

Ecology of Lake Balaton/ A Balaton ökológiája

MTA BLKI Elektronikus folyóirata
2011. 1(1): 49-60.



A BALATON ÉS A KÖRNYEZŐ MOCSARAK TÖRTÉNELMI REKONSTRUKCIÓJA TÉRINFORMATIKAI MÓDSZEREKKEL

Zlinszky András

MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, 8237 Tihany, Klebelsberg Kuno u. 3.

azlinszky@gmail.com

Kulcsszavak: történelmi térképek, georeferálás, hidrológia, mocsarak, vízszint

Kivonat: A Balatonról és környékéről fennmaradt 18. és 19. századi térképanyag a modernizáció előtti állapot pontos és részletes dokumentuma. CHOLNOKY és LÓCZY óta számos kérdés merült fel a Balaton és a környező vizek vízszintjével kapcsolatban, amelyekre a térinformatikai feldolgozás új, immár kvantitatív válaszokat adhat. Célunk volt, hogy megvizsgáljuk a mai értelemben vett Balaton és a hozzá csatlakozó völgyek kapcsolatát a tó történelmi, emberi beavatkozásuktól még kevésbé érintett állapotában, rekonstruáljuk a Balaton vízállását és annak változásait, és ezt összevessük a mocsarak területváltozásaival. A Habsburg Birodalom Első, Második és Harmadik Katonai Felmérése (a Balaton körül 1783-84, 1830-1850, 1870-1887) valamint KRIEGER SÁMUEL Balaton-térképe (1776) az utóbbi évtizedekben még alkalmazott földmérési módszerekhez hasonló módon készült, és néhány huszonöt-harmincezres léptékével igen pontosnak tekinthető. A georeferálásnak nevezett eljárás során földi illesztőpontok segítségével tovább pontosítottuk ezeket a térképeket, és mai felmérések magassági szintvonalai-val hoztuk őket fedésbe. A KRIEGER-térképen ábrázolt mélységvonalakat a meder domborzatával összevetve kiszámítottuk a tó 18. század végi vízszintjét. A katonai felméréseken megvizsgáltuk az erdők, nyílt vizek és mocsarak területét és az utóbbiak tengerszint feletti magasságának eloszlását. A mocsarak domborzati rekonstrukciója igazolta, hogy a Nagy-Berek, a Kis-Balaton és a tóhoz közeli más mocsarak nagy részén a vízszint a tó vízszintjétől lényegesen különbözött, így ezek nem lehettek a Balaton öblei, hanem csakis egyirányú hidrológiai kapcsolatban állhattak a tóval. A mocsarak területváltozásának vizsgálatával bemutattuk, hogy ezek nagyrészt már a Sió-zsilip megnyitása előtt kiszáradtak, mivel csatornázták őket és elbontották a vízimalmok gátjait.

Bevezetés

A Balaton történeti és történelem előtti vízállásainak rekonstrukciója régóta foglalkoztatja a kutatókat. A tó történelmi állapota egyfajta referencia, amihez viszonyítva meg tudjuk állapítani, hogy mennyit változtattunk ezeken a természetes rendszereken. Nem feledkezünk meg erről az EU VKI sem: ahol a „jó ökológiai állapot” referenciájaként közeli hasonló víztest nem szolgálhat, ott korábbi, történeti állapothoz való viszonyítást ír elő.

Ha összehasonlítjuk a jelenlegi állapotot a korábbival, nem csak arra derül fény, hogyan alakult ki az, ami most van, hanem arra is következtethetünk, hogy a jelenlegi állapot hosszú távon stabil-e, fenntartható-e.

Előzmények

A tó történeti vízállásait, szabályozás előtti állapotát is vizsgálta LÓCZY és CHOLNOKY (CHOLNOKY, 1918), és ehhez a tó környékéről készült térképeket, többek között a KRIEGER-térképet is használták. Fontos megfigyeléseket írtak le a térkép olyan elemeiről is, amelyek időközben kifakultak vagy más okból eltűntek.

Részletes monográfiát közöl BENDEFY a tó történeti partvonalváltozásairól (BENDEFY & V. NAGY, 1969), és foglalkozik a vízállással is, a jelenleg talán legismertebb történeti vízszint (109-110 m. a. f) is tőle származik. KRIEGER életútjáról is közöl egy ismertetést (BENDEFY, 1972), és kimerítő levéltári kutatásai fontos alapját képezik a történeti ökológiának annak ellenére, hogy egyes megállapításait a későbbi kutatók cáfolták.

SÁGI KÁROLY és LOTZ GYULA foglalkoztak az 1970-es és 1980-as években a Balaton vízállásának rekonstrukciójával (SÁGI, 1968; LOTZ, 1973), részben régi térképek mai domborzattal történő összehasonlításán keresztül, részben pedig szintezési rajzok és jegyzőkönyvek összehasonlításával, újraértékelésével (ami lényegesen pontosabbnak tekinthető). LOTZ GYULA is ismerte és vizsgálta a KRIEGER-térképet, és ennek alapján elsőként javasolta a Kis-Balaton rekonstrukcióját.

VIRÁG ÁRPÁD két kitűnő munkájában adja kritikai összefoglalását a Balaton általános és a Balaton és a Sió történeti irodalmának (VIRÁG, 1998; VIRÁG, 2005), és részletesen bemutatja a Balaton és a környező vizek történeti állapotával kapcsolatban kialakult tudományos vitát. A szerző nem csak publikált műveket rendezett össze, hanem saját levéltári kutatásait is közreadja, és számos vitát dönt el korábbi elemzések megismétlésével.

DÖMÖTÖRFY és munkatársai úttörő szerepet játszottak a térinformatikai módszerek bevezetésében a Habsburg Katonai Felmérések numerikus vizsgálatával a Kis-Balaton térségében (DOMOTORFY *et al.*, 2003). Az ő munkájuk sok szempontból a jelen kutatás alapjának is tekinthető.

Célunk volt, hogy megvizsgáljuk a mai értelemben vett Balaton és a hozzá csatlakozó völgyek kapcsolatát a tó történelmi, emberi beavatkozásoktól még kevésbé érintett állapotában, rekonstruáljuk a Balaton vízállását és annak változásait, és ezt összevessük a mocsarak területváltozásaival.

Anyag és módszer

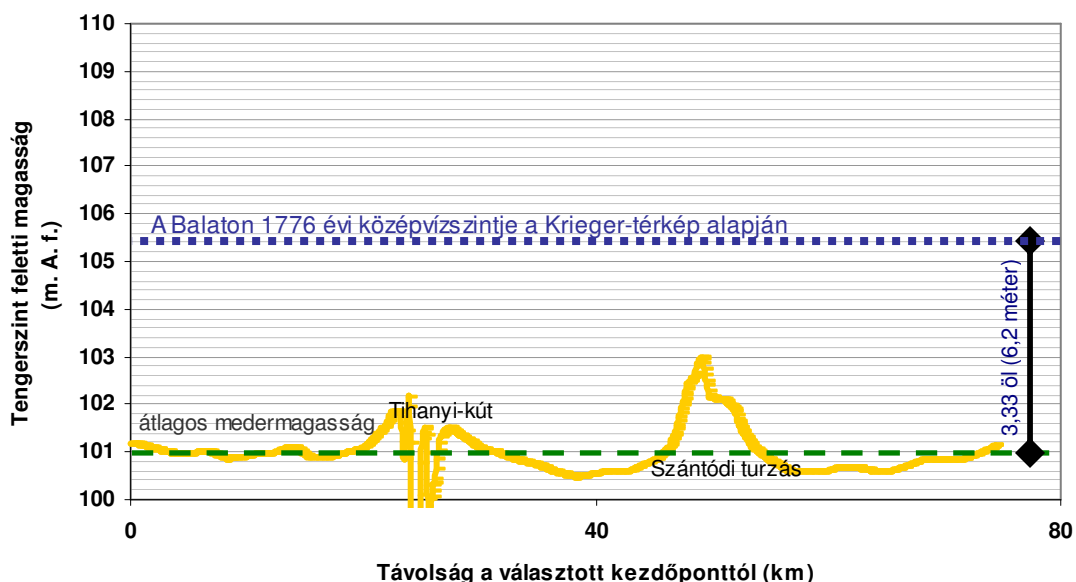
Az Első Katonai Felmérés korának legnagyobb szabású térképműve, ilyen nagy léptékű, néhány tízezres térkép ekkora területről más országokban még sokáig nem készült. A térbeli pontosság alapja az optikai háromszögelés, de a felmérési pontok közötti terüle-

teket bejárás alapján rögzítették és szövegesen is dokumentálták. A Balaton térségére az 1780-as években készült (JANKÓ, 2007).

KRIEGER SÁMUEL Balaton térképe az első olyan térkép, amely a tó partvonalát térben helyesen ábrázolja (VIRÁG, 1998). A munka a Balaton lecsapolásának előkészítéséhez készült, ezért KRIEGER mélységi felméréseket is végzett, a térképen szerepel az egy öles, a két öles és a három és egyharmad öles mélységvonal (ez utóbbi hibásan). Az előbbi a vízgyűjtő, az utóbbi a tó természetes állapotának első fennmaradt részletes dokumentuma.

Ahhoz azonban, hogy számszerű következtetéseket vonjunk le ezekből a térképekből, és hogy a későbbi felmérések magassági adataival össze lehessen őket vetni, valamilyen vetületbe kell illeszteni őket. Mivel a térképeknek saját vetülete nincs (illetve nem ismert), azonosítanunk kell rajtuk pontokat, amelyeknek a koordinátái a célvetületben is ismertek, és ha elegendő ilyen illesztőpontunk van, a számítógép kiszámítja a torzítási függvényt, és elvégzi az átalakítást (MOLNÁR, 2010). Olyan síkrajzi elemeket kellett tehát találnunk, amelyek már a térképek felmérésekor léteztek. Az ilyen épületek nagy része műemlék, kézenfekvő volt tehát a www.muemlekem.hu internetes adatbázis használata. A KRIEGER-térkép georeferálásához 36 ilyen pontot kerestünk, az Első Katonai Felmérésnek a Balaton vízgyűjtő területére eső része 51 szelvényt tett ki, és szelvényenként legalább 10 pontot használtunk (ZLINSZKY, 2010; ZLINSZKY & MOLNÁR, 2009). Az illesztési függvény pontosságának mérőszáma az illesztési pontok négyzetes hibája, ez esetünkben 140 méter körüli, ami egyrészt összevethető a térképezés pontosságával az akkori módszerek ismeretében, másrészt pedig ezeken a térképlapokon kb 5 milliméteres elrajzolásnak felel meg.

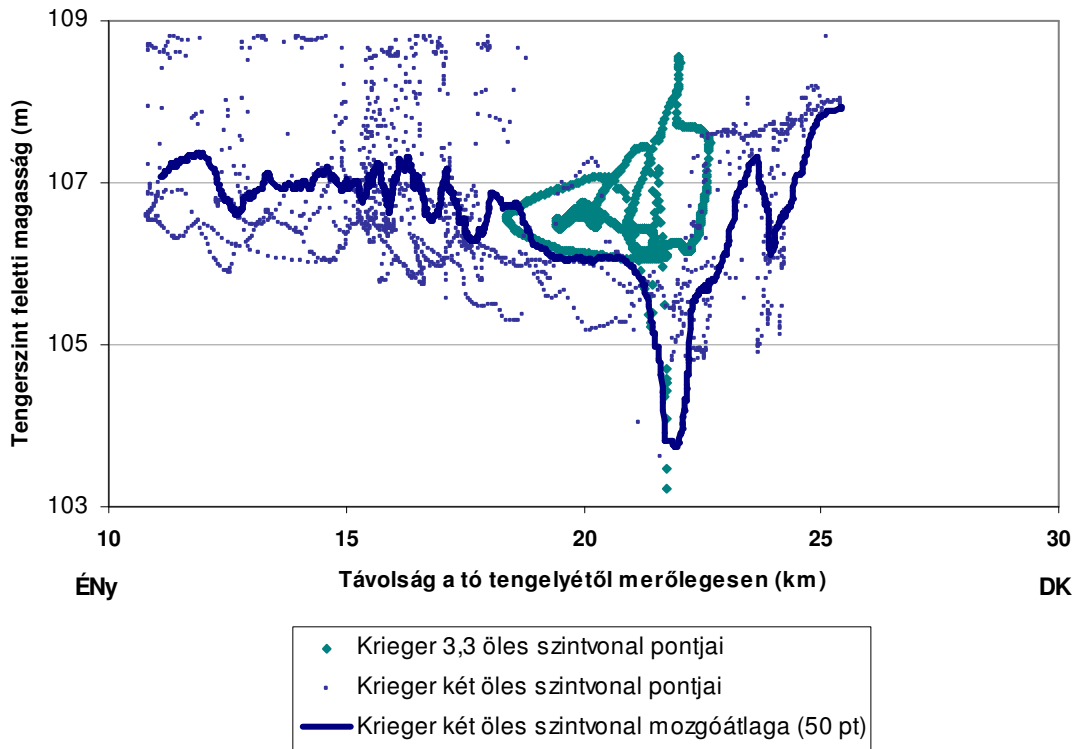
A Második Katonai Felmérést nem sokkal az első befejezése után rendelték el, és annak tanulságai alapján, immár csillagászatilag is definiált vetületben készítették el, hasonló léptékben. A Balaton környékén ez a felmérés az 1830-as években történt. Nem sokkal később elrendelték a Harmadik Katonai Felmérést is, amely a Balaton körül az 1870-es években, tehát a Sió-Zsilip megnyitása után zajlott (JANKÓ, 2007).



1. ábra. a Balaton 1776. évi középvízszintjének kiszámítása a KRIEGER-térkép egyik mélységvonalára és a Balaton mai digitális medermodellje alapján.

A Második és Harmadik Katonai Felmérés eleve vetületben készült, így ezeknek elérhető volt már a georeferált állománya, amiből csak ki kellett vágni a tó vízgyűjtőjének megfelelő részt. A katonai felmérések adatait az Arcanum Kft. kiadásában megjelent DVD-k formájában értük el.

A Balaton vízszintjét KRIEGER térképének mélységvonalai alapján rekonstruáltuk. A Balaton medrének tengerszint feletti magassága ismert a mederfelmérésekből, és a legtöbb helyen a mederváltozás nagyságrendje elég kicsi ahhoz, hogy feltételezhessük, hogy KRIEGER kora óta nem változott jelentősen (ZLINSZKY & MOLNÁR, 2009). A georeferált KRIEGER-térkép mélységvonalait ráhelyeztük a digitális medermodellre, és a mélységvonalak pontjaihoz tartozó tengerszint feletti magasságokat kigyűjtöttük, majd ezekhez hozzáadtuk a szintvonalhoz tartozó mélységeket. (1. ábra) Így megkaptuk, hogy az adott pontban milyen tengerszint feletti magasságú volt a meder, és a tengerszint fölött mennyivel állt a közepes víztükör (KRIEGER a szöveges leírásában említi, hogy ő a közepes vízszintet térképezte). A kétöles és a három és egyharmad öles szintvonal pontjai itt két független mérésnek tekinthetők, és a számított átlagos magasságok különbsége 16 centiméter (2. ábra).



2. ábra. a Balaton 1776. évi vízszintjének rekonstrukciója a KRIEGER-térkép két öles és három és egyharmad öles mélységvonalai alapján. A pontok magasságát a KRIEGER által az adott helyen térképezett vízmélységgel megnövelve ábrázoltuk.

A mocsarak vízszintjét az Első Katonai Felmérés alapján számítottuk ki. Mivel itt mélységadatok nem álltak rendelkezésre, csak a vízzel fedett terület szélének a magassági adataiból tudtunk kiindulni. A Balatonhoz csatlakozó mocsarak partvonalát tehát digitalizáltuk, majd a körberajzolt partvonalakat az 1:10000-es topográfiai térképre vetítettük. Ahol a partvonal egy szintvonalat metszett, létrehoztunk egy-egy pontot, és hozzárendeltük a szintvonal magasságát. Az így létrejött ponthalmaz megfelel egy-egy mocsár magassági profiljának.

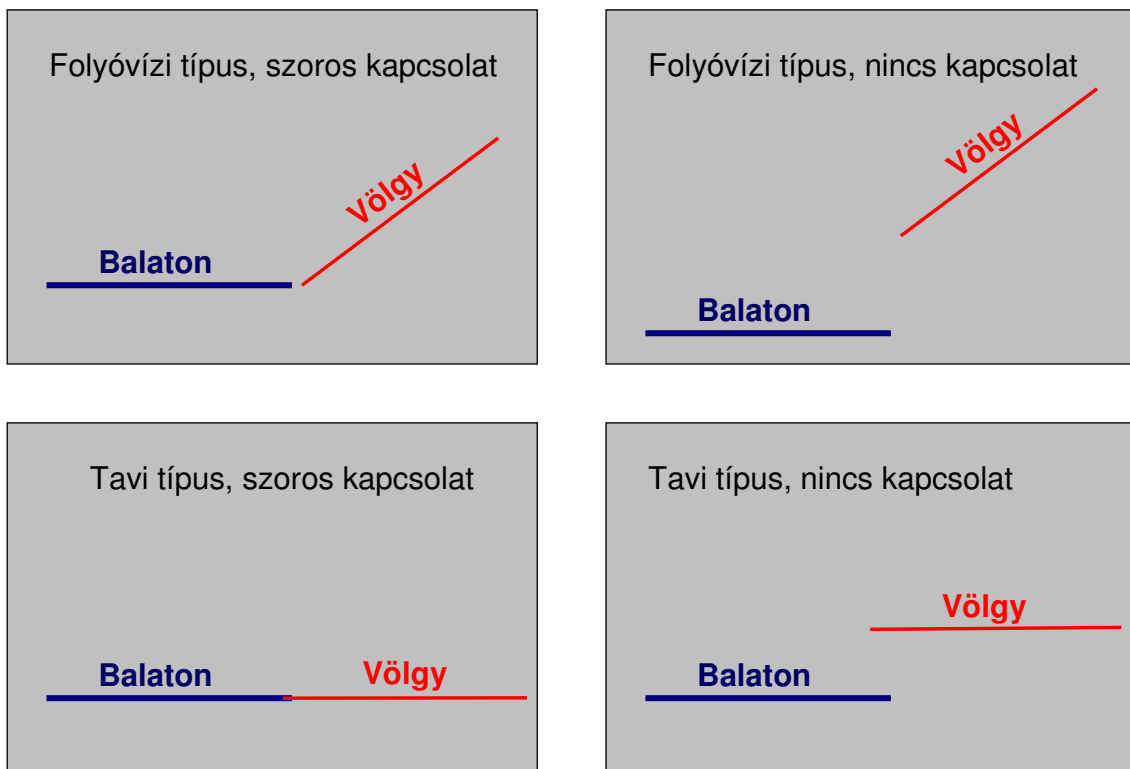
A vízgyűjtőn történt változások vizsgálatához 1:20000 léptékben digitalizáltuk a mocsarak, nyílt vizek és erdők határait mind a három Katonai Felmérésen. A körberajzolt poligonok területét kiszámítottuk, és összehasonlítottuk az egyes időszakokra publikált Balatoni vízállás rekonstrukciókkal.

Eredmények

A KRIEGER-térkép elemzéséből megtudtuk, hogy a tó közepes víztiükre 106,6 méter Adria fölötti magasságban volt a térkép készítésekor.

A kapott magassági pontok szórása a két öles mélységvonalra 116 centiméter, a három és egyharmad ölesre 57 centiméter. Az egyöles szintvonal gyakran metszi a jelenlegi partvonalat, így azt nem vizsgáltuk, de a kétöles és a három és egyharmad öles mélységvonalra kapott érték bizonytalansága a vízszint akkori éves ingadozásának (KRIEGER, 1776) a nagyságrendjébe esik. A szerző leírásából tudjuk, hogy a tó egy éven belül is három-négy lábat, tehát akár egy métert is ingadozott. Tudomásunk szerint ez a legkorábbi, numerikus vizsgálat alátámasztott vízállás adat a Balatonról (**2. ábra**).

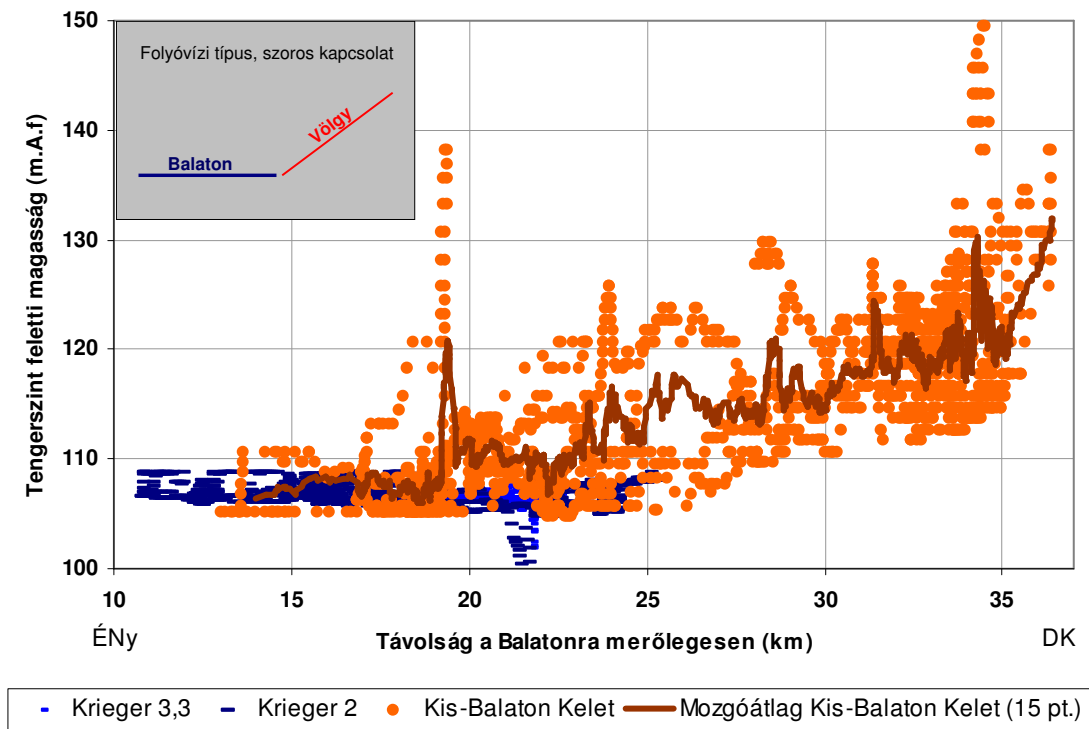
A tó északi és déli partjához csatlakozó mocsarak vízszintjét a következő, egyszerűsített módon ábrázoltuk. Felvettünk egy koordináta-rendszert, amelynek vízszintes tengelye a Balaton hossz tengelyére nagyjából merőleges iránynak felel meg, és kilométer beosztású, valamint egy függőleges tengelyt, amely a tengerszint feletti magasságnak felel meg, méter beosztású és a vízszintes tengelyhez képest erősen torzít. Ebben elhelyezve az előbb ismertetett módon gyűjtött magassági pontokat, vizsgálhatjuk a tó tengelyére nagyjából merőleges völgyek és a Balaton vízszintjének magassági profiljait egymáshoz képest.



3. ábra. a Balatonhoz csatlakozó mocsarak XVIII. századi állapotára jellemző völgytípusok.

Első látásra két csoportba tudjuk besorolni a völgyeket, *tavi típusú völgyek* azok, amelyeknek a profilja nagyjából vízszintes, nem változik lényegesen a kifolyástól való távolság függvényében; *folyóvízi típusú völgyek* azok, amelyek az előbbtől eltérően jelentős esést mutatnak a tótól távolabbi részekről a Balatonba való befolyás felé. Annak ellenére, hogy lejtésük van, ezek a völgyek is mocsári jellegűek, mert a növényzet annyira akadályozza a lefolyást, hogy a visszatartott víz szétterül és a talajfelszínt is elborítja.

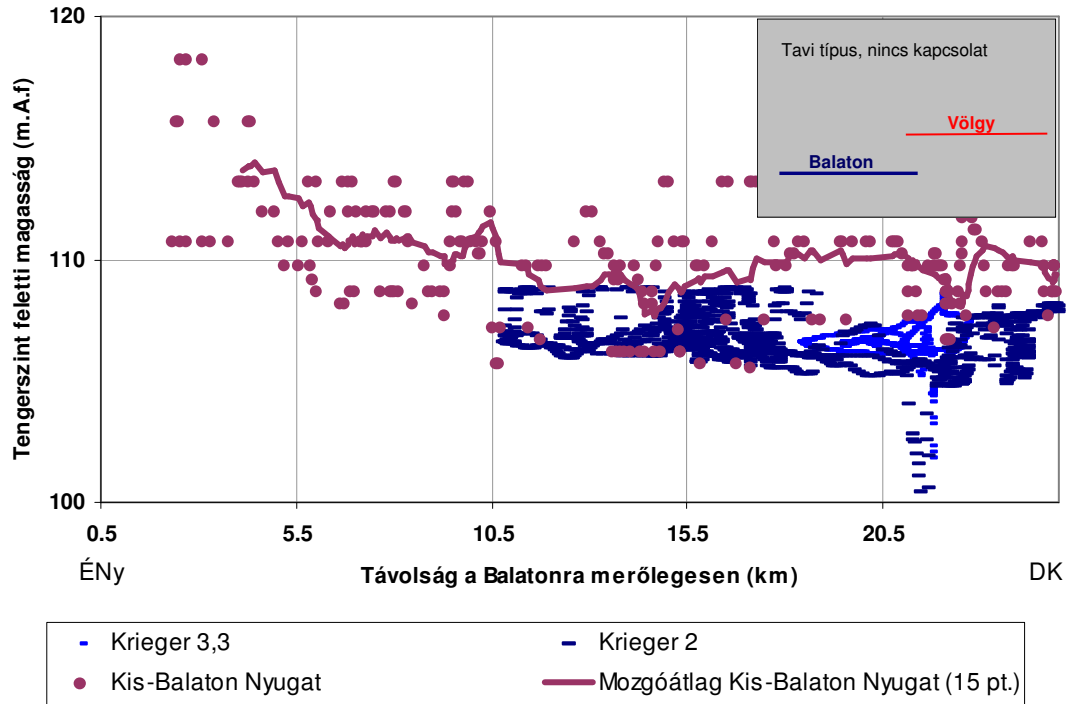
A völgyek átlagos tengerszint feletti magasságát tekintve ismét két csoportot különíthetünk el, a *tó víztükrével egy magasságba eső völgyeket*, amelyek tehát szoros, kétirányú hidrológiai kapcsolatban lehetnek a tóval; és a *tó víztükrétől elkülönülő magasság-tartományba eső völgyeket*, amelyek a Balatontól elkülönülő vízrendszert alkottak és csak egyirányú kapcsolatban lehettek vele a vizsgált időszakban (**3. ábra**).



4. ábra. a Kis-Balaton Keleti medencéjének magassági profilja a XVIII. század végén. A KRIEGER-térkép mélységvonalai alapján a Balaton vízszintjének magasságára számított pontok jelzik a tó víztükrének helyzetét a mocsarak vizének magasságához képest.

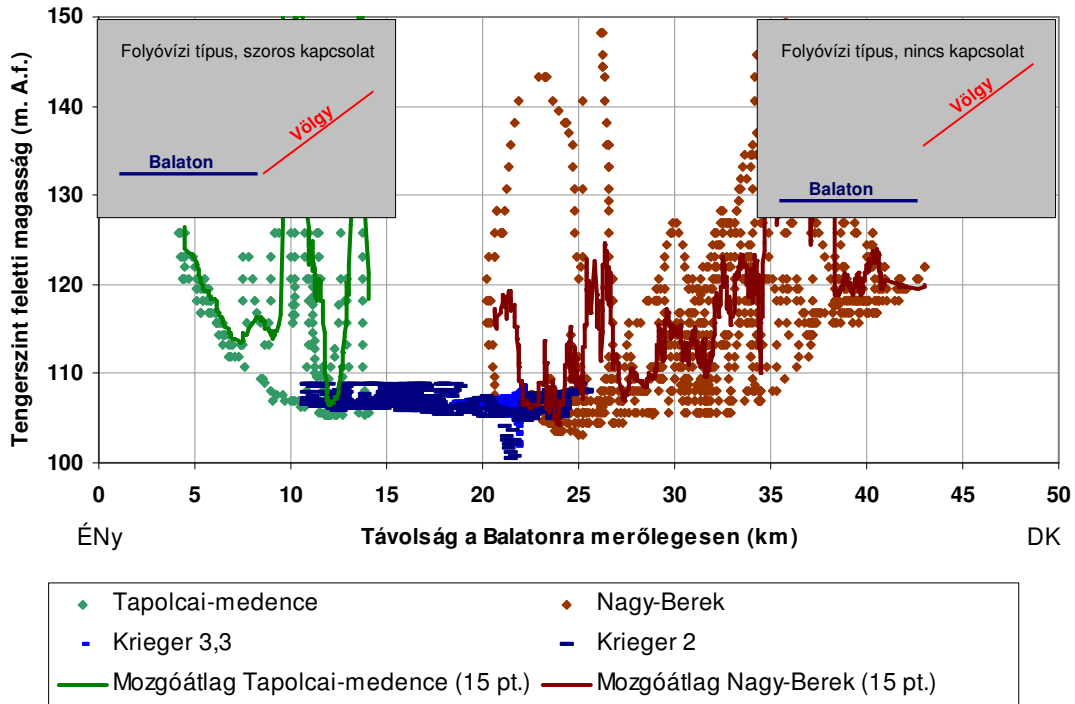
A mai Kis-Balaton keleti medencéjének egy része a tó nyílt vizü öble volt, de a partvonalától távolodva a vízszint különbözik a tó akkori vízszintjétől, és a medence teljes összefüggő kiterjedését tekintve egy folyóvízi típusú völgy profilja rajzolódik ki (**4. ábra**). A Kis-Balaton nyugati medencéje viszont tavi jellegű, csekély esésű, de víztükre több méterrel a tó akkori víztükre fölött van, 110 méteres Adria fölötti magasságban (**5. ábra**). A Tapolcai-medence mocsarai a Kis-Balaton nyugati medencéjéhez hasonlóan közvetlenül kapcsolódtak a tó vizéhez, de kissé távolabb már itt is komoly magassági eltérés mutatja, hogy folyóvízi típusú, a tóhoz nem szervesen kapcsolódó mocsár töltötte ki a Tapolcai-medence nagy részét. A Nagy-berek területének is csak elenyészően kis része van az akkori Balatonhoz hasonló magasság-tartományban, ráadásul a térképek tanúsága szerint a Berket a tó vizétől folyamatosan elválasztották a turzások (**6. ábra**). A Déli part többi kis völgye annyira szűk, hogy az illeszkedés hibája komoly eltéréseket

okoz a profilban, de mégis látható, hogy többnyire szintén viszonylag meredek, folyóvízi jellegű völgyek. Kivétel ez alól (nem túl meglepő módon) a Szántódi turzasháromszög mocsara, amely pontosan egy szintben van a Balatonnal, és a Sió völgye, amely Mezőkomáromig csaknem vízszintes. A harmadik mocsár, amely szoros kapcsolatban lehetett a tóval, a Szemes, Lelle és Rádpusztá között levő Berek. Ez a völgy, bár látszatra hasonló a déli part többi völgyéhez, kivételt képez, hiszen gyakorlatilag egy magasságtartományba esik a tó akkori vízével (7. ábra).

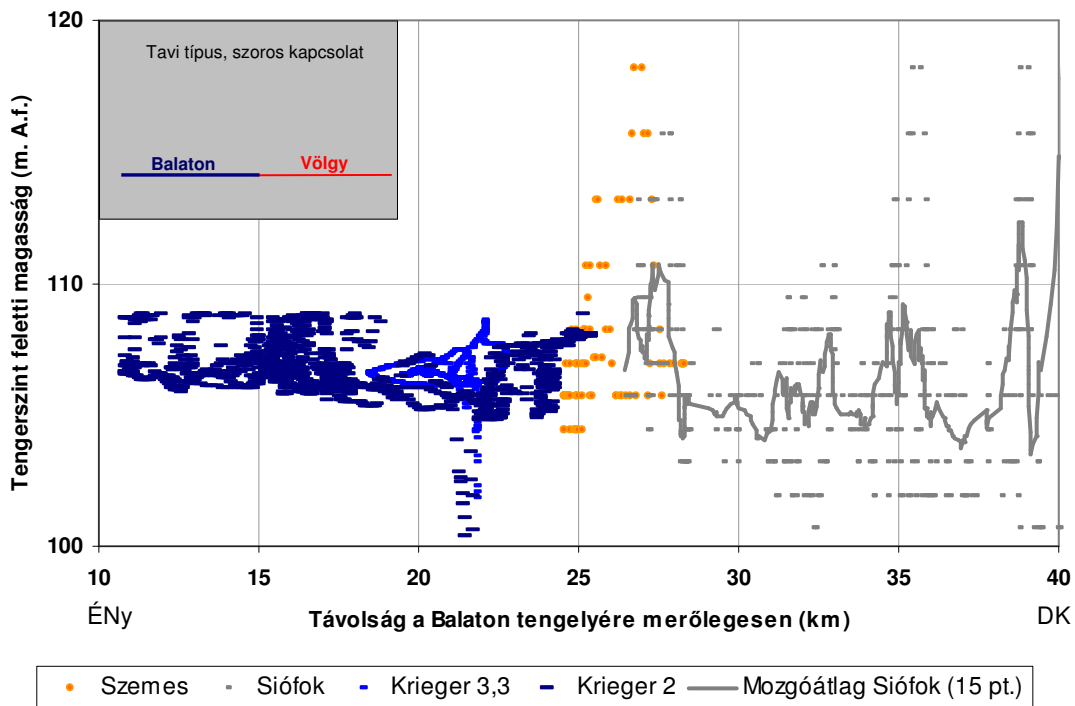


5. ábra. a Kis-Balaton Nyugati medencéjének magassági profilja a XVIII. század végén. A Krieger-térkép mélységvonalai alapján a Balaton vízszintjének magasságára számított pontok jelzik a tó víztükrének helyzetét a mocsarak vízének magasságához képest.

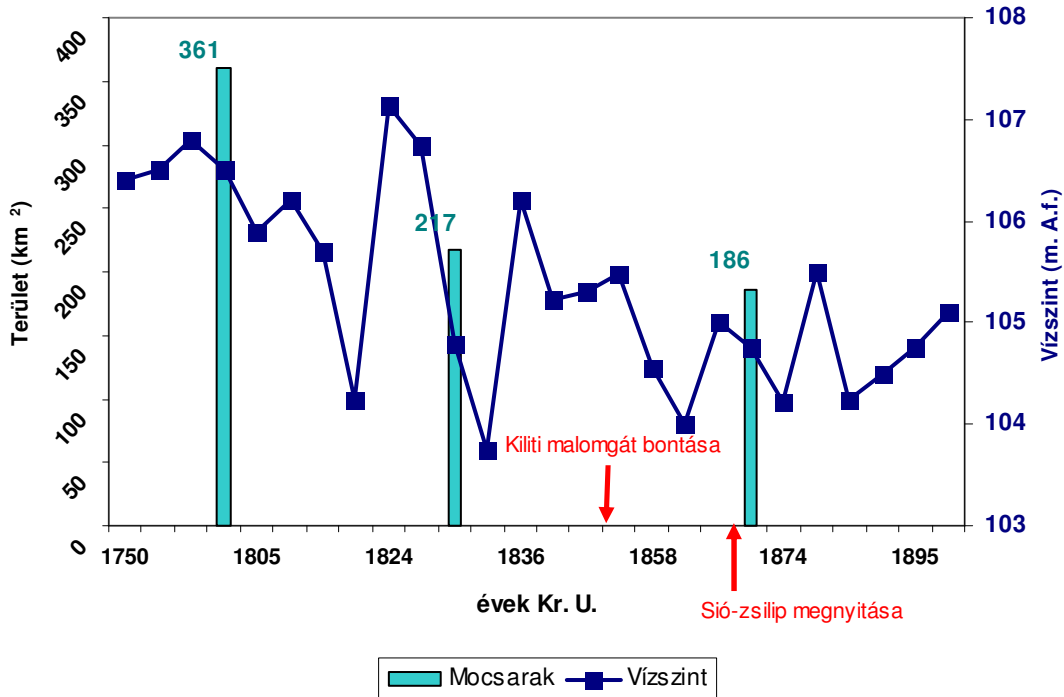
A vízgyűjtőn történt változásokat vizsgálva első ránézésre csak a nyílt, gyep vagy szántó kategóriába eső területek térnyerése nyilvánvaló, ennek azonban a hidrológiai következményei nehezen azonosíthatók. Az erdő területe is változott, hiszen az Első és a Harmadik Katonai Felmérés között eltelt mintegy száz évben 30 százalékkal csökkent. A mocsarak területváltozása azonban még figyelemreméltóbb, az Első és a Második Katonai Felmérés között eltűnt a vízgyűjtőről a mocsarak 39 százaléka, összesen 144 négyzetkilométer, majd a Második és a Harmadik Katonai Felmérés között újabb 30 négyzetkilométer mocsár alakul át másmilyen területté (8. ábra). A térkép mutatja meg a változás jellegét, elsősorban a nagyobb, vízzel elárasztott berkek száradtak ki az Első és a Második Felmérés között, a Második és Harmadik Felmérés között pedig inkább kisvizek tűntek el, míg a tó közvetlen közelében lévő mocsarak megmaradtak a Harmadik Felmérés alatt is (9. ábra).



6. ábra. a Tapolcai-medence és a Nagy-Berek mocsarainak magassági profilja a XVIII. század végén. A KRIEGER-térkép mélységvonalai alapján a Balaton vízszintjének magasságára számított pontok jelzik a tó víztükrének helyzetét a mocsarak vizének magasságához képest.



7. ábra. A Szemesi Berek és a Sió-völgy magassági profilja a XVIII. század végén. A KRIEGER-térkép mélységvonalai alapján a Balaton vízszintjének magasságára számított pontok jelzik a tó víztükrének helyzetét a mocsarak vizének magasságához képest.



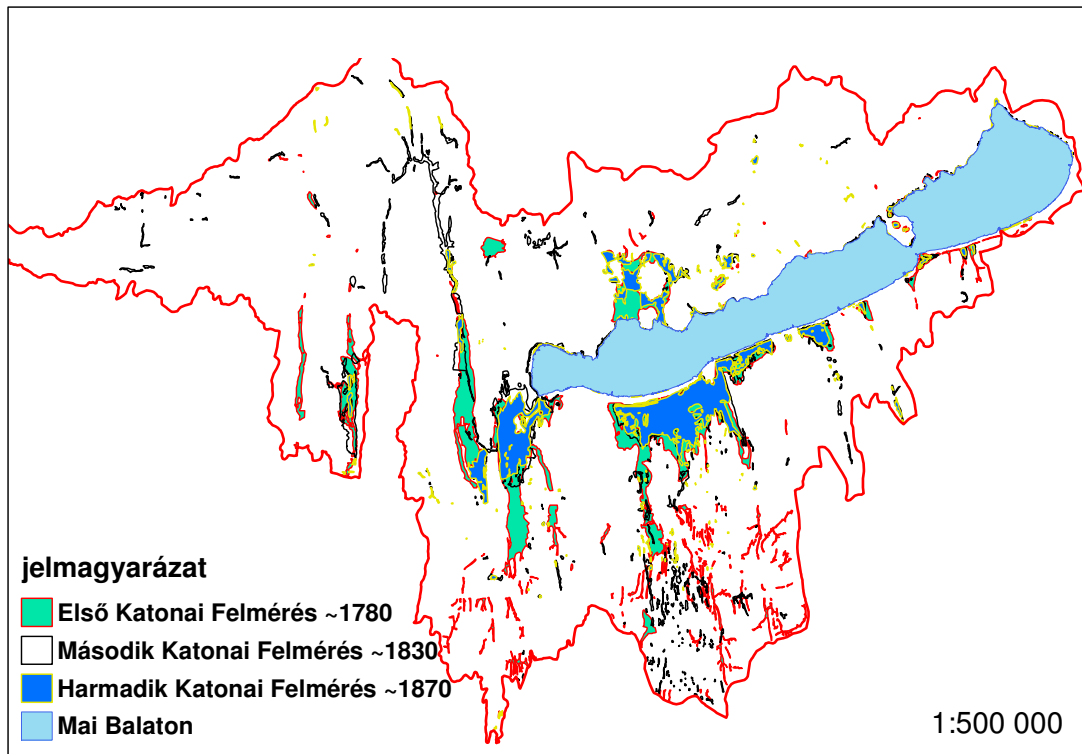
8. ábra. A Balaton irodalmi adatokból, valamint saját számításunkból (1776) rekonstruált vízszintje a vizsgált időszakban, valamint a mocsarak területe a tó vízgyűjtőjén az Első, a Második és a Harmadik Katonai Felmérés alapján. (Fontos megjegyeznünk, hogy a tó vízszintjébe történt első célzott emberi beavatkozás 1848-ban történt, azonban mind a tó vízszintjének, mind pedig a mocsarak területének csökkenése már azelőtt megkezdődött).

Megvitatás

A Balaton első vízállás adata ellentmond számos korábbi szerző eredményeinek. Az elsősorban a térképeken mutatkozó szigetekre alapozott vízállás rekonstrukciók 109 m. a.f. magasság körüli vízszinteket írnak le (BENDEFY & NAGY, 1969). Hasonló eredményre vezet, ha a vízzel elárasztott mocsarakat a tó részeinek tekintve keresik meg az ehhez szükséges magasságot. Rekonstruálva a 110 méteres magasságú víztükör által elárasztott területet, kiszámították, hogy ez az állapot felel meg a befolyás, a tóra hulló csapadék és a párolgás egyensúlyának.

Összevetve a KRIEGER-térképből számított balatoni vízszintet a szomszédos mocsarak vízszintjével, nyilvánvalóvá válik, hogy ezeket külön vízrendszernek kell tekintenünk. Ezt már maga KRIEGER is leszögezi a térképhez készült latin nyelvű leírásában (KRIEGER, 1776). A hidrológiai egyensúly a befolyás és a párolgás között viszont fennmaradhat úgy is, hogy a 106,5 méteres magasságú Balatonba érkező patakok vízének nagy része a berkekben párolog el és nem a tóban.

A tó körüli mocsarakra kapott eredményeink számos esetben megfelelnek a más módszerekkel kapott adatoknak. A Tapolcai-medencére ZÓLYOMI BÁLINT már kimutatta pollenztratigráfiai úton, hogy annak üledéke folyóvízi és nem tavi eredetű (ZÓLYOMI & NAGY, 1991). Ezzel szemben a Sió völgyének Mezökomáromig tartó szakaszára CHOLNOKY írja le, hogy tavi és nem pedig folyami üledék tölti ki (CHOLNOKY, 1918).



9. ábra. A Balaton vízgyűjtőjének mocsarai az Első, Második és Harmadik Katonai felmérésen.

Szintén CHOLNOKY írja le azt, amit magam is megfigyeltem, hogy erős vízlengés esetén a Szemesi-berekből befolyó árok vize visszafelé, a Balatonból a berek felé folyik. A többi, Balatonhoz csatlakozó mocsárral együtt a tó élőhelyek egymáshoz kapcsolt rendszerét alkotta, és elsősorban a nagyobb testű gerincesek szabadon közlekedhettek a berek és a Balaton között. Bár a partok beépülése és a mocsarak egy részének lecsapolása vagy halastóvá alakítása kétségtelenül nehezíti ezt a kapcsolatot, a hidrológiai összeköttetés jellege csak kismértékben változott a partok beépülésével. Az egyes víztestek természetvédelmi kezelésénél, védelmi státuszának megítélésénél a Balatonnal való hidrológiai kapcsolat jellege mindenképpen figyelembe veendő.

A mocsarak területének csökkenése nem elsősorban a Balaton lecsapolásának következménye. A tó vízszintjének mesterséges szabályozása 1847-ben a Kiliti malom gátjának elbontásával kezdődött (VIRÁG, 1998) és a Sió-zsilip 1863-as ünnepélyes megnyitásával teljesült ki. Mindkét esemény a Második és a Harmadik Katonai Felmérés között történt, de a vízgyűjtőn a mocsarak jelentős része már a második felmérés előtt kiszáradt. Ez semmiképpen nem magyarázható a tó vízszintjének mesterséges csökkenésével. A vízgyűjtőn számos vizenyős területet lecsapoltak, és nem csak a Sión, hanem más vízfolyásokon is szüntettek meg malmokat. Ennek nyomai egyértelműen látszanak az Első és a Második Felmérés összehasonlításából, sok helyen be vannak jelölve a csatornák, illetve azonosíthatók az eltűnő vízimalmok, a kiszáradt területek pedig elsősorban a vízfolyások felső, meredekebb szakaszán találhatóak. Nem feledkezhetünk meg a klimatikus hatásokról sem, dokumentálva van, hogy ebben az időszakban például a Fertő-tó többször is kiszáradt. Ha azonban kizárólag a szárazság okozta volna a mocsarak eltűnését, a későbbiekben ezeknek újra meg kellett volna jelenniük. A tó vízszintjének csökkenő tendenciája a rekonstrukciók összehasonlításából kiderül, de úgy tűnik, emellett jellemző az ingadozások, szélsőségek növekedése, még a zsilip megnyitása utáni

időkből is. Míg a mocsarak eltűnése nem tekinthető e folyamat következményének, elképzelhető, hogy a mocsarak és erdők fogyása a vízgyűjtő vízvisszatartási képességének csökkenését okozva szerepet játszott a vízszint csökkenésében és az ingadozások növekedésében.

Összefoglalás

A Balatonnak és vízgyűjtőjének tizennyolcadik és tizenkilencedik századi térképei térinformatikai módszerekkel vizsgálva már alkalmasak számszerű következtetések levonására. A KRIEGER-térkép mélységvonalainak vizsgálatából kimutattuk, hogy a Balaton 18. század végi középvízszintje 106,5 méter A. f. körül alakult. A Balaton környéki mocsarak nagy részének a vízszintje azonban ettől függetlenül alakult a 18. század végén, szoros hidrológiai összeköttetésben csak a Kis-Balaton keleti medencéjének és a Tapolcai-medencének a közvetlen parti területei, valamint a Szántódi turzás, a Sió-völgy és a Szemesi Berek mocsarai álltak a tóval. A vízgyűjtő mocsarainak kiszáradása nem következménye a tó szabályozásának, hiszen annál jóval előbb megtörtént, sőt, az erdők fogyásával együtt lehet, hogy szerepet játszott a vízszint süllyedésében és az ingadozások növekedésében.

Köszönetnyilvánítás

Az Első és Második Katonai Felmérést TIMÁR GÁBOR (Arcanum Kft), a Harmadikat JANKÓ ANNAMÁRIA (HM Hadtörténeti Intézet Térképtár) bocsátotta rendelkezésünkre. A mai Magyarország területén kívül eső referenciaadatokat Tomaz Podobnikartól kaptuk.

Irodalom

- BENDEFY L., 1972. Krieger Sámuel. Hidrológiai Tájékoztató 3-7.
- BENDEFY L. & V. NAGY I., 1969. A Balaton évszázados partvonalváltozásai. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 215 pp.
- CHOLNOKY J., 1918. A Balaton hidrográfiája. In: LÓCZY L. (ed) A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. Franklin Társulat, Budapest, pp. 1-318.
- DOMOTORFY, Z., D. REEDER & P. POMOGYI, 2003. Changes in the macro-vegetation of the Kis-Balaton Wetlands over the last two centuries: a GIS perspective. *Hydrobiologia* **506**(1-3): 671-679.
- JANKÓ A., 2007. Magyarország topográfiai felmérései 1763-1950. A Hadtörténeti Intézet és Múzeum Könyvtára. Argumentum Kiadó, Budapest.
- KRIEGER, S., 1776. Descriptio Fluvii Sió, et Lacus Balaton. In: CHOLNOKY, J. (ed) A Balaton Hidrográfiája, Budapest.
- LOTZ G., 1973. A Balaton vízszintje a XIX. század első felében. *Vízügyi Közlemények* **3**: 337-341.
- MOLNÁR, G., 2010. Making a georeferenced mosaic of historical map series using constrained polynomial fit. *Acta Geodaetica Et Geophysica Hungarica* **45**(1): 24-30.
- SÁGI K., 1968. A Balaton vízállástendenciái 1863-ig a történeti és kartográfiai adatok tükrében. *A Veszprém megyei múzeumok közleményei*, **7**: 441-468.
- 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., 2010. Measuring historic water levels of Lake Balaton és the neighbouring valleys. *Acta Geodaetica Et Geophysica Hungarica* **45**(1): 39-47.
- ZLINSZKY, A. & G. MOLNÁR, 2009. Georeferencing the first bathymetric maps of lake balaton, Hungary. *Acta Geodaetica Et Geophysica Hungarica* **44**(1): 79-94.
- ZÓLYOMI B. & NAGY L., 1991. A Balaton múltja a pollensztratigráfiai vizsgálatok tükrében. In: BÍRÓ P. (ed) XXXII. Hidrobiológus napok. 100 éves a Balatonkutatás. Magyar Hidrológiai Társaság, Tihany, pp. 25-32.

Érkezett: 2010. december 11

Javítva: 2011. június 07

Elfogadva: 2011. június 21