználás indexei SO <sub>x</sub> és NO <sub>x</sub> kibocsátás-intenzitás Települési hulladékkezelés intenzitása	ÜHG-kibocsátások indexe Ugyanaz A légszennyezésnek kitett lakosság Teljes hulladékkezelés intenzitása, anyagáram-mutatók Víztestek terhelése
Hulladékkezelés		
Édesvizek minősége	Szennyvíztisztítási csatlakozási arányok	
<b>Természeti erőforrások</b>		
Édesvízkészletek	Vízkészletek használatának intenzitása	Ugyanaz + regionális megoszlás
Erdővagyon	Erdővagyon használatának intenzitása	Ugyanaz
Halállomány Energiaforrások Biológiai sokféleség	Halfogás intenzitása Energiaintenzitás Fenyegetett fajok	Ugyanaz+ teljes halállomány Energiahatékonysági index Faj-, élőhely-, vagy ökoszisztéma sokféleség, kulcsökoszisztémák területe

Sok mutató és mutatókészlet az OECD terhelés–állapot–válasz (PSR) modelljén vagy ennek egy változatán alapul. A környezet állapotát az emberi tevékenység oldaláról érkező terhelés, illetve az erőforrások állapota által generált válaszok együttes hatása befolyásolja.

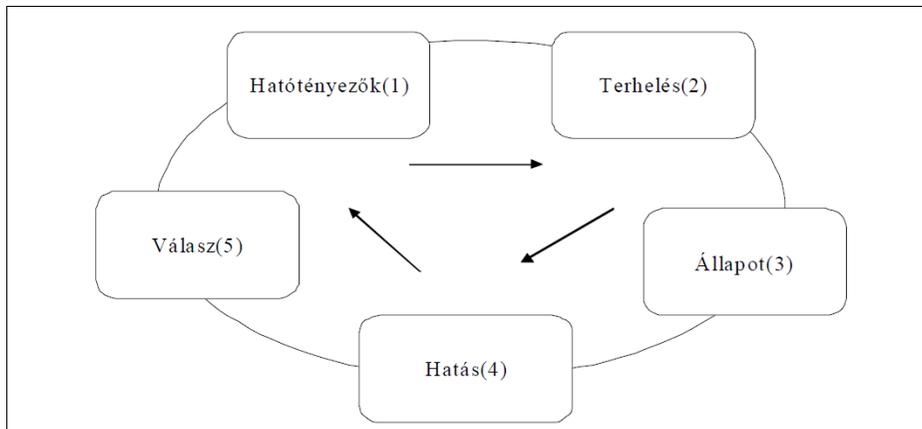
2. ábra • Terhelés – állapot – válasz (PSR) OECD modell



Forrás: Shah (1997), OECD

AZ EUROSTAT DPSIR modellje egy kibővített hatásrendszerben beilleszti a hatótényezőket valamint az állapot közvetlen hatásait, amelyek a gazdasági, politikai döntéshozók választát indukálják. Ekképpen szintén egy, a döntéshozás, politikai döntések intézkedések hatásának vizsgálatára alkalmas rendszer.

3. ábra • A DPSIR modell

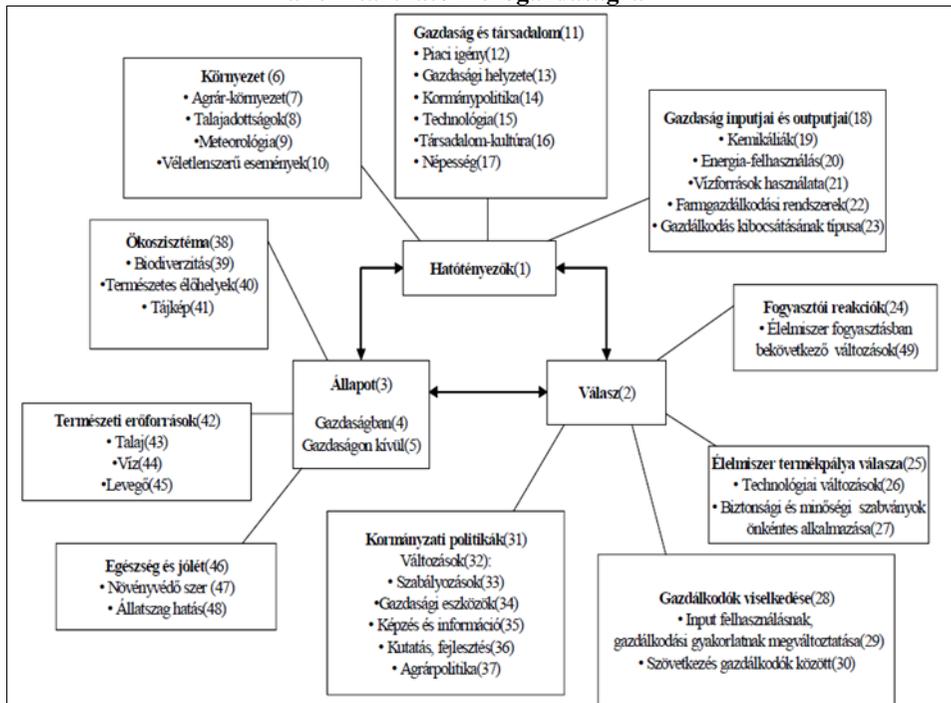


Forrás: Eurostat, 1999

A fenntartható mezőgazdaságra történő adaptációban az OECD kutatói által bevezetett modell mérhető (származtatható) indikátorokkal, mutatókkal „tölti fel” a modell keretrendszer.

A kialakítani kívánt konfliktusmodell szempontjából útmutatóul szolgálhat az aktorok és tevékenységük hatásának, valamint a környezet állapota érdekében végzett tevékenységek számbavételéhez.

4. ábra • A hatótényezők – állapot – válasz modellszerkezet alkalmazása a fenntartható mezőgazdaságra



Forrás: Katonáné Kovács 2009, Dalal-Clayton és Bass, 2002 nyomán

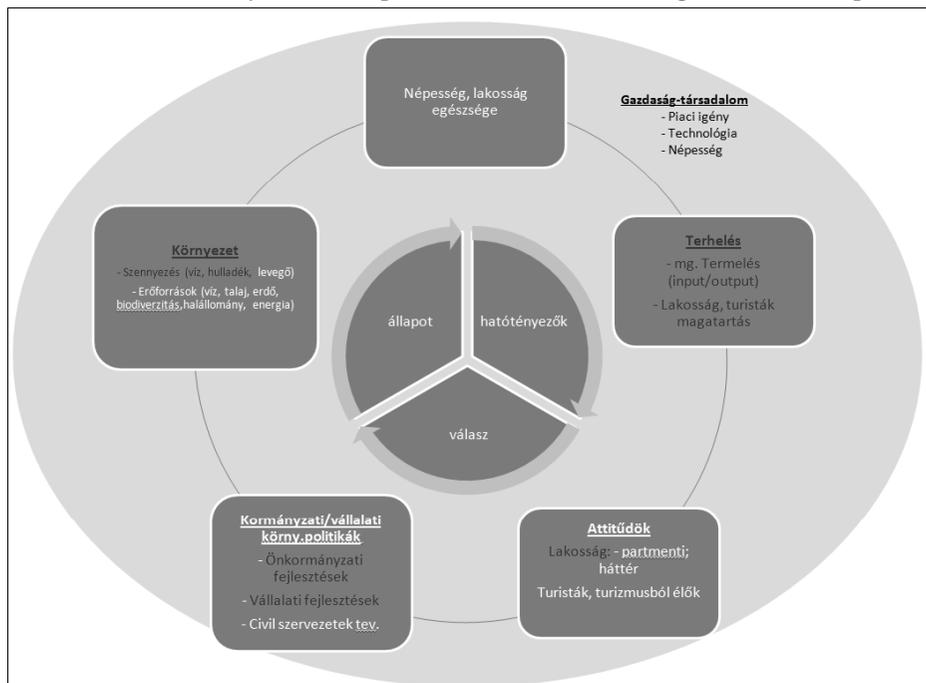
A fentiek alapján és a rész kutatás célkitűzéseinek megfelelően a Balaton déli vízgyűjtőjén megállapíthatjuk a folyamatban résztvevő aktorokat, ezek kölcsönhatásának területeit, mint ún. „konfliktustereket” ill. behatárolhatjuk a specifikus területi szinten mérhető környezeti statisztikai mutatókat (Horváthné, 2013). A környezeti folyamat szereplőinek vélekedése, viselkedése és tevékenysége alapján a kutatás későbbi fázisa elkülöníti a szereplők eltérő jellemzőkkel leírható csoportjait (Szakály et al...) (a környezetvédelemhez történő hozzáállásuk és cselekvésük alapján), illetve a mérhető környezeti állapot alapján igyekeznek a felelős környezeti magatartás modelljéhez hozzájárulni.

### A környezeti modellrendszerben figyelembe vett alrendszerek

A Balaton déli vízgyűjtőjén a vizsgálni kívánt környezet aktoraira egy olyan egymásra ható alrendszerekből álló modell építhetőségét vizsgáljuk, amelynek elemei leírják egy, a hatótényező-állapot-válasz (Shah, 1997) folyamat alkotóinak kulcselemeit.

Az alábbi modell térképen egy lehetséges összefüggésrendszert mutatunk be, amelyben már elhelyezhetők a közvetlenül vizsgálandó aktorok, ezek tevékenysége és hatásukra módosuló/beálló környezeti állapot.

### 5. ábra • Hatótényezők – állapot - válasz modell lehetséges modell térképe



Forrás: saját szerkesztés

Természetesen a környezeti állapot modell modellalkotóinak „viselkedését” a gazdasági-társadalmi környezet adott idejű jellemzői paraméterezik, de ezen tényezők vizsgálatától jelen tanulmányban eltekintünk.

A kutatás további területe a modellváltozók és állandók között fennálló kapcsolatrendszer alapján a konkrét modell felállítása, tesztelése és érzékenységvizsgálata. E

tevékenysége során megvalósul a környezeti-társadalmi konfliktusok szereplőinek tipizálására primer adatok alapján, a várható részeredmények rámutatnak majd a környezeti felelősségvállalás dimenziója alapján elkülönített aktorok eltérő befolyásának eredményére.

A tervezett teljes kutatás folyamatábrája megnevezi azokat az inputokat (részkutatási eredményeket), amelyek alapján az attitűd–cselekvés–környezeti állapot modell megfogalmazhatóvá válik.

A kutatás további feladata az alrendszereket leíró változók megadása után, azoknak a modell számára felhasználható inputváltozókká történő manipulációja, majd a statisztikai modell megalkotása, a változók hozzájárulásának értékelése és érzékenységvizsgálatok elvégzése.

### Attitűd–cselekvés–környezeti állapot modell matematikai megfogalmazása

A modell lehetséges felépítése a modell szerkezetét valamint az egyes elemeit leíró almodellek tekintetében is komplex.

Figyelembe véve az általános modellt leíró összefüggést (1), az eredményváltozó, mint konfliktusállapot a fent leírt alrendszerekkel az alábbi összefüggésben áll.

$$y_{\text{konfl. állapot}} = f(x_{\text{attitűd}}, x_{\text{cselekvés}}, x_{\text{konfliktus}}, x_{\text{körny. áll.}}; \mathbf{D}) + \varepsilon \quad (2)$$

ahol a tényezők közötti matematikai művelet lineáris modell esetén összegzés, a modell változói pedig a konfliktus-aktorok felméréséből, illetve környezetstatisztikából származtatott mutatók, amelyek f összefüggésben állnak y eredményváltozóval a p parametrizált állandók szerint.

A modell elkészítésétől várt eredmények:

- a modellszintű alkalmazhatóság feltételeinek megfogalmazása
- a konfliktushelyzetek megoldására vonatkozó javaslatok alkalmazhatóságának feltételei
- a vizsgált fokozott érzékenyséű terület konfliktushelyzeti modelljének főbb meghatározó tényezői és hozzájárulásuk értékelése
- érzékenységvizsgálatok elvégzése

A hosszabb távú alkalmazás vizsgálati alapján a kutatásra vonatkozó távlati eredmények lehetnek a modell lehetséges területi és időbeli adaptációja és feltételeinek megfogalmazása.

### Összegzés

Jelen tanulmány áttekinti egy sekélyvízű tó vízgyűjtőjének társadalmi konfliktusvizsgálatának elemzéséhez hasznosítani kívánt matematikai-statisztikai modell kialakításának lehetőségeit. Az elsődleges és másodlagos kutatások alapján azonosításra kerülnek azok, a konfliktusteret befolyásoló szereplők és ezeket leíró jellemzők, amelyek a matematikai-statisztikai rendszert jellemzik. A modellépítés eszközzrendszerének, valamint az előzetes kutatások során nyert adatbázisok és a szakirodalom ajánlásai alapján előrevetítjük egy lehetséges sztochasztikus modell vázát. Kiemeljük, hogy jelen tanulmányunk a jelzett modell előkészítéséhez elméleti átgondolásokkal foglalkozik.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### Felhasznált irodalom

- Dalal-Clayton, D. D. Barry, Bass, Stephen 2002. *Sustainable Development Strategies*. United Nations Development Programme, Earthscan.
- Eurostat 1999. *Towards environment pressure indicators for the EU*. [<http://e-m-a-I-1.nu/tepi/>].
- Horváthné Kovács B. 2013. Az attitűd-cselekvés-környezeti állapotmodell kialakításának lehetősége – a Balaton déli vízgyűjtőjének területén. Kézirat.
- Katonáné Kovács J. 2009. *Környezeti mutatók – Agrár-környezeti mutatók*. Doktori disszertáció. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Agrárgazdaságtani és Közgazdaságtani Tanszék, Debrecen.
- Koncsos L., Koncsos T., Kozma Zs., Jolánkai Zs. 2011. *Környezeti rendszerek modellezése*. Egyetemi jegyzet.
- KSH 2007. *A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon*. Budapest.
- KSH 2005. *Magyarország környezetterhelési mutatói*. Budapest.
- Pomázi I. 2003. *Környezeti mutatók fejlesztésének és alkalmazásának tapasztalatai a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezetben (OECD)*. Közgazdaságtani munkacsoport.
- Shah, R. 1997. *Environmental indicators*. [[www.inwent-fz.org/coursematerial/k49/k49\\_section20.pdf](http://www.inwent-fz.org/coursematerial/k49/k49_section20.pdf)].
- Szücs E. 1972. *Hasonlóság és modell*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp: 299



## **Fiatal kutatás keres korban hozzá illő paradigmát**

Társadalom és természeti környezete kölcsönhatásának elméleti modelljei és a Balaton multidiszciplináris kutatása

**Molnár Gábor\***

**Abstract** Young research seeks age appropriate paradigm. Theoretical models for the interaction between society and its natural environment and the multidisciplinary research of Lake Balaton. In searching for an adequate theoretical paradigm for the relationship between society and its natural environment, the paper analyses and compares Niklas Luhmann's and Bruno Latour's constructions of this relation. The aim of the comparison is to determine which of them can provide a more suitable theoretical basis for the social sciences to be able to join effectively in a multidisciplinary human ecological research program.

**Keywords** multidisciplinary research • social theory • society–environment interaction • Niklas Luhmann • Bruno Latour

### **Kultúraközi párbeszéd a tudományban**

Klasszikus környezetszociológiai cikkében Catton és Dunlap (1978) a hagyományos szociológiai elméleti megközelítések domináns jellemzőjeként az ember kivételességét valló paradigmához [*Human Exceptionalism* – később: *Exemptionalism – Paradigm HEP*] való kötődést tekinti, és új, ökológiai paradigmát [*New Ecological Paradigm, NEP*] hirdet meg vele szemben. Az előbbi felfogás szerint az ember mint kultúraalkotó lény kiemelkedik a természet rendjéből, viselkedése természettudományosan magyarázhatatlan változékonyságot, rugalmasságot, végtelen fejlődő- és problémamegoldóképességet mutat. Ha környezeti hatásról beszélnek e paradigmában, például az egyén attitűdjeinek és viselkedésének kialakításában, az mindig a szűkebb-tágabb szociokulturális környezet, és nem a természeti környezet hatását jelenti. Az új paradigma szerint viszont az ember – minden kulturális kreativitása ellenére, amelyet ez a paradigma sem akar tagadni – a természeti környezetével kölcsönös függésben élő és tevékenykedő lény, és ezt a tényt a szociológiai elméletalkotás sem hagyhatja figyelmen kívül.

E szembeállítás, illetve Dunlap és Catton paradigmaváltó törekvése az azóta kibontakozó környezetszociológiában ugyan alapvető vitakérdéssé vált (noha általános elfogadottságra ott sem tett szert), ám e szakszociológia határain kívül nem sikerült jelentékeny hatást kiváltania a társadalomtudományokban (Hannigan 2005, 14). Holott a kérdés általános társadalomelméleti relevanciája nyilvánvaló. Mi több, a környezet-szociológia számára is fontos lenne, hogy a problémát az általános társadalomelmélet

---

\* Kaposvári Egyetem Pedagógiai Kar  
E-mail: molnar.gabor@ke.hu

szintjén vessük fel. Egyfelől azért, hogy a környezetszociológia kérdésfeltevései ne rekedjenek meg egyfajta szaktudományi gettóban, hanem integrálhatók legyenek a tágabb társadalomtudományi kutatásokba. Másfelől azért is, mert segíthetné abban, hogy elméletileg megalapozottan kapcsolódjon be olyan inter- és multidiszciplináris kutatásokba, amelyek heterogén tudásterületeket, eltérő tudáskultúrákat fognak át.

Az a kutatási projekt, amelybe a jelen írás kapcsolódik a Balatonon és déli vízgyűjtő területén igyekszik feltárni az emberi tevékenység hatásait a természeti környezetre és az ezekkel összefüggő társadalmi konfliktusokat; e kutatás tudatosan törekszik a lehető legszélesebb értelemben vett multidiszciplinaritásra: természettudományos, társadalomtudományi és mérnöki tudás konstruktív együttműködésére, kölcsönhatására. Ez az együttműködés azonban aligha lehet eredményes, ha nem igyekszünk áthatalni e különböző tudományos kultúrák közötti válaszfalakon.<sup>1</sup> A következőkben ehhez a feladathoz elsősorban a társadalomtudományok, sajátosan a társadalomelmélet, illetve társadalomfilozófia felől igyekszem hozzálátni – felvállalva, hogy az elemzés ebben a fázisban sokkal inkább a társadalomelmélet belső vitájáról szól, mintsem diszciplínák közötti párbeszédéről.

Az alábbiakban két olyan társadalomelméleti megközelítés egybevetésére vállalkozom, amelyek koránt sem hagyják figyelmen kívül a társadalom és természeti környezete viszonyát: Niklas Luhmann rendszerelméletét és Bruno Latour szimmetrikus antropológiáját hasonlítom össze. Az összehasonlítás során arra a kérdésre keresem a választ, hogyan jelenik meg ez a viszony a két elméletben és melyik kínál alkalmasabb konceptuális keretet a fent említett interdiszciplináris kutatás, illetve általában a tudáskultúrák közötti párbeszéd számára.

### Luhmann: a funkcionálisan differenciált rendszerek rezonanciaproblémái

Niklas Luhmann 1986-os, előadásból kinőtt könyve, az *Ökológiai kommunikáció* alcíme szerint azt a kérdést igyekszik körüljárni, hogy „képes-e felkészülni a modern társadalom az ökológiai veszélyekre.” E gyakorlatinak tűnő kérdés mély társadalomelméleti vizsgálódásra készteti Luhmann, egy évvel korábbi összegző műve, a *Szociális rendszerek* eredményeinek továbbgondolására az ökológiai problematika területén. Az írás kulcsfogalma a *rezonancia*, a rendszerek saját struktúrájuk által lehetővé tett (tehát szelektív) válaszképessége környezetükre. Mint írja, a modern társadalomban „[r]endszer és környezete kapcsolata [...] azáltal jön létre, hogy a rendszer a belső, körkörös struktúráinak köszönhetően elkülöníti önreprodukcióját a környezettől és csak kivételes esetben, csak más valóságszinteken képesek őt a környezet tényezői irritálni, gerjeszteni vagy rezgésbe hozni.” (Luhmann 2010 [1986], 27.)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> C. P. Snow (1959) klasszikus különbségtétele a „két kultúra” között eredetileg a humán műveltségű értelmiséget és a természettudósokat állította szembe egymással, és fő vádjá az előbbiekkal szemben az volt, hogy elfogadhatatlan érdektelenséget mutatnak a természettudományos műveltség iránt, miközben lenéznek a hiányos humán műveltségű természettudósokat. Az 1990-es évek úgynevezett „tudományháború” során viszont már éppen a természettudományok felségterületére betolakodó, alapvetően filozófiai iskolázottságú értelmiségiek ellen irányul a pro-szcientista álláspont képviselőinek támadása (Sokal–Bricmont 2000 [1998]). A társadalomtudományok saját történelmi hagyományaiknál fogva saját magukon belül reprodukálják ezt a szembenállást: egyfelől a pozitivistikus, másfelől a (klasszikusan) interpretatív, (ma jellemzően) konstruktivista paradigma közötti ellentétként. A környezetszociológiában is megvan ez a kettősség, a realista és a konstruktivista megközelítések között. A két tudáskultúra integrációjára törekszik az ökológia területén pl. Higgs 2005. – A tudáskultúra vagy episztemikus kultúra terminushoz lásd Knorr Cetina 1999, noha ő sokkal finomabb felbontással használja a fogalmat, és éppen a természettudományokon belüli kulturális különbségeket hangsúlyozza.

<sup>2</sup> A továbbiakban a szövegben zárójelben szereplő számok e mű oldalszámait jelentik.

A funkcionális részrendszerekre történő differenciálódás következtében a modern társadalom túl kevés rezonanciát állít elő a környezeti veszélyek vonatkozásában, a társadalmi rendszerek között viszont túl sokat. A társadalmi részrendszerek „a társadalmon belüli környezetükben állandóan impulzusok után kutatnak” (137). Az egyik rendszer nézőpontjából jelentéktelen események (például a gazdasági rendszer nézőpontjából egy pár millió dolláros pénzáttalás valamelyik politikusnak), a másik rendszer szempontjából hatalmas változtatásokat indíthatnak el (politikai botrányt, a kormány megbuktatását).

Arra viszont csak rendkívül korlátozottan képes a társadalom, hogy a nem társadalmi környezetéből érkező hatásokra reagáljon. Csak akkor tudja egyáltalán észlelni őket, ha átmennek a társadalom valamely részrendszere (a tudomány, politika, gazdaság, jog, vallás stb.) specifikus kód és program alkotta szűrőrendszerén. Csakis ekkor irányulhat rájuk figyelem, válhatnak társadalmi kommunikáció tárgyává és válik lehetővé, hogy kezelje őket a rendszer. Amit nem lehet kódolni és nem lehet az adott társadalmi rendszer programján átvezetni, azzal a rendszer nem tud mit kezdeni. Amit pedig egyik részrendszer sem tud észlelni, az értelemszerűen az egész társadalom számára felfoghatatlan marad.

E megfontolás alapján Luhmann újradefiniálja az „ökológiai veszély” fogalmát. Nem „véltetően objektív tényállásokat” ért rajta (például hogy „elfogynak az olajtartalékok, felmelegednek a folyók, kipusztulnak az erdők, elsötétedik az ég, és beszenyeznek a tengereket”). Az efféle dolgok mint pusztán természeti (fizikai, kémiai, biológiai) tényállások, jegyzi meg, „nem hoznak létre társadalmi rezonanciát mindaddig, amíg nem kommunikálnak róluk” (41). Luhmann javaslata: ökológiai veszélyen „[m]inden olyan, a környezetről folytatott kommunikációt [értsünk], amely indítékul szolgál arra, hogy a társadalom mint kommunikációs rendszer megváltoztassa a struktúráit” (uo.). Röviden: *az ökológiai veszélyek nem a társadalom természeti környezetében levő jelenségek, hanem a társadalomban előforduló kommunikációk sajátos fajtáját alkotják.* E sajátos felfogás háttérében Luhmannnak a rendszerek önreferenciális vagy műveleti zártságáról szóló alapvető rendszerelméleti feltevése áll. Eszerint az önmagát a környezetétől való elhatárolás révén megteremtő rendszer zárt univerzum. Zárt abban az értelemben, hogy alkotóelemeit maga hozza létre (autopoiészis), kívülről semmi nem juthat be. E zártság paradigmáját az objektív világ és a tudat (vagy elme) elkülönülésének Descartes által *res extensa* és *res cogitans* különbségeként megragadott differenciája jelenti. Elvi okokból áthatolhatatlan, ontológiai elkülönülésről van szó: ami anyagi létmóddal bír, nem juthat be a tudatba, és fordítva. A pszichikai rendszerek alapműveletének, médiumának tekintett tudat mellett Luhmann a szociális rendszerek médiumaként a kommunikációt nevezi meg. Minden, ami tudati összefüggésként létezik, a pszichikai rendszerekhez tartozik, és minden kommunikáció a szociális rendszerekhez. Noha e két rendszer együttes evolúció révén jött létre, egymásnak mindenkor szükségszerű környezetét alkotják és közös jellemzőjük az értelemszerűség, ám e két rendszerfajta ugyanúgy önreferenciálisan zárt egymáshoz képest, mint értelemmentes (természeti) környezetükhöz képest (Luhmann 2009 [1984], 76. és 291. és 2010 [1986], 42).

Az értelemszerű rendszerek önreferenciális zártága ugyanakkor nemhogy megakadályozná, de éppen lehetővé teszi a rendszerek környezetre való nyitottságát, hangsúlyozza Luhmann (2009 [1984], 79). Az értelem „a világ komplexitásának az adott pillanatban végbemenő, aktualizálható reprezentációja” (29). Az értelemszerű rendszerek számára minden – tehát környezetük is – csak értelemként lehet adva. Rendszer és környezete differenciája így szükségszerűen leképeződik a rendszeren belül, és az „ökológiai veszély” fogalmát erre a rendszeren belül reprezentált környezet által a rendszeren belül reprezentált rendszerre tett sajátos hatásként kell megértenünk.

A rendszer egyidejű zártsága és nyitottsága a rendszerhatár egyfajta membránként való felfogását implikálja, amely megakadályozza az anyagáramlást, ám lehetővé teszi az oksági hatást (45). A rezonancia metaforája jól illeszkedik ehhez a szóképhez.

„A környezet csupán irritációkon vagy zavarokon keresztül válhat láthatóvá a kommunikáció számára, s ez utóbbinak ekkor saját magára kell reagálnia, ahogy az emberi test sem tud közölni semmit a tudattal a tudati csatornákon keresztül, hanem csak irritáció, szorító és terhelő érzések, fájdalom és hasonlók révén, tehát csak olyan úton, amelyre a tudat képes rezonálni.” (42.)

Egy későbbi áttekintő művében Luhmann (2006 [2004], 95) elismeri, hogy „kiabrándító, ha azt mondjuk, hogy a környezeti problémákról csak beszélni tudunk, és a beszéd mint olyan egyáltalán nem változtat meg semmit.” Ugyanakkor hozzáteszi, hogy hosszú távon mégis befolyásolhatók a műveletileg zárt rendszerek, ezért nem teljesen reménytelen a helyzet. A külső irritáció, zavar, ha a kommunikációban tematizálódik, azaz rendszerfolyamattá fordítódik le, keresési/azonosítási folyamatokat indíthat el, és így végül lehetőséget teremthet a rendszer megfelelő módosítására.

Ugyanakkor Luhmann elismeri, hogy „[a]zzal a lehetőséggel is számolnunk kell, hogy a rendszer oly módon hat a környezetére, hogy később nem lesz képes ebben a környezetben létezni” (25). Ennek az az oka, hogy az autopoietikus rendszerek számára mindig az autopoieszisz folytatása (a „következő lépés”) az elsődleges cél; fontosabb, mint a távoli jövő, hiszen nélküle ez a jövő is elérhetetlen volna. Való igaz, hogy hosszú távon az evolúció gondoskodik az ökológiai egyensúly kialakulásáról, de ez csupán annyit jelent, hogy az ökológiailag önveszélyeztető rendszerek kiiktatódnak.<sup>3</sup> A modern globális társadalom esetében azonban ez a lehetőség a szociális (és pszichikai) rendszerek, vagyis az emberi lét teljes felszámolódásának veszélyét is magában hordozza.

Ám éppen annak a lehetősége miatt, hogy valamely környezeti hatás képes rombolóan hatni a társadalmi rendszerre anélkül, hogy e hatást a rendszer megértené, le tudná képezni saját kommunikációs folyamataiban, úgy vélem, problematikus a „veszély” szó luhmanni újradefiniálása. Ha egy társadalom nem érti meg, nem fogja fel az őt fenyegető ökológiai hatást, attól még e hatás fennáll és veszélyezteti. Ez a lehetőség a luhmanni elméletben, számomra úgy tűnik, nem fogalmazható meg,<sup>4</sup> a „fel nem ismert veszély” kifejezés fogalmi ellentmondássá válik, ez azonban ellenkezik a veszélyről alkotott természetes intuíciónkkal.

Az 1986-os műben Luhmann egy-egy fejezetett szentel valamennyi szóba jövő részrendszernek (rendre a gazdaságnak, a jognak, a tudománynak, a politikának, a vallásnak és az oktatásnak), minden esetben igyekszik kimutatni, hogy miért alkalmatlan a környezeti veszélyek megfelelő észlelésére és kezelésére. A következőkben csupán egyik részrendszer elemzését szeretném szemügyre venni: azt a kérdést vizsgálom meg, hogy a tudomány miért nem képes rezonálni a környezeti veszélyekre.

A tudomány mint részrendszer Luhmann számára az igaz és a hamis megkülönböztetésének kódjára épül, programjai pedig az elméletek. Az elméletek adják a tu-

<sup>3</sup> Erre mutat fel számos történeti példát népszerű elemzésében Diamond 2009.

<sup>4</sup> Az a megfogalmazás, hogy a társadalom túl kevés rezonanciát állít elő a külső környezete vonatkozásában a „veszély” szó luhmanni értelmezése mellett csak úgy érthető, hogy e veszélyeket észleli ugyan a társadalom vagy valamelyik részrendszere, ám a pusztá észlelés nem képes további hatást (cselekvést, beavatkozást) kiváltani (vö. 135). Ez természetesen jogos észrevétel lehet (lásd alább a tudományok elemzését), ám nem érvényteleníti azt a kritikát, hogy igenis értelmes dolog nem észlelt veszélyekkel is számolni. Ez utóbbi ellenvetést meglátásom szerint nem lehet azzal a transzcendentálfilozófiai érveléssel semlegesíteni, hogy *metaszinten* az előre látott veszély is megfigyelés tárgya, hiszen metaszinten vagy csak üres meghatározatlanságban, vagy pusztán utólagosan lehet megfigyelni, de mindkét esetben valamilyen (imaginárius vagy jövőbeli) első szintű megfigyelés alapján.

domány nyitottságát, hiszen a valóság leírásának lehetséges alternatíváit, méghozzá egyre komplexebb alternatíváit hozzák létre. A kétértékű logika kódja alapján felépülő módszerek viszont a rendszer zártóságát eredményezik. A tudomány csak olyasmivel foglalkozhat, amit az igaz/hamis kód alapján értékelni lehet, vagyis a mindenki számára átélhető világra vonatkozó ismeretekkel, míg „a cselekvés irányítását átengedi más médiumoknak,” a politika, az erkölcs, a vallás sajátos szimbolikusan általánosított médiumainak (95). A modern tudomány „[s]zinte végtelen felbontási képességének köszönhetően minden korábbi meghaladó mértékben kínálja a társadalom számára a lehetőségek áttekinthetetlen terét,” ám az már „más funkcionális rendszerekre hárul, hogy kiválogassák a használtót és a használhatatlant” e lehetőségek közül, miközben a társadalom egésze – és a többi részrendszer – nem képes és nem is szándékozik átvenni a tudományos világgépet (100–101).

Ha azonban Luhmann elemzése alapján a tudománytól csak saját specifikus művelete – a megismerés – értelmében várunk el rezonanciát (azaz a megismerést is rezonanciának tekintjük), akkor a tudomány esetében mintegy a visszajára fordulni látszik szerzőnk eredeti tézise: a tudomány éppen hogy túl sok (de semmiképpen sem túl kevés) rezonanciát termel a természettel való kölcsönhatásában, és, úgy tűnik, éppen a többi társadalmi részrendszerből képes túl kevés rezonanciát kiváltani.

Luhmann – a radikálisabb ökológiai mozgalmak számára megbotránkoztató – gyakorlati következtetése: „nem kevesebb, hanem több beavatkozási képességet kell kifejleszteni, ezeket azonban olyan kritériumok alapján kell működtetni, melyek magukban foglalják azt a lehetőséget is, hogy azok visszahathassanak a társadalomra” (26). Ez azonban elemzése alapján már nem a tudomány, hanem a cselekvésirányító rendszerek feladata.

### **Latour: a hibridek elleplezett túlburjánzása**

Bruno Latour *Sohasem voltunk modernek* című könyvében a szimmetrikus antropológia programját fogalmazza meg. A hagyományos antropológia aszimmetrikus, mert művelői „otthon szétválasztják azt, amit külföldön egyesíteni bátorognak:” a természetre vonatkozó tudást létrehozó tudományos gyakorlatokat, a társadalmat szervező politikai gyakorlatokat és a szövegeket előállító diszkurzív gyakorlatokat (Latour 1999 [1993], 22). A szimmetrikus antropológia feladata, hogy a modern társadalmakat is ugyanazzal a beállítódással közelítse meg, mint az idegen, egzotikus társadalmakat: „természetkultúrának” tekintse őket.

A modernitást Latour számára gyakorlatok két halmaza alkotja. A *transzláció* (közvetítés) gyakorlata a hibridek vagy kvázi-tárgyak, azaz természet és kultúra keverékeinek, hálózatainak előállítását jelenti. A *purifikáció* gyakorlata (mint elméleti gyakorlat) ellenben az emberi és a nem emberi lények ontológiai zónájának merev gondolati elkülönítéséről gondoskodik. Ez utóbbit Latour a hatalommegosztás modern alkotmányos elve egy korábban fel nem ismert formájának: a természeti és a politikai hatalmak elválasztásának tekinti. Ez is alapvető része a modernitás „alkotmányának.”

A gyakorlatok e két halmaza élesen szemben áll egymással, ugyanakkor a modernitásban éppen azért tudnak rendkívül hatékonyságra szert tenni, mert úgy működnek együtt, hogy közben kapcsolatuk rejtve marad. Csak azért tud a modern ember ilyen szédületes mennyiségben hibrideket termelni, minden korábbinál hosszabb hálózatokat létrehozni, mert szilárdan meg van győződve az emberi és a természeti világ felszámolhatatlan különbségéről: „minél elgondolhatatlanabbá tesszük a hibrideket, annál inkább lehetségessé válik a kereszteződésük” (i. m., 29). Ez a modernitás titka.

Az önmagukat modernnek tekintő társadalmakat tehát csupán egy illúzió és a nagyobb hatékonyság különbözteti meg a „természeti népektől” és minden más (természet)kultúrától. Valójában sohasem voltunk modernek.

A modern társadalomtudományok társadalom-fogalma egyoldalú, szelektív észlelés eredménye. Ez az önállóan vélt létező, a „társadalom” valójában csak az emberek és nem emberek azon összességének részeként képes működni, amelyet Latour a „kollektivitás” szóval jelöl. Hogyan is működhetnének a családok, szervezetek, államok stb. (különösen modern formáik) kvázi-tárgyak – ajtózárok és kulcsok, iratszekrények, telefonok, számítógépek, autók, fegyverek, pénzürmék, bankkártyák, elektronikus bankszámlák stb. – óriási tömege nélkül (i. m. 205)? Ezekben a hibridekben pedig ezer szálon keveredik össze a természet és a társadalom. Az autó nem autark, önmagában működőképes tárgy. Csakis olyan hálózatok részeként tud funkcionálni, amelyek utakat, sofőröket, benzinkutakat, közlekedési lámpákat és rendőröket, szerelőműhelyeket és szerelőket – és még számtalan más (kvázi)dolgot és személyt – foglalnak magukban. E hálózatokban a személyek viselkedését éppoly objektíven meg kell tervezni és szabályozni, mint a dolgokét. A kvázi-dolgok, másfelől, olyannyira társadalmi cselekvőkként jelennek meg, hogy nem tekinthetők valamiféle társadalomtól független objektív hordozóinak. A hálózat kettéválasztása emberekre és dolgokra csak mesterként kettéosztás lehet, valójában nem így tagolódnak, rendeződnek el a hálózatok. „[A] hálózatok egyszerre valóságok, mint a természet, narratívák, mint a diskurzus, és kollektívák, mint a társadalom” (i. m., 20).

Eddig úgy tűnhetett, hogy mindez csak a természetnek a technika formájában testet öltő része és a társadalom viszonyáról szól, ám az objektív természetet kutató tudományokat nem érint. Valójában azonban nem így áll a dolog. Latour hangsúlyozza, hogy az „objektív természet” fogalma éppúgy a modernitás konstrukciója, mint párja, a „társadalom”. A szimmetrikus antropológiának a modern társadalmak természet-felfogását éppoly pártatlanul és éppúgy a társadalom más területeivel összefüggésben kell vizsgálnia, mint más egzotikus kultúrák esetében teszi. Latour szerzőtársával már 1979-es művében azt igyekezett kimutatni, hogy a természettudomány „tényeit” antropológiailag jól elemezhető módon konstruálják meg például a laboratóriumok mikrotársadalmi világában (Latour és Woolgar 1986 [1979]). Ez azonban nem jelenti a relativizmus és konstruktivizmus egyoldalú elfogadását. A tudományos tények konstruáltak ugyan, de ettől még nem vezethetők vissza a társadalmi dimenzióra, hiszen ez utóbbit valóságos személyek és tárgyak népesítik be. A szimmetrikus antropológiának meg kell haladnia konstruktivizmus és realizmus hibás ellentétét.

### **Luhmann és/vs Latour**

Luhmann és Latour egyaránt, ám ellentétes irányban módosítja a szocialitás hagyományos felfogását. Luhmann számára a társadalom a szociális rendszerek zárt univerzuma, vagyis minden szociális rendszer eleve a társadalom részrendszere lehet csak, és semmi nem lehet része a társadalomnak, ami nem szociális rendszer. E meghatározás legfontosabb következménye, hogy kizárja az embert a társadalomból. Az egyén mint pszichikai és organikus rendszerből álló komplexum nem a társadalomhoz, hanem a társadalom környezetéhez tartozik – jóllehet e környezetet belül kikutatott rendszereket alkotnak mind a pszichikai, mind az emberi organikus rendszerek. Az emberek azok a „szenzorok,” amelyek a társadalom számára a környezetét közvetítik (Luhmann 2009 [1984], 436). A társadalom azonban kizárólag kommunikációkból áll. Latour számára viszont a társadalom egy nála nagyobb egész, a „kollektivitás” nem önálló része, amelyet csak a modern társadalomtudományok választanak le róla mesterségesen (Latour, i. m., 17). Nemcsak az emberek a részei ennek a kollektivitás-

nak, hanem az „ember alkotta” használati tárgyak, a kultúra és a természet kölcsönhatásából létrejövő hibridek is (beleértve a „természeti tényeket”).

Luhmann szempontjából Latour vak a rendszerhatár jelenségére, nem látja, hogy a rendszer és környezete ontológiailag különmemű minőséget alkotnak. Kauzális kapcsolat ugyan van közöttük, ám a rendszerek evolúciója éppen a külső hatások mind korlátozottabbá, kanalizáltabbá, szelektáltabbá válása irányába tart. Latour nézőpontjából viszont Luhmann e feltevésével a modernitás purifikációs illúziójának esik áldozatul. Olyannyira igyekszik megtisztítani a társadalmat a természetitől, hogy nemcsak a nem embereket, de még az embereket, a (testi-lelki) individuumokat is kiveti a társadalomból. Mindeközben elmélete vakká válik és vakká tesz a hibridekkel és a hibridek megzabolázhatatlan burjánzásával szemben.

Ugyanakkor vannak olyan pontok a két koncepcióban, amelyek a kompatibilitás lehetőségét villantják fel. A cselekvő hálózatok felépülése egymáshoz képest fekete dobozként viselkedő elemekből (lásd például Király 2008, 535–536 elemzését), úgy vélem, termékenyen összevethető Luhmann interpenetráció-fogalmával, azzal a gondolattal, hogy a rendszerek környezetében vannak olyan kitüntetett rendszerek, amelyekkel kölcsönös egymásra vannak utalva, egymás létezésének feltételei.

A két gondolkodó cselekvés-fogalmában is vannak párhuzamosságok. Elméletalkotói törekvésük mindenképpen megegyezik a társadalomelmélet hagyományos cselekvéseméleti megalapozásának elutasításában vagy meghaladására törekvésben, még ha nem azonos irányban lépnek is tovább. Luhmannál a szocialitás alapeleme, mint láttuk, nem a cselekvés, hanem a kommunikáció. A kommunikáció elemibb a cselekvésnél, mert a szociális rendszerek *önlétrehozásának* alapja, míg a cselekvés csak az *önmegfigyelés* és *önleírás* elemi egysége (i. m. 193). A kommunikáció mindig az információ, a közlés és a megértés egysége, míg a cselekvéstulajdonítás az utóbbi, vagyis a másik megértése nélkül is megvalósulhat, ezért az (ön)megfigyelés számára elemibb egységként adódik. (Luhmann cselekvés-fogalmát most nem problematizálom.) Latour (és az általa képviselt irányzat) viszont a cselekvőképesség, az ágencia fogalmának az emberre való korlátozása ellen emel szót, sőt illúzió szerintük az egyéneket ágensnek tekinteni. Valójában az embereket és dolgokat, hibrideket magukba foglaló hálózatok a valódi cselekvők. Ugyanakkor talán még célszerűbb Latour – illetve általában a cselekvőhálózat-elméleti megközelítés – dehumanizált cselekvés-fogalmát a luhmanni művelet-fogalommal összevetni (annak ellenére, hogy az utóbbi szigorúan egy rendszerre van definiálva, míg az előbbi a heterogén hálózatok sajátosága): ez utóbbi ugyanis szintén az ágencia dehumanizálását jelenti.

### Luhmann, Latour és a környezetszociológia

Már a fenti rövid áttekintésből is egyértelműen kiviláglik, hogy Latour elmélete az új ökológiai paradigmához sorolható. Luhmann esetében azonban nem ilyen egyértelmű a kép. Egyfelől ő is Catton és Dunlaphoz hasonló váddal illeti a szociológiai elméletalkotást: hogy vak a társadalomnak természeti környezetétől való függése iránt (9–17), másfelől rendszerelméleti megfontolásai arra a következtetésre viszik, hogy a szociokulturális evolúciónak éppen az a lényege, vívmánya, hogy a társadalomnak egyre kevésbé kell reagálnia a környezetére. „A mezőgazdaság mindannak kiirtásával kezdődik, ami azelőtt ott termett” – írja (28).

Mindezek után melyik társadalomelméleti paradigma tűnik alkalmasabbnak arra, hogy a társadalomtudományokat, illetve sajátosan a környezetszociológiát termékenyen bekapcsolja egy a bevezetőben jelzethez hasonló multidiszciplináris humán-ökológiai kutatásba? Egyelőre nem tudnék határozottan állást foglalni. Némiképp

Latour ellen szól, hogy a heterogén hálózatok elemzésénél mintha mindent egy szupertudomány, a (szimmetrikus) antropológia hatáskörébe rendelne – a hálózatok különmemű elemeinek vizsgálatát mégiscsak speciális tudományoknak kellene átengednünk és csak utána hozni őket multidiszciplináris párbeszédbe. Luhmann rendszerelmélete sokkal inkább ösztönöz erre. Luhmann elméletében viszont valóban nehéz lenne ontológiai státust adni a heterogén elemekből felépülő hálózatoknak, holott e hálózatos szerveződések realitását nehéz lenne tagadni. Végezetül, a konstruktivizmus és realizmus problémáját, úgy vélem, egyikük sem tudta megoldani.

De talán nem is az a feladat, hogy előre válasszunk a két megközelítés között. Inkább egyidejűleg kellene szem előtt tartani, mintegy versenyztetni őket az empirikus kutatás során. Így idővel – persze nem lebecsülendő teoretikus erőfeszítések után – talán olyan paradigmára tehetünk szert, amely képes e két megközelítés erényeit, maradandó meglátásait ötvözni. Egyszerre kezelni a homogén elemek rendszerszerű, autopoietikus megszerveződését és a heterogén elemek hálózatos megszerveződését a társadalom és természeti környezete viszonyában.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### Irodalom

- Catton, W. R. és Dunlap, R. E. 1978. Environmental Sociology: A New Paradigm. *The American Sociologist* 13, 41–49.
- Diamond, Jared 2009. *Összeomlás. Tanulások a társadalmak továbbéléséhez*. Budapest, Typotex.
- Hannigan, John 2005. *Environmental Sociology*. Second Edition. London–New York, Routledge.
- Higgs, Eric 2005. The Two-Culture Problem: Ecological Restoration and the Integration of Knowledge. *Restoration Ecology* 13: 1, 159–164.
- Király Gábor 2008. Technika és társadalom. Játék határok nélkül. In: Némédi Dénes (szerk.): *Modern szociológiai paradigmák*. Budapest, Napvilág. 519–571.
- Knorr Cetina, Karin 1999. *Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge*. Cambridge, Mass. – London, Harvard University Press.
- Latour, Bruno 1999 [1993]. *Sohasem voltunk modernek. Szimmetrikus antropológiai tanulmány*. Budapest, Osiris–Gond.
- Latour, Bruno és Woolgar, Steve 1986 [1979]. *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*. Princeton, Princeton University Press.
- Luhmann, Niklas 2006 [2004]. *Bevezetés a rendszerelméletbe*. Budapest, AKTI–Gondolat.
- Luhmann, Niklas 2009 [1984]. *Szociális rendszerek. Egy általános elmélet alapvonalai*. Budapest, AKTI–Gondolat.
- Luhmann, Niklas 2010 [1986]. *Ökológiai kommunikáció. Képes-e felkészülni a modern társadalom az ökológiai veszélyekre*. Budapest, AKTI–Gondolat.
- Snow, Charles Percy 1961. *The Two Cultures and the Scientific Revolution. The Rede Lectures 1959*. New York, Cambridge University Press.
- Sokal, Alan – Bricmont, Jean 2000 [1998]. *Intellektuális imposztorok. Posztmodern értelmiségiek visszaélése a tudománnyal*. Typotex.

## A konstruktív és a destruktív társadalmi kapcsolatok szociálpszichológiája

Csepeli György\*

**Abstract**      **The social psychology of constructive and destructive social relations.** The paper compares the constructive and destructive social relations with a special emphasize on the human condition engendered by the experience of time. Constructive relations are seen as a force of Good while destructive relations tend to be considered as a force of Evil. Competition, however, is a form of social relations that cannot be categorized easily into neither of the class of constructive or destructive relations. Construction and destruction characterize equally this sort of relations with a huge potential of conflict leading to crisis. Being in crisis social relations enter into chaos.

**Keywords**      competition • cooperation • trust • order • chaos

### Az idő szerepe a társadalmi kapcsolatokban

Az emberek egymásközi kapcsolatait az idő múlása teszi különlegessé, mely tudtukkal viszi őket a semmibe. Az első, s az egyik a legnagyobb nyugati gondolkodó, Anaximandrosz nem tévedett, amikor azt mondta, hogy „amikből keletkeznek a dolgok, azokba történik pusztulásuk is „szükségszerűen, mert büntetést és jóvátételt fizetnek egymásnak jögtalankodásaikért az idő elrendelése szerint.” (Kirk, Raven, Schofield, 2002, 183.)

Egyedül az emberi lények képesek felfogni az időt, mivel rajtuk kívül nincs létező, mely tudatában lenne saját elmúlásának. Következésképpen biztonságosan feltételezhetjük, hogy a túlélés érdekében az emberek késztetést éreznek arra, hogy a szükségszerűen bekövetkező pusztulással szemben olyan társadalmi kapcsolati minták és módok révén védekezzenek, amelyek eredményeként a konstruktivitásnak kedvező feltételek között élhetnek.

Mit jelent a konstrukció a társadalmi kapcsolatokban? A konstrukció révén az emberi lények képesek lesznek arra, hogy egy olyan környezetet hozzanak létre, amely segíti őket a túlélésben és abban, hogy a természet erői fölött uralkodjanak, melyek készek arra, elpusztítsák őket. A konstrukció azonban nem tekinthető magától értetődőnek. A jövőben nincs semmi magától értetődőség. A konstrukció mindig függvénye annak, hogy a társadalmi kapcsolatok résztvevői akarnak-e egyesülni és

---

\* Eötvös Loránd Tudományegyetem Társadalomtudományi Kar  
E-mail: csepeli.gyorgy@gmail.com

szándékukban áll-e erőforrásaikat egyesíteni annak érdekében, hogy hidat építsenek a jelen és a jövő közé.

A konstrukció következképpen a jelen viszontagságaiból visz a jövőbe.

### **A társadalmi kapcsolatok szintjei**

A modern társadalmak két szinten szervezkódnék. A társadalmi szervezkódes első szintje olyan találkozások tere, melyben a személyek mint halandó lények, az idő elmúlásának tudatában vannak jelen. A társadalmi szervezkódes második szintje jóval ellenállóbb az idő múlásával szemben, mivel létük a korábban élt nemzedékek műve, telis-tele szimbolikus tartalommal.

Bármikor is kezdünk hozzá a jelenkori társadalmi kapcsolatok vizsgálatához, a működés színterére vonatkozó kérdést kell elsőként megválaszolni. A személyközi és a csoportközi kapcsolatok természetesen a mindennapi életben rendszerint egymásba szövkódnék, de az elemzés során sosem feledhetjük el, hogy különbséget tegyünk a kapcsolatok egyéni és kollektív szintjei között. Ennek a kurzusnak a középonti témája az, hogy a társadalmi szervezkódes kollektív termékei hogyan alakítják a konstrukció és a destruktio mintáit az emberek társadalmában. Az egyének fontosak, de minden egyén léte a kulturális eszközök által létrehozott társadalmi valóságban gyökerezik.

### **Mi a tét?**

A források elosztása a kapcsolat részvevői között erősen befolyásolja a társadalmi kapcsolat során végbemenő interakciókat. A hatékony társadalmi kapcsolatok meghatározói sorában említhetjük a gazdasági forrásokat, a szexuális kapcsolatokat, az információkat, a tekintélyi viszonyokat.

A társadalmi kapcsolatok konstruktív folyamatai az együttműködésből fakadnak, ami megelőzi a veszteség által okozott megfosztottság élményt. A konstruktív kapcsolatban mindegyik fél nyer. Sőt ennél többről is szó van, mivel a korábbi tapasztalatok alapján olyan jövőre vonatkozó elvárások jelennek meg, amelyek kijelölik a további kölcsönös előnyszerzéshez vezető utat.

Az anyagi és a szimbolikus erőforrások egyaránt fontosak. A konstruktív társadalmi kapcsolatoknak egyaránt része az anyagiakkal való elégedettség és a szimbolikus javak révén élvezett jólét.

### **Értékek**

Az emberek veleszületett hajlama, hogy pozitívan reagáljanak mindenre a világban, amit jólétük szempontjából előnyösnek észlelnek, s negatívan reagáljanak mindenre, amit biztonságuk szempontjából ártalmasnak vélnek. A konstruktív társadalmi kapcsolatok elsődleges szerepe abban van, hogy olyan környezetet biztosítsanak, amely elősegíti az elégedettséget és segít az elégedetlenség és a szenvedés elhárításában.

Az emberek azonban egyénileg képtelenek arra, hogy olyan értékelő mintákat hozzanak létre, amelyek eligazítják őket abba, hogy mi előnyös és mi ártalmas számukra. Nincs semmi veleszületett minta az emberekben, mely eligazítaná őket annak a problémának a megoldásában, hogy mi a jó és mi a rossz számukra.

A kultúra az a kollektív megismerési tér, melyet az egy-egy társadalomban egymást követő nemzedékek által elsődlegesen fontosnak tartott értékekből, normákból, intézményekből és gondolkodási módokból származó jelentések hoztak létre (Bozeman, 1975, 1). A fizikai lét eszközei a metafizikai lét eszközeikén működő értékek révén elsődleges fontosságúvá válnak.

Sok kultúra van a világban. Mindegyik kultúra mintákat és intézményeket teremt, melyek az embereket eligazítják abban, hogy egy adott kulturális csoportban mi a helyes. A jövőben megválaszolendő kérdés, hogy az egyetemes világkultúra lehetőségére vonatkozó érvelés helytálló-e vagy sem. Domináns kultúrák ugyanakkor vannak. Huntingtonnak igaza van abban, hogy az idők során egyes kulturális gyakorlatok sztenderdizálódtak. A népirtás, a rabszolgaság, a kínzás, a nők és a gyermekek védtelenségével való visszaélés a modern világban egyre kevésbé elfogadható, ami megnyitotta az utat a kulturális etnocentrizmus igája alól kiszabaduló konstruktív társadalmi kapcsolatok fejlődése előtt.

### Társadalmi igazságosság

Feltéve, hogy a kapcsolatban álló felek egyetértenek az értékekben, a köztük lévő kapcsolat jellegét az fogja meghatározni, hogy általában véve igazságosnak vagy igazságtalannak tartják a kapcsolatot. A konstruktív társadalmi kapcsolatok résztvevőiben jellemzően képesek azt az érzést kiváltani, hogy a jutalmakként és büntetéseként felfogott előnyök és hátrányok elosztása köztük igazságos.

Morton Deutsch a társadalmi igazságosság érzésének három típusát különbözteti meg. Mindegyik típus hozzájárul a konstruktív társadalmi folyamatok fennmaradásához. Az osztó igazságosság az elosztás eredményeképpen keletkező igazságosság-érzésre vonatkozik. Az értékek azonban alapvető hatást gyakorolnak a végkimenetel értékének meghatározására. A *méltányosság* (equity) elv alapján a résztvevők hozzájárulásai arányában részesülhetnek az előnyökben. Az *egyenlőség* (equality) elv az egyenlő elosztást teszi lehetővé. A *szükséglet* alapján történő elosztás úgy történik, hogy az elosztásra kerülő javakból a kisebb szükséglet szenvedőkhöz képest többet kapnak a nagyobb szükséglet szenvedők.

Az igazságos elosztás egyes elvei gyakran összeütközésbe kerülnek, ami a konstruktív kapcsolatok fenntartása szempontjából nehézséget jelent. A tisztességes előny tapasztalatát az is meghatározza, hogy a személy összehasonlítja a maga helyzetét más személyek hasonló körülmények között létrejött helyzetével. Relatív depriváció a következmény, amikor az összehasonlítás eredményeként a személy egyensúlytalanságot érez a maga hátrányára.

A tisztességes következmények fontosak, de az empirikus kutatás azt mutatja, hogy a tisztességes szabályok még fontosabbak az igazságosság-érzés megállapításakor. Konstruktív társadalmi kapcsolatok nem képzelhetők el elfogulatlan döntést és a döntés méltányos végrehajtását garantáló szabályok nélkül. A kutatási eredmények azt mutatják, hogy az emberek akkor kötődnek igazán a tekintélyekhez, szervezetekhez és szociálpolitikákhoz, ha azt látják, hogy az általuk követett eljárások tisztességesek.

A konstruktív társadalmi kapcsolatok csökkentik a társadalmi igazságtalanság-érzet keletkezésének valószínűségét. Konstruktív társadalmi kapcsolatokban a testi erőszak, a hátrányos megkülönböztetés, a szimbolikus és anyagi javakhoz való igazságtalanul egyenlőtlen hozzáférés sértettjeinek van lehetőségük arra, hogy a társa-

dalmi igazságosság helyreállítására szakosodott formális vagy informális intézményekhez folyamodva elérjék a megsértett társadalmi igazságosság helyreállítását.

### **Együttműködés**

Az egyének és az a csoportok közötti együttműködés stratégiái rendkívül megkönnyítik a konstruktív társadalmi kapcsolatokban részes folyamatok létrejöttét és működését. A konstruktív társadalmi kapcsolatok létrehozására vonatkozó előfeltevések a kölcsönös elvét hangsúlyozzák, ami a kényszerítés és megtévesztés kerülését jelenti. Ezek a taktikák, mint azt a következő előadásban látni fogjuk, testi és lelki erőszak alkalmazását írják el, ami rosszindulatú társadalmi folyamatokat szabadít el.

Az együttműködő kapcsolatok során sorozatosan létrejövő hatások az érdekelt felek között tartós konstruktív viszonyt vetik meg az ágyat. Morton Deutsch a konstruktív társadalmi kapcsolatok kialakulását megkönnyítő együttműködés hat jellemzőjét adja meg. (Deutsch, 2000, 25.)

1. Hatékony kommunikáció, mely a fölösleges kitérőket elkerülve megkönnyíti a társadalmi cselekvést.
2. Barátságosság, segítőkészség és kevesebb akadékoskodás, ami megteremti a kölcsönös elégedettség társadalmi légkörét.
3. Az erőfeszítések koordinációja, a munka megosztása, a feladat teljesítésére irányuló figyelem, a vita rendezettsége és magas fokú eredményesség.
4. Mások elgondolásaival való egyetértés érzése, a nézetek és értékek alapvető egyszerűségének megérzése, a saját elgondolásokba vetett magabiztos hit és hit abban, hogy mások is hisznek az elgondolásban.
5. A másik erejének növelése. Hasonlóképpen, a másik is arra számíthat, hogy ereje nőni fog.
6. Az egymással ütköző értékek meghatározása és annak az érdeknek a felismerése, hogy a probléma közös, melyet csak együttműködéssel lehet megoldani.

### **Bizalom**

A bizalom a felek közötti interakciók stabilitását biztosítva kulcsszerepet játszik a konstruktív társadalmi kapcsolatokban. Bizalom hiányában a felek nem lennének hajlandók kapcsolatba lépni és kapcsolatokat fejleszteni egymással. A bizalom önmagát teljesítő jóslatként működik. Hit, mely azáltal lesz valóság, hogy másokat is hitre sarkall. A konstruktív társadalmi kapcsolatok bonyolítása a felektől azt követeli, hogy bízzanak meg egymásban, s őrizzék is meg az egymásba vetett bizalmat. A konstruktív társadalmi kapcsolatok kritikus szakaszba jutnak, ha megtörik a bizalom a kapcsolatban álló felek között.

### **Háború és béke**

A konstruktív-destruktív skála mentén a társadalmi kapcsolatok lehetnek kölcsönös előnyöket termő, együttműködésen alapuló kapcsolatok a skála konstruktív végpontján. A skála közepén találjuk azokat a kapcsolatokat, amelyek versenyelvűek, de a verseny szabályoknak van alávetve. A skála destruktív végpontján vannak a szabályozatlan, igazságtalan és kíméletlen kapcsolatok, melyek neve harc. A destruktív folyamatok a konfliktusokat megoldhatatlanná teszik, és a csoportok tagjaiban kialakulhat

az a nézet, hogy a másik a Gonosz megtestesítője. A destruktív társadalmi kapcsolatokban egymással szemben álló felek kölcsönösen azt az álláspontot vallják, miszerint ébernek kell lenniük, és szüntelenül készen kell állniuk arra, hogy megvédjék magukat a másik saját jólétük ellen irányuló fenyegetéseivel szemben. A konfliktusban a támadás és a védekezés lesz a két fő stratégia, melyekkel az egymással szemben álló felek élnek. Clausewitz szerint az ilyen destruktív folyamatok nemcsak háborúban, hanem békében is előfordulnak. Clausewitz szerint a háború olyan társadalmi viszony, melyben az egyik (vagy mindkét) fél célja, hogy alávesse akaratának a másik felet. A bekövetkező destruktív folyamat frusztrációval járó anyagi és szimbolikus veszteségekhez, ami a vesztest arra indítja, hogy visszacsapjon. Clausewitz elbűvölőnek nevezi az őseredeti erőszak, a gyűlölet és az ellenségeskedés hármasságát, melyek nélkül nincs harc.

A harc izgalmaiban bővelkedik. Clausewitz azt mondja, hogy a harc a véletlen és a valószínűségek játéka, mely tág teret ad a kreatív erőknél arra, hogy játszzanak. A háborúk mindig is példa volt arra, hogy az emberek megélik a győzelem és a vereség, az élet és a halál, a megszerzett és az elveszített hatalom, az uralkodás és az alávetettség, a hősiesség és a gyávaság drámáit. A háború kihívás, amikor is a bizonyosságokat bizonytalanságok rejtik el az ész elől és a megismerésre köd borul, mely megakadályozza a parancsnokokat, hogy megtudják, valójában mi is történik.

Ironikus módon, a harc folyamatai békés időkben sem ritkán fordulnak elő. Amikor Clausewitz azt mondja, hogy a „háború a politika folytatása más eszközökkel”, akkor azt is feltételezi, hogy a béke sem más, mint a háború folytatása más eszközökkel. A verseny során kitör a destruktivitás.

### **A verseny pozitív funkciói**

A megfelelően szabályozott verseny fontos előnyöket teremhet. Amikor a teljesítmény mérésére nem állnak rendelkezésre objektív mérő eszközök, akkor a versenyben elért eredmény kiváló mutatója lehet a teljesítménynek. Verseny nélkül nem lehetne kiválasztani azokat, akik sikeresen teljesítenek. Nietzsche szerint a verseny az egyedüli ellenszere annak, hogy egyetlen aktor hatalma monopolizálja a helyzetet. Nietzsche úgy látja, hogy egy zseni ellen nincs más védelem, mint egy másik zseni. A német filozófus szemében a verseny az egyéni teljesítmény fokozásának semmivel nem fokozható eszköze, miáltal az egész közösség jóléte emelkedik. Mint Nietzsche írja:

„Minden tehetségnek küzdve kell kibontakoznia, így parancsolja ezt a hellén népi pedagógia: míg az újabb nevelők azonban semmitől sem riadnak meg jobban, mint attól, hogy az úgynevezett becsvágy elszabadul. Úgy félnek az önzéstől mint »magától a gonosztól« – kivéve a jezsuitákat, akik, éppúgy, mint az ókoriak, hitet tesznek mellette, és bizonyára ezért lehetnek korunk leghatásosabb nevelői. Úgy tűnik, hisznek abban, hogy az önzés, azaz csakis az egyedi lehet a legerősebb hatóerő, a »jó« vagy »rossz« jelleget pedig elsősorban azok a célok adják, amelyekre törekszik. De az ókoriak számára az agonális nevelés célja az egész, vagyis az állam jóléte volt. Minden athéninak a versengésben például annyira kellett kibontakoztatnia önmagát, amennyire ezzel Athénnek leginkább használt, és a legkevesebb kárt okozta. Nem létezett mértéktelen és mérhetetlen becsvágy, mint amilyen legtöbb esetben a modern nagyravágás: ha versenyt futott, gerelyhajtásban vagy dalnokként versenyzett, szülővárosa javára gondolt, annak dicsőségét akarta gyarapítani az ifjú, városa isteneinek szen-

telte a koszorúkat, amiket a verseny bírái megbecsüléssel a fejére helyeztek. Gyermekkorától fogva ott égett a kívánság minden görögben, hogy saját városát boldogulásához a poliszok harcában eszköz legyen: ez lobbantotta lángra önzését, ez tartotta féken és helyes mederben. Ezért voltak az ókor emberei szabaddabbak, mert céljaik közelebbiek és kézzelfoghatóbbak voltak. A modern embernek ugyanakkor mindenütt a végtelen állja útját, mint a gyors lábú Akhilleusz az eleai Zenon hasonlatában: a végtelenség gátolja, még a teknősbékát sem éri utol.” (Nietzsche, 1988, 45–46.)

A modern empirikus szociálpszichológia kísérleti eredményekkel bizonyítja, hogy a verseny növeli a teljesítményre való motiváció szintjét (Triplet, 1898).

### **A destruktív társadalmi kapcsolatok hatásai**

A konfliktussá eszkalálódott verseny a egymással szemben álló, a másik rovására előnyt kereső felek kommunikációjának hatékonyságát lerontva tartóssá válik, ami ködfüggönny von a felek köze. Hamis ígéret, félrevezetést célzó stratégiák és nyers félretájékoztatás eredményeként a felek eljutnak egy pontra, ahonnan már nincs visszatevés. A felekben megéri a felismerés, hogy több nem bízhatnak meg egymásban.

A destruktív társadalmi kapcsolatokban egymással szemben álló feleknek kölcsönösen nem érdekük, hogy a másikat pozitív színben lássák, s emiatt negatív képet alkotnak egymásról, aminek kiindulópontja a másik szándékainak gyanakvó megítélése. A kommunikáció maximája az „Igaz van vagy nincs, az én pártom” kijelentés lesz. A destruktív konfliktusban álló felek azon lesznek, hogy saját hatalmukat növeljék, és a másik hatalmát gyengítsék, egészen a végig. A felek számára a másik erejének bármilyen mértékű csökkenése lesz kívánatos. A destruktív konfliktus egyik kimenete, hogy az egyik fél nyer, a másik fél pedig veszít, de az sem kizárt, hogy mindkét fél veszít.

A harc destruktivitása a feleknek abból a meggyőződésből fakad, hogy a konfliktusnak nincs más megoldása, csak az, hogy az egyik ráerőlteti a másikra akarátát, ami kényszerítés nélkül nem megy. A fenyegetés lesz a pszichológiai taktika, és az erőszak a testi, fizikai kényszer taktikája. Mihelyt a konfliktus áttér a szimbolikus dimenzióra, nem korlátozható egy-egy adott kérdésre. Az eszkaláció megnöveli a motivációs téteket és a kompromisszum ezáltal kevésbé lesz kívánatos mint a teljes, katasztrofális verség.

Az ellenségeskedés azáltal is tágítja a felek közötti távolságot, hogy beszűkíti az egymásról szerzett tudás körét. A konfliktusban álló feleknek nincs lehetőségük arra, hogy megértsék a félreértés és a téves ítéletalkotás konfliktusban játszott szerepét. Az ellenségeskedés által elszabadított rosszindulatú folyamatokat felerősítik az önmagukat beteljesítő jóslatok. Mint Morton Deutsch írja: „...az egyik féle ellenségeskedésbe kezd, mivel tévesen azt feltételezi, hogy a másik hasonlóra ártó cselekvésre készül vele szemben. A hamis feltevés igaz lesz, amint a harc potenciális résztvevője ellenséges viselkedést tanúsít, amit a másik ellenséges viselkedéssel viszonz.” (Deutsch, 2000, 26.)

A destruktív társadalmi kapcsolatok időtartama több nemzedék életére is kiterjedhet. Az egy nemzedék tagjaival szemben elkövetett pszichológiai és fizikai erőszak bosszút válthat ki, melyet a következő nemzedékek teljesítenek ki. Nincs lelkiismeret furdalás azokban az emberekben, akik úgy érzik, hogy az elődeik ellen elkövetett

erőszak miatt joguk van az utódok ellen elkövetett bosszúra. Böszörményi-Nagy Iván, Amerikába emigrált magyar pszichológus megfigyelése szerint, amikor az embereket fanatikus hitük, előítéleteik hajt harcra, akkor azért harcolnak, mert azt hiszik, igaz ügyet szolgálnak. Miközben kárt okoznak, rombolnak, pusztítanak, gyilkolnak, nőket megerőszakolnak, a múltban elkövetett igazságtalanságok megtorlóiként látják magukat.

### **Krízis**

A krízis a destruktív társadalmi kapcsolatok zéró pontja, amikor is az események teljesen ellenőrizhetetlenné válnak, bármi, bárkivel, bármikor előfordulhat az adott helyen, adott időben. A krízis bizonytalanságot teremt, melyben a rend fenntartása lehetetlenné válik. A további károk megelőzése érdekében azonnali döntéseket kell hozni. A krízis okait azonban kognitív köd fedi, ami lehetetlenné teszi a racionális, megfelelő információkra alapozott, időben meghozott döntéseket. A krízis mindig elkerülhetetlen, ha a régi rend már nem tartható fenn és az új rend még nem alakult ki. A krízis bekövetkezése az embereket rendszerint meglepetésként éri, mivel nem tudják, hogy a rend és a káosz között kölcsönös kapcsolat van. Anaximadrosz alapvetően fontos állítása szerint az emberi lét közeget az *ἄπειρον* (apeiron), ami határtalan, végtelen és meghatározhatatlan, éppen úgy, mint a krízis. A krízist a káosz elmélet segítségével határozhatjuk meg.

Következésképpen, a krízis az *ἄπειρον* üzenete, ami az embereket változtatásra készíti, hiszen káoszban nem tudnak élni. A természet erői gyakran hoznak létre kaotikus állapotokat. Ilyenek a vulkánikus kitörések, hurrikánok, cunamik, földrengések.

A társadalmi krízisek sokfélék lehetnek, attól függően, hogy a társadalmi rend melyik aspektusát érintik. A legsúlyosabb krízisek egyszerre érintik a gazdaságot, a társadalmi rendet, a kultúrát és az társadalom lélektani állapotát. A forradalmak, a polgárháborúk, a háborús vereségek, a népiirtások a krízisbe torkolló destruktív társadalmi viszonyok legszélsőségesebb megnyilvánulásai.

A kríziseket nem lehet pontosan előre látni, de ha kitörték, kezelni lehet őket. Minden társadalmi krízis esetében a fő feladat a destruktív társadalmi kapcsolatok irányának megfordítása pozitív irányba. A beavatkozás első lépése a kármentés, ami a destruktív társadalmi kapcsolatok által okozott veszteségek megállítását jelenti. A kríziskezelés további lépésről más fejezetekben lesz szó.

### **Köszönetnyilvánítás**

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### **Felhasznált irodalom**

- Böszörményi-Nagy I. 1993. From Here to Eternity. *Psychology Today*. March.1.  
 Bozeman, A.B. 1975. Civilization Under Stress. *Virginia Quarterly Review* 51. Winter. p.1. (Idézi Huntington, 1998. p.41)  
 Clausewitz K. 1961. *A háborúról*. Budapest: Zrínyi. Ford: Réczey Ferenc

- Deutsch, M. 2000. Cooperation and competion. In Deutsch, M., Coleman, P.T. (eds.) *Handbook of Conflict Resolution*. San Francisco: Josse-Bass Publication. 21–40.
- Deutsch, M. 2000. Justice and Conflict. In Deutsch, M., Coleman, P.T. (eds) *The Handbook of Conflict Resolution. Theory and Practice*. San Francisco: Jossey – Bass Publishers. 41–64.
- Douglas Kiel, N.Euel, Elliott, W. (eds.) (1997). *Chaos Theory in the Social Sciences*. Perseus Publishing.
- Fokasz N. 1999. *Káosz és fraktálok. Bevezetés a kaotikus dinamikus rendszerek matematikájába – szociológusoknak*. Budapest: Új Mandátum.
- Fukuyama, F. 1997. *Bizalom: A társadalmi erények és a jólét megteremtése*. Budapest: Európa. Fordította: Somogyi Pál László.
- Huntington, S. P. 1998. *A civilizációk összeesése és a világrend átalakulása*. Budapest, Európa. Fordította: Pusztai Dóra, Gátsity Mila és Gecsényi Györgyi.
- Kirk, G.S., Raven, J.E., Schofield, M. 2002. *A preszókratikus filozófusok*. Budapest: Atlantisz. 157–217. Ford. Cziszter Kálmán és Steiger Kornél.
- Nietzsche, F. 2000. A homéroszi versengés. Fordította: Molnár Anna, In: *Ifjúkori görög tárgyú írások*. Budapest, Európa.
- Triplett, N. 1898. Mozgást előidéző tényezők az iram megszabásában és a versenyben. In Csepeli, Gy. (szerk.) 1991. *A kísérleti társadalomlélektan főárama*. Budapest: Gondolat. 36–51.o. Gergely Gábor fordítása.

## Hosszú távú antropogén hatások a Balaton-medencében, különös tekintettel a tömegturizmus fejlődésére

Gulyás László,\* Nagy Miklós Mihály\*\*

**Abstract**      **Anthropogenic influences in the Balaton Basin.** The academic investigations of the characteristics of Hungary's largest lake, Lake Balaton is a glorious chapter in the history of geographical research in the country; research results have made Hungarian geography deservedly famous. Owing to the success of the Balaton research gaining momentum in the 1890s, the lake and its environs have become one of the best described areas in the Carpathian Basin. The imposing intensity and large volume of this work was demonstrated by a collection of a large number of publications, the so-called Balaton monography (Kozocsa 1939). Research participants, mainly scientists, could rightly be proud of their achievements (Cholnoky et.al.), although their work cannot be regarded as complete. (Bulla 1958).

Despite the stormy 20th century history of Hungary the Balaton research programs could continue after shorter or longer periods of interruptions. But, even in these intensive research periods not enough attention was given to the historical geography of the lake and its environs. It was László Bendefy, a geographer-engineer and science historian, whose role needs to be emphasised (Balázs 1993; Fodor 2006) in this respect, and, who, as co-author, published the major historical geographical data of the Balaton Basin. (Bendefy, Nagy 1969). When considering the general nature of this work it can be concluded that, although it is a work of significance, but it was not able to describe fully the role geography played in changing the travel habits of Europeans and the ways how mass tourism contributed to the changing of the system of geographical conditions in the Balaton region.

Our study aims to introduce the history of the impact of anthropogenic geographical factors that formed the Balaton Basin by applying the point of view of travel history. At the same time our attempt can be regarded as new research methodology since it aimed to apply a joint historical-geographical approach.

**Keywords**      Balaton research • Balaton Basin • Anthropogenic influences

---

\* Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar  
Email: gulyas01@t-online.hu

\*\* Nyugállományú alezredes

## 1. Bevezetés

A magyar geográfia tudománytörténetének jelentős, sikereiben gazdag fejezete legnagyobb tavunk, a Balaton kutatása, amely a 19–20. század fordulóján szerveződő, majd intézményesülő hazai földrajznak méltán szerzett úgy bel-, mint külföldön hírnevet. A tizenkilencedik század kilencvenes éveiben fellendülő Balaton-kutatások eredményeként a tó és vidéke a Kárpát-medence egyik legjobban feldolgozott tája lett. A kutatási eredmények publikálása pedig – az úgynevezett Balaton-monográfiában<sup>1</sup> – már terjedelmével is mutatta az elvégzett munka impozáns méreteit. Az akkori munkában résztvevő, főleg természettudományi szakemberek, közöttük Cholnoky Jenő joggal voltak büszkék kutatási eredményeikre,<sup>2</sup> amelyekről azonban már mintegy fél évszázaddal ezelőtt tudta a magyar földrajzos közélet, hogy nem voltak teljesen befejezettek, és nem tekinthető annak még – a magyar természettudományos életben egyedül terjedelműnek számító – Balaton-monográfia sem (Bulla 1958).

A 20. századi magyar történelem kataklizmái és az azokat kísérő cezúrák, valamint a társadalom-, kultúr-, és tudománypolitikai irányváltások ellenére a Balatonnal kapcsolatos kutatások, kisebb-nagyobb megszakításokkal folytatódtak és folytatódnak, ám e tudományos munka során mindeddig csekély figyelmet kapott a tónak és vidékének történeti földrajzi kérdésköre, jóllehet jelentős lépések e téren is történtek. A témával foglalkozó kutatók közül elsősorban a múlt század magyar kultúrtörténetében sajátos szerepet játszó Bendefy László geológus-mérnök és tudománytörténész személyét (Balázs 1993; Fodor 2006) kell kiemelnünk, aki életművének egyik jelentős alkotásában – társszerzőként – közzétette a Balaton és medencéje alapvető történeti földrajzi adatait (Bendefy és V. Nagy 1969). A Bendefy és V. Nagy-féle vállalkozás jellegéből adódóan nem szentelhetett túl nagy figyelmet arra, hogy a Balaton és környező tájai földrajzi képében milyen determináló szerep hárult az európai ember utazási, pihenési szokásainak változására, és hogy a tömegturizmus jelensége milyen nagy mértékben hatott az ottani földrajzi viszonyrendszer módosulására. Ezért tanulmányunkban a Balaton-medencét formáló antropogén földrajzi tényezők hatásának történetét igyekszünk – a teljesség igénye nélkül – az utazástörténeti nézőpont alkalmazásával bemutatni. Ugyanakkor tanulmányunkat módszertani próbálkozásnak tartjuk a természetföldrajzi, valamint a történeti földrajzi megközelítés együttes érvényesítésére.

<sup>1</sup> A századfordulón végrehajtott kutatások eredményeit tartalmazó, *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei* című kiadványsorozatot a magyar tudományos közélet *Balaton-monográfia*, munkacímmel ismeri. Az impozáns terjedelmű sorozat adatait Kozocsa Sándor bibliográfiájának első kötete (1939) adja meg. E szerint a Balaton-monográfia 1911–1920 között jelent meg, kiadója a Magyar Földrajzi Társaság Balaton-Bizottsága volt. Az itt közölt adatok szerint a monográfia három részből és ezen belül 48 kötetből állott (Kozocsa 1939. I. pp. 38–39). Megjegyzendő, hogy a sorozat elemeinek terjedelme nem volt egységes, mert abban helyet kaptak monografikus szintű feldolgozások éppúgy, mint a füzetnyi terjedelmű kötetek.

<sup>2</sup> A 19–20. század fordulóján a Balatonnal kapcsolatban a magyar geográfiában tapasztalható elégedettség, tudományos büszkeség több dokumentumban is hangot kapott. Jól szemléltetik ezt Cholnoky Jenőnek a kutatások történetét bemutató, népszerűsítő írásának sorai: „...*A Balaton tudományos tanulmányozása be van fejezve, az eredmények magyar és német nyelven már megjelentek. Itt volna az ideje, hogy ennek a világraszóló nevezetes tanulmányozásnak a történetét is megírjuk népszerű formában, hogy mindenki megérthesse és mindenki büszke lehessen a magyar tudományosság történetének erre a fényes részére. Hisz a munka olyan szép volt s az eredmények olyan óriásiak, hogy még a berlini földrajzi társaság folyóirata is azt írta róluk, hogy Németországban ehhez fogható nagyszabású és alapos tanulmány nincs...*” (Cholnoky J. é. n. a. 80. p.)

## 2. A Balaton kutatás rövid története

### 2.1. A Balaton rövid bemutatása

A tanulmányunk témájául választott középtáj – a Balaton-medence – a Kis-Balaton-medencéből, a Nagyberekből, a Somogyiparti síkból, a Balatonból, a Balatoni-riviérából, a Tapolcai-medencéből, valamint a Keszthelyi-riviérából tevődik össze, területe 1150 km<sup>2</sup> (Marosi és Somogyi 1990). A Marosi Sándor és Somogyi Sándor által összeállított magyar tájkataszter felosztása szerint a Balaton-medence középtájának mérete az alábbi kistájak (mikrorégiók) kiterjedéséből tevődik össze (zárójelben a mikrorégiók kódja szerepel):

**1. ábra • A Balaton mikrorégióinak területe**

Mikrorégió	Terület
Kis-Balaton-medence (4.1.11.)	150 km <sup>2</sup>
Nagyberek (4.1.12.)	75 km <sup>2</sup>
Somogyi parti sík (4.1.13.)	100 km <sup>2</sup>
Balaton (4.1.14.)	590 km <sup>2</sup>
Balatoni riviéra (4.1.15.)	100 km <sup>2</sup>
Tapolcai-medence (4.1.16.)	75 km <sup>2</sup>
Keszthelyi-riviéra (4.1.17.)	60 km <sup>2</sup>
Összesen	1150 km <sup>2</sup>

Forrás: (Marosi S.-Somogyi S. 1990)

A Balaton-medence központi eleme az 590 km<sup>2</sup> területű Balaton; hazánk legnagyobb tava. A magyar földrajzi irodalom rendre visszatérő megállapítása, hogy esetében Közép-Európa legnagyobb állóvizéről beszélünk (Pécsi és Sárfalvi 1960), amely a világ és kontinensünk – ha nem is a legnagyobb, de – jelentős természetes tavai közé tartozik (Papp-Váry 1992). A földrajzi zsebkönyvek és adattárak szerint Európa tizenharmadik legnagyobb tava, a rangsorban a 900 km<sup>2</sup> kiterjedésű Oulujärvi-tó (Finnország) és a svájci Genfi-tó (581 km<sup>2</sup>) között foglal helyet (Radó és Csáti s. d.).

A Balaton, valamint a körülötte elterülő mikro régiók területi kiterjedésükből, valamint a Kárpát-medencében elfoglalt viszonylagos központi helyzetükből adódóan fontos szerepet játszottak a magyar történelem egyes időszakában, amit jól példáz: a török hódoltság korában az idegen hódítókat feltartóztató határvidék fontos szakasza húzódott itt (Nagy 2007; 2008; 2009). A középtáj központi elemét alkotó Balaton elnevezése szláv eredetű és a magyar földrajzi etimológia szerint mocsaras, sáros tavat jelentett. Ez kerülhetett át a magyar nyelvbe, ahol először a környező Kis-Balaton, majd magát a Balatont jelölhette (Kiss 1988). A tó német elnevezése – *Plattensee* – szintén szláv eredetű kifejezés.

A Balaton az európai kontinens és a Kárpát-medence viszonyaihoz szokott ember számára nagy víznek tűnik, ám – miként az előzőekben láttuk – pusztán természetföldrajzi szempontból nem az. Cholnoky Jenő Balatonról írott népszerűsítő művében foglalkozott a kérdéssel: Mekkora a Balaton? címmel külön fejezetet szentelt a kérdéskörnek és itt tett néhány összehasonlítást. Ezek sorában, miután megadta a Föld

néhány jelentős tavának adatait, így fogalmazott: „...*Ezek között bizony a mi Balatonunk kicsinyke kis tó. Egyik partjáról mindig látni lehet a másikat. Csak Tihanyból nézhetünk nyugatra úgy, hogy nem látjuk a tó nyugati végét s a víz az éggel látszik érintkezni. Ázsiában a Jang-ce-kiang-folyó torkolata olyan széles, hogy a folyó közepéről nem látni a partokat. Ne is beszéljünk az Amazonas, délamerikai folyó torkolatáról, mert az nagyobb mint az egész Dunántúl... Ázsiában, Afrikában, Canadában az akkora tavaknak, mint a Balaton, még a nevét sem tudjuk. Messze elmarad a Balaton a svédországi Vänern- és Vättern-tavaktól, meg az oroszországi Onega-, Ladoga- és Pejpusz-tavaktól. Hát még az óriási Kaspi-tó, meg az Aral-tó! Még öbölnek is kicsiny mellettük a Balaton! Óriások a keletafrikai, meg az északamerikai nagy tavak. Csak az Alpok gyönyörű tavai: a Genfi, Boden, Vierwaldstätti, Maggiore, Como és Garda tavakkal lehet összehasonlítani s ezek közül mindegyiknél nagyobb.*”<sup>3</sup>

Szintén Cholnoky hívta fel arra a figyelmet, hogy a Balaton sekély vízmélységéből adódóan különbözik – elsősorban – az itáliai és svájci tavaktól. A tó sekélyisége – átlagos mélysége 3,3 m, a vízmennyisége kereken 2 milliárd köbméter (Kessler 1974) – eredményezi, hogy nyáron a víz viszonylag gyorsan felmelegszik, s erre vezethető vissza hogy nagyobb hőingadozásokat mutat, mint például a sokkal mélyebb, alpesi tavak. Az alacsony vízmélységnek köszönhető, hogy a Balaton vize sosem olyan átlátszó és tiszta víz, mint a mély tavaké vagy a tengereké és az óceánoké. A sekély víz hullámszerűen gyakorlatilag egészen a tó fenekéig felkeveredik, amitől apró iszapszemcsék lebegnek benne és ez csökkenti az átlátszóságát. Az alacsony vízmélységre vezethető vissza a Balaton hullámozásának néhány sajátossága is. Elsősorban az, hogy a hullámok általában rövidek, aránylag magasak és gyakran átbuknak: egyebek mellett ettől válik a balatoni vihar veszélyessé a vízen tartózkodók számára (Cholnoky s. d. b).

A Balaton vízgyűjtő területét a szakirodalom 5774 km<sup>2</sup>-re teszi (Kessler 1974), ebből 2622 km<sup>2</sup> esik a tó fő vízszállítójára, a Zala-folyóra. A Zalán kívül mintegy 30 állandó és 20 időszakos kis vízfolyás táplálja a tavat (Karászi 1981). Kessler (1974) közlése szerint 39 forrás ömlik a Balatonba, amelynek vízgyensúlyát a vízfolyások és a csapadék, valamint a párolgás és az elfolyás egymáshoz való viszonya adja (Kessler 1974). Az utóbbi kategóriában fontos tényezőt jelent a Sió-csatorna. Mindez azt jelenti, hogy a Balaton-medence földrajzi képének meghatározó eleme a tó víztükörén túl az abba igyekvő vízfolyások lesznek, amelyek – miként majd látjuk – évszázadokon át meghatározták az ott élő társadalmi csoportok életfeltételeit is. A Balaton, amely a szakirodalom szerint maihoz hasonló, ősi formájában a pleisztocén második felében megélénkülő kéregmozgások eredményeként, az utolsó interglaciálisban, mintegy százötvenezer évvel ezelőtt alakult ki (Erdélyi 1963; Láng 1974), az emberi történelem folyamán jelentős vízszintingadozásokat mutat, amelyek segítségével részben leírható az antropogén hatások jelensége is.

## 2.2. A Balaton-kutatás jellemzői

A Balaton kutatása a hazai természettudomány történetének jelentős, sikereiben gazdag fejezete. A kutatási program ötlete Lóczy Lajostól származik, aki 1891-ben a Magyar Földrajzi Társaság és a hazai geográfia meghatározó személyiségeként indítványozta az úgynevezett Balaton Bizottság megalakítását (Fodor 2006). Az ekkor még főleg geológusnak számító Lóczy érdeme volt, hogy a hamarosan megkezdődő kutatások látványos sikereket hoztak. A magyar geográfia tudománytörténetében

<sup>3</sup> Cholnoky J. s. d. pp. 12-13.

azonban legalább ilyen fontos, hogy a századforduló Balaton-kutatása nagyban hozzájárult ahhoz: fokozatosan kikristályosodott a magyar földrajzban arra a szintézisre irányuló törekvés, amely a kutatásokba a természettudományi megközelítés mellett más nézőpontokat is bevont. A mintegy két évtizeden át tartó kutatások központi személyisége Lóczy maradt, így az ő nevével kötődnek össze a sikerek is; „...*A magyar geográfiának, azon belül a Földrajzi Társaságnak, s mindezekén túl Lóczy Lajos személyének örök dicsősége, hogy ezzel megkezdődött egy olyan húsz éves tudományos kutatómunka, aminőhöz foghatót befejezése idejéig a világ egyetlen más földrajzi társasága sem mert kezdeni...*”<sup>4</sup>

A Balaton kutatását abból a szempontból is fontos mérőföldkőnek kell tartanunk a hazai természettudományos és azon belül földrajzi vizsgálódásokban, mert a Lóczy nevével fémjelzett program az európai geográfia úgynevezett exploratív korának utolsó időszakára esett. Ennek lényege – a német geográfia-történész, Hanno Beck (1957) szerint –, hogy a földrajzi utazások, illetve a terepen végzett gyakorlati munka, valamint azok elméleti összegzése és a geográfiai elméletek fejlődése ebben az időszakban kapcsolódik végleg, elválaszthatatlanul össze. Az európai kultúrkör földrajzi gondolkodása pedig mindennek eredményeként éppen ezekben az évtizedekben alakul a ma is ismert integrált szemléletté, amely szerint a geográfiában nem lehet a természeti és emberi tényezőt egymástól élesen elkülönülve vizsgálni (Teleki 1996; Mendöl 1999).

A századfordulón megkezdett, példaszerű tudományos kutatásoknak köszönhetően a Balaton kérdéskörének viszonylag bő szakirodalma áll rendelkezésünkre (Sipos és Nagy 1997). A monográfiák mellett (Lóczy 1920; Virág s. d.) alapos természet-földrajzi tanulmányok (Kessler 1974; Láng 1974), valamint tudományos népszerűsítő művek (Cholnoky s. d. b; Lukács 1941; Illés 1981) is léteznek, a már említett Bendefy–V. Nagy-féle feldolgozás mellett pedig az ember tájformáló hatásáról is ismert tanulmány (Erdélyi 1963). Ám ennek ellenére mégis azt kell mondanunk, hogy az antropogén hatások érvényesüléséről a Balaton-medence fejlődésében viszonylag keveset tudunk, aminek okát abban véljük megtalálni, hogy a Balaton-monográfiának a témára vonatkozó kötete (Makay 1913) a 16. század végéig nyújt áttekintést, ráadásul a századforduló kutatásai éppen akkor érnek véget, amikor megkezdődik a táj rohamos ütemű átalakítása. Az azóta eltelt mintegy évszázadnyi időben ugyan voltak és ma is vannak kutatások. Mindennek ellenére a vizsgálatok mérete – a közismert történelmi és kultúrtörténeti események és folyamatok hatására – nem érthette el a száz évvel ezelőtti szintet.

### 3. A vizek uralta tájtól az üdülő övezetekig

#### 3.1. A tájformálás szakaszolása

A Balaton-medence tájatalakító munkái egyidősek az ember megtelepedésével e vidéken, ám a táj mai képét meghatározó átalakító tevékenység csak a 19–20. század fordulóján öltött rohamos ütemet. Így amikor a 19. század kilencvenes éveiben megkezdődött a tó és vidékének tudományos kutatása, az még olyan tájban zajlott, amely sok helyen őrizte nyers állapotának nyomait. Ám mindez nem azt jelenti, hogy az ember itteni megtelepedése óta eltelt, korábbi mintegy háromezer évben ne történt volna tájformálás. Ennek káros, a tóra gyakorolt hatását Erdélyi Mihály két szakaszra

---

<sup>4</sup> Fodor 2006.

bontotta, nevezetesen: „...*A Balaton szempontjából káros emberi tevékenység időszaka kettős. Az első addig tartott, míg a berkek és a tómedence természetes kapcsolata megvolt. A második szakasz a Balatonba torkolló vízfolyások csatornázásával kezdődött, alig száz esztendő...*”<sup>5</sup>

Magunk ezzel szemben azt a véleményt valljuk, hogy tulajdonképpen létezik egy harmadik szakasz is, amely – a másodikkal bizonyos átfedéssel – a 19. század utolsó évtizedeiben kezdődik és napjainkban is tart: lényege a part menti sáv egyes részeinek városias jellegű beépítése, az addigi viszonylag természetes környezet felváltása a beépített környezet elemeivel (Siófok, Balatonlelle-Balatonboglár, Keszthely, Balatonfüred, Balatonalmádi).

A Balaton az emberi történelem kezdetét jellemző ősi állapotában jóval nagyobb vízfelületet jelentett, mint napjainkban, s a história folyamán főleg a nyílt vízhez csatlakozó sekély vizű nádasok terülte nőtt meg. Eredeti állapota szerint a Balatonba torkolló folyók vizének zöme nem közvetlenül ömlött a tóba, hanem – főleg a déli part mentén – a turzágátak által már elválasztott hajdani öblökbe, berkekbe torkolt. A Zala külön tómedencébe folyt, míg az északi part vizei tőzeges öblökbe ömlöttek, amelyeket a szakirodalom szerint a tótól nem választott el turzágát. Ennek következtében a folyók vize a Balatonba részben a turzágátak homokján, részben a növényzettel sűrűn benőtt nádasokon, berkeken keresztül jutott, aminek következtében a víz már kevés oldott anyagot tartalmazott s ezért a tó feltöltődése lassúbb volt (Holub 1963; Erdélyi 1963).

E folyamatot csak fokozhatta, hogy az ember századokon át természetes szimbiózisban élt környezetével s ugyan igyekezett – a földművelésre való áttéréssel párhuzamosan – fokozatosan átalakítani azt, aminek keretében már kezdetleges vízszabályozást is folytatott, de érdemben a vízhálózatot nem alakította át (Csüllög 2004, 2012). A honfoglaláskor és az azt követő századokban a Kárpát-medence nagy területeit borította az év jelentős időszakában víz (Schweitzer 2009): ez alól a Balaton-medence sem volt kivétel (Ihrig 1973).

Ezt az állapotot erősítette fel a török hódoltság kora, amikor a Kárpát-medencében részben felhagytak a korábbi vízszabályozási munkákkal, részben pedig – a társadalom védelmi mechanizmusainak megfelelően – jelentősen növelték az egész év folyamán vízzel fedett területek nagyságát. Ez egyébként éppen ellentétes volt az európai kontinens vízszabályozási folyamatával. Példaként említjük, hogy a németalföldi területeken a 16–17. században már a táj arculatát alapvetően meghatározó vízszabályozási munkák folytak (Wittman 1965), és jelentős, a belvízi migrációt és kereskedelmet segítő csatornahálózatot hoztak létre (Zumthor 1985).

### **3.2. A tájformálás felgyorsulása: avagy a tömegturizmus beindulása**

A török hódoltságot követően indult meg a Balaton-medence földrajzi képének lényeges változása. A 18. század végén hirtelen megélénkült juhtenyésztés, majd a 19. század közepétől teret hódító gabonatermelés az erdők területének csökkenésével járt, amit a szőlőtermesztés terjeszkedése egészített ki. Ennek a megnövekedett talajerózió lett a következménye. A Balatonba tartó vízfolyások a megnövekedett hordalékot a berkekben rakták le, amiktől azok gyorsan feltöltődtek, nádassá, mocsárrá váltak (Erdélyi 1963), és az év egy részben a berkek szárazra kerültek. Ezzel tulajdonképpen megindult a Balaton-medence kiszáradása, kiszáraitása. Ne feledjük, hogy a 18. század

---

<sup>5</sup> Erdélyi M. 1953. 220. p.

közepén – az Erdélyi-féle tanulmányban közölt térkép szerint – a Balaton-medence jelentős területe az év egy részében még vízzel fedett volt!

A Balaton kiszáradási folyamatát gyorsították fel a Balaton-környékének 19. századi lecsapolási és vízszabályozási munkálatai. Ezek mögött a földbirtokosok szántóföldigényének megnövekedése állt, aminek egyik következménye volt, hogy a reformkorban még annak gondolata is felmerült: a tó egész medrét le kellene csapolni, míg más elképzelés szerint a medret kellett volna kimélyíteni, hogy a szabad víz területe összezsugorodjék (Antalffy 1984). A Balaton-medence vízszabályozási munkái a tó feltöltődésével jártak. Ám e tájformáló antropogén hatások egészen a századfordulóig nem eredményezték a tópart beépítését, egyes helyeken az épített környezet dominánsá válását (Szabó, Horváth és Csüllög 2010). Ezek kialakításához egy újabb antropogén tényező kellett, a tömegturizmus elterjedése hazánkban is, amelynek egyik célpontja a Balaton és a Balaton-medence lett.

A Balaton-medence tájképi változásának sajátossága, hogy átalakulásának üteme a turizmus tömegesedésével párhuzamosan nőtt. Ez utóbbiról érdemesnek véljük elmondani, hogy az európai népek kultúrtörténetében sajátos jelenségként tűnik fel a turizmus, amelynek – témánk szempontjából – két fontos időszakát érdemes megkülönböztetnünk. A 18. században a világlátás céljából tett utazás még főleg intellektuális okokból történik, és az arisztokrácia kiváltsága. A 19. század közepétől kezd – ha Közép-Európában még nem is általánosan, de Nyugaton már bevett szokásként – a társadalom polgári rétege is utazni, majd ezt követi az első világháború utáni évektől kezdve tömegessé váló a világlátás (Gyömrei s. d.). A Balaton mai tájképének kialakulása a polgári utazások korával kezdődik; előtte itt – ahogyan Cholnokynál láttuk – a Balaton-medence eléggé nyers állapotát mutatta. A Balatont a magyar társadalom túl későn fedezte fel magának, s ehhez a fürdés és strandolás kultuszának elterjedésére is szükség volt úgy az egész kontinensen, mint Magyarországon is (Bauer 1971; Gyömrei s. d.; Knoll 2006).

Beszédes adatnak vélhetjük ezzel kapcsolatban, hogy amikor a 19. század harmincas éveiben az angol utazó, John Paget hazánkban jár, és megfordul a Balaton vidékén is, ott – emlékiratai szerint – a tó vizének közelébe sem ment, és feltűnt neki, hogy a magyarok mennyire nem tudják értékelni és ennek következtében hasznosítani sem a tavat, amelynek látványa egyébként sem ragadta meg különösebben: „...*Estére járt az idő mikor megpillantottuk a Balatont: a látvány, ha nem is éppen nagyszerű, de innen nézve igen bájos ez a tóvidék, dombjaival és erdőivel. Fürdő csak az elmúlt néhány évben jött divatba, s a hatalmas Horváth-ház és néhány kevésbé hivalkodó épülettől eltekintve ma is olyan természetes, hogy a legromantikusabb kedély sem kívánhat magának különbet...*”<sup>6</sup>

John Paget útleírásából – az utazó rácsodálkozásán túl – kiolvasható a magyar társadalom érdeklődésének hiánya, sőt közönye is a Balaton iránt: „...*A Balaton vagy Platten See, ötven mérföld hosszan nyúlik el, nagyjából északkeleti-délnyugati irányban, szélessége sehol sem haladja meg a nyolc-kilenc mérföldet, s van, ahol egyet is alig tesz ki: átlagos mélysége hat öl körül jár. Füreddel csaknem szemközt folyik be a Sió, amely a Dunával köti össze, de nem hajózható. Egy angol nehezen tudja elhinni, hogy ilyen tavat az ország belsejében egyáltalán ne használjanak fel se kereskedelmi, se szórakozási célra. Azt hiszem, egyetlen árva teherszállító bárka sem közlekedik az egész tavon, vitorlás hajó még úgyse! Nem volt még a történelemben nép, melynek olyan kevés természetes adottsága lett volna a hajózáshoz, mint a magyaroknak. Úgy tűnik, folyóiknak és tavaiknak több hasznát veszik befagyva, mint folyékony állapotukban.*”

<sup>6</sup> Paget, J. 1987. pp. 100-101.

*Mikor egy idevalósi úriembernek megjegyeztem, milyen nagy kár, hogy nem használják a tavat közlekedésre, így válaszolt: »Ó, de hiszen télen használjuk, úgy kocsizunk rajta az egyik végétől a másikig, mintha országút lenne.«<sup>7</sup>*

A balatoni élet felpezsdülése és ezzel a kultúrtáj nagymérvű átalakulása a reformkorban kezdődött, első jelentős lépése a hajózás megteremtése volt a tavon. Kosuth Lajos és Széchenyi István kezdeményezésére Óbudán meg is épült a Kisfaludy nevű gőzhajó, amely 1846-ban már meg is tette első próbaútját a Balatonon (Antalffy 1984; Hámosi 1999). Az első – technikai megoldását tekintve lapátkerekes – gőzhajó indítja el az elvadult képét mutató táj átalakulását. A magyar hajózás története úgy tudja, hogy a Kisfaludy megjelenésének hatására egyre több móló tűnt fel az amúgy alig használt balatoni kikötőhelyeken. A kezdetben faszervezetű alkotmányokat a 19. század közepétől egyre inkább a kő és beton kikötői létesítmények váltották fel, amelyek ma már szerves részei a balatoni tájképnek.

A Kisfaludy 1847 tavaszától – nyári idényben – már menetrendszerűen közlekedett. Minden hétfőn, szerdán, valamint pénteken reggel hat órakor indult Keszthelyről Füredre és Kenesére. Kedden, csütörtökön és szombaton pedig Füredről Keszthelyre közlekedett. A balatoni, ekkor még egyetlen hajóra korlátozódó vízi személyszállítás népszerűvé válásában fontos szerepet játszott, hogy a Kisfaludy menetrendjét összehangolták a Pest és Kenese között közlekedő gyorskocsi járatok indulásával és érkezésével. Ez közlekedés-földrajzi szempontból közelebb hozta az akkor már eléggé népszerű üdülőhelyet, Füredet Pesthez, és miután a Kisfaludy időben jelentősen lerövidítette a Keszthely és Füred közötti utazás idejét, így létrejött annak egyik feltétele, hogy az addig, ha teljesen nem is ismeretlen, de alig preferált parti települések is bekapcsolódjanak a turisták fogadásába.

Ehhez azonban kellett más feltételek is. Legfőképpen az, hogy a 19. század második felétől egyre jobban gyarapodó vasúthálózat a Balaton-medencét is bekapcsolja az ország közlekedésének, személy és áruforgalmának vérkeringésébe: végső soron jelentősen felgyorsította az addig oly nehézkes, lassú és körülményes belföldi utazást (Antalffy s. d., 1975; Majdán 1987). A másik feltétel pedig az volt, hogy fokozatosan átalakultak a magyar társadalom pihenési és üdülési szokásai. A reformkori Magyarországon a leginkább Füredre látogató honfitársaink még a társadalmi élet kedvéért, és a Balaton-környéki források vizéért (fürdő- és ivókúra miatt) utaznak a magyar tengerhez. Ahogyan már említettük, a tó vizébe ekkoriban még alig-alig merészkednek bele.

A természetes vizekben való fürdés és a strandolás kultusza a magyar társadalomban a 19. század második felében kezdett teret hódítani, de végleges elterjedése csak a múlt század első felére tehető. Az előzőekben leírt folyamatok együttes hatása a Balatont illetően az a geográfiai jelenség lesz, amelyre – ismereteink szerint – eddig kevés figyelmet fordított a hazai turizmusföldrajz (Gyuricza 2008). Nevezetesen arról van szó, hogy a turizmus és földrajzi környezet, geográfiai táj kapcsolatát nem pusztán az jellemzi, hogy az utóbbiak mintegy determinálják a főleg tömeges turizmust, hanem az is hozzátartozik ehhez a kérdéshez, hogy az idegenforgalom hatására nagymértékben formálódhat a táj is. Ez figyelhető meg a Balaton-medencében, amelynek települései, városai, falvai a reformkorban többnyire egy – a mai értelemben vett – földrégi periféria vonásait hordozták: még legjelentősebb városa, Keszthely is provinciális kisváros volt. Az elmaradottságra, a periféria-helyzetre jellemző az is, hogy ekkoriban a gyorskocsin utazó sokszor ki volt téve a betyárok és útonállók tá-

<sup>7</sup> Paget 1987. 103. p.

madásának (Békés 1966; Antalfy 1982). A fejlődésre jellemző, hogy bő fél évszázaddal későbbre már európai színvonalú üdülőkörzetek alakulnak ki. A geográfiai változás jellegét jól szemlélteti: az eredeti állapotában szinte teljesen – még ha csak az év egy részében is – vízzel borított Balaton-medence a századfordulót követő évtizedekre foltszerűen beépített, vízszabályozott kultúrtáj lesz. Napjainkra pedig a sűrű – sokszor üdülőövezeti – beépítettség jellemző.

E mögött a geográfiai változás mögött ismét a társadalom utazási és üdülési szokásainak változása áll. A 19. század második felében terjed el az európai kultúrkör más országaihoz hasonlóan, hazánkban is, hogy a városokban lakó társadalmi csoportok – anyagi lehetőségeikhez mérten – szórakozási, pihenési céllal kirándulnak, utaznak. A nincstelen városi proletár legtöbbször a település környékén kirándul, ám a közép- és felső társadalmi rétegek, a polgárság tagjai nagyobb távolságokra utaznak. Az anyagi jólét nyújtotta lehetőségek új kihasználásának kedvezett az európai kontinens hosszú békeidőszaka, és a magyar társadalom esetében az a – mára kevéssé ismert – tény, hogy hazánk az Osztrák-Magyar Monarchia meghatározó államegysége volt. A polgári rétegek viszonylag sokat utaztak: a nyaralás, pihenés helye elkerült a lakóhelytől. Ekkor a Balaton már népszerű, közismert, de főleg a Monarchia egyéb fürdőhelyei, nem is szólva az Adria vidékéről, sokkal népszerűbbek a Balaton-medencénél.

Itt jegyezzük meg, hogy a századforduló városi polgársága már eléggé elszigetelten élt a természettől. Hogy a jelenségre is hozzunk példát, említjük meg Passuth László egyik memoárját (1966), amelyben kolozsvári gyermekkorával kapcsolatosan érdekes utalást tett polgári családja üdülési szokásaira: „...*Városi gyerek voltam; ha a természetrajztanár nem vitt ki nagyobb kirándulásra, kevés kontaktusom volt év közben a természettel. Majdnem minden évben Kolozs-Sósfürdőn nyaraltunk, ebben az operetvároskában, kopár, szikes vidéken, csodálatos tó partján, víz nélkül élő sóvirágok, elhagyott római sóbányák birodalmában. De magát a »vidéket«, falut, cséplést, munkaritmust Tótvázsonyban ismertem meg...*”<sup>8</sup>

A Balaton népszerűségében az első világháborút követő trianoni békeszerződés jelentős változást hozott. A gazdasági nehézségek, valamint az európai politikai viszonyok miatt a tömegturizmus korábbi üdülőhelyei nehezen voltak elérhetőek. Ennek hatására értékelődött fel a Balaton és a Balaton-medence, amely méreteiből és földrajzi viszonyrendszeréből adódóan, s nem utolsósorban a fővároshoz való közelsége miatt képesnek évtizedekben jelentősen felértékelődött a Balaton és környéke (Jusztin 2006; Nagy 1998).

E folyamatot erősítette fel a magyarországi szocializmus évtizedeinek társadalmopolitikája, amely a Balatont mindvégig preferálta üdülőhelyként: a múlt század hatvanas éveire szinte az egész Balaton-medence társadalom- és gazdaságföldrajzi képét a belföldi és az egyre jobban teret hódító idegenforgalmi turizmus határozta meg (Gertig 1966).

Ez pedig katasztrófával fenyegető állapotokat idézett elő a tó környékén. Geográfiai és természettudományos közhely, hogy a Balaton-medence a múlt század nyolcvanas éveire túlterheltté vált, s jöllehet – mint köztudott – történetek lépések az állapotok normalizálására, a veszély végleg nem múlt el. A Balaton-medencében érvényesülő antropogén, sokszor átgondolatlan beavatkozások, azon túl, hogy az évszázadok folyamán jelentősen csökkentették a tó vízfelületét és a berkeket, olyan folyamatokat indítottak el, amelyek felborították a vidék természeti egyensúlyi állapo-

<sup>8</sup> Passuth L. 1966. 21. p.

tát; ennek helyreállítása csak tudatos emberi beavatkozással valósítható meg. A kérdés pedig nem egyszerűsíthető le a sokat emlegetett vízminőség és balatoni természetvédelem problémakörére, mert valójában ezeknél sokkal mélyebben ható földrajzi folyamatról van szó. Történelmünk, és különösen az utóbbi másfél évszázad folyamán annyira átalakítottuk, annyira beépített térséggé tettük a Balaton-medencét, hogy az egyes helyeken egyszerű városi szórakozó övezet képét és állapotát nyújtja, s ezzel féltő, hogy végleg elveszítjük e táj leglényegesebb vonását, a természeti állapotából eredő szépségét.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### Felhasznált irodalom

- Antalfy Gy. 1975: *Így utaztunk hajdanában*. Panoráma, Budapest. 559 p.
- Antalfy Gy. 1984: *A reformkor Balatonja*. Panoráma, Budapest, 143 p.
- Antalfy Gy. 1982: *Reformkori magyar városrajzok*. Panoráma, Budapest, 440 p.
- Antalfy Gy. s. d.: *A honi utazás története*. Athenaeum, Budapest. 269 p. + 22 t.
- Balázs D. 1993: *Magyar utazók lexikona*. Panoráma, Budapest. 464 p.
- Bauer, H. 1971: *Wenn einer eine Reise tat, Eine Kulturgeschichte des Reisens von Homer bis Baedeker*. Verlag Koehler&Amelang, Leipzig. 202 p. + IV + 82 t.
- Beck, H. 1957: *Geographie und Reisen im 19. Jahrhundert, Prolegomena zu einer allgemeinen Geschichte der Reisen, Dem Gedächtnis Heinrich Schmitthenners. Petermanns Geographische Mitteilungen*. 101. 1. pp. 1-14.
- Bendeffy L., Nagy I., V. 1969: *A Balaton évszázados partvonalváltozásai*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 215 p.
- Békés I. 1966: *Magyar ponyva pítaval, A XVIII. század végétől a XX. század kezdetéig*. Minerva, Budapest. 480 p.
- Bulla B. 1943: *Geomorfológiai megfigyelések a Balatonfelvidéken. Földrajzi Közlemények*. 71. 1. pp. 18-45.
- Bulla B. 1958: *A Balaton és környéke földrajzi kutatásairól. Földrajzi Közlemények*. 82. 4. pp. 313-324.
- Cholnoky J. s. d. a.: *A Balaton körül*. In: u. ö.: *Égen, földön, Földrajzi értekezések*. Franklin-Társulat, Budapest. pp. 80-99.
- Cholnoky J. s. d. b.: *Balaton*. Franklin-Társulat, Budapest. 192 p. + 32 t.
- Csüllög G. 2004: *A Kárpát-medence vízrajzának szerepe Magyarország középkori településhálózatának kialakulásában*. In: Füleky Gy. (szerk.) *A táj változásai a Kárpát-medencében – A víz a tájban*. Szent István Egyetem Gödöllő, 2004 pp. 56–58.
- Csüllög G. 2012: *A Közép-Európai Duna-Völgy történeti földrajzi jellemzői. Közép-Európai Közlemények V. évfolyam 3–4. szám (No. 18–19.) 2012. pp. 137–146.*
- Erdélyi M. 1963: *A Balaton és környezetének változásai az ember tevékenysége következtében. Hidrológiai Közöny*. 43. 3. pp. 219–224.
- Fodor F. 2006: *A magyar földrajztudomány története*. Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest. 820 p.
- Gertig B. 1966: *A Balaton déli (somogyi) partja üdülővendég-forgalmának alakulása. Földrajzi Értesítő*. 15. 4. pp. 473-493.

- Gyömrei S. s. d.: *Az utazási kedv története*. Gergely R. kiadása, Budapest. 192 p. + 2 t.
- Gyuricza L. 2008: *A turizmus nemzetközi földrajza*. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs. 319 p.
- Hámori P. 1999: *A magyar hajózás képes története*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 136 p.
- Haraszi S. – Pethő T. 1963: *Útikalandok a régi Magyarországon*. Táncsics Könyvkiadó, Budapest. 324 p. + 32 t.
- Knoll, G. M. 2006: *Kulturgeschichte des Reisens, Von der Pilgerfahrt zum Badeurlaub*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt. 160 p.
- Holub J. 1963: *Zala megye középkori vízrajza*. Zala megye Tanácsa V. B., Zalaegerszeg. 71 p. + 1 t.
- Ihrig D. (szerk.) 1973: *A magyar vízszabályozás története*. Országos Vízügyi Hivatal, Budapest. 398 p. + 1 t.
- Illés I. (szerk.) 1981: *Tavunk, a Balaton*. Natura, Budapest. 458 p. + 8 t.
- Iványi B. 1960: Zalavár és a balatonhídvégi átkelő a török időkben. In: Szentmihályi E. (szerk.): *A Göcseji Múzeum jubileumi emlékkönyve 1950–1960*. Zala megye Tanácsa V. B. Művelődésügyi Osztály, Zalaegerszeg. pp. 161–180.
- Jusztin M. 2006: „Utazgassunk hazánk földjén!” A belföldi turizmus problémái a két világháború között Magyarországon. – *Korall* 7. 26. pp. 185–208.
- Karászi K. 1981: A tó vízrajzi és hidrológiai jellemzői. – In: Illés I. (szerk.): *Tavunk, a Balaton*. Natura, Budapest. pp. 63–75.
- Kozocsa S. 1939: *Magyar könyvészet 1911–1920*. I. kötet. – Magyar Könyvkiadók és Könyvkereskedők Országos Egyesülete, Budapest. 538 p.
- Kessler H. 1974: A Balaton vízföldrajza. In: Tóth K. (szerk.): *Balaton monográfia*. Panoráma, Budapest. pp. 35–43.
- Kiss L. 1988: *Földrajzi nevek etimológiai szótára I-II*. [Negyedik, bővített és javított kiadás]. Akadémiai Kiadó, Budapest. I. köt. 821 p., II. köt. 822 p.
- Láng S. 1974: A Balaton természetföldrajzi képe. In: Tóth K. (szerk.): *Balaton monográfia*. Panoráma, Budapest. pp. 13–34.
- Lóczy L. 1920: *A Balaton földrajzi és társadalmi állapotainak leírása*. Hornyánszky Viktor m. kir. Udvari Könyvnyomdája, Budapest. 194 p. + 1 t.
- Lukács K. 1941: *A Balaton* [Második, átdolgozott kiadás]. Magyar Szemle Társaság, Budapest. 80 p.
- Löschburg, W. 1977: *Von Reiselust und Reiseleid, Eine Kulturgeschichte*. Insel Verlag, Frankfurt am Main. 190 p.
- Majdán J. 1987: *A „vasszekér” diadala, A magyarországi vasútépítés 1914-ig*. Kosuth Könyvkiadó, Budapest. 202 p. + 14 p.
- Makay B. 1913: *A Balaton és vidéke történeti korban, Forrástanulmány*. Magyar Földrajzi Társaság Balaton-Bizottsága, Budapest. 355 p. + 2 t.
- Marosi S. - Somogyi S. 1990: Magyarország kistájainak katasztere I-II. – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest. I-II. köt. 1023 p. + 1 t.
- Mendöl T. 1999: A földrajztudomány az ókortól napjainkig. – ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. 274 p.
- Nagy M. M. 2007: Akciórádiusz és magyar táj. – *Aetas*. 21. 4. pp. 97–115.
- Nagy M. M. 2008: A török hódoltság mint földrajzi régió. – *Közép-Európai Közlemények*. 1. 1. pp. 80–85.
- Nagy M. M. 2009: Barrier és filter Bécs és Buda között, a török időkben. – In: Gulyás L. - Szávai F. - Keczer G. (szerk.): *A Virtuális Intézet Közép-Európa Kutatására (VIKEK) évkönyve 2009*, VIKEK, Szeged-Kaposvár. pp. 249–254.
- Nagy Zs., L. 1988: Nyaraljon itthon! A Balaton meghódítása. *Rubicon*. 9. 7. pp. 44–47.

- Paget, J. 1987: *Magyarország és Erdély*. Helikon, Budapest. 347 p. + 4 t.
- Papp-Váry Á. (főszerk.) 1992: *Földrajzi világtlasz*. Kartográfiai Vállalat, Budapest. 464 p.
- Passuth L. 1966: *Kutatóárok*. Szépirodalmi Könyvkiadó, Budapest. 450 p.
- Pécsi M. – Sárfalvi B. 1960: *Magyarország földrajza*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 327 p. + 3 t.
- Radó S. – Csáti E. s. d.: A világ számokban. In: Pécsi M. – Miklós Gy. – Tóth A. (szerk.): *Földrajzi zsebkönyv*, XI. évfolyam. Magyar Földrajzi Társaság, Budapest. pp. 172–231.
- Sipos A. M. – Nagy M. M. 1997: Könyvek, könyvsorozatok a Magyar Földrajzi Társaság történetében (1872–1945). *Földrajzi Közlemények*. 121. 3-4. pp. 142-149.
- Schweitzer F. 2009: Az Ós-Dunától a Duna-szabályozásig. *História*. 31. 1. pp. 21-24.
- Szabó M. – Horváth G. – Csüllög G. 2010: Tájhasználat-változások – Tájkezelési kényszerek vagy lehetőségek? In: Füleky Gy (szerk.) *A táj változásai a Kárpát-medencében. Tájhasználat és Tájátalakulás a 18–20. században*. Gödöllő: Környezetkímélő Agrokémiáért Alapítvány, 2010. pp. 61- 68.
- Teleki P. 1996: *A földrajzi gondolat története* [Második kiadás]. – Kossuth Könyvkiadó, Budapest. 193 p.
- Virág Á. s. d.: *A Balaton múltja és jelene*. Egri Nyomda Kft., Eger. 904 p.
- Wittman T. 1965: *Németalföld aranykora*. Gondolat, Budapest. 346 p. + 44 t.
- Zumthor, P. 1985: *Hollandia hétköznapjai Rembrandt korában*. Gondolat, Budapest. 350 p. + 12 t.

## **A Balaton régió fejlődése**

### *A regionális gondolkodás és a turizmus fejlődésének összefüggései a Balaton térségében*

**Marton István**\*

**Összefoglaló** A Balaton régió legfontosabb iparága a turizmus, kialakulása a 19. század végén kezdődött és töretlen fejlődése egészen a nyolcvanas évekig tartott. A térség fejlődése önállóságra való törekvése szorosan összekapcsolódott a turizmus gazdasági megjelenésével megerősödésével.

A Balaton térség második világháborút követő fejlődését jelentősen meghatározta az ország politikai hovatartozása. Az átgondolatlan fejlesztések, a közvetlen vízkapcsolattal nem rendelkező települések fejlesztési szempontból történő figyelmen kívül hagyása súlyos torzulásokat okozott a tó gazdasági és ökológiai állapotában. Az ökológiai állapotokban nagymértékű javulás következett be az utóbbi évtizedekben, ami köszönhető volt egyrészt a tudatos intézkedéseknek, másrészt pedig a térségben folyó mezőgazdasági, ipari termelés visszaesésének, valamint nem utolsósorban a turistaszám drasztikus csökkenésének. A térség természeti-gazdasági problémái azonban korántsem tűntek el. Ahhoz hogy megértsük és feltárjuk a térségben jelen lévő konfliktusforrásokat, meg kell ismernünk a térség fejlődését, vizsgálunk kell a területi alapon szerveződő irányító testületek kialakulásának állomását.

**Kulcsszavak** Balaton • térségi fejlődés • turizmus • regionalizmus-regionalizáció • ökonómiai ökológiai konfliktusok

#### **Bevezetés**

A Balaton hazánk egyik legfontosabb természeti erőforrása. Közép-Európa legnagyobb tava történelme során mindig vonzotta a partján megtelepedőket. Kezdetben haláért, nádjáért a víz nyújtotta védelemért telepedtek környékére. Bár írásos és építészeti emlékeink már a római kortól kezdve rendelkezésünkre állnak, hogy fürödtek benne, arra csak következtethetünk (Zákonyi, 1974). A XVIII. században kezdődő majd fokozatosan fejlődő fürdőélet viszont Budapest után hazánk második leglátogatottabb turisztikai célterületévé és ezzel a hazai gazdasági tér egyik kiemelt szereplőjévé tette.

Egy adott tér fejlődésének kulcsa a helyben fellelhető erőforrások, speciális adottságok megléte. Ez a múltban lehetett élelmiszerben gazdag vidék, egy átkelő a folyón, különböző nyersanyagok könnyen hozzáférhető formában. Az ezen erőforrás-

---

\* Somogy Megyei Kormányhivatal; Kaposvári Egyetem Balaton Kutatóintézet  
Email: istvan.marton@gmail.com

ok mentén kialakult gócpontok lettek a mai modern társadalom alapjai. A társadalmi-gazdasági fejlődés valamikor a 18–19. században jutott el arra a szintre, hogy a társadalom mind szélesebb csoportjai esetében megjelent egy olyan új szükséglet, amit a társadalomfejlődéssel párhuzamosan végbemenő gazdasági-technológiai fejlődés nyújtotta lehetőségek segítségével egyre többen ki tudtak elégíteni. Ez az új szükséglet, amit az iparosítás következtében megjelent szabadidő és egyre nagyobb mértékű diszkrécionális jövedelem valamint az ipari városok sivár környezetéből történő kiszakadás vágya hozott létre, nem más, mint napjaink egyik legnagyobb és legösszetettebb iparága a turizmus. A turizmus megjelenése és elterjedése jelentősen átalakította azon területek gazdasági szerkezetét ahol megvoltak a hozzá szükséges (és mindaddig jelentősen alulértékelt) adottságok. A turizmus okozta változásokat jelentősen felerősítette az, hogy egy adott térség gazdasági erejének megnövekedése számos esetben maga után vonhat olyan autonómiatörekvéseket melyekkel mintegy elkülönülni vágyik az őt körülvevő, az adott gazdasági erőforrásokkal nem rendelkező tértől.

A Balaton térségének turisztikai fejlődése a 19. század derekától kezdve indult el. A kezdetben lassú, majd az idő múlásával egyre gyorsabbá váló társadalmi és gazdasági fejlődés maga után vont bizonyos regionális törekvéseket is. A Balatonparton három (vár)megye osztozott már ekkor is és ez, a Magyar Állam több mint ezer éves történelme során sohasem okozott a turisztikai fejlődés adta gazdasági előny megjelenéséig semmiféle problémát, megváltoztatására ezt követően indultak el a törekvések.

Megfigyelhető, hogy a balatoni turizmusfejlődés valamint a regionális önállósodás és számos ponton kapcsolódik egymáshoz és segíti egymást. Mindezek okán a Balaton régió fejlődésének vizsgálatához mindenképpen együtt érdemes elemezni a Balaton térségbe irányuló turizmus alakulását, pontos képet nyerve így arról az „alapról”, ami megteremti a térség regionális törekvéseinek szükségességét és feltételeit.

A Balaton térségének fejlődése Gertig hármias osztásából kiindulva (Gertig, 1985) azt némiképp módosítva kerül bemutatásra, ezek;

- a kezdetek; a 19. század közepétől a második világháborúig,
- a második világháborút követő szakasz a rendszerváltásig
- a jelenkor, a rendszerváltástól napjainkig.

## A kezdetetek

A Balaton-parti fürdőeletről szóló első írásos emlékünkhöz egy 1458. IV. 4-én kötött birtok adásvételi szerződés, ahol az Ábrahámi (ma Ábrahámhegy) birtok „locoFerdewhel” – amit ma inkább fürdőhelynek írunk – szerepel. Keszthelyen is létezett már 1520-ban Fürdőhely utca, ami valószínűleg a helyiek fürdőhelyéhez vezetett. Természetesen ezekben az időkben még senki nem keresete fel a Balaton partját „turista”-ként, de az itt élők gyakran használták a tavat fürdésre, nemcsak a nagy nyári munkák során, amikor az aratás cséplés fásasztó munkája után kerestek enyhülést a tóban, hanem egyéb alkalmakkor is.

A Balaton partján élők a fürdéshez való hozzáállása alaposan megváltozott a XVIII. századra, amikor még a balatoni vízi népek, a halászok közül is tizből csak egy tudott úszni, de az az egy sem igen kíváncsított még a legforróbb napon sem a vízbe (Jankó, 1902, Kanyar, 1978, 1981). Érdekes és jellemzően magyar magyarázatot talált erre Eötvös Károly, amit le is ír Balatoni Utazás című művében: *„Ha víz mellett lakik: azért nem fürdik, mert hisz ott a víz, ha akar: mindennap fürödhetik. Ha pedig a víztől*

*messze lakik: azért nem fürdik, mert hiszen nincs is ott a víz, ha meg is akarna fürdeni”* (Eötvös, 1900).

Akik fürdővendégként érkeztek a Balaton partjára azok sem a tóban, hanem a tó partján fakadt szénsavas forrásokban mártóztak meg. Nem tett jót a balatoni fürdőéletnek az sem, hogy az 1848-as birtokrendezés során a tópart a nagybirtokosok kezébe került, így a fürdés joga is földesúri joggá vált. A kor puritán erényei is a fürdés elterjedése ellen szóltak. Keszthelyen például a premontrei rend tanárai vigyázó szemmel figyelték, hogy melyik diák szegi meg a szigorú fürdési tilalmat (Zákonyi, 1974). Ugyancsak nehezítette a fürdővendégek nagy számban történő érkezését, hogy egyéb közlekedési eszköz nem lévén a lóvontatású „gyorskocsival” egy teljes nap volt az út a fővárosból.

A balatoni fürdőélet fejlődésének első és addig legfontosabb állomása a Déli vasút elkészülte volt. A 1861-től vasút elkészültét követően a Balaton-parti települések kapcsolatba kerültek az iparosodó gazdagodó lakosságát gyorsan növelő Budapesttel és a fővároson keresztül az ország keleti felével. (Kerkápoly, 1974).

A balatoni fürdőélet először az északi parton erősödött meg. Ez köszönhető volt a már említett gyógyforrásoknak és egy olyan katasztrófának, ami alapvetően megváltoztatta az északi part gazdaságát. Az északi part kiváló adottságokkal rendelkezik a szőlőtermesztéshez és ezért ez volt az egyik legfontosabb mezőgazdasági ág a térségben. 1875 táján azonban Amerikából behurcoltak egy kártevőt (filoxéra), ami elpusztította szinte az összes szőlő ültetvényt Európában, így a Balaton körül is. Ez a hatalmas gazdasági csapás gyorsította fel a térség idegenforgalmának alakulását. A tönkrement szőlőbirtokosok pénz hiányában nem tudták újratelepíteni Amerikából hozott – így immunis – alanyokra oltott vesszőkkel az ültetvényeiket. Az ültetvények ezért szép számmal cseréltek gazdát és az új, zömében tehetősebb városi tulajdonos a présházat nyaralónak alkalmas villává bővítette. Ez a folyamat legmarkánsabban a Badacsonyi hegyen figyelhető meg, amely már a 19. században is kedvelt kirándulóhely volt (Sági, Zákonyi, 1989).

A vasút „közel hozta” a Balatont és bár megépítése után a déli part még csak mint tranzit útvonal szerepelt, innen indultak a kompok az északi part ismert települései felé, azonban lassan itt is kiépültek azok a központok, amik a déli part turizmusának úttörőivé váltak. Siófok 1863-ban kap vasútállomást. Ez és a fővároshoz való közelsége hamar az egyik legfontosabb fürdővárossá teszi. A vasút nyújtotta kényelem egyre több vendéget csábít a déli parti nyaralásra. A századfordulóra már 10 települést említenek a déli parton, ahol aktív fürdőélet folyik (Gertig, 1985).

A Balaton igazi pihenő fürdőterületté a századfordulóval válik (Virág, 1997). A fejlődés motorja a társadalom és a gazdaság iparosodásának köszönhető. A népesség egyre nagyobb százalékban dolgozott az ipari szektorban. A gépesítés fejlődésének és a különböző szakszervezeti mozgalmaknak köszönhetően mind az előállított érték – és ezzel párhuzamosan mind a munkabér, mind pedig a szabadidő növekedett. A turizmus fejlődéséhez szükséges három feltétel, – a diszkrecionális jövedelem a szabadidő és a motiváció – közül az első kettő a technológia fejlődésének köszönhetően egyre nagyobb mértékben állt rendelkezésre és az ezzel együtt járó társadalmi nyitottság megteremtette a harmadik feltételt is, az új iránti érdeklődést. Ugyanakkor egyre többen dolgoztak az iparban és éltek szennyezett levegőjű nagyvárosokban, így az emberek számára a balatoni táj érintetlen szépsége fontos turisztikai attrakcióvá vált (Pruczkó és Rátz, 2001).

A századfordulóra nem csak a fürdőélet erősödött meg a Balaton régióban, hanem elkezdődött egy olyan intézményrendszer kialakulása, ami a térség turizmusával

és a turizusból származó hatásokkal kapcsolatos teendők koordinálására tett kísérletet. A Balatoni Egylet, majd később a Balatoni Szövetség létrehozása szorosan kapcsolódik a balatoni turizmus fejlődéséhez. A különböző intézmények létrejötte ép-púgy segítette a turizmus fejlődését a régióban, mint amennyire a turizmus hatásai létrehozták ezeket az intézményeket. Ez a kölcsönös egymásra utaltság mind a turizmus fejlődését, mind pedig a regionális öntudat kialakulását nagymértékben elősegítette.

A 20. század hatalmas fejlődést hoz a Balaton régió életébe. 1910-re kiépül a Budapest–Tapolca vasútvonal, könnyen megközelíthetővé téve az északi part településeit is. Egyre elterjedtebb a villanyvilágítás, kezdenek kiépülni a vízvezetékek, a csatornahálózat. A Balaton presztízse folyamatosan emelkedik, a déli parton tengeri fürdőként hirdetik a strandokat és a sekély partokat, az édes vizet főleg a gyerekes családok találják vonzóknak. Az 1900-as hozzávetőleg 25 ezer vendég helyett 1910-ben már több mint 55 ezren érkeznek a korabeli statisztikák szerint (Zákony, 1974).

### **Regionalista törekvések a 19. század végén**

A turizmus fejlődésével párhuzamosan megjelentek az önállósodásra vonatkozó elképzelések a térségben. A Balaton környékének első, mai szemmel nézve regionális vonásokat mutató területi egységesítésére 1882. augusztus 24-én Balatonfüreden került sor. Ekkor alakult meg a *Balatoni Egylet*, amely magára vállalta a Balaton-kultusz ápolását az irodalmi tevékenységtől kezdve a szükséges fejlesztési témák megoldásáig. Fontos feladatának tekintette az Egylet az egész tavat körülölelő vasúthálózat kialakítását, hiszen 1861-től a déli parton megindult a vasúti közlekedés (Molnár 1981). Az északi part bevonása a vasúti közlekedés hálózatába az egyik legfontosabb közlekedésfejlesztési intézkedése volt az Egyletnek, de nem az egyetlen. Fontos szerepet játszott a vízi közlekedés fejlesztésében, kikötők építésében, a gőzhajózás továbbfejlesztésében (Helka, Kelén) (Breinich, 1974; Éri, 1981). Az Egylet 1894-ben beolvadt a *Dunántúli Közművelődési Egyesületbe*, de megteremtette a regionalitást, a régióban gondolkodás eszméjét. Az Egylet eredményes munkáját látva a part menti települések sorban alkották meg (alulról építkezés a XXI. századi regionális politika egyik legfontosabb alapelve) a saját Fürdő Egyesületeiket, melyek lokális szinten az adott település fejlesztésére voltak hivatva (Kósa, 1999).

A Balaton népszerűsége mindeközben folyamatosan növekedett. A turisták számának emelkedése, a „Balaton felfedezése” maga után vonta egy speciálisan csak a Balatonnal foglalkozó szervezet létrehozását. A szervezet célját a térség gazdaságának dinamikus fejlesztése mellett, a jövőt érintő kérdésekre adandó válaszok kidolgozásában határozták meg. Mindezek eredményeként 1904. augusztus 11-én megalakult a *Balatoni Szövetség*, amely szervezet feladata volt az említett teendők ellátása (Simon, 2002; Bősze, 2001). A Balatoni Szövetség kiemelten kezelte a Balaton és környékének kérdését. Különböző vízi munkálatokkal, a balatoni hajózással, a vasúttal, a balatoni körtelefonnal és a balatoni kör-műúttal foglalkozott. Koordinálta a balatoni elektromos erőmű működését Aszófőn, vagyis a mai értelemben egy Regionális Tanács szerepét töltötte be. A Balatoni Szövetség társadalmi alapon szerveződött és az aktuális kormányokkal együttműködve szolgált a régió és a tó érdekeit.

## A balatoni térség fejlődése a második világháborúig

Az első világháború nem hagyta érintetlenül a Balaton környékét sem. A háború alatt hadikórházakká alakított szállodák, üdülőházak 1921-ben is csak 39 801 vendéget fogadtak, ami messze elmarad az 1910-es évek forgalmától. 1920. június negyedikén a trianoni békediktátum aláírásakor nem csak az ország területének kétharmadát és a lakosság jelentős részét csatolták el hazánktól, hanem az elcsatolt területekkel együtt elvesztettük népszerű fürdőhelyeink nagy részét is. Ez az egyébként tragikus történelmi esemény hatalmas fejlődéshez segítette hozzá a Balaton régiót. A lakosság fokozódó idegenforgalmi igényeinek kielégítésére a Balaton látszott az egyik legcélszerűbb turisztikai célterületnek. A tó adottságainak feltárására kormánybiztosokat jelöltek ki, majd 1931-re végleges formát nyert a Balatoni Intéző Bizottság (BIB). Ékes példája volt ez a turizmusfejlődés és a regionális fejlődés közötti összhangnak, hiszen a központi vezetés döntése volt, hogy a balatoni turizmusfejlődés csakis a korábbiaknál nagyobb regionális függetlenség mellett tud megvalósulni. A BIB feladata sokrétű volt a két világháború között, többek között a nagy telekparcellázások szabályzásában is aktív szerepet vállalt, csak a tájba illő épületet engedélyez. Hatékonyan mozdítja elő a közlekedés fejlesztését, segíti a tó körül található természeti kincsek feltárását, megóvását. Sokat tesz a Balaton népszerűsítéséért különböző kiadványokkal, ismeretterjesztő tanfolyamokkal (Zákonyi, 1974). Bertha Bulcsú így ír erről a korszakról: *„Az igazi fejlődés a tömeges fürdőélet azonban csak 1920 és 1940 között alakul ki a Balaton-partján. Ebben a húszéves időszakban a villák százai épültek mindkét parton, de főleg ekkor is a délin. Földvár és Siófok táján a jó hírű szanatóriumok, szállodák, panziók tucatjai nőnek ki a földből. Siófokon még repülőteret is építettek, ahol aztán nemzetközi pilótatalálkozót rendeznek”* (Bertha, 1974).

Az, hogy a Balaton vált hivatalosan is az ország új kijelölt üdülőterületévé, a már említett szomorú következményeken kívül a következő természeti és társadalmi-gazdasági tényezőknek volt köszönhető:

- A vízben való fürdőzéssel kapcsolatos társadalmi felfogás változása. Az üdülés mind általánosabbá válik a középosztály körében.
- A tó sekélységéből adódó, gyorsan felmelegedő víz.
- A napsütéses órák magas száma júliusban és augusztusban (270–290).
- A 239 km hosszú partvonal, amely strandolásra sok helyen alkalmas.
- A déli part homokos sekély strandjai.
- A vízi sportok üzésére 600 km<sup>2</sup> kiterjedésű vízfelület áll rendelkezésre.
- Az egyre ismertebbé váló üdülőhelyek (a teljesség igénye nélkül: Siófok, Balatonfüred, Fonyód, Keszthely, Balatonkenese, Balatonalmádi, Balatonboglár, Balatonlelle).
- Híres gyógyhelyek: Hévíz és Balatonfüred.
- A fokozatosan fejlődő, egyszerre több ezer főt fogadni képes szálláshelykapacitás.
- A több száz magánnyaraló megléte.
- A további turisztikai célú fejlesztésre alkalmas beépítetlen parti sáv.
- A legfőbb küldőpiacnak számító milliós Budapest közelsége.
- A Balaton jó közlekedés-földrajzi helyzete, a vasúthálózat kiépítettsége.
- Az északi part kirándulásokra kitűnő lehetőséget nyújtó háttértelepülései (Láng, 1974; Zách, 1974; Gertig, 1985).

A két világháború közötti turizmusfejlődés alapozta meg a balatoni turizmus jellemzőit. Ennek eredményeképp kialakultak az üdülőkörzet legfontosabb, sajátos arcu-

latú-kínálatú üdülőhelyei. Az északi part dominanciája az 1900-as évek elejétől fokozatosan csökkent, a forgalom kétharmada, valamint a legnagyobb forgalmú üdülőhelyek többsége a déli partra jutott. A megfelelő tervezés hiányában, a turisztikai létesítmények nagyrészt kellően elő nem készített, közműekkel nem rendelkező vagy nem megfelelő szinten ellátott telkekre, területekre kerültek. Ez és a déli parton végbemenő területi koncentráció volt a melegágya a Balaton később bekövetkező vízminőség romlásának.

### **Regionális gondolkodás és tervek**

A balatoni regionalizmus ebben a szakaszban is a turizmussal együtt fejlődött. Megalakultak azok a regionális hatáskörrel rendelkező intézmények, melyek feladata a Balatoni térség fejlesztési intézkedéseinek összefogása volt. A fürdőegyesületek "gazdái" voltak az üdülőhelyeknek, fontos feladatuknak tekintették az egyes üdülőhelyek színvonalának emelését, utak, strandok kialakításával, parképítéssel, virágosítással. Az üdülőkörzet kapcsolatrendszere, vonzáskörzete gyakorlatilag még csak az ország területére terjedt ki, nemzetközi hírneve ekkor még a Balatonnak nem, vagy csak csekély volt.

A világháborúig folyamatosan alakult ki azon intézmények köre, amelyek – mai szemmel nézve – a Balaton és környékének régióvá válását segítették elő. Ugyanakkor, bár ezek a társaságok, egyletek regionális szinten kezelték a tónak és környékének sorsát, sem a régió mint fogalom, sem semmiféle területi elkülönítési szándék még nem merült föl.

A „*Balaton régió*” – bár ezidőtájt még senki nem hívta régiónak, hanem az akkori területi politikában használatos *megye vagy vármegye* fogalmat használták – gondolatának felmerülése a Budapesti Hírlap 1913. novemberi számában jelent meg Szegedy Miklós tollából. Az újságíró egy Somogy megyei képviselővel folytatott beszélgetés után arról ír hogy: „*Csinálni kell tehát egy vármegyét, melynek alispánja, szolgabírái, mérnökei és minden szerve a Balatonért volna, a Balatonért dolgozna, egységes irányítással, egységes szellemben. ... Körös-körül a Balaton-partján 8-10 km szélességben ki kellene hasítani egy földszalagot annak a három megyének a tésztéből és ez a Balaton körül futó földszalag - közepén a Balatonnal – volna az új vármegye a Balaton vármegye.*” (Szegedy 1913).

A turizmus gazdasági jelentőségét a századfordulón jól mutatja az, hogy a Balaton Vármegyét ellenzők legfőbb érve az volt, hogy míg *a Balaton 3 hatalmas és élet-erős vármegyére támaszkodik*, „*a Balaton Vármegye csenevész, erőtlen alkotás lenne, amely külső segítség nélkül mégpedig fenntartatni magát sehogy sem tudná, csinálna olyan súlyos közteherviselést, mely elől mindenki menekedni volna kénytelen*”. Ennél sokkal pontosabban látta a jövőt az a bíráló, aki hagyományos vármegye beosztás fenntartásáért olyan indokkal szállt síkra, hogy mennyit vesztené Somogy, Veszprém és Zala Vármegye, ha területét megcsonkítanák és éppen a filoxeravész után ismét fejlődésnek induló községeit veszítené el.

Az első világháborút követő tiszavirág életű Tanácsköztársaság alatt történtek kísérletek a Balaton Megye kikiáltására. A testvériség című lap márciusi számában közölték Fodor Imre direktórium elnök jelentését: „*Régi óhajunk a Balaton Vármegye felállítása, amely Keszthelytől Balatonfüredig szolgálhassa a Balaton kultusz érdekeit Keszthely székhellyel*”. Ezen tervben még csak az akkori Zala, később Veszprém megyéhez csatolt részére terjed ki. A későbbiekben a terv alaposan átalakult (Zákonyi, 2001). Ugyanez a lap közli a április 12-i számában, hogy a Munkás Katona és Földműves Tanács március 30-i ülésén Fodor direktórium elnök indítványára

elhatározta, a belügyi népbiztostól a Balaton Vármegye felállítását fogja kérni. A kérést Pálmer István vitte a népbiztos elé. Ekkoriban a tavat négy megye határolta, mindez azért történt, mert Zalaegerszeg és Nagykanizsa közötti vizsályt azzal próbálták feloldani, hogy Alsó-Zala megye néven Nagykanizsa megyeszékhellyel Zala megyét kettéosztották és mindkét „megyének” volt Balaton partja (Pál, 1968, Kerecsényi, 196.). Sok egyéb indok mellett ez a sajtóságos és káros helyzet indokolta azokat a törekvéseket, amelyek egy egységes Balaton megye kialakítására irányultak (Zákonyi 2001). Olyannyira egységes óhaj volt a megye felállítása, hogy a környező 182 településből 141 aláírta a közös területi egység kialakítását indítványozó okiratot. Mindazonáltal a román hadsereg bevonulása után, a Tanácsköztársaság bukásával ez a terv is lekerült a napirendről.

A Tanácsköztársaság bukása után is megmaradtak a Balaton térségének regionális törekvéseit támogató szervezetek, sőt egy újabb intézménnyel gyarapodott a Balatonnal foglalkozó szervezetek köre. Mégpedig a legnagyobb feladattal megbízott Balatonnal foglalkozó intézmény az 1929. évi XVI. törvénycikkely. 46. paragrafusára alapján kiadott 2820/931M.K.sz. rendelet, 14. paragrafusára értelmében létrehozott *Magyar Királyi Balatoni Intéző Bizottság*. A Balatoni Intéző Bizottságot (BIB) azért hozták létre, hogy a Balaton partja mellett fekvő gyógyhelyek és üdülőhelyek ügyeivel foglalkozzon. Az irányító testület összetétele hasonlított a mai regionális intézmények vezetéséhez, hiszen tagjai a megyei tisztviselők köréből kerültek ki, ugyanakkor a Minisztériumok is delegáltak tagokat. Az elnököt és helyettesét a belügyminiszter előterjesztésére a kormányzó nevezte ki. A BIB a lassan kialakuló balatoni irányítási és intézményi rendszer katalizátora lett, ezen intézmények a „Balatoni régió”-hoz kapcsolódó feladatokat látták el függetlenül a megyéktől (Tóth L, Sági E.M. 1940). A BIB a szubszidiaritás elvének megfelelően javaslatokat tett a Balatont érintő közérdekű kérdéseknek a törvényhozás és a minisztériumok által történő szabályozására.

A Balaton önálló, területileg is elhatárolt régióvá alakítására irányuló törekvések hol kisebb, hol nagyobb lánggal lobogtak, de a tűz sosem aludt ki. Ez bizonyítja a korabeli sajtóban megjelent cikk is, ami arról szól, hogy az ország rendezési tervek alakítgatása közben Balaton környékének rendezésével kapcsolatosan felmerült Balaton vármegye létesítése (Várhidy, 1931). Mint akkor, most is az volt a fő indok az egységes vármegye létrehozására, hogy a Balaton-kérdést szerves egésznek kell tekinteni.

A Balaton Vármegye létrehozásával egy speciális szervezet létesülne. Az új vármegyének bővített hatásköre lenne, s igazgatási feladata mellett a Balaton környékének fejlesztése és rendezése terén is számos feladatot oldhatna meg (Hencz, 1973). Hasonló szellemben ír Szilassy Lajos is a Balaton Vármegyéről A Balatoni Kurir 1935.október 9-i számában: „*Sokan azt mondják, kormánybiztosra is, de a meglévő megyékre volna itt szükség! Én állítom, hogy nem arra, hanem az egész rendszer, olyan értelmű megreformálására, hogy a Balaton Vármegye jellegzetesen és kizárólag balatoni legyen, mert egységes ügykezelés mellett, előbbre menetel máshogyan el nem képzelhető.*” (Szilassy, 1935.)

Hol van már az az aggodalom, ami a századfordulón úgy szólt, hogy a Balaton Megye önállóan életképtelen lenne és mint ilyen, csak fölösleges terhet róna a környező megyék költségvetésére. Fordult a kocka és a megyék féltékenyen őrzik a balatoni részüket, a „kitűnő fejőstehenet”.

A Balaton térség regionális törekvéseinek következő állomása 1933., amikor a Balatoni Szövetség úgy határozott, hogy azt kéri, nyilvánítsák Nemzeti Parkká a Balatont és a körülvevő part menti 3 kilométeres sávot. Az indoklás szerint a vármegyéktől függetlenül kívántak nyaralókat, turistaházakat, strand- és meleg fürdőket, gyer-

mekvédelmi intézményeket, tudományos központokat építeni. A Balaton Nemzeti Park megvalósításhoz a kormány segítségét kérte a Balatoni Szövetség. A Szövetség azt a célt tűzte ki maga elé, hogy a Balaton Nemzeti Park egy olyan önálló terület legyen, amely nem tartozzon az öt alkotó vármegyék fennhatósága alá és külön fiskális politikával rendelkezzen (Simon K. 2002.). A Balatoni kurír szeptemberi számában Szilassy Lajos így ír a Balaton nemzeti park gondolatáról: *"Szebb volna, mint legüdtöbb álom és könnyebben megvalósítható, mint bármelyik probléma, ami eddig a mi tengerünkkel kapcsolatban felmerült... ..Tudod-e mit jelent ez? Azt, hogy a magyar is van olyan takarékos és önérzetes, mint az angol, francia vagy amerikai." ... .. "Azt, hogy a magyar takarékos is felülkerekedett és megálljt kiáltott egy agyon adminisztrált Magyar Tenger kallódásának"* (Szilassy, 1933). A javaslatot, miután elfogadta a Szövetség Elnöksége, a miniszterelnökhöz, a kereskedelmi miniszterhez és a vármegyékhez is felterjesztették. Sajnos, ez a javaslat is bürokratikus akadályokba ütközött, majd a közelgő világháborús készülődés miatt lekerült a napirendről.

## **A balatoni térség fejlődése a második világháborútól a rendszerváltásig**

### ***A turizmus újjáépítése (háborútól a hatvanas évekig)***

A háborút követően hazánk a felálló új világrendben a kommunista- szocialista blokk tagja lett. A megváltozott társadalmi rendszer alapvető befolyással volt a Balaton régió turizmusára is. A háborút megelőzően a munkás-paraszt tömegek nem vagy csak nagyon ritkán jutottak el a Balaton partjára. A szociális intézetek foglalkoztak ugyan a munkásság balatoni üdültetésével, de meglehetősen szűk keretek között, inkább csak gyógykezelési jelleggel (Zákonyi, 1974). A második világháborút követően az idegenforgalom világszerte egyre nagyobb mértéket öltött. A háború során kifejlesztett technikai vívmányok polgári életben történő alkalmazása (elsősorban a közlekedés terén) hatalmas lökést adott a turizmus fejlődésének.

A magyarországi turizmus indulása nem ment döccenőmentesen, hiszen hazánk idegenforgalmi (és természetesen minden egyéb) infrastruktúrája csaknem teljesen megsemmisült a háború során és az ipari újjáépítés erőforrásai maximális prioritást élveztek a turizmussal szemben (Zákonyi, 1974, Gertig, 1985). Ugyanakkor a balatoni turizmus viszonylag gyorsan magára talált, bár jelentősen átalakult a háború előtti jellegéhez képest. A háborút követő években Magyarország idegenforgalma túlnyomórészt belföldi turizmusra épült. A beutazó forgalmunk is jelentősen elmaradt a háború előttihez képest, mert nem volt megfelelő a kereskedelmi szálláshelyeknek sem a minősége, sem a mennyisége ahhoz, hogy nagyszámú külföldi turista igényét kielégítse.

Nemcsak a turisztikai célterületek, de a vendégforgalom is nagyot változott a hazai turizmusban. Az államosítások során a balatoni villák gazdát cseréltek. A legnagyobb magánvillák új tulajdonosai általában vállalatok, üzemek lettek és szociális alapon a dolgozók nyári pihenési lehetőségeit biztosították. A régi tulajdonosok a Balaton háttértelepülésekre húzódtak vissza és pénzüket telkekbe, szőlőkbe fektették. Bertha Bulcsú így ír erről: *„A házak közül a legnagyobbakat államosították, de a telkek közül egyetlenegy sem. A telkekről a Rákosi adminisztráció megfélemezett. Így aztán egy pénzembernek nyolc-tíz vízparti telke volt, nem is beszélve a szőlőkről és a mandulásokról”* (Bertha, 1974.)

1949-ben a Szakszervezetek Országos Tanácsa (SZOT) a tó körül építkezésekbe kezdett és a legnagyobb szállodák, panziók is a SZOT irányítása alá kerültek. Az új szálláshelyeknek köszönhetően a látogatók száma ugrásszerűen megnövekedhetett.

1960-ra a lakosok száma két és félszeresére, viszont az üdülővendég forgalom hozzávetőleg a húszszorosára növekedett (Pálos, 1974; Szegő, 1974). A balatoni turizmus fő ideológiai mondanivalója ettől kezdve az lett, hogy a Balaton eddig az uralkodó osztályé volt, de most már a népé. Az átalakulás társadalmi ideológiájánál sokkal fontosabb volt viszont, egy olyan ökológiai változás, amivel abban az időben senki nem törődött. Ez pedig az volt, hogy az „uralkodó osztály” kevés emberből áll, a „nép” pedig sokból. Azt a kérdést, hogy a természetnek ez a korlátozott szelete hogyan bírja elviselni ezt a változást, nagyon kevesen tették fel és az adott politikai környezetben ez is süket fülekre talált (Laposa 1981; Miklóssy, 1998).

A 60-as évekre a külföldi vendégforgalom is növekedésnek indult. Az 1956-os forradalom véres leverése után kialakult politikai elszigeteltséget, többek között a turizmus felé tett nyitással igyekezett az irányító hatalom lazítani. Ezt a környező szocialista országokkal megkötött vízumentességi megállapodások és a nyugati országokból túlnyomórészt szervezett csatornákon keresztüli utazások jelentették (Lengyel, 1999).

### *A fellendülés szakasza (1960-1980)*

A hatvanas évek végére nyilvánvalóvá vált, hogy a balatoni turizmus fejlődése nem képzelhető el az addig szinte abszolút elsőbbséget élvező szociálturisztikai ágazat kizárólagos fejlesztésével. A szálláshelyek kínálata, a tó körüli infrastruktúra nem állt összhangban külföldi vendégek számának növekedésével, pedig előfordult, hogy a belföldi vendégek rovására helyezték el őket.

A Balatoni régió fejlesztéséhez szükséges regionális szervezeti egység felállítására 1957-ben kerül sor, amikor újraalakítják a Balatoni Intéző Bizottságot (az elődöt az 1940-es években megszüntették). A BIB működése során komoly változások következtek be a Balaton régióban. Ebben az időszakban épült 53 km vízvezeték, 21 km szennyvízcsatorna, 27 km új út és 20 km járda. 1958-ban kezdődött a kempingek építése és 1965-ig hozzávetőleg 25 000 kemping férőhely épült ki a Balaton partján (Kovács, Takács, 1966, Erdeős, Tökés Gy, 1974). A régió komplex fejlesztése érdekében a kormány 1963-ban regionális rendezési tervet, 1969-ben hosszú távú központi fejlesztési programot fogadott el. Az elfogadott közép és hosszú távú programok voltak a Balaton régióban megvalósuló fejlesztések alapjai a 70-es években. A BIB irányításával, parkok, strandok épültek, nőtt a férőhely kapacitás és fejlődött a vendéglátást. Több mint háromszorosára nőtt a férőhelyek száma, 1971-ben összesen 105.000 ágy állt a turisták rendelkezésére, a bolt- és vendéglátó hálózat kapacitása pedig közel kétszeresére emelkedett. A kereskedelmi szálláshelyek aránya a Balaton régió összes szállásférőhelyéhez viszonyítva jelentősen emelkedett, a szociálturisztikai férőhely-kapacitás rovására, míg 1960-ban ez az arány 25,4% volt, tizenöt év alatt 54,5%-ra nőtt (Gergelyé, 1981). Mikor egy 1969-es rendelet (18/1969. MÉM-ÉVM) lehetővé tette a nagyüzemileg nem művelhető mezőgazdasági területeknek a felosztását, a regionális és településrendezési koncepciókkal merőben ellentétesenelkezdtek a parcellázások (Balla, 1974, Kisléhi Nagy, 1974). A parcellázások során voltak, akik nagyon jól jártak. Azok, akik az államosítás elől különböző telkekbe fektették vagyonaikat, azokat felparcellázva a többszöröséért tudták értékesíteni. Az állam a 7/1970.(IV:16.9) ÉVM-PM-IM együttes rendelettel próbálta szabályozni a gyorsan kialakuló telekspekulációt, rögzítve egy egyedülálló személy, illetőleg család teletulajdonának mértékét.

A balatoni turizmus fejlődése látványos méreteket öltött, amit számos külső tényező segített. Az 1968-as gazdasági reform a jövedelmek emelkedését vonta maga

után. A lakosság életszínvonalának emelkedése következtében a létszükségletek kielégítése nem kötötte le a családok teljes jövedelmét (Forgács, 1983). Egyre több idő és anyagi eszköz állt rendelkezésre a családoknak és a turizmus egyre több ember számára volt vonzó és egyben elérhető lehetőség. A megnövekedett igények kielégítésére azonban nemigen állt rendelkezésre a Balaton Üdülőkörzet mellett egyéb belföldi, a tömegturizmusra berendezkedett üdülőkörzet. A balatoni idegenforgalom ugrásszerű spontán fejlődése azonban hatalmas veszélyeket rejtett magában melyek aztán a későbbiekben komoly konfliktus forrássá váltak:

- Két évtized alatt megháromszorozódott beépített terület, amely természetesen a leginkább a frekventált part menti sávra volt jellemző.
- Az építés „zártkerti” jellegéből adódóan az építési hatóság nem volt illetékes az engedélyeztetésben.
- Az ellenőrizetlen építkezések miatt a az üdülőtáj zsúfolttá vált és a tájba nem illő elemekkel gyarapodott.
- A rengeteg csatornázatlan, ám vezetékes vízzel ellátott épület jelentősen hozzájárult a tó vízének katasztrofális romlásához.

A jövedelmek emelkedése ugyanakkor lehetővé tette a nagyszámú személygépkocsi megjelenését. A megnövekedett és átstrukturálódott üdülési forgalom számára a közúti kapacitás bővítése elengedhetlenné vált, ekkor épült az M7-es autópálya. Környezetvédelmi szempontból káros volt ez, hiszen az addig túlnyomórészt vasúti forgalom a személygépkocsira terelődött át. (Belák, 1974 Pálos, 1974, Laposa 1981). A vendégforgalom növekedése kezdte meghaladni a szálláshelyek kapacitását. Kezdett általánossá válni a zsúfoltság, a tömeg. Különösen a nyári hétfégi időszakokban vált ez nehezen viselhetővé, amikor a nagyszámú nyaralóhoz csatlakozott a hétfégét a Balatonnál eltölteni szándékozó belföldi kirándulók tömege. A legtöbb konfliktus a turisták és a fogadó lakosság között volt, főleg a kis lélekszámú, egy-két ezer lakosú településeken. Ezek a kisebb települések sokkal nehezebben tudták viselni az állandó lakosság két-háromszorosára duzzadó nyári turista tömeget és méretükből adódóan nem tudták ellátni az üdülő lakosság igényeiből származó fejlesztési feladataikat (Szappanos, 1974).

### ***A telítettség időszaka a Balatonnál (1980-1989)***

A 70-es évek fejlesztéseinek következtében a Balaton régióban hatalmas változások következtek be. Az évtized közepére lakónépesség közel 130 ezer főre duzzad, évente 1600- 1700 magánüdülő épül, 140 ezer kereskedelmi és 82 ezer üdülési férőhely várja a vendégeket, az éves vendégforgalom 14 millió vendégéjszaka volt. A megnövekedett forgalom maga után vonta a szolgáltató ipar fejlődését is, a kiskereskedelmi üzlethálózat 1500 üzletből állt, ebből mintegy 800-at a magánszféra működtetett. A vendéglátó hálózat 1300 üzletéből is közel 600 egyéni vállalkozó tulajdonában van. Folyamatosan gyarapodik a kapacitás, egyre inkább háttérbe szorul a szociálturizmus, de dinamikusan fejlődik a kereskedelmi turizmus, elsősorban a kempingek és a fizetővendéglátás révén (Próbált, 1995). A 80-as években az ország turisztikai bevételének közel egyharmada származott a Balaton üdülőkörzetből, ezen belül a konvertibilis valuta részaránya mintegy 40% volt (*A Balatoni Üdülőkörzet Hosszú Távú Fejlesztési Programja, 1984*)

A 80-as évek balatoni szálláshely vendégforgalmát vizsgálva szembetűnő, hogy ezekben a létesítményekben egyre kisebb arányban vannak jelen a belföldi vendégek.

Ennek az egyik oka, hogy ezekben az években még gyarapszik a lakosság saját üdülővagyonra és az emberek jelentős része a magántulajdonban lévő létesítményekben tölti szabadidejét. A másik ok, hogy azok, akik építeni kívántak, az okokból nem tudnak, a külföldi fizetőképes keresletre szabott árszínvonalat egyre kisebb mértékben képesek megfizetni. A keresletnek a kínálat ütemét meghaladó növekedése, az infrastrukturális alulkinálat, a szezonális túlterhelés párosulva a szezonon kívüli kapacitás kihasználatlansággal komoly problémákat okozott a Balaton régióban. Mindezek megtoldva a rendezetlen területi viszonyokkal, maguk után vonták a tervezetlen spontán fejlődést. A Balaton üdülőkörzetre ebben az időben is készültek rendezési tervek (1013/1979. (VI. 20.) Kormány Határozat) és fejlesztési koncepciók (VÁTI. 1983.). Ezen fejlesztési dokumentumok célja volt:

- az üdülés minőségének javítása,
- a megfelelő színvonalú ellátás feltételeinek biztosítása,
- a víz minőségének javítása,
- a zsúfoltság csökkentése,
- a háttértelepülések bevonása a turizmusba. (*Horváth, 2000*).

A fokozatosan emelkedő turistalétszám, az eltöltött vendégéjszakák már a 70-es években is jelentős bevételt termeltek, csak valamilyen oknál fogva ebben az időben a turizmus irányításának nem volt érdeke létrehozni egy olyan komplex információs rendszert, ami a turizmus valós teljesítményének mérésére lett volna képes. A turizmus már ebben az időben is sikerágazat volt, csak ezt nem tudták, vagy nem akarták hangsúlyozni a szocialista rendszer urai (Mártha, 2000). Ezen a tarthatatlan helyzeten változtatott az, hogy a 1980-as években létrehoztak egy olyan statisztikai rendszert a VÁTI, a BKI, a KSH és az OIH együttműködésével, amely alapul szolgált annak az 1986. évi kormányrendeletnek, amely tartalmazza a turizmus ágazati és területfejlesztési koncepcióját. A fejlesztési térségekhez kapcsolódóan három kategóriát különítettek el:

- Kiemelt Üdülőkörzetek
- Regionális jelentőségű üdülőterületek
- Helyi, kistérségi jelentőségű üdülőterületek

Ebben az időszakban a központi forrásoktól való függés, a szűkülő erőforrások jelentősen befolyásolták a turizmus térségi folyamatait, fejlesztési lehetőségeit. Nem volt lehetőség új, olyan arculatú turisztikai régiók kialakítására, amelyek enyhítették volna a Balaton régióra nehezedő nyomást, a vidéki Magyarország idegenforgalmi térképén csak a gyógy- és termálfürdők jelentettek színfoltot (Bakucz, 2002).

### ***Regionális folyamatok a II. világháború után***

A II. világháború kitörése keresztülhúzta azokat a terveket, számításokat, amik a Balaton térségének önállóvá válására irányultak. Az utolsó nagy esemény a Balaton térség életében a balatoni közúti körforgalom beindulása 1939. június 18-án volt.

A háború alatt is történtek bizonyos önállósági törekvések és kísérletek a térség területi autonomizálására. Lukács Károly önálló felügyeletű Tihanyi Nemzeti Parkról ír (Lukács, 1943, Cholnoky, 1944). A háború vége felé egy, az Ideiglenes Nemzeti Kormány által hozott rendelet (4330/1945 MT. rendelet) Zala Megye négy járását Veszprém megyéhez csatolta, ezzel kettőre csökkent a Balaton partot alkotó megyék száma (Zákonyi, 2001).

A háború utáni időszak nem volt alkalmas az önálló Balaton téma megvitatására. Az ország romokban hevert, az újjáépítése az alap infrastrukturális feltételek biztosítása kötötte le az erőforrásokat. A különböző területrendezési intézkedések során Siófok és környéke sok változáson ment keresztül. Siófokot Somogy megyéhez csatolták és a Tabi járás felső része is a Siófoki járás részévé vált. Ezután Siófokhoz csatolták Balatonkilitit, Balatonszabadi tópartját melyet korábban egyesítették Balatonújhellyel. Ezeknek a folyamatos összevonásoknak köszönhetően lett Siófok a kis fürdővárosból 1968-ra közel 15 kilométer partszakasszal és húszezer lakossal rendelkező nagyvárossá.

Mindeközben születtek különböző tervek és koncepciók a Balaton térségének fejlesztésére, rendezésére. Az egyik Farkas Tiboré mely a 1958-ban a brüsszeli világi kiállításon díjat is nyert. Az már nem a terv hiányosságának róható fel, hogy a Balaton körüli megyék felelős tisztségviselői nem tartották meg az abban foglaltakat. Bibó István „Közigazgatási területrendezés és az 1971. évi Településhálózat-fejlesztési Koncepció” című tanulmányában foglalkozik a Balaton megye lehetőségével. Az ún. középismegye kategóriában gondolkodva tesz javaslatokat a Balaton megye létrehozására. A megye létrehozásánál két problémát említ, egyrészt hogy a Balaton megye székhelye a városilag jelentékenyebb Keszthely, vagy forgalmilag jobban fekvő, viszont a már említett módon várossá avanszált Siófok legyen-e, másrészt az, hogy egy ilyen megye egy esetleges országos kerületi beosztásnál hova kerüljön. Jelentős előrelépés volt a régió regionális törekvéseiben, hogy az 1974-ben megújított Balatoni Intéző Bizottság székhelyét Budapestről Balatonfüredre helyezik át (Kotsis, 1981, Bibó, 1986, Illés, 1983).

Meg kell említeni, hogy közigazgatási szempontból 1945 és 1990 között a Balaton régió kialakításában nem történt előrelépés, de a Balatoni Nemzeti Park megalakítására irányuló törekvések nagymértékben elősegítették, hogy 1951-ben védetté nyilvánították a Kis-Balatont, 1952-ben pedig megalapították a Tihanyi Tájvédelmi körzetet és azóta is számos más területet helyeztek védelmi felügyelet alá.

### **A Balaton térségének fejlődése a rendszerváltást követően**

A rendszerváltás magával vonta a gazdasági és társadalmi viszonyok gyökeres megváltozását, ami a turizmus irányítási-szervezési feladatait ellátó szerveket sem hagyta érintetlenül. A megyei idegenforgalmi hivatalok, melyek a turizmusban a központi folyamatokat közvetítő és végrehajtó feladatok ellátásáért voltak felelősek, fokozatos vagyon és funkcióvesztés során turisztikai információszolgáltató egységgé váltak. A központi irányítás dominanciája fokozatosan megváltozott az önkormányzatok színre lépésével. A szocialista ipar erőforrásaira és technológiai bázisára épülő gazdasági körzetek felbomlottak. Kiéleződtek a települések közötti különbségek nemcsak országos, de regionális szinten is (Enyedi, 1996; Horváth, 2000; Aubert, 2001).

A balatoni turizmus gerincét adó kelet - és nyugatnémet turisták számának drasztikus csökkenését okozta, hogy a határok megnyitása után megszűnt a Balaton - part a két Németország polgárainak találkozóhelye lenni. Az 1989-es 3,5 milliós német vendégéjszaka 1990-re 2,9 millióra, 1992-re 2,1 millióra esik. A nyugati turisták számának csökkenése mellett a szinte kizárólag konvertibilis valuták alapján történő elszámolásoknak köszönhetően, nagymértékben csökken – az ottani gazdasági problémák miatt – a szocialista országokból érkező turisták száma is.

A rendszerváltást követő általános gazdasági visszaesés miatt csökken a belföldi vendégforgalom. A fizetővendéglátás forgalmának csökkenése a legjelentősebb, las-

san csak a nyaralótulajdonosi réteg az, aki a Balatont választja szabadsága eltöltésének színhelyéül. (Próbált, 1995).

A balatoni turizmus népszerűségének hanyatlása az 1980-as években kezdődött el, a zsúfoltság, az infrastrukturális hiányosságok, a romló közbiztonság miatt. A 80-as évektől Európában, főleg a balatoni idegenforgalom fő küldő területeinek számító Ausztriában és Németországban a lakosság jövedelmének egyre nagyobb részét költötte utazásra. Ebből adódóan megnövekedett a minőség iránti kereslet, az utazások színvonala, a meglátogatott desztinációk által nyújtott szolgáltatásokkal szemben támasztott elvárás (Zimmermann, 1991).

A Balaton régió fejlődésének koordinálására 1993-ban megalakult a Balatoni Regionális Tanács, ezzel egy olyan időszak kezdődött a 90-es években a Balaton életében, ami gyökeresen különbözött az azt megelőző közel ötven évtől. A fejlesztési intézkedések elfogadása és finanszírozása nem a központi terveződés irányelveitől függött. A Balaton régió egyre nagyobb regionális identitással és függetlenséggel rendelkezett, ugyanakkor a fejlesztési forrásokért piaci versenybe kellett szállnia az ország egyéb régióival. Egyre nagyobb szerepet kapott a politikai lobby-ereje a régiónak és egyre inkább függött a napi politikai erőviszonyoktól. A négyévenként egymást cserélő kormányzatok, a még kialakulatlan demokrácia és politikai etika hiányában, a leváltott irányítás intézkedéseit, annak gyakorlati hasznára való tekintet nélkül megszüntették. A különböző regionális szervezetek élére saját embereiket ültették és egy teljesen új koncepció kidolgozásába kezdtek.

Eközben a balatoni turizmus helyzete nem javult. Az egymást követő angolna pusztulások, a tó vízszintjének szabályozása körüli harcok, a part-menti infrastruktúra romlása elijesztette azt a kevés turistát is, akik még idelátogattak. A Balaton ökológiai állapotának szempontjából pozitív esemény volt, a mezőgazdaság rendszerváltást követő katasztrófális összeomlása, az állattartó telepek felszámolása és a műtrágyázás drasztikus visszaesése, ami párosulva a turisták számának csökkenésével, hatalmas mértékű vízminőség javulást eredményezett. Mindehhez hozzá járult a nemrégiben befejezett vízvédelmi beruházás, a Kis-Balaton rendezése is. A Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer (KBVR) kialakítását két ütemben végezték. Az első ütem, a Hídvégi-tó építése 1981-ben kezdődött meg és az üzembe helyezése 1985-ben megtörtént, azonban a második ütem, a Fenéki-tó építésének az 1984-es kezdés után a befejezési határideje 2003 vége volt. Időközben, 1992-ben megkezdődött - természetvédelmi és hidroökológiai okok miatt - egy részterület, az Ingói-berek fokozatos elárasztása, részleges működtetése, de a II. ütemnek a végleges üzembe helyezésére pár éve került sor.

A tiszta víz alapvető fontosságú a Balaton turisztikai vonzerejének megtartásában, hiszen a régióba érkező turisták kétharmada a vízhez kötött nyaralási, pihenési céllal érkezik. A Balaton környéki gyógyfürdők ugyancsak jelentős turisztikai kínálati elemként szerepelnek a régió turisztikai kínálatában, a vendégek közel 15%-a látogatja gyógyfürdőket. Egy 2003-as felmérés szerint meglepően kevesen, alig 6% -nyian(!) érkeznek a Balatonhoz a régió kulturális ajánlata miatt (Retz, 2003, Venczel, Szabó, 2003).

Komoly veszélye a balatoni turizmusnak, hogy a partján élők még nem ismerték fel azt, hogy a tó természeti értékeinek megőrzése alapvetően fontos gazdasági erejének megtartásához. A rövid távú „csak elveszünk, nem törődve a következményekkel” szemlélet már középtávon is megbosszulhatja magát. Jellemző „balatoni probléma” a „magánosítás”, ami azt jelenti, hogy a vízparti tulajdonosok kivágván a víztisztulás szempontjából pótolhatatlan nádat, évről évre telkenként kb. 50-100 négyzetmétert töltenek fel és vesznek el a Balatonból. A telektulajdonosok többsége olyan anya-

gi lehetőségekkel, politikai és társadalmi összeköttetéssel rendelkezik, hogy nem vagy csak igen hosszadalmas jogi procedúra során lehet érvényt szerezni a törvény kényszerítő erejének, ami a bontást elrendeli (Mármaros, 1998).

A balatoni turizmusfejlesztés során figyelembe kellene venni mindazon természeti folyamatokat, amelyek a Balatont jellemzik. A Balaton ökológiai értelemben „őreg” tó. Hátralevő élettartama – tóként - természetes érintetlen körülmények között sem volna több néhány ezer évnél. A lefolyás nélküli tavak sorsát a Balaton sem tudná elkerülni. Szépen, lassan feltöltődne és megszűnne tónak lenni, átadva helyét egészen új biocönózisoknak. Ezt a fejlődési utat tudja az ember által hozzáadott terhelés-többlet drasztikusan lerövidíteni. Ökológiai értelemben a Balaton feltöltődése nem tekinthető pusztulásnak, hanem természeti törvényszerűségnek. Ez a folyamat csak emberi szempontból pusztulás, azaz „értékvesztés” hiszen megszűnik a tó, mint vízhez kötött turisztikai desztináció létezni. Szempontrendszerünk emberien önző és mesterséges. Nem az ősi romlatlan természeti állapotok megőrzésére törekszünk, hanem egy számunkra kedvező állapotra, ami sarkítva akár mesterséges állapotnak is nevezhető, mivel csak folyamatos beavatkozással tartható fenn. A problémát az emberi jelenlét és viselkedés, a tó „használata” okozza. E probléma megoldása csakis az emberi tevékenység oly módon történő szabályozása lehet, ami lehetővé teszi ezen, mesterséges egyensúly tartós, fenntartható fejlesztését és megőrzését (Miklóssy, 1998).

Az alábbiakban a Balaton térségével foglalkozó irányító testületeket gyűjtöttem össze. Az első, nevében is regionális szervezet az 1993-ban megalakult Balatoni Regionális Tanács volt, de a regionális szervezetek már a XIX. század végétől kezdve jelen voltak a Balaton térségében. A Balaton régió önállóságára irányuló erőfeszítések nem új keletűek, hiszen a turizmus fejlődésével együtt erősödött a regionális különállóságra való törekvés. Az táblázatban is látható, hogy az 1880-as évektől kezdődően folyamatosan volt olyan irányító szervezet a Balaton régióban, amely egyengetni, koordinálni igyekezett a térség fejlődését

**1. táblázat • Regionális irányító hatóságok a „Balaton térségében”  
1882-től napjainkig.**

A megalakulás ideje	A Balatonhoz köthető szervezet
1882. augusztus 24.	Balaton Egylet
1904. augusztus 11.	Balatoni Szövetség (1944- ig.)
1931.	Magyar Királyi Balatoni Intéző Bizottság.
1989. december 20.	Balatoni Szövetség
1993.	Balatoni Regionális Tanács
1996.	államtitkár a Balatoni kérdések koordinálására
1996.	Balatoni Turisztikai Marketing Kht.
1996.	Balaton Kiemelt Üdülőkörzet
1997.	Balaton Fejlesztési Tanács (véglegesen 1999.)
2000. január.	Balaton Integrációs és Fejlesztési Ügynökség Kht. (és jogutódjai)

*Forrás: A szerző összeállítása*

A Balaton régió történetét megvizsgálva nem túlzás azt kijelenteni, hogy a Balaton régió már az 1800-as években elindult azon az úton, mely során új területi entitássá, régióvá tud fejlődni. A Balaton régió esetében számos olyan jel tapasztalható mind a társadalmi, mind pedig a gazdasági folyamatokat illetően, amelyek a régióvá válás

folyamatát jelzik. Míg a jelenlegi 7 (három szomszédos megyéből alkotott) tervezési-statisztikai régió mesterséges képződmény, múlt, történelmi hagyományok nélkül, addig a Balaton regionális törekvései több mint száz éves múltra tekinthetnek vissza. A jelenlegi régiókat a közigazgatás kényszerű reformja miatt hozták létre, ezzel szemben a Balaton régió alulról építkezve a területi összetartozás elvének megfelelően alakult ki. Sajnálatos, hogy mindezeket figyelmen kívül hagyva alakították ki Magyarország regionális beosztását.

### ***Regionalitás a rendszerváltás után***

A Balaton regionális törekvéseinek új lehetőségeket jelentett a rendszerváltás. A *Balaton Szövetség*, amely 1904-től egészen 1944-es feloszlásáig aktívan vállalt szerepet a Balaton térségének fejlesztésében, 1989. december 20-án újraalakult Keszthelyen. Az új Balaton Szövetség elnöke Dr. Gáti István lett, aki az újjáalakulás gondolatát felvetette. Az 1990-es választások után a szövetség tevékenységét a megválasztott polgármesterekre bízta. 1991. február 8-án 31 tag vett részt a szövetség tisztújító gyűlésén, Balatonfüreden. A szövetség alapszabályának lefektetésével, amely már a települési önkormányzatok, s az itt élő lakosság érdekképviselőjét is nyíltan zászlajára tűzte, elkezdődhetett az érdemi munka.

A Balaton régió régi-új gondolata természetesen az új Balaton Szövetség körében is felmerült. A kitűzött regionális célok elérésének érdekében a Szövetség egyik legfontosabb feladatának a *Balaton Regionális Tanács* létrehozását tekintette. A Balaton Regionális Tanács 1993. márciusában alakult meg. A tanács megalakításának legnagyobb sikere volt az, hogy egy asztal mellé tudta ültetni a kormányzati és az önkormányzati oldalt, valamint azon szervezetek képviselőit, akik a Balaton életében fontos szerepet tölthettek be (Lázár, 2003). A Balaton Regionális Tanács a Kormány és egyéb szervezetek javaslattevő, érdekegyeztető, koordináló és pénzügyi beruházásokat is előkészítő szerve lett. A Balaton Regionális Tanács feladata meghatározni a Balaton térségére vonatkozó legfontosabb feladatokat, koncepciókat, beruházásokat, fejlesztéseket és javaslatokat tenni a pénzügyi források felhasználására.

A Balaton Regionális Tanács összetétele, illetőleg állandó tagjai a Balaton Szövetség Közgyűlése által megválasztott 11 polgármester és a kormányzat részéről az érintett 11 minisztérium által delegált, nevesített, állandó és döntéshozásra jogosult képviselő. A Balaton Regionális Tanács napirendjére tűzte a legfontosabb fejlesztési, beruházási, környezetvédelmi feladatokat. A Balaton Regionális Tanács felelt az üdülőkörzet fejlesztésért, elsősorban az infrastrukturális feltételek megteremtéséért, bővítéséért. Az épített környezet fejlesztése, megóvása mellett a Tanács felelt a természeti, táji értékek, a kulturális értékek megőrzéséért, a környezeti kultúra fejlesztéséért egyaránt. Sajnos, bár a Balaton térség regionális törekvéseinek fontos lépcsője volt a Tanács megalakulása, átütő eredményt nem tudott elérni. Ennek oka az volt, hogy sem a jogi, sem az anyagi háttér nem biztosították számára. A kormányváltás során pedig szép csendben elsüllyedt a Balaton Regionális Tanács hajója a politika viharos tengerén.

A Balaton Szövetség javaslatára 1996-ban a kormány államtitkárt jelölt ki a Balaton kérdések koordinálására. Ugyancsak 1996-ban alakult meg a Balaton Turisztikai Marketing Kht. A Kht. kezdeti lendületét ugyanaz a pénzügyi és hatásköri bizonytalanság törte meg, mint ami már megannyi ígéretes próbálkozás gátja volt. A Kht. 1998-ban ezért felszámolásra került.

Az 1996. évi XXI. Törvény a területfejlesztésről és területrendezésről hatalmas mérföldkő volt a Balaton regionalitás életében. Egyrészt létrehozott egy „kvázi”

Baltoni régiót, a *Balaton Kiemelt Üdülőkörzetet*, másrészt létrehozta a Balaton térség irányításáért felelős szervezetet, a *Balaton Fejlesztési Tanácsot*. A Tanács újraélesztésében fontos szerepet játszott a Baltoni Szövetség, mint a Tanács „önkormányzati oldala”. A Tanács elnökének megválasztása is ezután történhetett, sajnos csak 1999-ben. Az elnök dr. Bóka István lett, Alsóörs polgármestere. A tanács elnöki tisztjét jelen pillanatban is Bóka István tölti be Balatonfüred polgármestereként.

A Balaton Fejlesztési Tanács 2000. januárjában megalakította a Balaton Integrációs és Fejlesztési Ügynökség Kht.-t. A Kht. feladata a Balatonnak kapcsolatos fejlesztési koncepciók kidolgozása és széleskörű információs lehetőségek biztosítása valamint a birtokában lévő Balaton adatbázis kezelése.

A Balaton Fejlesztési Tanács az önkormányzatokkal, a profit és non-profit szférával összefogva egymás véleményét kölcsönösen meghallgatva és szintetizálva igyekszik egy olyan regionális struktúra kialakítására, amely a legelőnyösebb a régió fejlődése szempontjából.

A Balaton és környékéhez köthető regionális törekvések nem új keletűek. A turizmus térnyerésével, a régió fejlődésével együtt folyamatosan erősödött az igény egy önálló Balaton régió kialakítására. A regionális öntudat növekedésével együtt járt a regionális intézményrendszer kiépülése és fokozatos megerősödése. Soha nem volt olyan fontos a Balaton régió kérdése, mint most. Egyrészt azért, mert a baltoni turizmus folyamatosan növekvő terheivel egy nagyobb önállóságú irányítású és szabályozású régió tud megküzdeni. Ugyanakkor egy régió, sokkal komplexebb térbeli jelenség annál, hogy egyetlen gazdasági ágazat vagy környezetvédelmi szempontok alapján kerüljön lehatárolásra. Az önálló régió kialakításának létjogosultságát néhány szakember megkérdőjelezheti azáltal, hogy összekapcsolhatja-e három megye (napjainkban három régió) peremterületein található településeit, egy hozzávetőleg száz évre visszatekintő ágazat, a turizmus? Véleményük szerint térség a turizmus nélkül egy periférikus, jelentős központ nélküli terület, melynek gerincét egy tó alkotja ezáltal belső struktúrája meglehetősen sajátos, térkapcsolatai nem egymás felé mutatnak, hanem a térségen kívülre. Mindazonáltal annak érdekében, hogy a régiót érintő kérdésekre, problémákra komplex, több ágazatot átfogó válaszokat lehessen adni, szükség lenne egy jól megfogalmazott hatáskörrel és eszközökkel rendelkező intézmény létrehozására.

Hosszú az út míg egy bizonyos szempontok által lehatárolt térség, erős gazdasági és társadalmi azonosság tudattal rendelkező népességű, valós döntési és hatalmi kompetenciájú új entitássá, régióvá fejlődik (a történelmi Magyarországon ilyen volt pl.: Erdély, az Alföld a Délvidék.) A „Balaton térsége” elindult azon az úton, mely során új területi entitássá, régióvá tud fejlődni (Nemes Nagy, 2003). A Balaton régió esetében számos olyan jel tapasztalható mind a társadalmi, mind a gazdasági folyamatokat illetően, amelyek a régióvá válás folyamatát jelzik. Amíg ez nem valósul meg, arra kell törekedni, hogy a Balaton közvetlenül is és a három régió-megyén keresztül is, azokkal együttműködve jelenjen meg a fejlesztési forrásokért folytatott küzdelem során. (*Balaton régió stratégiai fejlesztési programja*, 2001).

A régió feladatait ellátó szervezeti rendszernek hatalmas felelőssége, hogy mind az uniós mind pedig a hazai fejlesztési forrásokat, a tervezési statisztikai régiókkal együttműködve a régió abszorpciók képességét növelve, hatékonyan tudja hívni és felhasználni (Oláh, 2002; Varga, 2000).

Nincs még egy olyan tó, mint a Balaton, de nem elég az adottságok megléte, ha azokat nem a kellő módon használjuk. A Balatonnak pontosan az unikum jellegét kellene kihasználni, nem a déli tengerekkel kell versenyeznie, hiszen hatalmas az eltérés az attrakciók tekintetét illetően. Azt kell kihasználnunk, ami rendelkezésre áll.

A lágy, selymes, gyorsan felmelegedő édesvizet, a lassan mélyülő homokos déli partot, a téli sportokra alkalmas jeget. A környékén található öt történelmi borvidéket, Veszprém megye erdős dombjait, a környékén élő emberek kulturális és gasztronómiai hagyományait, vendégszeretetét. A vízparti turizmus alternatívájaként az évszázados fürdőkulturát, a hévíz és gyógyvízforrásokat. A Kis Balaton öko- és ismeretterjesztő turisztikai adottságait, a balatoni táj szépségét. Ezek mind olyan tulajdonságok, amelyek egész Európában egyedivé és értékessé teszik a Balatont. Ha az adottságok ezen széles körét kihasználva fejlesztenénk a Balaton idegenforgalmát, jelentősen tudnánk növelni az ország bevételeit, bővíteni a nemzetgazdaság fogyasztói piacát, javítani lehetne a foglalkoztatási mutatókat, az átlagos életszínvonalat. A Balatonhoz köthető fejlesztések nem csak az itt élők életére lennének pozitív hatással, de eredményeit az egész országban érezni lehetne.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### Felhasznált irodalom

- A Balatoni Üdülőkörzet Hosszú Távú Fejlesztési Programja (1984): Budapest.
- Aubert A. (2001): A turizmus stratégiai kapcsolata Magyarországon. In: Turizmus Bulletin IV. évf. 3. sz. pp. 44–49
- Bakucz M. (2002): A turizmus regionális és stratégiai összefüggései. Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kara, Regionális Politika és Gazdaságtan Doktori Iskola ÉVKÖNYV, Pécs.
- Balatoni Integrációs Kht. (2001): Balaton régió stratégiai fejlesztési programja 2002–2006 Balaton Fejlesztési Tanács
- Balla T. (1974): Magánosok nyaralóépítkezései. In: Tóth K. ed.: *Balaton monográfia*. Panoráma, Budapest. pp. 310–321
- Belák S. (1974): A Balaton térségének gazdaságföldrajza. In: Tóth K. ed.: *Balaton monográfia Panoráma*, Budapest. pp. 122–136
- Bertha B. (1984): *Balaton Évtizedek*. Szépirodalmi könyvkiadó, Budapest. 245 p.
- Bibó I. (1986): *Válogatott tanulmányok III*. Magvető, Budapest. 199. p.
- Bősze S. (2001): A dél-balatoni fürdőegyesületek történetéből (1890–1944), In: *Somogy megye múltjából, levéltári évkönyvek (1970–2001)* pp. 211–252.
- Breinich M. (1974): Hajózási létesítmények. In: Tóth K. ed.: *Balaton monográfia*. Panoráma, Budapest
- Cholnoky J. (1944): Tihanyi Nemzeti Park. Dunántúli Tudományos Intézet kiadványa, Pécs, pp. 1–4
- Enyedi Gy. (1996): *Regionális folyamatok Magyarországon*. Hilschler Rezső Szociálpolitikai Egyesület, Budapest.
- Eötvös K. (1900): *Utazás a Balaton körül I*. Kötet Magvető, Budapest. 387 p.
- Eötvös K. (1900): *Utazás a Balaton körül II*. Kötet Magvető, Budapest. 346 p.
- Erdeős L., Tökés Gy. (1974): Középipítkezések In: Tóth K. ed.: *Balaton monográfia*. Panoráma, Budapest. pp. 289–310.
- Éri I. (1981): Az északi part, In.: *Tavunk a Balaton*, szerk.: Illés I. Natura Kiadó, Budapest pp. 139–146.

- F, Breuss (1998): Az Európai Unió keleti bővítésének költségei és hozamai. *Statisztikai Szemle*, 9. szám. pp. 709–726
- Forgács T. (1983): *Kereskedelem és szolgáltatás*. Kossuth könyvkiadó, Budapest. 88. p.
- Gergelyé Dr. Benke R. (1981): *Belső turizmusunk*. Kossuth, Budapest. 97 p.
- Gertig B. (1985): A Balaton üdülőkörzet idegenforgalmának néhány gazdaságföldrajzi jellemzője. In: Gertig B., Lehmann A. eds: *A Balaton és az idegenforgalom*. Pécs, pp. pp 47–103
- Hencz A. (1973): *Területrendezési törekvések Magyarországon*. Közgazdasági és jogi kiadó, Budapest. pp. 343–344
- Horváth Gy. (2000) Decenralizáció és a régiók – Kelet-Közép-Európai nézőpontból. In: Horváth Gy., Rechnitzer J. *Magyarország területi szerkezete az ezredfordulón*. MTA RKK, Pécs.
- Illés I. (1983): Környezetvédelem a Balaton középtávú terveiben (1970–1985) In: *Idegenforgalom – Környezetvédelem – Balaton*, VAEB kiadvány, Veszprém. pp. 1–201
- Jankó J. (1902): Nagy Balaton néprajz, Kilián, Budapest. VIII, 428 p.,
- Kanyar J. (1978): A Dél-Balaton-i fürdő kultúra kialakulásának történeti korszaka Somogy megye múltjából. Levéltári évkönyv, Kaposvár.
- Kanyar J. (1981): Somogyországi emlékek, In.: *Tavunk a Balaton*. szerk.: Illés I. Natura Kiadó, Budapest pp. 63–75.
- Kerecsényi E. (1963): Adatok a Tanácsköztársaság nagykanizsai történetéhez. In: *Legújabbkori Történeti Múzeum évkönyve*, 3–4. köt. Budapest, pp. 75–114.
- Kerkápoly E. (1974): A Balaton vidék gazdasági adottságai. In: Tóth K. ed.: *Balaton monográfia*. Panoráma, Budapest. pp. 122–161
- Kisléhi Nagy I. (1974): A fejlesztések elvi kérdései. In: Tóth K. ed.: *Balaton monográfia* Panoráma, Budapest. pp. 494–503
- Kósa L. (1999): *Fürdőélet a Monarchiában*. Holnap Kiadó Kft, Budapest.
- Kotsis L. (1981): Az új regionális rendezési terv In.: *Tavunk a Balaton* szerk.: Illés I. Natura Kiadó, Budapest pp. 313–344.
- Kovács L., Takács J. (1966): *Az idegenforgalom alakulása és fejlődése Magyarországon 1945–1965*. Országos Idegenforgalmi Hivatal, Panoráma, Budapest.
- Láng S. (1974): A Balaton természetföldrajzi képe In: Tóth K. ed.: *Balaton monográfia*. Panoráma, Budapest. pp. 13–30
- Laposa J. (1981): Mi lett a Balaton Környezetével ? In.: *Tavunk a Balaton*, szerk.: Illés I. Natura Kiadó, Budapest pp. 46–53.
- Lázár J. (2003): A balatoni Szövetség 10 éve és jövője. *Comitatus Önkormányzati Szemle* 7–8. szám pp. 90–93
- Lengyel M. (1999): Magyarország csatlakozása az Európai Unióhoz. Turizmus Stratégia KIT Képzőművészeti kiadó és nyomda Budapest. pp 73–97
- Lukács K. (1943): Tihanyi nemzeti park? *Magyar Szemle* 45. köt. pp.191–198
- Mármaros M. (1998): „Magánosítják” a Balatont. In: *Falu Város Régió* 8. szám pp. 399.
- Mártha A. (2000). Gondolatok a balatoni szezon meghosszabbításának lehetőségeiről. *Comitatus Önkormányzati Szemle*. 7–8. szám.
- Miklóssy E. (1998): A Balaton fejlődéséről, A kultúrtáj karaktere. In: *Falu Város Régió* 2. szám pp. 3–8
- Nemes Nagy J. (2003): Gazdasági-társadalmi súlypontok és mozgásuk az ezredvégi Magyarországon. In: *Területi Statisztika* 1, pp: 3–14.

- Nemes Nagy J. (kutatásvezető) (2003): A Balaton régió gazdasági fejlettsége a GDP térségi becslése tükrében, (Kutatási jelentés) R-DATA Bt ELTE Regionális Földrajzi Tanszék, MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport Budapest, 2003. június
- Nemes Nagy J. (2003): Regionális folyamatok régiók, In: *Magyarország társadalmi-gazdasági földrajza* (szerk. Perczel György) ELTE Eötvös Kiadó, Budapest pp.565–571.
- Oláh M. (2002): Az érintettek többségén nem múlik Vélemények és Javaslatok a Balaton régió területi kérdéseiről. *Comitatus Önkormányzati Szemle* 7–8 szám
- Pál J. (1968): *Nagykanizsa és környéke a forradalmak viharában, 1918–1919*. Nagykanizsa.
- Pálos I (1974): A Balatoni üdülés és idegenforgalom In: Tóth K. ed.: *Balaton monográfia*. Panoráma, Budapest. pp. 430–472
- Pálos I. (1974): Népeség, településhálózat. Ipar, kereskedelem és mezőgazdaság. In: Tóth K. ed.: *Balaton monográfia*. Panoráma, Budapest. pp.122–161
- Próbált Á. (1995): A Balatoni turizmus statisztikai vizsgálata , In: Lengyel M, *A balatoni turizmus fejlesztési koncepciója*, KIT képzőművészeti kiadó, Budapest pp. 124–134
- Puczkó, L., Rátz T. (1998): *A turizmus hatásai*. Aula, Budapest 489 p.
- Retz T. (2003): Vendégforgalom a Balatoni Kiemelt Üdülőkörzetben 2002. *Comitatus Önkormányzati Szemle* 7–8.szám 42–59
- Sági L., Zákonyi F. (1989): *Balaton idegenforgalom*. Panoráma, Budapest. 149 p.
- Simon Károly (2002): Volt, van, lesz – A Balaton régió Kialakulásának folyamata *Comitatus Önkormányzati Szemle*, 12. évf 7–8.szám pp. 86–92
- Szappanos Géza (1974): A Balaton fejlesztés a tények tükrében In: Tóth K. ed.: *Balaton Monográfia*, Panoráma, Budapest. pp.514–525
- Szegedy Miklós (1913): Balaton vármegye. *Budapesti Hírlap* november 23. (277. szám.) pp. 43.
- Szilassy Lajos (1933): Balatoni nemzeti park. *Balaton Kurír*. szept.20.
- Szilassy Lajos: (1935): A Balaton Vármegyéről. *Balaton Kurír* október 9.
- Tóth L, Sági E.M. (1940): *Balaton könyv és Balaton címár*, BIB kiadvány Budapest, pp 1–256
- Varga L. (2000): Ne legyen a megye a régió mostohagyereke. *Comitatus Önkormányzati Szemle* 7–8. sz. pp. 75–88
- Várhidy L.(1931): Balaton vármegye. *Városok Lapja*. 130. 1.
- Venczel T.– Szabó K. (2003): Magyar tengerre *Heti Világgazdaság*. 2003. 25. évfolyam 26. szám
- Virág Á. (1997): *A Balaton múltja és jelene*. Egri Nyomda Kft. Eger. 286 p.
- Zách A. (1974): A Balaton időjárása és éghajlata. In Tóth K. ed. *Balaton Monográfia*, Budapest. pp. 80–95
- Zákonyi F. (1974): A balatoni üdülés, üdültetés az idegenforgalom története. In: Tóth K. ed. *Balaton Monográfia*, Panoráma, Budapest. pp. 482–493
- Zákonyi F. (2001): Balaton megye? *Comitatus Önkormányzati Szemle*, 7–8 szám. pp. 116–118
- Zimmermann, F. (1991): Contrastingtouristseasons and contrastingregions. In Williams, A.M. – Shaw, G. (eds.): *Tourism and EconomicDevelopment*. London, Belhaven Press. pp. 153–172.



## Nyereséges vállalati működés vs társadalmi felelősségvállalás

Csonka Arnold,\* Szabó-Szentgróti Eszter,\* Kőműves Zsolt,\* Szabó-Szentgróti Gábor,\* Borbély Csaba\*

**Abstract Profit-orientation vs Corporate Social Responsibility.** Profit-orientation is the fundamental principle of business corporations. Competitiveness, efficiency, revenue-generating ability and similar factors are essential for a successful company. However, there are many examples in economic history when a company took active role in solving problems that went beyond profit aims. The goal of this paper is to investigate the theoretical backgrounds of CSR activity and clarify why we regard profit-oriented companies responsible for social issues, in spite of the fact that the correct definition of CSR is subject of debate and several experts think that the term has become ‘hackneyed.’ In the study we analyse and evaluate the most important recent publications concerning the relationship between profit-orientation and CSR.

**Keywords** CSR • profit-orientation • company • volunteering • resources

### Bevezetés

A profitorientált vállalati működés a vállalati lét alapjaként fogható fel. Versenyképesség, hatékonyság, jövedelemtermelő képesség és még sorolhatnánk azokat a jelzőket, amelyet elvárunk egy sikeres vállalattól. Visszatekintve a történelemben számos olyan példával találkozhatunk, amikor egy vállalat vezetése a szigorúan vett profitérdekeken átlépve olyan problémák megoldásában vállalt aktív szerepet, amelyek nem voltak jellemzők korábban. A CSR-rel kapcsolatban számos kérdés van, amely megosztja a szakembereket, ezek közül a három legfontosabbat emelnénk ki:

- Összeegyeztethető e nyereséges vállalati működés a társadalmi felelősségvállalás?
- A fogyasztók nem hisznek sem a vállalatvezetőknek, sem a vállalatoknak, a CSR megnyilvánulásai jelentős részét nem tartják sem őszintének, sem lényegi megoldásnak a társadalmi, környezeti problémákra,
- A társadalmi felelősségvállalás nehezen vagy egyáltalán nem mérhető kategória, mert a benne megvalósult elemek sok esetben szubjektívek, vagy gondot jelent a számszerűsíthetőségük.

---

\* Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar  
E-mail: borbely.csaba@ke.hu

Ebben a publikációban a vállalati nyereséges működés és társadalmi felelősségvállalás kérdéskörében megjelent legfontosabb publikációkat elemezzük, kiegészítve a saját véleményünkkel.

### **Milyen mértékű önzetlenséget várhatunk el a vállalatoktól a társadalmi felelősségvállalásban?**

Kottler & Lee (2007) meghatározása szerint „*a vállalati társadalmi felelősségvállalás azt az elkötelezettséget jelenti, amely során a vállalat a közösség jólétének érdekében folytat önkéntesen, szabadon választott gyakorlatot, amit erőforrásaival támogat*” (p. 11). Ez a definíció – helyesen – rögzíti, hogy valódi társadalmi felelősségvállalásnak csak a vállalatok által önkéntesen választott, saját döntésből fakadó aktivitás minősíthető. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a társadalmi felelősségvállalás motivációja nem fakadhat a vállalatok önértékéből. Azok a CSR definíciók, amelyek kizárólag a vállalatok társadalmi célok érdekében történő, egyoldalú „áldozatvállalását” hangsúlyozzák, meglehetősen elrugaszkodottak a valóságtól. Egyetlen vállalkozástól sem várható el, hogy bármely tevékenységét tökéletesen non-profit módon, nyereségmaximalizálási és vagyongyarapodási céljait teljes mértékben sutba dobva végezze. Ha az ilyen irányú elvárások reálisak lennének, a verseny-, illetve a civil szféra közötti határok teljesen elmosódnának. A jelenlegi társadalmi folyamatok természetesen nem ebbe az irányba mutatnak, sőt: a tapasztalat azt mutatja, hogy a non-profitként definiált civil szervezetek jelentős része is jellemzően akkor képes és hajlandó a társadalmi célok érdekében tevékenységeket felvállalni, ha ebből belső érintettjeinek jövedelme származik.

A vállalati tevékenység rövid távú jövedelme a profit, amelyhez kapcsolódó hosszú távú célfüggvény a vállalati és a tulajdonosi vagyon gyarapodása. Minden vállalati tevékenység fenntarthatósága azon múlik, hogy mennyire összeegyeztethető e célokkal. Ennek az álláspontnak egyik szélsőségesen markáns változatát Jensen (2001) munkájában találhatjuk. Véleménye szerint a társadalmi jólét és az életszínvonal növelését egyértelműen rontja, ha a vállalat döntéseinek célfüggvényei közé beillesztjük az érintettek értéknövelését. Ebből adódóan szerinte össztársadalmi érdek, hogy a vállalati döntések egyetlen célfüggvénye a vállalati (s egyben a tulajdonosi) érték maximalizálása legyen. E gondolatmenet teljes mértékben „kiüzi” az egyes érintett csoportok céljainak kiszolgáltatását a vállalatok döntési kritériumai közül.

A vállalati versenyképességgel, növekedéssel foglalkozó „menedzsmentguruk” közül többen is kritizálják Jensen felfogását. Mintzberg és munkatársai (Mintzberg, et al., 2002) hangsúlyozzák, hogy a tulajdonosi érték egyoldalú maximalizálása áthidalhatatlan, romboló ékeket ver a társadalom tagjai közé. A kizárólag önzésre épített gazdaság ebből fakadóan elkerülhetetlenül halad az összeomlás felé. Ezt a tragikus kimenetelű sodródást véleményük szerint csak az együttműködési hajlandósággal, valamint a fenntartható társadalom és természeti környezet iránti elkötelezettséggel lehet megállítani. Ez azonban nem jelenti az önérték teljes mértékű feladását. Mintzberg és munkatársai üzenetének központjában a köz- és önérték közötti kompromisszum megtalálása áll. Egy kissé más módon, de szintén az elköteleződés és kompromisszumkésztség jelentőségét hangsúlyozza Bruggmann & Prahald (2007) is. Az ő felfogásukban a társadalmi és vállalati érdekek integrációja a vállalatok és a civil szervezetek közös „vállalkozásain” keresztül valósulhat meg. Ebben az együttműködésben a vállalat és a civil szervezet nem egymás ellen-

ségeként, sokkal inkább komplementerként tekintenek egymásra. A közös CSR projektekben nem csak párhuzamos tevékenységek folytatásával vesznek részt, hanem kölcsönös és aktív tudásmegosztási-tanulási folyamatok révén fejlesztik képességeiket. A közös tevékenység során mind a két félnek fel kell adnia valamennyit szuverenitásából, hogy ez által a másik fél szempontjai akár fékként, akár pozitív megerősítésként érvényesülhessenek a közös projektben. Mind Brugmann & Prahalad, mind Minzberg et al. munkájában egyértelműen megjelenik az opportunista és altruista magatartásformák – eltérő módokon történő – ötvözése a társadalmi értelemben felelős é fenntartható üzleti folyamatok kialakításában.

Ez az álláspontot erősíti egy, az olaszországi kis- és középvállalatok körében készült felmérés is (Coppa & Sriramesh, 2011). A vállalati döntéshozók a CSR tevékenység legfontosabb ösztönzőinek az alábbiakat ítélték: hosszú távú fenntarthatóság (4,16), alkalmazottak elégedettségének növelése (4,15), reputáció növelése (4,00), a társadalmi jólét növelése (4,00), profit növelése (3,76). Zárójelben az ötfokozatú Likert-skálás értékelés során kialakult átlagok szerepelnek. Látható, hogy a döntéshozókat önérdékből fakadó és altruista szempontok egyaránt készítetik CSR tevékenység folytatására. Ha jobban megnézzük a fenti listát, láthatjuk, hogy az öt meghatározó szempont közül egy tisztán altruista (társadalmi jólét növelése), kettő pedig tisztán önérdékből fakadó (reputáció növelése, profit növelése). A két legnagyobb átlagú szempontot (hosszú távú fenntarthatóság, alkalmazottak elégedettségének növelése) azonban nem nevezhetjük tisztán altruistának vagy önérdékvezéreltnek. E két motivációs tényezőben a versenyképességi és a társadalmi érdek integráltnak van jelen. Szintén érdemes megjegyezni, hogy a lista élén álló szempontok egyértelműen hosszútávon hajtanak hasznot a vállalkozásnak. Ez egyben azt is jelenti, hogy a vizsgált vállalkozások döntéshozói – egy fajta befektetésként – valóban hajlandóak rövidtávon áldozatot vállalni társadalmi célok érdekében, ha belátható annak hosszútávon realizálható pozitív hatása a vállalkozás versenyképességére.

A fentiek alapján, a CSR tevékenység önzetlenségének, non-profit jellegének kizárólagos hangsúlyozása meglehetősen képmutatónak és őszintétlennek hat. Mind a tudományos munkákban, mind a vállalati CSR kommunikációban szükséges annak beismerése, hogy a társadalmi felelősségvállalás kisebb-nagyobb mértékben egyéni vállalati érdekeket is szolgál. A CSR kommunikáció őszinteségére hívja fel figyelmet Kim és Lee (2012). Kvantitatív kutatásukban azt vizsgálták, hogy az ún. „stigmatizált” iparágakban (gyorséttermek, valamint dohány- és sörgyártás) miként befolyásolja a fogyasztók véleményét a CSR tevékenység hátterében meghúzódó motivációk észlelése. Eredményeik szerint a fogyasztókban élő vállalatképre sokkal pozitívabban hat az egyéni érdekek őszinte felvállalása, mint a közérdekre való hivatkozás a CSR kommunikációban. Ezzel a megállapítással összhangban van Pouliopoulos et al. (2012) görögországi felmérése a menedzserek vélekedéséről a társadalmi felelősségvállalásával kapcsolatban. Ötfokozatú Likert-skálás értékelés alapján a görög vállalkozások menedzserei az alábbi állításokkal értettek leginkább egyet:

- A CSR gyakorlatok megvalósítása versenyelőnyt eredményez (4,72)
- A civil szféra szívesebben működik együtt társadalmilag felelős vállalatokkal (4,64)
- A vállalatnak kommunikálnia kell a CSR tevékenységét (4,52)
- Egy teljeskörű CSR program megvalósítása növeli a vállalat jó hírnevét (4,33)

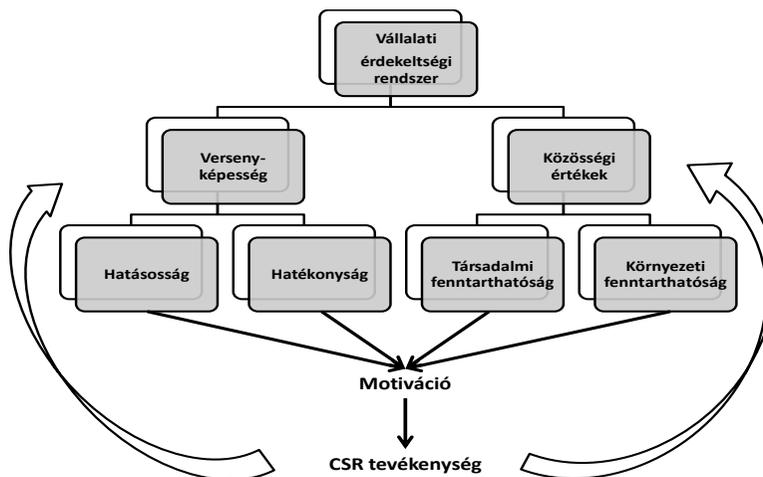
Kotler & Lee (2007), a Business Social Responsibility nevű szervezetre hivatkozva részletesen is közli mindazon előnyös változásokat, amelyeket a CSR aktivitás a vállalati versenyképességre gyakorolhat (p.19):

- „Az értékesítési és piaci részesedés növekedése
- A márkapozicionálás erősödése
- A vállalati imázs javulása
- A dolgozókra gyakorolt vonzó hatás növekedése, a motiváltság és hűség fel erősödése
- A működési költségek csökkenése
- A vállalat vonzerejének növekedése a befektetők szemében és a pénzügyi piacokon”.

A szerzők a fenti felsorolást gyakorlati példákkal, esettanulmányokkal is alátámasztják. A vállalati önérdék és a közösségi érdek összhangjának kiváló példáját szolgáltatja Durmaz et al. (2011) a TEI légitökelekedési vállalat példáján. Elemzésük szerint 2008-as válságra reagálva a cég számos CSR projektet hajtott végre. E projektek során motivációt jelentő tényezők az alábbiak voltak: hosszú távú pénzügyi stratégia, ökológiai hatékonyság, versenyképesség növelése, imázs javítása. Nem tartozott a motiváló tényezők közé az érintettek részéről érkező nyomás, illetve a jogi szankciók megelőzése/késleltetése. A tanulmányban vizsgált nyolc CSR projekt mindegyikének volt gazdasági hatása, kettő eredményezett társadalmi hatást, hat projekt esetében azonosítható környezeti hatás. E projekteknek köszönhetően mind az energiafelhasználás, mind a károsanyag-kibocsátás területén számszerűsíthető és jelentős megtakarításokat ért el a vállalkozás.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a kvantitatív és kvalitatív kutatások alapján a CSR tevékenység a profitorientált vállalati szféra számára nem csak közösségi érdekeken közvetve, hanem versenyképességre gyakorolt hatása révén közvetlenül is hasznot termel (ld. 1. ábra). A CSR tevékenység tehát a vállalati értéklánc elsődleges, közvetlen értékteremtő funkciójának tekinthető.

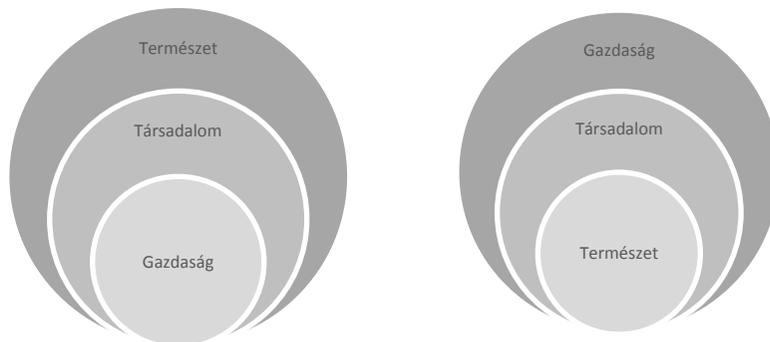
**1. ábra • A CSR tevékenység kapcsolata a vállalat önző és altruista érdekeivel**



## Társadalmi felelősség – egy másik megközelítés

Cikkünk alapvető célja, hogy bemutassa a CSR tevékenység elméleti háttérét, miért is nevezhetünk egy vállalatot társadalmilag felelősnek. Azonban paradox módon, eddigi elemzéseinknek részben ellentmondva nem kerülhetjük ki azt a kérdéskört, mely szerint a CSR tevékenység fogalmi megközelítése változóban van. Elmondható, hogy napjainkban a vállalati társadalmi felelősség vállalás fogalma elérte az „elcsépett” kategóriát. Nem vitatható, hogy sok neves hazai és nemzetközi szakember is ezen a véleményen van. Már korábban több közgazdász is foglalkozott a CSR jelenséggel, mint például Milton Friedman, vagy Polányi Károly. Polányi nézete, miszerint a természeti rendszernek van alárendelve a társadalmi majd a gazdasági alrendszer és nem fordítva, már előrevetíti az „új CSR felfogást” (2. ábra).

2. ábra • A CSR új megközelítése



Forrás: Polányi nyomán Kovács (2000)

Ha megvizsgáljuk például a hazai nagyvállalatokat CSR tevékenység szempontjából, akkor látható, hogy szinte mindenhol foglalkoznak valamilyen szinten CSR folyamatokkal. Azonban mennyire vállalhatja fel egy vállalat, hogy valóban tudatosan óvja természeti és társadalmi környezetét (továbbiakban: környezetét)? Mennyire teljesíti ezeket az elvárásokat társadalmi nyomásra vagy, marketing- esetleg önös célokból? Cikkünk írása közben gondolatébresztőnek Tóth Gergely írásait használtuk fel, hiszen e témában ő képviseli a „mainstream” álláspontot hazánkban.

A vállalati felelősség kérdései szignifikánsan már pár évtizeddel ezelőtt felmerültek. Ekkortól indultak újtára a kezdetleges CSR tevékenységek, melyek úgy tűnik megtorpantak egy szinten. A legtöbb vállalat nem meri, de inkább nem akarja felvállalni, hogy a profitcélokat részben hátrébe szorítva komolyan foglalkozzon a környezetével. Persze felmerül a kérdés, hogy egy vállalatnak hátrébe kell-e szorítani a nyereségre és növekedésre vonatkozó céljait. Hiszen a legtöbb vállalat ebből a célból alakul meg. Nos, ez a gondolat az egyik alapja jelen vitának. Azt viszont mindenképpen leszögezhetjük, hogy a Föld lakossága nincs olyan helyzetben, hogy hátrébe szorítsuk a sürgető környezeti és társadalmi problémákat. Nem célunk most részletezni ezen globális és lokális problémákat, de hangsúlyozni kell őket, hiszen ez a másik alapgondolata a vitának. Tehát egyik oldalon ismerjük a környezeti és társadalmi

problémákat, melyek megoldásra várnak, ugyanakkor a másik oldalon jelen vannak a vállalatok (itt leszögezhetjük, hogy a legtöbb környezeti probléma okozói ők lennének), melyek elsődlegesen a profit és növekedés érdekeltek, és meg kellene felelniük a társadalmi felelősség „nyomásának” is.

Alapvetően Tóth Gergely (2007) meglátásával tudunk egyet érteni, miszerint egy teljesen új megközelítésre van szükség ezen a területen. Konkrétan a vállalati tulajdonosok, részvényesek elvárásainak kellene kibővülnie más szempontokkal a nyereségesség mellett (helyett?). Ezek a változások alapjaiban változtatnák meg az eddigi vállalati gondolkodást, hiszen véleménye szerint a profit- és növekedés orientáltság és a vállalati felelősség nem egymásba átszámítható kategória. Ezen gondolatok alapján is és már több szakirodalomban is említett (pénzpiaci és állami szerepvállalás estében is) közgazdaságtani paradigmaváltás előtt állunk. Kérdés, hogy ez a szemléletváltás a vállalatok esetében mikor következik be. Nehéz lenne megjósolni, de az biztos, hogy még nem következett be, csupán az elején járunk a folyamatnak. A vállalatok gazdasági szerepe igen sokrétű, hiszen nagyrészt ők biztosítják a gazdasági növekedést, az emberek életszínvonalának növekedését. Tehát bizonyos szempontból hasznosságuk nem vitatható. A legfőbb kérdés az, hogy a tulajdonosok és a (tágabb értelemben) munkavállalók hajlandóak lesznek-e feláldozni ezt a „biztonságot” cserébe a társadalmi felelősségért? Hiszen ha a profitcélokat háttérbe szorítjuk, a társadalmi felelősség javára, vajon milyen következményekkel jár ez a sok munkavállalókra? Ha a növekedés megtorpan, mennyire növekedne meg például a munkanélküliség? Melyik jár nagyobb globális veszteséggel: ha a vállalati felelősséget helyezzük előtérbe a növekedéssel szemben, vagy ha a vállalatok tovább folytatják a környezetre káros folyamataikat? A válasz részben nehéz, de egyértelmű. Persze a tényleges vállalati felelősségvállalás a növekedés visszaesésének következményeire is kell, hogy találjon választ. De vajon a tényleges vállalati társadalmi felelősség kialakulása egyenlő lenne szükségszerűen a növekedés visszaesésével? Ha a válasz egyértelműen nem lenne, akkor nem elemeznénk a problémát. Minden este láthatjuk, hogy egy igen összetett és sokszor kényes kérdéseket feszegető témáról van szó. Azonban a VF (Valóban Felelős Vállalat) koncepció szerint a növekedés addig hasznos, míg a vállalat létfenntartása biztosított. Az ökonomizmus egyértelműen káros, azaz a profitmaximalizálás esztelen és mértéktelen hajszolása akkor is, ha „nincs rá szükség”. Hiába zárt egy évet magas profittal adott vállalat, ha a következő évi célkitűzés a további nyereség növelése.

Vegyük észre, hogy ha visszatekintünk a vállalatok kialakulásának kezdetéig (céhek), akkor ezen szervezetek még azzal a céllal jöttek létre, hogy a feleslegessé vált termékeket eladják azoknak, akinek szükségük van rá. Tehát kezdetben a termék és a fogyasztó állt a középpontban, továbbá a termelő, aki biztosította saját és családja megélhetését. Majd ez az évszázadok során eltorzult egy mindenáron nyereség- és növekedés orientált szervezeti forma felé. Pedig az embereknek többségének napjainkban is a biztonságos létfenntartás a célja XXI. századi igényekkel. A probléma az arányok eltolódásában van, sokan a létfenntartásért küzdenek, és nagyon kevesen élnek annyi pénzből, ami akár több országot is eltarthatna. Ezen gondolatokat még sokáig sorolhatnánk, de térjünk rá, hogy mit nevezünk Tóth Gergely szerint Valóban Felelős Vállalatnak?

1. „magát a rendszer részeként, nem „potyautasként”, tisztán saját haszonmaximalizáló egységként értelmezi,
2. felismeri, hogy a fenntarthatatlanság (a környezet pusztulása és a fokozódó társadalmi igazságtalanság) korunk legfontosabb kihívása,

3. elismeri, hogy a vállalatoknak és a kormányoknak gazdasági súlyukhoz mérten munkálkodniuk kell a megoldásokon,
4. őszintén felméri saját súlyát és hozzájárulását a problémákhoz (a legjobb, ha hozzájárulásának két-három fő területére koncentrálna),
5. tervszerűen, koncentráltan és fokozatosan lényegi lépéseket tesz a fenntarthatóbb viláágért.”

Gyakorlati megoldáshoz viszont az alábbi öt pontban lehet összefoglalni a lehetséges megoldási pontokat:

	<b>Hagyományos vállalat</b>	<b>Valóban Felelős Vállalat</b>
Szállítás	Cél az olcsó beszerzés és minél nagyobb piac.	Szállítási teher minimalizálható. Törekvés helyi beszerzésre, piacokra.
Igazságosság	Ennek elérése nem a cég feladata, hanem az államé, egyházaké, társadalmi szervezeteké. Cél a hatékonyság, olcsóbb termékek előállítása jobb minőségben.	Bár a fő cél nem az igazságosság növelése, a cég tevékenységével nem erősítheti az igazságtalanságot. Méltányos kereskedelem, munka-bérek, és - körülmények.
Ökonomizmus	A fogalom nem érthető. Gazdasági szereplőknek természetes célja a gazdaságosság.	Érthető a különbség a gazdaság és a gazdasági mánia között. A gazdaságosság fontos feltétel, de nem fő cél.
Méret	Cél a növekedés – mindenáron. A versenyképesség és a piaci erő ezzel arányosan nő, a méretgazdaságosság törvénye szerint a növekedéssel csökkennek a relatív költségek.	Cél az optimális méret. A túlnövekedés éppen olyan veszélyes, mint ha csenevészek vagyunk. Hosszútávon állandó, s nem növekvő jövedelem kell.
Termék	Azt állítjuk elő, amire fizetőképes kereslet van. Minden megengedett, amit a törvények nem tiltanak. A termékeink iránti kereslet (igények) aktív növelése kötelező.	Olyan terméket, tevékenységet keresünk, aminek igazán helye van egy fenntartható világban. Nem minden jó, amit szabad. Valódi szükségleteket elégítünk ki, s nem keltünk igényeket. Ott viszont vállaljuk a versenyt.

Tóth (2007) alapján

A vállalatok tényleges felelősség vállalása mellett hangsúlyt kell fektetni az állami intézkedésekre és érdekekre is. Terjedelmi korlátok miatt az állam társadalmi felelősségvállalásának szerepét nem részletezzük, de fontos megjegyezni, hogy a vállalatok társadalmi felelősségvállalása akkor lehet igazán hatékony és közhelyektől mentes, ha az állam is támogatja, illetve kiegészíti ezt az új megközelítésű CSR tevékenység rendszert törvényekkel, szabályokkal (de nem túlszabályozottan) és ösztönzőkkel. Ugyanakkor a legfontosabb, hogy helyes irányú lobbitevékenységet folytasson.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### Felhasznált irodalom

- Brugmann, J. & Prahalad, C., 2007. Cocreating Business's New Social Compact. *Harvard Business Review*, 85(2), pp. 80-90.
- Coppa, M. & Sriramesh, K., 2011. Corporate social responsibility among SMEs in Italy. *Public Relations Review*, 39. kötet, pp. 30-39.
- Durmaz, V., Ates, S. & Duman, G., 2011. CSR As A Tool To Cope With Economic Crises: The Case Of TEL. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 24. kötet, pp. 1418-1426.
- Jensen, M., 2001. Value Maximisation, Stakeholder Theory, and the Corporate Objective Function. *European Financial Management* Vol. 7.(No 3. ), pp. 297-317.
- Kim, S. & Lee, Y.-J., 2012. The complex attribution process of CSR motives. *Public Relations Review*, 38. kötet, pp. 168-170.
- Kotler, P. & Lee, N., 2007. *Vállalatok társadalmi felelősségvállalása*. Budapest: HVG Kiadó Zrt.
- Kovács Eszter 2000. A szervezetelméletek formálódása a társadalmi és az ökológiai értékek beépülése során In: Kovász, Corvinus Egyetem, IV. évfolyam, 1–4. szám 2000. 53–88. p
- Mintzberg, H., Simons, R. & Basu, K., 2002. *Beyond Selfishness*. MIT Sloan Management Review, 44(1), pp. 67-74.
- Pouliopoulos, L., Geitona, M., Poulipoulos, T. & Triantafyllidou, A., 2012. Managers' Perceptions and Opinions towards Corporate Social Responsibility (CSR) in Greece. *Procedia Economics and Finance* 1. kötet, pp. 311–320.
- Tóth Gergely (2007): *Valóban felelős vállalat*. Környezettudatos Vállalatirányítási Egyesület (KÖVET), Keszthely

# **FOLYAMATHÁLÓZAT-MÉRNÖKI PERSPEKTÍVA**



## Koncepció a Balaton déli vízgyűjtő területének fenntartható fejlesztését segítő számítógéppel támogatott folyamatmérnöki elemzéshez

Varga Mónika,\* Balogh Sándor,\* Csukás Béla \*

**Abstract** Foundations of computer assisted process engineering analysis for sustainable development of South catchment basin at Lake Balaton. Literature survey starts from the concept of Computational Sustainability that is moving from computer assisted study on isolated ecological problems toward supporting the solution of large scale, long term problems of mankind. Approaching to the actual objectives, it is shown that computer simulation based water assessment of catchment basins has been solved with many sophisticated tools for several decades. However, these formerly developed tools are not prepared fully for the process model based evaluation and automatic development of the human-built possible scenarios. Zooming in our specific aims, it is illustrated that motivated first by the decreasing of eutrophication, next by the optional water supply, many detailed and thorough investigations have been carried out for Lake Balaton and its catchment basin. Regardless of the many recent project activities there is still an obvious gap between natural science & engineering results and the solution of social conflicts. Suggested foundations of our planned engineering analysis are based on our ‘Direct Computer Mapping’ simulation methodology, combined with our Multi-objective Genetic Algorithm for problem solving. The main principles are as following: (i) The coherence of the model is given by the discretized dynamic network of water flows and storages; (ii) The completeness is provided by the complete and disjunctive covering of the whole area by modeled patches characteristic of the typical parts of natural and human built environment, associated with typical partial interests; (ii) The complexity of the large scale and long term process will be managed by generating and evaluating detailed models only for one representative patch form each class, while the calculation and assessment of the similar patches is solved by simple multiplication rules; (iv) Automatic and impersonal development of scenarios is realized by a multi-objective evaluation feedback, supporting the computational analysis of the consensus and conflict between the interest.

**Keywords** sustainability • modelling catchment systems • environmental effects of human activity • Lake Balaton • integrated decision support systems • direct computer mapping • evaluation feedback

---

\* Intézmény: Kaposvári Egyetem, Balaton Kutató Intézet  
E-mail: varga.monika@ke.hu

## 1. Bevezetés

A globális tudományos és mérnöki tevékenység több mint fél évszázada készül a hosszabb időhorizonton szükséges tervezés és szabályozás feladatainak megoldására. A legutóbbi időszakban számos új ismerettel gazdagodott ez a felkészülés. Ugyanakkor a jóval rövidebb időhorizonton gondolkodó gazdasági és politikai folyamatok gyakran nem teszik lehetővé az elképzelések gyakorlati kipróbálását. Ebben a helyzetben kitörési pontot jelenthet az, ha kisebb konkrét fejlesztési feladatok megoldásánál próbáljuk ki a komplex folyamatok vizsgálatára kifejlesztett módszereket.

Jelen esetben „Az emberi tevékenység környezeti hatása valamint az ezekkel összefüggő társadalmi konfliktusok komplex vizsgálata egy sekélyvizű tóhoz tartozó érzékeny földrajzi terület (a Balaton vízteste és déli vízgyűjtője) példáján” című projekt kidolgozása kapcsán, a címmel összhangban, a Balaton és vízgyűjtője területén nyílik lehetőségünk egy ilyen komplex elemzés kipróbálására.

Folyamatmérnöki szempontból a munka érdekessége és egyben legnagyobb kihívása a természetes, az ember alkotta mesterséges és a társadalmi folyamatok modell bázisú komplex kezelése. Az elmúlt időszakban végzett irodalomkutatás alapján megállapítottuk, hogy számos részterületen, nagy mennyiségű információ áll rendelkezésre mind a természettudományok (a vízmennyiséget és vízminőséget jellemző adatok, idősorok a többkompartmentes Balaton modellre és a vízgyűjtő területre, stb.), mind a társadalomtudományok (társadalmi hatásvizsgálatok) területén. Nem áll azonban rendelkezésre egy ezek rendszerezett formában való további gyűjtését, valamint átfogó és együttes hasznosítását támogató modellezési és szimulációs keretrendszer. Ebből kiindulva a munka kezdeti szakaszában célunk egy olyan modellezési koncepció kialakítása volt, mely

- a természetes folyamatok dinamikus szimulációs modelljén alapul,
- erre épülve tartalmazza és veszi figyelembe a vizsgálatba vont ember alkotta folyamatok dinamikus szimulációs modelljét,
- ehhez rendeli a különböző célokat és érdekeket képviselő társadalmi csoportokat, és
- a szimulátorhoz kapcsolt genetikusan algoritmussal együttműködve képes szuboptimális megoldásokat keresni, a társadalmi csoportok (sok esetben a részleges vagy teljes érdekellentéteket hordozó) konszenzusának elősegítésére.

Folyamatinformatikai szempontból a kialakítandó modell nagy kiterjedésű, komplex, dinamikus folyamathálózatokból épül fel, a vizsgálandó folyamatok térben és időben többskálásak (multiscale jellegűek), és multidiszciplináris jellegűek.

## 2. A szakirodalom összefoglaló áttekintése

### 2.1 A fenntartható fejlődés számítógépes segítése

A fenntartható fejlődés egyik korai, leginkább figyelemfelhívó és széles körhöz eljutó írása a Brundtland bizottság által megfogalmazott *Közös jövőnk* című tanulmány volt (1987).

Tekintve, hogy az akkori problémafelvetés ma is egyre inkább aktuális, az IT eszközök gyors fejlődése életre hívta a „computational sustainability” fogalmát, mely a természeti és társadalmi folyamatok tervezését és irányítását számítógépes eszközökkel és módszerekkel hivatott támogatni.

A szakirodalmat áttekintve a specifikus, kisebb problémák megoldása mellett (Halim és Srinivasan, 2011) a folyamatok modellezésével foglalkozó közösségek feladata új, a területen hasznosítható módszerek kialakítása (Azevedo et al., 2009). Az új módszerek iránti jelentős igény figyelhető meg továbbá a rendszerbiológia és az anyagtudomány, valamint a fenntartható gazdaságtan mérnöki szemléletű tervezése és irányítása területén, például az élelmiszer és az energia szektorban (Kowalski et al., 2009).

A konkrét részfeladatok megoldására szolgáló eszközök és módszerek fejlesztésén túl a komplex, hosszú időhorizontú folyamatok fenntartható kezelése is új megoldásokat igényel (Todorov és Marinova, 2010).

Általánosságban elmondható, hogy a témakörben fellelhető publikációk többnyire ökológiai részproblémák megoldását célozzák meg, meglévő informatikai módszerek alkalmazásával. Újabban megfigyelhető azonban egyfajta komplex dinamikus modellezési szemlélet előtérbe kerülése.

Ezt figyelembe véve kutatásainkban tudatosan törekszünk egy olyan elméleti keret és metodológia kialakítására, amely lehetővé teszi multidiszciplináris, mérnöki szemléletű döntéstámogató rendszerek kialakítását (pl. Csukás et al. 2011; Varga és Csukás, 2011; Balogh és Csukás, 2011)

## **2.2 Vízyűjtő rendszerek és sekély vizű tavak számítógépi modellezése**

A szakirodalom áttekintése és webes böngészés eredményeként megállapíthatjuk, hogy számos „kész” eszköz érhető el a sekély vizű tavak és vízyűjtőjük hidrológiai modellezésére. A következőkben ezeket az eszközöket mutatjuk be vázlatosan, főként azok előnyeire és hátrányaira összpontosítva.

A GISHydro (<http://www.gishydro.umd.edu/>) a University of Maryland kutatói által kialakított szoftver, mely vízyűjtő területek hidrológiai modellezésére alkalmas. A GIS alapú rendszer a modellezéshez a terület, földhasználat, talaj, stb. adatokat használja fel. A programrendszer jelenlegi verziója az ArcView3.x illetve annak GIS platformjára épül. A honlap információ szerint az ArcGIS9.x-re való fejlesztés folyamatban van. A rendszer illetve annak webes verziója regisztráció után ingyenes, azonban adaptálása viszonylag nehézkes. Egyértelmű hátránya, hogy a kissé elavult ArcGIS-el való kompatibilitás alapján úgy tűnik, hogy a fejlesztés egy-két éve lelassulni (megszűnni) látszik.

Ezzel ellentétben a Soil and Water Assessment Tool (SWAT, <http://swat.tamu.edu/education/>) az ArcGIS térinformatikai programcsomaghoz készült, ma is aktívan fejlesztett modellező keretrendszer, mely az időjárás, talajtípus, földhasználat és menedzsment, illetve különféle szennyezők hatásait figyelembe véve, térinformatikai bázison nyújt lehetőséget különféle scenáriók vizsgálatára. Korábbi munkák folyamán már alkalmazták a SWAT és ArcGIS korábbi verzióját a Balaton és vízyűjtőjének vizsgálatára (<http://www.grid.unep.ch/activities/sustainable/balaton/index.php>). A kiegészítő modellező keretrendszer teljes egészében nyílt forráskódú. A rendszer fejlesztése a mai napig aktív.

Az Automated Geospatial Watershed Assessment Tool (AGWA) egy az USDA által fejlesztett, szintén GIS alapú döntéstámogató eszköz, mely az előbb említett SWAT, valamint a KINEROS2 (lefolyási és eróziós) modellek adatigényét hivatott redukálni, különféle geográfiai adatokból való becslések révén. Az eszköz nyílt forráskódú, szabadon felhasználható.

Az USA Environmental Protection Agency honlapján (<http://www.epa.gov/ceampubl/swater/index.html>) a szervezet (és együttműködők) által fejlesztett, a

felszíni vizek modellezésére alkalmas szoftverek és adatbázisok egy teljes listája látható.

Magyarországon egy K+F projekt (2009–2011) keretében fejlesztették ki a WateRisk szoftvert, mely egy integrált hidrológiai modellre építve, különféle éghajlati, vízkormányzási, vízigény scenáriókat figyelembe véve támogatja a döntéshozatalat ([http://www.vkkt.bme.hu/feltoltesek/2012/10/waterisk\\_2012.pdf](http://www.vkkt.bme.hu/feltoltesek/2012/10/waterisk_2012.pdf)).

A nem ingyenes szoftverek közé sorolható az Environmental Fluid Dynamics Code (EFDC) egy a Dynamic Solutions – International cég által fejlesztett általános célú programcsomag, mely az áramlás, transzport és biogeokémiai folyamatok modellezésére alkalmas a felszíni vizek (folyók, tavak, vízgyűjtők, stb.) és a parti sáv vonatkozásában, 3Ds megjelenítéssel. Az 50%-os akadémiai kedvezmény ellenére is jelentősnek mondható díjtételért értékesítik, webes verziója korlátozott funkciókkal azonban szabadon elérhető.

A dobozos szoftverek közül meg kell említeni az Aquaveo fejlesztéseit, melyek a felszín alatti, felszíni vizek, valamint vízgyűjtők komplett modellezésére kínálnak eszközöket. A vizsgálandó modell állományok a felhasználói interfészen keresztül konfigurálhatók. Korlátozott használatra illetve kutatómunkához egyetemi licenc igényelhető.

A szintén licencköteles MIKE by DHI szoftvercsomag moduljai a különféle vizek (a természetes vizektől, vízfolyásoktól kezdődően az ivóvízbázisig) két- és háromdimenziós modellezésére használhatók. A komplett szerkesztést biztosító programcsomag felhasználóbarát felületen biztosítja a vizsgált vizek kijelölését és a modell paraméterezését. Hátrányaként szintén az árát említhetjük.

A kifejezetten a vizek modellezésére kialakított célszoftvereken kívül számos olyan modellező keretrendszer érhető el (pl. <http://insightmaker.com/>), melyek szintén alkalmazhatók a vizekkel kapcsolatos folyamatok leírására. Ezek azonban nem tartalmaznak a vizekre vonatkozó beépített összefüggéseket, használat esetén azokat a felhasználónak kell kialakítani.

Természetesen valamennyi, akár célszoftver, akár általános keretrendszer esetén a vizsgált területre vonatkozó adatokat (magasság, meredekség, borítottság, talajtípus, használati mód, stb.) meg kell adni. Az adatigény egy megfelelő térképeket tartalmazó térinformatikai szoftver alkalmazásával jelentősen redukálható.

Általános diagnózisként megállapíthatjuk, hogy számos komplex elemző rendszer áll rendelkezésre a vízgyűjtők, felszíni illetve felszín alatti vizek és víztestek modellezésére, melyek képesek kezelni a mezőgazdaság illetve hulladékkezelés hatásait, valamint néhány esetben a társadalmi rendszerekkel való kapcsolódást, ily módon a környezeti hatások elemzését, a menedzsmentet és a döntéstámogatást.

### ***2.3 A Balatonnal kapcsolatos publikációk és a Balaton vízgyűjtő rendszerére és víztestére vonatkozó modellek***

A Balaton illetve vízgyűjtőjének vizsgálata és modellezése már évtizedek óta képezi kutatások tárgyát. A következőkben ezen kutatások közül említünk néhányat a teljesség igénye nélkül.

Egy korai, az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet által megjelentetett kötet számos tanulmányt foglal össze a balatoni ökoszisztéma modellezése témában (Csáki, 1979). Az akkor legjelentősebb megoldandó problémákkal összhangban a kötet fő témája az eutrofizáció és modellezése, a modellezés céljainak és lehetőségeinek áttekintése, valamint a BEM modellek és részmodellek bemutatása.

Egy szintén korai munkában, 1982-ben Somlyódy a Balaton komplex környezeti rendszerének modellezéséről ír. Kiemeli, hogy a nehézséget a vizsgált feladat komplexitása jelenti leginkább. Számos, a tóban és annak vízgyűjtőjén lejátszódó folyamatot számításba kell ugyanis venni a vizsgálat során.

A Somlyódy és van Straten (1986) által szerkesztett átfogó tanulmánykötet központi témája szintén az eutrofizáció és annak kezelése a sekély vizű tavakban, különös tekintettel a Balatonra. Ahogy a szerkesztők azt a könyv előszavában is leírják, a '70-es években az emberi tevékenység által okozott eutrofizáció akkoriban jelentősen stimulálta a probléma okainak feltárására és megoldására irányuló kutatási tevékenységet.

A Balaton múltja és jelene című kötet (Virág, 1998) egy az 1896 és 1995 között a Balatonnal kapcsolatban publikált tudományos közlemények és írásos kiadványok áttekintése, az akkor legbővebbnek tekinthető Balaton-bibliográfia, számos adattal. A kötet tematikailag kilenc fejezetet ölel fel, a Balaton vízrajzától kezdődően a vízminőségen át, egészen az igazgatás és fejlesztés szervezeti témakörig.

A Balaton mély és részletes hidrobotanikai és hidrozoológiai vizsgálatával évtizedek óta foglalkoznak a Balatoni Limnológiai Intézet kutatói (pl. Istvánovics és Herodek, 1995; Istvánovics és Honti, 2007; Présing et al., 2008; Kovács et al., 2012). A vizsgálatok bizonyították, hogy a Balaton vízminősége szempontjából meghatározó szerepe van a bejutó foszfor mennyiségének, illetve a foszfor forgalmához kapcsolódó biológiai, kémiai és fizikai folyamatoknak.

Kovács és Clement (2008) a diffúz szennyezés problémáját, illetve a kapcsolódó folyamatok modellezését tárgyalják. A korántsem új keletű probléma a 2000-es évek elején ugyanis arányait tekintve újra előtérbe került. A szerzők leírják, hogy a diffúz szennyezések modellezésére (az abban figyelembe vett diffúz szennyezési folyamatok részletességétől függően) a terhelés modellek alkalmazhatók, majd áttekintik a szakirodalomban fellelhető, diffúz szennyezés számítására alkalmazott modelleket. Táblázatos formában 16 modellt hasonlítanak össze, különféle szempontok alapján jellemezve azokat (fejlesztési cél, terület, számítási lépték, hidrológiai modell, stb.).

A Vízügyi Közlemények egy tematikus különszámát, „A Balaton” című kiadványt az akkori Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium jelentette meg 2005-ben (Szlávik, 2005). A kötet központi témája az akkor aktuális problémáknak megfelelően a vízpótlás kérdése. A kötetben található 19 közlemény a vízpótlás szükségességét, megoldási lehetőségeit és annak hatásait tárgyalja.

Számos tanulmány érhető el a Balaton Fejlesztési Tanács honlapján a vízminőség modellezésére vonatkozóan (Szalai, Kutics, 2006), melyben a klímaváltozás hatásait modellvizsgálatokkal elemzik a Balaton sérülékenységre, vízminőségére vonatkozóan. A letölthető anyagokban a szerzők a BHTWaQe modellt, illetve az azzal végzett vizsgálatokat mutatják be. Az egy projekt kapcsán együttműködő University of Geneva a UNEP-GRID (United Nations Environmental Program Global Resource Information Database) felhasználásával a SWAT/GIS alapú vízgyűjtő modell egy korábbi változatát alkalmazta a Balaton vízgyűjtőjének modellezésére. A projekt keretében ezeket az eszközöket kombinálva egy regionális éghajlat modellel (PRUDENCE), egy tó modellel (WQM, BHTWaQe-BEM) és egy integráló modellel (SOCECON) egy társadalmi vonatkozásokat is vizsgáló rendszer kialakítását tűzték ki célul (Pintér és Kutics, 2008; Lehmann és Chatenoux, 2008).

Interneten elérhető a LIFE Balaton projekt eredményeit összefoglaló kézikönyv (LIFE, 2006), mely egy integrált döntéstámogató rendszer kialakítását célozta meg. A munka során felmérték a gazdasági és társadalmi jellemzőket, kialakítottak egy térinformatikai adatbázist, valamint egy teszt célú online monitoring rendszert. A hivatko-

zott webes források (www.balatonline.net és <http://gis.balatonregion.hu>) mögött a projekt leírások szerint hasznos (és a projektek jellegéből adódóan vélhetően nyilvános) adattartalom lehet, azonban sajnos ezek a webhelyek már elérhetetlenek.

A LIFE projekthez kapcsolódóan készült BIR integrált monitoring, és döntéstámogató rendszerben szintén sok olyan korábbi adat lehet, amely segíthetné a jelen munka során kialakított modellek retrospektív adatokkal való tesztelést, de a <http://bir.webeye.hu> website jelszóval védett.

Interneten elérhető, a modellező munkához hasznos információkat tartalmaz a Koncsos és munkatársai által írt egyetemi jegyzet (Koncsos et al., 2011), mely átfogó módon foglalkozik a környezeti rendszerek, így a vizek modellezésével is.

Összességében megállapítható, hogy rengeteg viszonylag elszigetelt ismeret, adat, módszer és modell van, de ezeket sem közvetlenül, sem integráltan nem alkalmazzák a napi munkában.

### 3. A folyamatmérnöki modell koncepciója

#### 3.1 A modellépítés alapelvei

A vizsgált vízhálózatot (folyó- és állóvizeket) teljes és diszjunkt módon olyan egymással hálózatosan kapcsolódó diszkrét elemekből építjük fel, amelyekhez egyértelműen hozzárendelhetők a vizsgált vízgyűjtő területet teljes és diszjunkt módon lefedő tipikus földterületek („foltok”). A modell komplexitását úgy csökkentjük, hogy

- az egyes területek (foltok) folyamataiból csak az (opcionálisan meghatározható) kiválasztott, élővizekbe kerülő fizikai, kémiai és biológiai komponensek képződését és vizekbe jutását vizsgáljuk;
- az egyes folt típusok vonatkozásában a részletesebb modellt mindig csak egy kiválasztott folt prototípusra alakítjuk ki, és a dinamikus szimuláció eredményét a többi hasonló folttra a folt típusra jellemző multiplikátorok segítségével számítjuk ki;
- a (például különböző érdekcsoportok által kifejezett) értékelési szempontokat egyértelműen az egyes folt típusokhoz rendeljük hozzá;
- miközben a természeti környezet (csapadék, hőmérséklettől és széltől függ, széltől függő párolgás, széltől függő keveredés) a vizsgált területre időben változó módon, de közelítőleg egységesen hat;
- és a vizsgálat teljességét a vízhálózatra készített egyszerűsített áramlási modell biztosítja.

A modellépítés elvei összefoglalva a következők:

**a) Koherenciát biztosító rendező elv:** a vízfolyások, víztározók és nyílt vizek hálózatának vázszerkezete.

**b) Heterogenitás és nagy kiterjedés (térbeli *multiscale* jelleg) kezelésének elve:** a vizsgálandó teljes terület funkcionális és értékelési szempontból tipikus foltokra bontása, a jellemző folt típusok (majd ez alapján az ún. folt-prototípusok) meghatározása olyan módon, hogy azok egyértelműen hozzárendelhetők legyenek valamely vízfolyáshoz, tóhoz, tározóhoz vagy nyílt vízhez.

- c) A teljesség biztosításának elve:** olyan multiplikátorok keresése, amelyek alapján a folt prototípus szimulációjából generálható valamennyi hasonló folt-típus közelítő szimulációs eredménye, illetve annak értékelése;
- d) A személytelen értékelés elve:** a lehetséges komplex megoldások modelljének számítógépi generálása és szimulálása, valamint az eredmények többérvű értékelése alapján a maximális konszenzust, vagy minimális konfliktust eredményező megoldások számítógéppel segített fejlesztése.

Az ilyen elvek alapján kialakított számítógépi modell képes a térben és időben többskálás, természetes és ember alkotta folyamatokat egyaránt magában foglaló dinamikus szimulációra, valamint az együttműködő optimáló programmal a különféle társadalmi csoportok érdekeinek figyelembevételével történő szuboptimális folyamattervezésre és irányításra. Erre jól alkalmazható az opcionálisan hibrid, többskálás folyamatmodellek Közvetlen Számítógépi Leképezésén alapuló generikus szimulátor (pl. Csukás, 1998; Csukás et al., 2011), valamint az ezen alapuló problémamegoldást értékelés visszacsatolással segítő többszemponútú genetikus algoritmus (pl. Csukás et al, 1989; Csukás és Balogh, 1998; Csukás et al., 2012).

### **3.2 A modellezési koncepció bemutatása**

#### **3.2.1 A vízhálózat vázszerkezete**

A modell koherenciát biztosító rendező elve a vízfolyások és állóvizek hálózatának váza. Erre vonatkozóan a víz mennyiségi és minőségi paraméterein alapuló modell elemeket határozunk meg, illetve a vízáramokhoz csatoltan kezeljük vizsgálandó komponenseket. Szükséges továbbá figyelembe venni valamennyi olyan természetes eredetű (hidrometeorológiai) és emberi tevékenységből (mezőgazdaságból, halastavi gazdálkodásból, hulladékgazdálkodásból) származó víz- és komponensforrást és nyelőt, mely eredményeként vízáramok, illetve ezzel különféle komponensek juthatnak a Balatonba.

A modell alapvető rendező elve a vízfolyások és állóvizek hálózatának váza. Erre vonatkozóan a víz mennyiségi és minőségi paraméterein alapuló modell elemeket határozunk meg, és köztük az áramok illetve átkeveredések továbbítják a vízzel együtt mozgó, aktuálisan vizsgált komponenseket. Az alkalmazott modellezési módszer elveivel összhangban tehát a modell vázszerkezetét a különféle típusú víztárolók és a köztük lévő áramlások struktúrája adja. A modell elemek meghatározásánál a következő típusú egységeket vesszük figyelembe:

- a projekt célkitűzéseivel összhangban a déli vízgyűjtőn lévő vízfolyások, illetve azok főbb szakaszai,
- a mesterséges és természetes tavak,
- lápok, valamint
- a Balaton vízteste.

Valamennyi vízfolyást és egyéb, a talajba szivárgó és onnan a vízfolyásokon keresztül a Balatonba jutó vizet (pl. csapadék, mezőgazdasági, ipari, kommunális szennyvíz stb.) figyelembe kell venni a modell vázszerkezetének kialakítása során.

#### **3.2.2 A vizsgált terület tipikus foltokra bontása**

A heterogenitás és nagy kiterjedés (térbeli multiscale jelleg) kezelése a vizsgálandó terület ún. „folttípusokra” bontásán alapul, ami a vizsgált déli vízgyűjtő és Balaton víztest foltokkal való lefedését jelenti az 1. pontban leírt vízfolyások és nyílt vizek hálózata fölött. Folttípus alatt a különféle jellegű (láp, erdő, természetes tó, stb.) és/vagy ember által más-más hasznosítású (szántó, legelő, stb.) területet, illetve annak számítógépi modelljét értjük. A modellezés támogatására ezen belül minden folttípushoz kiválasztunk egy azt jól reprezentáló prototípust. Folt prototípus alatt értünk egy olyan, vízhez egyértelműen hozzárendelhető (földrajzilag a vizek „fölött” értelmezendő, illetve azokat tartalmazó) folt modellt, mely megfelelően reprezentál egy adott területet, és alkalmas arra, hogy szimulációs modelljének számítási eredményeiből multiplikátorok alkalmazásával valamennyi hasonló folt modelljét előállítsuk belőle. Meg kell határozni, hogy hány és milyen „folttípust” lehet és érdemes megkülönböztetni. Az időbeli többskálás jelleget tekintve a különböző részekre opcionálisan különböző időlépéseket alkalmazunk. Ezeket az időlépéseket az egyes részek pontosabb ismeretében, azok igényeit figyelembe véve határozzuk meg.

Az előző pontban meghatározott „víz alkotta vázszerkezet” fölött a projekt keretein belül vizsgálandó területet „foltokra” bontjuk, mely a vizsgált déli vízgyűjtő és Balaton víztest foltokkal való teljes lefedését jelenti. Meg kell határozni, hogy hányféle „folt típust” lehet és érdemes megkülönböztetni. Ezután a különböző folt típusokon belül ki kell jelölni reprezentatívnak tekinthető folt prototípusokat. Folt prototípus alatt értünk egy olyan, vízhez egyértelműen hozzárendelhető (földrajzilag a vizek „fölött” értelmezendő, illetve azokat tartalmazó) foltot, mely megfelelően reprezentál egy adott fajta területtípust, és alkalmas arra, hogy multiplikátorok alkalmazásával valamennyi hasonló folt közelítő szimulációs eredményét előállítsuk belőle. A modell kialakítását megelőzően a folt típusokat az alábbi két (földrajzilag értelmezhető) területen kell definiálni.

1. A déli vízgyűjtő terület jellemző foltjainak meghatározása az alábbiak figyelembevételével:
  - a) A folt legyen tipikus.
  - b) Minden folt egyértelműen hozzárendelhető legyen egy vízfolyáshoz, mesterséges vagy természetes tóhoz vagy víztározóhoz.
  - c) Ezek a folt típusok első közelítésben a következők: falu (főként életvitelszerűen ott tartózkodó lakosokkal), falu (főként üdülők és idegenforgalomból élő lakosság), város, szántó, rét, legelő, szőlő, kert, gyümölcsös, művelés alól kivett terület, erdő, mesterséges tó, természetes tó, víztározó, láp, nádas, parti öv.
2. Tófelszín
  - a) A folt legyen tipikus.
  - b) A foltok összessége fedje le a tavat (lehetőség szerint finomabb felbontásban, mint a korábbiakban alkalmazott 4 kompartmentes Balaton modellek esetében). Célszerű azonban a foltokat úgy meghatározni, hogy azok ne nyúljanak át a kompartment határokon, egyértelműen fedjék le azokat. Első közelítésben a vízgyűjtővel nem határos részeket célszerű egyben hagyni.

Megjegyezzük, hogy a foltokat úgy kell kialakítani, hogy azok átfedés és hézagmentesen fedjék a területet, de előfordulhat „folt a foltban” típusú lefedés (pl. egy falut erdő vagy szántó vesz körül).

Alapvető kérdés az is, hogy milyen részletességgel érdemes meghatározni a folt prototípusokat annak érdekében, hogy azok a következő pontban kifejtett multiplikátorokkal együtt megfelelően leírják a többi hasonló foltot is. Például szántó esetében valószínűleg érdemes tovább bontani, és megkülönböztetni olyan szántó prototípusokat, melyen intenzív, extenzív vagy bio gazdálkodás folyik. Ugyanígy megfontolandó többféle prototípus kialakítása a különféle mezőgazdasági hasznosítású területek (szántó, rét, legelő, stb.) vonatkozásában talajtípustól és lejtéstől függően.

A heterogén és nagy kiterjedésű részeket magában foglaló szimulációs modellben kulcs fontosságú kérdés a különböző időskálákon működő modell darabok kezelése. Ehhez az egyes modell darabok pontosabb ismeretében, azok igényeinek megfelelően opcionálisan különböző végrehajtási időlépéseket határozzunk meg.

### *3.2.3 A folt prototípusok számítási eredményének multiplikálása*

A teljességet úgy tudjuk biztosítani, hogy minden folt típusra meghatározzuk azt/azokat a multiplikáló tényezőket, aminek alapján a prototípus dinamikus szimulációs modelljének számítási eredményeiből generálható az összes többi azonos típusú folt dinamikus szimulációjának közelítő eredménye.

Az előző pontban felsorolt folt típusok mindegyikének prototípusát meg kell vizsgálni, hogy annak számítási eredményéből mely lényeges multiplikátor(ok) alkalmazásával generálható az összes többi ilyen típusú folt közelítő számítási eredménye. Például a város folt prototípusból generálható a lakosságszám multiplikátorral a többi város, vagy a szántó prototípusból terület multiplikátorral a többi szántó.

### *3.2.4 A szimulált scenáriók többszemponú (többérdekű) értékelése*

A személytelen értékelés a lehetséges komplex megoldások modelljének számítógépi generálása és szimulálása, valamint az eredmények többérdekű értékelése alapján a maximális konszenzust, vagy minimális konfliktust eredményező megoldások számítógéppel segített fejlesztésén alapul.

A mérnöki megközelítés szerint a konfliktus a többérdekű értékelés (azaz a különféle érdekeket képviselő társadalmi csoportok érdekei) között jöhet létre. Egy adott természeti folyamatok által befolyásoltan változó, illetve emberek által irányított elemekből álló, időben lejátszódó folyamatot a különféle társadalmi csoportok más érdekek alapján eltérő módon értékelnek. A folyamatoknak azonban mindig van egy olyan lehetőségtere, amelyből nagyon sok különböző megoldást lehet kialakítani. Ezen megoldásokat a különböző érdekcsoportok eltérő módon értékelik. Az ebből eredő konfliktusok kiküszöbölésének módszere olyan kompromisszumos alternatívák keresése, amelyek esetében minimális az érdekcsoportok konfliktusa, vagy maximális azok konszenzusa. A tervező és irányító beavatkozások elvégzése a komplex folyamatokat befolyásoló emberek (koordináló csoportok) feladata.

A vizsgált természetes és mesterséges folyamatok bonyolultsága miatt célszerű a lehetséges megoldások modelljét számítógéppel generálni és szimulálni, valamint az eredmények többérdekű értékelése alapján törekedni a maximális konszenzust, vagy minimális konfliktust eredményező megoldások számítógéppel segített fejlesztésére. A tapasztalatok szerint a konszenzusos megoldások kialakítását segíti, ha figyelembe vesszük az összes lehetőséget, mivel a legjobban konfliktáló csoportok hajlamosak a lehetőségek egy szűkített terében gondolkodni. Lényeges eleme a kompromisszumos megoldások kialakításának a funkcionálisan kapcsolódó szomszédok konszenzusának láncolatos kialakítása.

Minderre jó módszerek vannak, azonban a legnagyobb probléma az értékelések meghatározása, valamint a tervezést és irányítást végző koordináló csoportok érdektelen és logikus működésének biztosítása. Ez az a terület, amivel a társadalomtudományi kutatások leginkább hozzá tudnának járulni a projekt eredményességéhez.

A többérdekű értékelések megalapozásához szükséges teendők a következők:

- Az érdekcsoportok (pl. vendéglátásból élők, üdülő tulajdonosok, átmeneti üdülők, mezőgazdaságban dolgozó lakosok, halastavi gazdálkodással foglalkozók, stb.) meghatározása. A teljes területet célszerű lefedni a lehető legkisebb számmal, ugyanakkor az összes parciális érdeket elkülönülve képviselő érdekcsoporttal.
- A modellezési koncepciókban kifejtett tipikus foltok (területek) és az érdekcsoportok egymáshoz rendelése. Egyes tipikus foltokhoz (pl. üdülőtelepülések) több érdekcsoportot is lehet és kell rendelni. Bizonyos határig egy ember több érdekcsoport tagja is lehet, azonban egy ponton túl ez megkérdőjelezi az érdekek autonóm megnyilvánulását.
- Az érdekcsoportok (lehetőleg algoritmikusan kiértékelhető) értékelési szempontjának meghatározása. Ez látszólag nehéz csak, mert az érdekcsoportok jó megválasztása feltehetően triviális értékelést biztosít.
- Egy jellemző folt (terület) prototípushoz tartozó tipikus érdekcsoport részletesebb vizsgálata. A lehetséges megkérdések egy nagyobb hányadát a tipikus területekre lenne célszerű koncentrálni.
- Az egyes érdekcsoportokhoz tartozó személyek számának becslése az egyes foltokra. Így elősegíthető az értékelések kvantitatív multiplikálása.
- A jellemző folt (terület) prototípushoz hasonló foltokhoz tartozó hasonló érdekcsoportok ellenőrző vizsgálata. Ennek célja az értékelési modell validálása.

Az előzetes ismeretek alapján a rendelkezésre álló adatok, a jogkörök, a tevékenységek és a beavatkozások a vizsgált területen egy rendkívül szövevényes és áttekinthetetlen rendszert alkotnak. Első közelítésben valamiféle tisztánlátásra lenne szükség ahhoz, hogy a munka vége felé egy racionális javaslatot lehessen kialakítani. Ennek érdekében jelen fázisban a következők feltérképezése szükséges:

- A közigazgatási terület (pl. régió, megye, kistérség/járás, település) szerint illetékes koordináló csoportok azonosítása. A csoportoknál gyűjtött adatok és ismeretek, a csoportokhoz tartozó jogkörök és tevékenységek, valamint a csoportok által végzett tervező és irányító beavatkozások.
- Az átfogó funkcionális (pl. vízügy, környezetvédelem, természetvédelem) szerint illetékes koordináló csoportok azonosítása. A csoportoknál gyűjtött adatok és ismeretek, a csoportokhoz tartozó jogkörök és tevékenységek, valamint a csoportok által végzett tervező és irányító beavatkozások.

- Az ágazat (pl. mezőgazdaság, vidékfejlesztés, ipar, kereskedelem, vendéglátás, közlekedés) szerint illetékes koordináló csoportok azonosítása. A csoportoknál gyűjtött adatok és ismeretek, a csoportokhoz tartozó jogkörök és tevékenységek, valamint a csoportok által végzett tervező és irányító beavatkozások.
- Szakmai és civil szervezetek azonosítása. A szervezeteknél gyűjtött adatok és ismeretek, a csoportokhoz tartozó jogkörök és tevékenységek, valamint a csoportok által végzett tervező és irányító beavatkozások.

#### 4. Összefoglalás

A Balaton vízgyűjtő területének fenntartható fejlesztésére irányuló folyamatmérnöki modellezési koncepció kidolgozásához első közelítésben áttekintettük a téma szakirodalmát. Ezen belül tanulmányoztuk az utóbbi években körvonalazódó, a fenntartható fejlődés (fejlesztés) számítógépes segítségét felvállaló "computational sustainability" területét. Látható, hogy ez az interdiszciplináris terület lassan elmozdul a meglévő informatikai eszközökkel elemzett ökológiai részproblémáktól a komplex, hosszú időhorizontú folyamatok kezelésére szolgáló új módszerek irányába.

A konkrét feladathoz közelítve áttekintettük a vízgyűjtő rendszerek és sekély vizű tavak számítógépi modellezésére irányuló, több évtizedes törekvések néhány elemét. Megállapítható, hogy napjainkra nagyon sok és nagyon részletes, ugyanakkor nagyon nagy adatigényű kész megoldás áll rendelkezésre. További elemzést igényel azonban, hogy ezek miként kapcsolhatók össze az ember befolyásolta folyamatok korszerű szimulációs modellezésével, valamint a scenáriók számítógéppel segített, lehetőség szerint automatikus értékelésével és fejlesztésével. Tovább közelítve a konkrét témához, röviden áttekintettük a Balaton vízgyűjtőjére és víztestére vonatkozó, korábban készült elemzéseket. A korábbi, mély és részletes tanulmányok először az eutrofizáció csökkentésének elemzésére és támogatására, később a vízpótlási megoldások lehetőségeinek vizsgálatára irányultak. Ezt követően számos projekt tűzte ki célul integrált döntéstámogató rendszerek kialakítását, azonban nem találtunk olyan elérhető modellt és adatrendszert, amely a most felvetődő feladat megoldására közvetlenül alkalmas lenne. Ez természetes, hiszen ma még világviszonylatban meglehetősen nagy szakadék van a természettudományos és mérnöki következtetések társadalomtudományi értékelése és az erre épülő, különféle érdekek konszenzusát megteremtő társadalmi döntéshozatal között.

Az irodalmi áttekintés után röviden bemutatuk a kutatócsoport korábbiakban kifejlesztett, Közvetlen Számítógépi Lекépezésen alapuló dinamikus modellezési és szimulációs metodológiáját, valamint az erre épülő, opcionálisan többszempon t ú (töb bérdekű) értékelés visszacsatolását felhasználó modellezési koncepciónk első vázlatos elképzeléseit.

A koncepció alapelvei a következőkben foglalhatók össze:

A koherenciát biztosító rendező elv a vízfolyások, víztározók és nyílt vizek hálózatának vázszerkezete.

A heterogenitás és nagy kiterjedés (térbeli multiscale jelleg) kezelésének elve a vizsgálandó teljes terület funkcionális és értékelési szempontból tipikus foltokra bontása, a jellemző folt típusokat (majd ez alapján az ún. folt prototípusokat) meghatározása olyan módon, hogy azok egyértelműen hozzárendelhetők legyenek valamely vízfolyáshoz, tóhoz, tározóhoz vagy nyílt vízhez.

A teljesség biztosításának elve olyan multiplikátorok keresése, amelyek alapján a folt prototípus szimulációjából generálható valamennyi hasonló folt típus közelítő szimulációs eredménye, illetve annak értékelése.

A személytelen értékelés elve a lehetséges komplex megoldások modelljének számítógépi generálása és szimulálása, valamint az eredmények többérdekű értékelése alapján a maximális konszenzust, vagy minimális konfliktust eredményező megoldások számítógéppel segített fejlesztése.

Mindezt figyelembe véve, a következő időszakban két párhuzamos szálon folytatjuk a munkát:

- egyrészt megvizsgáljuk a rendelkezésre álló, illetve ingyenesen elérhető alkalmazások célirányos bővítésének lehetőségeit;
- másrészt kísérletképpen tanulmányozzuk a saját fejlesztésű, egyszerűsített, de a teljes probléma kezelését illusztráló modell elképzélések megvalósítását.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### Felhasznált irodalom

- Aquaveo <http://www.aquaveo.com/>, hozzáférés: 2013. január 6.
- Automated Geospatial Watershed Assessment Tool (AGWA) <http://www.tucson.ars.ag.gov/agwa/>, hozzáférés: 2013. január 6.
- Azevedo, K., Doshi, S., Guldberg, T., Bras, B. 2009. Modeling Sustainability of Complex Systems: A Multi-scale Framework Using SYSML. In Proceedings of the ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences., San Diego, CA.
- Balogh, S., Csukás, B. 2011. Multi-objective Genetic Algorithm for Sustainable Optimization. *Regional and Business Studies* 3:(Suppl 1) pp. 151–158. (2011)
- Brundtland Report. 1987. "Towards Sustainable Development" in *Our Common Future*, pp 43–66. Oxford University Press, Oxford.
- Csáki, P. szerk. 1979. A Balatoni ökoszisztéma modellezése. Tanulmányok 93/1979, MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet, Budapest.
- Csukás B., Varga M., Balogh S., Miskolczi N., Angyal A., Bartha L., Szakács H., Varga Cs. 2012. Knowledge based model for polymer composite design and production. *Materials & Design*, 38: 74–90.
- Csukás B., Balogh S. 1998. Combining Genetic Programming with Generic Simulation Models in Evolutionary Synthesis. *Computers in Industry*, 36:181–197.
- Csukás, B. 1998. Simulation by Direct Mapping of the Structural Models onto Executable Programs, AIChE Annual Meeting, Miami, Paper #239/9.
- Csukás, B., Kozár, Z., Árva, P. 1989. Multicriteria Valuated Prolog Synthesizing Algorithm. *Computers & Chemical Engineering*, 13(4–5): 595–602.
- Csukás, B., Varga, M., Balogh, S. 2011. Computational Methodology for Development of Sustainable Processes. *Conservation, Information, Evolution – Towards a sustainable engineering and economy* 1: 1–10.
- Csukás, B., Varga, M., Balogh, S. 2011. Direct Computer Mapping of Executable Multiscale Hybrid Process Architectures. In: Kropf Peter (szerk.) Proceedings of

- Summer Simulation Multiconference'2011, Den Haag, SCS- The Society for Modeling and Simulation International. pp. 87–95.
- Environmental Fluid Dynamics Code (EFDC) <http://efdc-explorer.com/>, hozzáférés: 2013. január 6.
- Fiscus, D. A. 2009. Comparative network analysis toward characterization of systemic organization for human–environmental sustainability. *Ecological Modelling* 220: 3123–3132.
- GISHydro <http://www.gishydro.umd.edu/>, Hozzáférés: 2013. január 3.
- Halim, I., Srinivasan, R. 2011. A knowledge-based simulation-optimization framework and system for sustainable process operations. *Computers and Chemical Engineering* 35: 92–105.
- Insightmaker modeling tool <http://insightmaker.com/>, Hozzáférés: 2013. január 3.
- Istvánovics, V., Herodek, S. 1995. Estimation of net uptake and leakage rates of orthophosphate from  $^{32}\text{P}$ -uptake kinetics by a linear force-flow model. *Limnol.Oceanogr.* 40(1): 17–32.
- Istvánovics, V., Hontí, M. 2007. A fitoplankton napi gyakoriságú monitorozása a Balaton keszthelyi medencéjében és a fitoplankton dinamika modellezése. In: A Balaton kutatásának 2006. évi eredményei. (Szerk. Mahunka S., Banczerowski J.) Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, pp. 47–57.
- Koncsos, L., Jolánkai, Zs., Koncsos, T., Kozma, Zs. 2011. Környezeti rendszerek modellezése. MSc Egyetemi jegyzet, BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék, Hozzáférés: 2012.03.01., <http://www.vkkt.bme.hu/tantargy/?tid=94>
- Kovács, Á., Clement, A. 2008. Diffúz szennyezés modellezése vízgyűjtő léptékben: esettanulmány tapasztalatok. Kézirat, BME VKKT [http://www.vkkt.bme.hu/feltoltesek/2011/01/non\\_point2.doc](http://www.vkkt.bme.hu/feltoltesek/2011/01/non_point2.doc), hozzáférés: 2013.01.08.
- Kovács, W.A., Tóth, V.R., Vörös, L. 2012. Light dependent germination and subsequent proliferation of N<sub>2</sub>-fixing cyanobacteria in a large shallow lake. *Annales de Limnologie – International Journal of Limnology*, 48(2): 177–185.
- Kowalski, K., Stagl, S., Madlener, R., Omann, I. 2009. Sustainable energy futures: Methodological challenges in combining scenarios and participatory multicriteria analysis. *European Journal of Operational Research* 197: 1063–1074.
- Lehmann, A., Chatenoux, B. 2008. Az éghajlat megváltozása során elegendő vízkészlettel fog-e rendelkezni a Balaton a térség gazdasági-társadalmi körülményeinek fenntartásához? *Comitatus*, XVIII/8, 174. szám, pp. 27–33.
- Life Balaton projekt. Balaton projekt kézikönyv. 2006. Hozzáférés: 2012.03.01., [http://balatonproject.geonardo.com/szoveg/konyvtar/LIFE\\_kezikonyv.pdf](http://balatonproject.geonardo.com/szoveg/konyvtar/LIFE_kezikonyv.pdf)
- MIKE by DHI <http://www.dhisoftware.com/>, hozzáférés: 2013. január 6.
- Pintér, L., Kutics, K. 2008. A Balatoni Adaptációs Mintaprojekt. *Comitatus* XVIII/8, 174. szám, pp. 4–12.
- Présing, M., Preston, T., Takátsy, A., Spröber, P., Kovács, A.W., Vörös, L., Kenesi, Gy., Kóbor, I. 2008. Phytoplankton nitrogen demand and the significance of internal and external nitrogen sources in a large shallow lake (Lake Balaton, Hungary). *Hydrobiologia* 599(1): 87–95.
- Soil and Water Assessment Tool (SWAT) <http://swat.tamu.edu/education/>, hozzáférés: 2013. január 3.
- Somlyódi, L., van Straten, G. szerk. 1986. *Modeling and Managing Shallow Lake Eutrophication – With Application to Lake Balaton*. Springer–Verlag, Berlin
- Somlyódi, L. 1982. Modelling a complex environmental system: The lake Balaton Study. *Mathematical Modelling*, 3(5): 481–502.

- SWAT és ArcGIS a Balaton és vízgyűjtőjének vizsgálatára (<http://www.grid.unep.ch/activities/sustainable/balaton/index.php>)
- Szalai, M., Kutics, K. 2006. Balaton Fejlesztési Tanács, Balaton vízminőség modellezés. [http://www.balatonregion.hu/vizminoseg\\_modell](http://www.balatonregion.hu/vizminoseg_modell), hozzáférés: 2012.03. 01.
- Szlávik, L. szerk. 2005. A Balaton. *Vízügyi Közlemények (különszám)*. Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutatóintézet Kht., Budapest.
- Todorov, V., Marinova, D. 2010. Information Theory Perspective on Modeling Sustainability. In Proceedings of 43<sup>rd</sup> Hawaii International Conference on System Sciences, 1–10., Hawaii.
- USA Environmental Protection Agency, Surface Water Models, hozzáférés: 2013. január 9. <http://www.epa.gov/ceampubl/swater/index.html>
- Varga, M., Csukás, B. 2011. Sustainability lessons from natural processes: a common modeling framework. *Regional and Business Studies* 3:(Suppl 1) pp. 65–74.
- Virág, Á. szerk. 1998. *A Balaton múltja és jelene*. Egri Nyomda Kft, Eger
- WateRisk <http://www.waterisk.hu/hu>, 2013. január 6.

## A mezőgazdasági termelés hatására a felszíni vizekbe jutó pontszerű és diffúz szennyezés modellezési lehetőségei

Tankovics András,\* Pokorniyk Norbert\*

**Abstract** Available models for calculating point and diffuse source water pollution of agriculture. With the development of technology for controlling point source pollution, the diffuse source pollution issues have become increasingly prominent worldwide. Because of the wide range, difficult control and complex uncertainties involved in simulation processes, diffuse source pollution control has become a hotspot in the area of water pollution control. Agriculture can contribute to water quality deterioration through the release of sediments, pesticides, animal manure and fertilizers. The aim of this study was to review the modeling technologies of the diffuse agricultural water pollution.

**Keywords** diffuse water pollution • pollution models • agriculture • phosphorus • nitrogen

### 1. Bevezetés

#### 1.1 A vízszennyezés

A vízszennyezés fogalmát a szakirodalom többféleképpen definiálja.

Vízszennyezést okoz minden olyan anyag a vízben, amely károsan befolyásolja a természetes víz emberi fogyasztásra való alkalmasságát, illetve korlátozza, vagy lehetetlenné teszi a vízi életet.

Egy másik megfogalmazás értelmében a vízszennyezés alatt az emberi tevékenység hatására kialakuló olyan körülményeket értjük, amelyek közvetlenül befolyásolják a felszíni, illetve a felszín alatti vizek minőségét.

A szennyező anyag vízbe jutása pontszerű, vagy nem pontszerű, diffúz módon történhet, a szennyező forrástól függően.

Pontszerű szennyvízforráson kisebb kiterjedésű, lehatárolható helyen található, adott tevékenységből származó szennyezőanyag kibocsátást értünk. Ennek értelmében a szennyező anyag a szennyező forrásból csővezetéken, vagy nyílt csatornán keresztül kerül a felszíni vizekbe. Pontszerű szennyezést okozhat a direkt vízbevezetés vagy a betorkoló állandó, illetve időszakos vízfolyás.<sup>1</sup>

---

\* Kaposvári Egyetem Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola  
E-mail: tankovics.andras@gmail.com és pokorniyk6@gmail.com

<sup>1</sup> Marton, I., 2005. A Balaton vízgyűjtőjén folyó mezőgazdasági termelés hatása a tó környezeti állapotára. *Gazdálkodás* 49, 2, 72–78.

A nem pontszerű, diffúz szennyezés lényege, hogy a szennyező anyag nagy térbeli kiterjedéssel, kis koncentrációban kerül a vízbe.

A felszíni vizeket különböző forrásokból érhetik diffúz szennyezések, melyek közül a legjelentősebbek:<sup>2</sup>

- mezőgazdasági művelésű területekről származó bemosódások;
- (szerves trágya, műtrágya, növényvédőszer);
- erdőgazdálkodás (megnövekedett erózió, szervesanyag dúsulás);
- csatornázatlan településekről a nem megfelelő szennyvízelhelyezés, szikkasztás miatt;
- települések burkolt felületeiről származó bemosódásokból;
- szennyezett talajvizek beszivárgásaiból;
- belvizekkel szállított bemosódásokból;
- szennyezett területekről, illegális vagy korszerűtlen hulladéklerakókból származó kimosódásokból;
- légköri szennyezőanyagok kiülepedéséből, kimosódásából.

A pontszerű és diffúz terhelések közötti eltérés nemcsak a szennyezés helyének és a terjedés útvonalának különbségéből, hanem azok időbeli változásából is adódik. A pontforrások jellemzően időben állandó kibocsátást eredményeznek. A nem pontszerű terhelést sztochasztikus változások jellemzik.<sup>3</sup>

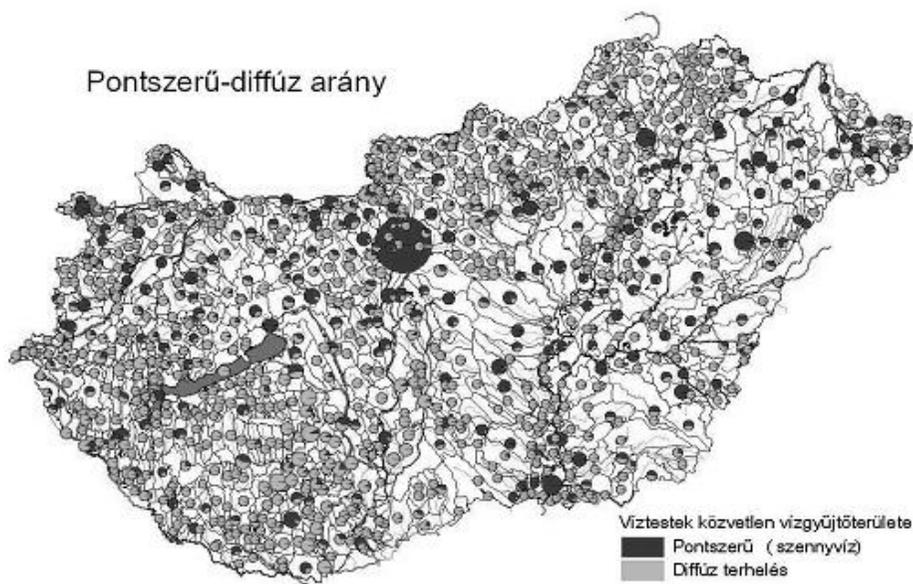
A pontszerű szennyező források vízszennyező szerepe, és a velük foglalkozó tudományos kutatások száma a fejlett országokban egyre csökkenő tendenciát mutat, köszönhetően a viszonylag könnyen szabályozható és ellenőrizhető technológiának, a korszerű szennyvíztisztítási eljárásoknak, valamint a szigorú és visszaellenőrizhető hatósági intézkedéseknek. Ennek hatására a diffúz szennyeződésekre egyre nagyobb figyelem fordítódik a világ összes pontján. Már több mint három évtizede foglalkoznak a nem pontszerű szennyeződések meghatározásának kérdésével.

A mezőgazdasági tevékenység hatására ma már jellemzően diffúz szennyezések érik el a felszíni vizeket. A szerves- és hígtrágya tárolásának szabályozása révén megszűnt ezek korábbi pontszerű jellegű szennyezése. A mezőgazdaságból származó pontszerű szennyezések, a szabályozásoknak köszönhetően szinte kizárólag a települések szennyvíz terhelésére korlátozódnak, ami a szennyvíztisztítás feladata. Ezzel jelen munkában nem foglalkozunk.

<sup>2</sup> Hazánk környezeti állapota. 2010. <http://www.kvvm.gov.hu>. [2012.12.17.]

<sup>3</sup> Kovács, A., Clement, A., 2008. Diffúz szennyezés modellezése vízgyűjtő léptékben: esettanulmány tapasztalatok, Kézirat, BME VKKT.

### 1. ábra A pontszerű és diffúz vízszennyezések aránya Magyarországon



Forrás: Az Országos Vízügytő-gazdálkodási Terv kézirata<sup>4</sup>

#### 1.2 A diffúz szennyezések szabályozása

A diffúz szennyezések szabályozása a pontszerűnél jóval bonyolultabb feladat, hiszen nem lehet őket pontosan mérni, mennyiségüket és eloszlásukat csak becsülni lehet. Tovább nehezíti a helyzetet, hogy a diffúz szennyezések nagy területről, nem állandó mennyiségben érkeznek a befogadó víztestbe, így szabályozásukat csak az egész vízgyűjtőre kiterjedő intézkedésekkel lehet megvalósítani. A szennyezések mérséklését alapvetően a területhasználat, a gazdálkodási gyakorlat, valamint az erózió szabályozásán keresztül lehet véghez vinni. A legfontosabb vízminőséget szabályozó törvény a Víz Keretirányelv (EU Water Framework Directive(WFD), 2000)<sup>5</sup>, melynek legfőbb célja, hogy javítsa a vízi és szárazföldi élőhelyek helyzetét, növelje a mezőgazdaság hatékonyságát és minimalizálja a környezetszennyezést. A Víz Keretirányelv a vízgyűjtő területet fogadta el a pontszerű és diffúz szennyezések elleni védekezés alapegységeként. Egy másik fontos szabályozó elem a Legjobb Gazdálkodási Gyakorlat (Best Management Practices(BMP)), mely hazánkban a nitrát rendelet részeként meghatározásra került az 59/2008. (IV. 29.) FVM rendeletben.<sup>6</sup>

<sup>4</sup> Az Országos Vízügytő-gazdálkodási Terv kézirata. 2009. <http://www.vizeink.hu>. [2013.01.11.]

<sup>5</sup> The EU Water Framework Directive – integrated river basin management for Europe. 2010. <http://ec.europa.eu>. [2013.02.12.]

<sup>6</sup> 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet, <http://www.fvm.hu>. [2013.02.20.]

## **2. A mezőgazdasági eredetű diffúz szennyezés modellezése**

### **2.1. A modellek osztályozása**

A következőkben röviden ismertetem a modellek csoportosítási módjait. Kovács és Clement<sup>7</sup> kézirátát tekintem munkám alapjául, melyben részletesen kidolgozták a diffúz szennyezések modellezésével kapcsolatos valamennyi kérdéskört.

A vízminőség szabályozást segítő modelleket két fő csoportba sorolhatjuk: terhelésmodellek és befogadó vízminőségi modellek.<sup>8</sup>

#### **2.1.1. A terhelés modellek**

A terhelés modellek arra hivatottak, hogy számszerűsítsék az egyes szennyezőanyagok kibocsátását, transzportját, esetleges átalakulását, míg el nem éri a befogadót. A megközelítés módja szerint megkülönböztetünk egyszerű, empirikus vízgyűjtő és fizikai alapú, félempirikus modelleket. Az időbeli lépték szerint statikus és dinamikus modelleket, a dinamikuson belül pedig folytonos időlépésű és esemény alapú modelleket. Térbeli lépték alapján különbséget tehetünk a mezőgazdasági parcella szinttől egészen a nagy vízgyűjtő szintig. A vízgyűjtő modelleknél megkülönböztetjük az összevont paraméterű és az osztott paraméterű modelleket.

#### **2.1.2. A befogadó vízminőségi modellje**

A befogadó vízminőségi modellek a szennyeződések sorsát írják le a folyóvizekben, tavakban, tengerekben. A diffúz terhelések modellezésének fontos részei a vízminőség modellek.

#### **2.1.3. Az integrált vízgyűjtő modellek**

Az integrált vízgyűjtő modellek számos részmodellből épülnek fel, melyek lehetnek mezőgazdasági, talajtani, hidrológiai, meteorológiai, anyag transzformációs, befogadó vízminőségi, és egyéb modellek. Ebbe a kategóriába tartozik a szinte az összes.mapság használt diffúz szennyezést leíró modell.

## **2.2 A korábbi időszakban készített diffúz szennyezés modellek irodalmi áttekintése**

A hazai és külföldi irodalomban számos tudományos publikáció található, melyek a különböző egyenletek, modellek leírásával, alkalmazásával, és használatuk során kapott eredmények értékelésével és felhasználásával foglalkoznak. Ezek között több olyan művel is találkozunk, melyben a szerzők összegzik az általuk használt modellezési eljárásokat. A teljesség igénye nélkül, néhány általam tanulmányozott összefoglaló munkát ismertetek, melyek részletes áttekintést adnak a felhasznált modellekről. Jetten et al., 1999<sup>9</sup>; Borah and Bera. 2003<sup>10</sup>; Borah and Bera 2004<sup>11</sup>; Aksoy and Kavvas 2005<sup>12</sup>;

---

<sup>7</sup> Kovács, A., Clement, A., 2008. Diffúz szennyezés modellezése vízgyűjtő léptékben: esettanulmány tapasztalatok, Kézirat, BME VKKT.

<sup>8</sup> Novotny, V., 2003. *Water Quality: Diffuse Pollution and Watershed Management*. John Wiley and Sons Inc., Hoboken, New Jersey, USA.

<sup>9</sup> Jetten, V.G., De Roo, A.P.J., Favis-Mortlock, D., 1999. Evaluation of field-scale and catchment-scale soil erosion models. *Catena* 37, 521–541.

<sup>10</sup> Borah, D. K., Bera, M., 2003. Watershed-scale hydrologic and nonpoint-source pollution models: Review of mathematical bases. *Trans. ASABE* 46(6): 1553–1566.

Bouraoui 1994<sup>13</sup>; Gassman et al., 2005<sup>14</sup>; Koo and O'Connell 2006a<sup>15</sup>; Koo and O'Connell 2006 b<sup>16</sup>; Quilbé et al., 2006<sup>17</sup>; Donigian and Imhoff 2009<sup>18</sup>; Kovács and Clement 2008<sup>19</sup>; Daniel et al., 2011.<sup>20</sup>

### 2.3 Napjainkban kifejlesztett modellek és alkalmazásuk

Shen és munkatársai (2012) egy áttekintést készítettek a Kínában használt diffúz modellezési eljárásokról. Először a más országokban kifejlesztett, és Kínában is széles körben alkalmazott modelleket (AGNPS, AnnAGNPS, ANSWERS, GREAMS, HSPF, SWAT) alkalmazták a diffúz szennyezések becslésére, majd összehasonlították őket és megállapították az előnyeiket és a hátrányaikat. Ezután a hazai eljárásokat tekintették át (IMPULSE model, NPSDSS rendszer). Megállapították, hogy ezek túl egyszerű felépítésűek és nem nyújtanak elég pontos becslési eredményeket. Felvázolták a kínai diffúz szennyezés modellezésének nehézségeit, valamint ajánlásokat tettek a jövőbeli kutatásokhoz.<sup>21</sup>

Nasr és Bruen (2013) tanulmányukban az ANFIS módszert alkalmazták, hogy létrehozzanak egy új, országos foszfor modellt, ami képes az átlagos évi foszfor koncentrációját megbecsülni, olyan vízgyűjtőkön is, ahol nem állnak rendelkezésre mérési eredmények. 84 különböző vízgyűjtőterület adatait használták fel az új modell kifejlesztéséhez és teszteléséhez. Megállapították, hogy az új modell lehetővé teszi az éves átlag diffúz foszforszennyezés mennyiségének becslését, amihez bemeneti adatként egyedül a vízgyűjtő terület alapvető paramétereit használták fel.<sup>22</sup>

Kovács és munkatársai (2012) munkájuk során a korábban kifejlesztett (Kovács et al. 2008)<sup>23</sup> és az azóta továbbfejlesztett PhosFate modellt alkalmazták a lebegő-

<sup>11</sup> Borah, D. K., Bera, M., 2004. Watershed-scale hydrologic and nonpoint-source pollution models: Review of applications. *Trans. ASABE* 47(3): 789–803.

<sup>12</sup> Aksoy, H., Kavvas, M. L., 2005. A review of hillslope and watershed scale erosion and sediment transport models. *Catena*, v.64, no.2-3, 2005 Dec 30, 247–271.

<sup>13</sup> Bouraoui, F., 1994. Development of a continuous, physically-based, distributed parameter, nonpoint source model. Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University.

<sup>14</sup> Gassman, P.W., Williams, J.R., Benson, V.W., Izaurralde, R.C., Hauck, L., Jones, C.A., Atwood, J.D., Kiniry, J., Flowers, J.D., 2005. Historical development and applications of the EPIC and APEX models. Working Paper 05-WP 397. CARD, Iowa State Univ., Ames, IA.

<sup>15</sup> Koo, B.K., O'Connell, P.E., 2006 a. An integrated modeling and multicriteria analysis approach to managing nitrate diffuse pollution: 1. Framework and methodology. *The Science of the Total Environment*. 359: 1–16.

<sup>16</sup> Koo, B.K., O'Connell, P.E., 2006 b. An integrated modeling and multicriteria analysis approach to managing nitrate diffuse pollution: 2. A case study for a chalk catchment in England. *The Science of the Total Environment* 358: 1–20.

<sup>17</sup> Quilbe, R., Rousseau, A. N., Lafrance, P., Leclerc, J., Amrani, M., 2006. Selecting a pesticide fate model at the watershed scale using a multi-criteria analysis. *Water quality research journal of Canada*, 41(3), 283–295.

<sup>18</sup> Donigian, A.S. Jr., Imhoff, J.C., 2002. From the Stanford Model to BASINS: 40 Years of Watershed Modeling. ASCE Task Committee on Evolution of Hydrologic Methods Through Computers. *ASCE 150th Anniversary Celebration*. November 3–7, 2002. Washington, DC.

<sup>19</sup> Kovács, A., Clement, A., 2008. Diffúz szennyezés modellezése vízgyűjtő léptékben: esettanulmány tapasztalatok, Kézirat, BME VKKT.

<sup>20</sup> Daniel, E. B., Camp, J. V., LeBoeuf, E. J., Penrod, J. R., Dobbins, J. P., Abkowitz, M. D., 2011. Watershed Modeling and its Applications: A state-of-the-art review. *Open Hydrology Journal* 5, 26–50.

<sup>21</sup> Shen, Z., Liao, Q., Hong, Q., Gong Y., 2012. An overview of research on agricultural non-point source pollution modelling in China. *Separation and Purification Technology* 84: 104–11.

<sup>22</sup> Nasr, A., Bruen, M., 2013. Derivation of a fuzzy national phosphorus export model using 84 Irish catchments. *Science of the Total Environment* 443: 539–548.

<sup>23</sup> Kovacs, A., Honti, M., Clement, A., 2008. Design of best management practice applications for diffuse phosphorus pollution using interactive GIS. *Water Sci Technol* (2008), 57(11): 1727–33.

anyag és a makro-szemcséjű kibocsájtásának és transzportjának modellezésére a Zala és a Wulka folyók hegyvidéki vízgyűjtőjén, ahol a jelentős mezőgazdasági tevékenységnek köszönhetően magas a diffúz foszfor szennyezés mértéke. A víztestekről sok mérési adat áll rendelkezésre, ami elősegíti a modell identifikálását és validálását. A modell jól szimulálja az éves lebegőanyag és foszforterhelést. A tanulmány legfontosabb következtetése, hogy a magas szennyezőanyag kibocsájtású területek, amelyek a legnagyobb mértékű folyóvízszennyezésért felelősek, a teljes vízgyűjtő terület csak néhány százalékát teszik ki. Amennyiben ezeken a területeken megvalósítják a Legjobb Gazdálkodási Gyakorlat módszereit, akkor jelentősen lehetne csökkenteni a folyóba jutó szennyezés mennyiségét. További lépésként fontosnak tartják további részletes elemzéseket elkészítését, hogy meg lehessen határozni, hogy milyen célzott menedzsmentintézkedések szükségesek ahhoz, hogy az adott területen tovább csökkentsék a szennyezés mértékét.<sup>24</sup>

Liu és munkatársai (2012) a SWAT modellt használták a Xiangxi folyó vízgyűjtőjén, hogy a különböző Legjobb Gazdálkodási Gyakorlat technikák vízszennyezés csökkentésre gyakorolt hatását vizsgálják. Elsősorban a művelési ágváltást, a trágyakezelési és a talajművelési tevékenységek hatásait szimulálták. A tanulmány eredményei elősegítik a környezetbarát földhasználat fejlődését, és segíti a gazdákat, hogy gazdaságosan és környezetkímélő módon használják a műtrágyákat és műveljék földjeiket.<sup>25</sup>

Zhang és munkatársai (2012) a FARMSCOPER modellt alkalmazták a Hampshire Avon vízgyűjtőn. A modellt Gooday és Anthony (2010)<sup>26</sup> fejlesztették ki, hogy megbecsülje a jellegzetes farm típusok szennyezőanyag kibocsátását, és hogy meghatározza a kivitelezési költségeit és hatékonyságát több olyan eljárásnak, amivel csökkenthető a mezőgazdaságból származó diffúz vízszennyezés. A FARMSCOPER több, már meglévő és széles körben alkalmazott modell felhasználásával alkották meg. A felhasznált modellek: PSYCHIC, NEAP-N, NARSES, MANNER, IPCC, valamint a NSAGA-II genetikus algoritmus. A reprezentatív farmtípusok kialakításánál a korábban kialakított (Defra, 2010)<sup>27</sup> és széles körben használt alaptípusokat használták, amit az adott vízgyűjtő terület jellegzetességeivel módosítottak. A vizsgált vízgyűjtőn az éves nitrát, foszfor, üledék, dinitrogén-oxid, metán és ammónia kibocsátás becslésére használták. A szimulációs eredmények hasznos alapot szolgáltatnak, hogy meghatározzák a beavatkozási lehetőségeket azokon a farmokon, melyek a legtöbb diffúz szennyezőanyagot bocsátják ki.<sup>28</sup>

Dunn és munkatársai (2012) az EU FP7 REFRESH projekt keretében vizsgálták az észak kelet skóciai Dee folyóba torkolló Tarland patak vízgyűjtőjét. A STREAM-N modellt használták, hogy szimulálják a jelenlegi és a jövőbeli vízszennyezést és a diffúz nitrogénszennyezést. Vizsgálataik során különféle forgatókönyveket használ-

<sup>24</sup> Kovacs, A, Honti, M, Zessner, M, Eder, A, Clement, A, Blöschl, G., 2012. Identification of phosphorus emission hotspots in agricultural catchments. *Science of the Total Environment* 433: 74–88.

<sup>25</sup> Liu, R., Zhang, P., Wang, X., Chen, Y., Shen, Z., 2013. Assessment of effects of best management practices on agricultural non-point source pollution in Xiangxi River watershed. *Agricultural Water Management* 117: 9–18.

<sup>26</sup> Gooday, R.D., Anthony, S.G., 2010. Mitigation Method-Centric Framework for Evaluating Cost-Effectiveness. Defra Project WQ0106(3). Final Report.

<sup>27</sup> Defra, 2010. Definitions of Terms used in Farm Business Management. <http://www.defra.gov.uk>. [2013.02.14.]

<sup>28</sup> Zhang, Y., Collins, A.L., Gooday, R.D., 2012. Application of the FARMSCOPER tool for assessing agricultural diffuse pollution mitigation methods across the Hampshire Avon Demonstration Test Catchment, UK. *Environmental Science & Policy* 24: 120–131.

tak, amikben változtatták a területhasználatot, a klimatikus viszonyokat, valamint a légkörből történő üledékképződést.<sup>29</sup>

Wu és munkatársai (2012) munkájukban felméri a klíma változás hatását a vízminőségre, figyelembe véve a jövőbeli földművelési típusokat, a vidéki lakóövezeteket és azok diffúz vízszennyezésre gyakorolt hatását. Szimulálták a növénytermesztésből, állattenyésztésből és a vidéki lakosság életviteléből származó jelenlegi és jövőbeli diffúz szennyezéseket a Jialing folyó vízgyűjtőjén, hogy az elkészült modell segítségével vizsgálják a globális klímaváltozás lehetséges hatásait a folyó vízminőségére. Az eredmények kimutatták, hogy júniusban a legnagyobb a nitrogén és foszforterhelés, ami összefüggésben van a csapadék mennyiségének változásával. A globális klímaváltozás hatása a szennyezésre még inkább szembevetendő, amikor összehasonlítjuk a növekvő állattenyésztés, vagy a csökkenő vidéki lakosság jövőbeli hatásaival. A lemosódás mennyiségének növekedésével körülbelül 28,6%-kal nő a nitrogénterhelés és 22,5%-kal a foszforterhelés. A földhasználat váltásnak jelentéktelen hatása van a különböző talajvédelmi intézkedéseknek köszönhetően, viszont még mindig a talajhasználatból adódó kibocsájtásnak a legnagyobb az aránya a többi szennyező forráshoz képest.<sup>30</sup>

Trevisan és munkatársai (2012) fejlesztették ki a POPEYE modellt, amit a Lac Léman tóba torkolló Venoge folyó vízgyűjtőjén, a finom és a durvaszemcsés foszfor frakciók tartózkodási idejének, az ülepedés és a felkeveredés mértékének, valamint a mederbeli üledék foszfor koncentrációjában megjelenő arányuk számítására használtak. Munkájuk során kifejlesztettek egy olyan részmodellt, mely különbséget tud tenni a pontszerű és a diffúz forrásból érkező foszfor-szennyezések között.<sup>31</sup>

**1. táblázat • Diffúz szennyezés modellek és jellemzőik**

Model elnevezése	Szerzők	Fejlesztési cél	Terület lépték	Időlépték
SWAT (Soil and Water Assessment Tool)	Arnold et al., 1995 <sup>32</sup>	Lebegőanyag, tápanyag és növényvédőszer transzportja, vízgyűjtő menedzsment	Kis és közepes vízgyűjtő	Nap
PhosFate (PhosphorusFate)	Kovács et al., 2008	Felszíni lefolyással és erózióval közvetített P terhelés, BMP eszközök tervezése	Kis és közepes vízgyűjtő	Éves átlag
FARMSCOOPER (Farm Scale Optimisation of Pollutant Emission Reductions)	Gooday and Anthony, 2010	Diffúz szennyezések meghatározása farm szinten, szennyezés csökkentő eljárások költség és hatékonyság elemzése, használatuk optimalálása	Közepes vízgyűjtő	Nap, hónap, éves átlag

<sup>29</sup> Dunn, S. M., Castellazzi, M., Shahgedanova, M., Jackson-Blake, L., Brown, I., Sample, J., Helliwell, R. C., 2012 Modelling scenarios of land use and climate change on diffuse pollution from agricultural nitrate. *BHS Eleventh National Symposium, Hydrology for a changing world*, Dundee.

<sup>30</sup> Wu, L., Long, T.-y., Liu, X., Guo, J.-s., 2012. Impacts of climate and land-use changes on the migration of non-point source nitrogen and phosphorus during rainfall-runoff in the Jialing River Watershed, China *Journal of Hydrology* 475: 26–41.

<sup>31</sup> Trevisan, D., Quélin, P., Barbet, D., Dorioz, J.M., 2012. POPEYE: A river-load oriented model to evaluate the efficiency of environmental policy measures for reducing phosphorus losses. *Journal of Hydrology* 450–451: 254–266.

<sup>32</sup> Arnold, J. G., Srinivasan, R., Muttiah, R. S., Williams, J. R., 2007. Large area hydrologic modeling and assessment part I: Model development I. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 34(1), 73–89.

STREAM-N (STorage REsidence time And Mixing for N)	Dunn et al., 2012	Jelenlegi és jövőbeli víz- és diffúz nitrogénzennyezés szimulálása	Kis vízgyűjtő	Nap
POPEYE (PhOsPhorus Evaluation of the efficiencY of Environmental policy measures)	Trevisan et al., 2012	Foszfor típusok mennyiségé- nek, transzportjának, meder- beli arányának becslése, diffúz és pontszerű foszforki- bocsátás megkülönböztetése	Kis vízgyűjtő	Hét
New national P model	Nasr and Bruen, 2012	Átlagos évi orto-foszfát ion mennyiségének becslése, a nem monitorozott vízgyűjtő- kőn	Kis, közepes és nagy vízgyűjtő	Éves átlag

*Forrás: saját szerkesztés*

#### 4. Tapasztalatok értékelése

Az integrált vízgyűjtő modellek egyik legjelentősebb előnye, hogy kevés bemeneti adat felhasználásával is viszonylag pontos becsléseket adnak eredményül. A legnagyobb hátrányuk viszont az, hogy a diffúz szennyezések meghatározásának komplexitása miatt, sokhelyütt becsléseket, vagy éves átlag mennyiségeket (országos statisztikai adatok, előző éves adatok) használnak fel a modellek input adataiként. Ezeket a bemeneti adatokat általában térinformatikai eszközök segítségével képezik le a modell számítási léptékére, ami a legtöbb esetben a cella. Ez az eljárás tovább növeli a pontatlanságot, hiszen becsült vagy átlag mennyiségekből generálják a cella szintű bemeneti adatokat anélkül, hogy megvizsgálnák, hogy az adott cellára számolt mennyiség megfelel-e a valóságnak.

A másik oldalról viszont léteznek olyan részletes tábla léptékű modellek (pl.: Warsta és munkatársai által létrehozott FLUSH modell),<sup>33</sup> mellyel parcella szinten lehet számolni a háromdimenziós hidrológiai folyamatokat, mint például a felszíni lefolyás, diffúz szennyezések transzportja, a felszín alatti vizekbe való beszívargás. Ezen módszereket a nagymennyiségű adatigényük, részletességük miatt kizárólag kisebb területeken, és leginkább kutatási célra lehet jelenleg alkalmazni.

A két szélsőséges eset között célszerű lenne létrehozni egy olyan megoldást, melyben az adott terület jellegzetességeiből kiindulva, a FARMSCOPER modellben használtakhoz hasonló reprezentatív területtípusokat hoznánk létre. A területtípusok bemeneti adataként nem éves átlagmennyiségeket használnánk fel, hanem az adott vízgyűjtőterületen gazdálkodók termelési adatait. Ebben segítséget nyújthatnak a kötelezően előírt adatszolgáltatások, mint például a permetezési naplóban nyilvántartott növényvédelmi kezelések és a gazdálkodási naplóban vezetett szerves- és műtrágyázási tevékenységek információtartalma. Tovább növelné az adatok pontosságát, hogyha olyan termelőktől gyűjtenénk adatokat, akik területeiken alkalmazzák a precíziós gazdálkodás eszközeit. A modellezni kívánt vízgyűjtőterületről származó adatokkal feltöltött reprezentatív területtípusok adattartalmát a térinformatikai eszközök segítségével lehetne a velük azonos területekre átmásolni, így az összes területre a

<sup>33</sup> Warsta, L., Karvonen, T., Koivusalo, H., Paasonen-Kivekäs, M., Taskinen, A., 2013. Simulation of water balance in a clayey, subsurface drained agricultural field with three-dimensional FLUSH model. *Journal of Hydrology* 476: 395–409.

helyben mért adatok kerülnének, amivel növelni lehetne a szimulációs eredmények pontosságát.

## 5. Összefoglalás

Jelen munkának az volt a célja, hogy a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt részeként áttekintse a szakirodalomban fellelhető modellezési eljárásokat, melyekkel vizsgálni lehet a mezőgazdasági termelés hatására a felszíni vizekbe jutó pontszerű és diffúz szennyezéseket.

Első lépésként áttekintettük a vízszennyezéssel kapcsolatos ismereteket, a vizet érő szennyeződések, azok terjedésének lehetőségeit és származási helyeit. Ezután célzottan a mezőgazdasági termelés hatására a felszíni vizekbe jutó szennyezésekkel foglalkoztunk. Megállapítottuk, hogy a mezőgazdálkodásból érkező pontszerű szennyezések kizárólag a telephelyek szennyvíz kibocsátásából adódnak, így ezzel a területtel tovább nem foglalkoztunk. Áttanulmányoztuk a diffúz szennyezésekkel, azok modellezési lehetőségeivel kapcsolatos szakirodalmakat. Áttekintettünk néhány napjainkban kialakított modellezési eljárást, és azok használhatóságát.

A napjainkban kifejlesztett modellek többsége integrált vízgyűjtő modell, és sok különböző részmodellből épülnek fel. A sok részmodell alkalmazása egyre összetettebb problémák megoldására teszi képessé őket, a szennyezőanyagok terjedésének egyre pontosabb becslésén keresztül, a BMP eszközök alkalmazásának értékelésén át, egészen a jövőbeli vízszennyezések szimulálásáig.

## Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

## Felhasznált irodalom

- 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet, <http://www.fvm.hu>. [2013.02.20.]
- Aksoy, H., Kavvas, M. L., 2005. A review of hillslope and watershed scale erosion and sediment transport models. *Catena* v.64, no.2–3, 2005 Dec 30, 247–271.
- Arnold, J. G., Srinivasan, R., Muttiah, R. S., Williams, J. R., 2007. Large area hydrologic modeling and assessment part I: Model development1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 34(1), 73–89.
- Az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv kézirata. 2009. <http://www.vizeink.hu>. [2013.01.11.]
- Borah, D. K., Bera., M., 2003. Watershed-scale hydrologic and nonpoint-source pollution models: Review of mathematical bases. *Trans. ASABE* 46(6) 1553–1566.
- Borah, D. K., Bera., M., 2004. Watershed-scale hydrologic and nonpoint-source pollution models: Review of applications. *Trans. ASABE* 47(3) 789–803.0
- Bourouai, F., 1994. Development of a continuous, physically-based, distributed parameter, nonpoint source model. Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Daniel, E. B., Camp, J. V., LeBoeuf, E. J., Penrod, J. R., Dobbins, J. P., Abkowitz, M. D., 2011. Watershed Modeling and its Applications: A state-of-the-art review. *Open Hydrology Journal* 5, 26–50.

- Defra, 2010. Definitions of Terms used in Farm Business Management. <http://www.defra.gov.uk> [2013.02.14.].
- Donigian, A.S. Jr., Imhoff, J.C., 2002. From the Stanford Model to BASINS: 40 Years of Watershed Modeling. ASCE Task Committee on Evolution of Hydrologic Methods Through Computers. *ASCE 150th Anniversary Celebration*. November 3–7, 2002. Washington, DC.
- Dunn, S. M., Castellazzi, M., Shahgedanova, M., Jackson-Blake, L., Brown, I., Sample, J., Helliwell, R. C., 2012 Modelling scenarios of land use and climate change on diffuse pollution from agricultural nitrate. *BHS Eleventh National Symposium, Hydrology for a changing world*, Dundee
- Gassman, P.W., Williams, J.R., Benson, V.W., Izaurrealde, R.C., Hauck, L., Jones, C.A., Atwood, J.D., Kiniry, J., Flowers, J.D., 2005. Historical development and applications of the EPIC and APEX models. Working Paper 05-WP 397. CARD, Iowa State Univ., Ames, IA.
- Gooday, R.D., Anthony, S.G., 2010. Mitigation Method-Centric Framework for Evaluating Cost-Effectiveness. Defra Project WQ0106(3). Final Report.
- Hazánk környezeti állapota. 2010. <http://www.kvvm.gov.hu>. [2012.12.17.]
- Jetten, V.G., De Roo, A.P.J., Favis-Mortlock, D., 1999. Evaluation of field-scale and catchment-scale soil erosion models. *Catena* 37, 521–541.
- Koncsos, L., 2011. *Környezeti rendszerek modellezése* MSc jegyzet, BMEE-OVKMIT3.
- Koo, B.K., O'Connell, P.E., 2006 a. An integrated modeling and multicriteria analysis approach to managing nitrate diffuse pollution: 1. Framework and methodology. *The Science of the Total Environment* 359: 1–16.
- Koo, B.K., O'Connell, P.E., 2006 b. An integrated modeling and multicriteria analysis approach to managing nitrate diffuse pollution: 2. A case study for a chalk catchment in England. *The Science of the Total Environment*. 358: 1–20.
- Kovacs, A, Honti, M, Clement, A., 2008. Design of best management practice applications for diffuse phosphorus pollution using interactive GIS. *Water Sci Technol* (2008), 57(11), 1727–33.
- Kovacs, A, Honti, M, Zessner, M, Eder, A, Clement, A, Blöschl, G., 2012. Identification of phosphorus emission hotspots in agricultural catchments. *Science of the Total Environment* 433: 74–88
- Kovacs, A., Clement, A., 2008. Diffúz szennyezés modellezése vízgyűjtő léptékben: esettanulmány tapasztalatok, Kézirat, BME VKKT
- Liu, R., Zhang, P., Wang, X., Chen, Y., Shen, Z., 2013. Assessment of effects of best management practices on agricultural non-point source pollution in Xiangxi River watershed. *Agricultural Water Management*, 117, 9–18.
- Marton, I., 2005. A Balaton vízgyűjtőjén folyó mezőgazdasági termelés hatása a tö környezeti állapotára. *Gazdálkodás* 49, 2, 72–78
- Nasr, A., Bruen, M., 2013. Derivation of a fuzzy national phosphorus export model using 84 Irish catchments. *Science of the Total Environment* 443: 539–548.
- Novotny, V., 2003. *Water Quality: Diffuse Pollution and Watershed Management*. John Wiley and Sons Inc., Hoboken, New Jersey, USA.
- Quilbe, R., Rousseau, A. N., Lafrance, P., Leclerc, J. Amrani, M., 2006. Selecting a pesticide fate model at the watershed scale using a multi-criteria analysis. *Water quality research journal of Canada* 41(3), 283–295.
- Shen, Z., Liao, Q., Hong, Q., Gong Y., 2012. An overview of research on agricultural non-point source pollution modelling in China. *Separation and Purification Technology* 84: 104–11.

- The EU Water Framework Directive – integrated river basin management for Europe. 2010. <http://ec.europa.eu>. [2013.02.12.]
- Trevisan, D., Quétin, P., Barbet, D., Dorioz, J.M., 2012. POPEYE: A river-load oriented model to evaluate the efficiency of environmental policy measures for reducing phosphorus losses. *Journal of Hydrology* 450–451: 254–266.
- Warsta, L., Karvonen, T., Koivusalo, H., Paasonen-Kivekäs, M., Taskinen, A., 2013. Simulation of water balance in a clayey, subsurface drained agricultural field with three-dimensional FLUSH model. *Journal of Hydrology* 476: 395–409.
- Wu, L., Long, T.-y., Liu, X., Guo, J.-s., 2012. Impacts of climate and land-use changes on the migration of non-point source nitrogen and phosphorus during rainfall-runoff in the Jialing River Watershed, China *Journal of Hydrology* 475: 26–41.
- Zhang, Y., Collins, A.L., Gooday, R.D., 2012. Application of the FARMSCOPER tool for assessing agricultural diffuse pollution mitigation methods across the Hampshire Avon Demonstration Test Catchment, UK. *Environmental Science & Policy* 24: 120–131.



## **ZÁRÓ TANULMÁNY**



## Tudományos kutatások a Balaton régióban

Horváthné Szigedi Katalin,\* Fehér András,\* Szabó Sára,\* Kutics Károly\*\*

**Abstract** **Scientific research in Balaton Region.** During the past decades several researches have been published on Lake Balaton Region from the fields of both natural sciences and social sciences. The main objective of this paper is to select and briefly introduce the main researches. Based on these researches we identified certain correlations between the researches of the two disciplines. In addition, our aim was to explore the reasons of the lack of parallelisms between the different studies.

Amongst researches of natural sciences we highlighted the studies on water quality and water levels of Lake Balaton, furthermore we summarized the most important researches and studies based on their subjects since the system change in Hungary.

The tradition of social researches is much shorter, than the tradition natural researches, it only goes back to a few decades. The comprehensive social and sociological exploration of Balaton region began in the 1990s. Within the analysis of the social science researches emphasis was placed on the relevant studies of the Lake Balaton Development Council. We discussed the studies of demographic situation and demographic trends, examination of non-profit sector, the analysis of small and medium enterprise sector, the effects of foreign real estate purchases on local population. In addition we examined the social science researches on water supplementation, and explored the effects of the national media on Lake Balaton Region.

In the context of Lake Balaton Project the Lake Balaton Featured Holiday Resort, the definition of Lake Balaton Region, and the territorial coverage was presented. In this context, scientific results were analysed to date on Lake Balaton, and it's regional policy and the problem of regional classification and spacial planning based on the Act XXI of 1996 on regional development and physical planning, and the National Regional Development Concept (NRDC). The problems of developmental opportunities and the difficulties of assessment of tender opportunities were introduced.

The programs and concepts that define the directions of environmental, employment, tourism issues were assessed, like the National Regional Development Concept, Balaton Act, the long term development concept of Lake Balaton Featured Holiday Resort and the strategic programs encompassing the 2002–2006 and the 2007–2017 periods.

---

\* Kaposvári Egyetem, Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Doktori Iskola  
Email: horvathne.katalin@ke.hu

\*\* Kaposvári Egyetem Balaton Kutatóintézet  
Email: kutics.karoly@chello.hu

We gained an insight into the objectives of LIFE III. Community Program and the targets of the previous LIFE community program established by the European Union in order to offer support, hence this is the reason of our country's joining to the program in 2001. Earlier, in 2006 Lake Balaton Project (Lake Balaton Life Project) intended to establish an Integrated Decision Support System, the aim of the development was to achieve sustainable tourism. In addition to the current topics a Project Report was discussed that contained the sociological examinations of Ibolya Bokor, Gábor Dombi, Miklós Oláh and Tamás Retz, it further involved the studies of Gábor Dombi and Tamás Retz on the population and the national and foreign tourists of the Lake Balaton Feautred Holiday Resort.

On the basis of the collected natural science researches it can be clearly stated, that they contributed to the improvement of water quality and to the development of Lake Balaton's ecology. Regarding to the researches of the socio-economic status of Lake Balaton, we have to admit, that they should have started much earlier in order to ground the effective operation of the Lake Balaton Region. It is possible that the lack of sociological and economic research has also contributed to the declining position of the Lake amongst the tourist destinations until today.

**Keywords** Társadalomtudományi kutatások • Természettudományi kutatások • Balaton Region • Balaton Fejlesztési Tanács • Lake Balaton

## 1. Bevezetés

A cikkünk segítségével feltérképezzük, hogy az elmúlt évtizedek során, melyek voltak a legfontosabb tudományos kutatások a Balatonnal kapcsolatban. Az elemzésünk során két fő területre összpontosítunk: a természettudományi- és társadalomtudományi kutatásokra. A hangsúlyt az ezredforduló utáni években végzett kutatásokra helyezzük. Legfontosabb célunk, hogy az előbb említett két tudományág kutatásai közötti kapcsolatokat felfedezzük. Ezek hiányában az okokat elemezzük. A tudományos kutatások jelen feldolgozása nem teljeskörű, így a későbbiek során még bővíteni fogjuk az elemzést. Ennek folytatását egy következő cikkben jelentetjük meg.

## 2. A Balaton Régió természettudományi kutatásainak áttekintése

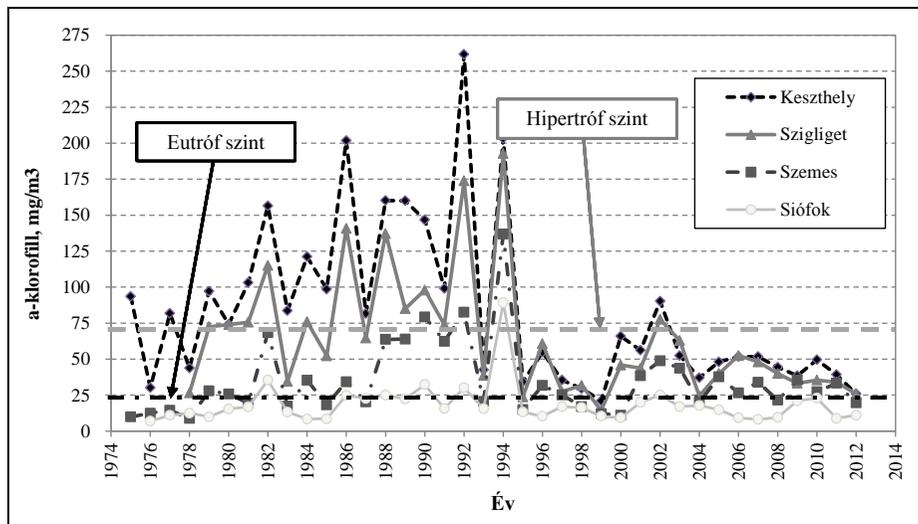
A Balaton terepmunkán alapuló tudományos földrajzi kutatása Lóczy Lajos akadémikus, tanszékvezető, egyetemi tanár nevéhez fűződik, aki 1891-ben létrehozta a Balaton Bizottságot. Az ezt követő három évtized alatt a kutatócsoport feltárta a Balaton geológiáját, klimatológiáját, hidrográfiáját, a Balaton vizének kémiai tulajdonságait, élőlényeit, a környék néprajzát, régészetét, történetét. A tudományos kutatómunka eredménye egy 32+1 kötetes csaknem 3000 oldal terjedelmű enciklopédikus mű. A hatalmas volumenű munka azonban nem volt teljes értékű földrajzi monográfia, mivel hiányoztak a geomorfológiai valamint a társadalom-földrajzi elemzések. Lóczy Lajos halála előtt megjelentette *A Balaton földrajzi és társadalmi állapotainak leírása* című művét, amelyben kísérletet tett a társadalomföldrajzi hiányosságok pótlására (Lóczy et al., 1897–1918; vö. Bokor et al., 2011).

A következő évtizedekben Cholnoky Jenő illetve Bulla Béla tűzték ki célul a Balaton átfogó monográfiájának elkészítését, azonban a körülmények nem tették

lehetővé egy ilyen nagyszabású kutatómunka kivitelezését. A későbbiekben tovább folytak a természetföldrajzi, illetve a Balaton turisztikai célú hasznosításának fejlődésével párhuzamosan, a gazdaságföldrajzi kutatások. Azonban központi irányítás nélkül a tudományterületeket átfogó, összefoglaló mű nem született. Az első Balaton monográfia megírása 1974-ig váratott magára (Tóth, 1974).

A növekvő idegenforgalom, terület beépítések, fellendülő mezőgazdasági és ipari termelés hatására a Balaton környezeti terhelése jelentősen megnőtt. A környezeti problémákra először a halpusztulások hívták fel a figyelmet. Az első tömeges halpusztulás 1965-ben történt, feltehetőleg klórozott szénhidrogének felhalmozódásának eredménye képpen 500 tonna hal pusztult el. Tíz évvel később, 1975-ben 70 tonna hal pusztult el elsősorban az erős algavirágzásnak és az ezzel járó rendkívüli mértékű biomasszájának tulajdoníthatóan (Bíró, 2002). A növényi tápanyagok feldúsulása, az eutrofizáció veszélyének felismerését követően, a Balaton vízminőségének védelme az 1970-es évek második felében kapott kiemelt szerepet, majd a kormányzati szintű intézkedések 1983-tól felgyorsultak, amelyeknek konkrét kiváltója az 1982-es, addigi legnagyobb kékalgá virágzás volt. A vízminőség javítására irányuló intézkedések a tó foszfor terhelésének csökkentését célozták. Döntés született a Kis-Balaton Vízminőségvédelmi Rendszer kialakításáról (amelyet gyakran a Kis-Balaton „helyreállítása”-ként említene); a szennyvíz elvezetés és tisztítás fejlesztéséről, a foszfor kibocsátási határértékek szigorításáról, amely a szennyvíztisztító telepeken a foszfor leválasztás bevezetését vonta maga után; a tisztított szennyvizek jelentős részének más vízgyűjtőre történő kivezetéséről; a higrágyás állattartás betiltásáról; a Keszthelyi medence lepelkotrásáról. A mezőgazdasági műtrágya-felhasználás drasztikus, mintegy 85–90%-os csökkenése nem tervezett intézkedés volt, hanem a rendszerváltás „spontán” következménye (Kóbor et al., 2012), de igen jótékonyan hatott a Balaton vízminőségére (1. ábra).

**1. ábra • Az a-klorofill koncentráció éves maximumainak változása a Balaton 4 medencéjének nyílt vizében**



Adat forrás: KDT KTVF (a Keszthelyi öböl adatai 1975–80 között a Zala torokhoz közelebbi, 1981-től a tóközépi mintavételi helyre vonatkoznak)

A nemzetközi tudós társadalom felhívásának eredményeként, az OECD már 1968-ban felismerte az állóvizek antropogén eutrofizációjában rejlő veszélyeket (OECD, 1982). Ennek folyományaként az OECD 1973-ban átfogó, világméretű kutatási programot indított az eutrofizáció okainak és a beavatkozási lehetőségek feltárása érdekében. A program, 139 tó (köztük 32 sekély tó) vízminőségi és tápanyagterhelési adatainak elemzésén keresztül, fontos ok-okozati összefüggéseket állapított meg a vízgyűjtő használata és a vízminőség között. Mivel abban az időben Magyarország még nem volt az OECD tagja, sajnos a Balaton kimaradt e programból, noha a 139 tó nagyobb része jóval kisebb társadalmi-gazdasági és ökológiai jelentőséggel bír, mint a Balaton.

Az OECD program érdemi munkájának lezárása időszakában (1979) a Magyar Tudományos Akadémia az ausztriai International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)-val együttműködve nemzetközi kutatási projektet indított a Balaton eutrofizációjának kutatása céljából. A projekt eredménye a Balaton Eutrofizációs Modell (BEM, Kutas és Herodek, 1986), a rendszeres tápanyagterhelés becslés meghonosítása, a monitoring rendszer javítása, számos tudományos publikáció és egy könyv (Somlyódy, L., G. van Straten (1986)). Az IISA projekt éppen lezárásához közeledett, amikor az 1982-es nagy algavirágzás bekövetkezett. A projekt számos hasznos javaslattal járult hozzá a következő évben megfogalmazott MT határozathoz.

A Balaton foszfor terhelése az 1990-es évek elejére 30-50 %-kal csökkent, azonban éppen az 1991-1994 közötti időszak nevezhető a balatoni vízminőség mélypontjának. Az 1991 és 1992 évi nagy angolna pusztulás, majd az 1994 évi történelmi méretű kékalga virágzás további intézkedési tervek és a Balaton Fejlesztési Tanács létrehozását eredményezte. A Balaton természettudományos kutatása a rendszerváltozás utáni válságos néhány évet követően újabb lendületet vett, amelyet elősegített több nemzetközi projekt (TAS Balaton 1997-2000, JICA 1997-1999, 2001-2003) is. A Balatoni Integrációs Kht. 2000-ben létrehozta társadalomtudományi kutatócsoportját, és ugyanezen évtől kezdve új rendszer alakult ki a Miniszterelnöki Hivatal által támogatott kutatások finanszírozására és ellenőrzésére („A Balaton kutatás újabb eredményei” évi összefoglaló kötetek).

A vízminőség a Balaton két nyugati medencéjében 1980 és 1994 között folyamatosan hipertróf (rossz), a Szemesi medencében eutróf (elfogadható), a Siófoki medencében – kevés kivétellel – mezotróf (jó) állapotú volt. A víz minősége 1995-től kezdődően javult, és a 2000–2003 közötti alacsony vízállású (lefolyástalan) időszakról eltekintve jellemzően jó, vagy elfogadható minőségű volt. A vízminőség javulás késésnek az okát a legtöbb kutató az üledékben a korábbi évtizedekben felhalmozódott, biológiailag hozzáférhető foszfor készletek (belső terhelés) lassú csökkenésében látja.

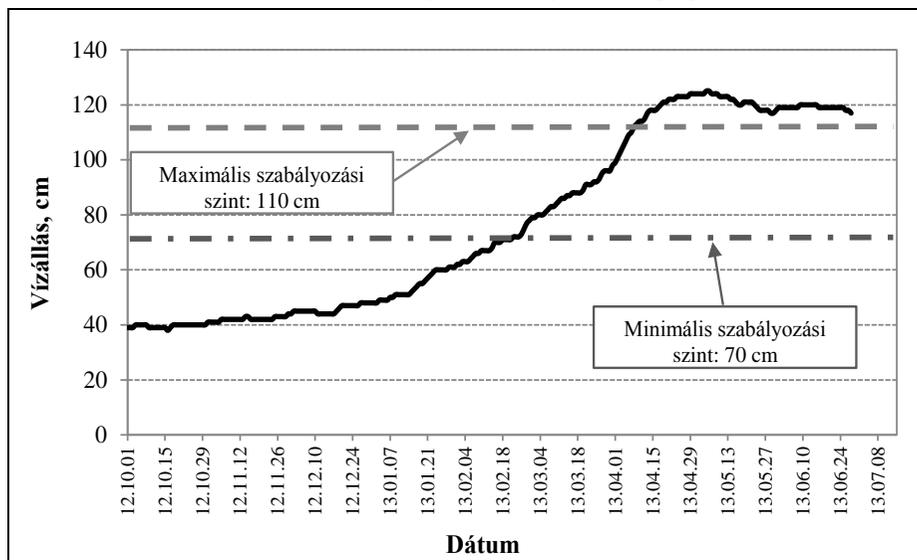
Az angolna telepítés megtiltása után a kereskedelmi halászat, amelynek gazdasági jelentősége már az 1960-as évektől kezdve kicsiny volt, tovább marginalizálódott, és a lefolyástalan időszakban – többek között a minimális ráfordítású angolna csapdázás hiányában – sorsa megpecsételődött. Az utóbbi években a balatoni halászat nonprofit zrt. formájában működik.

Németh és Bíró (2012) szerint: „A tó biológiai feltárása döntő mértékben az MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet feladata volt (újabb nevén 2012. január 1-től: MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet), s ma is az. A kutatások felölelik a Balaton és vízgyűjtőjén lévő álló- és folyóvizek vízkémiájának (pl. nitrogénforgalmának) részletes feltárását, a halállományok változásainak nyomonkövetését, a vízállásváltozások biológiai hatásait, az algák és gyökeres növények, a zooplankton és zoobentosz fajegyütteseinek tanulmányozását.” A

Balaton vízminőségével kapcsolatos, közvéleményt érintő témákban a 2000-ben üzembe helyezett a Balaton és Velencei-tó információs és tájékoztató rendszere újított felvilágosítást, ami az EU és az OECD minősítő rendszere alapján értékeli a begyűjtött adatokat. A vízrajzi észlelőhálózat üzemeltetésével, az észlelt adatok feldolgozásával, a Balaton vízmérlegének elkészítésével, a vízügyi kezelésű partfalak fenntartásával, a nádasok kezelésével, a balatoni hajózás feltételeinek biztosításával a Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság Balatoni Vízügyi Kirendeltsége foglalkozik.

A ma működő vízszint szabályozás 2002 óta van érvényben, miszerint a tó vízszintjének maximális értéke 110 cm, minimális értéke 70 cm a siófoki vízmérce 0 pontjához viszonyítva. A természetes vízkészletváltozás 2000 és 2003 között folyamatosan negatív előjelű volt, majd 2004-től pozitív irányba változott és egészen 2012 márciusáig a minimális szabályozási szint felett sikerült tartani a vízszintet. A 2012-es év rendkívüli aszálya aggodalomra adott okot mind a mezőgazdaság, mind a turizmus szereplőinek. A jelenlegi állapotot a 2. ábra mutatja be, amelyről leolvasható, hogy a nagy mennyiségű téli és tavaszi csapadék következtében a Balaton vízszintje rendkívül gyorsan megemelkedett. Az ábra arra is rámutat, hogy a jelenleg érvényes szabályozási tartomány nem tartható, a vízszint a vizsgált időszakban csak kb. másfél hónapig volt a kívánt tartományban. A vízszint szabályozás rendjének felülvizsgálata elengedhetetlen.

**2. ábra • A Balaton átlagos vízállásának változása  
2012. október elejétől 2013. június végéig**



Adatforrás: [www.hydroinfo.hu](http://www.hydroinfo.hu)

A két társadalmi szinten is legjelentősebb tényező, a vízminőség és vízszint tárgyalása után az 1. táblázatban összefoglaljuk a Balaton természettudományos kutatásával kapcsolatos kutatásokat és publikációkat a rendszerváltás óta. A lista nem teljeskörű, azonban a legfontosabbnak ítélt kutatási témákat tartalmazza.

**1. táblázat • A Balatonnal kapcsolatos legfontosabb természettudományi kutatások a rendszerváltás óta**

Szerzők	Természettudományi témakörben megjelent tanulmányok és kutatások
Balatoni Limnológiai Kutatóintézet legfontosabb kutatási területei 1999–2009 között	A balatoni fitoplankton nitrogénigénye és a különböző nitrogénforrások jelentősége.
	Oldott szervesanyagok (döntően huminanyagok) szerepe a Balaton vízminőségének alakításában.
	A mikrobiális plankton foszforforgalma.
	A Balaton algaegyütteseinek szerepe és szabályozó tényezői.
	A balatoni fitoplankton tér- és időbeli mintázata.
	A makrofitonok elterjedését befolyásoló tényezők a Balatonban.
	A balatoni zooplankton struktúrája és funkciója 1999 és 2008 között.
	A Balaton bevonatlakó gerinctelen állatvilága 1999-2008-ban.
	A Balaton és vízgyűjtőjének természetes halfaunája.
	Halállományok eloszlása és a betelepített halfajok állománya a Balatonban.
	Környezettoxikológiai kutatások a Balatonon.
	Gazdasági és társadalmi folyamatok a Balaton régióban.
	Behurcolt állatfajok. A Balaton parti övének gerinctelen állatai, haltáplálék szervezetek.
	A Balaton ökológiai értékelése az árvaszűnyog lárvák alapján.
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszéke	A vízszint változásának hatása a Balaton ökológiai állapotára.
	A berekvizek szintszabályozása az M7 autópálya Nagybereken átvezető szakaszán.
	A vízpótlás hatása a Balaton és a Zala vízének ionösszetételére.
	A szabályozási szint emelése a Balatonban: Lehetőségek és korlátok.
	A Balaton vízháztartási viszonyainak vizsgálata.
	A rábai vízpótlás hatása a vízjárásra és a Keszthelyi-medence foszforterhelésére.
	A Balaton vízminőségi állapotának értékelése.
	A Balaton ökológiai állapotának értékelése a zooplankton alapján.
	A Balaton vízháztartásának statisztikai vizsgálata.
Pannon Egyetem	Evapotranszpiráció mérése természetű növényeken és a Balaton, illetve a Kis-Balaton növényállományán.
	A Balaton vízháztartásának elemzése, párolgás számítás és mérés módszertani és területi kérdései
	Fonalas zöldalga és fitobentosz fotoszintézise

	Fitoplankton és fitoplankton közösségek jellemzése Ökológiai állapotértékelés, kovaalgák Talajok foszfor tartalma, foszfor trágyázás Tajalerózió mérése, modellezése
MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet	Vízminőség védelmi környezetkímélő termeszési technológia alkalmazása a Balaton vízgyűjtő területén.
Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet (VITUKI)	A Balaton vízpótlási lehetőségének vizsgálata.
	A Balaton vízháztartásának aktuális kérdései. A Balaton vízháztartási folyamatainak értékelése.
	A Balaton tápanyagterhelésének vizsgálata
	A Balaton vízháztartásának a közelmúlt években tapasztalt szélsőségei
Balaton Fejlesztési Tanács	A Balaton vízpótlási lehetőségeinek vizsgálata.
	Baltoni mederkotrás anyagok elhelyezési lehetőségei.
	A Balaton északi partján a strandok és közösségi vízhasználati területek mederviszonyai, állapota és feliszapoltsága.
Balatonkutatói Alapítvány	Az alacsony vízállás hatása a Balaton életére.
	Új és eddig nem vizsgált jelenségek a Balatonban.
	A Balaton halbiológiai kutatásának haszna.
	A Balaton vízállásának alakulása.
	Földhasználat a Balaton vízgyűjtőjén és a tó állapota.
	Pontokáspi inváziós gerinctelen fajok dominálnak a Balaton parti övében.

Forrás: Balatonkutatói Alapítvány honlapja, 2013; Balatonfejlesztési Tanács, 2012; Bíró és Banczerowski, 2009 alapján saját szerkesztés; Pannon Egyetem honlapja

A Balaton és környezete az elmúlt kétszáz év során végrehajtott erőteljes tájformálásnak köszönhetően a természetes tóból, egy bizonyos mértékben szabályozott, de még önszabályozó tóvá vált. Betudható ez a különféle mesterséges humántevékenységeknek pl. vízszintszabályozás, part menti területek kezelése, nádasok helyének meghatározása, feltöltődés mértékének csökkentése (kotrások), élővilág gazdaságának szabályozása (Buday-Sántha, 2007). A Balatonnal kapcsolatos társadalomtudományi kutatásoknak nincs olyan nagy hagyományuk, mint a természettudományiaknak, mindössze néhány évtizedre nyúlnak vissza. Az 1990-es évektől kezdve kezdtek el társadalomtudományi és szociológiai szempontból is erőteljesebben kutatni a Balatont. Az ezredforduló után ezeknek a kutatásoknak az aránya különösen megnőtt. Köszönhetően a rendszerváltozás eredményeként létrejött nagyobb kutatói szabadságnak, és annak, hogy egyre több olyan szervezet jött létre, amelyeknek központi témát jelentett a Balaton és környezetének társadalmi-gazdasági vizsgálata. Az ezredfordulót követő három év során különösen nagy szárazság jellemezte hazánkat. Ennek köszönhetően veszélyesen alacsony lett a Balaton vízszintje (minimum: 23 cm). A kutatók ezekben az években számos Balaton kutatást végeztek annak érdekében, hogy valamilyen módon értékeljék a helyzet súlyosságát és meghatározzák a lehetséges

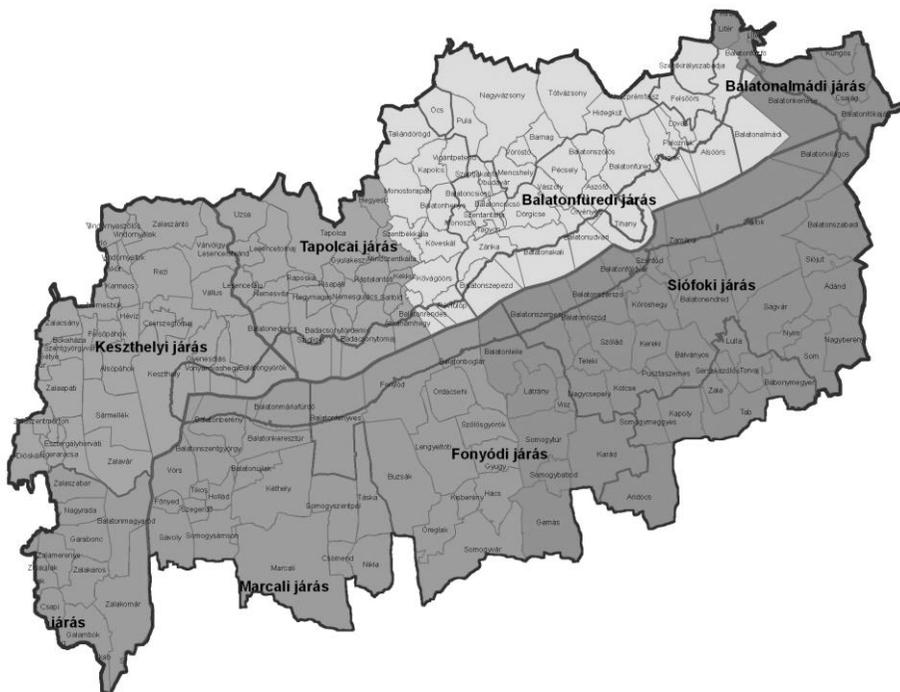
megoldások irányait. Azaz feltárják, – kutatásokkal alátámasztva – hogy ökológiai, illetve társadalmi-gazdasági értelemben szükséges-e a helyzetet mesterségesen változtatni, vagy a természet „megoldásai” elegendőek, illetve az emberi tevékenységgel súlyosbított természeti változásokhoz való alkalmazkodás lehetősége

### 3. A Balaton Régió társadalomtudományi kutatásainak elemzése és kapcsolódási pontok a természettudományi kutatásokkal

Mielőtt sorra vennénk az elvégzett kutatásokat, bemutatjuk a Balaton Régió közigazgatási és statisztikai jellemzőit.

Fontos kiemelnünk, hogy a területfejlesztésről és területrendezésről szóló 1996. évi XXI. Törvény és az Országos Területfejlesztési Koncepció (OTK) alapján folytatott regionális politika és területi tervezésnél a Balaton Régió nem számít bele a hét tervezési- statisztikai régióba. Területéhez tartoznak a három statisztikai régió azon települései, melyeket a Balaton Törvény (2000. évi CXII. Törvény) a Balaton Kiemelt Üdülőkörzetbe tartozó településeként meghatároz.

#### 1. térkép • A Balaton Kiemelt Üdülőkörzete



Készült: a SMKH ÉÖH Állami Főépítészeti Iroda (2013) térképe feldolgozásával

A BKÜ, azaz a *Balaton Kiemelt Üdülőkörzet* (1. térkép) az a terület, mely a Balaton körül szervesen kapcsolódik annak turisztikájához. A Balaton Régió, azaz más néven a BKÜ övezete a tó területével együttesen 3780 km<sup>2</sup>. A régió településeinek földrajzi helyzete nagymértékben befolyásolja a gazdasági, társadalmi viszonyait. A Balaton Törvény szerint 179 település tartozik a régióhoz, amelyből 51 település minősül parti és partközeli településnek, és 44 (az önállósult Balatonakarattyát is

beleértve) rendelkezik fizikailag is balatoni partszakasszal. Az uniós támogatásokból a BKÜ közvetlenül (ROP) nem részesülhet, mivel nem számít önálló tervezési-stratégiai régiónak (Varga, 2006).

A BKÜ három NUTS-2 szintű statisztikai régióhoz, három megye (Somogy, Zala, Veszprém) közigazgatási területéhez tartozik, 13 statisztikai kistérséget és 11 járást érint, ezért fejlesztési lehetőségei nehézkesek. Nehézség, hogy a megyeszékhelyek és régióközpontok távol helyezkednek el egymástól, a fejlesztési támogatásokért pedig három különböző regionális fejlesztési tanácshoz kell beadni pályázatukat a balatoni szervezeteknek, turisztikai vállalkozóknak, önkormányzatoknak. Ez a közigazgatási és területfejlesztési pozíció lehet egyik oka a területi fejlődési különbségeknek: a Közép-Dunántúli Régió területéhez tartozó északi-part fejlődése (pl.: Balatonfüred) jobban érzékelhető, mint a Nyugat-Dunántúlihoz tartozó terület (kivételt képez talán Keszthely és Hévíz). A Dél-Dunántúli Régióhoz tartozó somogyi rész fejlődése a leglassúbb ütemű, amely alól kivételt képez a gazdaságilag igen erős Siófok (VAR-GA, 2006).

A Balaton Régióban sokan kezdenek vállalkozásba az ipari és mezőgazdasági munkalehetőségek híján, hisz számukra a turizmus jelenti a munkanélküliségből kivezető utat. Nagymértékű a mikro-, és kkv-k elterjedése a térségben. Az országos átlagnak megfelelő a régió fejlettsége. Az önkormányzatok támogatják az önálló NUTS-2 státusszal rendelkező Balaton Régió létrehozását, de még 2013-ban sincs meg rá a jogi feltétel és kormányzati akarat. A régió fejlesztésének legfőbb célterületei a környezetvédelem, a turizmus és a munkahelyteremtés.

A *LIFE III. Közösségi Programot* illetően az ezt megelőző, Európai Unió által támogatási szándékkal létrehozott LIFE közösségi program törekvései szintén fontos részét képezik a vizsgálatoknak, mivel ebből kifolyólag csatlakozott hazánk 2001-ben a programhoz. 2003 őszétől kezdődött Magyarországon a Balaton Projekt néven futó fejlesztési program. Időtartama 30 hónap volt. A Balaton Projekt (Life Balaton Project) célja, egy *Integrált Döntéstámogató Rendszer* megteremtése, kiépítése volt, a fenntartható turizmus megvalósítása érdekében. Rendkívül fontos lépésnek számít ez a projekt, hisz e pályázatnak köszönhetően sikerült először célzatosan uniós támogatást lehívni BKÜs fejlesztésekhez. (Varga, 2006.). A fenntartható turizmus megvalósítása az Európai Unió Környezetvédelmi politikájának fontos célkitűzése. A Balaton Projekt ennek az uniós prioritásnak eleget tett. Varga (2006) szerint: „Az Integrált Döntéstámogató Rendszer hozzájárul a Balaton Régióban a fenntartható turizmus eléréséhez. A modell magában foglal egy turistaszámláló, egy forgalomszámláló rendszert, egy vízminőségi monitoring rendszert, egy hidrometeorológiai berendezést, valamint egy szimulációs programot. Az utóbbi segítségével következtetéseket lehet levonni a Balaton Régióban bekövetkező környezeti változásokról, és modellezni lehet a szélsőséges eseteket.” Az online monitoring rendszer a *bir.webeye.hu* honlapon érhető el, azonban üzemeltetési források hiánya miatt, működése messze van az optimálistól.

A Balaton fejlesztésével kapcsolatos dokumentumok közül fontos az Országos Területfejlesztési Koncepció és a Balaton törvény, teljes nevén a „Balaton Kiemelt Üdülőkörzet Területrendezési Tervének elfogadásáról és a Balatoni Területrendezési Szabályzat megállapításáról szóló törvény” (2000. évi CXII. Törvény), mely utóbbi a területi tervezés alapjait határozza meg. „A törvény elősegíti a régió természeti és a települési környezetének védelmét, az idegenforgalom fejlesztését, valamint a térség kiegyensúlyozott fejlődését” (Varga, 2006).

A *Balatoni Kiemelt Üdülőkörzet hosszú távú területfejlesztési koncepciója* (2153/2002. (V.15.) kormányhatározat) a régió hosszú távú fejlesztésének alapozó

dokumentuma. E dokumentum a Balaton Kiemelt Üdülőkörzet fejlődését befolyásoló tényezők értékelésével foglalkozik. Kijelöli a régió hosszú távú fejlesztési irányait, valamint meghatározza a célok megvalósításához szükséges programokat, és az ehhez szükséges eszköz- és intézményrendszert. A koncepciót a Balaton Fejlesztési Tanács készítette el. Célkitűzései a környezeti állapot megóvása, a gazdasági erőforrások aktivizálása, a vállalkozói lehetőségek gyarapítása, az infrastrukturális hálózatok megújítása, a humán erőforrás fejlesztése és az intézmény és eszközrendszer fejlesztése. „A Balaton Fejlesztési Tanács 2006. december 19-i ülésén döntött egy újabb Koncepció elkészítéséről annak érdekében, hogy a későbbi tervezési, programozási munkák megalapozásaként, a Balaton térség számára meghatározó fejlesztések kijelölése és megvalósítása érdekében a Balaton Kiemelt Üdülőkörzete is rendelkezzen az Országos Fejlesztéspolitikai Koncepció és Országos Területfejlesztési Koncepció, valamint az érintett régiók koncepciójának időtávjával azonos időtartamra, a 2007-és 2020 közötti időszakra szóló területfejlesztési koncepcióval.” (www.balatonregion.hu, 2013a).

A BKÜ volt az egyetlen valódi, saját funkcióval és történelemmel rendelkező szerves régió az országban az EU csatlakozás előtt. A BKÜ első regionális fejlesztési terve (1963) nemzetközi díjat kapott Brüsszelben. (Herodek et al. 1988)

### **3.1. A Balaton Fejlesztési Tanács által támogatott legfontosabb kutatások**

„A Balaton Fejlesztési Tanács (BFT) megalakításáról az 1059/1997. (V.28.) Korm. határozat rendelkezett, így a régió fejlesztésével kapcsolatos feladatokat a többször módosított 1996. évi XXI. törvény értelmében a BFT látja el.” (www.balatonregion.hu, 2013b).

A BFT legfőbb feladata, hogy a régió szereplőivel együtt meghatározza a térség fejlesztési irányait, támogassa a fejlesztési programok, projektek kidolgozását a Balaton Kiemelt Üdülőkörzet (BKÜ) területén, továbbá koordinálja és a rendelkezésre álló fejlesztési források segítségével ösztönözze a térség fejlődését szolgáló vízvédelmi, turisztikai, gazdasági beruházásokat. „A Tanács célja, hogy egységes ösztönző, támogató rendszer biztosításával önálló programok megvalósításával, a statisztikai-tervezési régiókkal és a kormányzati szereplőkkel együttműködve biztosítani tudja a térség fejlődését. A Tanács, a tervezés és a programok megvalósítása során, tagjai által a térség fejlesztésében érdekelt szereplők együttes véleményét fogalmazza meg és képviseli.” (www.balatonregion.hu, 2013c).

A BFT munkaszervezete, a Balatoni Integrációs Kht. 2001 óta számos társadalomtudományi kutatási feladatot hajtott végre. Ezekkel a Balaton régió különféle szereplőit célozta meg, pl. non-profit szektor, kis- és középvállalkozások, külföldi állampolgárok, állandó lakosok, ingatlan tulajdonosok, stb. A következőekben a legfontosabb kutatásaikat mutatjuk be.

A Balaton régió *demográfiai helyzetéről és népesség-előreszámításáról* Hablicsek László készített tanulmányt. A kutatása során megállapította, hogy az 1990-es évek során veszélybe került a Balaton régió népességfenntartása. A felgyorsult szuburbanizációs tendenciák mellett egyes partközeli térségekből az elvándorlás jelei mutatkoztak. Ezzel együtt újra megindult a népesség-öregedés, ami pedig egyértelműen veszélyezteti a jövőbeni harmonikus népességfejlődést. A kutató véleménye szerint egy olyan több lábbon álló népességgazdasági politika lehet csak eredményes, ami a gyermekvállalási kedv erősítésén túl, az életkilátások radikális javítását párhuzamba hozza a belföldi és nemzetközi bevándorlási többlet előmozdításával. A tanulmányában a régió népesség-előreszámításával a népesség számának, nemek és korcsoportok

szerinti összetételének kialakítását próbálja előirányozni. Annak érdekében, hogy egy megfelelő alapot adjon a hosszabb távú tervezési, fejlesztési stratégiák kidolgozásában. A mutatószám kialakításakor figyelembe vette az 1990–2001 közötti népmozgalmi változásokat. Az előreszámítások markáns demográfiai tendenciája a népesség öregedését mutatja. Ez egyszerre jelentkezik az idősek arányának növekedésében és a fiatalok létszámának csökkenésében (Hablicsek, 2003). Az előregedési mutatók különösen negatív képet mutatnak a jövőre nézve. A Balaton régió demográfiai szempontokból hatalmas veszélynek lesz kitéve, amennyiben ez a tendencia így folytatódik és az előregedett népességet nem váltják fel a fiatalabb korosztályok.

A Balaton *non-profit szektorát* Bokor Ibolya tanulmányozta. A kutatásai során észrevette, hogy a parttól való távolság erőteljesen differenciálja a non-profit szervezetek számát. A legtöbb alapítvány vagy egyesület működési területe közvetlenül a vízparti településekre koncentrálódik. Ezt magyarázhatja a fejlettebb partközeli infrastruktúra, a magasabb településsűrűség. Továbbá lényeges kiemelni, hogy a megfelelő civil aktivitáshoz szabadidőre, viszonylag biztos anyagi háttérre és megfelelően magas iskolai végzettségre is szüksége van. Ezek a tényezők pedig inkább a part menti településeken élőkre jellemzők. A civilek kiemelkedő aktivitása mögött a klaszszikus – nyugat-európai civil – polgári társadalom filozófiája, értékei és lehetőségei húzódnak meg. A kutatás eredményei alátámasztják, hogy a Balaton régió állandó népességének pihenési és rekreációs lehetőségei kedvezőtlenek (Bokor, 2003).

A *kis és középvállalkozói szektor* vizsgálatát 2002 előtt nagymintán senki nem vizsgálta. Így Kalmár Koppány kutatása hiánypótló jellegű. A BKÜ kis- és középvállalkozások szektorának vizsgálatát 1000 fős, balatoni vállalkozások vezetőiből álló telefonos megkérdezéssel végezték el. A felmérésük során kiderült, hogy a vállalkozások többsége munkahelyteremtés, megélhetés és egyéb gazdasági kényszer következtében alakult meg. A valódi üzleti vállalkozások aránya alacsony. A vállalkozók határozottan elvárják a támogatást, elsősorban az önkormányzatoktól, nem feltétlenül pénz formájában (Kalmár, 2002). Azonban ez a támogatás elég ritkán érkezik meg a vállalkozásokhoz. Ennek hiányában pedig nagyon nehéz a működésüket fenntartani. Kevés azon vállalkozások száma, amelyek stratégiai jellegű ágazatokban tevékenykednek. Ezért a meglévő, működő vállalkozások magas száma nem feltétlenül jelent valódi gazdasági erőt, mivel legnagyobb részük még a fenntartásához szükséges bevételt sem tudja előteremteni.

A BFT egy kutatási program segítségével megpróbálta felmérni, hogy a *külföldi állampolgárok ingatlanvásárlásai milyen hatást gyakorolnak a települések helyi társadalmára*. Ebben a kutatásban Dr. Kovács Ernő, Oláh Miklós és Bokor Ibolya vettek részt. A Balaton régióban ingatlanul rendelkező külföldi állampolgárokat reprezentatív mintán kérdezték meg. Továbbá érdeklődésük kiterjedt az érintett önkormányzatok a témával kapcsolatos preferenciáinak vizsgálatára is. A külföldi állampolgárok által vásárolt ingatlanok 47%-a lakás, illetve családi ház, 17%-a üdülő, valamint 36%-a egyéb besorolású pl. telek, pince. A Balatontól mért távolságot illetően az ingatlanok 54%-a közvetlen a partszakasszal rendelkező településeken található, 36%-a a parttól max. 10 km-re. Csupán 10%-uk fekszik attól távolabb. A kutatások eredményei szerint az ingatlanul rendelkező külföldiek a régió egyik legjelentősebb foglalkoztatói közé sorolhatók. Ennek oka, hogy ingatlanjaik megvétele utána azokat általában azonnal fel is újítják, amit helyi munkaerő segítségével hajtanak végre. Továbbá háromnegyed részük kertészként, gondnokként, takarítóként helyieket foglalkoztat. Ennek egyetlen negatívuma, hogy ezzel csaknem 5,5 milliárd forintnyi munkajövedelem után nem viselnek semmilyen közterhet a BKÜ-ben. A külföldi ingatlantulajdonosok a helyiekben leginkább azt kifogásolják, hogy sokszor úgy érzik, kihasználják

őket. Más esetben pedig a Balaton környékén a minőségükhöz képest drágák az árak és a szolgáltatások. Továbbá a környezeti problémák is gondot okoznak nekik pl. szemetelés stb. (Kovács et al., 2002). A külföldi állampolgárok munkáltatóként való szerepvállalása nagyon lényeges az egyes települések esetében. Igaz, a legtöbb esetben közteherviselés nem történik az általuk kínált munkák után. Azonban a helyiek foglalkoztatásával segíteni tudják az eddig munka nélkül élő lakosok megélhetését. Mivel ez a foglalkoztatás teljes mértékben a feketegazdaságban zajlik (elhanyagolható a bejelentett munkavállaló) így a foglalkoztatási statisztikákra közvetlenül nincs hatással. Hasznos oldalaként említhető, hogy ezek hatására az önkormányzatoknak kevesebb támogatást kell segélyként kiosztani.

### 3.2. A Balaton esetleges vízpótlásával kapcsolatos kutatások

A *Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Rt. (VITUKI)* a BFT-től arra kapott megbízást 2002-ben, hogy vizsgálja meg, melyek a vízpótlás lehetséges alternatívái. A korábbi tervekben kiindulva elemezték a vízátervezés egyes megoldásait a Drávából, a Murából, a Dunából és a Rábából. Vizsgálták, hogy a különböző variánsok milyen hatással lennének a víz élővilágára és a vízminőségre.

A Kormány 1075/2003 (VII. 30.) határozata alapján a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium megbízta a *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BMGE) Víziközmű és Környezetmérnök Tanszékét*, hogy elemezze az esetleges vízpótlás körülményeit. Az *ÖKO Rt.* megbízást kapott az ökológiai vizsgálatokra, az *MTA Szociológiai Kutatóintézete* pedig a társadalmi hatásvizsgálatot végezte el. A BMGE vizsgálatait Somlyódy László akadémikus irányította. Kutatásaik során, a VITUKI eredményeinek megfelelően, a Rábából való vízátervételt preferálták, de azonnali intézkedést nem tartottak szükségesnek. A vizsgálataik eredményei alapján a vízszint alakulása, az emberi beavatkozások szerepétől független és a szélsőséges, ritkán kialakuló meteorológiai és hidrológiai állapotnak tudható be (Szlávik, 2004). A kutatás során kialakított nézőpontok alternatív megoldásként szolgálhatnak egy olyan vészhelyzet esetében, amikor már a természeti folyamatok kedvező változásaira nem lehet számítani és mindenképpen mesterséges megoldást kell alkalmazni. Ezzel kapcsolatosan feltétlen ki kell emelni az EU-LAKES projekt azon eredményeit, hogy az éghajlati és hidrológiai előrejelzések szerint 2050 után nem, vagy alig lesz lefolyás a Balatonból. Ennek köszönhetően különösen szélsőséges vízállások alakulhatnak ki, amik az előzőek során vizsgált megoldások alkalmazását vetíthetik előre.

A vízpótlás lehetőségeiről, illetve a Balaton régió problémáiról a lakossági és elit csoportok véleményét az *MTA Szociológiai Kutatóintézete* tárta fel. A vizsgálatban Dr. Tamás Pál, dr. Vári Anna és Ferencz Zoltán vettek részt kutatóként. Vizsgálatauk kiterjedt a Balaton problematikájával kapcsolatos vélemények feltárására, illetve az egyes vízpótlási változatok társadalmi fogadtatásának előrejelzésére. Továbbá, a főbb érdekcsoportok attitűdjének mélyebb vizsgálatára, a várható konfliktusok előrejelzésére. A probléma fő összetevőit mélyinterjúk segítségével tárták fel. Majd ezekre alapozva országos léptékben, illetve a Balaton-régióban kérdőíves közvéleménykutatást alkalmaztak. Az adatfelvételt a Szonda Ipsos végezte el, 1000 fős mintán. A tanulmány rámutatott arra, hogy a magyar társadalom számára a Balaton 15–20 évvel korábbi állapota még egy aranykort tükröz, ehhez képest drámai a romlás a kutatás elkészítésének időszakához (2003) képest és kevés az esély az érdemleges javulásra.

Meg kell jegyezni, hogy a fenti lakossági vélemény tényszerűen cáfolható, hiszen amint az az 1. ábrán látható, éppen az 1982–1994 közötti időszakban volt a vízminőség a legrosszabb, amihez társult az 1991-beli hatalmas, és az 1992-beli kisebb

mértékű angolna pusztulás. Emellett ekkor tetőzött az igénytelen tömegturizmus, a fekete gazdaság a szobakiadásban, a szakképzettség nélküli vendéglátás, a „valutázás”, az illegális „seftelés” a lengyel és NDK-beli turistákkal. A helyi társadalomnak talán azért lehet „aranykor” illúziója, mert a széthulló politikai rendszerben megnyíltak a fél-legális (megtúrt) és illegális (nem ellenőrzött) lehetőségek érdemi kötelezettségek (pl. adózás, környezetvédelem) nélkül. Másrészt, a társadalom nem balatoni részének azért lehetett ilyen illúziója, mert még működtek a vállalati és SZOT üdülők, kempingek, amelyek, bár többnyire igen alacsony színvonalon, széles tömegek számára tették elérhetővé a balatoni nyaralást.

A Balatonról alkotott jövőképet a helybéli elit az országos közvéleményhez képest viszont optimizmussal kezeli. A vízpótlást csak erős környezeti elkötelezettséggel tartaná elfogadhatónak és csak a legvégső esetben. A jövőben újabb hosszantartó száraz időszakok elképzelhetővé teszik, hogy további érdekkonfliktusok alakulnak ki a Balaton- és a Rába-térség között. Az érintettek – polgármesterek, vállalkozók, üdültulajdonosok, horgászok, vitorlázók – jelenleg még laza csoportosulásai egymással is szövetségre léphetnek a térségük érdekeinek védelme végett (Tamás et al., 2005). Összességében elmondható, hogy a szociológiai vizsgálatok szoros összeköttetésben voltak a természettudományi vizsgálatokkal. Azonban az esetleges beavatkozás – jelen esetben a Rábából való vízpótlás – egyértelmű konfliktusokat okozott volna a lakosság és a helyi szereplők részéről, mind a Balaton környékén, mind pedig a Rába környezetében. Ennek megvalósulása kizárólag az előbbieken már taglalt vészhelyzet esetén állhat fenn.

### **3.3. A 2002–2006, és 2007–2017 közötti időszakot felölelő Stratégiai programok**

A 2002–2006-os *Stratégiai Program* a Hosszú Távú Területfejlesztési Konceptióra épül. Egy összetett fejlesztési stratégiát fogalmaz meg a Balaton Régió számára. „A Stratégiai Program a fenntartható fejlődés, esélyegyenlőség és a partnerség elvén alapul. A program átfogó célja a Balaton ökológiai állapotának védelme, a vízminőség javítása, a természeti és épített környezet védelme, a turizmus és a természetvédelem harmonikus fejlesztése, valamint a humán erőforrás képzettségének javítása és az információs társadalom kialakításának elősegítése” (Varga, 2006). A stratégiai céljai megegyeznek a BKÜ koncepció célkitűzéseivel.

A *Stratégiai Program 2007–2013* egy stratégiai alap a jövőben meghozandó fejlesztési döntések szempontjából. Jövőbeni Balatont érintő projektek kiválasztásában, illetve a régió érdekeinek az ágazati programokban való érvényesítésében nyújt segítséget. Célja a táji-, környezeti-, és kulturális értékek megőrzése, ésszerű használata, turisztikai kínálat minőségi bővítése, valamint tartós versenyképes és fenntartható térségi rendszer létrehozatala az érintett intézmények és szereplők együttműködésével. A Program megvalósulásával kapcsolatban ez idáig még nem áll rendelkezésre összegző értékelés.

### **3.4. A legfontosabb szociológiai elemzések bemutatása**

Bokor Ibolya vizsgálata szerint, párhuzam vonható az ország és a Balaton térségeit érintő fejlettségbeli különbségek között, hiszen nemcsak a vízpart és a háttértelepülések között mutatkozott nagy eltérés, hanem a tó nyugati és a keleti területeinél is.

A Balaton Projekt szociológiai helyzetértékelése felöleli a következő releváns kérdésköröket az üdülőkörzet fenntartható fejlődése szempontjából: a régióban élők

helyi identitás szerkezetét, jövedelmi viszonyait és életstratégiáit, turisztikai célú utazási stratégiáit, mobilitását, tulajdonszerkezetét, ingázási szokásait, munkaaktivitását és tevékenységszerkezetét, a munkanélküliséget, kereskedelmi és egyéb szolgáltatások színvonalával való megelégedettséget és közérzetet, környezetvédelmi tudatosságot, a társadalmi aktivitás különböző megnyilvánulási területeit. Az üdülőövezet állandó lakosságára inkább az jellemző, hogy nem szeretne és nem is tervezi az elköltözést. Főképp az idősebb korosztályra jellemző ez a tény, de a gazdaságilag aktív korú személyek esetében sem szerepel a jövőbeni tervek között az elköltözés gondolata. Azt lehet leszűrni a tanulmány felméréséből, hogy a munkanélküliség, illetve egyéb családi okok játszanak csak szerepet a költözködéssel kapcsolatban. Megfigyelték, hogy a közép vagy inkább felsőfokú végzettséggel rendelkező 35 évnél fiatalabb lakosok fontolgatják a nehéz elhelyezkedés miatt a költözést, főleg az üdülőkörzeten kívülre. Többnyire inkább Magyarországon belülre, mintsem külföldre szerettek volna elvándorolni a fiatalok a 2001–2002-es adatok szerint. Elsősorban a fővárost nevezték meg, de a BKÜ területén belüli településeket is említették. A jövedelmi viszonyok 50000 Ft/fő/hó körül mozogtak 2001–2002-es felmérés alapján. Legnehezebb helyzetben a nyugdíjasok és gazdaságilag inaktív személyek és munkanélküliek voltak, a legkilátástalanabb pedig, a legalacsonyabb végzettségű idősebb állampolgárok helyzete. Az építőipari szakcsoportba tartozó szakmunkások jövedelemviszonyai közelítenek a pedagógusi, illetve a szociális és egészségügyi dolgozókéhoz, nagyon sok esetben túl is szárnyalják azokat. Az agráriumban dolgozó csoportok élete hasonlóképp alakul, noha az ő életszínvonaluk is hanyatlást mutatott ebben a kérdéses időszakban. Jövedelem tekintetében megfigyelhető volt, hogy igencsak szélesre nyílik az a bizonyos olló, mert a szegény réteg mellett megtalálható a nyugati, jóval átlag fölötti élet-, és jövedelem-színvonallal rendelkező réteg.

Megfigyelhető, hogy a képzettség felülmúlja az ott élő generáció eddigi szintjét, azaz, iskolai végzettség tekintetében a vizsgált személyek felülmúlják az apákat. A mezőgazdasági vállalkozók és önálló iparosok száma csökkent, illetve megfeleződött az apákéhoz képest, a szak-, betanított és segédmunkások aránya pedig 60-100%-ig esett vissza. Viszont a kereskedelemben 110%-kal, a szolgáltatói ágazatban pedig 170%-kal helyezkedtek el többen 2001–2002-ben az őket megelőző generációhoz képest.

Turizmus tekintetében az 56 év feletti nyolc általánossal rendelkező állandó lakosok a leginaktívabbak. A régió belüli aktív turisták inkább az egynapos, vízparti, szállás nélküli pihenést választják. Általában Balatonfüred, Tihany, Keszthely, Siófok, Badacsony és Badacsonytomaj a választott úti céljuk. A megkérdezett BKÜ lakosok 95%-a állításuk szerint nem rendelkezik sem a régió területén belül, sem más területeken nyaralóingatlanal. A 18–29 éves közép-, illetve felsőfokú végzettségű és átlag feletti anyagi helyzetben lévő, elsősorban városban élő fiatalok látogatnak szívesen a BKÜ-n kívüli területekre.

### *3.4.1. Szociológiai elemzések a belföldi- és külföldi vendégeket illetően*

A BKÜ területére érkező belföldi vendégek főképp a parti sávra koncentrálnak választják ki üdülési céljukat, vagy rokonok meghívására érkeznek. Általában a passzív nyaralás jellemző rájuk, de a gyógyfürdők látogatása is szerepel a listán. Kevesen érkeznek színvonalas programok, kiszolgálás, vagy a balatoni borok miatt. Kritika érte a magas árakat is. Tartózkodási idő általában 9-10 nap volt (beleértve a rokonlátogatást), melyek során a saját szervezésű programokat részesítették előnyben, ezek keretein belül viszont helyet kap a balatoni hajózás, bor-és gasztronómiai turizmus és

a kulturális események. A 30 év alattiak szórakozhatnak inkább este, hiszen az ő korosztályuk számára nagyobb választékú a programkínálat (Retz, 2002a).

A külföldi turistákat illetően az idősebb korosztály főleg a zalai településekre érkezik, gyógyfürdők látogatása céljából. A déli partszakaszra szórakozási és strandolási céllal érkező baráti társasággal, vagy családdal érkező fiatalabb korosztály a jellemző. A Balaton- felvidékre érkező vendégek esetében már a háttértelepülések 1-2 napos látogatása, kirándulás is megjelenik. Sokan visszajáró vendégek. A 2002-es évben negatív volt a véleményük a közbiztonság, köztisztaság, strandok állapotának tekintetében. Elmondható az is, hogy a fiatalabbak inkább főszezonban érkeznek, míg az idősebbek egész évben megtalálhatók a Balaton környékén. Pihenés és szórakozás céljából, valamint rokonok látogatása végett érkeznek. Az árak kedvezősége és a környezeti értékek szerepelnek fő okokként. A színvonalas programokat csak nagyon kevesen említették, de nagyon eredményesen szerepelt a térség gasztronómiai kínálat. Ennek alapján a Balaton Régió a bor és gasztronómiai turisztika kiemelkedő területe lehet. Sokan internetről tájékozódtak utazásuk előtt. Állampolgárságukat tekintve zömmel osztrákok, csehek, dánok, svájciak valamint szlovákok. Nagyrészt magánházat, lakrészt, szobát vette ki. Fontos náluk a szuvenír, de csak nagyon kevesen találtak balatoni specialitásokat, különlegességeket. A hajózás és a gyógyfürdők kedvelt saját szervezésű programok. Jövedelmi viszonyaikat tekintve a megkérdezettek átlaga 400000 Ft/hó volt (Retz, 2002b). Retz eredményeit a KSH és az önkormányzatok statisztikái csak részben igazolják, mivel az ezredforduló utáni időszakban még mindig messze a német vendégek jelentik a legnagyobb külföldi csoportot (Forrás: KSH).

Retz Tamás Társadalmi aktivitás a Balaton régióban c. munkája szerint, a BKÜ népesség 42%-a említ szervezeteket, melyek a Balaton érdekében munkálkodnak: BFT, Nők a Balatonért Egyesület, Somogyért Egyesület stb., 10%-os mindössze a települési önkormányzatok megemlítése. A lakosság politikai aktivitása a BKÜ-ben átlagos, Siófokon valamivel alacsonyabb. A polgárok szerint szükséges a környezetvédelmi beruházás, infrastruktúrafejlesztés, munkahelyteremtés, mely a vállalkozás-, terület- és településfejlesztés végeredménye lehet. A Területfejlesztési és a Balaton Törvény általánosan ismert. A helyi lakosság többsége a „Balaton Főváros”-ának Siófokot nevezte meg.

### ***3.5. Az alapvető konfliktusok elemzése***

A lakosság alapvetően pozitív és toleráns attitűdökkel jellemezhető, ami a kisebbségeket, bel- és külföldi turistákat, illetve a BKÜ területére betelepülő bel-és külföldi állampolgárságú személyeket illeti. A konfliktusok főképp makroszinten intézményi, szervezeti érdekviszony különbségek esetében jelentkeztek éles ellenérdekeltségek miatt, mikro szinten pedig olyan esetekben, amikor az egyének életminőségét közvetlenül és nem előnyös irányban befolyásolták. Ilyen az úthálózat állapota, megközelíthetőség, helyi tömegközlekedés problematikája, illegális shulladéklerakó helyek egészségkárosító és környezetszennyező hatása, valamint a balatoni horgászat ügye, illetve a mai napig kérdéses szabadon hozzáférhető parti sáv kialakításának ügye (Jakobi et al., 2005).

A kutatások arra is fényt derítettek, hogy a helyi lakosság csak nagyon minimális része végzett külföldi ingatlanulajdonos számára munkát a BKÜ területén. A munkanélküliség legfőképp a 18-35 éves korosztályt érinti, főként azokat, akik szakmunkás bizonyítvánnyal, illetve szakma nélküli érettségivel rendelkeztek. Arról a kérdésről, miszerint függ-e a Balaton szezonálisától a munkanélküliség, megosztottak a vélemények, de egyetértés volt tapasztalható, miszerint fejleszteni és új munka-

lehetőségeket kell kialakítani a térségben, olyanokat, melyek egész évben biztosítják az állandó megélhetést. A tényadatok azt mutatják, hogy a munkanélküliségben világos éves periodicitás van, amelynek amplitudója 1.5-3 %, maximuma télen, minimuma augusztusban van (bia.balatonregion.hu).

A BKÜ lakossága a környezetvédelmi szempontokkal elsősorban többséggel egyetért, főleg a fentebb említett hulladéklerakókkal kapcsolatban, de sürgetőnek tartják a Balaton ökológiai állapotával, vizével kapcsolatos védelmi intézkedések kérdését is. (Jakobi et al., 2005)

„A Bokor I.–Dombi G.–Oláh M.–Retz T. által összefoglalt Kutatási Zárótanulmány tárgyát képező szociológiai vizsgálat elvégzésének szükségességéről 2001. évben hozott döntést a Balaton Fejlesztési Tanács. A Balaton régió térségére vonatkozóan hasonló felmérés még soha nem készült és a BFT számára a statisztikai-tervezési régiókat és a megyéket megillető szakstatisztikák sem állnak rendelkezésre” (Varga, 2006). A Balaton Projekt kutatásának keretein belül megjelentek ennek a tanulmánynak az eredményei a *Társadalmi-gazdasági állapotfelmérés a Balaton Kiemelt Üdülőkörzetben* c., a 2005. évi Eötvös Loránd Tudományegyetem Regionális Földrajzi Tanszék, Balatoni Integrációs Kht. Társadalomtudományi Kutatócsoport beszámolójában is (Jakobi et al., 2005).

### **3.6. A Balaton Régióval kapcsolatos egyéb társadalomtudományi kutatások**

Különböző kutatások és a statisztikai adatok alátámasztják, hogy a Balaton régió Magyarország *turisztikai bevételeinek* mintegy harmadát képes produkálni. Oláh Miklós egyik tanulmányában megállapította: „a Balaton régió turisztikai vonzereje országos viszonylatban jelentős és számottevő bevételi forrásokat testesít meg, a helyben élő állandó népesség mindebből azonban csupán keveset profitál” (Oláh, 2003). A szerző szerint a rövid szezon és a bővülő kínálat, a szálláshely értékesítésnél a többnemzetiségűvé válás miatti konkurencia is feszültségokozó tényező. Felmérése szerint, a BKÜ állandó lakossága 2041-re ötödével csökken, a nyugdíjasok aránya viszont megduplázódik. A helyi lakosok identitástudata igen erős, túlnyomó többsége „balatoni” lakosnak vallja magát, települését a Balaton régióhoz sorolja, nem pedig a Közép-, Nyugat-, vagy Dél-Dunántúlhoz.

A Balaton régió önálló közigazgatási kategóriává válásával kapcsolatban, a megkérdezettek 80%-a pozitívan nyilatkozott, főképp a saját jogon való forrásszerzés megvalósulása miatt. Ezek alapján láthatjuk, hogy a Balaton térség egy szerves szociológiai képződmény (Oláh, 2003).

Az előző témához hasonlóan a Kaposvári Egyetemen, Jelenka Gy. és Sarudi Cs. a Balaton háttértelepüléseinek fejlesztési lehetőségeiről készített tanulmányt. Megállapították, hogy tóparti települések erősebb gazdasági potenciállal, jobb infrastruktúrával és a lakosság magasabb életszínvonalával jellemezhetők. A tanulmány szerzői ezt az összefüggést a régió turizmusának a part menti településekre irányuló erős területi koncentrációjával magyarázzák (Jelenka és Sarudi, 2008). Megállapítható, hogy számos kutatás kiemeli a települések parttól való távolságának jelentőségét. Ez a távolság, mind a turisztikai szektort, mind az egyéb vállalkozási, valamint a non-profit szektort nagyban befolyásolja.

Bokor Ibolya, *Pelso – a Balaton régió – népének gazdasági aktivitása, életstratégiai* c. tanulmánya alapján elmondható, hogy a „szürkegazdaság” jelenléte, a valós jövedelem eltitkolása, főképp a szálláshelyszolgáltatás területén, igen megnehezíti a valós jövedelmi viszonyok kimutatását. A szálláshely kiadási statisztika torzított eredményeket mutathat főképp a háttértelepülés-kistérség, falusi turizmus alacsony volumene

miatt, valamint, amiatt, hogy manapság a „kül-,és belföldi” üdülőtulajdonosok nyaralhatnak főképp, nem az állandó népesség. 2002-ben „potenciális vállalkozási terep” a Balaton régió Bokor Ibolya szerint. A mezőgazdaságban ugyan a népesség 2/3-a dolgozik, de sajnos főként 35 év feletti. A lakosság jövőképét a szkepticizmus, a jövőbe vetett remény hiánya jellemzi. A gazdasági aktivitás a vendégforgalom tekintetében nem igazolódott be Bokor Ibolya a hipotézisében.

Dombi Gábor arra a megállapításra jutott (*Lakókörnyezet és közérzet a Balaton Kiemelt Üdülőkörzetében élők attitűdviszonyai szerint* c. tanulmány), hogy a legtöbb szolgáltatást a régióbeliek helyben veszik igénybe, de az ingázó községek a bevásárlást inkább városokban végzik. Tartós fogyasztási cikk-, nagybevásárlás és a közép-fokú intézmény látogatása 50%-ben történik helyben. A községek a régió városait, míg a városiak inkább a régió kívüli nagyobb településeket keresik fel. Kulturális szolgáltatásokat a kérdezettek fele nem vesz igénybe, a fiatal és középkorú városiak a régió kívüli szolgáltatásokat keresik. Minél szélesebb körű a szolgáltatás, annál jobban koncentrálódik oda a figyelem, állapította meg Dombi Gábor. További következtetése, hogy több szórakozási és sportolási (fedett uszoda) lehetőséget kellene biztosítani.

Érdekes kérdéseket vehet fel az *országos médiumok*, főleg a politikai és bulvársajtó társadalmat befolyásoló jellege. Agg Zoltán egyik cikkében kijelenti, hogy manapság már nem az üdülők és a turisták, még csak nem is a szünnyugók támadásaitól kell tartani, hanem a sajtótól, azon belül is a bulvártól (AGG, 2003). Egyre több olyan cikk jelenik meg a sajtóban, ami hamis információkat tartalmaz a Balatonnal kapcsolatban. Ezek pedig negatívan hathatnak erre a régióra. Érdeemes lenne olyan kutatásokat végezni, amelyek a hazai politikai és bulvársajtó Balatonról szóló publikációit vennék szemügyre. A hamis vagy megalapozatlan információk elleni hatékony fegyver az interneten elérhető, államilag vagy regionálisan fenntartott, nyilvános adatbázisok, tájékoztató rendszerek köre. Ilyen pl. a „Balaton és a Velencei-tó információs és tájékoztatói rendszere ([http://www.kvvm.hu/balaton/lang\\_hu/klab\\_13.htm](http://www.kvvm.hu/balaton/lang_hu/klab_13.htm)) amely jelenleg a Vidékfejlesztési Minisztérium és az Emberi Erőforrás Minisztérium tart fenn, vagy a Balatoni Integrációs Nonprofit Kft. által üzemeltetett Balatoni Indikátor Adatbázis ([bia.balatonregion.hu](http://bia.balatonregion.hu)).

A Magyar Terület- és Regionális Fejlesztési Hivatal Kiemelt Térségi Programok Főosztálya megbízásából a *GKI Gazdaságkutató Rt.* kutatást végzett BKÜ területén az önkormányzatok gazdaságfejlesztési szerepének vizsgálatára. Személyes interjúk és kérdőíves megkérdezések segítségével vizsgálták. Az interjúk során kiderült, hogy a megyei önkormányzatok részéről szemléletmód váltás kezd megvalósulni. Ennek köszönhetően a városokkal és a kistérségekkel egyre inkább ösztönzik a párbeszédet. Továbbá az önkormányzatok igyekeznek kihasználni a szorosabb együttműködésre lehetőséget adó kistérségi társulási tagságot (Bíró és Benyó, 2005). A fentiekkel kapcsolatban ki kell emelnünk, hogy az előző három év során teljesen átalakult a közigazgatás és részben a területfejlesztés rendszere. A megyei önkormányzatok minimális forrásokkal rendelkeznek. A többcélú kistérségi társulások megszűnésében vannak. A közigazgatás újabb szintjeként pedig é járáások alakultak ki.

#### 4. Következtetések és javaslatok

A legfőbb célkitűzésünk volt, hogy párhuzamokat keressünk a Balaton társadalomtudományi és természettudományi kutatásai között. Ilyen párhuzamokat azonban csak minimális szinten fedeztünk fel, pl. a vízpótlással kapcsolatos kutatások során. A

természettudományi kutatások több mint 100 éves múltra tekintenek vissza, és ideológiai „érzékletlenségük” miatt lényegében törésmentesen folytatódtak, fejlődtek a szocializmus időszakában is. A korábbi és az ezredforduló utáni kutatások áttekintése alapján egyértelműen kijelenthető, hogy effektív hasznuk volt a Balaton vízminőségének javítása és ökológiai állapotának megőrzése érdekében.

Az elemzéseink alapján kijelenthető, hogy a természettudományi kutatásokhoz képest túlságosan későn kezdődtek meg a Balatonnal kapcsolatos szociológiai és gazdasági kutatások. A Balaton Régió tényleges működésének megértéséhez és önálló statisztikai régióvá válásához korábbi és alaposabb ilyen jellegű kutatásokra lett volna szükség, amelyeket azonban a szocialista társadalmi berendezkedés nem tett lehetővé. Feltételezhető, hogy a szociológiai és gazdasági kutatások hiánya is hozzájárult ahhoz, hogy a Balaton hanyatló desztinációnak minősül még napjainkban is.

Véleményünk szerint érdemes egy olyan összehasonlító kutatást e témakörök újbóli vizsgálatával kezdeni, ahol a 2008-ban kirobbant gazdasági, és némiképp korábbi begyűrűző morális világválságot is figyelembe vesszük. Nagyon érdekes eredményeket ígérhet pl. az ingatlaneladás, ingatlanárak alakulásának, valamint a vendégforgalom visszaesésének elemzése az utóbbi negyed században a Balaton Régió és a Balaton déli vízgyűjtője területén. Fontos az éghajlatváltozás és a kettős demográfiai konfliktus – globális túlnépesedés vs. Európa „kipusztulása” – elemzése és beépítése a kutatásokba. Eddigi vizsgálataink során nem leltünk fel olyan publikációt, tanulmányt, amely átfogóan és minden tudományterületre kiterjedve, de egyben konkrétan foglalkozott volna a Balaton Régióban élők környezeti, illetve szociológiai háttérű konfliktusainak egységes vizsgálatával. Úgy gondoljuk, hogy az irodalomban fellelhető, többnyire 5-15 éves adatokra támaszkodó tanulmányok indokolttá teszik, hogy újrazsgáljuk és elemezzük a korábbi – kétséget kizáróan úttörő jellegű – kutatások eredményeit, melyek új képet és irányvonalakat mutathatnak a jövőbeli fejlesztésekkel kapcsolatban, valamint felmérhető az eddigi célkitűzések és fejlesztések megvalósulásának mértéke.

### **Köszönetnyilvánítás**

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

### **Irodalomjegyzék**

- Agg Z. (2003): Támadás a Balaton ellen, *Comitatus: önkormányzati szemle* 13 (7–8) 108–111. p.
- Balatonkutatási Alapítvány honlapja: URL: <http://www.blki.hu/alapitvany/> (Letöltve: 2013-03-10.)
- Balaton Fejlesztési Tanács (2013): Társadalom és természettudományos tartalmú Balaton kutatások áttekintő bibliográfiája, és a kiemelt kutatások fontosabb eredményei, 2002–2012. Kézirat.
- Bíró P. (2002): A Balaton halállományának hosszúidejű változásai, *Állattani Közlemények*, 87: 63–77. p.
- Bíró P., Banczerowski J. szerk. (2009): *A Balaton-kutatások fontosabb eredményei, 1999-2009*, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.

- Bíró P., Benyó B. (2005): Az önkormányzatok gazdaságfejlesztésben betöltött szerepének vizsgálata a Balaton Kiemelt Üdülőkörzetben, Comitatus: önkormányzati szemle 15 (7) 66–70. p.
- Bokor I. (2003): A Balaton Régió nonprofit szektora, Comitatus: önkormányzati szemle, 13 (7-8) 73–88. p.
- Bokor L., Marton G., Szelesi T., Tóth J. szerk (2011): Geográfusok a Balatonért, Publikon, Pécs, 12–17. p.
- Buday-Sántha A. (2007): A Balaton-régió fejlesztése, Saldo Kiadó, Budapest
- Dombi Gábor, A Balaton Kiemelt Üdülőkörzet állandó, felnőtt népességének szociológiai vizsgálata II. ([www.balatonregion.hu](http://www.balatonregion.hu))
- Hablicsek L. (2003): A Balaton régió demográfiai helyzete és népesség-előreszámítása, 1990–2041 URL: [http://www.balatonregion.hu/files/\\_bft/download\\_files/627/demografia.zip](http://www.balatonregion.hu/files/_bft/download_files/627/demografia.zip) (Letöltve: 2013-03-10)
- Herodek S., Laczkó, L., Virág Á. (ed: Misley K.): *Lake Balaton Research and Management*, Nexus, Budapest, 1988.
- Jakobi Á., Oláh M., Dombi G., Retz T., Nemes Nagy J., Lócsei H., Jeney L., Szabó P., Németh N. (2005): Társadalmi-gazdasági állapotfelmérés a Balaton Kiemelt Üdülőkörzetben. URL: [http://balatonproject.geonardo.com/report/t4\\_zaro01.pdf](http://balatonproject.geonardo.com/report/t4_zaro01.pdf), 94–104. p. (Letöltve: 2013-03-10).
- Jelenka Gy., Sarudi Cs. (2008): A region torn in two – the development possibilities of the background area of Lake Balaton, *Journal of Central European Agriculture* 9 (3) 411–418 . p.
- Kalmár K. (2002): A kis és középvállalkozói szektor és a regionális vállalkozásfejlesztés lehetőségei a Balaton környékén URL: [http://www.balatonregion.hu/files/\\_bft/download\\_files/636/kiseskozepvallrovid.doc](http://www.balatonregion.hu/files/_bft/download_files/636/kiseskozepvallrovid.doc) (online: 2013-03-10.)
- Kóbor I., Kravinszkaja G., Takács E., Kutics K. (2012): A Balaton vízminősége a múltban és a jelenben, URL: [http://www.kdtvizig.hu/WEB/KDTVIZIG/KDTWEB.NSF/0/281ca5af429708cbc1257a4f0022e6c4/\\$FILE/Balaton\\_v%C3%ADzmin%C5%91s%C3%A9g.pdf](http://www.kdtvizig.hu/WEB/KDTVIZIG/KDTWEB.NSF/0/281ca5af429708cbc1257a4f0022e6c4/$FILE/Balaton_v%C3%ADzmin%C5%91s%C3%A9g.pdf) (Letöltve: 2013-03-10)
- Kovács E., Oláh M., Bokor I. (2002): A külföldi állampolgárok ingatlanszerzésének gazdasági és társadalmi hatása a Balaton Kiemelt Üdülőkörzetben URL: [http://www.balatonregion.hu/files/\\_bft/download\\_files/629/kulfoldiIngatlan.doc](http://www.balatonregion.hu/files/_bft/download_files/629/kulfoldiIngatlan.doc) (Letöltve: 2013-03-10).
- Lóczy Lajos et al. (szerk.) (1897–1918): A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei I–III. (32 kötet.) Budapest, Magyar Földrajzi Társaság.
- Németh T., Bíró P. (2012): A Balaton védelmét szolgáló akadémiai kutatásokról, Tájékoztató a Balaton Fejlesztési Tanács 2012. október 11.-i üléséről.
- OECD (ed. R.A. Vollenveider) (1982): *Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment and Control*, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
- Oláh M. (2003): Egy rendhagyó régió rendhagyó helyi társadalmáról, Comitatus: önkormányzati szemle 13 (7–8) 42–59. p.
- Retz T. (2002a): Belföldi vendégforgalom a Balatoni Kiemelt Üdülőkörzetben (URL: [www.balatonregion.hu](http://www.balatonregion.hu)). (Letöltve: 2013-03-10.)
- Retz T. (2002b): Külföldi vendégforgalom a Balatoni Kiemelt Üdülőkörzetben (URL: [www.balatonregion.hu](http://www.balatonregion.hu)). (Letöltve: 2013-03-10.)
- Somlyódy L, G. van Straten (eds.): *Modeling and Managing Shallow Lake Eutrophication, with Application to Lake Balaton*, Springer Verlag, Berlin, 1986

- Kutas T., and Herodek, S. (1986): A Complex Model for Simulating the Lake Balaton Ecosystem, in *Modeling and Managing Shallow Lake Eutrophication* (eds. Somlyódy L, G. van Straten), Springer Verlag, Berlin, 1986.
- Szlávik L. (2004): A Balaton vízpótlása URL: [http://www.greenfo.hu/hirek/2004/04/26/a-balaton-vizpotlasi\\_1082965550](http://www.greenfo.hu/hirek/2004/04/26/a-balaton-vizpotlasi_1082965550) (online: 2013-03-10.)
- Tamás P., Vári A., Ferencz Z. (2005): Lakossági és elit csoportok véleménye a Balaton-régió problémáiról és a vízpótlás lehetőségeiről, *Vízügyi közlemények – különszám (Balaton)*, Szerk: Dr. Szlávik Lajos, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium kiadványa, Budapest.
- Tóth K. szerk (1974): *Balaton monográfia, Panoráma*, Budapest.
- Varga É. D. (2006): a LIFE Balaton Projekt sikerességének vizsgálata , Budapest Balaton Fejlesztési Tanács, A Balaton Régió Fejlesztési Stratégiája 2007-2013, Vítál Pro Kft. URL: [www.balatonregion.hu](http://www.balatonregion.hu). (Letöltve: 2013-03-10.)
- [www.balatonregion.hu](http://www.balatonregion.hu) (2013a):URL: [http://www.balatonregion.hu/teruletfejlesztesi\\_koncepcio](http://www.balatonregion.hu/teruletfejlesztesi_koncepcio). (Letöltve: 2013-06-18.)
- [www.balatonregion.hu](http://www.balatonregion.hu) (2013b): URL: <http://www.balatonregion.hu/bft> (Letöltve: 2013-06-18.)
- [www.balatonregion.hu](http://www.balatonregion.hu) (2013c): URL: [http://www.balatonregion.hu/bft\\_tevekenysege](http://www.balatonregion.hu/bft_tevekenysege). (Letöltve: 2013-06-18.)
- [www.hydroinfo.hu](http://www.hydroinfo.hu) (2013): URL: [http://www.hydroinfo.hu/Html/hidinfo/akt\\_eves\\_tb.html](http://www.hydroinfo.hu/Html/hidinfo/akt_eves_tb.html). (Letöltve: 2013-06-18.)