

Tapasztalatok és jó gyakorlatok a sekély tavak eutrofizációjának kezelése kapcsán,
kiemelt tekintettel a lepelkotrási technológiák alkalmazására

Experiences and good practices to tackle eutrophication in shallow lakes applying thin-
layer sediment dredging technologies

浅い湖沼の富栄養化防止対策における薄層浚渫技術の適用に関する経験および
グッドプラクティス

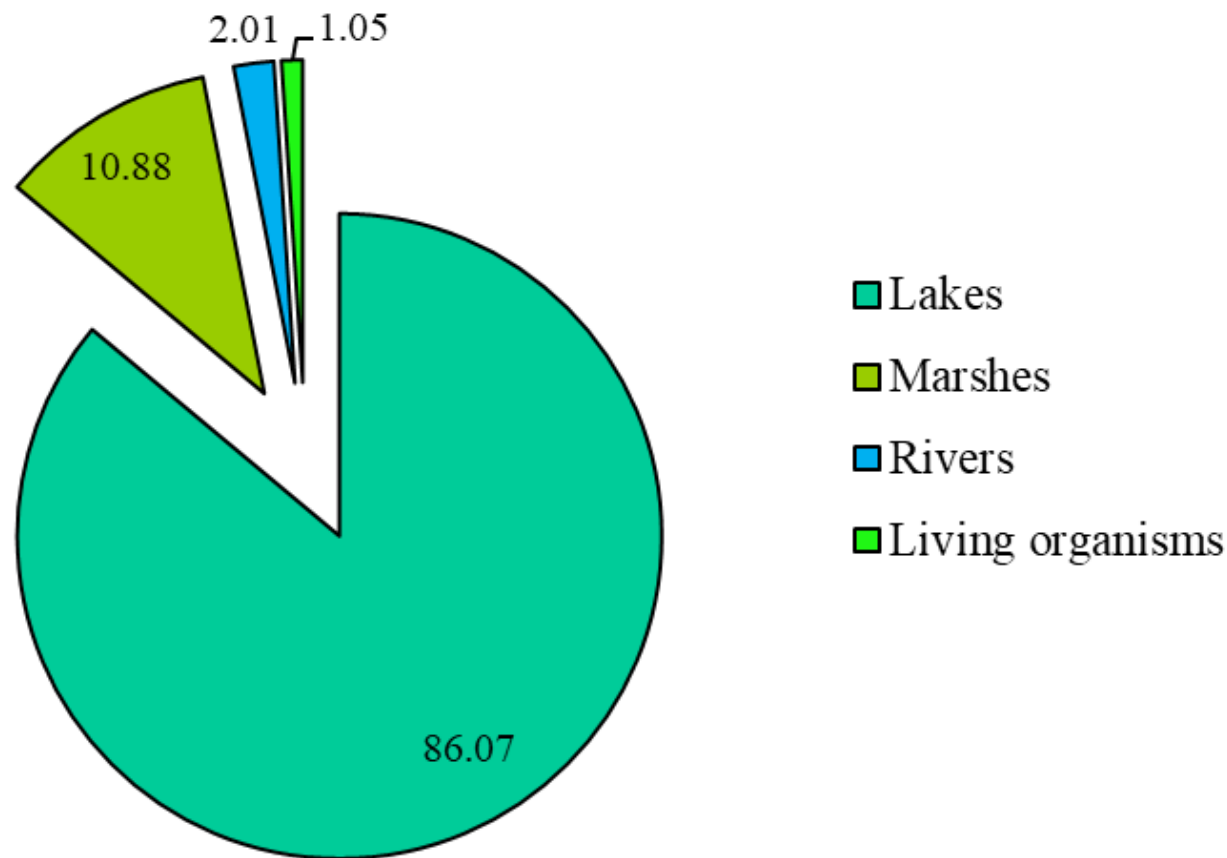
Sekély tavak kotrásának tudományos alapjai
Scientific fundamentals of shallow lake dredging
浅い湖沼の浚渫に関する科学的基礎

Károly Kutics
Scientific advisor

Lake Balaton Development Coordination Agency, HUNGARY

2021. március 16.

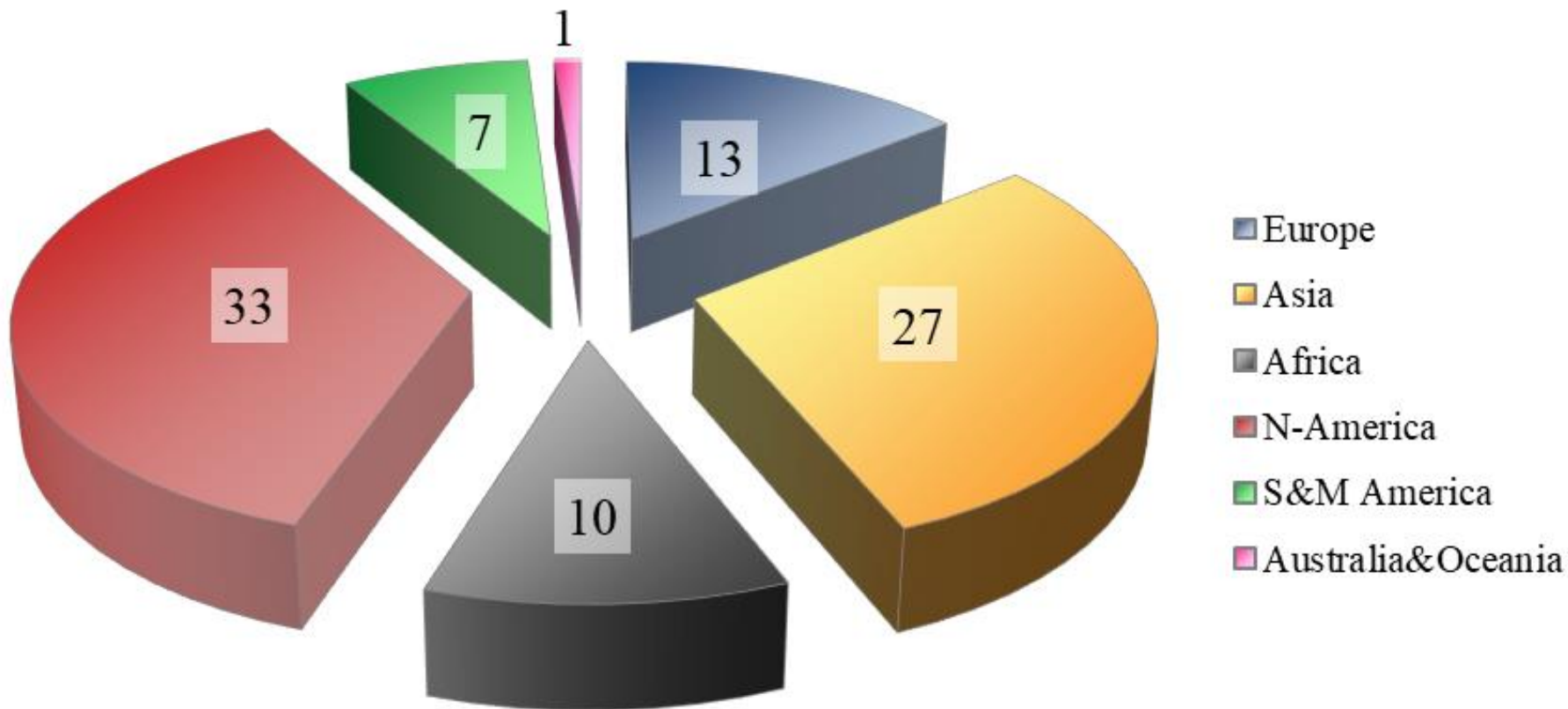
Felszíni édesvizek megoszlása hordozó médium szerint



Distribution of Earth's surface liquid freshwater resources among carrying media; 100% = 105,732 km³ (Kutics, 2015)

Sekély tavak

Continental distribution of the number of shallow lakes exceeding 100 km² surface area



Sekélység definíciója

A sekély tóban a vízoszlop és az üledék kölcsönhatása rendkívül jelentős, az üledék gyakran felkeveredik, és nem jellemző a termikus és/vagy kémiai rétegződés.

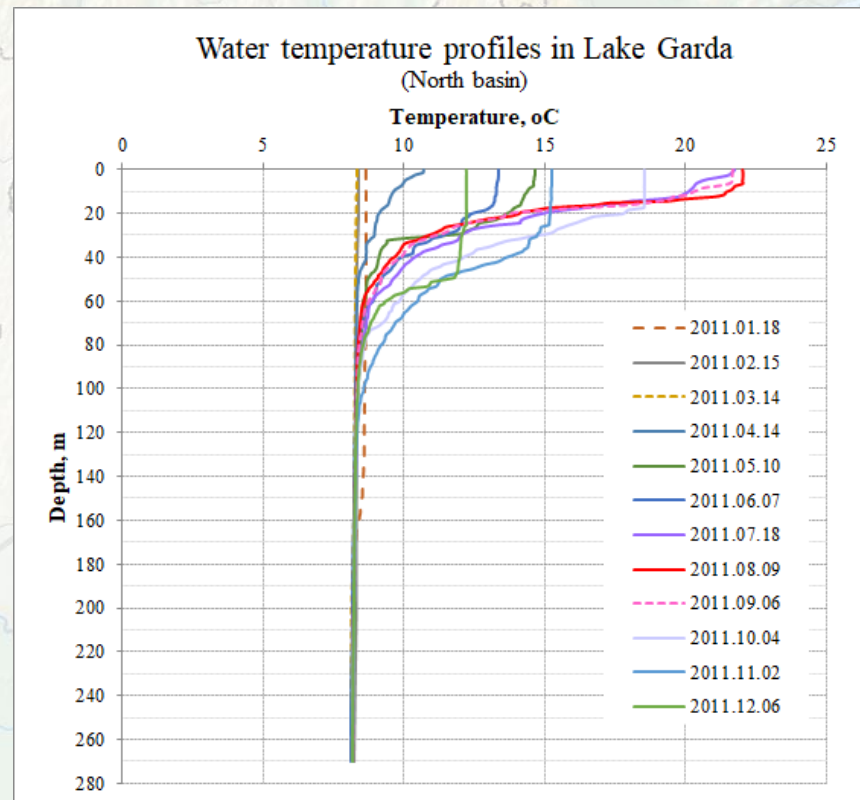
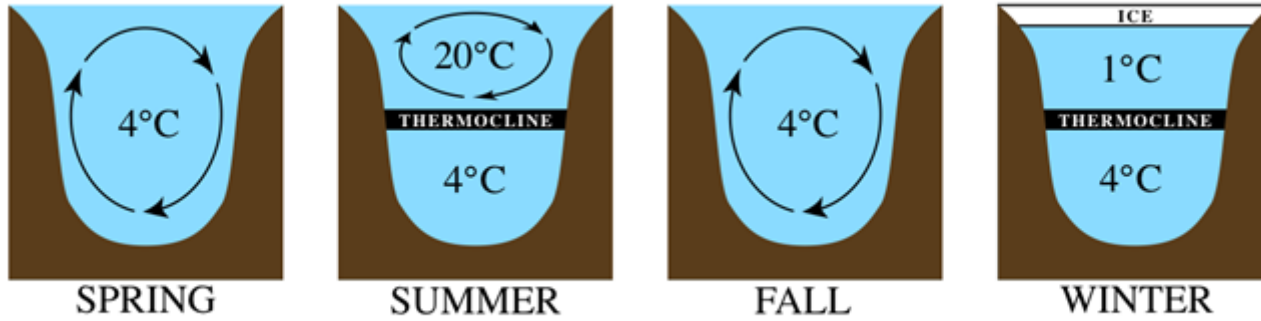
Håkanson (1982): dinamikus arány

$$DR = \frac{\sqrt{A}}{H}$$

DR = Dynamic Ratio, km/m; A = Lake surface area, km²; H = average depth, m

Bachmann et al. (2000): Ha $DR > 0.8$, akkor a tó sekély, azaz gyakori az üledék felkeveredése

Keveredési jelenségek mély, dimiktikus tóban



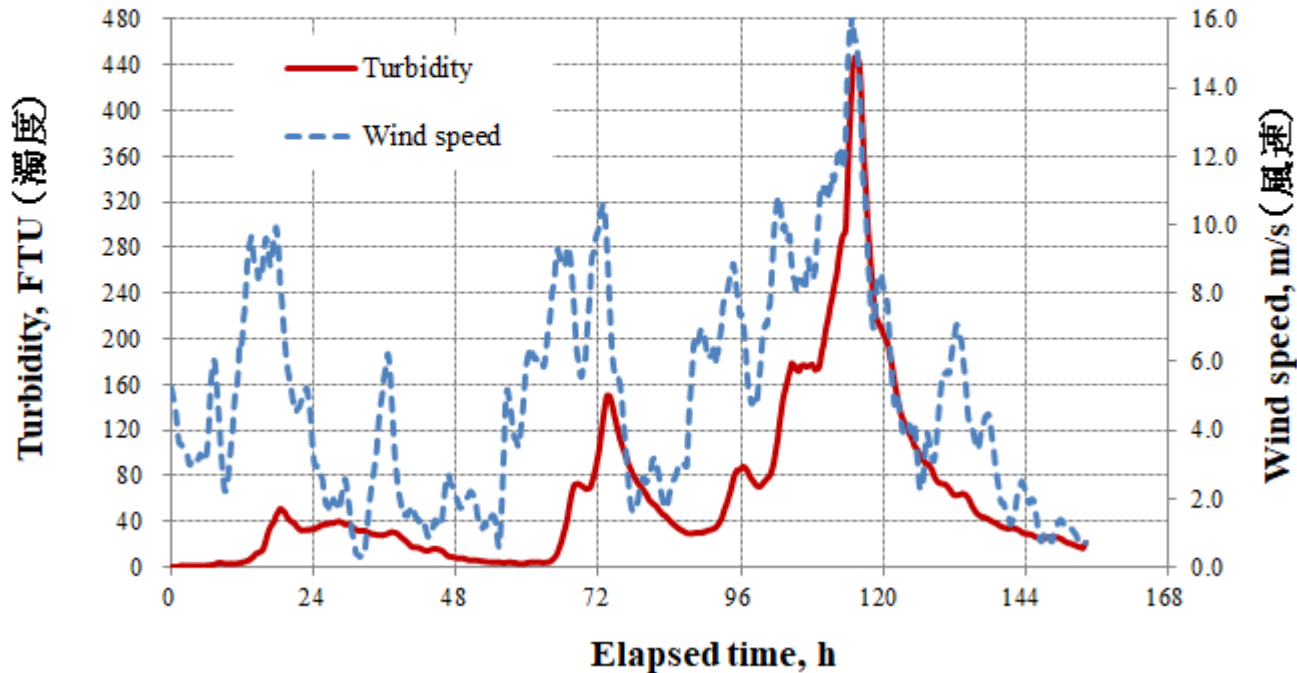
Az üledék felkeveredése a Balatonban (mérések a tó közepén, 4.5 m vízmélységnél)

A szélesség és a víz zavarosságának időbeli alakulása a Balatonnál

Change of wind speed and turbidity with time at Lake Balaton

巴拉頓湖における風速と濁度の経時変化

Basin 4 Center, Siófok, From June 1, 2012, 0:00 hour
(10 minute data, 7-order smoothing, baseline-corrected)



Zavarosság skála

FTU = Formazine
Turbidity Unit, kb. a
lebegőanyag
koncentrációnak felel
meg.



Kapótvár

20 40 km

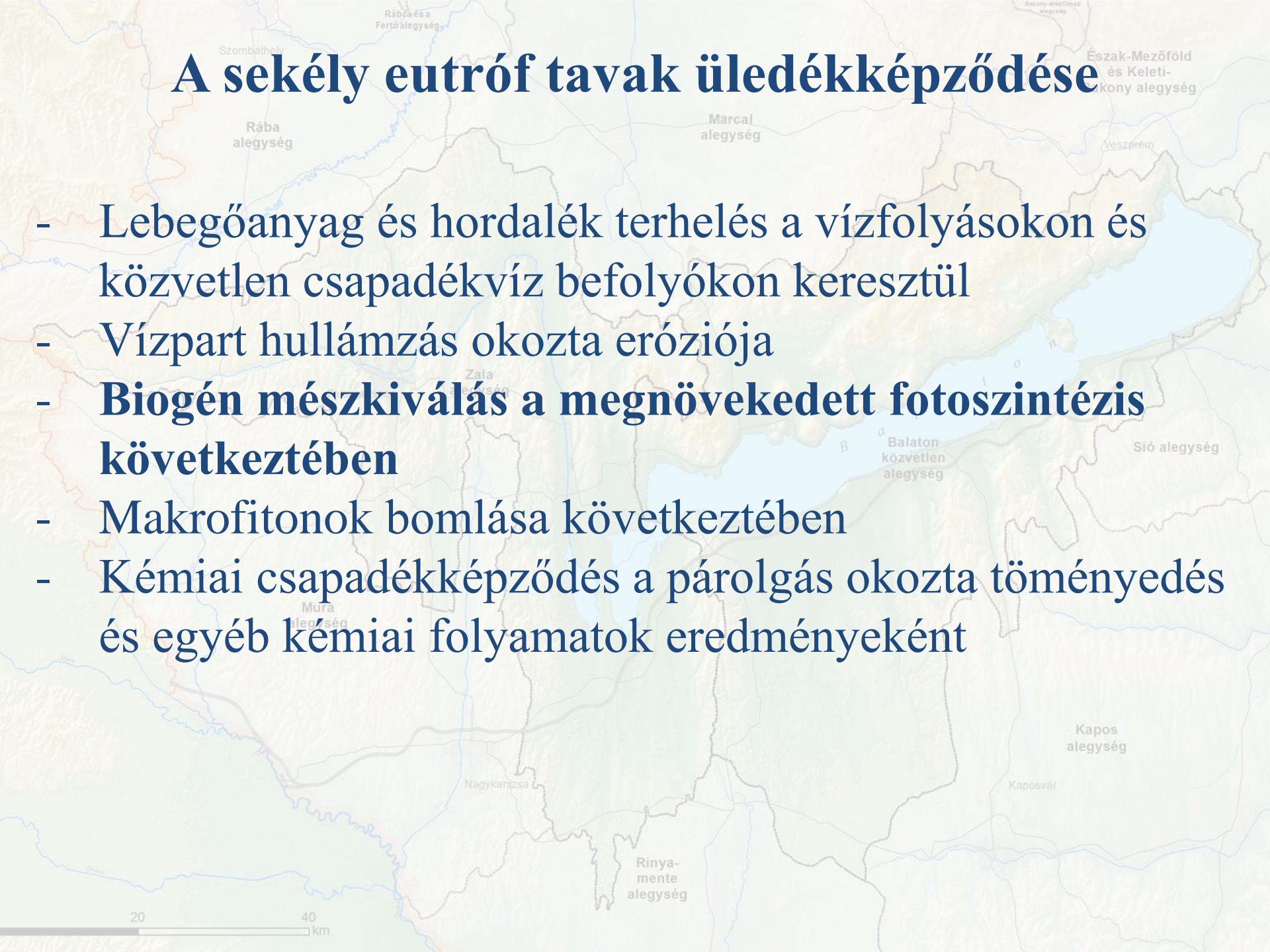
Rinya-
mente
alegység

Néhány sekély tó jellemzői

Tó	Ország	Terület, km ²	Átlagos mélység, m	Térfogat, km ³	Dinamikus arány, km/m	Tartózkodási idő, év
Peipsi (Csúd)	Észtország/Oroszország	3,555	7.1	25.2	8.4	2.73
Okeechobee	USA, Florida	1,894	2.7	5.1	16.1	2.10
Chapala	Mexikó	1,112	7.2	8.0	4.6	10.20
Balaton	Magyarország	605	3.6	2.2	6.8	6.00
Skadar	Albánia/Montenegró	475	5.0	2.4	4.4	0.19
Fertő	Ausztria/Magyarország	320	1.2	0.38	14.9	15.40
Kasumigaura	Japán	220	4.0	0.88	3.7	0.55
Oneida	USA, New York	207	6.8	1.4	2.1	0.65
Apopka	USA, Florida	125	4.7	0.59	2.4	3.20
Trasimeno	Olaszország	124	4.7	0.58	2.4	24.40
Velencei	Magyarország	25	1.6	0.04	3.1	11.90
<i>Bodeni</i>	<i>Németország/Svájc</i>	<i>539</i>	<i>90</i>	<i>48.5</i>	<i>0.3</i>	<i>4.37</i>

A sekély eutróf tavak üledékképződése

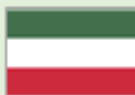


- Lebegőanyag és hordalék terhelés a vízfolyásokon és közvetlen csapadékvíz befolyókon keresztül
- Vízpart hullámzás okozta eróziója
- **Biogén mészkiválás a megnövekedett fotoszintézis következtében**
- Makrofitonok bomlása következtében
- Kémiai csapadékképződés a párolgás okozta töményedés és egyéb kémiai folyamatok eredményeként



A tavi üledékek jellemzése

Characterisation of lake sediments

湖沼の底質の特性

Szimbólum	Mértékegység	Tipikus érték tartomány	Magyar 	English 	日本語 
w	mass %	80 - 20	Viztartalom	Water content	水分
d.m.	mass %	20 - 80	Szárazanyag tartalom	Dry material	固形分
ρ_s	kg/dm ³	1.1 - 1.8	Sűrűség	Density	密度
LOI	mass %	0.5 - 10	Izzítási veszteség	Loss on ignition	強熱減量
TOC	mg/g	0.2 - 5.0	Összes szerves szén	Total organic carbon	全有機炭素
TP	mg/kg	200 - 2,000	Összes foszfor	Total phosphorus	全リン
DP	mg/kg	20 - 1,000	Kioldható foszfor	Soluble phosphorus	溶解性リン
BAP	mg/kg	10 - 500	Biol. Hozzáférhető foszfor	Biologically available phosphorus	生物的に利用可能リン
TN	mg/kg	10-300	Összes nitrogén	Total nitrogen	全窒素
			Mikroszennyezők	Micropollutants	微量汚染物質
Hg, Pb, etc.	mg/kg	0.01 - 500	Nehézfémek	Heavy metals	重金属など
PAH	µg/kg	0 - 500	Policiklusos aromás szénhidrogének	Polycyclic aromatic hydrocarbons	多環芳香族
DDT, etc.	µg/kg	0 - 200	Növényvédő szerek	Pesticides	農薬
EEDs	µg/kg	0 - 1000	Környezeti hormonok	Environmental endocrine disruptors	内分泌かく乱物質
PPCPs	µg/kg	0 - 10	Gyógyszer- és kozmetikum maradványok	Pharmaceuticals and personal care products	医薬品と生活関連物質

Sekély tavak kotrása

A kotrás lehetséges céljai:

- hajózási feltételek javítása (mélyítés)
- rekreáció (szubjektív érzet javítása - strandok)
- vízminőség javítás (tápanyag és/vagy veszélyes anyag eltávolítása)

Eutrofizáció mérséklése: foszfor koncentráció csökkentése – belső P terhelés csökkentése

Ez utóbbi nagy területen történő, körültekintő beavatkozást igényel!

Sekély tavak kotrása

Nagy, sekély tavak kotrásának problémái:

- Az eutrofizáció csökkentéséhez nagy területen, igen jelentős üledék térfogatot kell eltávolítani
- Elhúzódó kotrasi műveletek
- Évszaktól és turisztikai szezontól függés
- A kotrasi anyag (zagy) nagy távolságra történő szállítása csővezetéken
- A kotrasi anyag elhelyezése (tóparton, mesterséges szigetben, parti feltöltésben, víz alatti zsákos elhelyezés) Feldolgozás utáni elhelyezés, a zagyterek karbantartása, ürítése

A kotrás hatékonyságának értékelése

Az üledék jellemzőinek vizsgálata kotrás előtt és után

- Szervesanyag tartalom (LOI)
- Üledék oxigén igény (SOD)
- Összes foszfor tartalom (TP)
- Kioldható foszfor tartalom (különbféle kémiai frakcionálási módszerek)
- Biológiailag hozzáférhető foszfor tartalom (algamesztek) , BAP

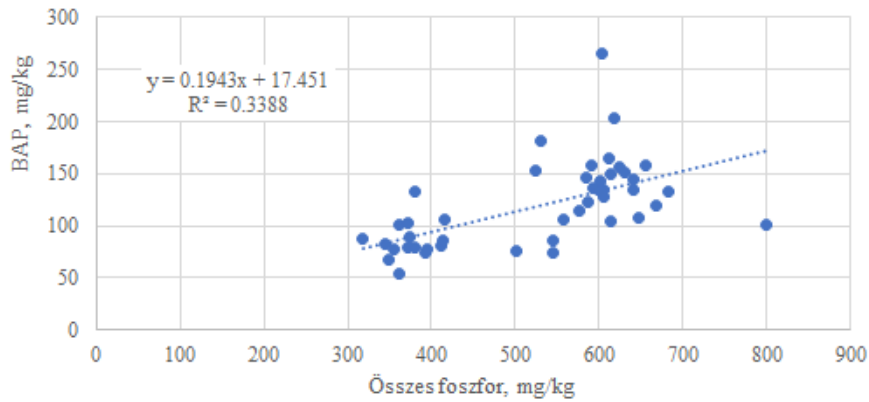
Legegyszerűbb lenne a TP vizsgálata, azonban ez legtöbbször nem konkluzív, különösen vékonyréteg (lepel) kotrás esetében.

A kémiai frakcionálási módszerek az üledék különböző foszfor formáit vizsgálják (fizikailag adszorbeált P, vashoz, alumíniumhoz kötött P, stb. Tipikus frakcionáló oldószerek az ammónium-klorid, ammónium-karbonát, nátrium-hidroxid, sósav, kálium klorid, esetsav-ammónium acetát puffer, EDTA, nátrium-citrát, nátrium-dithionit, stb.

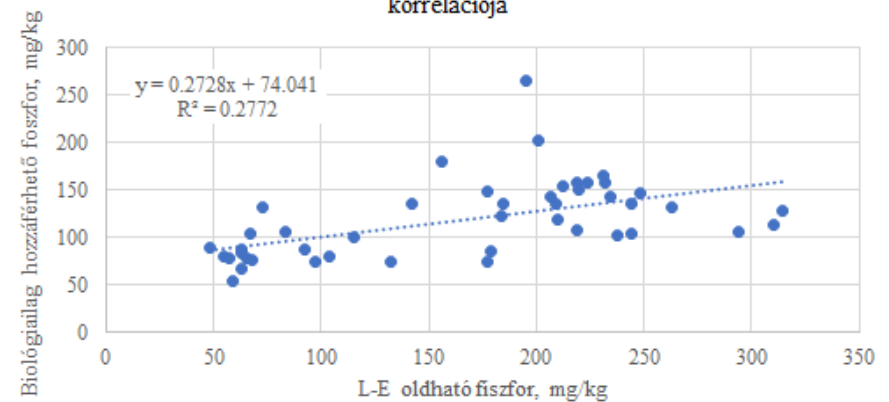
Probléma, hogy a kémiailag szeparált frakciók mennyiségei kevéssé korrelálnak az algamesztekkel kapott mennyiségekkel

Továbbá, az algamesztek sem reprodukálják a valós, tavi körülmények között lejátszódó táplálék-hálózati folyamatokat, a valójában hozzáférhető BAP értékeket.

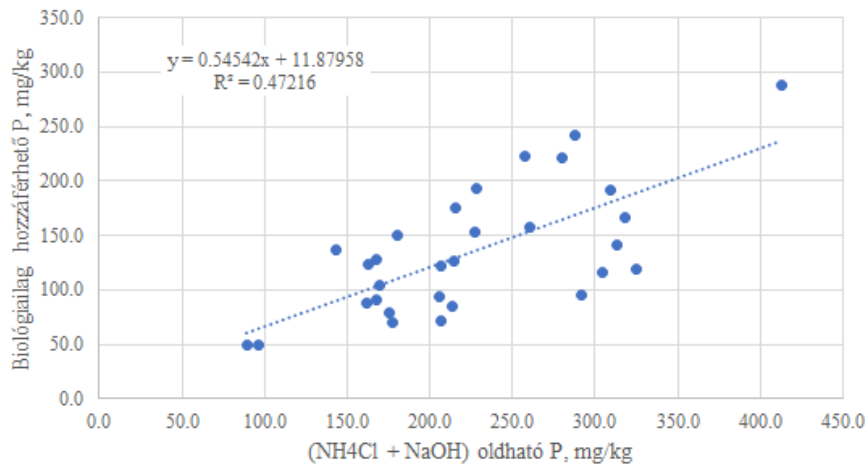
Balatongyörök, "B" terület üledék vizsgálatok
 Összes foszfor és BAPmennyiségének korrelációja



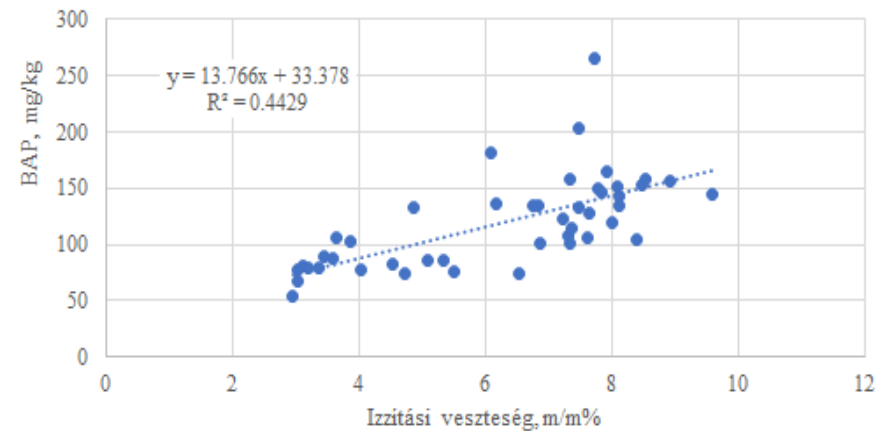
Balatongyörök, "B" terület üledék vizsgálatok
 Lakanen-Ervió oldattal kioldható foszfor és BAP koncentráció korrelációja



A BAP és az NH₄Cl+NaOH oldható P frakció korrelációja
 (feldolgozva Ördög és Dobolyi, 1997 adatai alapján)

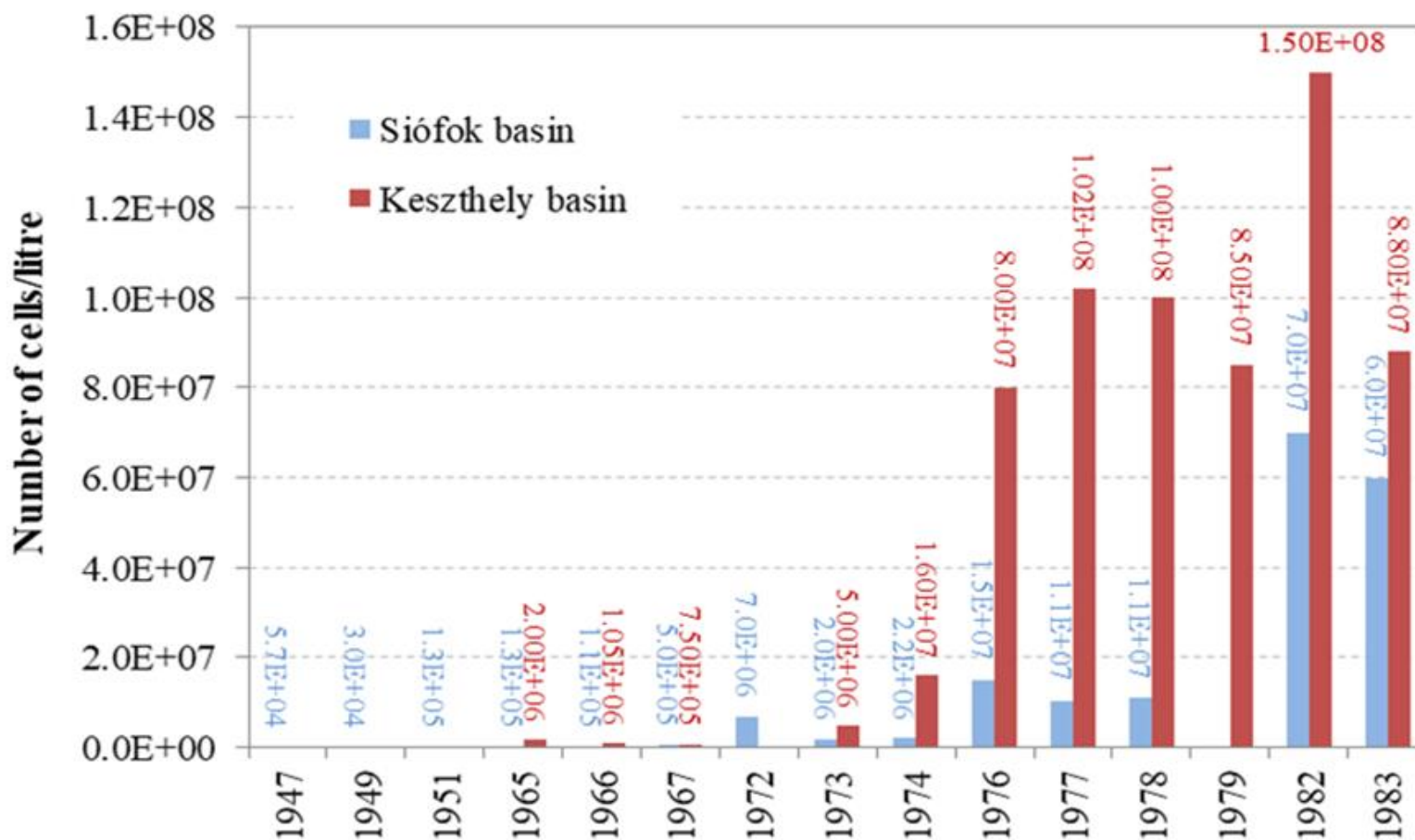


Balatongyörök, "B" terület üledék vizsgálatok
 Izzítási veszteség és BAPmennyiségének korrelációja

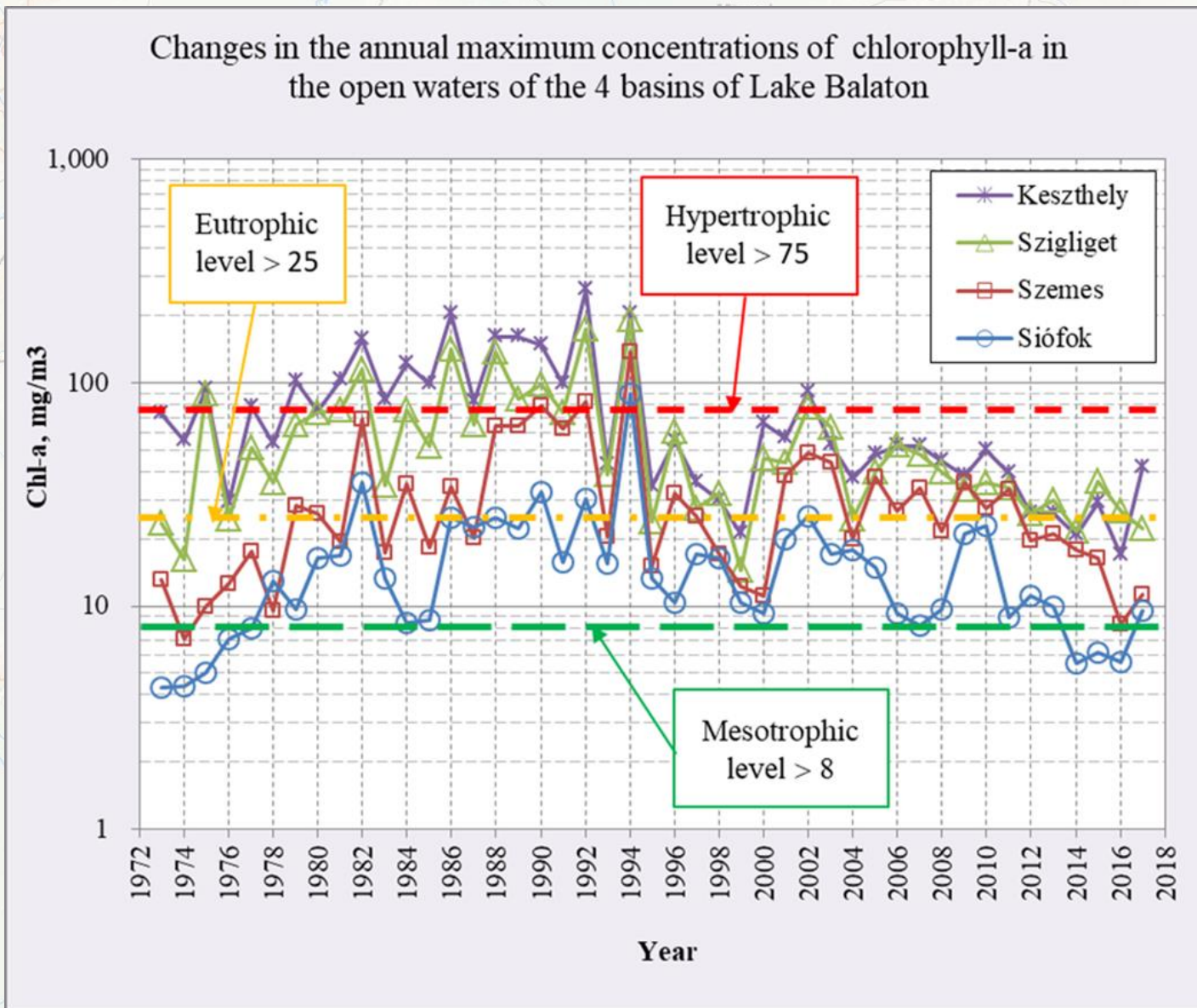


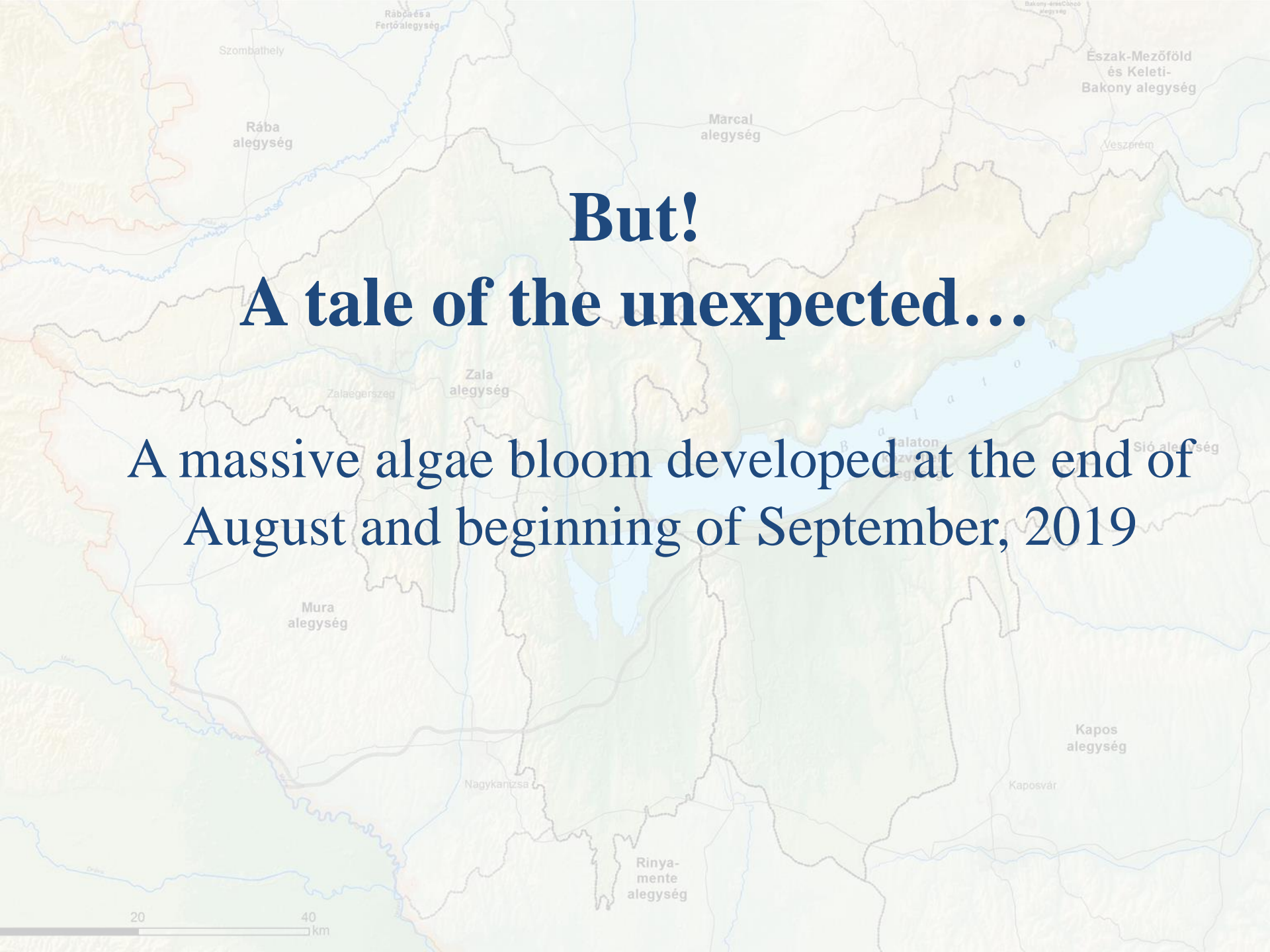
Development of eutrophication – decades of irresponsible environmental policy

Increase in the annual monthly maximum* number of algae cells in the water of Lake Balaton (based on Sebestyén, 1958 and Vörös, 1986)



No significant algae bloom since 2002! so we can sit back...



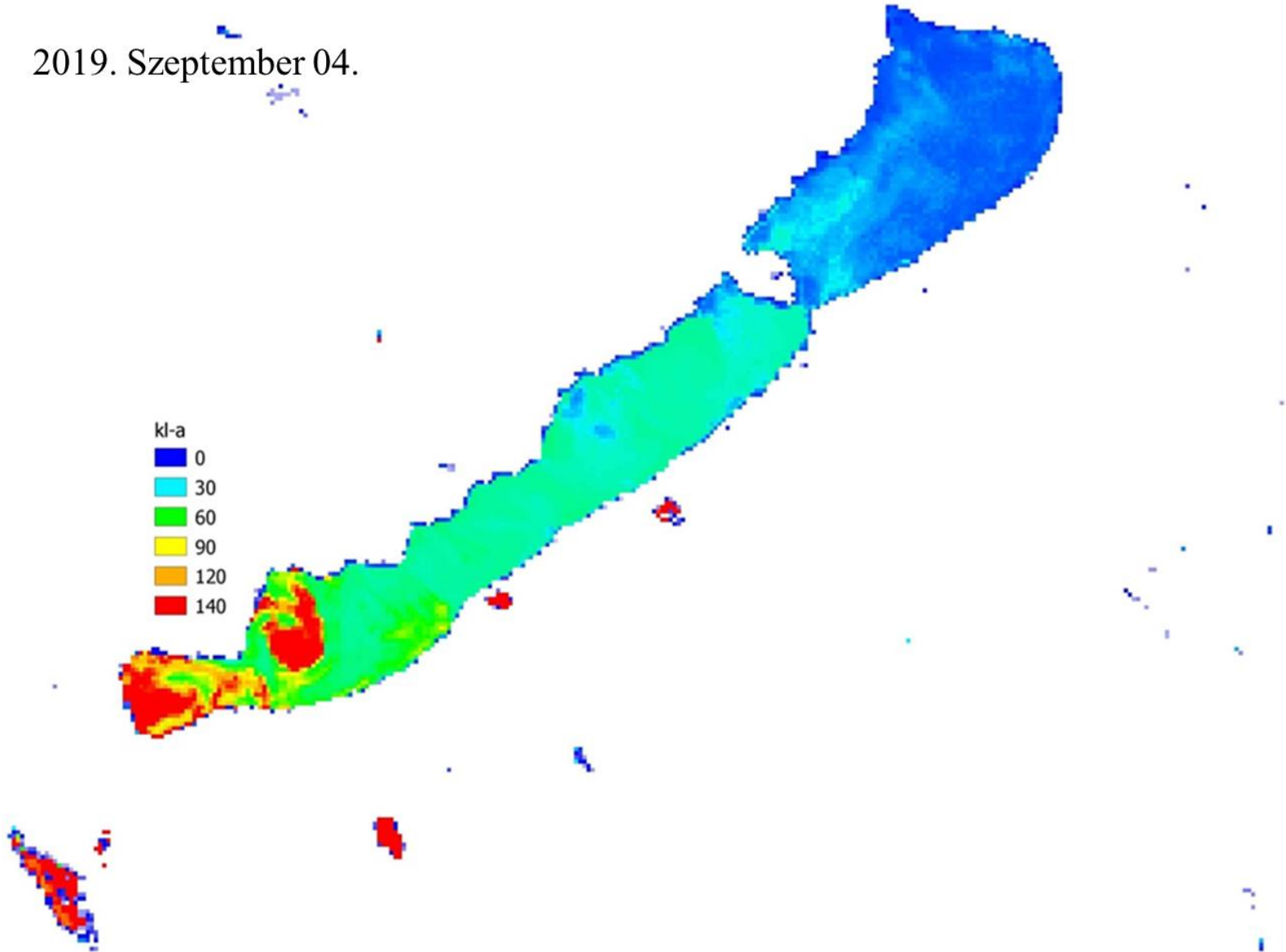


But!
A tale of the unexpected...

A massive algae bloom developed at the end of August and beginning of September, 2019

Algae bloom in Lake Balaton in 2019

2019. Szeptember 04.



20 40 km

Reasons

- 1) Internal phosphorus load (from the lake sediment)
- 2) Long hot period with high water temperature

Total external phosphorus load: 164 t/year				
Basin	Keszthely	Szigliget	Szemes	Siófok
TP stock in the sediment in year-equivalent	21	130	128	175
Total external phosphorus load: 93 t/year				
Basin	Keszthely	Szigliget	Szemes	Siófok
TP stock in the sediment in year-equivalent	34	172	414	289

Thank you for your kind attention





