

Büdi-Balaton

„Mert Megérdemeljük”

- I.) A *Limno-hintó*, egy átutazó szemével
- II.) A foszfor-terhelés felderítése, változásai
- III.) Haladás és Hibák
- IV.) Túl a foszforon...
- V.) A Tóra vonatkozó felderítések hiányosságai
- VI.) Pro-aktív megoldások és a hozzájuk-vezető gondolatok

Tartalmilag jelen írás közvetlen előzményének a *Bili-Balaton* tekintendő.

Az ottani gondolatok aköré csoportosulnak, vajon hogyan s miért lett az évszázadokon át relatíve-stabil elrendeződésből egy csökkent és sérülékeny tó, úgyszólván *bili*-térfogatra redukálva – mely hozza ezáltal a bili-tartalom járulékos elemeit is. Az itteni elemzés ezen *járulékos-elemek* fölött körözve mutatja be a bajok elhárítására tett lépések kapcsán a hivatalos-felmérések esetlegességeit, a megvalósítások hibáit. Mindemellett nem feledve, hogy a félelmetes melléfogások ellenére legalább rávilágítson az előrevivő, megvalósítandó (és -ható) lépésekre. Melyek megtételén túl, már meglevő ám elfekvő adatok értelemszerű összekapcsolásával teljességgel új megvilágításba helyezi a Tó alapvető eutrofizációs viselkedését, ami így egyértelműsíti a revitalizációhoz és stabilizációhoz vezető lehetséges utakat.

I.) A *Limno-hintó*, egy átutazó szemével

A.) A Sikertörténet

Ha a *limnológusok* által agyondicsért Balatonról esik szó, s az ennek kapcsán az odalátogató turisták millióiról, akkor nekem nem az jön a nyelvemre hogy telehugyozzák a tavat, mert ezzel foglalkoznak mások¹; magam a vízzel kapcsolatban inkább így fogalmaznék: „*Kereskedelmi kiaknázásra egyelőre elfogadhatatlanul-híg naptej-koncentrátum.*” Ám – túl azon hogy sem a pisa sem a naptej hektoliterei nem emelik a víztisztasági-mutatókat, a Tó lassú (vagy éppenséggel gyorsított) tönkretételében elsődleges szerepe a belekerülő foszfortartalomnak van.² Nem véletlen hát, hogy amikor eljött a nap s előállt a média, az MTA-val a háttérben³, a megmentett-Balaton sikertörténetével, a *Limnológiai Intézet* illusztrálásképp megalkotott egy a XX. század elejét idéző *laterna magica* képkocka-sort⁴, amely pergően-körbenjáró felvillanásaival* hozza ámulatba megnézőjét, ilyen fülszöveggel⁵ kísértén: Íme, így romlott le, majd beavatkozásaink hatására javult meg a Balaton vize.

* Pontosán annyira elégitve ki az egymást felülíró képkockákkal a kutatói-kíváncsiságot, mint a régi fizetős-kaleidoszkópok képernyőin gyors-egymásutánban tovatűnő lengén-öltözött nénik látványa az aprólékosabb-részletekért szomjúhozó kamasz őszinte érdeklődését.

Mivel a tünékeny-képsor közvetítette információ kibújik az elemzés alól, adatfeldolgozással előállítottam belőle az *1. a) ábrát*, a 3 db trofitási-mutatóhoz rendelt **1, 2, 3** értékek hozzárendelésével a Balaton 4 medence-részletéhez [*1. b) ábra*].

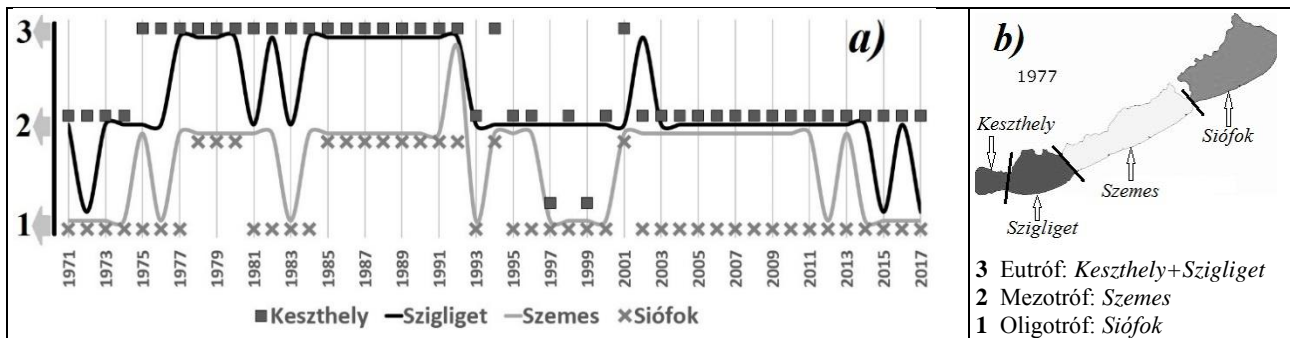
¹ <https://index.hu/belfold/2021/08/13/az-indokoltnal-tobb-a-vizelet-a-balatonban/>

² A dolognak ez a nyitja egészen az 1970-es évekig homályban volt a *Limnológus-társadalom* előtt. Akik addig egyre-növekvő rettenettel figyelték a különféle algák és moszatok eutrofizáció-felé burjánzó növekedését, csónakokból és mikroszkópjaik alatt. Mit sem sejtve arról, hogy mások már bő 100 éve tisztázták az élethez szükséges makro-elemek sorát, köztük a foszforral (ami olyannyira köztudatba ment hogy még az amatőr-mezőgazdászok is tudták: foszfor nélkül nincs érdemleges produkció), s hogy a levegő közvetítette *C, O, N* és a vízből hozzáférhető *H* (és *O*) állandó bősége mellett egyedül a **foszfor** hiányzik ahhoz hogy beindulhasson az Élet-motorja.

³ Részletek *SUMMA 6.2)* alatt

⁴ https://ecolres.hu/sites/default/files/Balaton_1_feher.gif

⁵ <https://ecolres.hu/node/10656>



1. ábra: a) Tó-szegmensek trofitás-állapot változásai 1971-2017 között; b) a Tó szegmensei [1977-es állapot]

B.) Elemzések

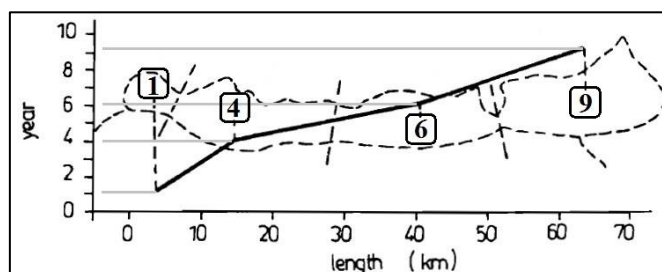
Alább az 1. ábrából megkísérelhetünk néhány (helytálló?) következtetést levonni.

- Alá lehet írni, hogy a Keszthelyi-medencében 4 éven át nyugalmnak mutatott *mezotróf* állapotok 1975-re *eutróffá* váltak, s ott is maradtak 1992-ig. Majd 1993-tól kezdve – 10 év néminemű ingadozásait leszámítva – a medence-állapot visszajavult mezotróffá.
- A Tó Szigligeti-medencéjére gyakorlatilag hasonló mondható, azzal a néhány különbséggel hogy:
 - Ott 2 évvel később indult el az állapot-romlás,
 - A szintén 1993. évhez köthető javulás-indulás azután praktikusán a mezotróf-állapotba stabilizálódott,
 - Ami a mért-ciklus végefelé mintha közelítene az *oligotróf*-állapot felé.
- Az előzőekhez képest a Szemesi-medence változásai lényegesen lomhábbnak tűnnek:
 - Az állapotromlás elindulása (kis megingással) ugyanúgy 2 évet csúszik a Keszthelyi-medencéhez képest mint a Szigligeti-medencéé.
 - A szintén az 1993. évhez köthető javulás-indulás csalóka: az 1993-2001. közötti periódusban mutatott ingadozásoktól eltekintve végülis marad a mezotróf-állapotban,
 - Ami azonban a vizsgálati-periódus végén, a Szigligeti-medencénél némileg korábban és kicsinnyel bizonyosabbnak-tűnően mutat javulási-tendenciát az oligotróf-állapot felé.
- A Siófoki-medence állapotromlása még-később indul el: a csúszás a Keszthelyi-medencéhez képest 3 de akár 10 évnek is vehető. Rögzíthető az is, hogy az állapotjavulás megkezdődésében viszont nincs késés, az itt is 1993-ra tehető. S 1995 után az oligotróf-állapot ismét stabilnak tűnik.
- Míndez akkor igaz, ha a „pillanatnyi-megingásoktól” eltekintünk. Erre feljogosíthat, hogy a tó-állapotok 3 kategóriába sorolása rendkívül gyöngye/ esetleges felbontás: az átsorolódáshoz nem-feltétlenül szükséges (a mérésekben/megállapításokban) drasztikus-változás.
- Vagy éppenséggel figyelmeztetőek ezek a hektikus-változások: a monotonnak-vélt romlás/javulás mögött rejtett/ismeretlen erők/tényezők munkálnak.
- S ha azt is figyelembe kívánnánk venni amiről már nem árulkodik az 1. ábra mert 2017 után történt, akkor lehetséges hogy a 6.) alatt tett megállapítás messze-fontosabb az összes előzőnél.

Megkísérelünk most a fenti makro-jellegű trofitási-mutatók valamint a belőlük levont következtetések mögé részint fizikai-alapokat rendelni, részint mások által korábban már elvégzett mérések és kalkulációk eredményeit tenni, összevetésképp. Ebben hatalmas segítségünkre lesz egy 1979-es munka⁶ [továbbiakban: *Tanulmány*], mely szinte az egyedüli érdemleges kompendium a területen a máig megszületettek közül: az abban rögzített tények, megfontolások és tanácsok máig hatnak – s mely munka számos részletének tanulságul ill. támasztékul történő beidézése a jelen okfejtést is jóideig társként kíséri.

a) Ha a trofitási-mutatók *változásai* okát latolgatjuk, ki kell jelenteni: Az 1975-1978 között mind a 4 medencében előretörő drámai-változásokat **nem lehet EGYEDÜL** az egyébként valóban tetemes foszfor-inputot hordozó Zala-folyó rovására írni. Hiszen az a szűk 3 év, amennyivel a Keszthelyi-medencéhez képest később, ám szinte egyszerre indult el az állapotromlás a többi 3 medencében, semmiképp nem hozható paritásba a Balaton (befolyások, átfolyások és leeresztés, valamint csapadék és párolgás révén alakuló) 2. ábrával szemléltetett vízforgalmi-képével*:

⁶ Review and Evaluation of Research on the Eutrophication of Lake Balaton, A Background Report for Modeling , Gerrit van Straten, Géza Jolánkai, Sándor Herodek, August 1979 (<http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/1189/1/CP-79-013.pdf>)



2. ábra: Az átlagos víz-kicserélődés, években (Baranyi 1976)⁷

Még akkor sem, ha anno a Szigligeti-medence a mai-értelmezésnél nagyobbra vétetett. A Tó egyes medencéi metrikus-paramétereit a 3. a) míg vízforgalmát a 3. b) ábra rögzíti.

Tó-medence	Mélység cm	Térfogat 10 ⁶ m ³ %	Felület km ² %	Vízgyűjtő km ² %
Keszthelyi	228	82 4,3	38 6,4	2750 53,1
Szigligeti	287	413 21,8	144 24,4	1647 31,8
Szemesi	322	600 31,6	186 31,1	534 10,3
Siófoki	368	802 42,3	228 38,1	249 4,8
Összes	320	1907 100	596 100	5180 100

a) 104,9 m tengerszint-feletti vízszint mellett⁸

Medence	Keszthely	Szigliget	Szemes	Siófok
<i>Nyári-félév (IV – IX hó)</i>				
Hozzáfolyás	137	82	26	12
Át(ki)folyás	133	197	200	183
Csapadék	14	53	68	84
Párolgás	29	111	143	176
Mérleg	-11	-40	-52	-63
<i>Téli-félév (X – III hó)</i>				
Hozzáfolyás	170	102	33	15
Át(ki)folyás	164	242	244	222
Csapadék	10	37	48	59
Párolgás	5	21	27	33
Mérleg	+11	+40	+52	+63

b) víztömeg-változások (10⁶ m³)⁹

3. ábra

* Annál is kevésbé, mert ha a képet onnan szemléljük hogy vajon hány év szükséges ahhoz hogy az *I*-medence „teljes” tartalma átjusson az *I+n* medencébe, akkor ebben a tekintetben a 2. ábrán feltüntetett egyes-medencékre vonatkozó víz-kicserélődési évek hozzávetőlegesen **additívak****. Így pl. ahhoz, hogy a Keszthelyi-medence 1975. évi *teljes*-terhelése a Siófoki-medencébe érkezzen és ott okozzon galibát, $1+4+6=11$ év lenne szükséges – ám ez az 1986-ra tehető áttétel is sokszorosan tompított lesz, a medencék térfogat-arányai okozta hígulás következtében. S ha már itt tartunk, hasonlóképp adódik hogy a Keszthelyi-medencébe érkező terhelések változásai (ideértve tehát a célzott ill. reménybeli terhelés-csökkenést is) a Balaton *egésze* változását tekintve csak ~20 év múltán jelentkezhetnek. Ebbe a számításba egyedül az adszorpciós-folyamatok szólhatnak bele (csökkentőleg), ami azonban a vízforgalomtól teljességgel-függetlenül zajló jelenség – s amire vonatkozó ismeretekkel és megfontolásokkal hátrább fogunk találkozni.

** Az *additivitás* magától értetődő egy olyan longitudinálisan-kapcsolt medence-sorban ahol az áramlás dugattyú-szerű. Ilyen-esetben a kapcsolt szegmensek vízcsereje akkor lesz teljes, ha a medencén annak térfogatával egyenlő mennyiségű víz áramlik keresztül, vagyis a víz-kicserélődés ütemét a Térfogat/Átfolyás hányados adja. A jelen medence-adatok mellett ez a Keszthelyivel azonos-nagyságú medencére 0,27 év, a többire pedig sorban 0,95 1,35 1,98 év lenne. Esetünkben viszont a kiürülést-eredményező áramlások a dugattyúszerűnél összetettebbek, amit az mutat hogy [Baranyi számításait elfogadva] a Keszthelyi-medencén 1 év alatt átfolyó vízmennyiség éppen kiöblíti a medence előző tartalmát, azaz ehhez 3,6-szor több vízmennyiségre van szükség.

Ezzel a faktorral számolva (amely ugyan a finomabb-részleteken némileg torzít – kivált a Siófoki-medence esetében, ahol a kifolyás annak közepén van s emiatt a medence északi-része csak további diffúziós-áramlásokkal képes ürülni) a víz-kicserélődésre rendre a 2. ábra adataival rugalmasan-egyező 3,4 4,9 és 7,1 éveket kapjuk.

S mivel a Keszthelyi-medence **teljes***** tartalma csakis azután kerül a Szemesi-medencébe ha annak utolsó-részlete is *előbb* átöblítődött a Szigligeti-medencébe (ez idáig 1 év) – eközben abban a 3,6-szeres átöblítéssel meglehetősen szétterült – *majd* az a Szigligeti-medencéből is „teljes-mértékben” ürül (ami meg további 4 év), ezért a fentebb megfogalmazott additivitás ebben az esetben is áll.

⁷ Említve: *Tanulmány* p20. A teljes cikk: http://hydrologie.org/redbooks/a109/iahs_109_0054.pdf

⁸ *Tanulmány* p16

⁹ *Tanulmány* p18

*** Olyan hogy teljes-kiürülés csupán az ideálisan-dugattyúszerű áramlás esetén jöhet szóba. A valóságban azt mindig egy küszöbérték eléréséhez (rendszerint 2 vagy 5 térfogat%) rendelik. Ha a medence/tartály folyamatosan homogénre-kevert, akkor az kb. 5-szörös térfogattal „ürül”, függetlenül a geometriájától. Ha az áramlások esetlegesen, akkor az ürülés nagyban alak-függő. Mivel a Balaton medence-alkatai mentesek a zsákszerűen elkülönülő bugyroktól, a 3,6-szeres kiöblítési-hányados értéke erről az oldalról nézve valós-háttérű.

b) Ha ezek-után a Zala-folyó foszfor-inputjánál tágasabb-kontextusban keressük a medencék trofitás-állapotbeli *ROMLÁSÁBAN* az *1. ábra* alapján mutatkozó **fáziskésések** magyarázatát, akkor két másik foszfor-szaporulatot előidézhető tényező is kínálja magát: a *hozzáfolyás* és a *belemosódás*.

i) A Szigligeti-medencét terhelhető hozzáfolyások éves-mértéke (184 Mm^3) kb. 60%-a a Keszthelyi-medencébe érkezőnek (307 Mm^3). Ha a mai-értelmezésű kisebb Szigligeti-medencére [vö. *1. b)* és *2. ábrákat*] vetítjük ezt az értéket, akkor ez kb. a felére csökken. Viszont, a kisebb-medence tekintetében, a vele közvetlen-szomszédságban levő Keszthelyi-medencéből történő vízforgalmi átáramlásból származó víz-kicszerélődés is gyorsabb, azaz annak állandója kisebb mint a *2. ábra* szerinti 4 év. E két eredő összegződésekképp létrejöhetett a tapasztalattal egyező ~2-éves fáziskésés a trofitás romlásában.

ii) Ugyanezen indoklás már kevésbé meggyőző a Szemesi-medence esetében. Ha annak a mai nagyobb-méretét is vesszük [vö. ismét az *1. b)* és *2. ábrákat*], a hozzáfolyások éves-mértéke ($59 \text{ Mm}^3 + \text{a Szigligeti fele} = 92 \text{ Mm}^3$) a Keszthelyinek ugyan még a 60%-a, viszont az ebből eredhető foszfor-növekményt már kevésbé-gyorsan tudja tovább-emelni a medencék-közi átáramlás, hiszen a mai nagyobb-nak-deklarált Szemesi-medence becsült víz-kicszerélődési állandója sem lehet 5 év alatti. [Még ha a fentebb-taglalt *additivitást* el is hanyagolnánk.]

iii) A Siófoki-medencére pedig végképp tarthatatlan, hogy pusztán a hozzáfolyással ill. átvezetéssel a medencébe kerülő foszfor-többlet idézné elő a szinkron-ütemű állapotromlást [amire utaló jel a már említett trofitás-állapotbeli ingadozás is az 1977-1985 közötti években], hiszen mindkét effektus az előző medencék töredéke.

Ezeket a differenciákat pedig csak növeli, ha a belemosódási-tényezőt is hozzávesszük az összképhez. Ugyanis az egyes medencékhez tartozó vízgyűjtő-terület nagysága [ld. *3. a) ábra*] – ahonnan számolni lehet az ott alkalmazott (foszfor)műtrágyák zápor-eseményekkel előmozdított kimosódására és mobilizálására – éppen fordítottan-arányos a reguláris hozzáfolyások vízhozamával.

Tehát, a három taglalt effektus léte (a Zala-folyó felől érkező teher, a hozzáfolyás valamint a belemosódás) sem külön-külön sem együttesen nem támasztja kellően alá a trofitások romlása **elindulásában** megtapasztalt minimális-késést ill. szinkronitást. **MÁS kell emögött álljon.**

c) Ha most az 1992. évben beköszönő trofitási-állapotok *JAVULÁSÁNAK* a mindennemű fáziskésés-**NÉLKÜLI szinkron-voltát** tekintjük, akkor (az előbbi érvelés logikája és tény-adatai mentén) ismét oda jutunk, hogy az csakis olyan beavatkozásoknak tulajdonítható amelyek hozzávetőleg egyidejűleg történtek meg mind a 4 medence körzetében. Vagyis: Nem a (Zala-folyót ekkorra félig-meddig már megsűrű) KisBalaton létrehozása következménye ez az effektus sem, mert akkor a javulás előállása a *2. ábra* szerinti vízcserék késedelmeihez kellene igazodjon, bármennyire is gyenge-korrelációra ad módot a trofitási-állapotok mindössze 3 szintbe sorolása. De, akkor vajon mi? A KisBalaton (újra) létrehozása mellett [a kapcsos-részletek kiterjedtebb elemzését ld. a **III.** fejezetben] két további jelentős történés zajlott a terminus alatt (nemcsak a Balaton környékén, de országszerte is): az egyik a *szennyvíz-kezelés központosítása* körüli, a másik a *mezőgazdasági-ágazatokhoz kapcsolódó* műtrágya-használatban és nagybani-állattartásban mutatkozó.

Ha csak a Balaton környezetére koncentrálunk, elmondható: A *mezőgazdasághoz köthető* megengedett terhelések a régióban (egy idő után) szigorodtak, a szennyvíz-kezeléshez kapcsolódó elképzelések és megvalósítások pedig [a régió kiemelten-fontos besorolása miatt] erőltetett-ütemben haladtak, jobbra medence-prioritás nélkül. Mivel a kontrollálatlan műtrágya-

használat 1-2 évtized alatt hatalmas adagokat deponált a Balaton vízgyűjtő-területén¹⁰, ezek utóhatásai elkeserítőek lehetnek még a jövőbeli „abszolút-tiszta” korszakokban is. Ezen anorganikumok relatíve könnyű mobilizálódása bármilyen-irányba (záporok által a tóba sodorva, vagy lassúdad alámosódással a talajvízbe vándorolva) szinte kiszámíthatatlan, térben és időben egyaránt. A Balaton körüli *szennyvíz-kezelés* pedig 3 stáción ment ezen-időszak alatt keresztül:

- i) Központosított elvezetéssel kezdődött – hogy az ingatlanok környezete higiéniai-viszonyai javuljanak. E mozzanattal tehát megkezdődött az összegyűjtött foszlé-koncentrátum Tóba-ömlesztése (mint a higiénia mellékterméke). Nehéz lenne tagadni hogy ez felgyorsította a trofitási-állapotok romlását minden medencében. Ugyanakkor segít megérteni, hogy miért azonos és csekély (2 év körüli) a trofitási-állapotok romlásában észlelt fáziskésés a Keszthelyi-medencéhez képest a Tó másik 3 medencéjében, hiszen a direkt szenny-bevezetéssel a romlás elindulása mindenütt azonos-ütemű, amit legfeljebb a medencék térfogati-különbsége befolyásol. [N.B.: Nincs pontos tudomásom arról, hogy ezen stáció Balaton-körüli megvalósulása hogyan esett, s hogy medence-átlagban mennyire valósult meg a *szennyvíz Saga* ezen korai-fázisa „szinkronitása”.]
- ii) Mivel a bajokat 1979 táján már komolyabb fenyegetésként érezték (ezért is született meg a *Tanulmány*), feltehetőleg az előzőnél összehangoltabb volt a második-lépés, ami a szennyvizek néminemű tisztítását célozta meg mielőtt azt a Tóba engednék. Amennyiben ehhez a lépéshez lenne rendelhető az a siker ami az *1. ábrán* 1993-tól szinkron-javulásnak mutatkozik, akkor rögzíthető hogy a meglépettek nem elégségesek, hiszen a trofitási-szint 3 medencében továbbra is középszinten, mezotróf állapotban maradt.
- iii) Akár ennek felismerése, akár a korai *Tanulmányban* már 1979-ben megtett javaslat nyomán megtörtént a harmadik-lépés¹¹: A szennyvíztisztító-telepek végvizeinek a „kivezetése” a Balatonból. Ez azután meghozni látszott a végleges sikert: a 3-szintű besorolás alapján 3 medence ugrott egyet lefele a trofitási-skálán, kivéve a Keszthelyit – ami önmagában is figyelmeztető arra nézve, hogy a történések mégiscsak összetettebbek.

Ezzel mi meg is lennénk az *1. ábra* trofitási ugra-bugrája kellő magyarázatával. A hivatalos-forrásokból pedig jöttek a 2017-hez köthető (stabilnak vélt) javulásokra épülő sikertörténet sztorik – mígnem eljött a pofon a 2019. év krachjával, s követte azt a 2020. év egy hasonlóval, amit a 2021-beli megfigyelések is tovább borzoltak.

C.) A „mea culpa” stáció

A 2017-2020. közötti történésekről és észlelésekről már beszámoltunk.¹² A felzaklató állapotromlások és a hozzájuk fűzött menekülő-utas hivatalos-magyarázkodások ott részletes bemutatást kaptak, ezért ide csak ennyit idézünk, tömören:

- i) 2019. nyarán a Tó klorofill-koncentrációja elérte a 300 µg/l szintet. [*SOHA* nem volt ilyen magas.]
- ii) A kutatók „ködben úsznak”: nem tudják mi okozta, nem tudják hogy megismétlődik-e, nem tudják hogy mit is tudnak...
- iii) 2020-ban már májusban kivillantja fogát a Tó szelleme.
- iv) A magyarázkodók is (bár némileg visszafogottabban motyogva) visszakapaszkodnak a sámlijukra, ám kikottyantják: 2017 nyarán is, de szinte *évről-évre VOLT* ismétlődő „esemény” [ám azok eléggé lokálisak voltak ahhoz hogy a média nem harapott rájuk], amik azonban *mások voltak mint a mostaniak* – csak hogy fogalmunk legyen az ismereteik alaposságáról és mélységeiről.

Ehhez képest, a mostani 2021. év csaknem eseménytelen volt. Igaz, ez az év – a globális-felmelegedés média-orkesztrálta szakadatlan csinnadrattája közepette – szokatlanul hűvösre sikerült. Majd 3 hetet késett a tavaszi-felmelegedés (lefagyasztva balkézről a gyümölcsfák virágrügyeit), az ősz is beköszöntött a nyár-végére, s a félelmetes kánikulai-napok száma is alatta-maradt az előző-éviéknél. Mindössze annyi történt, hogy 2021-06-10-én „*Algásodást jeleztek a Balaton északnyugati partjainál, de*

¹⁰ Meglehetősen eltérő adatokat tartalmaz a *Tanulmány*: **a)** 70 ezer t/év P₂O₅ ekvivalens a Balaton vízgyűjtő-területén 1975-ben [ez megfelel 30,000 t/év foszfornak] (p8 II. Táblázat); **b)** 8500 t/év foszfor 1975-ben (p50, valamint további évekre a p52 XIII. Táblázatban)

¹¹ A megvalósítás pontos előrehaladását a *Vízügy* bizonyára nyilvántartja; én csak annyit észrevételeztem (midőn bizonyos felderítendő a terület felé sodortak) hogy a 2015. évi VGT2-re a dolog lezáródott: ld. *OVF-jelentés*

¹² *Bili-Balaton* 1. és 2. lábjegyzetek.

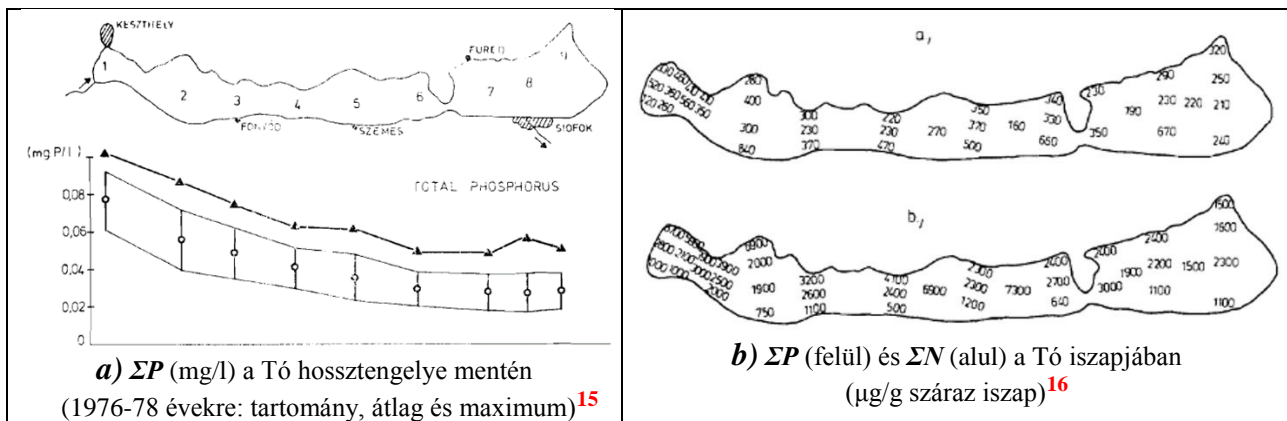
a pár nappal ezelőtti magas értékek mára normalizálódtak. pár napja Balatonyörök partjainál tapasztalták a fonalas kéalgák elszaporodását.” Hozzáteve hogy 75-100 µg/l klorofill-koncentrációkat is mértek [a „kiváló” vízminőséghez 10, a „jó”-hoz pedig 25 µg/l klorofill-szint tartozna], ám ez a mostani alga nem-azonos a 2019. évi meglepivel, viszont időnként szintén termelhet toxint.¹³

Elmondható hát, hogy ezen nyugalmasnak remélt évek is meglehetősen eréllyel mennek szembe a mostanra-már gyöngébben-hangoztatott „megmentési-teóriákkal”. S ha ehhez hozzávesszük a történések-kapcsán bekínált magyarázatok tétovaságát és a teendőkre-vonatkozó tanácsstalanságot, akkor érdemes lehet komolyabb figyelmet szentelni annak a kívülről-érkező mondandónak, amely alább, **VI.**) alatt, egészen más megvilágításba helyezve keresi a dolgok természetes-összefüggéseit.

II.) A foszfor-terhelés felderítése, változásai

A.) Felderítések

A Tóra vonatkozó foszfor tartalom/terhelési adatok a „*mea culpa*” stációt követő jobbára képeskifestőkönyv-jellegű prezentációkban¹⁴ egyre bőségesebbek, ami azonban nem gyógyír arra nézve hogy egymásnak is összevissza ellentmondanak. Emiatt inkább (ahol csak lehet) az „ösrégi”, 1970-es adatokra támaszkodunk. Az ezeket egybegyűjtő *Tanulmányból* kettő, a foszfor-terhelést számszerűsítő ábrát iktatunk ide. A 4. a) ábra a tó-víz ΣP, a 4. b) ábra pedig a fenékiszap ΣP és ΣN mért koncentrációit mutatja:



4. ábra: Tápanyag-koncentráció a Tó a) vizében és b) iszapjában.

Míg a Tó-víz a Tó hossza-mentén félreérthetetlen gradienst mutat, addig az iszapban effélének nyoma sincs. Hogy ez miért alakult így és emögött mi rejlik, máig nagy a tanácsstalanság. Afféle, magukat önként is kínáló okozati-összefüggések megpendítése, mint „*A foszfor adszorpcióval és/vagy kemoszorpcióval kötődik a tó üledékében, főként annak CaCO₃ frakciójában*”¹⁷ több-helyütt fel-felbukkannak, s van aki a kritikában tovább is megy:

„*A Balaton fejlesztését meghatározó „hivatalos” kutatások, gyakorlati munkák az esetek nagy többségében a foszforkörforgalmat leegyszerűsítik.* [ekként:]

ΣP_{BE} ➔ *Energia befogás, Belső P-körforgalom, P-ülededés, eltemetődés* ➔ ΣP_{KI}

*A "mérleg" ellenőrzésének, a jelentős és nem vizsgált hiányok, figyelmen kívül hagyása, az eutrofizálódás és az ellene való védekezés logikájának teljes deformációjához vezetett!*¹⁸

¹³ <https://www.veol.hu/életstilus/algasodast-jeleztek-a-balaton-eszaknyugati-partjainal-4743532/>

¹⁴ Ld. az „*Őszintén a Balatonról*: tudományos-előadóművészi Tihanyban a Balaton tápanyagterheléséről” oldalról (<https://www.blki.hu/node/14809>) hozzáférhető új-keletű prezentációkat.

¹⁵ *Tanulmány* 21. ábra p30.

¹⁶ *Tanulmány* 28. ábra p41 (Tóth L. 1976); kiváló egyezésben Oláh et. al., (1977) méréseivel, akinél a vonatkozó-tartomány 400-600 µg/g, szintén mindennemű gradiens nélkül.

¹⁷ in *Bevezetés*, Szilágyi Ferenc: A vízpótlás hatása a Balaton és a Zala vizének ionösszetételére (2005) (https://www.researchgate.net/publication/230874621_A_vizpotlas_hatasa_a_Balaton_es_a_Zala_vizenek_ionosszetetelere)

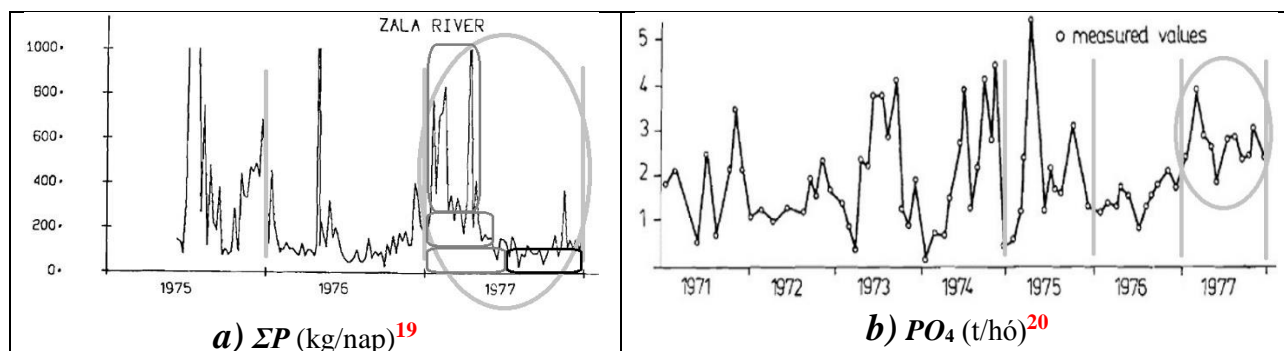
Az idézett kijelentéshez tartozik a cikk szövegében előtte tett állítás: „*a Balatonba évente érkező kalcium tömegének 70 %-a, a foszfornak, pedig 95 %-a raktározódik a tóban (vanStraten et al. 1979).*”

Megjegyzendő, hogy az állítás erősen áttételes: a jelzett adatok közül a *Tanulmányban* csak a kalciumra-vonatkozó található, az is csupán Entz 1959-es méréseiből deriválható [*Tanulmány* p27 VI. Táblázat].

¹⁸ p2 in Plósz S.: Víz-mocsári foszforciklusról. Balaton, Kis-balaton (2003) (http://www.magtudin.org/Plosz%20Sandor_Vizi-mocsari_foszforciklusrol.pdf)

De olyan összefüggés, amely természetes-történések eredőjeként minden-eddigi mérési-adattal legalább kvalitatív-tekintetben egybevág, máig nem mutatja magát.

További nemes erőfeszítést találunk a *Tanulmányban* arra vonatkozólag, hogy vajon mennyire szolgálhatnak megbízható alapként pl. a Zala-folyó ΣP terhelésének a mérési-adatai. Az 5. ábra szemlélteti a naponta ill. havonta végzett mintavételezésekből adódó két grafikont, ahol az 1975-77 évek módot adnak a direkt-összevetésre:



5. ábra: A Zala-folyó foszfor-terhelés adatai

A két görbe lefutása természetesen különböző, ám az azonos idő-intervallumokhoz tartozó görbe-alatti területek bizonyos arány-azonossága lenne a biztosíték arra, hogy a havi-szondázás nem vezet félre a napi állapot-követéshez képest.

Az összevetés megtételekor persze némi bonyolódást okoz (és emiatt gondos odafigyelést kíván), hogy a mért minőségek némileg különböznek: ΣP vs. PO_4 .

Ezen átsegít, ha észbentartjuk hogy a ΣP PO_4 hányada (mint anorganikum) vízdékonyabb ugyan a szervesen-kötött foszfor legtöbb-formájánál (a humusz-jellegű mátrixba inkorporálnál nagyságrendekkel), de ha a PO_4 -t még immobilizált [nem oldott/hidratált] állapotban leli az eső, akkor az oldatlan-szemcséi tovasodrásához nagyobb erő, pl. zápor szükséges – amit viszont a napi-rutinnal végzett állapot-követés többször nyakoncsíphet mint a havi egyszeri-mintavétel gyakorlata.

Ezen korrekciókat is figyelembe véve, két lényeges diszkrepancia észlelhető az 5. ábrán:

- 1977-ben a napi-mérések szerint az év első-felében csaknem 3-szor annyi foszfort szállított a Zala mint a második-felében, ami hegyesen szemben-áll a havi-mérések foszfát-adataival, amely meglehetősen kiegyenlítetttséget mutat az év folyamán.
- Hasonló drasztikus diszkrepancia észlelhető 1975-ben, amikor a havi-mérések szerint az év közepe volt a legcsendesebb, míg a napi-követés ennek éppen az ellenkezőjét tanúsítja.

Ezek tehát alaposan feladják a leckét annak aki valóság-közeli becsléseket óhajt levonni e rész-adatokból, hát még ha a cél a teljes Balaton foszfor-terhelésének a megállapítása. Amit tovább nehezít, hogy a Zala-folyót leszámítva rendkívül kevés a mérési-adat, s azok esetlegességei is számos variabilitással terheltek. A *Tanulmány* szerzőit dicséri, hogy apró-mozzanatok szemfüles elemzéseiből sikerült kihámozni például, hogy a Tóba érkező foszfor-tartalom ~80%-a az esőzésekhez és áradásokhoz rendelhető. Mi több: azt is elfogadhatóan valószínűsítik, hogy az ilyen eseményekkel érkező foszfor-tartalom a műtrágyázott talajokból ered, nem pedig a patak-ágyak iszap-üledékeinek a felkavarodásából. Éspedig kétoldali alátámasztással:

- i) A záporokkal megugró ΣP szintet nem követi a TOC [Total Organic Carbon] arányos növekedése. (Azaz: ez a folyóba jutott P geológiailag NEM-FIXÁLT anorganikum [műtrágya], nem pedig humuszba-kötött organikus-foszfor.),
- ii) A záporokkal megugró ΣP szint nem tart arányosságot a bemosódó ΣN szintjével sem. (Azaz: a ROHÁNÓ-víz energiája szükséges a műtrágya foszfát-szemcséi mozgásba hozásához [amik lassabban mennek oldatba], szemben az NO_3^- és NH_3 nitrogén-formákkal, amik a vízben kitűnően oldódva könnyedén [gyöngye áztató-esővel is] mosódnak tova.

Ezekhez hasonló éles megfigyelésekkel dolgozva fel a területi és adat-megbízhatósági hektikusságokkal bíró ritkás adatokat, a *Tanulmány* végül arra jut hogy a Balaton éves foszfor-terhelése

¹⁹ *Tanulmány* 31. ábra p47.

²⁰ *Tanulmány* 32. ábra p49.

ebben a korai-időszakban ~1350 kg/nap²¹ [azaz 493 t/év] – ami kielégítő egyezést mutat mások korábbi számításaival.²²

B.) Ellentmondások

Szívesen tennék még az eddig közöltek mögé frissebb konkrétumokat, de azt kellett tapasztaljam, hogy ha vannak is újabbkori mérések azok számomra vagy elérhetetlenek vagy ilyen-olyan ellentmondás ill. ütközés okán érdemben használhatatlanok. Kialakult ugyanakkor a Balatont kutató körökben mára egy olyan konszenzus, miszerint a nagybani beavatkozások nyomán [azaz: a KisBalatonhoz kapcsolódók, a szennyvíztisztítás körüliek, a műtrágya-használat visszaszorulása] mostanra a foszfor-terhelés az 1970-es évekének a kb. negyede-harmada. Ennek fundusát ugyan némiképp kikezdi, ha összhangot próbálna valaki találni ezen nagyjából-egyidejű állítások között:

- i) A *KDT VIZIG* szerint 2017-2019 között az éves átlagterhelés 165 t/év **P**,
- ii) A *BME* becsléseire alapozó *Istvánovics Vera* [MTA] közlése szerint az érték inkább csak 80 t/év **P**,²³
- iii) Nem segít az összhangon az a *VGT3*-ban közzétett rész-adat sem, amely ugyan csupán a *szennyvizekkel* a Balatonba kerülő foszformennyiségről állítja hogy az jelenleg mindössze 8 t/év **P**,²⁴ lenne, ha közben párhuzamos-források arról adnak számot hogy egyedül a foszfor-terhelésében alaposan visszaszorított Zala-folyó (ahol a maradó foszfor-terhelés túlnyomó-hányada a Zala mentén telepített szennyvíztisztítók végvizeiből jövel) még mindig ~20 t/év foszfort szállít a Tóba.²⁵ [Ld. a 7. ábrát is.]
- iv) De idevehetjük azt a mindent-borító adatot is amellyel később [**V.**] alatt foglalkozunk, amelyet a *Tanulmány* is (kénytelen-kelletlen, mást nem találva) használt a **ΣP** becsléséhez. Nevezetesen, hogy a légkörből éves-szinten kiülepedő foszfor-mennyiség a Tó területére vetítve 170 kg/nap [azaz 62 t/év] lenne.²⁶

Semmi nem áll távolabb tőlem mint hogy bárki hitelét alaptalanul rontsam, de azért ezen disszonanciák erősen elgondolkodtatóak. Mint ahogyan az is, hogy akármelyik már-említett régebbi műtrágya-kihelyezési adat is valós (30,000 illetve 8500 t/év **P** a vízgyűjtőn [ld. *ref.10*]), hatalmas adagok vannak deponálva és várakoznak sorsukra. Kissé infantilis öncsalás lehet hát afféle ábrándokat kergetni, hogy a Tóba-érkező foszfor-teher már csak ennyi meg annyi töredék. Mert bármikor a szemünkbe röhöghet újra a 300 mg/m³ klorofill-koncentrációval bezöldülő tó, felszínre vetve annyi moszatot amennyire a képzelőerőnkől sem telik.

III.) Haladás és Hibák

A szerzett ismereteken alapuló körültekintő feltárást követően a *Tanulmány* meg is tette a javaslatait [*ref.6* p60-63], amelyek közül kettő megvalósítása következményeibe részletesebben is betekintünk.

A.) A „SZENNYVIZEK KIVEZETÉSE”

Ilyen-célzatú lépés megtétele bármely víztest védelme szempontjából értelemeszerű. Ha a mai létesítmények és állapotok felől közelítünk, kijelenthető: A vízminőséget veszélyeztető primer kommunális szennyvíz szerves **C+N+P** tartalmából a szennyvíztisztító-telepek közbeiktatásával képződő némileg szerényebb organikus **C** valamint már anorganikus **N+P** teher még mindig veszélyezteti a Tó biológiai-állapotát, így a „*tisztított szennyvíz*” végvizeknek is más elhelyezést kell keresni. Az akkori tervezet²⁷ a 6. ábra tanúsága szerint több-lábon állt:

- i) Részint víz-kivezetés a Balaton víz-állományát (felszíni direkt-folyásokkal) nem-érintő közeli-vízfolyamokba,
- ii) Részint elöntözés a környező (művelt) területekre.

²¹ *Tanulmány* p50.

²² *Tanulmány* IX. táblázat p46.

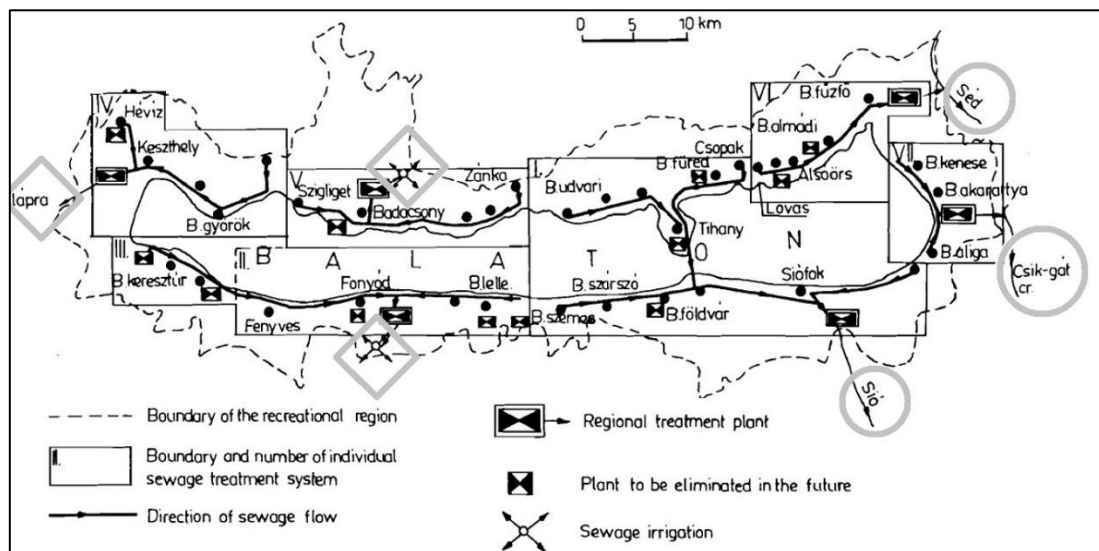
²³ Mindkét adat [i] és ii)] egyazon forrásban: <https://infostart.hu/tudomany/2021/05/27/foszfor-a-balatonban-a-kutato-nem-egesen-ugy-latja-mint-a-miniszter>

²⁴ *VGT3 II II.)7.d)*

²⁵ Ld. https://www.blki.hu/sites/default/files/Clement_Adrienne_eloadasa.pdf 5. dia

²⁶ *Tanulmány* p56; eredeti-forrás: Légkörből közvetlenül a Balatonba jutó szervesetlen növényi tápanyag mennyiségének (P,N) vizsgálata, Dobolyi Elemér — Horváth László, *Hidrologiai Közöny* **1978** **58** (12) 547-551pp (https://library.hungaricana.hu/en/view/HidrologiaiKozlony_1978/?pg=592&layout=s)

²⁷ *Tanulmány* p62 (Lotz 1976 szerint)



6. ábra: A szennyvízhez kötődő átalakítások és a kivezetett végvizek sorsa.

Előbbi (ha a híradás igaz) mindenestül megvalósították, aminek következtében az érintett rendszerint kis-vízhozamú patakok (Séd, Sió, Csik-gát ér) és környezetük hatalmas-méretű romlásba fordultak [ld. **OVF-jelentés** első 2 tételét].

Utóbbi, a végvizek mezőgazdasági-területekre történő közvetlen kijuttatása (Fonyód és Badacsony térsége) közvetlen negatívummal nem bír, bár figyelembe veendő hogy amíg a környező talajok dúskálnak a megelőző-idők pazarló műtrágya-kiszórási gyakorlata hagyatékeként elfekvő könnyen-oldódó anorganikus *N*-formákban, addig ez az előntési-gyakorlat is hozhat mellékhatásokat – amik késleltetetten ill. váratlanul jelentkezhetnek. Így a Keszthely+Hévíz centrumból a *Zalai-lápvidékre* kivezetett végvizek előnyös-hatása már megkérdőjelezhető, amennyiben az ütközik a szintén a tervben-szereplő KisBalaton tápanyag-visszatartási hatékonyságával. Hiszen e végvizek oda befele is visznek némi tápanyagot, de súlyosabb hogy az ott-levők kimosódásában is asszisztálhatnak.

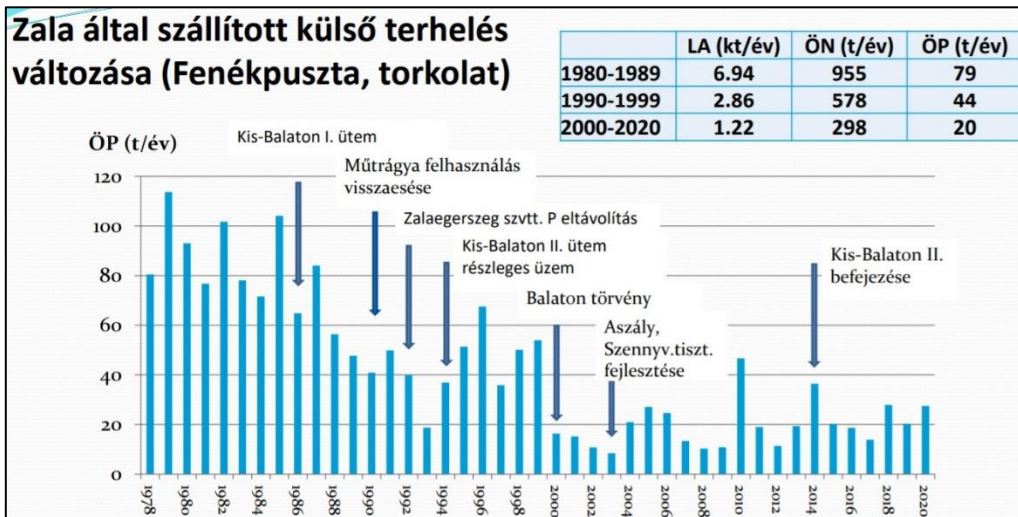
Van még egy zavaró apróság a 6. ábrán, aminek megvalósulásáról nincs tudomásom. Vajon tényleg létesült a Tihanyi-szűkületben (Tó-alatti!) szennyvíz-átvezetés? Mert aki ezt a módját véli a leg-rizikómentesebbnek a szmőtyi tologatására, arról nehezen hihető hogy a vízvédelmi-profizmus értő gyakornoka.

Az akkori javaslat mentségéül ma csupán az hozható, hogy az a kor tudás-anyaga nyújtotta választékok közt mozoghatott. 2002 óta viszont már rendelkezésre áll a „szennyezőket a forrásnál” alapállást posztuláló **VÍZGAZDA-konceptió**²⁸, ráadásul azóta többek által ellenőrzött és minden-szempontról kielégítő-hatásfokkal dolgozó gyakorlattal²⁹, amely úgy állíthatná teljesen új pályára ezt a víz-kivezetést is, hogy a problémás metódus rombolásainak a megállítása mellett számos egyéb pozitívumot is hozna magával. A kommunális szennyvízkezelésben a **VÍZGAZDAI** áttérés különösen nagy jelentőséggel bírna a Zala-folyó mentén, hiszen az onnan ma is érkező, méretében ugyan kb. negyedére lecsökkentett foszfor-teher (ld. a 7. ábrát) további redukálása szennyvíztisztítási-metodikákkal már nem-lehetséges, azaz a foszfor-akkumuláció (akár a Tóé akár az időközben kialakított KisBalatoné) folyamatossága állandó és kiszámíthatatlan fenyegetést hordoz.

²⁸ Az első magyarnyelvű híradás róla: *Biokultúra* 2002. jan-febr. XIII. évfolyam 1. szám p26, Kalló Gábor – Mucsi Gábor: Megfulladunk-e a szennyünkben vagy a hazai technológiával megmutatjuk a világnak mire vagyunk képesek Internetes-elérés: **EAUTARCIE**, <http://www.eautarcie.org/hu/index.html>
Könyv: **Ország-h József: A Víz és Gazdája** (2019, Ekvilibrium) [<https://www.omikk.bme.hu/388.420>]

²⁹ Mivel a ma **VÍZGAZDA**-rendszere egyelőre osztozik *Semmelweis* 1840 táján kezdeményezett klóros-vizes kézmosás sikeres gyakorlata korabeli Bécsi-tudorok általi lenézettsége és elítélése sorsában, (támogatott) kutatás a területen nincs, törvényi-igyekezetű behatárolás és ellehetetlenítés viszont annál inkább. Miáltal érthető, ha az eredmények maradnak a rendszer használatát bátorsággal bevállaló kevesek zártabb közösségében. Emiatt, az állításaim valós-természetére bizonyítékot keresőknek csupán a magam feltárásait kínálhatom:

- i) A víz-használati gyakorlat eredményességét pl. a **TREND** járja alaposan körbe,
- ii) Az abban vizsgáztatott műtárgy részletes leírása a **SZÜRKEVÍZ IV.) A.)-C.)** alatt található,
- iii) A leválasztott ürülék ártalmatlanítása körüli történéseket a **Takarás** részletezi,
- iv) Míg a **Drogok: Ártalmatlanítás** azt mutatja be, miként hatástalanítja a kivédhetetlennek-vélt *xenobiotikum*-bombát a **VÍZGAZDAI**-komposztálás.



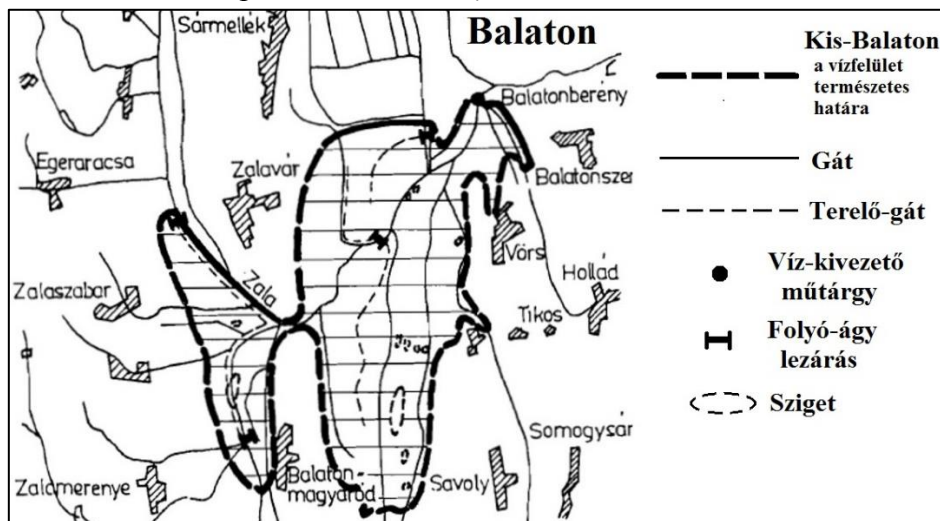
7. ábra (forrás: ref.25)

A 7. ábra félremagyarázhatatlanul jelzi: Hiába a szennyvíztisztítói fejlesztések (2004) és a KisBalaton körüli tevékenység (2014), a Balatonba-érkező ~20 t/év ΣP marad.

B.) A KisBalaton létrehozása.

Aki nem rest utánanézhethet: Egykor a Balaton hatalmasabb volt, s ebbe beletartozott az a rész is amely a mai Zala-torkolat előtti területen víz-borította hatalmas mocsár és lápvilág mellett jelentős nyílt vízfelülettel is bírt. Az arasznyi tudatára mindinkább büszke emberiség azonban – mielőtt a háborúszakok közti szünetek, majd a gépesítés előretörése lehetővé tette – nekifogott dérral-dúrral átalakítani a tájat. Megregulázta a Balaton vízszintjét, lecsapolta a mocsaras részeket, szikkasztotta-szárította műtrágyázta a gátakkal kordába-szorított folyótól leszakított részeket, mígnem észrevette: i) azok mégsem alkalmasak a termelésre, ii) a Balaton vize kezdi alaposan megsínyleni a beavatkozásokat. Hát megfogant a Terv, mely némely vonatkozásában hasonlatos a 150 évvel ezelőtt kivégzett, majd kegyelmi-állapotában feltrancsírozott hulla újraélesztéséhez.

A cél a Zalával érkező kommunális és ipari trutyom szennyezőinek (különös tekintettel az időközben-kiderített foszfor fő-bűnrészességére) a minél-hatékonyabb kiszűrése, mielőtt az onnan-érkező víz a Balatonba torkoll. Az elképzelést a *Tanulmányból* kölcsönözt 8. ábra szemlélteti.

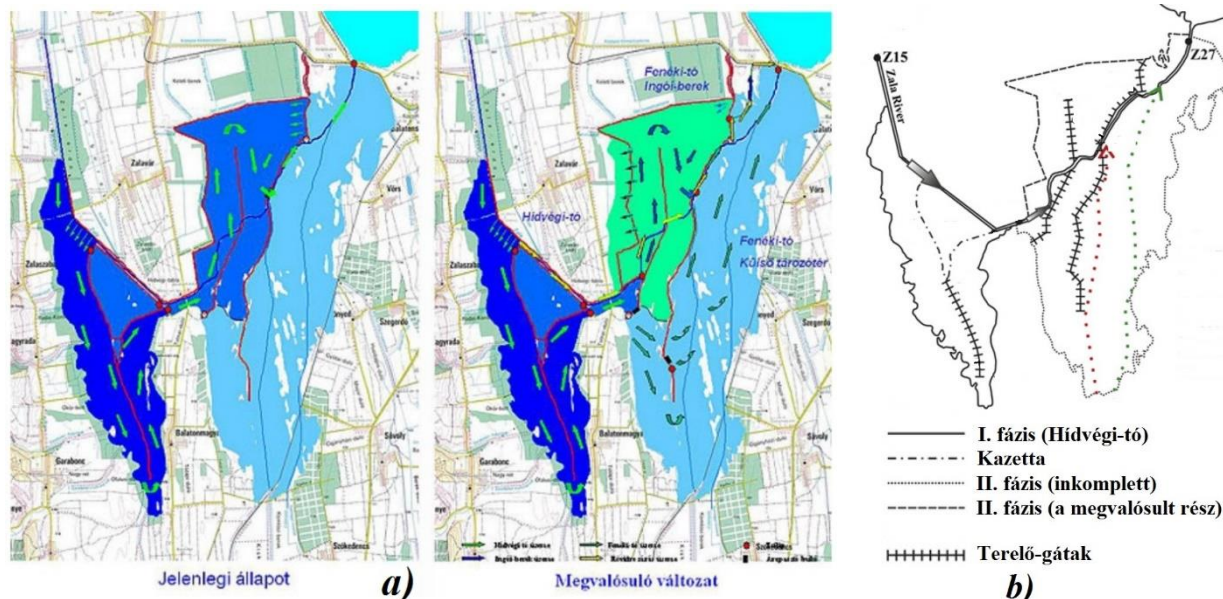


8. ábra: KisBalaton (tervasztali vázlat)

Ha pontosabban szeretnénk követni a megvalósulással előálló divergenciákat, érdemes beidézni a *Tanulmány* vonatkozó részleteit: Ott a létrehozandó KisBalaton kapcsán 75 km² kiterjedéssel 10⁷ m³ víz említettik*, mely egyfajta előzetes kiülepítő-medenceként szolgál, benne jelentős területen nádassal, ami aktívnak ismert az oldott-foszfor eltávolításában. Mindehhez relatíve-sekély vizek szükségesek minimális vízszint-ingadozással (a nádasok védelmében), jó oldott-oxigén ellátottság mellett.

* Az adat félregépelés, a helyes adat 10⁸ m³ – lelevelezve 2021.10. 6-9-én a *Tanulmány* egyik szerzőjével (H.S.)

A megvalósítás igyekezett ezt lekövetni, s a beruházás hatalmas voltából fakadó esetlegességek okán ugyan időben elhúzódóan de [a 7. ábra szerint] 2014-re meg is valósult. A megvalósulás ütemszakaszait (a 7. ábra indikációi mellett) a 9. ábra képesíti:



9. ábra: KisBalaton (félkész-állapot) **a)** forrása ref.35, **b)** forrása ref.37

Az azóta kiemelt-védettséget élvező háborítatlan-tájék kétségtelenül büszkesége lehet a biodiverzitást előben-szemléltető ökoturizmusnak, ám a primer cél, a Zala ill. a Balatonba-érkező **P**-tartalom megszürése úgy tűnik megrekedt a kívánatos érték felett. Ennek lenyomata kénytelen-kelletlen megjelenik szakmai-oldalról³⁰ és publicisztikai-felvezetésekben³¹ egyaránt.

Mivel továbbra sem vállalnám az orákulum szerepét, csupán futólag mutatnék rá 1-2 tény-vonzatra ami a várttal ellentétesen az eredménytelenségnek okozója lehet.

I.) A megvalósulás tényleges-állapota mára a *GoogleEarthPro* segítségével az asztal-mellől előhívható űrfelvételből is megismerhető, s a kép azt mutatja hogy a *Fenekéki-tó* [a Balatonhoz közelebb-eső tórészlet] vízborítása rendkívül-esetleges: a megcélzott-kiterjedés töredéke a tényleges-vízfelület (10. ábra):



10. ábra: KisBalaton (mai, valós-állapot)

³⁰ „Kis-Balaton működése bizonytalan, kedvezőtlen irányú változások, a Fenekéki-tó elárasztása óta szokatlan (de nem extrém) jelenségek figyelhetők meg” (ref.25 16. dia)

³¹ Szári Zsolt, a Balaton élővilágáért felelős miniszteri biztos az MTI-nek (2012.július 8-án): „A legsürgetőbbnek annak vizsgálatát nevezte, hogy a 35 éve létrehozott Kis-Balaton vízvédelmi rendszer **be tudja-e még tölteni a funkcióját, vagy már annyi szerves anyaggal telítődött, ami nagyobb áradásoknál kockázatot jelenthet.**” (<http://www.hirbalaton.hu/javult-a-balaton-algahelyzet-mti/>)

2.) A KisBalatonba terelt vizek ott-tartózkodásának az ideje távolról sem optimalizált. Ha hitelt adhatunk annak az óvatos-megfogalmazásnak miszerint „*Úgy tervezték, hogy az elárasztott területen, mintegy 51 km²-en, két terelőtöltést megkerülve, körülbelül 90 nap alatt jusson el a víz a Balatonba*”³², akkor nem merész a kijelentés: a tartózkodási-idő akár a duplája is lehetne – ha alaposabban átgondolnák „modellezetési-oldalról”. A „kormányoztatással” vezetett víz [ld. a 9. a) ábrán az áramlásokat jelző nyilakat, a 9. b) ábrán pedig a terelőgátak helyzetét] mindig gyorsabban távozik mint az amelyikben a keveredés minimális (mintegy szétterülve tesped), ahol az ürülés pusztán a térfogati-állandóság kényszeréből fakad. Így pl. a műtárgy-nélküli 51 km² tényleges vízfelülettel rendelkező ~1 méter mélységű *Fenéki-tó** [51 Mm³-nyi tárolt vize] ürülése hozzávetőleg a Keszthelyi-medencére [fizikai adatai: 38 km², 230 cm átlagmélység, 82 Mm³ víz (ld. 3. a) ábra)] *Baranyi* által [ld. **I.)B.)a**] megállapított 1-éves időtartamnak minimum a fele, azaz több mint 180 nap lehetne.³³

* De ha már itt tartunk, a *Tanulmány* szerinti teljes KisBalaton 10⁸ m³ víztartalma (a maga 75 km² kiterjedésével) meghaladja a Keszthelyi-medencéét, így abban a tartózkodási-idő [vagy az ürülése – nézőpont kérdése] a Keszthelyi-medencére *Baranyi* által meghatározott 1 évnél nagyobb is lehetne. – (Ami máris 4-szeres nyereség *ref.32* büszkélkedéséhez képest...)

3.) Mind fölött áll azonban az, amit ha egyetlen szóval kísérelnék meg leírni, az a *TELÍTETTSÉG*.

Ha némileg bővebben – és hogy többen értsék, érzékletesebben – akarnám jellemezni, akkor a kialakult helyzet ahhoz hasonlatos mint amikor valaki alaposan telefosta a nadrágját, majd azt követően roppant tudatos diétát tartva már csak aprókat szarik ugyanabba a gatyába s ettől ezt reméli: alul a nadrágszáron már csak üde levegő távozik. Ha valaki jobban kedveli a tudományos-köntösű tálalást, az megtalálhatja az intést ott is: „*Az elárasztandó területeken általában a talaj foszfor leadására lehet számítani bizonyos – ma még be nem látható – ideig.*”³⁴ De magam is megfogalmazhattam volna elméleti-oldalról a jelenséget a kiszorításos-kromatográfia felől, ha a céloom mindössze az lett volna hogy publikációba öltöztessenek egy közlést amit azután a kutya se forgat vagy ért.

Hogy még-érthetőbb legyek. A telítés *AKKOR IS* létrejött volna ha időközben *nem tűnik el* a KisBalaton, ám mi – egyre csak civilizálódva – belevezetjük e vízgyűjtőbe az ivóvízzel leöblített szarunkat, és mindazt a műtrágyát amit próbaszerűen a környező-földekre eközben kiszórtunk. Akkor persze a teendő világosabban vetné fel magát: csökkenteni a Kis-Balatonban (közreműködéseinkkel) felhalmozódott tápanyagokat. Hogyan? Indirekt (halászat, nádaratás) és direkt (kotrás) tevékenységekkel, módszeresen, nem is rövid távon. Ez nem feltétlenül zavarja meg a nagyban-működő ökoszisztémát – hacsak nem folyik közben lódözés is. A régebbi, lényegesen-alacsonyabb tápanyag-tartalmú KisBalaton-régió is elégséges eledelt és életteret biztosított a vadvilágnak. Ehhez képest mi történik? Nemcsak hogy tabu ott minden effajta foszfor-ürítő tevékenység, de még effélével is büszkélkedik a helyreállítások körül hozsannázó híradás: „*hosszú szakaszokon kikutorták a Zala medrét. Például földből 122500 köbmétert bányásztak ki, amiből 70000 köbméternyit új töltések építésére használtak fel, 25000 köbméter töltések felújítására, helyreállítására szolgált...*”³⁵ Amiben – sajnos – kevesen észlelik a *TELÍTÉS* mellett a párhuzamos-szálat a menőnek-vélt Skandináv „száraz-WC” aberrált elgondolásával. Ott a szar-kiszáritási manőverek válnak fölöslegessé (ill. ütnek vissza) a végtermék felhasználásakor hidratálásával; a KisBalatonnál pedig a folyómederben kiülepedett és részlegesen

³² <http://www.mezogazdasagikonyvtar.hu/assets/Hirvilag/AH2010/3/kisbalaton.htm>

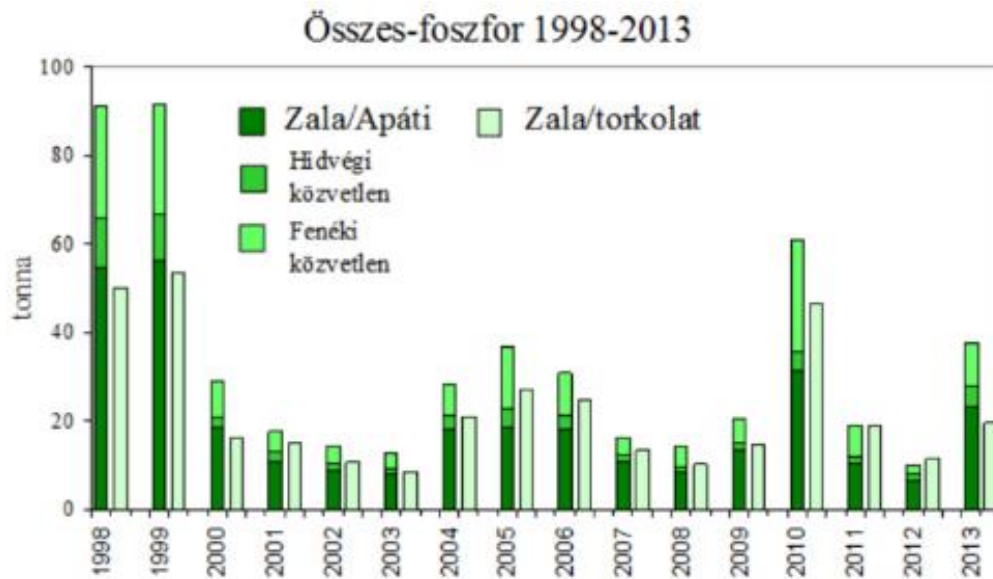
³³ Lehetséges hogy ugyanezekre a hibákra próbált utalni *Plósz* is midőn így fogalmazott: „*Az eredeti tervek és a felülvizsgálati anyagban meghatározott terelőtöltéses vízkormányzás elosztási és áramlási görbéi, nem fedik a valóságot.*” (*ref.18* p4)

S hasonló-értelemben kérdőjelezhető meg annak a kivitelezési-részletnek is mind a megalapozottsága mind az érdemlegessége amelyről ez a híradás: „*A terelőtöltés és a Zala között maradt áramlási holtterben egy 3,4 km² alapterületű kazettát építettek ki, beeresztő és leeresztő műtárggyal. A beérkező vizek körülbelül 30 napig maradnak itt, eközben a bennük lévő oldott tápanyagokat a vízben élő egyszerű szervezetek felhasználják saját testük felépítéséhez... A kazettában lehetőség van a szennyezett víz tisztítására és kezelésére is.*” Hiszen az *EGÉSZ* KisBalatonnak ugyanez a tápanyag-kivonás lenne a funkciója; ugyan mi értelme van egy elrekesztett területen dicsekvések mellett hosszasan őrizgetni egy „kiskortyint” belőle? De ha mégis szennyvíztisztítási-funkció miatt szükséges ezen kazetta léte, akkor mi van a kazettán kívülrekedt víz szennyével?

³⁴ <https://tdk.bme.hu/EMK/kornyezet/A-KisBalaton-Vizvedelmi-Rendszer-uledekeneke2>

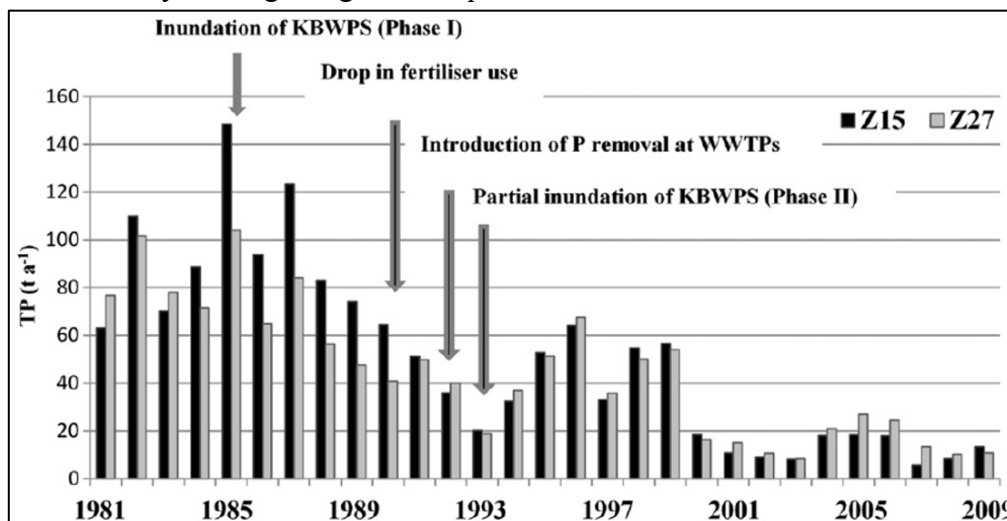
³⁵ https://www.balaton Tipp.hu/balaton_i_hirek/kis-balaton_-_teljesen_kiepu_lta_vizvedelmi_rendszer_20141211/

eltemetett/megkötődött foszfor-tartalmú iszap kitermelése (ami módot kínál a benne-felhalmozódott foszfor tényleges/végleges eltávolítására a területről) azáltal fordul a visszájára, hogy a kotrási-anyagból épített töltésekből immár könnyítettebb a benne-levő foszfor kiszivárgása. Különösebb kísérő-magyarázat nélkül, szolgáljon a telítettség fennállása mellett a „nadrágszár alján észlelhető kiszivárgásra” a 11. ábra:



11. ábra Éves foszfor-terhelések a jelzett pontokon³⁶

A telítődés tényére még-világosabb képet ad a 12. ábra³⁷ az 1981-2009 terminusra:



12. ábra: ΣP (t/év) terhelés a KisBalaton be- (Z15) és ki-járatánál (Z27)

Az egymásmellettséggel ábrázolt be- és ki-folyó foszfor-mennyiségek félreérthetetlenül mutatják: 1991 óta, gyakorlatilag megszakítás nélkül, több foszfor folyik a Balatonba a KisBalatonból mint amennyi a KisBalatonba érkezik a Zala-folyóból. (Az hogy a mutatott évek

³⁶ A forrásban az ábrák előtt ugyan a „1998 és 2013 között a visszatartott anyagmennyiségek évenként:” felirat áll, azonban a félrejelölés nyilvánvaló. Részint mert a jelzett pontok nem tartanak vissza semennyi foszfort (ellenben az ottani-koncentrációk monitorozása alapján az éves átvonult mennyiség becsülhető). Részint pedig az itt nem közölt de ott látható víztömeg-alakulási diagramból – ami ha mégis visszatartást jelölne – az adódna, hogy a Zala-folyó nem szállít semennyi vizet a Balatonba (<http://www.kisbalaton.hu/index.php/hu/kis-balaton-latas-konnyitett-verzio/28-vizvedelem>).

³⁷ Az ábra forrása: *Journal of Great Lakes Research* Volume 40, Issue 1, March 2014, 115-125pp
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2013.12.010>

(Ami egyébként a már bemutatott 7. ábra „nemzetköziesített” változata.) A nemzetközi-forrás szövegében rögzítést is nyer: „These observations indicate that the operation of both reservoirs differs from the original assumptions, and raises the question of what effect the KBWPS actually has on the water quality of Lake Balaton”, azaz: A KisBalaton mindkét szegmense MÁSKÉPP viselkedik mint azt eredetileg elképzelték, s felmerül a kérdés hogy valójában MIFÉLE HATÁSA van a létesítménynek a Balaton vízminőségére. [Ami szép finom megfogalmazása a szakmai-elkőrásnak.]

során ΣP jelentős csökkenést mutat, az egyéb mozzanatokból fakad: Szennyvíz-telepi közbeavatkozások, műtrágya-használat visszaszorulása, stb.

Ha nem is a foszfor, de valamiféle *cuzammen* kiáramlása látványát a Keszthelyi-medencébe jól dokumentálja a 13. ábra légi-fotója. Gondolom fölös szöszaporítás lenne kommentálnom a Balaton-védelmi vonal egy ilyen kitételét: „*A rugalmas üzemenrend során a Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer rövidre zárhatóságának megteremtésével a Zala vize akár KÖZVETLENÜL is a Balatonba kormányozható.*” [Ld. ref.36 tartalmában.]



13. ábra: A Zala Balatonba-torkollása (forrás ref.36)

A fenti 1.)-3.) pontok alatt kifejtettek közül egyértelműen visszaköszönnek a talányosságokra és a sikertelenségekre direkt-választ adó divergenciák:

- i) A tervbe-vett 75 km² helyett jó ha ennek a *harmada* a víz-borította terület.
- ii) Még ennek a lecsökkentett területnek a vízcserejét is előnytelenül felgyorsítja az oktondi vízkormányozási-elgondolás keresztülvitele: a tisztulásra rendelkezésre-álló idő tetemesen *lerövidül*.
- iii) Közös, additív hozadéka a csökkent tározó-térfogatnak és a vízkormányozási-elrendezésnek hogy *ellene-dolgozik* a kívánatos vízszint-stabilitásnak: pl. a Zala áradása löketei tompítását csakis a nagyobb és vízkormányozás hiányában lomha vízfelület lenne képes biztosítani.
- iv) A lényegesen kisebb területre érkező $N+P$ teher *nem kedvez* a megkívánt oxikus-körülmények fennmaradásához.
- v) Még csak véletlenül sem mutatkozik a területen a kívánatosnak deklarált nagyobb-területű nádas. A *nádas kiiktatódása* által a foszfor-eltávolítás esetleges, bizonytalanabb szereplőkre tevődik át, melyek terhelhetősége kérdéses de általában jóval csekélyebb.

Úgy vélem, inentől minden a KisBalatonra vonatkozó betű ismétlés vagy felesleges lenne.

C.) Egyéb megszívlelendők

1.) A célok kijelölése

Tömören ám mégis célratörően, a *Tanulmány* még több további-tényezőt is sorol a vízminőség javítására, melyek körüli tennivalók mai-szemszögű áttekintése távolról sem érdektelen.

- i) *A fenék-kotrás* – nyilvánvalóan iszap-eltávolítási célzattal – lenne az egyik leghatékonyabb direkt-beavatkozás.
- ii) Majd 4 tételt sorol, melyeket azonban túl-komplexnek ítélt ahhoz hogy részleteikbe bocsátkozzék. Ezek:
 - A *műtrágya-használat* kontrollja: felügyelet, túl-használat, alkalmazás-ideje tekintetekben.
 - *Talaj-erózió* kontroll: kultivációs-technikák megváltoztatásával (teraszosítás, lejtőre-merőleges „keresztbe-szántás”); eróziós-gátak emelésével.
 - A *hulladék-kezelés* fontossága, kiemelten az ürülék vonatkozásában.
 - Az *állati hígtrágya* kezelése és kihelyezése a nagybani-állattartás gyakorlatában.

2.) A célokhoz vezető módszerek.

Míg a *fenék-kotrás*ra vonatkozó híradások valamint a tevékenység racionalizálását körbejáró gondolatok **hátrább** kapnak részletezést, addig a megelőző **ii)** alatti 4 tétel mai megvalósíthatóságát illetően sokkalta könnyebb helyzetben vagyunk.

a) A „*talajerózió-kontrollt*” messzemenően biztosítja az az újszerű technika amelynek az elméleti-háttere és főbb vonásai a **TMMG** írásban nyertek részletezést. A módszer teljességgel más mint az erózió-csökkentésre 1979-ben alkalmasnak ítélt nehézkes beavatkozások (amelyek megtétele persze ma sem haszontalan, ám esetenként elriasztó költségvonatokkal bírhat), ugyanakkor messze többet is tesz az erózió-védelemnél. Javítja a talajok tápanyag-ellátását, vízháztartását, egészségét; egyszóval: a fenntartható viszonyokat. Ha tehát valahol, a **TMMG** kapcsán joggal említhető a **HALADÁS** szó.

A maradék 3 tényezőt pedig – csodák-csodája – *egyetlen* új koncepció következetes gyakorlatba-ültetése képes maximális-hatékonysággal kezelni (vélt komplexitás ide vagy oda), s ez nem más mint a „megfoghatatlan” problémák pofon-egyszerű kezelésére szinte mindenütt felbukkanó *VÍZGAZDA*-rendszer. Amely:

b) Szükségtelenné teheti a műtrágya-használatot az **N+P** dús *alomkomposztja* révén. Amelyből nincs tápanyag-kimosódás, viszont amely képes lassú, mikroorganizmus-kontrollált automatizmussal, hosszú-időn keresztül adagolni a szükséges-tápanyagokat, éspedig a növényeknek megfelelő koncentrációban.

c) A hulladék-gazdálkodás sötét-lovának tekintett ürülékhez kapcsolódó fenyegetést azzal a mesterfogással számolja fel, hogy hozzáadott egyéb természetes-eredetű hulladékokkal együtt komposztálva belőle készíti el a fentebb-említett „*alomkomposztot*” (*Alomszék* ill. *Alomátitató-telepi* elrendezésekkel).

d) Az állati híg- (és vastag-) trágya elhelyezése problematikája eliminálása pedig teljességgel analóg módon történhet a **c)** alatt az ürülékre jelzett eljárással.

Elmondhatjuk hát, hogy az 1979-ben leg-problémásabbnak ill. leg-komplexebbnek ítélt kiegészítő-beavatkozások ma könnyűszerrel integrálhatók lennének a védekezésbe, ami mellett szól az is hogy mind a **TMMG** mind a *VÍZGAZDAI Alomszék/Alomátitató-telep* kívánalmi anyagi-vonatkozásban sokkalta szerényebbek mint bármilyen erőltetett újsütetű kitalációé.

E pontok zárásaképp, a **HALADÁS** szó rövid-időn belül megejtett ismétlésével szeretném elősegíteni az imént-közöltek mielőbbi tudatosodását.

IV.) Túl a foszforon...

A.) Szén-források

Ha a gondolkodás nem áll meg lebénytán és forog körbe-körbe a foszfor (valahára) meglelt élettani-szerepénél hanem körbetekint, akkor már a *Tanulmány* sorai közt [ref:6 p31] is felfedezhető az a nyom ami mostanra ismét meglehetősen árnyékba került: magáról a Tóban levő szerves-anyagról van szó. Az ottani megállapítás veleje ekként összegezhető:

A Tó szerves-szén terhelése ugyanakkor viszonylag alacsony, így (a normál szélviszonyok által generált keveredés következtében) nem áll fenn a vízben oldott-oxigén hiány. Ezt az állapotot veszélyeztetheti az expanzió alatt álló szennyvíztisztítási-fejlesztések nyomán megnövekedő, onnan-érkező szervesanyag-teher [KOI/BOI]. Ezek továbbá beindítói lehetnek a meglóduló eutrofizációnak azáltal, hogy (a korábban kevesebb hozzáférhető szerves-szén miatt) a Tó iszapjában elfekvő foszfor-készlet immár mobilizálódik.

Aminek nyomán tehát kialakulhat az ördögi-kör. Ha csupán az újsütetű foszfor-központúságtól elvakítottan indul az érvelés, az is arra jut hogy az algák meglóduló biomassza-termelése eredményeként (e rövidéletű vízi-mikroorganizmusok halálával) máris megteremtődött a Tóban egy könnyen-hozzáférhető hatalmas szervesanyag-tömeg. (Amely azután mintegy oda-vissza alakul [az élő mikro-fauna/flóra és annak halott anyaga közt], de el nem tűnik – s amely mennyiségét legfeljebb a mineralizáció csökkentheti). De – jó lenne nem feledni – maga a **P**-növekedés nem-mellékesen a szennyvizekhez kötődő-manőverek besegítésével állt primeren elő, ami ugyanakkor azonnali szerves-anyagot is ömlesztett a Tóba. (A tyúk vagy a tojás dilemmája tehát ebben a helyzetben is felmerül.) A

Tóbeli vegyes mikrolény-populáció összességére nézve pedig nem lehet közömbös a légköri CO₂-n túli szén-források elérhető jelenléte. Talán nem-haszontalan a lényeg megragadásához ez a kép:

Miként a kifőzde előtti padon ücsörgő éhenkórásznak is körülményesebb hogy jóllakják a birkapaprikás szállongó-illata letüdözésével mintha ugyanezen étket az előtte-álló tányérból falatozva tömhetné vele degeszre a hasát, hasonlóképp lehetnek bizonyos vízi-mikrolények is a légköri ritkás CO₂-vel szemben ha a vízben közvetlenebb C-forrásként nagymennyiségű elérhető szerves-vegyület kínálja magát.

A szennyvizekkel ill. végvizekkel a Tóba-érkező közvetlen KOI/BOI mint tényező 2010 után már csupán mint örökletes teher munkálhat, hiszen kivezetésük megtörtént. Viszont innen már csak egy ugrás hogy felmerüljön egy eddig negligált tényező súlya ill. felelőssége: Mit is számít a napozó turisták milliói lubickolása által a Tóba évente belemosódó irdatlan-mennyiségű naptej és egyéb kencék szervesanyag-tartalma? De érdemes lehet a pusztán a foszfor-bevitel terhelő-vádja ellen sikeresen-védekező halgazdálkodás hal- és tápanyag-beviteli adatait³⁸ KOI/BOI szempontból is a mérlegre tenni.

B.) Speciális anyagok

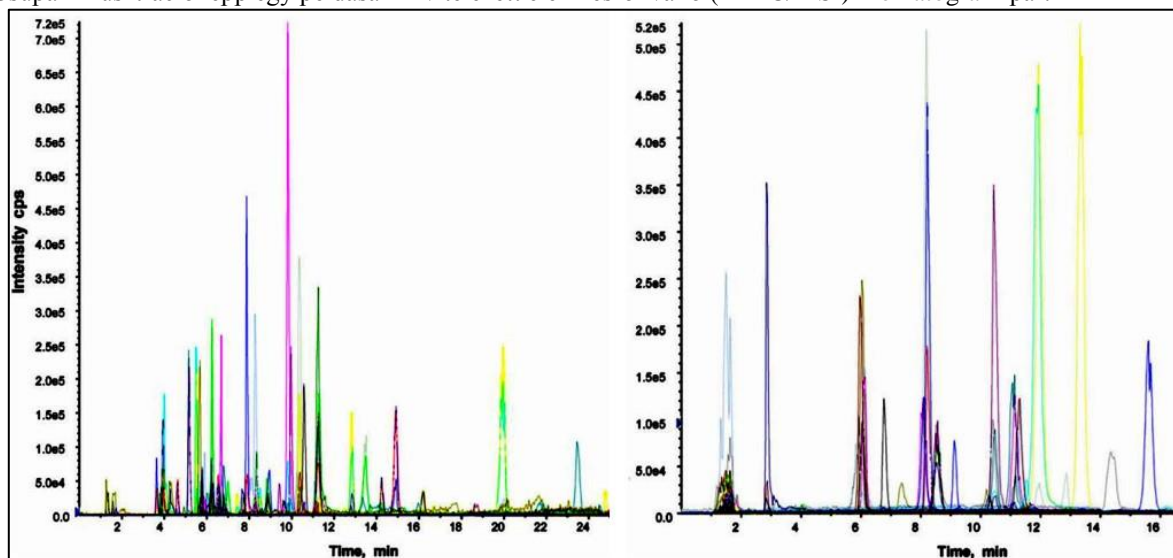
Ahogy a nyugalmas és háborítatlan rusztikus élet minden apró részlete lassanként feltöltődik a legújabb komfortokkal a haladás oltárán, úgy töltődik fel az egykor kristálytisza-víz is fokról-fokra a legváratlanabb kemikáliákkal. A gyógyszerek és metabolitjaik megjelenése az élővizekben relatíve új-keletű, s előfordulásuk 2 tényező létehez köthető:

- i) A táplálkozásban és az életmódban bekövetkezett jelentős változások oda vezettek, hogy az immunitásuk romlásával a megbetegedéseknek jobban kitett egyedek tömegei mind nagyobb mennyiségben fogyasztják a gyógyszerek legkülönbözőbb fajtáit, emiatt azok termelése bővülő.
- ii) Mivel a gyógyszerek zöme (mint minden testidegen anyag) ürül a szervezetből, az ürülék-kezelés metodikája perdöntő szerepet játszik a potenciális terjedésükben. A jelenkori civilizációs elrendezés az ürülékeinket vízzel öblíti tova, amit összetételük és azt-követő szennyvíztisztító-telepi kezelésük után rendszerint a felszíni-vizekbe vezetnek. – Ami a legsimább út ahhoz, hogy ne maradjon érintetlen e *xenobiotikumoktól* semmilyen környezet.

A fő gond e rendkívüli-hatóképeségű *természet-idegen* anyagokkal kapcsolatosan az, hogy már rendkívül-kis koncentrációkban erős-hatással bírhatnak a vízi-ökoszisztémákra – s ki tudja mikor érintik közvetlenebbül az emberiséget is, pl. a vízfogyasztás elemi-szükségletén keresztül. Emiatt roppant kutatási-energiák összpontosulnak ezen mikro-szennyezők *kimutatását* célzó mérésekre, amelyek szerfelett komoly felkészültséget igényelnek³⁹ – ugyanakkor semmit nem oldanak meg: a helyzet ugyanis eszkalálódik i) és ii) inerciája következtében.

³⁸ https://balatonihal.hu/media/files/Etetoanyag_hasznalattal_kapcsolatos_eredmenyek_BHNP_BLKI.pdf

³⁹ Csupán illusztrációképp egy példásan-kivitelezett elemzésről valló (HPLC/MS²) kromatogram-pár:



(Forrás: R. L. Serna 2010: DOI 10.1016/j.talanta.2010.09.046)

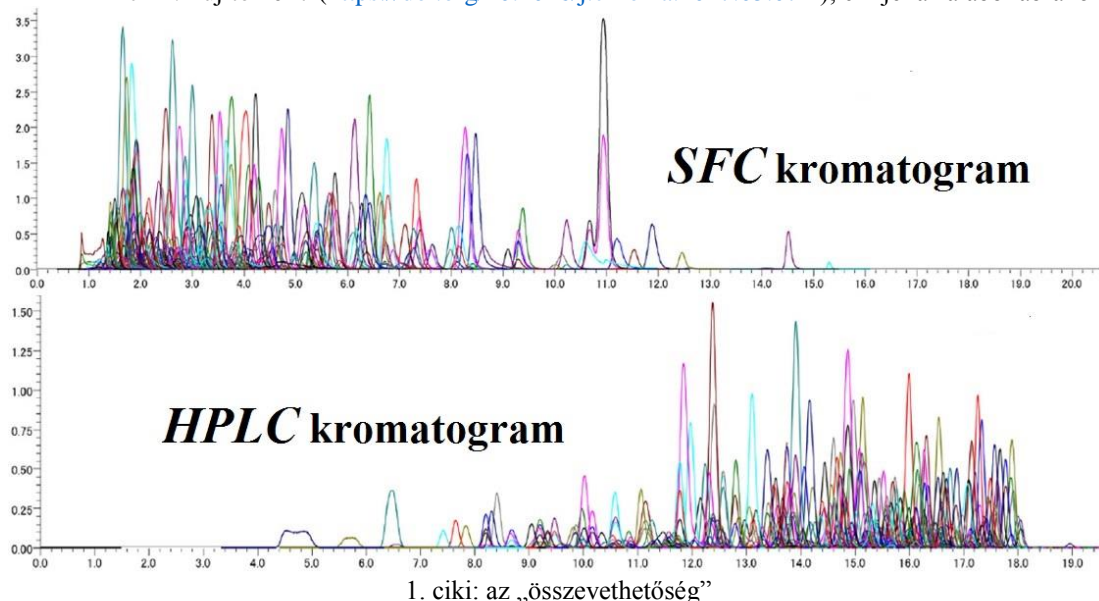
De hadd szóljak ezen elemzés kapcsán az idetévedt kutatókhoz is néhány szót, legalábbis e lábjegyzeten belül.

Egy másik (és nem is egyedüli) igyekezet* ugyanilyen-feladatra a *Superfluid* kromatográfiát (*SFC*) alkalmazza [https://en.wikipedia.org/wiki/Supercritical_fluid_chromatography], sőt: úgy állítja szembe a *HPLC* metodikával

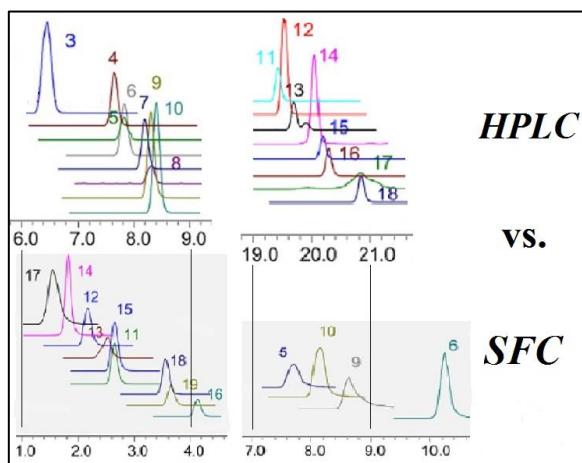
Mivel ezek a vegyületek rendszerint perzisztensek, így állóvizek esetén mindenféleképpen az akkumulációjukkal kell számolni – ami tehát a Balatont is kikerülhetetlenül sújtja, amint azt egy friss hazai munka is demonstrálja⁴⁰. A felmutatott elemzés ugyan büszkeséggel töltheti el a hazai analitikus-kollektívát, ám egyedül ez – a probléma egészét tekintve – mégsem feltétlenül a haladás legkívánatosabb mutatója. Ha ugyanis nem a vész tapogatása és körbemutogatása a cél hanem a kiiktatás ill. megelőzés, akkor lehetetlen hogy ne bocsátkozzam újfent ismétlésbe: A *VÍZGAZDA*-rendszer kínálja erre is a megoldást. Azáltal, hogy az **ii**) alatt nevesített felelős helyére lép. Bizonyítékul szolgálhat erre az eredeti-kutatási anyagok eredményein nyugvó elemzés.⁴¹

mintha az *SFC* lenne a nyerő. Ami távolról sem igaz. Bizonyítékként szolgál erre a cikk kromatogramjai és részletei értő összevetése: Azonos kolonna-tényezők (150 × 2.0 mm i.d., töltet mérete = 3 μm) mellett *SFC* esetén szélesebbek a csúcsok (kisebb a kolonna-hatékonyság), valamint aszimmetrikusabbak is (ami *tailing*-re utal, s az torzuló kvantifikáláshoz vezet).

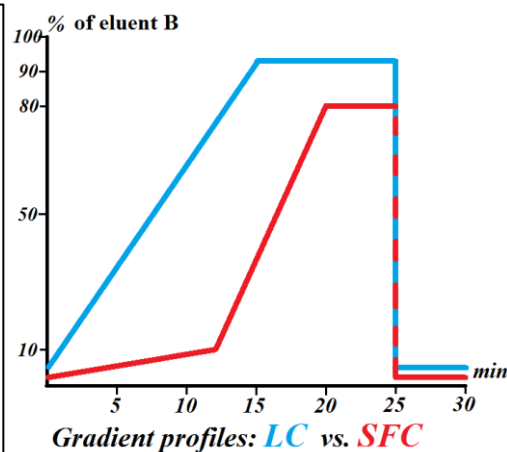
* A cikk: Fujito 2017 (<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2017.05.071>); cikije az alábbi ábrákon:



1. ciki: az „összevethetőség”



2. ciki: a csúcs-alakok



3. ciki: a valós eluens-igény kamuja

Továbbá az sem igaz hogy a folyékony CO₂-t eluensként alkalmazó *SFC* ebben az alkalmazásban „környezetsemlegesebb” lenne, hiszen a koeluens oldószerekből többet fogyaszt mint a *HPLC*, csupán az elúció gradiens-profilja mellé oda kell tenni a cikk azon-részletét hogy az *SFC* elúció 3-szor több eluents igényelt az elválasztáshoz (*HPLC*: 0,2 ml/min; *SFC*: 0,6 ml/min). Ennyi hátránnyal már nem tudni mi a jó abban a nehezítő-körülményben, hogy *SFC* esetén a kolonna nyitott-végét is nyomás alatt kell tartani (nehogy a CO₂ még a kolonnán belül gázzá alakuljon). Végül még azt említeném, hogy a mestersége flexibilitásaiban otthonos kromatográfus értőbb-kézzel választja meg az elúciós-körülményeket – különösen ha „összehasonlítási” céllal vezérelt a próbálkozása.

⁴⁰ Gabor Maasz, Matyas Mayer, Zita Zrinyi, Eva Molnar, Monika Kuzma, Istvan Fodor, Zsolt Pirger, Péter Takács: Spatiotemporal variations of pharmacologically active compounds in surface waters of a summer holiday destination *Science of the Total Environment* **677** (2019) 545–555 (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.286>)

⁴¹ *Drogok: Ártalmatlanítás*

V.) A Tóra vonatkozó felderítések hiányosságai

A Balaton körül végzett rengeteg kutatás és mérés valamint az irdatlan-sok oldalra rúgó közlések ellenére ma sem alkotható világos és egyértelmű kép a Tóbeli történések pontos összefüggéseiről.

1.) Például ha vesszük a több-felől is megerősített két tényt – miszerint a Tó hossza-mentén a ΣP kifejezett gradienst mutat a vízben, míg az üledékben effélének érzékelhető nyoma nincs [ld. 4. a) és 4. b) ábrák összevetését] – akkor erre egyetlen ésszerű magyarázat kínálkozik. Jelesül, a foszfort az oldatból magával-ragadó CaCO_3 kiülepedési-sebessége a vízben-levő ΣP koncentráció eloszlásával azonos gradienssel kell bírjon. Annak ellenére, hogy a két folyamat – a CaCO_3 keletkezési-üteme ill. a foszfor rá-történő adszorpciója – természetükből eredően egymástól teljességgel független. Az adszorpció-lépésre (kivált bőséges adszorbens jelenléte esetén [nagy Ca:P arány]) a szigorú-arányosság csaknem törvényszerű⁴². Viszont az adszorpcióból adódó arányosság csakis akkor hagy ugyanilyen-lenyomatot az üledék-összetételben Tó-szerte, ha a CaCO_3 keletkezési-üteme is a helyileg-regnáló (oldatbeli) Ca:P arány szerinti.

Köznapiban: Ha a foszforral szennyezettebb régió vízében ugyanannyi CaCO_3 keletkezne és válna ki mint más-régiókban, akkor a kiülepedés foszfor-tartalma arányos kellene legyen a régió vízének a foszfor-tartalmával. Az ezzel-ellentétes mérési-tapasztalat arra utal, hogy ahol a víz foszfor-tartalma kisebb ott egyben kevesebb CaCO_3 is képződik – s hogy e két arány-változás a vak-véletlen folytán (Balaton-szerte) azonos-mértékű.

Ám a CaCO_3 keletkezési-üteme a Tóvíz adott-pontján uralkodó HCO_3^- koncentráció, a légköri CO_2 szintje, valamint a CO_2 beoldódását előmozdító eseti víz-keveredés függvénye. Tehát sokat lendítene, ha némi feltérképezéssel bírna longitudinálisan mind az oldatbeli HCO_3^- koncentráció, mind a CaCO_3 képződés/kiülepedés üteme, de nem lenne haszontalan valamiféle támpont az üledékbeli Ca:P arány mélységi-eloszlásáról sem.

S ugyan fellelhetők a nyomai efféle igyekezetek némelyikének, stabil támpont ma sincs egyik tekintetben sem. Meglevő publikációk kurkászása közben egy ilyen-mérésekből adatokat-ígérő munka⁴³ hatalmas csalódást okozott: a kísérlet-tervezés csődjénél⁴⁴ csupán a bemutatott-adatok elemzése volt érdemtelenebb. A semmi fölötti hosszas diszkussziót mindenesetre ügyesen leplezte hogy szöveg és adatkép kilométerekre egymástól kapott elhelyezést.

2.) Fájó és érthetetlen az a szerencsétlenkedés is amit *Hlavay* idevágó munkái/megjegyzései mutatnak. Többrendbeli projektek által támogatottan kutathatta a Balatonba-érkező (és abban kiülepedő) anyagokat, ám a mindenkit érdekelhető foszfor helyett ő a levegőből-érkező nehézfémekre, valamint a *PAH* vegyületekre koncentrált. Akármit is végzett, hátrahagyott kijelentései mérlegre-tevésekor óvatosságra inthetnek efféle rögzítései „*A három mintavételi helyen végzett vizsgálatok alapján mintegy 38 t vas, 8 t mangán, 2,5 t réz, 14 t cink, 346 t nikkel, 1,4 t ólom, 150 t kadmium és 305 t króm ülepedik [évente] a Balatonba*”⁴⁵ (amennyiben az *Olvasó* az elemek földkéregbeli-gyakoriságával hozzávetőleg tisztában van). És az a kérdés is felvethető, hogy mire támaszkodva állít efféléket (gyakorlatilag szöveg-folytonossággal: ld. 2. Táblázat) ha publikációi⁴⁶ átvizsgálásakor kiderül hogy semmiféle mérést nem végzett a témában:

⁴² Mindenkinek érthetően: http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/AdszIzot_.htm

⁴³ A Study on the Influence of Sediment in the Phosphorus Cycle in Lake Balaton, Somlyódi et. al. 1982 (<https://core.ac.uk/download/pdf/33893545.pdf>)

⁴⁴ Efféle hibákkal terhelt [Ld. ref.43 3. Táblázat p48]:

- i) A mintavételi lokációk kijelölése eleve keresztülhúzta a longitudinális-eloszlás ismerete megszerzése reményét,
- ii) Közeli (ismert!) zavaró-forrás jelenléte miatt az adott lokációból nyerhető mérési-adat holtbiztosan nem a Tóra-jellemző állapotról informál,
- iii) A kapott eredmények nem tükrözhetnek a mélység-szerint sem semmiféle eloszlást, hiszen a mintavétel összevissza történt: eltérő, s mindössze kettő (de néha egyetlen!) mélységből.

⁴⁵ Zárójelentés, OTKA Nyilvántartási szám: T 043220 A kutatás időtartama: 2003-2006 (http://real.mtak.hu/979/1/43220_ZJ1.pdf)

⁴⁶ <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Jozsef-Hlavay-2121343354>

Hlavay szövege:	Ami a szöveg mögött van:
<p>„A szemcseméret szerinti vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a foszfor leginkább a 0,063 mm alatti frakcióban dúsul... A mélység szerinti vizsgálatok eredményei mindkét frakció esetében azt mutatták, hogy csökken a foszfor koncentrációja a mélységgel... A 30-40 cm-es mélységben gyűjtött mintákban nagyobb P koncentráció adódik, valószínűleg a tömörödött alsó rész összetételének változása miatt. Az évszakos változásokat is nyomon tudtuk követni, mert a tó tavasszal és ősszel teljesen felkeveredik, aminek következtében változik az eloszlás. Ugyanakkor a nagyobb viharok is keveredést idéznek elő, amely szintén koncentrációváltozáshoz vezet. A tó hossz tengelye mentén megfigyelhető a Nyugat-Kelet irányú változás, ugyanis a Zala torkolattól Kelet felé haladva csökken az üledék foszfor-tartalma. Azonos helyről származó 1996-ban gyűjtött minták elemzésével megállapíthatjuk, hogy 1996-tól 2002-ig mintegy 10 %-al csökkent az üledék foszfor-tartalma”</p>	<p>1.) Természetesen örömteli lenne tudni bővebben a P szemcseméretbeli-eloszlásáról, azonban a kijelentésnek az adna hitelt ha <i>legalább a nyomait</i> láthatnánk némi adatnak, meghatározásnak, mintavételnek. 2.) De lám, itt már csak 2 frakció említetik; a „mélységi-vizsgálatok” mibenléte körül pedig éppen akkora a homály mint 1.) alatt a szemcseméret-vizsgálatnál. 3.) A megállapítás nem késlekedik ellentmondani a 2.)-höz kötődő <i>H</i>-állításnak. 4.) Itt az ellentmondás már kézen-fogva, az állításon belül jelentkezik. Vagy, olyannyira sűrűn és precízen végzett mérések kell álljanak mögötte amit kár lenne elhallgatni. (De, <i>ref.45</i> mentén haladva, effélének nyoma sincs.) 5.) Ez viszont homlokegyenest ellenkezik a már többek által mért adatokkal: ld. a <i>ref.16</i> alatti két cikket. 6.) Ezzel a kijelentéssel pedig végképp nem lehet mit kezdeni. Ahol a mérések elágazó-bizonytalanságaiból eredő summázódó-hiba bőven 10% fölött is lehet, ott a 10%-nyi differencia az égvilágon semmire nem utal. Szerzőt nyilván nem érintették meg a hiba-eredet, és hiba-számítás kopárabb-területei ritka-értékes virágai.</p>

1. Táblázat: A Hlavay-féle közlés és gondolatmenet

3.) De ha pusztán a **P** légköri kiülepedésénél maradok, nem mehetek el szó nélkül azon adat mellett sem amelyre a *Tanulmány* is támaszkodni kényszerült anno egyebek híján⁴⁷, s amely mára világos hogy tarthatatlan. A 62 t/év nagyságú, a légkörből a Balatonba kiülepedő foszfor-teher önmagában felborítaná pl. *Istvánovics Vera* becslését [82 t/év minden érkező forrásból, ld. **II.)B.)ii**) alatt], de minden egyéb Tó-állapot javító törekvésünket is szárnyaszegetté tenné.

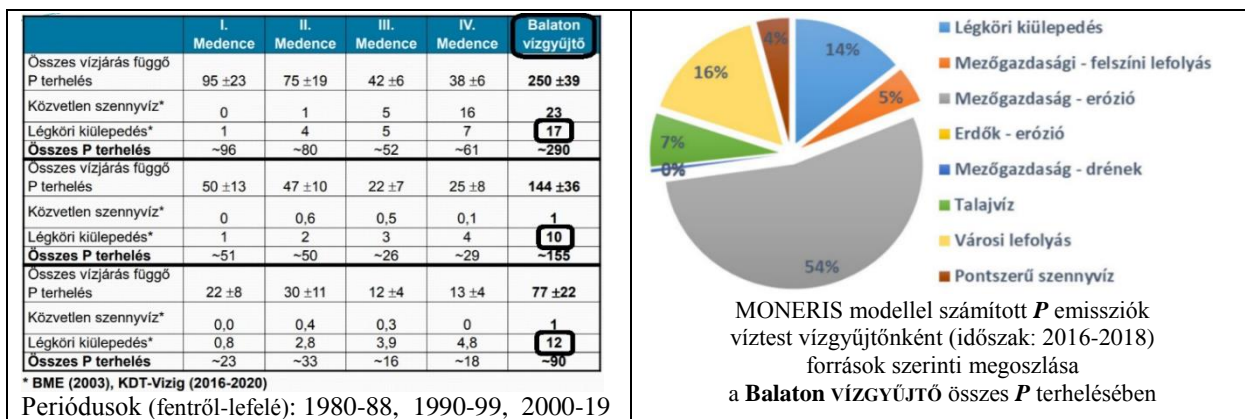
Ezért – midőn előbbre-haladtam a jelen anyaghoz felkutatott érdemleges-források mozaikjai összerakásában – ezen kirívó-adat megtapogatására kissé körbenéztem a szakirodalomban, s ezeket találtam:

Lokáció, (év) jellemzők	mért foszfor	kg/km²/év
Balaton (1975-6) 596 km ²	170 kg/nap/Tó	104*
Erie tó (1974-2007) 25,628 km ²	500-1000 t/év/Tó	20-39
Ligur tenger (1997-98)	165 μmol/m ² /év	5,1
India (1979) (780 mm eső/év)	0,394 kg/ha/év	39,4
Dél-Florida (2001) nagy területi/időbeli szórás, trend nélkül	41 mg/m ² /év	41
Michigan tó (1977) 58,030 km ²	0,184-0,303 μg/cm ² /hó	22-36
Lake of the Woods (2011) 4350 km ²	95 t/év/Tó	21,8
New Jersey (1999-2001)	3.9-14 mg/m ² /év	4-14

2. Táblázat: Légköri-eredetű foszfor-terhelés világszerte (* Kecskeméten állítólag a tizede.)
[Ezúttal a citátumok hosszas felsorlásától eltekintek]

Némely jelenlegi hazai mérés/vélekedés a 2. Táblázatban mutatott alsóbb-értékekhez közeli, hasonló értékeket valószínűsít [ref.25 13. és 14. diái]:

⁴⁷ Légkörből közvetlenül a Balatonba jutó szervesen növényi tápanyag mennyiségének (P,N) vizsgálata, Dobolyi Elemér — Horváth László, *Hidrológiai Közöny* **1978 58** (12) 547-551pp
(https://library.hungaricana.hu/en/view/HidrologiaiKozlony_1978/?pg=592&layout=s)



14. ábra: Frissebb hazai adatok/becslések

[N.B.: mivel a „Medence” szerinti felosztás a Tó jellemzője, a jobboldalon a Balaton *felületéről* kell legyen szó.]

Igazoltnak vehető hát hogy ref.47 adatai alaposan félre-mérték.

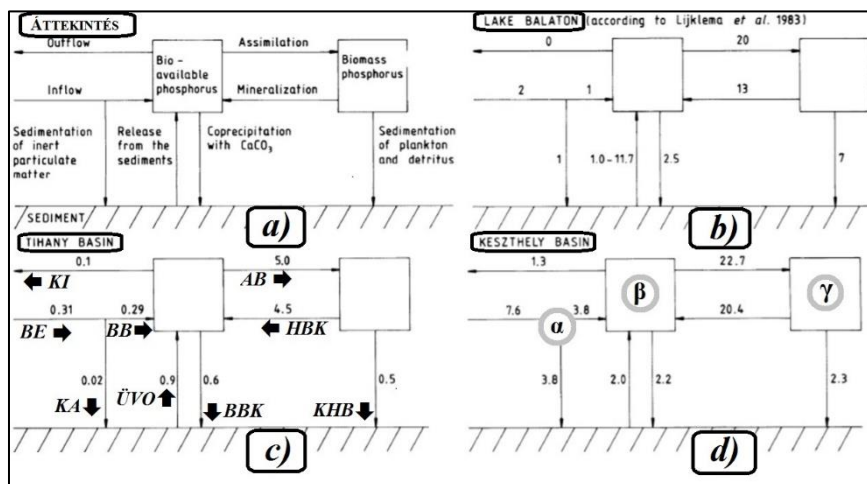
- Ennek oka nehezen lenne kibontható. [„Az elemzéseket a vízkémiában szokásos módszerekkel a KGST-ajánlásban ismertetett módon végeztük.” (ref.47 p548)].
- Némi nyoma fellelhető a belső kételkedésnek is. [„A csak csapadékhullás alatt nyitva levő, a Meteorológiai Világszervezet hálózatához tartozó, Kecskemét közelében elhelyezett mintavevő által gyűjtött csapadék ugyanis tízszer kevesebb ortofoszfát-iont tartalmazott, mint az azonos időszakban gyűjtött balatoni csapadék.” (ref.47 p550)]
- De a Tanulmány is helyet ad kételkedésnek. [„It should be noted that the load of 100 kg P/day for orthophosphate would correspond with a rainfall concentration slightly less than 100 mg p/m3, which is one order of magnitude larger than the concentration observed in the lake's waterbody” (p56)]

A 14. ábra jobboldali képe ugyanakkor figyelmeztető: a mezőgazdasági-erózió teszi ki ma a P-terhelés több mint felét. S a ~5200 km² területű vízgyűjtőn a múlt intenzív-műtrágyázási gyakorlata hagyatékaként várakozó irdatlan-mennyiségű P+N lassú bemosódásával még igen-hosszú ideig számolnunk kell.

A ref.43, ref.45 [és kapcsolt ref.46], ref.47 alatt bemutatott tételek halmaza erőteljes indikáció kell legyen rámutatandó, hogy egyre kevésbé bízhatunk egy adat vagy kijelentés megbízhatóságában ill. ereje igazában, pusztán azon az alapon hogy azok valahogyan *közlésbe vergődtek*.

Erre a mindjobban elhatalmasodó „mérgezési-tünet” rákos-burjánzással való előállítására – ami magát a szublimáció-tisztaságával egykor kialakult tudományt fogja ellehetetleníteni, ha nem maga alá temetni, amennyiben a dolgok elé nem emeltetik hamarost erős fék – egy későbbi esszében még visszatérni szándékozom.

4.) A grandiózusabb összefüggések felderítettségei-eredményessége „hézagairól” vall ékesen egy Skandináv szerzőpáros munkája⁴⁸, amiből kölcsönvett ábra rendkívül alkalmas a bizonytalanságok mellett némely következtetés levonására:



15. ábra: A Balatoni foszfor-körforgás modellje (adatok: mg/m²/nap P)

48 Petterson, K., & Boström, B. (1986). Phosphorus Exchange Between Sediment and Water in Lake Balaton. *Sediments and Water Interactions*, 427–435pp. (https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4932-0_37) In: Sly P.G. (eds) *Sediments and Water Interactions*. Springer, New York, NY.

A levonható konklúziók talán átláthatóbbak lesznek ha a folyamatokat táblázatos-formában is láttatjuk [az értékeket párhuzamosan $t/terület/év$ viszonylatban is]:

15. ábra Mérleg-komponensei	Jel	teljes Balaton		Keszthelyi m.		Tihanyi m.	
rövidítve: KOMP		tB		Km		Tm	
terület km^2		596		38		228	
N (mg/m²/nap) ill. É (t/terület/év)		N	É	N	É	N	É
Befolyás	BE →	2	435	7,6	105,4	0,31	25,8
Kiüledés, Azonnali	KA ↓	1	218	3,8	52,7	0,02	1,66
Beérkező Biológiailag-beépíthető	BB →	1	218	3,8	52,7	0,29	24,1
BB -ből Kiülepszik	↓ BBK	2,5	544	2,2	30,5	0,6	49,9
Üledékből Vissza-Oldódik	ÜVO ↑	1-11,7 (8,5*)		2,0	27,7	0,9	74,9
Asszimilációval Biomasszába	AB →	20	4351	22,7	314,8	5,0	416,0
Halott Biomasszából Körforgásba	← HBK	13	2828	20,4	282,9	4,5	374,5
Kiüledő Halott Biomassza	KHB ↓	7	1523	2,3	31,9	0,5	41,6
Kifolyás	← KI	0	0	1,3	18,0	0,1	8,32

3. Táblázat: ($ÜVO_{tB} = 8,5$ bevezetését ld. lejjebb)

a) A 15. b) ábra két tB adata [Lake Balaton] ugyan összhangban van a valósággal* (vö. 15. ábra és 3. Táblázat)

* Akár mérés áll mögöttük, akár csak (valamiféle) választás útján rögzítettett:

- Egyfelől $KI_{tB}=0$ [összhang a ref.17 alatti megállapítással (miszerint a Tóba-érkező ΣP ~95%-a a Tóban marad)],
- Másrésztől $BE_{tB}=435$ t/év [ami összhangban van a Tanulmány által becsült értékkel [255-584 t/év],

ám a további komponensek feltüntetett értékei összeütközésben vannak Km és Tm vonatkozó értékeivel. Ugyanis:

i) $KHB_{tB}=7$ semmiképp nem állhat, ha a Tó szélsőségei szerint viselkedő Keszthelyi és Tihanyi medencék KHB paraméterei a 0,5-2,3 tartományt fedik le. (Hiszen bármely valósághoz-kötődő KHB érték a szélsőértékek közé kell essen.)

ii) Nem állhat $HBK/AB=0,69$ sem a teljes Balatonra, ha Km és Tm esetén egyformán 0,9 ugyanez a hányados. Az ugyanis, hogy az egymástól távoli Keszthelyi és Tihanyi medencékben az ottani drasztikus biomassza-koncentráció különbségek [ezek AB értékével korrelálnak] ellenére is azonos ezen hányados, éppen azt takarja hogy mindkét medencében (nagyjából) azonos kémiai-reakciók játszódnak le, s a hányados (amely ekként már az adott medence biomassza-koncentrációjától sem függ) nem más mint az oda-vissza alakulás reakcióira jellemző állandók hányadosa [egyfajta kémiai egyensúlyi-állandó], azaz konstans. Nem lehet hát ezen hányados értéke eltérő másutt sem, beleértve az egész Balatont is.

iii) $ÜVO=1,0-11,7$ pedig hajmeresztően tág tartomány.

Ezek miatt tB további elemzését akár el is hagyhatjuk.

Mindamellet, a taglalt jellemzőket alább tB -re is kiszámoltuk. Ehhez először $ÜVO_{tB}$ értékét a b) pont alatti β összefüggésből adódóan 8,5-ön rögzítettük.

Mellesleg, $ÜVO_{tB}$ 15. a) ábrán megadott tartománya szélsőértékei tarthatatlanságokra vezetnének – pl. az (alább definiált) $Ü\Sigma P$ jellemzőben. Ugyanis:

- $ÜVO=1$ esetén $Ü\Sigma P=9,5$, ami 2066 t/év P ürülést jelentene az üledékbe. Ez több mint 4-szerese a Tóba beérkező valóság-közeli 435 t/év ΣP mennyiségnek– ami így *sec-pec* felszámolná az egész eutrofizációs-problémát – papíron.
- $ÜVO=11,7$ esetén pedig $Ü\Sigma P=-2,3$, azaz nem kiüledés zajlana hanem foszfor-beoldódás [mégpedig meglehetősen erőteljes: ~500 t/év (ez önmagában nonszensz)], ami ellentétes-értelmű foszfor-kiüledési forgalmat jelezne a két egymástól legtávolabbi medence viselkedéséhez képest, ugyanis $Ü\Sigma P_{Km}=+6,3$ míg $Ü\Sigma P_{Tm}=+0,21$.

b) Ha tovább vizsgálódunk, 15. c) és d) ábrából felfedezhetünk 3 db „kényszer-összefüggést” **Tm** és **Km** komponensei közt:

$$\begin{aligned} \alpha: & \quad BE = BB + KA && \text{(a bejövő } \Sigma P \text{ áram kétfele-oszlása)} \\ \beta: & \quad BB + (\ddot{U}VO - BBK) = (AB + HBK) + KI && \text{(megmaradási-egyenletet mutat)} \\ \gamma: & \quad AB - HBK = KHB && \text{(a halott-biomasszába rögzült } P \text{ kétfele-oszlása)} \end{aligned}$$

c) Tekintsünk most az egyes medencékre a primer-adatokból nyerhető két fontos és érzékletes *makro-jellemzőt*. Hogyan is alakul pl. az üledékbe-kerülő/rögzülő ΣP ($\ddot{U}\Sigma P$) valamint a tóvíz ΣP -növekmény ($TVPN$) mennyisége? Továbbá, definiálunk és számolunk néhány további, jellemzőnek-vélt mutatót is: ld. 4. Táblázat.

Jellemzők	Jel	Képlet	tB	Km	Tm
Tó-Üledékbe kerülő (maradó) ΣP	$\ddot{U}\Sigma P$	$(KA+BBK+KHB) - \ddot{U}VO$ [β esetén = $BE-KI$]	2,0 ($\dot{E}=435$)	6,30 ($\dot{E}=87,3$)	0,21 ($\dot{E}=18,3$)
Tó-Víz P Növekedése	$TVPN$	$BE - \ddot{U}\Sigma P - KI$	0	0	0
Primer Kiülepedési Hányados	PKH	KA/BE	0,50	0,50	0,06
Biomassza-Vesztési Arány	BVA	HBK/AB	0,65	0,90	0,90
Halott-Biomassza Veszteségi-Arány	$HBVA$	KHB/HBK	0,54	0,11	0,11
Totál Vissza-Oldódási Arány	$TVOA$	$\ddot{U}VO/(KA+BBK+KHB)$	0,81	0,24	0,80
Kiülepedési-mutatók					
Másodlagos-kiülepedés vs. Aktív-biomassza	$M\ddot{U}-A$	$(BBK+KHB)/AB$	0,475	0,198	0,220
Totál-kiülepedés vs. Aktív-biomassza	$T\ddot{U}-A$	$(KA+BBK+KHB)/AB$	0,525	0,366	0,224
Totál-kiülepedés vs. a Víz Totál P -terhe	$T\ddot{U}-VTP$	$(KA+BBK+KHB)/(AB+BE)$	0,477	0,274	0,211
$\ddot{U}\Sigma P$ vs. Aktív-biomassza	$\ddot{U}\Sigma P-A$	$\ddot{U}\Sigma P/AB$	0,100	0,278	0,044
$\ddot{U}\Sigma P$ vs. a Víz Totál P -terhe	$\ddot{U}\Sigma P-VTP$	$\ddot{U}\Sigma P/(AB+BE)$	0,091	0,208	0,041

4. Táblázat: [az adatok mg/m²/nap (ill. \dot{E} = t/terület/év) mennyiségekben]

Néhány levonható konklúzió:

- i) **Km** és **Tm** $\ddot{U}\Sigma P$ értékei arra utalók hogy az üledék lerakódása/felgyülemzése a Keszthelyi-medencében mintegy 30-szor gyorsabb mint a Tihanyiban.
- ii) $TVPN$ mindenütt zérónak adódik – ami [a **tB**-re vonatkozó független ismeretektől eltekintve] nyilvánvalóan nem lehet tükre a valóságnak.

Ez egyébként éppenséggel β „kényszerösszefüggés” elfogadása következménye. Hiszen ha $\ddot{U}\Sigma P$ képletébe a β által rögzített $\ddot{U}VO$ -t behelyettesítjük, akkor adódik hogy $TVPN=0$.

Azaz, a β -nak eleget-tevő **Km** és **Tm** alapadatok [15. c) és d) ábrái adatai a 3. Táblázatban] az éppen-uralkodó egyenlőség pillanatképét közvetítik, ekként azok változások jelzésére vagy követésére alkalmatlanok, hiszen „állóképek” – modell-értékük tehát (ha van) rendkívül korlátos.

- iii) $PKH_{Km}/PKH_{Tm}=8,3$ érték meglehet hogy hibás alap-adatok eredménye. A primer kiülepedés folyamata ugyanis viszonylag egyszerű: a biomasszába még nem-integrálódott P -tartalom ha kiülepszik (mint tudjuk: a tóvízből oldhatatlanságuk miatt kiváló Ca/Mg-karbonáton adszorbeálódva), akkor a kiülepedés csupán a Ca/Mg-karbonát képződése intenzitásával kellene párhuzamosságot mutasson. A karbonátok keletkezése viszont a Tóba belépő HCO_3^- koncentrációjának a csökkenésével fut párhuzamosan. Az viszont mindössze feleződést mutat míg a víz **Km**-ből **Tm**-be ér [ld. Entz adatait: Tanulmány p27]. Kell tehát munkáljon mellette még más konkurens folyamat is. Amit úgy körvonaloznánk, hogy a kevesebb foszfor-tartalékra vadászó élőlény élelmesebb, kevesebb foszfort hagy a kiülepedés sorsára.

iv) **Km** és **Tm** egymáséival egyező értékei **BVA** valamint a **HBVA** jellemzőkre szintúgy az azonos kémiai-reakciók hátterét sugallja az egymástól-távoli medencékben. Ami nem meglepő, hiszen a foszfort-kibocsátó/vesztő halott anyag [**HBK**] szerkezet és összetétel szempontjából a halál pillanatában praktikusán az élőével [**AB**] azonos. S mivel

- e mikro-lényeknél a „fordulási-idő” rendkívül csekély, így a halott-anyagból építkező és az élő-anyag elhalálózása reakciói az adott anyagok koncentrációival arányosak, ezért a **BVA** [mint a **HKB** és **AB** anyagáramaiból képzett hányados] állandó kell legyen,
- valamint a **KHB** kiülepedési-termékhez vezető reakció sebessége is arányos a kiindulási-anyaga [**HBK**] koncentrációjával, így a **HBVA** tényező is (mint egymással-arányos tényezők hányadosa) azonos értékkel kell bírjon.

v) A **TVOA** szignifikánsan eltérő 0,24 és 0,8 értékei köré szintén izgalmas következtetések építhetők. Például hogy a **Km**-ben a **TVOA** amiatt csekélyebb, mert ott a nagyobb-ütemű primer-kiülepedés [magas **PKH** érték] miatti vastagabb CaCO_3 réteg hatékonyabban „temet”; vagy éppenséggel amiatt mert a **Tm**-ben levő lényegesen kevesebb **HBK**-ból építkező élőlények **P** iránti igénye nagyobb élelmességgel párosul. (Amit segít a **Tm**-ben [az ottani alacsonyabb **PKH** következtében] „alig-eltemetett” friss CaCO_3 **P**-tartalma közvetlenebb kézreállása.) Magára az üledékbe-rögződött **P** eltávolítására azonban sokkalta közvetlenebb iránymutatással szolgálnak az **ÜSP** értékek.

vi) A *Kiülepedési-mutatókból* 5-félét lehet konstruálni. Az első-háromból a **MÜ-A** érdemelhet figyelmet. **Km** és **Tm** hasonló **MÜ-A** értékei arra vallanak, hogy a másodlagos-kiülepedést befolyásoló tényezők közt több a közös mint azt a primer-kiülepedéstől vártuk – amely a **PKH**-mutatója értékei szerint összetettebb a vártnál. A közös vonások pedig aligha jelenthetnek mást, mint azt hogy a **BBK** és a **KHB** keletkezésére nézve elsőrendűen az élő ill. a halott biomassza mennyisége a meghatározó.

vii) Az utolsó két *Kiülepedési-mutató* [**ÜSP-A** és **ÜSP-VTP**] viszont mérésekkel viszonylag könnyebben megfogható mennyiség – szemben **MÜ-A**-val. **Km** és **Tm** divergáló értékeiből pedig a már említett vonás köszönhet vissza: **Tm** kevesebb élő-biomasszája csínján potyogtatja a számára értékes/ritka foszfort, teljes párhuzamban az üledékbeli foszfor remobilizációs igyekezetében **iii**) és **v**) alatt mutatott különbséggel.

d) Elmondhatjuk hát, hogy bár bizonyos információk merítéséhez alkalmat nyújthat **Km** és **Tm** mutatott „pillanatfelvétele”, azok mint modellek pontosan akkora állapotváltozást képesek jelezni, amekkorát a kirakati-modellek bábuja. Ahhoz hogy a folyamatokat követhessük, **BE(t)**, [mivel $KI(t) \approx 0$, erre nincs nagy szükség], **ÜSP(t₀)**, **AB(t₀)**, valamint néhány *reakció-állandó* lenne szükséges, a HCO_3^- tóbeli eloszlásával egyetemben.

Viszont, ha pl. még a legközvetlenebbül követhető **BE(t)** is csak akkora esetlegességekkel meghatározható amit a zápor-események uralnak [ld. az 5. ábrához tartozó diszkussziót], akkor az efféle vállalkozás *elméleti-megalapozása* a hipotetikumok birodalmába tart.

A Tóra vonatkozó **kezelési-módok** azonban nem-feltétlenül követelik meg a történések mikro-részletei precíz ismeretét. Ahogyan a boksz-mérkőzésen sem szükséges tudás az hogy mit evett az ellenfél, sem az hogy hol s milyen iskolába járt; csupán pontosan állcsúcson kell vágni, s akkor nem állhat a győzelem útjába.

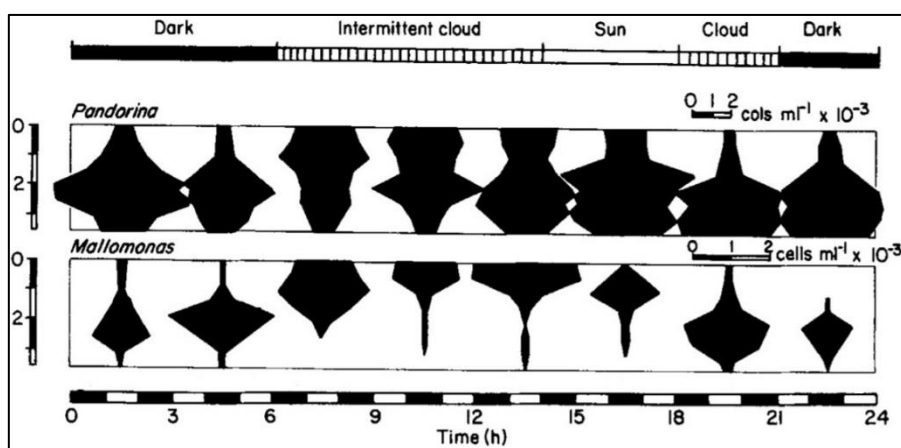
5.) *Plósz Sándor* már idézett korai jelzése [ld. *ref.18* anyagát és a hozzátartozó szövegrészlet **II.)A.**] alatt] a tavi-foszforra vonatkozó összes-folyamatok ismeretlenségét illetően ma is figyelmeztető-értékű. Bár az a redukciós-vonal amit ő beemel (az iszapbeli anoxikus PH_3 termelődés és e gáznak a légkörbe emittálódása) nem tudni mennyit nyomhat a latba, hiszen a tényező mások által gyakorlatilag nem-vizsgált.

6.) Ad abszurdum, még az a kérdés is felvethető, hogy vajon mennyire állja meg a helyét *Baranyi* vízcsereszámítása [2. ábra és *ref.7* alatti cikk]. Hiszen az a Tóvíz jellegzetesen *folyamatos egyirányba-tolódásával* kalkulál, melynek egyik-mozgatórugója a hozzáfolyások-volumenének a longitudinálisan monoton-csökkenő volta a Siófoki-medence felé, a másik pedig a vízcsere alapjaiban lehetővé-tevő effektív-elfolyás a Sió-csatornán keresztül. Csakhogy, vannak évek amikor a (célzott vízháztartási-egyensúly tartása végett) a Sió-csatorna egész-évben zárva van.

7.) Hasonlóképpen nyitottnak kell tekintsük annak tisztázását is, hogy ha a Keszthelyi-medencéből induló és a tavon végigvonuló vízvándorlás munkál, akkor vele ürülnie kellene a Keszthelyi-medence vizében felhalmozódott *P*-függő és *C*-termelő algatömegnek, ha lassan is.

Hacsak nem igaz, hogy ezek a vízi-mikrolények mégiscsak képesek önálló mozgásra – legalábbis kis elmozdulási-sebesség ellenében – s ezáltal visszaigyekeznek oda ahol számukra legkedvezőbbek a tápanyagfelvételi-lehetőségek. Mivel magam is jobbszeretem elkerülni a bűvészkalaphóból-merített alátámasztásokat, végeztem egy próbaszerű szondázást a téren. Anélkül hogy külön-fejezetet szentelnék az átfésült anyagnak, némi bepillantást kínálok – a hazai *limnológus-gárdának* is – a találtakba, amik megerősítik a felvetésemet:

i) Már 1976-ban⁴⁹ megállapítást nyertek a következők: „*The degree of horizontal variation in distribution of the organisms is discussed and found to be greatest for the microflagellates. Changes in vertical distribution are shown to be significant and result from active movement of the cells rather than from either water movement or the combined variation associated with patchiness in distribution and counting errors.*” Tehát nem csak az önálló vertikális-mozgás kapott mérések-általi alátámasztást, de az ostoros mikro-lényekre a horizontális-irányú elmozdulás képessége sem kizárt. A vertikális mozgás rugói (a felszín-közeli jobb fényellátottság és a mélyebb-rétegekbeli nagyobb tápanyag-koncentráció) által hajtottan az oda-vissza mozgás naponta ismétlődik. [A vizsgálat helyszíne az Angliai *Abbot-tó* volt – amely mélység-viszonya paritásban áll a mi Balatonunkéval.]



16. ábra: Két fitoplankton-fajta mélységi-eloszlása változásai a nap 24 órája alatt (a tő 3,5 m mélysége mentén).

ii) A kérdéskört oceanográfusok is nagyban vizsgálják⁵⁰ (ahol ugye alaposan bezavar a hullámzás-okozta mechanikai víz-kavarodás), de a szárazföldi sekélyebb-tavak újabbkori vizsgálataiból is hoz fel a merítés.⁵¹

Persze az is lehet, hogy (mindenféle tetemes-méretű visszavándorlás nélkül) az egyébként megengedő-értelemben önálló-mobilitással is bírható vízi élő-biotömeg mérésekkel-igazolt „helyben-maradása” virtuális: az elsodródásukat követő ásványosodásba-váltó kiülepedésük magyarázhatja egyfelől a tavi-jelenlétük longitudinálisan-csökkenő gradiensét, míg másfelől a Zalával ill. a KisBalatoni-kimosódásokkal ma is garantáltan-érkező bőséges tápanyag tartja fenn a Keszthelyi-medence masszívan maradó algabőségét.

8.) Itt van továbbá a szelek és viharok (idő/hely/kiterjedés/irány/tartam/intenzitás jellemzőkkel) keltette hatások, amelyek felforgatólag hatnak a Tóbeli stacioner-folyamatokra, részint áramlások keltése (felszínen és a mélyben egyaránt) részint az üledék felkavarása által. Hiszen megállapítást nyert többek között:

⁴⁹ Vertical Migration Patterns In Phytoplankton Of Mixed Species Composition, Christine M. Happey-Wood, *Br. phycol. J.* **11** 355-369pp 1 December 1976 (<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00071617600650411>)

⁵⁰ Wirtz, K., Smith, S.L. Vertical migration by bulk phytoplankton sustains biodiversity and nutrient input to the surface ocean. *Sci Rep* **10**, 1142 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-57890-2> (<https://www.nature.com/articles/s41598-020-57890-2>)

⁵¹ Vertical Distribution and Migration of Algae under Thermal Stratification in Small Water Bodies of the Forest-Steppe Volga Region, O G Gorokhova 2021 IOP Conf. Ser.: *Earth Environ. Sci.* **818** 012013 (<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/818/1/012013>)

i) Tó-közepi 110 cm hullámokat ~43 km/óra sebességű szél generál

[Tanulmány p24 (Muszkalay 1973)]

ii) A Tó hossza-menti szelek okozta vízszint-kilengés (akár 50 cm különbség

[Tanulmány Fig.18]) jelentős vízcserehez vezethet az alji visszaáramlással együtt, ami:

- Nehezen számolható [Tanulmány p21: „*Under such conditions significant mixing of the water masses in adjacent segments can be expected, although again a quantitative evaluation in terms of an exchange coefficient is difficult.*”]
- Felelős az üledék (és pórúsvizei) intenzív felkavarásában.

Az azonban, hogy ezek az effektusok, illetőleg ezeknek pl. a foszfor-áramokra kifejtett hatásai ellen lehet-e valamit tenni, tudtommal nem kapott eddig semminemű megfogalmazást.

S továbbiakkal már nem is fárasztanék⁵² senkit – magamat is beleértve.

VI.) Pro-aktív megoldások és a hozzájuk-vezető gondolatok

Előzőekben impressziót kínáltam, láttatni azon erőfeszítések garmadáját amelyek a Tó állapota körül vizsgálandóknak és modellezgetnek, hihetően azzal a homloktérben hogy eredményeik majd csak valahogyan kulcsot adnak ahhoz, miként fékezhető meg az az eutrofizáció amely egyértelmű felelőtlenségünk elkerülhetetlen következménye. Mivel ezen tevékenységek mindeközéig csupán kétes ill. vérszegény eredményeket voltak képesek felmutatni – amikre objektív elismerésként az érdemfokozatot jelző túskegőnát maga a *Természet* rakta fel a 2019. évi *sohanemvolt*-nagyságú klorofill-koncentrációval – áthatva attól a reménytől hogy alábbi-mondandóm kiérdemli majd a figyelmet, szeretnék rámutatni:

MARADTAK egyéb lehetőségek is, még a józanság határain belül.

Így, a neki kijáró tisztelettel szólva arról a tudományos-közegben mára mérvadóknak tekintett konszenzusról, miszerint bármi publikációba-rögzített marhaságot komolyan kell vennünk amennyiben ahhoz előzetes modellezgetés is társult, tennék alább velük szemben néhány heurisztikus felvetést, még ha ezek megalapozottsága egyelőre csak azon a labilisabb funduson nyugszik amelynek ingatag-voltára fentebb már elegendő ízelítőt kínáltam: mint mások kimutatható hiányosságai, egymáséinak ellentmondó következtetései, valamint elmulasztott ill. negligált mérések miatt még ismeretlen tényezők.

I.) Alapállás

Rögzítenünk érdemes mindenekelőtt:

- a) Dacára hogy a foszfor-input csökkentése tapintható sikereket mutatott fel az elmúlt évtizedekben, *a Tóba-érkező kisebb-mennyiség is folyamatos foszfor-AKKUMULÁCIÓT eredményez*, hiszen mostanra már tudjuk: **a Tóból foszfor gyakorlatilag nem távozik.**
- b) Megállapítást nyert, hogy bár a foszfor-kiülepedést nagyban segíti a folyamatos CaCO₃ képződés a Tó vizében, *a foszfor eltemetődéssel remélt inaktívizálódása MEGLEHETŐSEN CSEKÉLY*. A rutinszerűen érkező szelek energiája elegendő ugyanis ahhoz hogy a sekély tó alján gyűlő friss üledéket felkavarja, s a szuszpendált-üledékben levő foszfor ismét elérhetővé válik a vízi-mikroorganizmusok számára.

Amennyiben tehát a szándék a Tó (további) eutrofizációjának a megállítása (illetőleg a visszább-szorítása), úgy *a Tóban-levő foszfor-tartalmat mindenáron CSÖKKENTENÜNK vagy DEZAKTIVÁLNUNK szükséges* – esetleg mind a kettőt.

A **csökkentés** legközvetlenebb módja „kibányászni” a foszfort a Tó-üledékből. Ennek direkt módja a fenékkotrás, indirektnek pedig az tekinthető amikor a Tó ökoszisztémáját dolgoztatva avatkozunk bele annak egyensúlyába: szisztematikus, ám a zajló ökológiai-folyamatok sebességéhez igazodó-mennyiségű elvétellel, mint a nádatartás és a halászat [mindkét tevékenység mellesleg közvetlenül is értéket termel], melyek által azt a foszfort vonjuk ki amit ezek a vízi-

⁵² Hasonló érzésektől is eltelve, amit egy korábbi elszántan-fürkésző elme ezekkel a szavakkal pontosít:

„*E célból egy idő óta tengernyi fáradság és ügyeskedés révén felboncoltam az emberi természet tetemét, s tartottam sok hasznos előadást a különböző felölelő és felölelt részokről, míg végül olyan bűz csapott meg a hullából, hogy tovább már nem őrizhettem...*”

J. Swift: *Hordómese* V. fejezet (Kitérő modern stílusban) (Európa 1958, ford. Kéry László)

élőlények a Tó foszfor-készletéből a testszövetekbe építettek. [Természetesen egyik beavatkozást sem kísérhetik a foszfor-kivonás eredményességét rontó ill. negáló kísérő-tevékenységek, mint a haletetés, haltelepítés, stb.]

A **dezaktiválás** lehetősége pedig roppant egyszerű – csak hogy a mai-viszonyok közt keresztülvihetetlennek tűnő fogást kívánna. Kiderül rögtön miért. Bárki megtapasztalhatja, hogy amikor egy lavór vízben kezdetmos, akkor annak teljes tartalma felkavarodik. Mígha ugyanezt egy kádnyi vízben tenné, ott a pancsikálásra a víz alsóbb-régiói nem lendülnek mozgásba. Az állítás tehát, miszerint egy a mainál kétszer mélyebb Balatonban nem történik meg az üledék (nagy mértékű/gyakori) felkavarodása rutinszerűen, minden bizonnyal igaz – de imitációs-kísérletekkel viszonylag könnyűszerrel ellenőrizhető is. Akkor pedig semmi másra nincs szükség mint megemelni a Balaton vízszintjét, mintegy 2-3 méterrel. – Csak hogy ez, a mai ingatlan-beépítettség és infrastruktúra-kiépítettség mellett olyan-mérvű önfelszámolással járna, hogy a jobbító-szándék bizony nehezen vergődne a népszerűségi-toplistán előrébb.

2.) A dolgok mélye

Emiatt előbb egy gondolati-túrára indulunk.

Az egész eutrofizációs kalamajka – bárhol a világon – két fő tényezőtől sarjad. Az egyik az agráriumhoz kötődő nagybani-állattartás során keletkező trágyák gondatlan kezelése és a műtrágyák elterjedése együttese, a másik a kommunális-szennyvizek csatornázott összetételése. Előbbiekből adódó bemosódás az élővizekbe az esetek zömében jobbára véletlenszerű, utóbbi bevezetése ugyanoda viszont már mérnöki-precizitással tervezett. A Balaton esetében – a hazai fejlődés-viszonyok ismeretében – erősen valószínűsíthető hogy a Tó efféle terhelésektől mentes volt legalább az 1920-as évekig. Ami azt jelenti, hogy ha lenne mód a tóüledék rétegzettség-vizsgálatára, akkor a korhoz-köthető mélységben a foszfor szintje a maihoz viszonyítva [s egyéb lehetséges-tényezőket itt figyelmen-kívül hagyva] ugrásszerűen kisebb kellene legyen. Mérésekkel utánamenni ennek azonban több tényező miatt is bajos. Egyrészt a kiülepedett réteg vastagsága viszonylag csekély (amellet medencék szerint is rendkívül változó); másrészt az üledék felkavarodása és nagyobb-távolságban re-pozicionálódása olyannyira gyakori a relatíve-sekély mederben a szél-keltette hullámzások és áramlások hatására, hogy szinte reménytelen vállalkozás olyan helyszínt találni ahol a tófenék 100 év távlatában is nyugodt lehetett. Mindazonáltal a tény tény marad: mindennemű keveredés és tovahordás ellenére a Balaton még 1920-ban sem kezdett eutrofizálódni, pedig ekkorra már jó 60 éve hogy a vízszintjét a maihoz hasonlóra csökkentették: ~3 méterrel az eredetileg sokáig stabil vízszint-magasság alá.⁵³ Mára nyilvánvaló hogy ezzel a vízszint-csökkenéssel a Tó eleve sérülékenyebb lett, ám a XIX. századi Tó-szabályozás korának szótárából és ismeretéből még hiányzott a műtrágya, az angol-WC, az eutrofizáció – nem úgy mint a megfontolások-nélküli vasútépítési-láz és a mezőgazdasági-területnyerés mindenáron; legyen az ára tó és láp lecsapolás, vagy az eszköz-gazdag módozatok arra hogy a folyók táj-életető vizei homlokegyenest rohanva-távozzanak az országból.

Ez a (kierőszakolt-beavatkozások sorozata által előállt) sérülékenység azután szépen megágyazott a továbbiaknak. Amik nem késtek jönni a további-beavatkozások következményeiként. Mely folytatólagos *természet-idegen* beavatkozások előbb a Kánaán ígéretével állították mesterséges-módon síneken-futó zsúfoltságtól-szenvedő ütközésekkel-teli füstös rendező-pályaudvar jellegűvé az agrárium két fő ágazatát [földművelés: műtrágyázás; állattartás: trágya-elhelyezési probléma (hiszen ott van már a műtrágya!)]. Majd a legnagyobb jóindulattal ám az összefüggések minimálisnál is csekélyebb megértésével avatkoztak bele egy másik összetett *Természeti*-folyamatba, s állították pusztán higiéniai-szemponatok előtérbe-tolásával a kommunális-szennyvízkezelést a kötelező-kanalizálás és azt-követő művi erőszakolt szervesanyag-degradáció elrendezésével a lehető legtöbb rosszat produkáló pályára.⁵⁴ Amik összességüként a széles-körben előállt eutrofizáció immár mindennapi életünk aktív, ám társadalom-tudatilag ismeretlen részese lett. A fogalom bevezetése

⁵³ *Bili-Balaton*

⁵⁴ Fuggerth Endre: *Szenny és Víz* (2018, ISBN 978-615-00-3258-0 [<https://www.omikk.bme.hu/> 425.015])

a közérdeklődésbe – mely feladat sikere, vagy éppen félrecsúsítása, általában a média kezdeményezésén múlik⁵⁵ – azonban késni látszik*.

* A késlekedés vitán-felül ennél fontosabbnak vélt diszciplinák ösztársadalmi-szintű megágyazása múlhatatlan-szükségességének az eredője. Amelyek csíráinak megeredése máris olyannyira sikeres, hogy azok által a megosztottság-mértéke lassanként túlhaladja az egykor-volt *homousion* és *homoiusion* által keltett feszültségét, csupáncsak a maiak tartalmi részint fertelmesebbek, részint logikai ill. morális megbicsaklásaik megbotránkoztatottabbak – ami miatt inkább nem említeném nevén egyiket sem, hogy a jelen koncepció alatt remélt egységet legalább az onnan-eredő fogvicsorító-széthúzás ne veszélyeztesse.

3.) Elemzés

Ha a XIX. századi többlépcsős drasztikus Tó-vízszint csökkentésével az eutrofizálódásra sérülékenyebbé tett Balaton állapota ebben a tekintetben 1920-ig nem romlott, akkor evidensnek tűnik a kijelentés, miszerint a Tó akkori eutrofizációs-mutatója hasonlóképpen alakult volna az eredeti Tó-vízszint meghagyása mellett is. Amit azért kiegészítenék 1-2 részlettel – bár ezek elsősre szöszmötölésnek látszanak, ám amikből némileg hátrább profitálni fogunk.

a) Az eredeti Tó-vízszint mellett mindennemű vizek beáramlása **erőteljesen LASSÍTOTT** volt, hiszen nem volt meg az a gravitációs-gradiens amit pl. a Zala felől a mai ~2 méternyi szintkülönbség jelent, hanem szinte a pangást-megközelítő lassú áramlások uralták a befolyások túlnyomó-hányadát. Ami azt eredményezi hogy sokkalta-kisebb volt ezen vizek útközbeni kőzet-eróziója ill. hordalék-továbbító képessége – a Tóhoz-közeli alsó-szakaszaikon mindenképp. (A felsőbb-szakaszokon végzett erózió termékeinek a kiülepedése pedig már a Tóba-érkezés előtt elkezdődött.) A Tóba megérkező hordalék és eróziós-termékek akkoriban tehát a mainál sokkalta-csekélyebb mértékű üledéket képezhettek. Ami egyben lecsökkenthetné a foszforvegyületek hatékony adszorpciós megkötődését is rajtuk. Mellesleg, a lassú-vízárammal a Tóba beérkező részecskék méretükben is kisebbek kellett legyenek (különben már előbb kiülepedtek volna), így a régi-korok Tó-üledéke finomabb-szemcséjű kell legyen a mainál. Ha tehát az azóta sekélyebb Tóban a szelek-keltette mai tófenéki-felkavarodás éppen aktív, az könnyebben felkaphatja a régi-üledék könnyebb szemcséit is, míg viszont az elcsendesedést követő újbóli-kiülepedés során a friss ám nehezebb mai nagyobb-méretű üledék kerül alulra, alaposan ellehetetlenítve mindenféle üledék-kronológiai vizsgálatot.

b) S ha már idáig eljutottunk, nem árt ha (a lehetőségeinkhez képest) megtapogatjuk a múltat. Vajon mennyi üledék került a Balatonba az idők során? Három tényezőt szükséges ehhez figyelemmel követnünk:

i) A beömlő vizek által érkező direkt* és potenciális** üledéket adó hordalékot,

* szuszpendált oldhatatlan anyag, amelynek a kiülepedése az áramlások lassulásával ill. megszűnésével válik kifejezettebbé

** oldottból kémiai-úton oldhatatlanná váló anyag

ii) Ezek kiülepedése illetőleg eloszlása variálódását medence-viszonylatban,

iii) A légköri-kiülepedés mértékét.

Az i) általi behordódás mai-mértéke ismert*, ez adná a becsléshez szükséges maximum-értéket. A minimum-érték pedig (a stabilan magasabb Balatoni-vízszint miatti nagyfokú beáramlási és eróziós lassulás miatt) ennek könnyedén lehet a tizede.

* Entz 1959-es adataiból [Tanulmány p27 VI. táblázat] a Ca^{2+} és HCO_3^- mennyiségei változásaiból adódik az éves [potenciális-üledék] Ca-deponálódás mértéke ($8,5 \cdot 10^4$ t/év CaCO_3) a Balaton egészében. Ez Tó-átlagban $14 \text{ mg/cm}^2/\text{év}$ CaCO_3 tartalmú üledéket jelent, amihez hozzávéve a párosuló ~40% szilikáttartalmat [direkt-hordalék] ~ $23 \text{ mg/m}^2/\text{év}$ értéket kapunk a teljes üledékre.

Az eloszlás ii) szerinti variálódásához támpontot adhat a 15. c) és d) ábrák forrásadataiból számolt **ÜSP** jellemző [ld. 4. Táblázat].

⁵⁵ Ahogyan ezt egy klasszikusunk is rögzítette:

„A fő hogy a vasárnapi cikkről napokig beszéltek, és nyomban megalakult az álomkórelles kisipari-szövetség, amelynek alelnöke lettem. Megválasztottuk ölordságát díszelnöknek, és elhatároztuk hogy nagyobb ébresztőóra-szállítmányt küldünk Indiába, az álomkórban szenvedőknek.”

(Rejtő Jenő: *A Szőke Ciklon* 8. fejezet 5, Albatrosz könyvek 1968 p161)

A **V.4.c)i** alatti 30-szoros diszkriminációval számolva – s figyelembe véve hogy az üledékben Tó-szerte nemcsak a $Ca:Si$ de a $Ca:P$ arány is meglepően állandó – hozzávetőleges kalkuláció alapján az évente képződő totál-kiülepedés mértéke a Siófoki medencében $6,5 \text{ mg/m}^2$ míg a Keszthelyiben 194 mg/cm^2 .

A légköri-kiülepedés mértékére pedig felvilágosítást adhatnának a Tó-körül objektumok eltemetődési-adatai, de áttételesen a már kézreálló adatokból is behatárolhatók.

Ha a Tó-felületre évente hulló P -mennyiséget reálisabban-tükröző 10 t/év adatból indulunk ki, s feltételezzük hogy a szállópor P -tartalma nem tér el jelentősebben az üledékétől*, akkor *Oláh* $400 \mu\text{g P/g}$ üledék adatára támaszkodva $\sim 1,67 \cdot 10^4 \text{ t/év}$ szállópor Tóba-ülepedésével kell számolnunk – éspedig viszonylag *egyenletes-terítésben*. Mivel ez a mennyiség mindössze 11% -a az *Entz* adataiból számolható $\sim 14 \cdot 10^4 \text{ t/év}$ totál-üledéknek, így (a hibákat és a bizonytalanságokat is tekintetbe véve) nem sokat oszt-szoroz hogy a légköri kiülepedés vajon ehhez-képest extra-mennyiség, avagy az *Entz* alapadataira is módosító-hatással bírt.

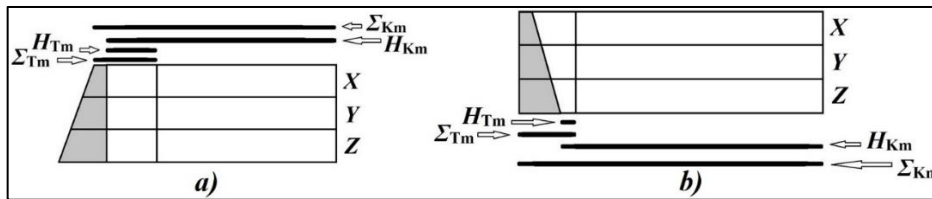
A légköri-szállópor Tó-szerte egyenletesen-eloszló $\sim 2,8 \text{ mg/cm}^2$ éves üledéke pedig nem összeegyeztethetetlen a Siófoki-medencére a behordódásból számolt $6,5 \text{ mg/cm}^2/\text{év}$ adattal – akár hozzáadódik ahhoz, akár annak már része. [A 30:1 diszkriminációt pedig ha tartani lenne szükséges, az parányi érték-csúszásokat okozhat csupán a már számoltakhoz képest.]

* Érdemes röviden kitérni arra, vajon ez a feltevés önkényes-e, illetve boríthatja-e tényeket?

Tegyük hát fel, hogy rendkívül-eltérő lenne a légkörből ill. a bemosódásokból származó üledék $Ca-Si-P$ összetétele. Szemléltesse a *17. ábra* a két alapesetet:

a) a vizek-által behordódó üledék összetétele a 3 féle kipécézett (X, Y, Z) elemre nézve azonos a \mathbf{Tm} és \mathbf{Km} esetén – amihez hozzáadódik az (elemeket tehát *eltérő*-arányban tartalmazó) légköri-kiülepedés;

b) az *össz-üledék* bír azonos $X:Y:Z$ aránnyal.



17. ábra: Az X, Y, Z elemek normált-mennyiségei vizek-általi behordása a két medencébe (H_{Tm}, H_{Km}) fehér-téglalapokkal jelölve, míg a Tó-szerte fajlagosan azonos-mennyiségben hulló szállópor-összetétel normált-mennyiségei szürke-trapézokkal ábrázolva.

Az *a*) esetben észrevehetően borulna a \mathbf{Tm} és \mathbf{Km} medencék össz-üledékében [$\Sigma Tm, \Sigma Km$] az elem-arány: pl. $X:Z$ viszonylatban $\Sigma X_{Tm} / \Sigma Z_{Tm} \neq \Sigma X_{Km} / \Sigma Z_{Km}$, tehát szükséges lenne hogy a szállópor összetétele nagyjából hasonló legyen mint a bemosódó üledéké.

A *b*) eset pedig $HX_{Tm} / HZ_{Tm} \neq HX_{Km} / HZ_{Km}$ fennállásával borítja a már megállapítottakat, ami szerint a behordott *direkt+potenciális* üledékben azonos az elemek aránya Tó-szerte.

Tehát, igenis kellene hogy a légköri szállópor és a bemosódó-üledék összetételben hasonlítson egymásra. És, miért is ne? Végülis a geológiai-folyamatok eróziója hozta létre mindkettőt, pusztán a *szállítószalag* más: áramló víz illetve a szelek szárnya.

[N.B.: Az arányok állandósága még azzal sem borul jelentősen, ha az érintett területen mesterséges-beavatkozás történik. Hiszen pl. a terített műtrágyát is éppúgy képes szállítani a kimosódás miként azt felkapja a szél.]

c) Ezekre az adatokra támaszkodva adódik, hogy az eutrofizációt érdemben vizsgálni-kezdő 1970 évek időszakában a Keszthelyi-medencében évente mintegy 1 mm vastagságú üledék jöhetett létre (ha a fajsúly és a tömörödöttség együttes hatásaként $\sim 2 \text{ g/cm}^3$ üledék-sűrűséggel számolunk). Ha pedig a mostanáig tartó, cirka 40 évre becsülhető intenzív eutrofizációs időszakot vesszük, akkor ezalatt ugyanott mintegy 4 cm vastag „foszfor-dús” fenéklerakódás keletkezhetett. Azon ~ 150 év alatt pedig, amióta a „*Bili-Balaton*” létre lett hozva, $\sim 15 \text{ cm}$ (összességében foszforban *kevésbé*-dúsabb) üledék emelte meg a tófeneket. A megelőző-időkre pedig, amikor a magas Tó-vízszint miatti lassúbb-beáramlások mintegy 10-szer kevesebb üledéket hozhattak, ezer-évente $\sim 10 \text{ cm}$ feltöltődéssel számolhatunk a Keszthelyi-medencében.

Mivel a Tó relatíve fiatal képződmény (mindössze néhány tízezer évre teszik a korát), változatlan vízszintet és vízhozamokat feltételezve 20 ezer év alatt $\sim 200 \text{ cm}$ feltöltődés jöhetett létre. (Ami

már akkora réteg amit nem kavarnak fel még a mai-állapotok mellett sem a szelek sem, s így az abból fúrással-vett réteg-minták találékony proxy-adatokkal összefüggésben akár igazolhatják a nagyságrendeket.) Izgalmasabb ugyanakkor ha a számolást az időben előrefele vetítjük. A mai üledék-képződési ütem mellett 2000 év múltán a Keszthelyi-medence már csak egy 20-30 cm mélységű pocsolya lesz* – ha csupán a lábunkat lógtatjuk.

* Ennyi előzetes munka után lehet hogy valakinek kedve támad ugyanezeket a számításokat a kiülepedés-szempontjából a másik-végletnek tekinthető Siófoki-medencére is elvégezni. Mi ezt most nem tesszük, csupán annyit kívánunk jelezni, hogy az ottani (végsősoron mindössze 1-2 publikáció adataira alapozott) ~30-szor kisebb kiülepedési-ráta a „történelem-előtti” időkben lényegesen tompítottabb is lehetett – annyiféle mozzanat eredőjeként hogy azokat felsorolni is sok, de felesleges is mert nem lelhető rájuk-vonatkozó kvantifikált adat.

4.) Célratörés

Elmondhatjuk hát, hogy a szöszmötölésnek-ható fentebbi-ténfergés egy olyan másik fontos pillérre világított rá, amely szerényen húzódott meg az eutrofizációs tényanyag mögött, s ez a gyorsított-ütemű Tó-feltöltődés. Mostantól tehát úgy kell keresni a lehetséges beavatkozásokat, hogy az egyszerre orvosolja lehetőleg mind a két problémát. Alapvetően kétféle beavatkozásra korlátozódik a lehetőség:

- i) Lassítani a beáramlásokat, amik ezáltal kevesebb üledéket hoznak.
- ii) Folyamatos fenékkotrással történő üledék-eltávolítást végezni.

Nézzük hát, mi s hogyan lenne megvalósítható a kétféle beavatkozásból.

A feltöltődésnek ha nem szabunk gátat, az egyre-sekélyebb Tóban már ottlevő foszfor-mennyiség időnként-zárt eutrofizációs-szelencéje mind gyakrabban kinyílnak, amit csak súlyosbít hogy már bizonyossággal tudjuk: az előző évtizedekben felelőtlenül a földekre-szórt hatalmas műtrágya-adagok még hosszú-időn át megállíthatatlan forrásai lesznek a Tóba-érkező foszfor-utánpótlásnak, s mivel az időnkénti víz-leeresztéssel foszfor praktikusán nem távozik, valamiféle jelentősebb foszfor-kivét nélkül akkumulációval s annak hatásaival folyamatosan kell számolni.

A feltöltődésnek a legbiztosabb módon elébe-vágó tevékenység – a fenékkotrás – tehát nem halogatható, bármennyire is forrás-igényes és sziszifuszi-munkának ítéltetik. Először is, mert letermelhető általa a foszforban leggazdagabb üledékréteg, ami ha megtörténik bizonyosan hátráltatólag hat a fellépő eutrofizáció mértékére. Ha pedig a kotrási-tevékenység folyamatosan-fenntartott és eltökélten-végzett, akkor az effektív medermélyítést is eredményezhet, aminek a kedvező-hatására a sorok-között már utaltunk: A mélyebb-víz kevésbé keveredik fel a szelek hatására, miáltal az üledék (a bennelevő foszforral együtt) nem kavarodik fel (és így nem is nagyon vándorol), miáltal csupán korlátozott-mértékben képes táplálni az eutrofizációt, miközben lassan el is temetődik (az újonnan-beérkező, fokozatosan alacsonyabb *P*-tartalmú üledék ráarakódása által).

Az üledékbe-temetett foszfor zavaró-hatásának a kiiktatása *medermélyítés*-által bizonyos-tekintetben egyenrangú azzal az állapottal amilyen a Balaton a vízszintje redukálása előtt volt. Ha tehát nem élhetünk a régi-vízszint visszaállításának a lehetőségével (a Tó-körüli beépítettségek okán) akkor el kell fogadnunk, hogy nincs más kiút a magunk-okozta kettős válsághelyzetből mint a kotrással és kapcsolt üledék-kitermeléssel járó munka felvállalása. Rövid számolás is elegendő ahhoz hogy ráébredjünk: mennyire a lehetetlenség-határait súrolja a kotrással-történő medermélyítési-vállalkozás. Ha a teljes Tónak csupán 1 méterrel mélyítése is a távlati elsődleges cél, az ~600 millió m³ (kb. dupla-ennyi tonna) üledék kiemelését (és eltávolítását) kívánja – ami éves 600 ezer m³ kitermelési-rátával ezer-évig tartana. (Vagyishogy némileg tovább, mert közben, évről-évre, beérkezik oda 140 ezer tonna⁵⁶ [azaz kb. 70 ezer m³] friss üledék.)

56 A Való-világban pedig a következők történnek:

1) Aki lát rációt a kotrásban, arról ez a híradás: „*A Balaton Fejlesztési Tanács online megtartott ülésén Láng István, az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) vezetője elmondta, hogy a Balaton kotrását novembertől folytatni fogják a vízminőség védelme érdekében. Az első ütemre, 100 ezer köbméternyi iszap eltávolítására a forrás rendelkezésre áll. A tervek szerint a kortársi munkák a következő években is hasonló nagyságrendben folytatódnak majd. sok évnnyi kihagyás után ismét kotorni kezdték a Balatont. Mintegy 14 hektárnyi területéről csaknem 90 ezer köbméternyi mederiszapot távolítottak el.*” (<https://likebalaton.hu/telepules/balaton/hireink/100-ezer-kobmeternyi-iszapot-kotornak-ki-a-balatonbol-211697/>)

Aminek az aktívuma tehát mindösszesen 30,000 m³ (HA minden évben megtörténne) S aminek a tényleges-méreteit az alábbi „csorgási-kép” alapján (sírva-vigadva?) akár újra-értelmezhetjük:

Késő-bánat vagy sem, de lehet mérlegelni azt a hatalmas ostobaságot⁵⁷ amivel az egykor ~6 m átlagmélységű Balatont nagy-örvendezve *bili*-méretűre redukálták. A mai ~3 m átlagmélységet csupán 10 cm-vel megnövelni is több mint 100 év szükséges a fenti kitermelési-ráta mellett! Azt nem is hánytorgatom, hogy a régi-Balatonba *szint-esés nélkül* érkező Zala miatt a beérkező-hordalék is csak töredéke lehetett a mainak. Ha tehát azt a mélyebb tavat sodorta volna a jelenlegi foszfor-telítettségbe az átgondolatlan szennyvízkezelési és mezőgazdasági gyakorlat, akkor a mélyebb tófenékről fel nem-kavarodó foszforban-dúsabb üledék nem vagy csak korlátozottan indítana be ma eutrofizációt, amiből ha elégünk lenne, nincs egyébre szükség mint egyszeri ~2-5 cm vastagságú iszap-lepel eltávolítására, hogy hosszútávra rendeződjenek a dolgok.

Most, hogy a vízszint érdemi növelésének a lehetősége elszállt, keserves erőfeszítés lesz szükséges minden-egy centiméternyi nyereséghez. De azért meg lehet tervezni. A kivitelezést azonban nem borogathatja a 4-évente kötelező „demokrácia-bizonyítás” esetlegessége. Nyilvánvalóan érdemes a leg-eutrofizáltabb (és egyben legsekélyebb) Keszthelyi-medencével kezdeni, éspedig vékony-rétegek leförlözésével igyekezni eltávolítani minél-több friss-üledéket. Így a 38 km² területű medence legfelső ~5 cm iszaprétege eltávolítható lenne 380 ezer m³/év kitermeléssel 5 év alatt. A folytatásban a rétegszerű letermelés ismételtetése (valamint bevetése a következő, eutrofizációval leginkább-érintett medence-részekben) mellett kipróbálható más stratégia is. Nevezetesen egy Tó-közepi mélységi-árok gyorsabb kialakítása, azzal az elképzeléssel hogy a még frissebb iszap hígabb-állománya részint gravitáció-keltette oldalirányú-elcsúszással részint az enyhébb de gyakori tóvíz-mozgások által felkeveredve, elmozogva majd ismét kiüledve lassanként hatékonyan dúsul a kialakított árok mélyén – ahonnan már lényegesen kevésbé képes segíteni az eutrofizációt (valamint ahonnan újfent kitermelhető). Ezáltal érdemben szegényedne foszforban a sekélyebb-vizek iszapja. Szükséges persze próbaszerűen tesztelni, hogy az árok-feltöltődés mechanizmusa ténylegesen a jelzett, nem pedig a vágott-rézsűk közvetlen beomlása.

Mindeközben az irdatlan-feladatot eredményességében hátráltató folyamatos behordódás visszább-szorítására is lehet hatékony lépéseket tenni. A KisBalaton felől érkező vizek áramlás-dinamikájának a szükséges átalakításáról már szoltunk: az ott kialakítható további áramlás-lassulás tetemes nyereséget hozhat [vö. III.B.)2.]. A többi, kisebb-vízhozamú befolyás esetén szintén jelentős áramlás-lassulás lenne elérhető, ha a betorkolláshoz közel (de mindenképpen zéró-közeli vízszint-különbséggel) kialakításra kerülne egy-egy méretesebb tó, amit az adott vízfolyás táplál. Ezek egyben foszfor-csapdaként is működnek, lassítva ezáltal mind a hordalék-bevitelt mind a befolyásokkal-táplált foszfor-akkumulációt. Mi több, ezen tavacsák a régi berkek szerepét betöltve nádasaikkal aktív foszfor-kivonást végezhetnek a Tóval-kommunikáló vízcsere közben, de hal-ívóhelyként is szolgálnak, feleslegessé téve azokat a mesterséges hal-betelepítéseket amik szintén rontják a Tó foszfor-mérlegét.

A kotrási-terv első-időszakában a 30-50 év alatt felhalmozódott friss-üledék mint primer-módon mozgósítható foszfor-forrás eltávolítása az elsődleges-szempont, s mindaddig ez kell előtérben maradjon amíg a Tó vízgyűjtő-területén ki nem merülnek az egykor ott-deponált és esővel-záporral mobilizálható *N+P* tartalékok. A továbbiakban a mélységi-nyereségben tett haladás a cél, amivel megteremthető a régi-Balatonhoz hasonló kisebb sérülékenység.



2) De ugyanaz a miniszteri-biztos aki joggal adott hangot kétkedéseinek a KisBalatont illetően [ld. *ref.31*], ugyanott így vélekedik: „*A kutatók álláspontja nem egységes azzal kapcsolatban, hogy lehet-e érdemben csökkenteni a Balaton foszforterhelését a roppant drága kotrással*”

⁵⁷ Amihez hasonlatosak a múlt egyoldalú-szemléletű folyószabályozási-munkálatai, a mostanában újra-köszölgatott „öntözési-teória” széles-gyakorlatba ültetése [ld. *ÖNTÖZÉS*], az ezek hibáit megismételni-kívánó együgyű VGT-konceptiók [ld. *Terv-javaslat, VGT3 II*] – hogy a már sok-helyütt tárgyalt szennyvízipari-szomorújátékot ne is említsem.

5.) NEM mellékes

A kotrási-munkák nem-mellékes hozadéka a kitermelt üledék/iszap **elhelyezésének** a problémája. Az eddig elvégzett kotrások összköltségén spórolandó, általában az volt az eljárás hogy az iszap legrövidebb fuvaroztatásával a Tóhoz rendszerint igen-közel került lerakásra a teher. Ami senkinek sem jó igazán – de ha a benne-levő tápanyagok helyben-zajló be- és ki-mosódását is hozzávesszük, akkor ez a taktika csendesen biztosít egy nem-észlelt hátramenet is egyben. Ha viszont, a már úgylis a plátón-levő anyag messzebbre kerülhetne, ott jelentős hasznot is lenne képes hozni. Mondom a részleteket. A Balatonból kitermelt üledékiszap:

- i) Kb. 2% szervesanyag-tartalommal bír [*Tanulmány* p41]. – Ez, ha aerob-viszonyok közt pl. *alomkomposzt* adalékolással segítjük az átalakulását, kb. 3% humusztartalmú földet eredményezne. Ami elégséges a növényi-élet megindulásához és folyamatosságához.
- ii) Kb. 400 ppm foszfor-tartalommal bír. – Ami csaknem akkora koncentráció mintha a föld foszfor-műtrágyázva lenne (csak hogy annál értékesebb, mert az iszapban a foszfor **többféle** kötésállapotban van jelen).
- iii) Mész tartalma jelentős (~60% CaCO₃). – Amit szinte minden növény megkíván, s ami biztosítja a talaj kedvező és stabil *pH*-tartományát.
- iv) Finomszerkezetű frakciókban gazdag még a szilikátos (homok) állománya is. – Ami kedvezőbb adszorptív és vízháztartási tulajdonságokat biztosít ennek a futóhomokénál fajlagosan lényegesen-nagyobb felülettel bíró anyagnak.

Mindezekből világos kell legyen: Mérheterlen nagy hasznára lenne az effajta-üledék* a sivár homoktalajainknak. Amelyek vízháztartására a tartós-vízhiány a jellemző, amelyen a keresztülfutó csapadék a tápanyagok már feltáródott-hányadát rendszeresen az elérhetetlen-mélységekbe lemossa, mindezt amiatt mert a nagyobb homokszemcsék kis fajlagos-felülete kevés adszorpciós-helyet biztosít még a humuszanyagoknak is, amit ráadásul előzőleg „haladó-technikákkal” kiéltek az ottani talajokból.

De amely futóhomoknak a felső-rétegébe dolgozva ezt az üledéket, az feltöltődne humusszal, **P** (+N+egyéb) tápanyaggal, s amelynek az aprószemcsés-eloszlása nagyobb adszorpciós-kapacitásával biztosítaná mindezek helyben-maradását, együttesen segítve így a talaj-szegmens jobb vízgazdálkodását is. Amik pedig alapjai annak a növényi-életnek, amely azután a saját „kezébe veszi” a még durva-szerkezetű alsóbb rétegek ásványaiból biológiai-erőzítővel⁵⁸ feltárni a rejtettebb mikroelemeket, s egyúttal felületnövelő aprózódásra bírni a makro-kristályos ásványt.

* Sőt. Ha nem csak sopánkodni akarunk a futóhomok-talajállagú területeink terméketlensége fölött, akkor a nagybani-vízgazdálkodás otromba melléfogásai elkerülése mellett élni kellene azzal amit a *Természet* is végez, ámde csak évmilliók alatt. Transzponálni kellene a kötött aprószemcsés (és feltárt ásványokban gazdag) agyag-talajainkból a *Duna-Tisza közi* sivár homokra.

De ha maradunk csak az üledékeknél, akkor kitapintható a közös-elem abban az érvelésben⁵⁹ is, amelyik a *Gyálai Holt-Tisza Fekete-bögeje* retkes-szennye „mérgeit” egy soványabb-talajon vékony felszíni-terítéssel javasolja ártalmatlanítani [adalékolással ott is, biztosítva az aerobitást], hiszen a „szutyokban” levő jelentős-mennyiségű szerves-anyag az aerob-átalakulást követően életteremtő talajréteget hagy hátra maga után.

Zárógondolatként szükségesnek tartom nyomatékosítani: A kotrásra és kitermelésre a „*Célratorés*” alatt bedobott 600 ezer m³/év borítékolhatóan elutasítással, de legalábbis ugyanerre-vezető prevarikálással fog találkozni. S nagy a sansza hogy ismét a pöcskörésző szöszmötölés irányvonala diadalmaskodik, azokkal a jelszavakkal és költség-igényes eszköztárral amik érdemlegességét *ref.58 III.) B.L. 2.)* és *4.)* alatt már megvillantottam. Emiatt szükségesnek tartom kiemelni:

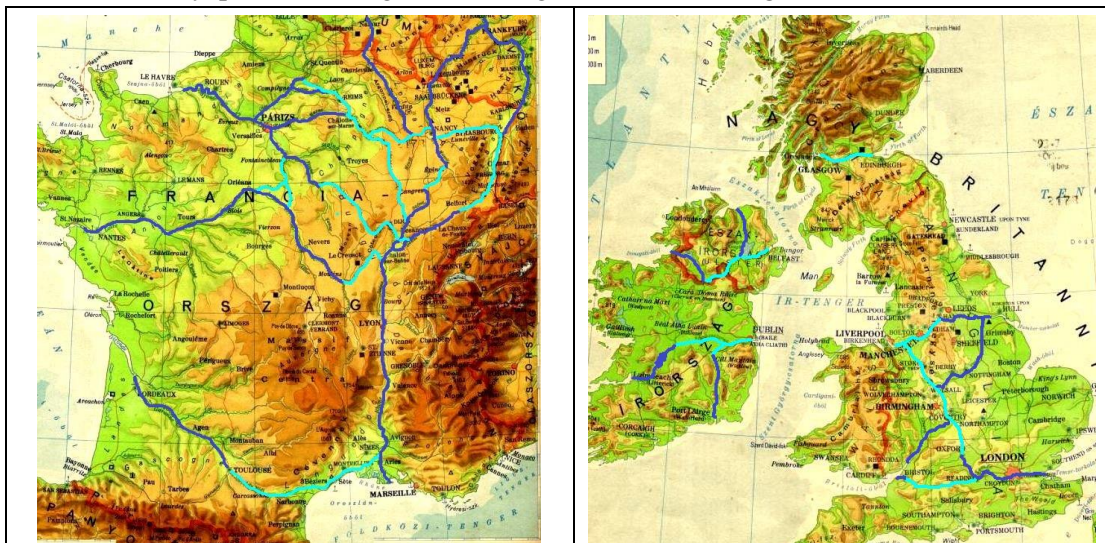
- 1) Pl. azt a részletet, amire a *Gyálai-feltárásban* [*ref.59*] csupán szüksézáván utaltam: a *Maty-éri* kajak-kenu versenypálya létrehozásakor minimum ugyanennyi föld kellett kitermelésre kerülni. [Igaz, a létrehozás időtartama előttem nem ismeretes.]
- 2) S mi ez ahhoz a tettehez képest, amivel *Hollandia* hódított el területeket a tengertől? S tartja azokat megtartva, tengervízszint-emelkedés ide vagy oda...

58 **TALAJTAN IV.)B.)3.)b)**

59 **HOLT-Tisza IX. fejezet**

Csupán a *Zuiderzee* tengertől-leválasztáshoz szükséges gát [32 km hosszú, 90 m széles, 7,5 méterrel a tengerszint fölé emelkedve, biztonságot-adó 25%-os rézsű-alappal] anyaga 13,5 millió m³ tó-üledék és 23 millió m³ homok kitermelését és szállítását követelte meg. Maga a leválasztás 5 éven belül sikerült – tengeráramlási-viszonyok mellett. A teljes költség (zsilipekkel, autóúttal stb.) 2004-es-áron 700 millió Euró, 4-5000 ember foglalkoztatásával, 1927-1932 között.⁶⁰

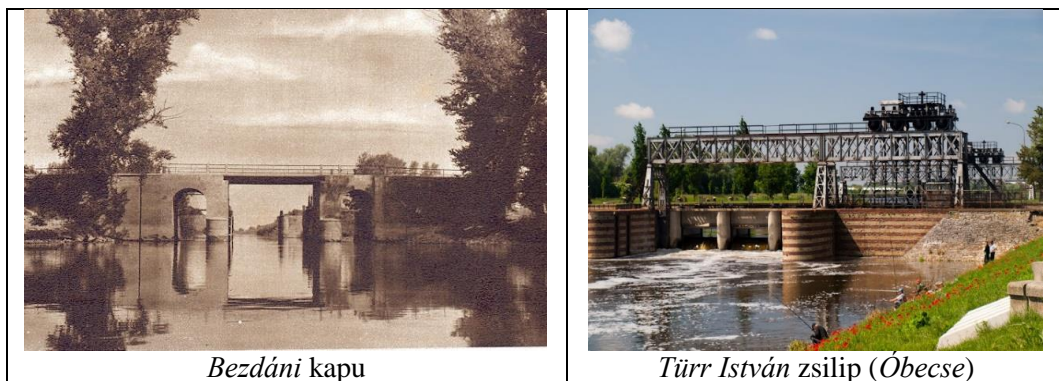
- 3) Kalkuláljunk hát mi is: Ha 10 m³ szállítókapacitású gépjárműparkra lenne tervezett a fuvaroztatás, akkor egy 200-as flotta évi 300 nappal számolva, napi 1-fordulóval teljesíteni tudná ezt a penzumot.
- 4) De függeszthetjük a tekintetünket távolabbra is. Vajon az alábbiak mennyi földmunkával jártak? *Franciaország* vízi-kapcsolattal bír [többek között] az Altanti-óceán és a Földközi-tenger között... *Anglia* testét is [ha úgy tetszik] több szigetre bontja az Atlanti-óceán ill. az Ír-tenger és az Északi-tenger közt létesített „multi-channel” összeköttetés...
Még *Skócia* és *Írország* is belépett a klubba, De *Keleten* is találunk példákat efféle: *Visztula–Dnyeper*, *Don–Volga*, *Fehér-tenger–Finn-öböl–Volga* összeköttetések.



18. ábra: Vízi-összeköttetések (folyó: **kék**, csatorna: **türkiszszöld**)
[N.B.: a precíz viszonyok ennél részletesebb ábrázolást kívánnának.]

Tehát, nem a kibúvókat kellene szűkölve keresni a teendők elhárítására, hanem nekilátni ha dolog adódik a házunk-tája körül. Legyen az egy elfuserált-lépés korrigálása, vagy éppenséggel nekidurálni magunkat végre a Dunát a Tiszával egybefűző belföldi vízi-összeköttetés létrehozásának*.

* Csak mentőül: Az 1802-ben átadott *Ferenc-csatorna*⁶¹ – [hossza 108 km, szélessége 18,6 m, mélysége 2 m, vizét öt zsilip tartja (épült: mindennemű gépi-munkaerő nélkül)] – egyszer már összekötötte két nagy folyamunkat. Mára ez (a *Triani-bábáskodás* elrendezéseként) Szerbia területére esik.



19. ábra: a képek forrása: <https://dunaiszigetek.blogspot.com/2013/02/ferenc-csaszar-csatornaja.html>

2021. október 21. *Fuggerth Endre*

⁶⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Zuiderzee> Works

⁶¹ <http://www.kislexikon.hu/ferenc-csatorna.html>