

KIS VÍZFOLYÁSOKRA ÉPÍTETT TÁROZÓK ÖKOLÓGIAI HATÁSÁNAK BEMUTATÁSA A CSIGERE-PATAK PÉLDÁJÁN

Biró Rita¹, Ács Éva², Stenger-Kovács Csilla^{1,3}

¹ Pannon Egyetem, Környezettudományi Intézet, Limnológia Intézeti Tanszék, H-8201, Veszprém, Pf. 158.

² MTA ÖK Duna-kutató Intézet, H-2131 Göd Jávorka Sándor u. 14.

³ MTA Limnoökológiaia Kutatócsoport, H-8201, Veszprém, Pf. 158.

email: birorita87@gmail.com

Kivonat

A kutatás elsődleges célja a kisvízfolyásokra épített tározók ökológiai hatásának vizsgálata, a Csigere-patak kovaalga összetételére és ökológiai állapotára. 2008 májusától 2010 márciusáig a patak tározó alatti szakaszáról hetente történtek fitobenton mintavételek, előzetesen kihelyezett mészke szubsztrátumokról illetve minden mintavételkor helyszíni mérések és vízminta vétel.

A patak legjellemzőbb fajai az *Amphora pediculus*, *Cocconeis placentula* és *Rhoicosphenia abbreviata*, melyek minden mintában előfordultak. A bevonat kovaalga összetétele a szezonális mellett jól mutatta a vízszint időszakos változását, mely a Széki-tó működtetésével függ össze. A nyári mintákban, amikor kisebb volt a patak vízhozama, dominánsként jelent meg az időszakos vizeket kedvelő *Nitzschia palea*. A halas-tó vízszintjének szabályozásával függ össze, hogy a vizsgálat során nagy számban olyan planktonikus kovaalga fajok (*Cyclotella meneghiniana* és *Stephanodiscus* nemzetség képviselői) is előkerültek a bevonatból, melyek eutróf tavak indikátor fajok. Ezen fajok relatív gyakorisága szignifikáns kapcsolatot mutatott a kovaalga indexekkel, főbb tápanyagformák koncentrációjával és a Széki-tó vízállásának változásával. Ennek köszönhetően jól alkalmazható a planktonikus kovaalga arány a hidromorfológiai módosítás mértékének leírására. A Csigere-patakra épített halas tó, mint átfolyósos víztározó fő hatása leginkább abból fakad, hogy a patak vízjárását megváltoztatja, illetve pontszerű tápanyagterhelést jelent az alvízre nézve.

Kulcsszavak: kovaalga, patak, víztározó, ökológiai állapot.

Bevezetés

A víz egy olyan természeti erőforrás, mely nélkül a földi élet nem alakulhatott volna ki, az emberi civilizáció fejlődésének mozgató rugója és a jövő számára is nélkülözhetetlen (Human Development Report, 2006). Ezért nem csupán feladatunk, hanem kötelességünk a felszíni és felszín alatti vizeink jó állapotban való megőrzése.

Az Európai Unió új Víz Politikáját, a Víz Keretirányelvet (későbbiekben: VKI) 2000. december 22-én léptették hatályba. A VKI fő célja, hogy 2015-ig jó állapotba kell hozni minden olyan felszíni és felszín alatti vizet, melyek esetén ez egyáltalán lehetséges illetve fenntarthatóvá kell tenni a jó állapotot (WFD, 2000). A VKI hatálya minden olyan emberi tevékenységre kiterjed, amely kedvezőtlenül befolyásolja a vizek állapotát.

Felszíni vizek esetén az emberi tevékenység hatásait két csoportba tudjuk sorolni: (i) hidromorfológiai módosítások és (ii) szennyezőanyag terhelések (Pannonhalmi, 2002).

A hidromorfológiai módosítások olyan emberi beavatkozások, melyek a víztestben hidrológiai (pl.: a víz esésének és sebességének megváltozása) és morfológiai változásokat (pl.: meder futásának megváltozása) vonnak maguk után. Ilyen tevékenységek a víztározás,

belvízelvezetés, mederszabályozás, vízkivétel, kotrás vagy a vízszintszabályozás (Orbán és mtsai., 2005). A VKI előírásaiban fontos szerepet kapnak a hidromorfológiai beavatkozások, melyek megléte alapján egyes víztesteket erősen módosított kategóriába lehet sorolni. Erősen módosított víztest az, amely esetében olyan mértékű a hidromorfológiai változás, hogy az eredeti állapot vagy a jó állapot elérése nem lehetséges (www.8). Ezeknél a víztesteknél a VKI nem írja elő a jó állapot elérését, csak a lehetőségekhez mérten a legjobb állapotot, a jó ökológiai potenciál elérése a cél.

A vizek jó állapotának eléréséhez hangsúlyos lépés az ökológiai állapot meghatározása, mely a VKI által ajánlott élőlénycsoportok (halak, makrogerinctelenek, makrofita, fitoplankton, fitobentosz) segítségével történhet. Ennek köszönhetően manapság egyre többen használják a bevonat alkotó kovaalgák közösségét, mint bioindikátort a környezet monitorozásban (Stevenson és Smol, 2002; Wu és mtsai., 2010). A környezet legkisebb átalakulására és zavarására jelentős változással reagálnak (Stevenson és Bahls, 1999; Stevenson és Pan, 1999) illetve minden vizes élőhelyen nagyszámban megtalálhatóak (Péterfi, 1977). A vízfolyások bevonatalkotó kovaalga közössége jól jelzi a szezonitást és az antropogén hatásokat legyen az hidromorfológiai módosítás (víztározó építése a vízfolyásra) vagy a víz fizikai és kémiai paramétereinek megváltozása (Stenger-Kovács és mtsai., 2007).

Az egyik legjelentősebb hidromorfológiai változás a vízfolyásokra épített víztározó. Az első tározók még az ókorban épültek, elsősorban a periodikus szárazságok ellen védte magát a lakosság az olyan területeken, ahol víz megoszlása egyenetlen volt (pl: Mezopotámiában, vagy Kína és India egyes részein). Manapság mezőgazdasági (öntözés, halastó), ipari, ivóvízellátási, árvíz megelőzési (árvíz, belvíz), energetikai, hajózási és üdülési céllal épülnek víztározók (Kurunc és mtsai., 2006). A tározásnak alapvetően 3 formájával találkozhatunk: meder tározás, oldaltározás és átfolyásos tározás (Gulyás, 1994). Medertározásnál a tározott víz mennyiségének szabályozása duzzasztóval történik, ekkor a víz nem lép ki a mederből (pl: Tiszaleti Vízlépcső). Oldal tározásnál a vízfolyásból csak annyi vizet vezetnek a tóba amennyi szükséges a vízfrissítésre és a párolgási veszteség csökkentésére (pl: Tisza-tó). Ezzel ellentétben az átfolyásos tározás, amikor a tározót tápláló vízfolyás teljes hozama átfolyik a tározón (ilyen a Csigere-patakra épített Széki-tó is). Ez a megoldás kedvezőtlen, mert a folyóvíz tartózkodási ideje megnövekedik és a vízfolyás faunája számára a hosszirányú átjárhatóság is korlátozottá válik (Gulyás, 1994).

A tározás hatásának egyik legfontosabb eleme, hogy a folyóvízből állóvíz lesz, mely azzal jár, hogy a patak által szállított hordalék lerakódik és összegyűlik a tó alján, így számos vízminőséget meghatározó fizikai, kémiai és biológiai változó átalakul (Morris és Fan, 1998) ki. Minél hosszabb a tartózkodási idő egy víztározóban, annál nagyobb az esély a hordalék leülepedésére és a tápanyagok átalakulására (Hirsch és mtsai., 1991). Számos tanulmány (Morris és Fan, 1998; Stow és mtsai., 2001; Stanley és Doyle, 2002) mutatja, hogy a víztározóban a patakvíz összetételében jelentős változások történnek, mint például a nitrát, szerves nitrogén, összes ammónia és összes szerves szén koncentrációja megnövekedhet, viszont az oldott és szuszpendált üledék mennyisége csökkenhet. A tartózkodási idő növekedésének hatására a patak faunája és flórája is átalakul: állóvizekre jellemző fajok jelenhetnek meg (Orbán és mtsai., 2005).

Átfolyásos tározás esetén az alvízi szakaszon jelentősen megváltoznak a perifiton számára fontos tápanyagformák (nitrit, nitrát, ortofoszfát), koncentrációi az alvízi szakaszon)

(Huang és Foo, 2002). A víztározók működtetéséből ered, hogy a patak vízhozama erősen szabályozottá válik, mely jelentős stresszként hat az epifiton közösségre. A tározás hidrobiológiai hatása, hogy megnövelheti a vízfolyás diverzitását, a planktonikus fajok megjelenésének köszönhetően (Stenger-Kovács és mtsai., 2006). A diverzitás növekedését pozitív hatásként értékelhetnénk, de ezek a fajok nem a természetes állapotot jelzik, hanem a bolygatást.

Kutatásunk fő témája a kisvízfolyásokra épített tározók ökológiai hatásának vizsgálata, a Csigere-patak kovaalga közösségén keresztül, a 2008 májusától 2010 márciusáig begyűjtött bevonat és víz minták segítségével.

Anyag és módszer

A Csigere-patak Északi- és a Déli-Bakony, valamint a Marcal-medence határán folyik, vize Devecser határában folyik a Torna-patakba. A Csigere-patakon Ajka és Devecser között 1978-ben létesült egy 68 ha vízfelületű víztározó (www.5), melynek üzemeltetője a Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság. A tómeder jellegzetes völgyzárógáttakkal lezárt tavakra jellemző, a gát felé fokozatosan mélyülő meder, helyenként 6-8 méteres mélységekkel.

A tározó eredeti funkciója mezőgazdasági hasznosítású öntözővíz biztosítása volt, mivel nem volt igény vízkivételre ezt a funkciót a Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság visszavonta 2005-ben. A Széki-tó jelenlegi feladata a víztározás, a Csigere-patak vízjárásának kiegyenlítése az árhullámok csitításával, illetve csapadékszegény időszakban a vízfolyás élővíz jellegét az alsó szakaszon biztosítsa. A tározó másodlagos, közösségi célú hasznosítása a horgászat. A halászati jogok hasznosítója a tavon a Széki-tavi Horgász Egyesület.

Mintavétel helyéül a Széki-tó és Devecser város között elterülő szakaszt választottuk, amely 166 m-es tengerszint feletti magasságon helyezkedik el (GPS koordináták: N 47,13445; E 17,47209). A helyszín földúton könnyen megközelíthető a 8-as főútról. A szakasz mindkét oldalán mezőgazdasági művelésre szánt terület fekszik, bal oldala 5%-ban természetes fás vegetációval fedett. A mintavételi hely feletti szakaszon található a tározó (Széki-tó), a mintavételi helytől kb. 5 km távolságra.

A Széki-tó vízszintjére vonatkozó adatokat Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság a bocsájtotta rendelkezésünkre munkánk elkészítéséhez.



1.térkép: Mintavételi hely, melyet a térképen jellel (●) jelöltem

A Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság a Csigere-patakot 2. típusba sorolja, amely hegyvidéki, meszes hidrogeokémiai jellegű, durva mederanyagú, kicsi vízgyűjtőjű patakot jelent (KÖDU_KÖVIZIG, 2005). A vizsgált terület és környéke azonban határozott dombvidéki jelleget mutat, ezért a Csigere-patak vizsgált szakaszát 8. tipológiai típusú vízfolyásnak kezelik (Pék és mtsai., 2010), ami dombvidéki, meszes hidrogeokémiai jellegű, közepes-finom mederanyagú, kicsi vízgyűjtőjű kisvízfolyást jelent.

A mintavételek süttői mészkőből készült 10*10 cm-es felületű kőszubsztrátról történtek, amely megfelel a patak természetes alapkőzetének. A kihelyezés 2008. április 7-én történt, ekkor összesen 120 db mészkő szubsztrátot erősítettünk egy dróthálóra, melyet a patak sodorvonalába a mederaljához rögzítettünk U vasakkal. Az első mintavétel a kihelyezést követően 4 héttel volt 2008. május 11-én, majd hetente egy mintavétel történt 2010. március 22-ig. Minden mintavétel során randomszerűen egy mészkő szubsztrátot távolítottunk el a dróthálóról, majd az aljzat felső felét rövid sertéjű fogkefe segítségével lekapartuk. A bevonatot végül egy kevés desztillált vízzel egy tároló edénybe töltöttük és tartósítottuk 96%-os etilalkohollal, majd a Limnológia Intézeti Tanszék laboratóriumába szállítottuk.

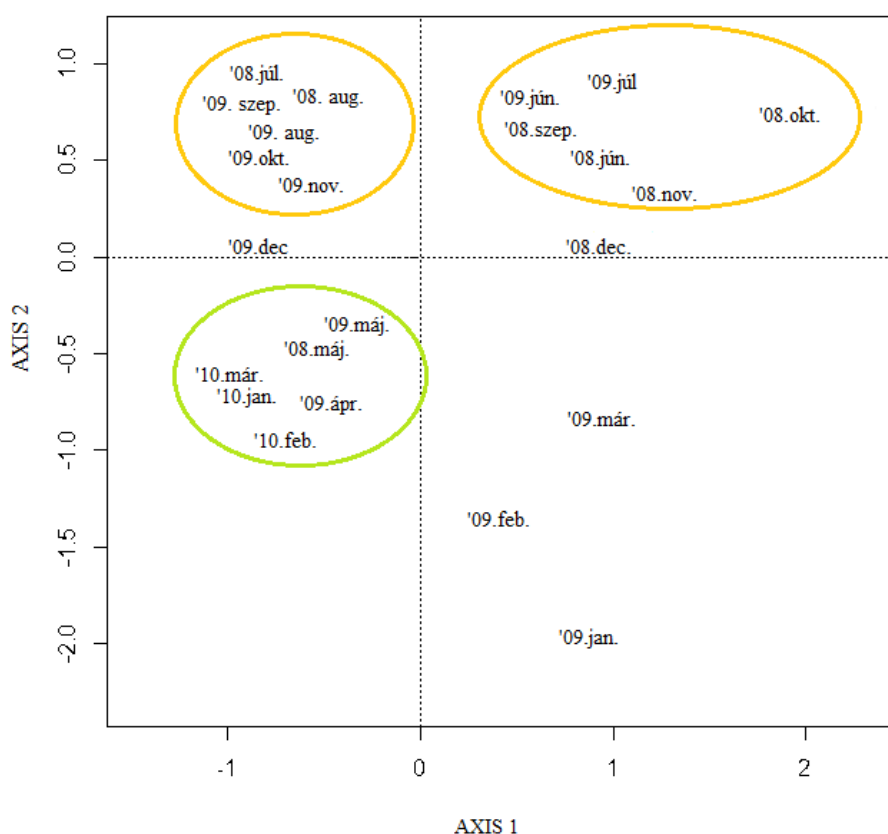
A minták elkészítéséhez forró hidrogén-peroxidos roncsolásos módszert használtunk. A preparátumokat fénymikroszkóppal (Nikon Eclipse E600) 1000X-es nagyításon vizsgáltuk. A határozást Süßwasserflora von Mitteleuropa (Kammer & Lange-Bertalot, 1991-1999), és az Iconographia Diatomologica (Lange-Bertalot, 2000-2008) köteteinek segítségével végeztük.

Minden mintavétel alkalmával HQd 40 Field Case hordozható készülékkel helyszíni méréseket (vízhőmérséklet, pH, vezetőképesség, oldott oxigén tartalom (DO), oxigén telítettség (DO%), zavarosság) végeztünk. Emellett vízmintát is vettünk, melyek analízisére a PE Limnológia Intézeti Tanszékének vízkémiai laboratóriumában került sor. A következő paramétereket mértük: p- és m-lúgosság, klorid (Cl^-), szulfát (SO_4^{2-}), kémiai oxigénigény (KOI), nitrit (NO_2^-), nitrát (NO_3^-), ortofoszfát (PO_4^{3-}), összes foszfor (TP) és szilícium (SRSi). Spektrofotometriásan határoztuk meg a NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , (Németh, 1998) és SRSi (Wetzel & Likens, 2000) koncentrációit. A Cl^- , SO_4^{2-} , a KOI valamint a p- és m-lúgosság mérése titrimetriás módszerrel történt (Németh, 1998).

Eredmények

Az élő bevonat analíziséből származó eredmények

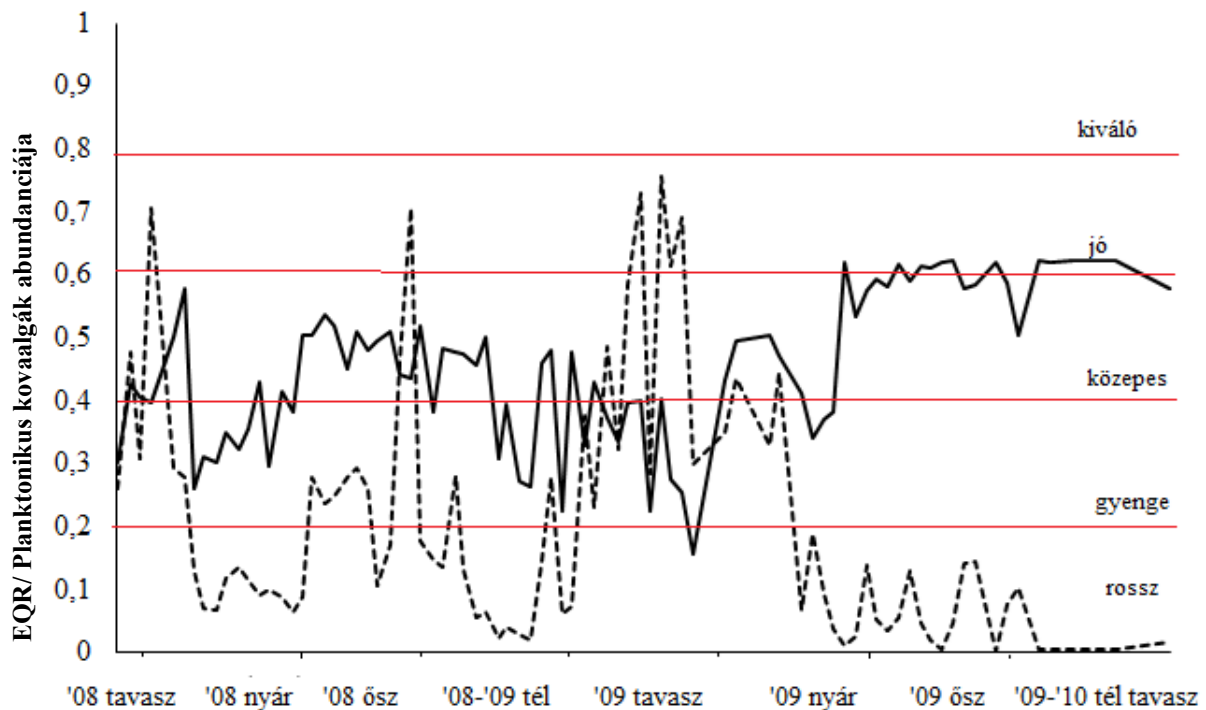
A Csigere-patak alsószakaszán végzett két éves vizsgálat során 82 mintából 107 fajt határoztam meg. A legtöbb faj a *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Navicula* és *Nitzschia* nemzetségekből került elő. A mintákban tapasztalt átlagos kovaalga fajsza 22 volt, minimum értéket 2009. május 18.-án, a maximum fajsza 2008. május 25.-én tapasztaltam. Átlag alatti fajsza főleg a téli mintáknál volt megfigyelhető és a tavaszi nyári minták értékei magasabbak voltak.



1.ábra: A Csigere-patak havi átlagos bevonat mintáinak analízise alapján készített ordináció (CA)

Domináns fajnak tekinthetőek a következő taxonok: *Amphora pediculus* (12,9%), *Cocconeis placentula* (5,1%), *Mayamaea atomus* (6,35%), *Nitzschia palea* (5,36%), *Rhoicosphenia abbreviata* (13,31%). A vizsgálati időszakra jellemző uralkodó fajok közül az *Amphora pediculus* és a *Cocconeis placentula* minden mintában megtalálható volt, viszont a már említett másik 3 faj időszakosan került elő nagyobb számban. A Csigere-patak bevonat alkotó közössége alapján készített ordinációs diagramot mutatja az 1. ábra. A diagramon látható, hogy a bevonat kovaalga közössége időszakosan átalakult. Külön álló csoportokat

alkotnak a diagramon, a tavaszi-téli (diagramon zölddel jelölve), nyári-őszi minták (diagramon narancssárgával jelölve). Tavasszal nagyobb számba jelentek meg a *Navicula tripunctata*, a *Navicula lanceolata* és *Fragilaria vaucheriae* mellett a Centrales rend képviselői is. Nyáron a *Nitzschia palea* relatív gyakorisága elérte a 38%-ot viszont a *Stephanodiscus* nemzetség tagjai eltűntek a bevonatból. Ősszel vált dominánssá a *Rhoicosphenia abbreviata*, *Navicula lanceolata* illetve a perifitonban ismét nagy számmal jelent meg a *Stephanodiscus hantzschii*. Téli mintákban új uralkodó taxonná vált a *Mayamaea atomus* és egy-egy mintában (2009.01.14.; 2009.12.14.) nagyobb számmal a *Fistulifera saprophila*.



2.ábra: A bevonat minták EQR értékei (—), annak 8. tipológiájú vízfolyásra megadott határai (diagramon pirossal jelölve) és a planktonikus kovaalgáinak abundanciája (- - -)alakulása a mintavételi periódusban

A 2. ábrán jól látható, hogy periódikusan nagy számban planktonikus kovaalga fajok jelennek meg a fitobenton közösségben. A Csigere-patak alsószakaszán megjelenő planktonikus kovaalga közösség uralkodó fajai a *Stephanodiscus* nemzetség tagjai, a *S. hantzschii* és a *S. minutulus*, ez utóbbi főként a tavaszi mintákra jellemző.

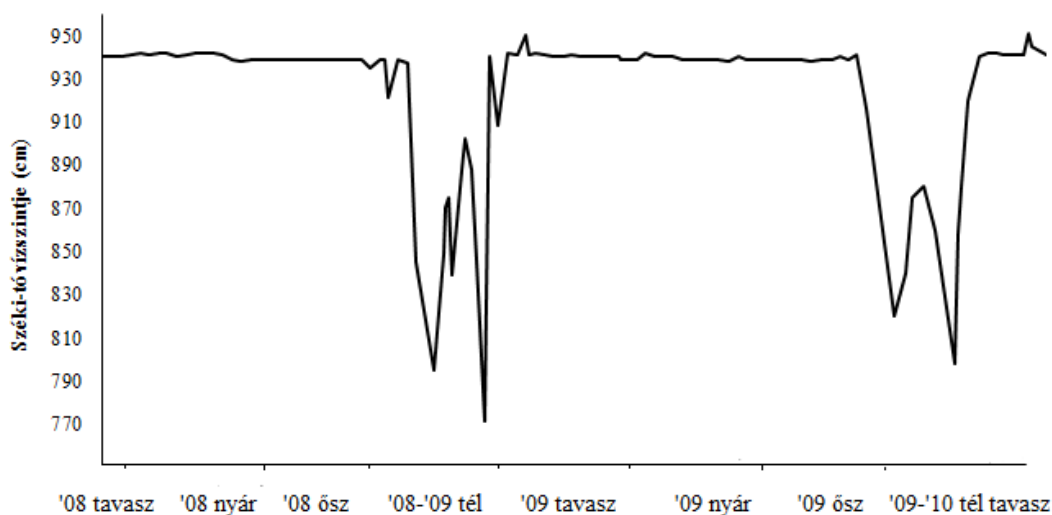
A 2. ábra alapján elmondható, hogy az EQR értékek a 82 perifiton mintából 11 esetben jó kategóriát ért el, legtöbbször (43) viszont közepes minősítést kapott a patak szakasza, de gyenge (27) és rossz (1) potenciált mutató értékeket is tapasztaltam.

A planktonikus kovaalga arány alapján elkülöníthető a minták három csoportja. 1. csoportba tartoznak a nyári minták, amikor a planktonikus kovaalgák aránya átlagon (20%) aluli, ebben az időszakban az EQR értékek alacsonyabbak. A 2. csoportba tartoznak azok az időszakok, amikor a minták planktonikus kovaalga aránya átlagérték körül alakul, 15-30% körül (tavasz, ősz, tél) ilyenkor az EQR értékek is magasabbak. A 3. csoport sorolhatók azok a minták, amelyekben a planktonikus kovaalgák aránya jóval meghaladja a 30%-ot a, egy-egy

mintában ezen taxonok gyakorisága meghaladja a 60%-ot is (tavasz, nyár eleje, késő ősz, tél eleje). Ezekben a planktonikus csúcsokban a patak ökológiai potenciálja romlott, az EQR értékek 0,4 és 0,2 között változtak.(2.ábra).

Széki-tó vízszintjének változása

A Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság szakemberei a Széki-tó vízszintjét hetente kétszer regisztrálják, ezen eredményeket felhasználva a 3. ábra mutatja a vizsgálat periódusában a tó vízszingadozását.



3. ábra: A Széki-tó vízszintjének alakulása a mintavételi periódusban

A tározó átlagos vízszintje márciustól decemberig 940 cm, ettől csak tavasszal tért el nagyobb mértékben (950cm) (3. ábra). Télen mindig alacsonyabb szinten tartották a tározó vizét ilyenkor 770cm és 930cm között változott (3. ábra).

Spearman-féle korreláció számítás eredményei

	planktonikus kovaalga arány	
	p-érték	korrelációs koefficiens
vízállás	$7,1 \cdot 10^{-7}$	0,47
EQR	$6,2 \cdot 10^{-4}$	-0,37
IPSITI	$6,2 \cdot 10^{-4}$	-0,37
IPS	$4,9 \cdot 10^{-8}$	-0,43

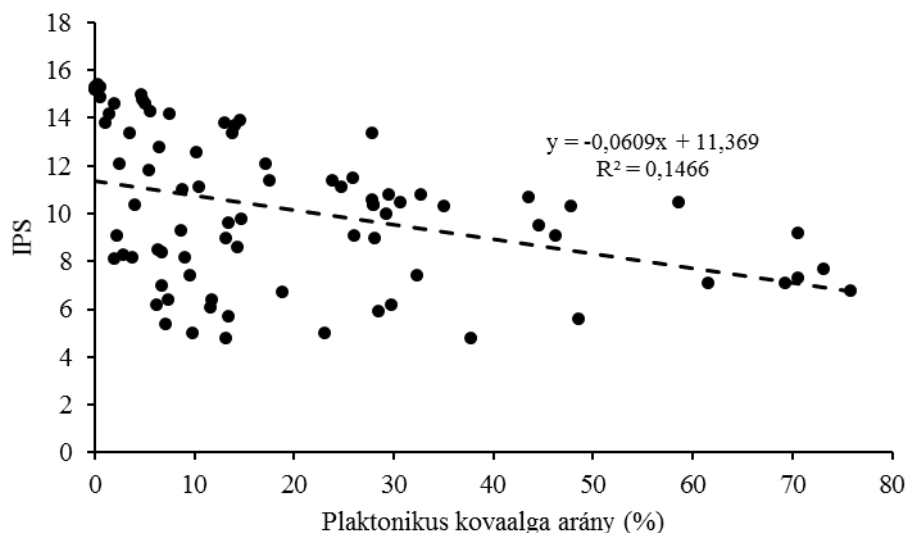
3.táblázat: a Spearman-féle korreláció eredményei

A Spearman-féle korreláció számítások eredményeként kaptuk, hogy a planktonikus kovaalgák aránya és a Széki-tó vízállása között pozitív szignifikáns kapcsolat van (3.

táblázat). Negatív szignifikáns kapcsolat van a Széki-tóból származó planktonikus diatómák illetve EQR, IPSITI és IPS értékek között (3. táblázat).

Planktonikus kovaalga arány és az IPS lineáris regressziója

Lineáris regresszióval teszteltük, hogy a tapasztalt planktonikus kovaalga arány miként befolyásolja az IPS index értékeit, az eredményeket az 4. ábra tartalmazza.

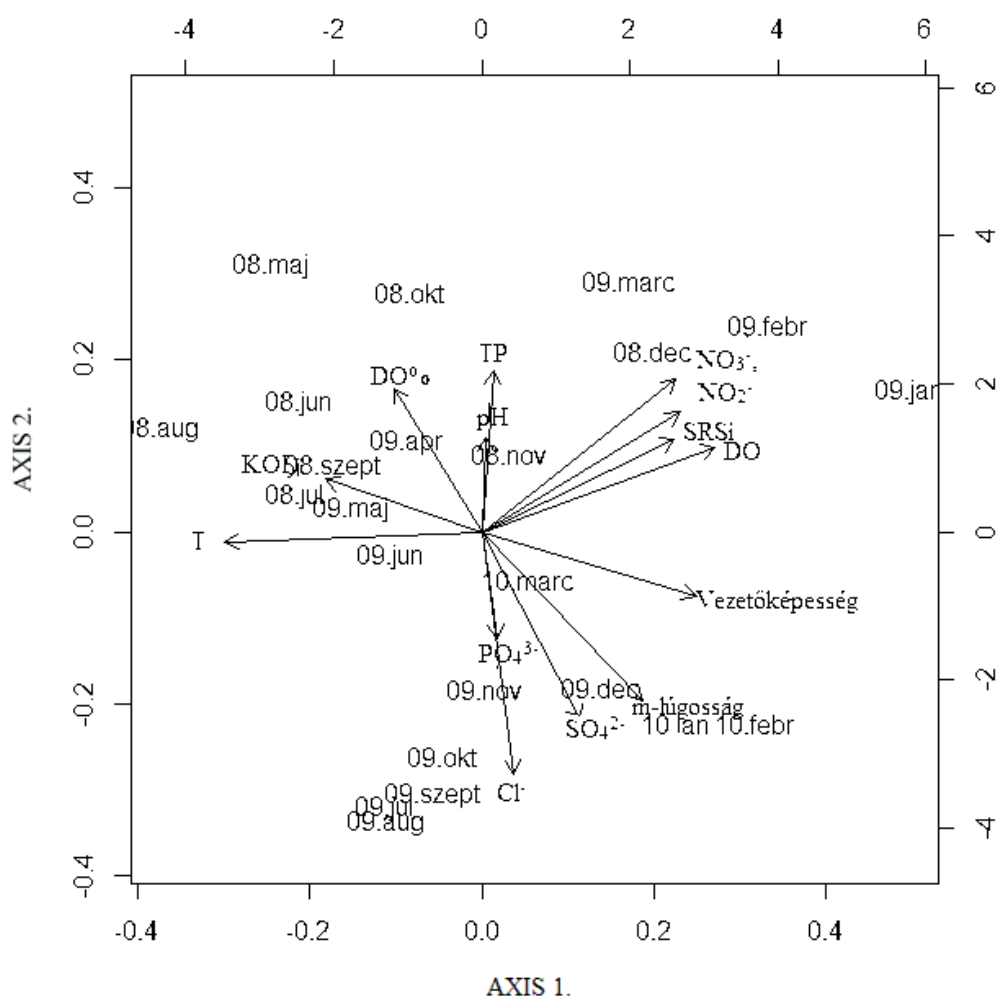


4.ábra: Az Csigere-patak IPS értékei a planktonikus kovaalga arány(%)függvényében

A 4. ábrán jól látható, hogy a planktonikus kovaalga arány növekedésével csökken az IPS értéke, melyet a planktonikus kovaalga arány 14,66%-ban magyaráz. Az IPS mesterséges vízfolyás esetén 10-nél vált át közepesről jó kategóriába, ennél az értéknél a planktonikus kovaalga arány 23%. Tehát 23% feletti planktonikus aránynál már az IPS értékek lecsökkennek.

A Csigere-patak fizikai kémiai jellemzőinek eredményei

A mért fizikai és kémiai paraméterek havi átlagos értékei alapján kapott főkomponens analízis (PCA) ordinációs diagramján az 1. tengely mentén (AXIS 1.) a leginkább meghatározó változók: a hőmérséklet (T) ($r=-0,9048$), az oldott oxigén (DO) ($r=0,819$), a nitrit ($r=0,6784$) és a kémiai oxigén igény ($r=-0,553$) (4. ábra). A scattergram 2. tengelyét (AXIS 2.) legjobban a klorid ($r=-0,8515$), nitrát ($r=0,684$) és az összes foszfor ($r=0,568$) koncentrációja alakítja (5. ábra).



5.ábra: A Csígyere-patak vízkémiai mérésének havi átlagos ordinációja (PCA)

A víz hőmérséklete a nyáron meghaladta a 20 °C -ot, ezt az értéket, 2008-ban egészen-májustól augusztus végéig elérte viszont 2009-ben csak július és augusztus hónapokban. Oldott oxigén mennyisége a vizsgált időszakban mindig decembertől áprilisig volt a legmagasabb és július augusztusban a legalacsonyabb. A nitrit és a nitrát értékei mind a két vizsgált évben novembertől májusig voltak magasabbak. A klorid koncentráció a 2009-es évben szinte minden esetben meghaladta az előző évben tapasztaltakat, mind a két évben főleg november és december környékén vált meghatározóvá. Az összes foszfor koncentráció mind a két évben június és július környékén emelkedett meg viszont 2008-ban októberben, novemberben és januárban is magasabb értékeket mutatott a 2009-es évhez képest.

Értékelés

A kutatás mintavételi periódusában 82 bevonat mintából 107 fajt sikerült meghatározni. A Csigere-patak legjellemzőbb fajai az *Amphora pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Mayamaea atomus*, *Nitzschia palea*, *Rhoicosphenia abbreviata* volt, melyeket a Balaton befolyóinak kovaalga flórájában is (Stenger-Kovács és mtsai., 2008) megtaláltak. Lényeges különbség a Balaton-befolyóinak és a Csigere-patak kovaalga közössége között, hogy az általam vizsgált patakszakasz perifitonjában ciklusosan nagy számban jelentek meg a Széki-tóból származó Centrales fajok (Bíró és mtsai., 2011).

A Centrales rendbe tartozó fajok a planktonikus algaközösséghez tartoznak, ezen taxonok nagyszámú megjelenése egy patakban jelzés értékű, hiszen egy kisvízfolyásban, mint például a Csigere-patak, nem adottak a feltételek planktonikus közösség kialakulásához (Török, 1997). Portugáliában egy kutatás során 18 víztározó litorális régiójának epilítikus kovaalga közösségét vizsgálták és a víztározókra jellemző kovaalga közösségben planktonikus diatómákat (*Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclostephanos dubius*, *Aulacosira tenella*) is találtak nagy számban (Novais és mtsai., 2012). 2001-ben Szabó és munkatársai megfigyelték a Rákos-patak halastavak utáni szakaszán, hogy a bevonatban uralkodóvá váltak planktonikus kovaalga taxonok (*A. granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus* nemzetséghez tartozó fajok) is (Szabó és mtsai., 2004). A Csigere-patak alsó szakaszán is megtaláltam ezeket a fajokat, melyek közül dominánssá vált a *S. hantzschii*, *S. minutulus* és *C. meneghiniana*. A hegyvidéki és a dombvidéki vízfolyásokban megjelenő *S. hantzschii* és *S. minutulus* tározást indikáló fajként már definiálták (Stenger-Kovács és mtsai., 2006).

A Csigere-patak alsó szakaszán megjelenő planktonikus kovaalgák aránya erős szignifikáns kapcsolatot mutatott a Széki-tó vízszintjének változásával, mely a patak fizikai-kémiai paramétereit is meghatározta. A patak alsó szakaszának aktuális állapotát a Széki-tó üzemeltetése határozza meg, melyet a bevonatba kiüledő planktonikus algák mennyisége indikál. A planktonikus arány alapján elkülöníthető a három jellemző állapota a pataknak: kisvízes-, normál vízszintű - és a nagyvízes állapot.

Nyáron, amikor üzemi vízszintet tartanak a tóban és a meleg miatt nagyobb a párolgás akkor sokkal kevesebb vizet engednek le a patakba, ilyenkor alig van víz a patakban, pangó jellegű a patak. A kisvízes időszakban a patak medrét benövi a parti növényzet, köszönhetően az erre az időszakra jellemző kisebb vízhozamnak. A mért fizikai és kémiai változók közül az ortofoszfát és összes foszfor, kémiai oxigén igény és a klorid koncentráció értékei az átlagot meghaladják. Ezt a nyári kisvízes állapotot jelezte az időszakos vizeket kedvelő, talajalgaként számon tartott *Nitzschia palea* nagyobb relatív gyakorisága (Krammer & Lange-Bertalot, 1997, 1999). A Centrales fajok abundanciája ekkor 13% alatti, az EQR értékek alacsonyok, a patak ökológiai potenciálja gyenge illetve közepes között ingadozott. A mért fizikai és kémiai változók és a kovaalga közösség jól mutatta, hogy a természetes állapotot fenntartó vízmennyiséget sem engedik a tóból a patak alsó szakaszára.

Ősztől tavasz végéig a patak vízszintje normalizálódik, ez köszönhető a több csapadéknak illetve ilyenkor több vizet is juttatnak a Csigere-patak alsó szakaszára a víztározóból. A mért kémiai változók normalizálódtak és nem értek el kritikus értékeket. Azt, hogy a patak elveszti a nyári kisvízes időszakra jellemző állapotát mutatja az évszaknak megfelelően átalakuló bevonat közössége is. Ősszel nagyobb számban jelent meg az

áradásokkal szemben toleráns kozmopolita faj, a *Navicula lanceolata* (Stenger-Kovács és mtsai., 2012) illetve a planktonikus kovaalga arány elérte az átlagos 20%-ot. Az őszi bevonat taxon diverzitása és az egyenletessége is átlagon felüli értékeket mutatott. A kisvízes állapot megszűnése után az EQR értékek is normalizálódtak, közepes és jó ökológiai potenciállal jellemezhető ez az időszak.

Az átlag körüli planktonikus kovaalga időszakhoz tartozik a patak téli periódusa is. Ekkor a Széki-tó téli üzemre való átállásával a tározó és a patak közötti kapcsolat is jelentősebbé válik, több víz érkezik hosszabb időn keresztül a mederbe. A Széki-tóból a Csigere-patak alsó szakaszára engedett víz hatására átlagon felüli értékeket mutatott a nitrit, nitrát, ammónium, ortofoszfát, összes foszfor, klorid és a m-lúgosság koncentrációja. A megnövekedett tápanyag koncentrációra arra utal, hogy a téli mintákban nagyobb taxon számmal jelent meg a *Fistulifera saprophila* és a *Mayamaea atomus*, melyek még poliszaprób vizeket is elviselnek (Lange-Bertalot és mtsai., 2011, 2012). Ennek megfelelően alakult télen a patak ökológiai potenciálja is: több esetben is csak gyenge potenciállal volt jellemezhető.

A nagyvízes időszakot tavasszal, kora nyáron és novemberben tapasztaltam, ilyenkor a patak vízszintje hirtelen megnőtt. Novemberi időszak oka, hogy a víztározó ebben az időszakban áll át téli üzemre, amikor alacsonyabb vízszintet tartanak medrében, ezért vizét leeresztik. A tavaszi és kora nyári nagyvízes periódusok egybe esnek a Marcal vízgyűjtőjére jellemző magasabb vízállási időszakokkal, melyekért felelős a márciusi hóolvadás és a tavasz végi, kora nyári atlanti csapadék maximum (www.2). A tavaszi időszakban a Széki-tóban is igyekeznek magasabb vízszintet tartani, hogy csökkentsék a Csigere-patak árhullámain, de a november végi leeresztéshez hasonló jeleget ölt a patak alsó szakasza. A mért fizikai-kémiai változók ebben az időszakban nem mutattak jelentősebb eltérést, kivéve a kismértékben emelkedő nitrit koncentrációt. Tehát a leeresztés nem a tó vizének leengedését jelentette, hanem sokkal inkább annak gyors átmosását. Ezt indikálta, hogy a bevonatban ebben a periódusban akár 70%-ot is meghaladó planktonikus kovaalga arányt tapasztaltam. A nagyvízes időszak jellemző fajai voltak ősszel a *Fragilaria vaucheriae*, a *Navicula tripunctata*, ősszel a *S. hantzschii* és tavasszal a kozmopolita *S. minutulus*, ez utóbbi a halastavak tavaszi planktonjának domináns eleme és jól tűri a magasabb tápanyag koncentrációt is (www.7). Nagyvízes állapotban az EQR értékek alapján a patak gyenge kategóriába sorolandó, bár ezen értékek a közepes kategória határait súrolják.

A bevonat közösségének átalakulása jól indikálta a Széki-tó működéséből adódó vízszintingadozást és tápanyagterhelést, így a használt IPSITI indexből számolt EQR értékek is alkalmasak a Csigere-patak alsó szakaszának ökológiai potenciáljának megítélésére. Az EQR értékek alapján a vizsgált patakszakasz ökológiai potenciálja a bevonat alkotó kovaalgák alapján 2008 májusa és 2010 áprilisa között a legtöbb esetben közepes volt, de rossz és jó értékeket is elért.

Az IPS és a planktonikus kovaalga arány regresszió analíziséből illetve korrelációs számításából is látható, hogy e két érték erősen függ egymástól. A VKI szemszögéből kulcskérdés az erősen módosított víztesteknél a jó ökológiai potenciál elérése, így fontos ismerni a víztározást indikáló planktonikus kovaalga arány azon értékét, ahol még jó ökológiai potenciált ér el az adott víztest. A Csigere-patak esetében az előbb említett hidromorfológiai módosítás mértékét indikáló planktonikus kovaalga arány 23 %, mely felett a vízfolyás alsószakaszának jó ökológiai potenciálja közepes kategóriába vált.

Konklúzió

A víztározó egyik legalapvetőbb hatása a fajszám növekedése, vagy is a patakban olyan planktonikus kovaalga fajok jelentek meg, melyek egyértelműen a Széki-tóból származtak. Ezen taxonok periodikus megjelenésével és eltűnésével a bevonatból jól elkülöníthető a patak 3 tipikus állapota (kisvizes-, normál vízszintű- és nagyvizes állapot), mely évenként hasonlóan alakult.

A *Stephanodiscus* nemzetség tagjai alkották a bevonatban előforduló planktonikus kovaalga közösség 98%-át. Korábbi tanulmányok is foglalkoztak már e fajok indikációjával. A kutatásunk során bebizonyosodott, hogy a *Stephanodiscus* fajok relatív gyakorisága jól alkalmazható a tározás hatás mértékének leírásához. A Csigere-patakra nézve megállapítható, hogy 23 % feletti planktonikus kovaalga aránynál, olyan erős volt a víztározó hatás mértéke, hogy az ökológia állapot az átlagos közepes értékről gyenge, rossz kategóriába váltott át.

A Csigere-patakra épített víztározó hatásának hosszú távú megfigyeléséből elmondható, hogy a Széki-tó pontszerű tápanyagterhelést jelenthet az alvizi élővízre nézve, melyet a bevonat alkotó algák közösségében történt változások kitűnően jeleztek. Kutatásunk eredményeiből jól látható, hogy az átfolyósos víztározás hatásaként a bevonatban megjelenő, kisvízfolyásokra kevésbé jellemző, planktonikus algák gyakorisága jól indikálta a patak erősen szabályozott vízjárását és az aktuális ökológiai potenciálját is.

A kutatást a TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0025 és az OTKA K 75552 és az Otto Kinne Foundation támogatta.

Irodalomjegyzék

- Ács É., Borics G., Fehér G., Kiss K.T., Reskóné N.M., Stenger Kovács Cs., Tóth A., Várbíró G. (2009): A fitobenton élőlénycsoport zárójelentése, I. vízfolyás, 31pp.
- Ács É., Kiss K. T. (2004): Algalógiai praktikum, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- Biró R., Stenger-Kovács Cs., Ács É. (2011): A Csigere patak kovaalga biótája, Hidrobiológiai közlöny 91: 22-25 pp.
- Gulyás P. (1994): A vízepítési tevékenység vízi ökoszisztémára gyakorolt hatása, Vízügyi közlemények 76: 126-146pp.
- Hirsch R. M., Alexander R. B. (1991): Selection of methods for the detection and estimation of trend in water quality, Water Resources Research 27, 803-813pp.
- Huang W., Foo S. (2002): Neural network modeling of salinity variation in Apalachicola River, Water Research 36, 356-362 pp.
- Human Development Report (2006) Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis. (<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2010>)
- Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság (2005): Az Európai Parlament és Tanács 2000/60/EK sz. „Az európai közösségi intézkedések kereteinek meghatározásáról a víz politika területén” c. irányelvben 2005. március 22.-ei határidővel előírt jelentés a Duna vízgyűjtőkerület magyarországi területének jellemzőiről, az emberi tevékenységek környezeti hatásairól és a vízhasználatok gazdasági elemzéséről.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991): Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula und Gomphonema. In: Pascher, a Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/4, Gustav Fischer Verlag, Heidelberg Berlin.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991, 2000): Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Pascher, a Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/3, Gustav Fischer Verlag, Heidelberg Berlin.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1997, 1999): Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In: Pascher, a Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/1, Gustav Fischer Verlag, Heidelberg Berlin.
- Krammer K., Lange-Bertalot, H. (1997, 1999): Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Pascher, a Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/2, Gustav Fischer Verlag, Heidelberg Berlin.
- Kurunc A., Yurekli K., Okman C. (2006): Effects of Kilickaya Dam on concentration and load values of water quality constituents in Kelkit Stream in Turkey, Journal of Hydrology 317, 17-30pp.
- Lacointe C., Coste M., Prygiel J. (1993): Omnidia: a software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management, Hydrobiologia 269-270.
- Lange-Bertalot H. (2000): Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Volume 9. Diatomeen der Anden. Koeltz Scientific Books.
- Lange-Bertalot, H. (2002): Diatoms of European Inland Waters and Comparable Habitats Volume 3. Cymbella. A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- Lange-Bertalot, H. (2004): Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Volume 13. Ecology – Hydrogeology – Taxonomy. Koeltz Scientific Books.

- Lange-Bertalot, H. (2008): *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Volume 17. Diatoms of North America*. Koeltz Scientific Books.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M. (2011): *Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa*, Gantner Verlag K.G.
- Morris G.L., Fan J. (1987): *Reservoir Sedimentation Handbook: Design and Management of Dams, Reservoirs and Watershed for Sustainable Use*. McGraw-Hill, New York, 704 pp.
- Novais H. M., Blanco S., Delgado C., Morais M., Hoffmann L., Ector L. (2012): Ecological assessment of Portuguese reservoirs based on littoral epilithic diatoms, *Hidrobiologia* 695: 265-279pp.
- Németh, J. (1998): *A biológiai vízminősítés módszerei. Vízi Természet- és környezetvédelem 7. Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, ISBN: 963 602 7315.*
- Orbán V., Szilágyi F. (2005): *Alkalmazott hidrobiológia. - Szent István Egyetem jegyzete.*
- Pannonhalmi M. (2002): *A víztest kategorizálásáról és emberi hatásokról- Kézirat.*
- Pék A. Sz. Selmeczy G. B., Balassa M., Padisák J., Kovács K. (2010): Egy dombvidéki patakszakasz ökológiai állapotbecslése különböző módszerekkel. *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* 21:163-175pp.
- Péterfi I. (1977): *Az algák biológiája és gyakorlati jelentősége*, Ceres Könyvkiadó, Budapest, 48 pp.
- Stanley E.H., Doyle M.W. (2002): A geomorphic perspective on nutrient retention following dam removal, *BioScience* 52, 693-701pp.
- Stenger-Kovács Cs. (2007): *A bevonat alkotó kovaalgák használata hazai felszíni vizek ökológiai állapotminősítésében. Doktori értekezés tézisei.*
- Stenger-Kovács Cs., Bíró P., Soróczki-Pintér É. (2008): A Balaton befolyóinak ökológiai állapota a bevonatalkotó kovaalgák alapján *Hidrológiai Közlemény* 88: 192-195pp.
- Stenger-Kovács Cs., Padisák J., Soróczki-Pintér É., Ács É., Borics G., Buczkó K., van Dam H. (2006): The effect of hydro-morphological modifications of streamflow on compositional features of attached diatom assemblages in Hungarian streams. In: Ács É, Kiss K T, Padisák J, Szabó KÉ (szerk.), *Program, abstracts & extended abstracts: 6th International Symposium on Use of Algae for monitoring Rivers 2006*, ISBN:963 06 0497 3 : 139-145 pp.
- Stenger-Kovács Cs., Lengyel E., Crossetti L.O., Üveges V, Padisák J. (2012): Diatom ecological guilds as indicators of temporally changing stressors and disturbances in the small Torna-stream, Hungary. *Ecological Indicators* 24: 138–147pp.
- Stevenson R.J., Bahls L.L. (1999): *Periphyton protocols, Rapid Biomassassessment Protocols: for Use in Stream and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish*, 2nd ed. US Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA 841-B-99-002.
- Stevenson R.J., Pan Y. (1999): *Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms, The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, 57-85 pp.
- Stevenson R.J., Smol J.P. (2002): *Use of algae in environmental assessment, Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press, New York, 775-804 pp.
- Stow C.A., Borsuk M.E., Stanley D. W. (2001): Long-term changes in watershed nutrient inputs and riverine export in the Neuse River, North Carolina, *Water Research* 35, 1489-1499p.

- Szabó K., Kiss K.T., Ector L., Kecskés M., Ács, É. (2004): Benthic diatom flora in a small Hungarian tributary of River Danube (Rákos-stream). - Arch. Hydrobiol. Suppl. Algological Studies 111: 79-94pp.
- Szilágyi F., Ambrus A., Guti G., Juhász P., Kovács T., Kovács Cs., Padisák J., Pomogyi P., Szalma E. (2004): Referencia helyek jellemzése, passzportok véglegesítése. 2. melléklet: folyópasszportok véglegesítése - Zárójelentés. Kézirat.BME. Budapest.
- Török K. (1997): Növényfajok. Nemzeti.Biodiverzitás monitorozó rendszer IV.Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest 111pp.
- WDF (2000): Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC Establishing a framework for community action in the field of water policy.- European Union, Luxembourg PE-CONS 3639/1/00 REV 1.
- Wetzel, R.G., Likens, G.E. (2000): Limnological Analyses. Springer-Verlag, New York:385pp.
- Wu N., Jiang W., Fu X., Zhou S., Li F., Cai Q., Fohrer N. (2010): Temporal impacts of a small hydropower plant on benthic algal community. Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie 177, 257-266 pp.

Internetes hivatkozás

- www.2** www.belfoldiutazas.hu/magyar/telepules/devecser-102648 (2012.09.22.)
- www.5** www.szeki-to.hu/fooldal.php (2010.09.28.)
- www.7** www.craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/taxon13050290.html (2011.03.23.)