

**Javaslat Közép Európa legnagyobb sekély tava, a Balaton
ökológiai állapotának megítéléséhez bentonikus
kovaalga vizsgálatok segítségével**

II.

Bolla Beáta

Környezettudományi Doktori Iskola II. évf.

Témavezető: Prof. Dr. Kiss Keve Tihamér

I. Előzmények

- EU Vízkereitirányelv V. Direktíva: Minden EU tagállam feladata felmérni vizeinek ökológiai állapotát, ill. elérni jó ökológiai állapotát 2015-ig
- referenciaállapothoz való viszonyítás (emberi beavatkozás nincs vagy minimális)
- minősítés alapja: kémiai vizsgálat mellett biológiai elemek
→ fitoplankton, fitobentosz, makrofiton, makroszkópikus gerinctelenek, halak
- vizsgált élőlénycsoportok fajösszetétele és mennyiségi viszonyai alapján történő biológiai minősítés
- Élőbevonat – komplex közösség – a különböző taxonómiai csoportok együttes vizsgálata bonyolult
- bevonat alapján történő minősítés - kovaalgákra fókuszál

A vizsgálat célja

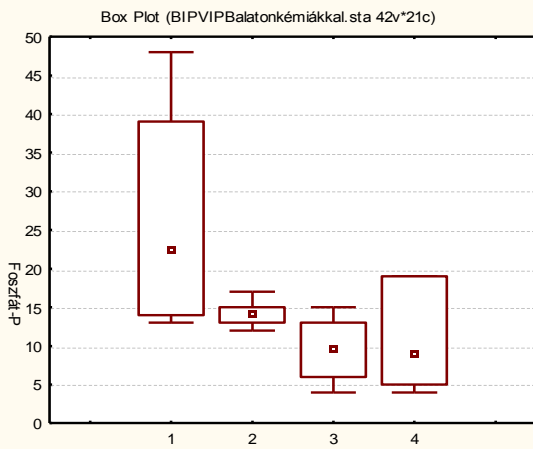
Vízminősítés és biológiai monitorozás célokra megfelelő, gyakorlatban alkalmazható, kovaalgákon alapuló minősítő rendszer alapjainak kidolgozása a Balatonon

Részei:

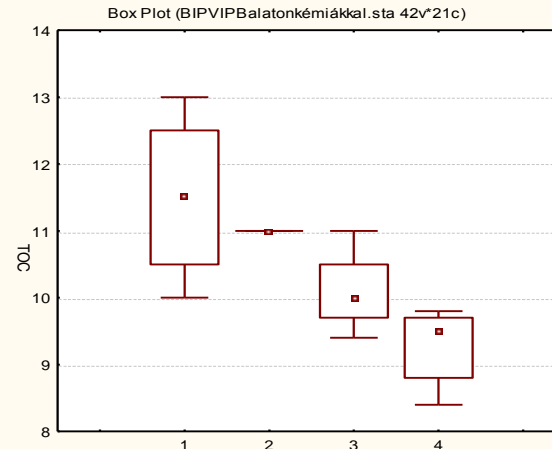
- (1) Mintavételi helyek kiválasztása ✓
 - Van-e eltérés a Balaton négy medencéjének kovaalgaflórája között?
- (2) A Balaton esetében leginkább megfelelő mintavételi aljzat kiválasztása ●
 - irodalmi adatok ellentmondásosak
 - mely aljzat bevonata tükrözi leginkább a víztest állapotát?
 - természetes aljzatok vs. mesterséges aljzatok
- (3) A Balatonra legalkalmasabb minősítő index kiválasztása ●
 - a legtöbb kovaalga-index folyóvízi közösségekre lett kidolgozva
 - néhány tavi index is: pl. TDIL

Eddigi vizsgálatok, eredmények

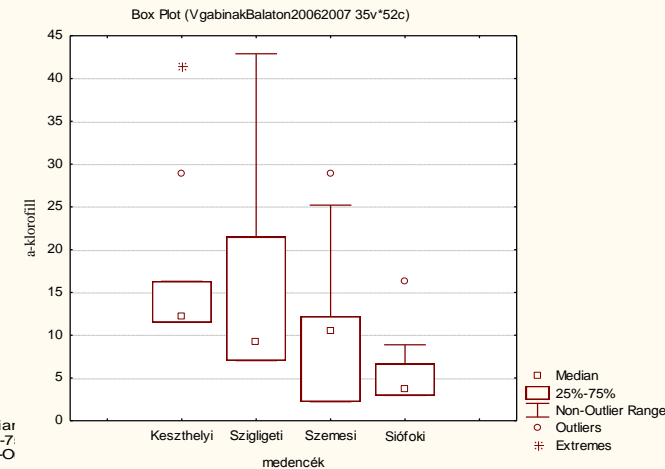
- kémiai háttér: egyes változók esetén a Balatonban határozott gradiens volt kimutatható : a TP, kl-a és szervesanyag mennyiség (KOI-n ill. TOC-on keresztül nyomon követve) NY→K irányú csökkenése



Foszfát-P: KW-H(3;21) = 4.93759726; p = 0.1764



TOC: KW-H(3;21) = 14.952742; p = 0.0019

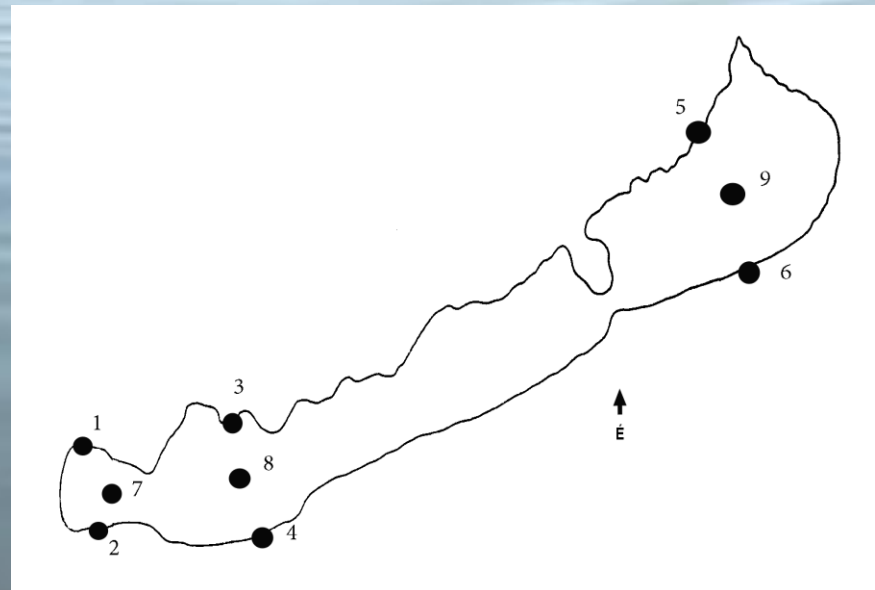


□ Median
□ 25%-75%
| Non-Outlier Range
○ Outliers
Extremes

II. Vizsgálati módszerek

(1) Mintavételezés

- évente két alkalommal gyűjtöttünk, júniusban és augusztus végén
- a tó littorális régiójában 6 mintavételi pontról, valamint 3 helyen a tó pelágikus régiójából is



- 4 féle aljzat: nád, kő, üledék, mesterséges aljzat (homokfúvással mattított üveg).

- nád és kő esetében gyűjtés 5x-ös ismétlésben - kompozit minta



(2) Minták feldolgozása

- kémiai változók mérése *in situ*: pH, oldott O₂, vezetőképesség
- TP, TN, kl-a, ammónia, BOI, TOC, KOI, foszfát, hidrogénkarbonát, karbonát
- minták roncsolása hidrogén-peroxiddal
- preparátumkészítés
- kovaalga-taxonok meghatározása fény- és elektronmikroszkópos vizsgálattal

(3) Adatok feldolgozása és kiértékelése

- mintázatelemzés: klaszteranalízis (Bray-Curtis index, UPGMA), főkomponens-analízis (PCA), főkoordináta-elemzés (PCoA)
- önszervező térkép módszer- Kohonen Self Organising Map (SOM)
- kovaalga indexek számítása: OMNIDIA 5.2, valamint a TDIL esetében saját fejlesztésű programmal

III. Eredmények

1. Társulás- struktúra

- összesen 46 bevonatmintában 289 taxont azonosítottunk

→ A Balaton kovaalgaflórája rendkívül gazdag!

- leggyakoribb fajok: *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Cymbella exigua* Krammer, *Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, *Pseudostaurosira elliptica* (Schumann) Edlund, Morales & Spaulding, *Staurosira grigorskyi* (Pantocsek) Ács, E.Morales et Ector and *Staurosira pinnata* Ehrenberg.

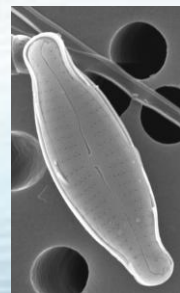
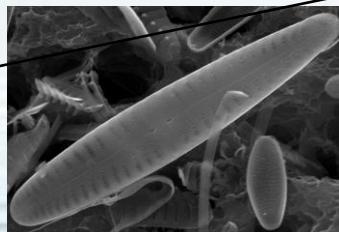
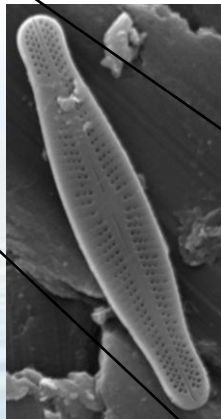
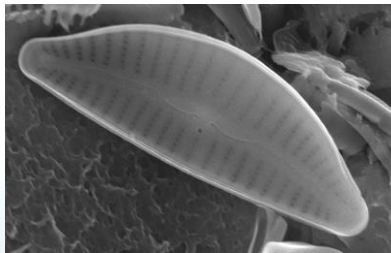
2. Különböző aljzatok összevetése

- A mintázott aljzatok bevonata élesen elkülönült egymástól, köztük szignifikáns különbségek voltak kimutathatóak.
- Az *üledék* minták közt nagy volt a szórás, továbbá az epipelonban sok planktonikus fajt találtunk, melyek kiülepedtek a bevonatba
- Az *epiliton* minták szintén eléggé szórtak, és nagyobb arányban tartalmaztak planktonból kiülepedett *Centrales* fajokat is. Ezen kívül a köveken sokszor találtunk megtelepedő vándorkagylókat és szivacsokat is. Gyakori jelenség, hogy pl. hattyúk legelik a bevonatot, ez is szelekciós nyomásként hat a fajösszetételre a kovaalgák eltérő tapadási stratégiái miatt.
- A *mesterséges aljzat* és a *nád* bevonata hasonló volt, jellegzetes kovaalga-flórával.





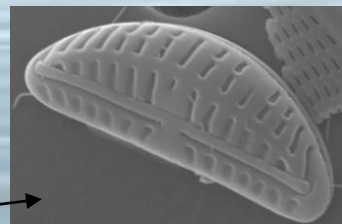
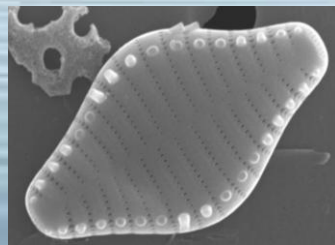
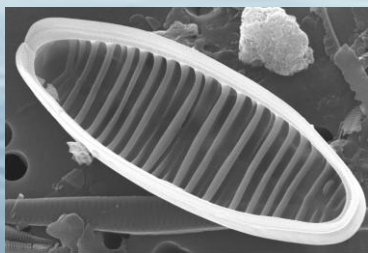
C.exigua



A. minutissimum

G.pumilum

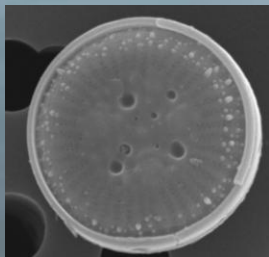
E.minuta



D.vulgaris

S. grigorszkyi

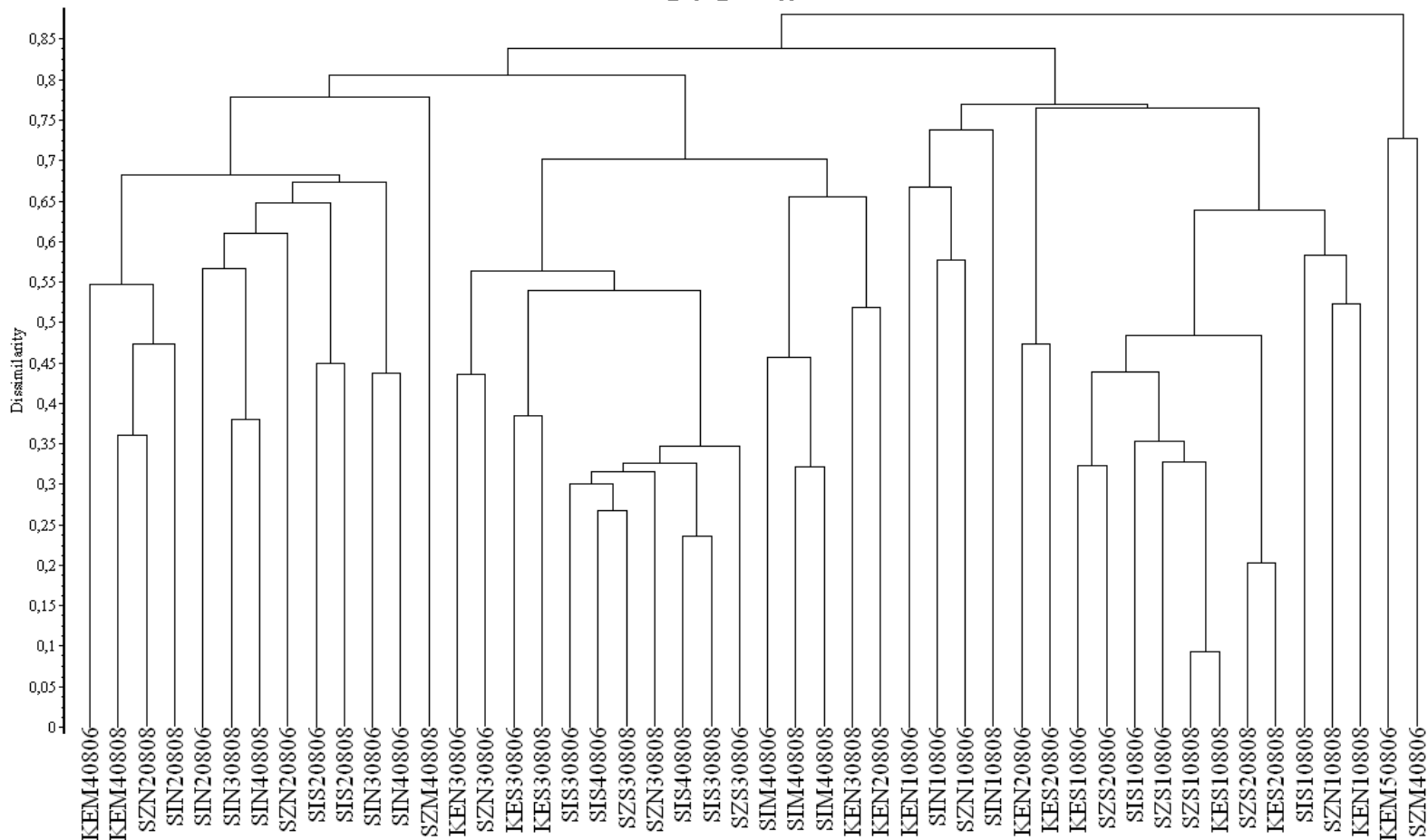
A.pediculus



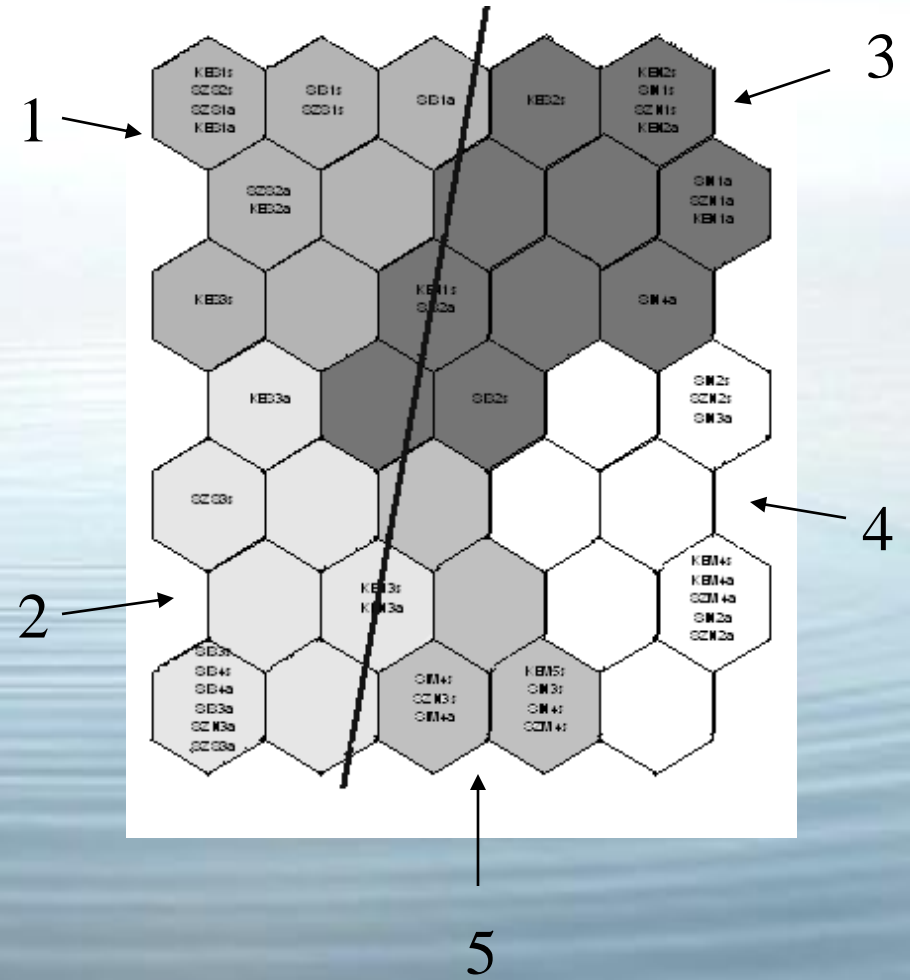
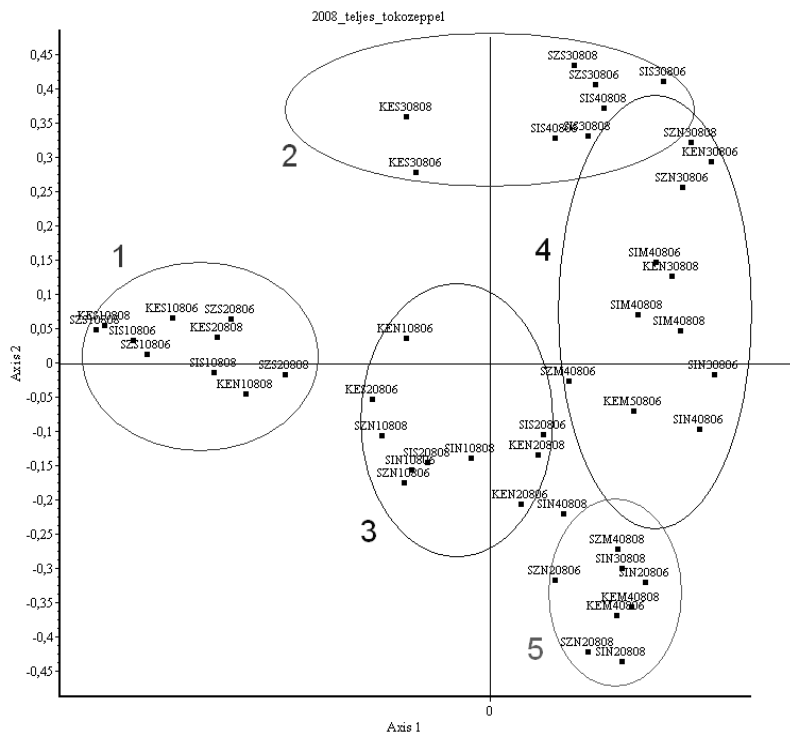
C.ocellata



2008_teljes_tokozeppel



A 2008-ban 4 féle aljzatról gyűjtött bevonatminták csoportosulása klaszteranalízissel



- (1) déli part, kő / üledék
- (2) déli part, nád / mesterséges aljzat
- (3) északi part, kő / üledék
- (4) északi part, nád / mesterséges aljzat
- (5) elsősorban a pelágikus régióból gyűjtött minták

3. Kovaalga-indexek és vízminőség

- A vizsgált mintavételi helyeken a minősítés eredménye az OMNIDIA programmal számolt indexekkel általában jó volt, néhány esetben kiváló, de több esetben kaptunk közepes minősítést is elsősorban a Keszthelyi medencénél

- az üledék- és kő minták bentonikus kovaalga-flórája alapján számolt kovaalga indexek gyenge korrelációt mutattak a fő kémiai változókkal

- a nád és a mesterséges aljzat esetében több index esetében is (CEE, IPS, IBD, IDAP, EPI-D, LOBO, TDIL) szignifiáns korrelációt kaptunk

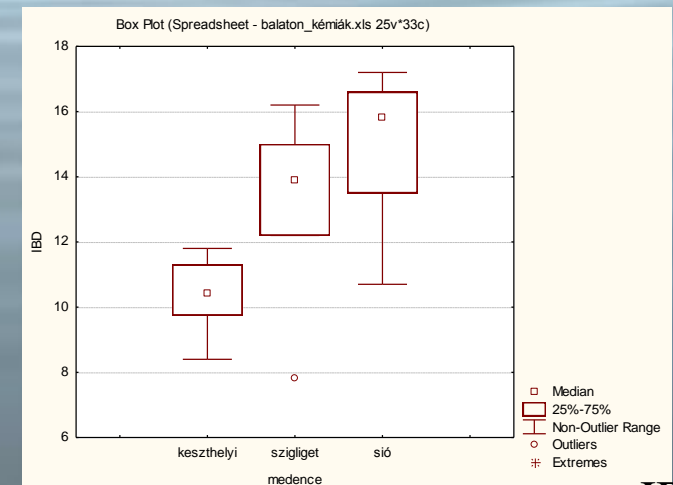
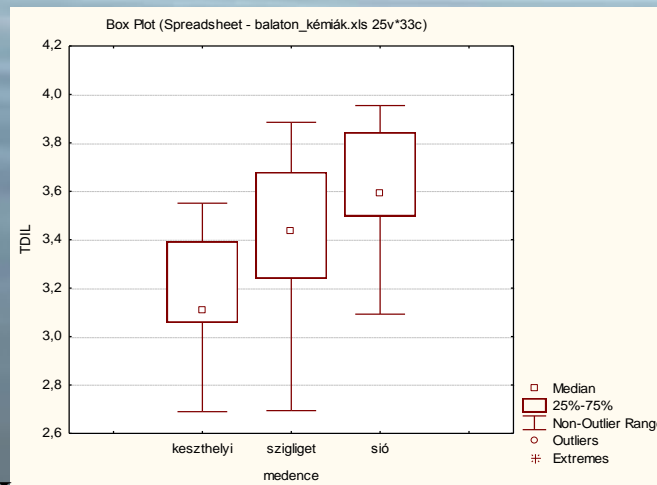
-ökológiai állapotbecslésre alkalmas indexek:

-jó korreláció a kémiai változók által jelzett minőséggel

-a vizsgált víztestben élő fajok minél nagyobb hányadát figyelembe veszik a minősítéskor

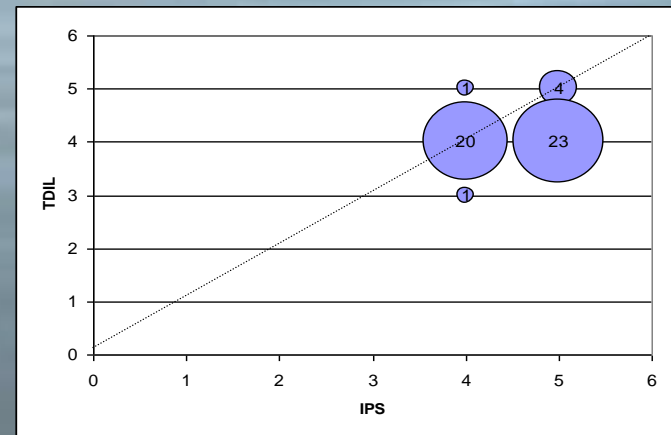
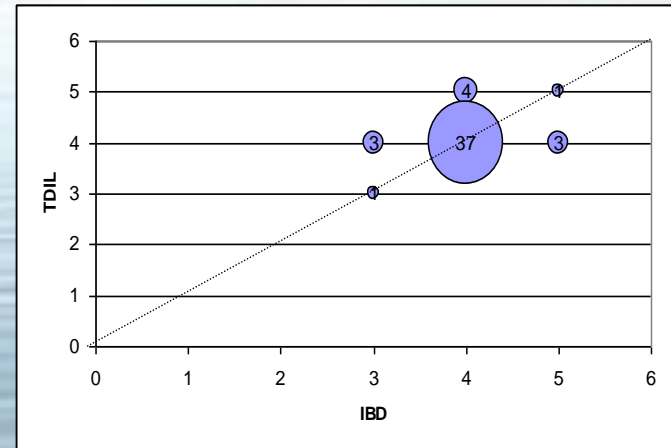
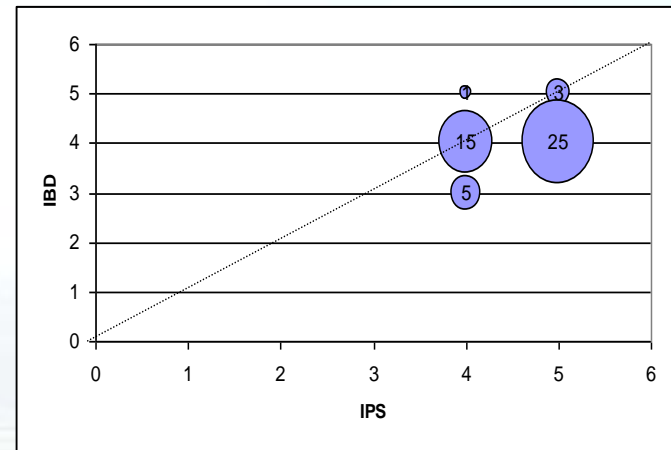
→ Ezen kritériumoknak 3 index felelt meg: **IPS, IBD, TDIL**

- Az IPS és az IBD a Balatonban észlelt fajok mintegy 80% -át figyelembe veszi a minősítéskor
- A TDIL indexet a magyarországi tavak minősítésére fejlesztették ki. Jelenleg a balatoni fajok 40 %-át veszi figyelembe, de ez az arány várhatóan javulni fog a jövőben
- A nádról gyűjtött minták esetében mindhárom index szoros korrelációt mutatott a TP értékekkel, amely az egyik fő kémiai driver a tóban a kémiai vizsgálatok alapján. Emellett az IBD esetében esett a konfidencia intervallumba az értékek legnagyobb hányada.
- A Balatonban mért trofikus gradiensekkel összhangban az IBD és TDIL indexek értékei növekvő tendenciát mutattak- azaz egyre jobb vízminőséget jeleztek, ahogy a tápanyagkínálat csökkent.



A különböző indexszekkel történő minősítés az egyes mintavételi területeket különböző vízminőségi kategóriákba sorolta.

- Az IPS és az IBD, valamint az IPS és a TDIL kevesebb mint az esetek felében sorolta a mintákat azonos kategóriába. Az IPS általában jobbnak értékelte a mintákat, mint a másik két index. Az IBD és a TDIL ellenben hasonlóan kategorizált, az esetek 80%-ában ugyanazt az eredményt adták.



A bevonatminták vízminőségi kategória-besorolása az IPS, IBD és TDIL indexekkel.

- Eredményeink alapján az IBD és a TDIL különböző szempontok alapján alkalmasnak mutatkozott minősítési célokra
- A Balaton értékelésére az IBD és az TDIL indexekből multimetrikus indexet készítettünk:

MIB (Multimetric Index for Balaton, MIB)

$$\text{MIB} = \frac{(\text{IBD} + \text{TDIL})}{2}$$

III. Értékelés

A Balaton rendkívül diverz bentonikus kovaalga flórával rendelkezik. A fajösszetételt befolyásolja a fizikai- kémiai háttérmintázat, valamint hogy milyen aljzatról történik a bevonat gyűjtése.

(1)

-A bevonatképző kovaalga-együttesek térbeni heterogenitása összhangban van a tóban észlelt kémiai háttérmintázattal. A közösségek összetétele a tó hosszszelvényében a kémiai változókkal összhangban egy gradiens mentén változik. A tó nyugati részétől keleti irányban haladva a közösségek javuló vízminőséget jeleznek.

- A Balaton északi és déli partján vett minták fajösszetétele jelentősen különbözött. A különbség oka lehet, hogy a déli part hullámozásnak jobban kitett, valamint a lebegő részecskék áramlása a déli part felé irányul → hordalékosság, rosszabb fényklíma → fajok alkalmazkodása → *Fragilaria sensu lato* dominancia

→ A fentebb vázolt eredmények tükrében javasolt több (3) mintavételi pont megtartása mind az északi, mind a déli parton

(2)

- a négy vizsgált aljzaton kialakuló bevonat egyértelműen különbözött
- A **kő és az üledék** bevonata alapján számolt vízminőség gyengén korrelált a kémiai változókkal
- E két aljzat esetében számos bizonytalansági faktor is befolyásolhatja a minősítést:
 - planktonikus fajok aránya itt nagyobb
 - üledék esetében inkább a pórusvíz kémiai tulajdonságai befolyásolják a fajösszetételt, mintsem a víztesté
 - kő esetében jelentős lehet a legelési nyomás is

- A **mesterséges aljzat** bevonatának összetételét elsődlegesen a víztest kémiai határozza meg, valódi *inert aljzat*nak tekinthető.
 - A Balatonban kihelyezett mesterséges aljzatok bevonata nagyfokú hasonlóságot mutatott a nádbevonattal
 - A **nád** esetében fenáll a lehetősége annak, hogy a gazdanövény és a rajta kialakuló bevonat közt anyagcserekapcsolat alakul ki, ami közvetve befolyásolhatja a vízminőség megbízhatóságát
 - Vizsgálatunkban a *perifiton és a mesterséges aljzat bevonata igen nagyfokú hasonlóságot* mutatott, így feltehetően ez a folyamat a Balaton esetében nincs nagy hatással a közösségek összetételének alakulására
 - a nád is megfelelő aljzat lehet a minősítéshez
- ⇒ Mivel a nád a Balaton parti régiójának elterjedt, könnyen gyűjthető természetes aljzata, a fentiek tükrében a későbbi monitorozáshoz a nád javasolható gyűjtési aljzatnak.

(4)

- A vizsgált indexek közül az IBD és a TDIL indexek mutatkoztak alkalmasnak a Balaton állapotának értékelésére, mivel azonban a TDIL továbbfejlesztésre szorul, így a két indexből képzett **multimetrikus index (MIB)** javasolható a Balaton ökológiai állapotának értékelésre

(5)

Eddigi vizsgálataink alapján a Balaton jó ökológiai állapotú a bevonatképző kovaalgák alapján

- a Zala folyó által okozott tápanyagterhelés hatása jól látható a MIB index által adott vízminőség-értékeken. A Keszthelyi-medence területén gyakran tapasztaltunk közepes vízminőséget, majd az értékek fokozatosan javuló tendenciát mutattak a Siófoki medence irányába, ahol rendszeresen jó, illetve esetenént kiváló vízminőséget tapasztaltunk.

- Mivel a VKI tipológia besorolása szerint a Balaton egy víztest, így **jó ökológiai állapottal jellemezhető** a bentonikus kovaalgák alapján

Cikkek:

- Bolla, B., Kiss, K.T., Reskóné Nagy, M., Várbíró, G., Ács, É. (2010): Szükséges-e mesterséges alzat használata a Balaton ökológiai állapotának megítéléséhez a bevonatlakó kovaalgák alapján? – accepted paper in Hidrológiai Közlöny
- Kiss, K. Á., Ács, É., Bolla, B., Tóth, A., Tóth, B., Kiss K.T. (2008): Diversity of eukaryotic microorganisms (algae, protozoa, rotifers and microcrustacea) in the River Danube at Göd (Hungary). - Proceedings of the 37th IAD Conference, 29.10-1.11.2008, Chisinau, Moldova, p. 113-117
- Ács, É., Morales, E.A., Kiss, K.T. , Bolla, B., Plenković-Moraj, A., Reskóné-Nagy, M., Ector, L., (2009): *Staurosira grigorszkyi* nom. nov. (Bacillariophyceae) an araphid diatom from Lake Balaton, Hungary, with notes on *Fragilaria hungarica* Pantocsek. – Nova Hedwigia 89(3-4): 469-483. **IF: 0,619**
- Ács, É., Bolla, B., Borics, G., Kiss, K.T., Reskóné, Nagy M., Stenger-Kovács, Cs., Várbíró, G. (0000): Recommendations for ecological status assessment of lake balaton (largest shallow lake of central europe), based on benthic diatom communities. – submitted paper (Vie Milieau).

Konferencia absztraktok (előadással):

1. Bolla B., Kiss K.T., Reskóné Nagy M., Stenger-Kovács Cs., Várbíró G., Ács, É. (2009): Szükséges-e mesterséges alzat használata a balaton ökológia állapotának megítéléséhez a bevonatlakó kovaalgák alapján? – Tihany, LI. Hidrobiológus Napok, Poszterelőadások kivonatai, p. 2
2. Kiss, K.T., Ács, É., Tóth, A., Kiss, Á.K., Bolla, B., Tóth, B. (2008): Diversity of eucaryotic micro-organisms (algae, protozoa, rotifers and micro-crustaceae) int the River Danube at Göd (Hungary). – 37th IAD Conference Moldova, Chisinau, p. 28.
3. Ács Éva, Kériné Borsodi Andrea, Palatinszky Márton, Várbíró Gábor, Bolla Beáta, Reskóné Nagy Mária (2009): Klasszikus és molekuláris biológiai módszerek alkalmazása különböző aljzatokon kialakult bevonatok összehasonlítására a Balatonban. – Tihany, LI. Hidrobiológus Napok, Előadások kivonatai: p. 1.
4. K. T. Kiss, É. Ács, B. Bolla, A. Tóth and I. Grigorszky (2008): Centric diatoms from different large rivers in Hungary. - . – 20th International Diatom Symposium 7-13 September, Dubrovnik, Croatia, p. 164.
5. Kiss Keve Tihamér, Ács Éva, Bolla Beáta, Tóth Adrienn, Grigorszky István (2009): A Tisza és mellékvizei Centrales kovaalgáinak diverzitása és elterjedése. – Tihany, LI. Hidrobiológus Napok, Poszterelőadások kivonatai, p. 6.

6. Éva Ács, Beáta Bolla, Keve T. Kiss, Mária N. Reskóné, Csilla Stenger-Kovács, Gábor Várbíró (2009): Propositions pour l'évaluation du Lac Balaton, plus grand lac d'Europe Central, á l'aide des diatomés benthiques. - In: Gobin, C. & Desreumaux, N. (eds.): 28ème Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française, Banyuls/mer, France 07-10 septembre 2009, Programme et Résumés, p. 58.
7. Keve T. Kiss, Éva Ács, Beáta Bolla, István Grigorszky and Adrienn Tóth (2009): Diversité et distribution des diatomées centriques de la rivière Tisza et de ses affluents (Hongrie) - . - In: Gobin, C. & Desreumaux, N. (eds.): 28ème Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française, Banyuls/mer, France 07-10 septembre 2009, Programme et Résumés, p. 41.
8. Ács É., Bolla B, Tóth A. & Kiss K.T (2009): Diversité des diatomées centriques de différents lacs de hongrie. - In: Gobin, C. & Desreumaux, N. (eds.): 28ème Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française, Banyuls/mer, France 07-10 septembre 2009, Programme et Résumés, p. 32.

Csak előadások (absztrakt nélkül):

1. Ács, É., Bolla, B., Kiss, K.T., Reskóné Nagy, M., Várbíró, G. (2009): A bevonatlakó kovaalgák szerepe a Balaton ökológiai állapotának megítélésében. – 8. Ökológus Kongresszus, Szeged 2009. Augustus 26-28.
2. Ács Éva, Bolla Beáta, Tóth Adrienn, Kiss Keve Tihamér: Egy Centrales kovaalga adatbázis fontossága és szükségessége Magyarországon- Tudománynapi előadás Vácrátót 2009 november



Köszönöm a figyelmet!

**Köszönet: Dr. Ács Éva, Dr. Kiss Keve Tihamér, Reskóné Nagy Mária ,
Dr. Várbíró Gábor**