

VÍZ VILÁGNAPJA RENDEZVÉNY a Balaton Régióban

2026. március 24.
SIÓFOK

**Vízpótlás, vízátvezetés: Nemzetközi tapasztalatok és a
Balaton lehetőségei**

Dr. Kutics Károly
VIZITERV Environ NP Kft.



Deteriorating Water Balance

Water Transfer as Last Resort to Save Lakes

Károly Kutics¹, Gabriella Kravinszkaja², György Varga³

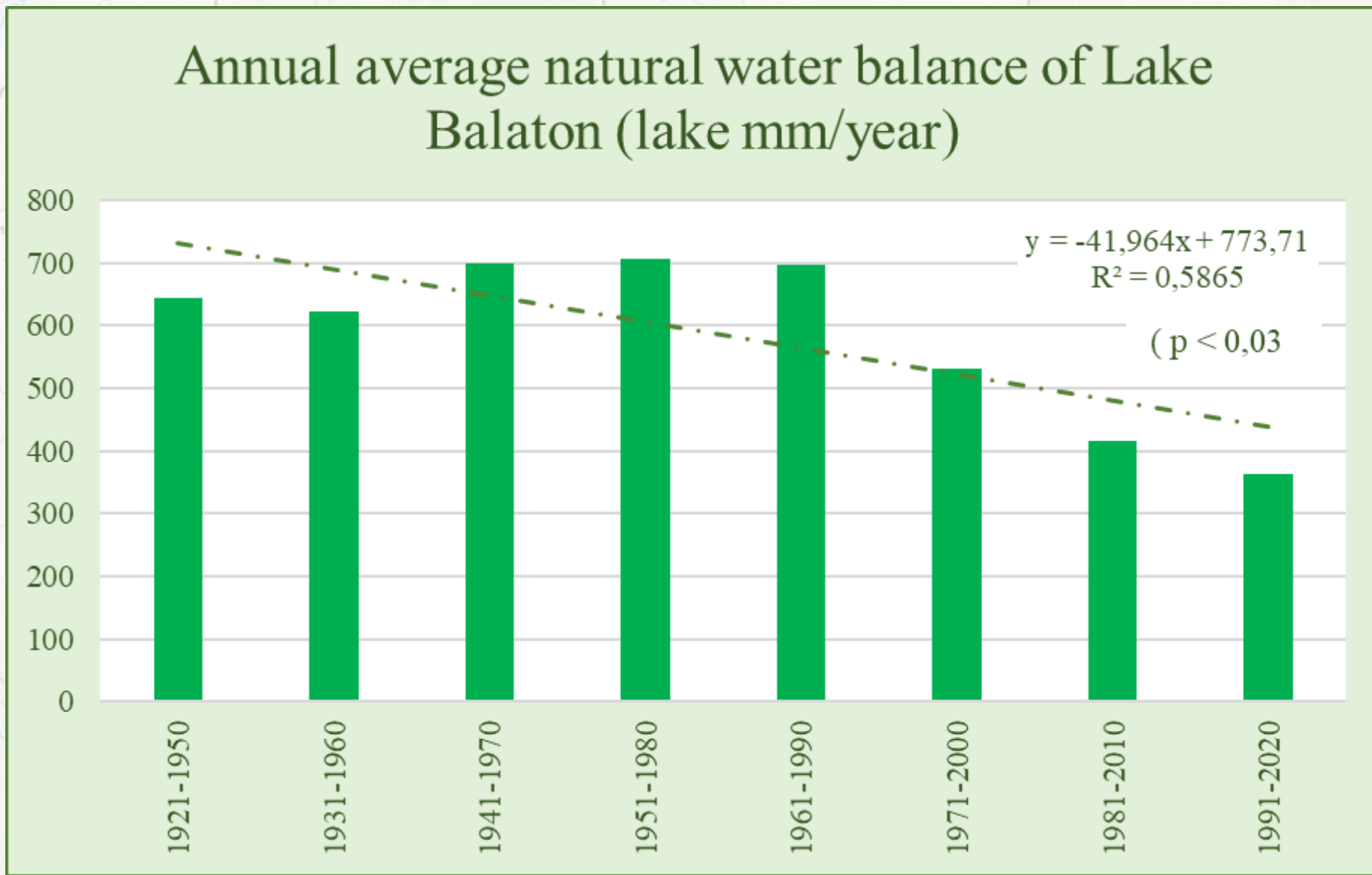
¹VIZITERV Environ Non-profit Ltd.

²Central Trans-Danubian Water Management Directorate

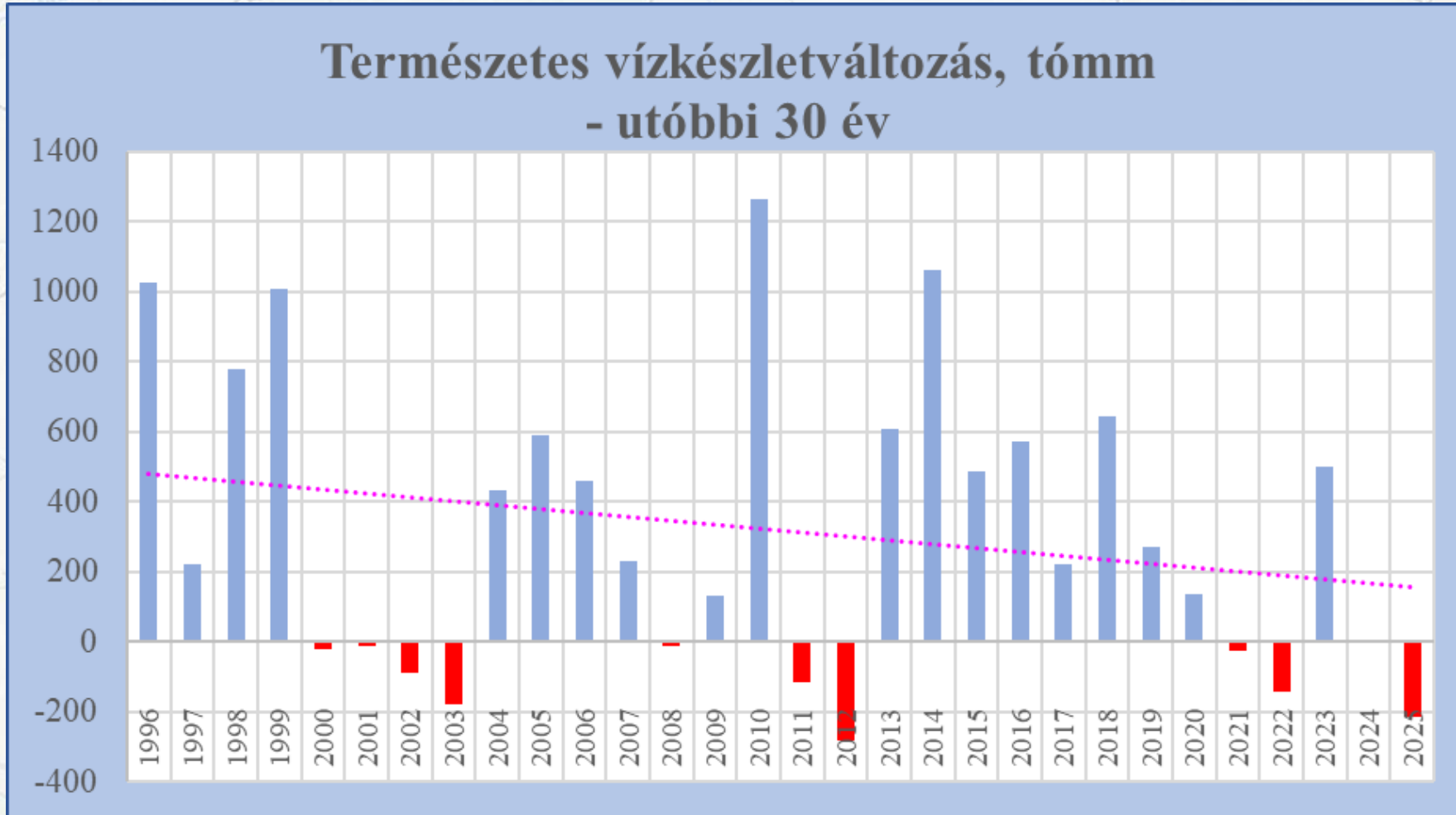
³General Directorate of Water Management

**19th WORLD LAKE CONFERENCE
BALATONFÜRED, HUNGARY
NOVEMBER 7-9, 2023**

A természetes vízkészlet változás tendenciája 30 éves átlagok



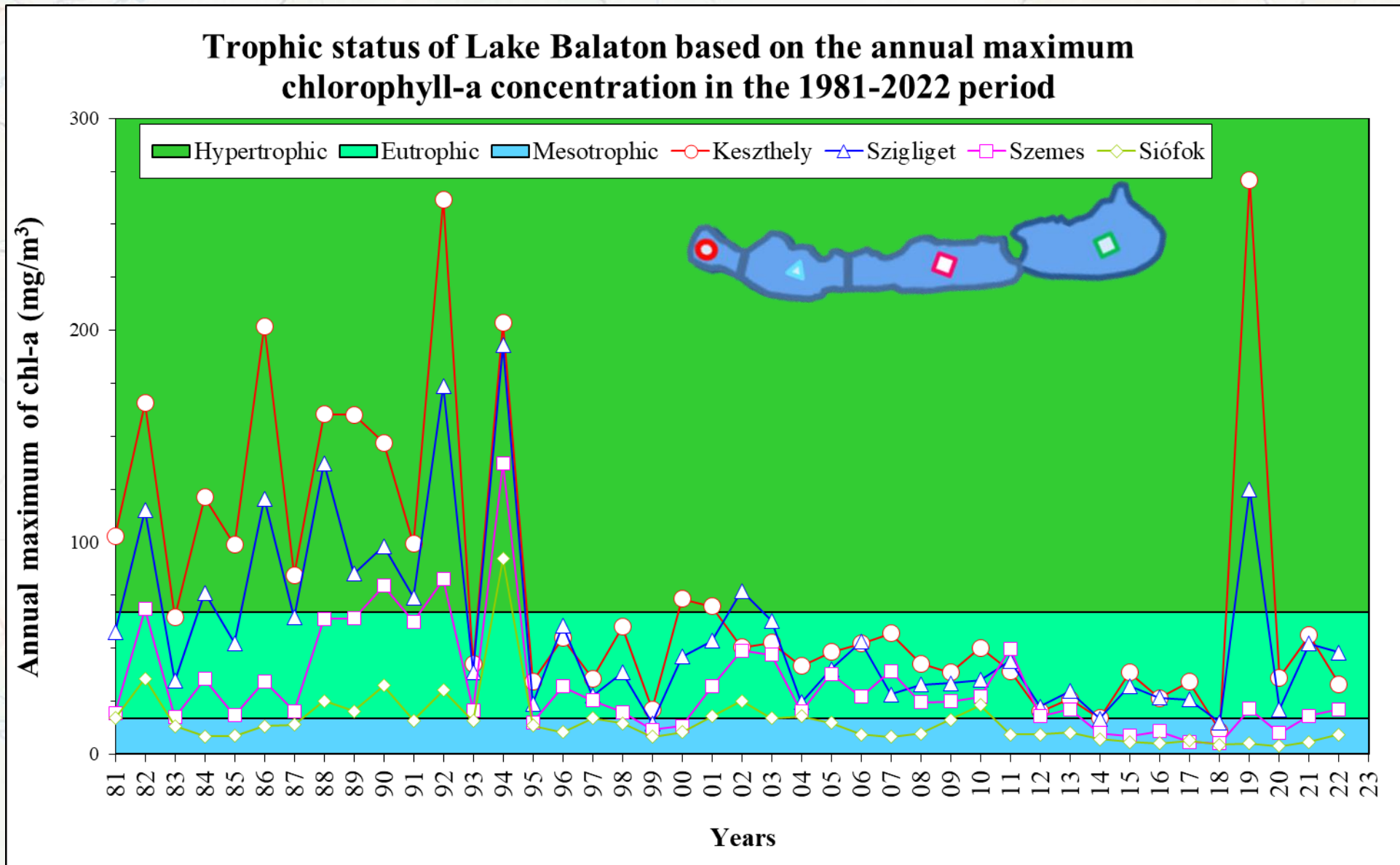
A természetes vízkészlet változás csökken, de pozitív - akkor mi is a probléma?

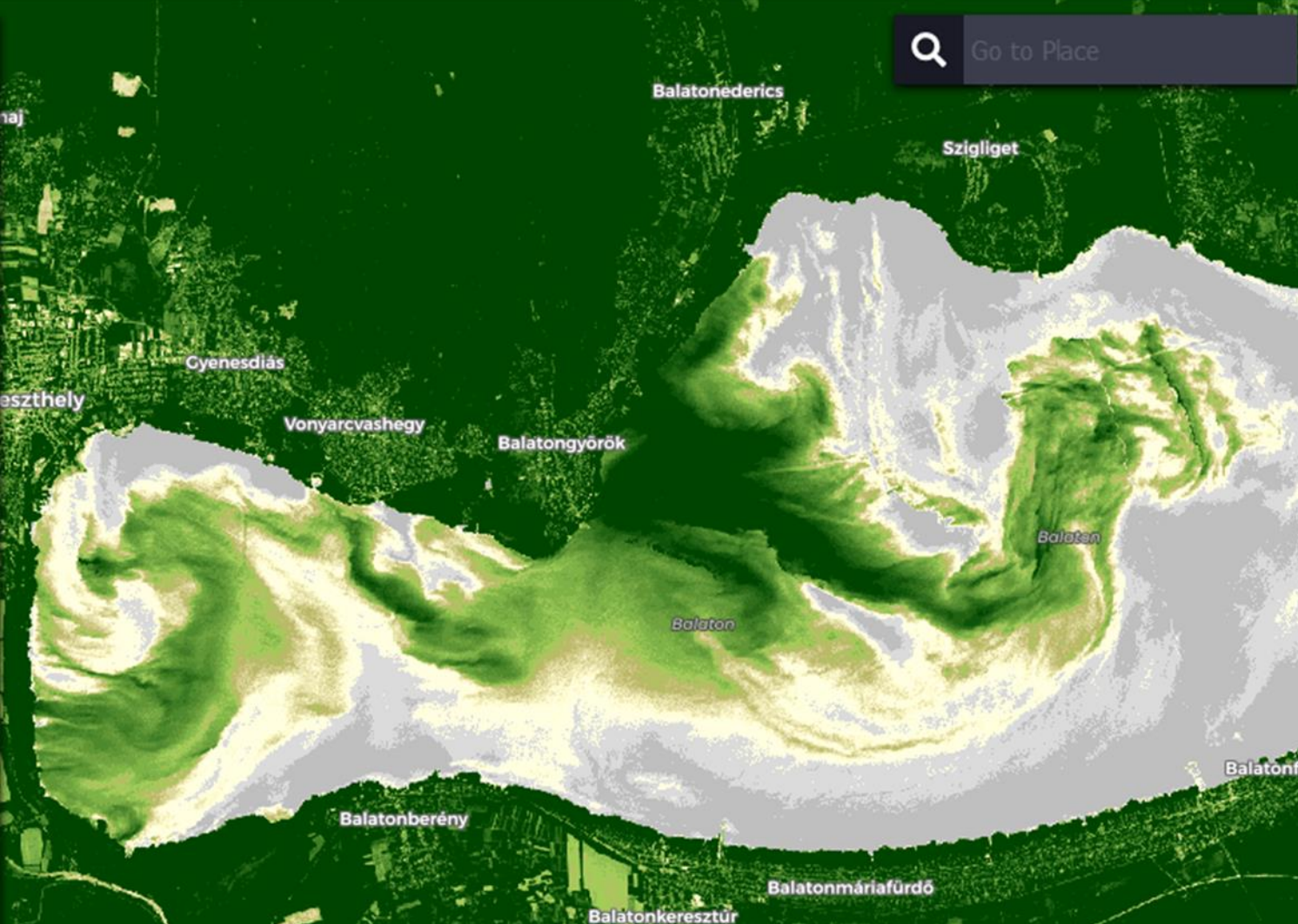


**Az 1921-1999 időszakban az éves természetes vízkészlet változás mindig pozitív volt!
A 2000. év óta 10(!) olyan év a 26-ból, amikor ez negatív!**

A Balaton eutrofizációs helyzete az utóbbi évtizedekben

Forrás: KDT VIZIG és web.okir.hu





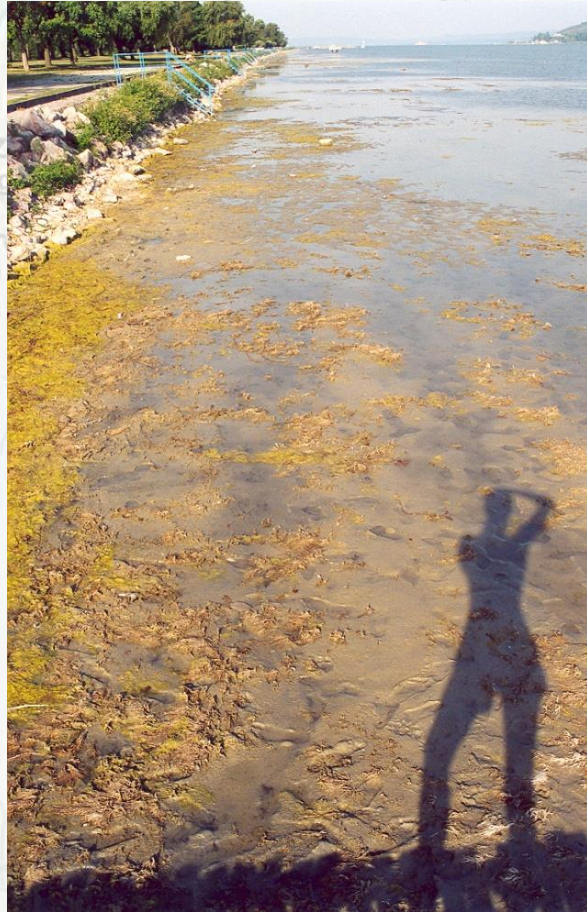
Nyugati medence: rekord méretű algavirágzás
Sentinel-2 Satellite Image
2019. szeptember 5.
„klorofill-a” (NDVI)



Keleti medence: normál vízínőség, algásodásnak nincs jele
Sentinel-2 Satellite Image
2019. szeptember 5.
„klorofill-a” (NDVI)

NDVI = Normalized Difference Vegetation Index

A tó vízszint csökkenése és a békanyál tömeges megjelenése a sekély vízben (*Cladophora glomerata*) 2003. augusztus/szeptember



A tó vízszint csökkenése és a békanyál tömeges megjelenése a sekély vízben (*Cladophora glomerata*) 2003. augusztus/szeptember

Ilyen állapothoz nem szükséges alkalmazkodni, inkább el kell kerülni.



Sió alegység

Kapos
alegység

Az alacsony vízszint és a csökkenő mértékű vízcserre ökológiai következményei

- Ivóhelyek és felületek csökkenése (nádas, kőszórás szárazra kerül)
- A fonalas zöld alga (*C. glomerata*) tömeges elszaporodása a sekély ($h < 50$ cm) vízben
- Magasabb víz hőmérséklet, nagyobb biológiai aktivitást jelent – nagyobb alga csúcsok (kb. 4-7 % per 1 °C növekedés)
- Erősebb felkeveredés és gyorsabb anyagátadás az üledék és a víz között
- Megnövekedett oldott só koncentráció
- Gyomok, bokrok, fák növekedése a parti zónában nádasok helyett
- Felúszó alga szőnyegek növekedése az üledék felszínén
- A makrovegetáció (hínár) elszaporodása a vízben



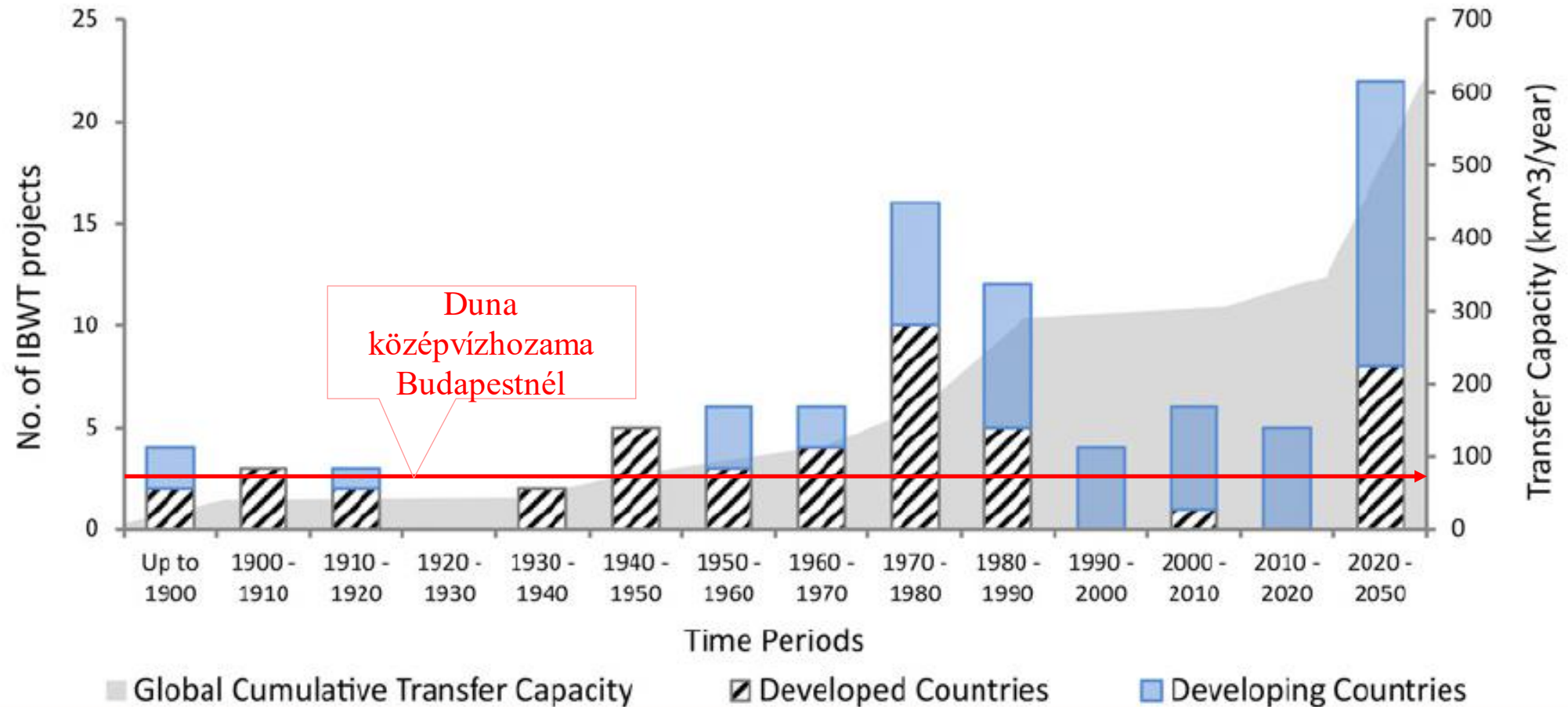
Potenciális megoldás a romló vízmérleg és a vízminőség problémájára – „kettő az egyben csomag”

avagy
„két legyet egy csapásra?”

**Vízátvezetés más vízgyűjtőről!
Inter Basin Water Transfer (IBWT)**

A vízgyűjtők közötti vízátvezetési (IBWT) projektek dinamikája évtizedes bontásban a világban

Rollason, E. et al.: Progress in Physical Geography, 2022, Vol. 46(3) 371–397



Vízátvezetési megaprojektek (WTMP)

Definíció:

Megaprojekt: Költség > 1 milliárd USD, Távolság > 190 km, Térfogat > 0,23 km³/év (>7,3 m³/s)

A megaprojektek összesítése (építés alatt, tervezés alatt és javasolt)

Kontinens	Projektek száma	Összes átvezetési távolság km	Összes átvezetett térfogat km ³ /év	Összes projekt teljes költsége milliárd USD
North America	34	24,800	1,333	1,883
Asia	17	28,631	321	532
Africa	9	6,600	233	128
Australia	7	8,238	12.9	72
South America	6	11,780	8.2	36
Europe	3	347	2.1	1.7
Total	76	80,396	1,910	2,653

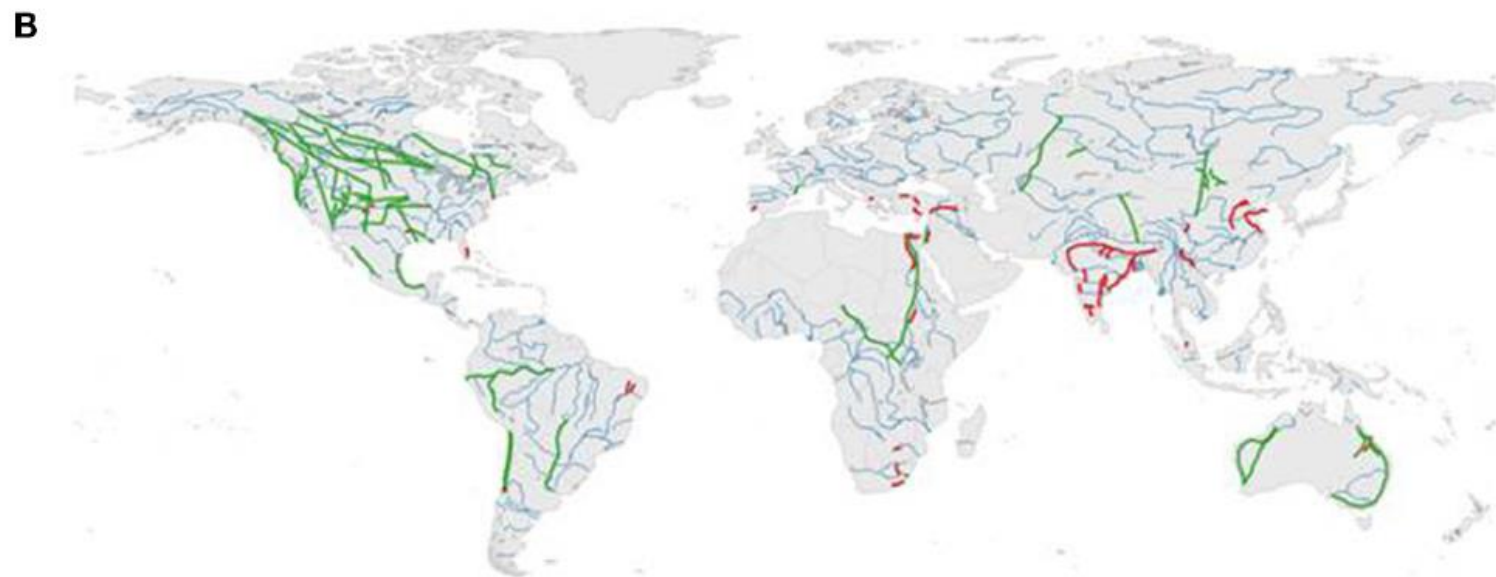
Magyar GDP
kb. 11-szerese

(A) Meglevő vízátvezetési
megaprojektek globális
helyzetképe (fekete vonalak)
(N = 34)

és

(B) Jövőbeli, építés alatt álló
(piros vonalak) vagy tervezés
alatt álló (zöld vonalak)
megaprojektek (N = 76).

A Vízgyűjtők közötti vízátvezetési megaprojektek

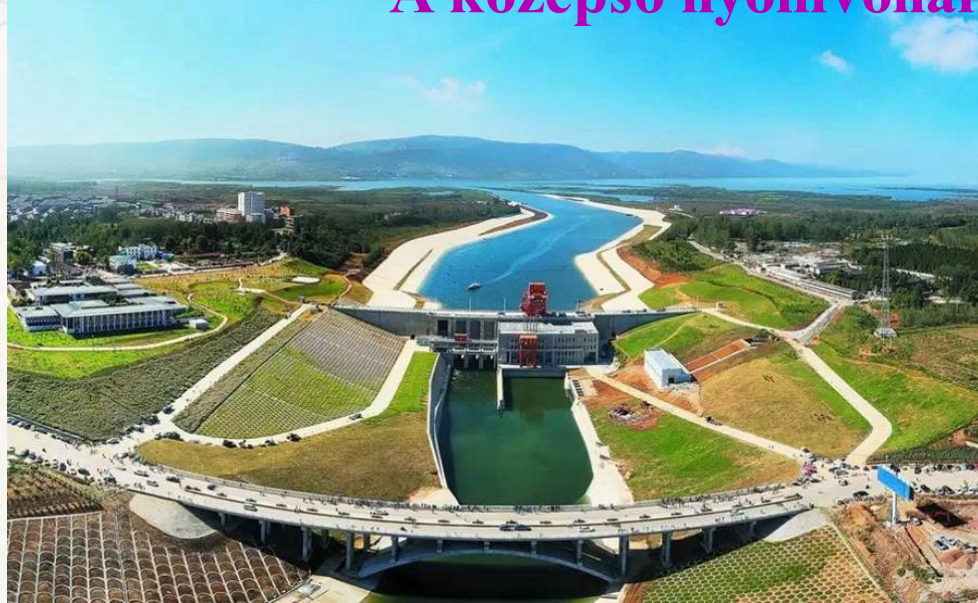


— WTMP - existing
 — WTMP - under construction
 — WTMP - planned
— major rivers

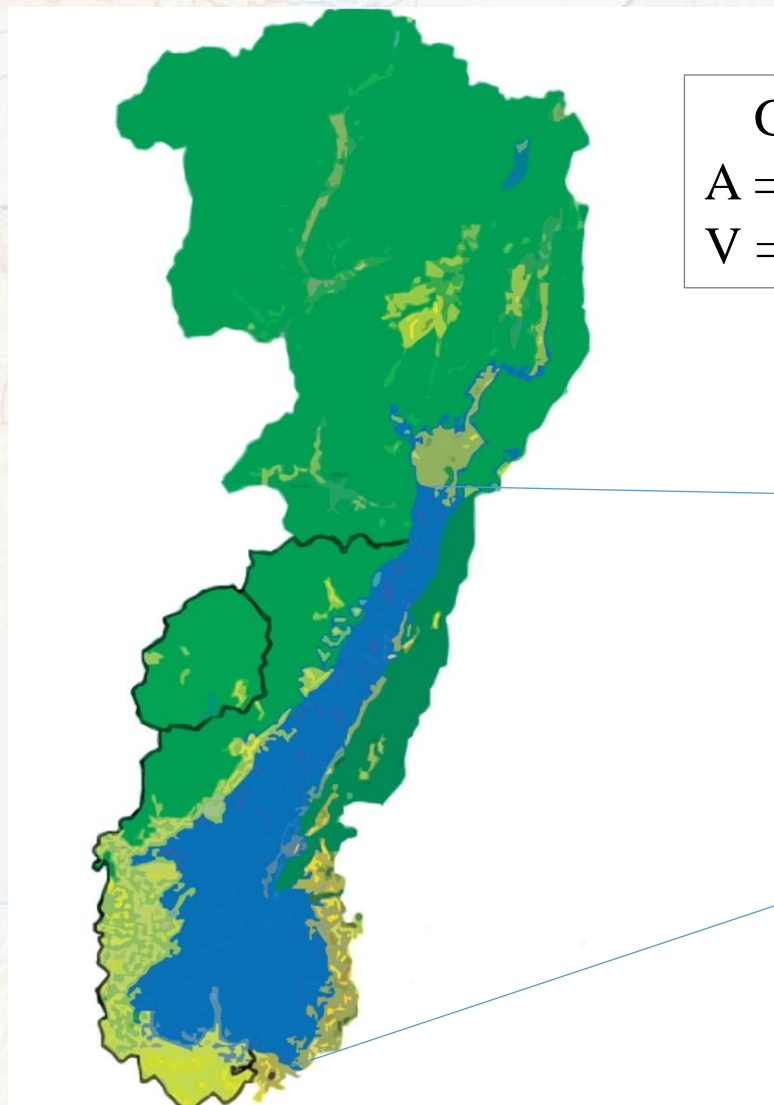
Működő és tervezett megaprojektek Kínában

Délről-északra vízátvezetési nagyprojekt

A középső nyomvonalon (a képen): 300 - 400 m³/s átvezetés Peking felé



Olaszország: Adige folyóból a Garda-tóba



Garda-tó
 $A = 368 \text{ km}^2$
 $V = 49 \text{ km}^3$



Adige folyó
Hossza: 410 km
Középvízhozama: $235 \text{ m}^3/\text{s}$



A hordalékkal terhelt árvizek bevezetése ellenére, a mai napig nincs jele ökológiai „katasztrófának”



Video: <https://www.youtube.com/watch?v=5azGbROX3Vg>



Adige folyó – Garda-tó átvezetés

Mori-Torbole alagút

Eredeti funkció: Árvízvédelem, Verona védelme

A funkció és az üzemeltetés felülvizsgálatra kerülhet a Garda-tó utóbbi időben tapasztalt vízszint csökkenése miatt.

Az átvezetés jellemzői:

Hossz: 9,873 m

Beömlő oldal magassága: 161 m tsz.f.

Kiömlő oldal magassága: 55 m tsz.f. (Garda-tó ÉK vége)

Esés: 0,869 % (nagyon nagy)

Átlagos átmérő: 8,0 m

Max. vízhozam: 500 m³/s (!) - extrém nagy! kb. a Duna vízhozama Passaunál

Áramlási sebesség max. vízhozamnál: 11 m/s

Zsilip nyitás dátuma	Átvezetett térfogat	Maximális vízhozam
17 novembre 1960	70 000 000 m ³	450 m ³ /s
2 settembre 1965	79 000 000 m ³	440 m ³ /s
17 agosto 1966	17 000 000 m ³	280 m ³ /s
4 novembre 1966	64 000 000 m ³	492 m ³ /s
14 settembre 1976	12 000 000 m ³	300 m ³ /s
17 novembre 1980	26 000 000 m ³	300 m ³ /s
19 luglio 1981	7 000 000 m ³	300 m ³ /s
23 maggio 1983	20 000 000 m ³	300 m ³ /s
17 novembre 2000	4 700 000 m ³	100 m ³ /s
26 novembre 2002	6 100 000 m ³	100 m ³ /s
29 ottobre 2018	17 500 000 m³	350 m³/s a fényképeken
03 marzo 2022	6 100 000 m ³	100 m ³ /s

A Trasimeno-tó jellemzői

Felület: 120.58 km²

Átlagos mélység: 4.7 m (257.1 tsz.f.)

A világos szürke terület a Trasimeno-tó természetes vízgyűjtője.

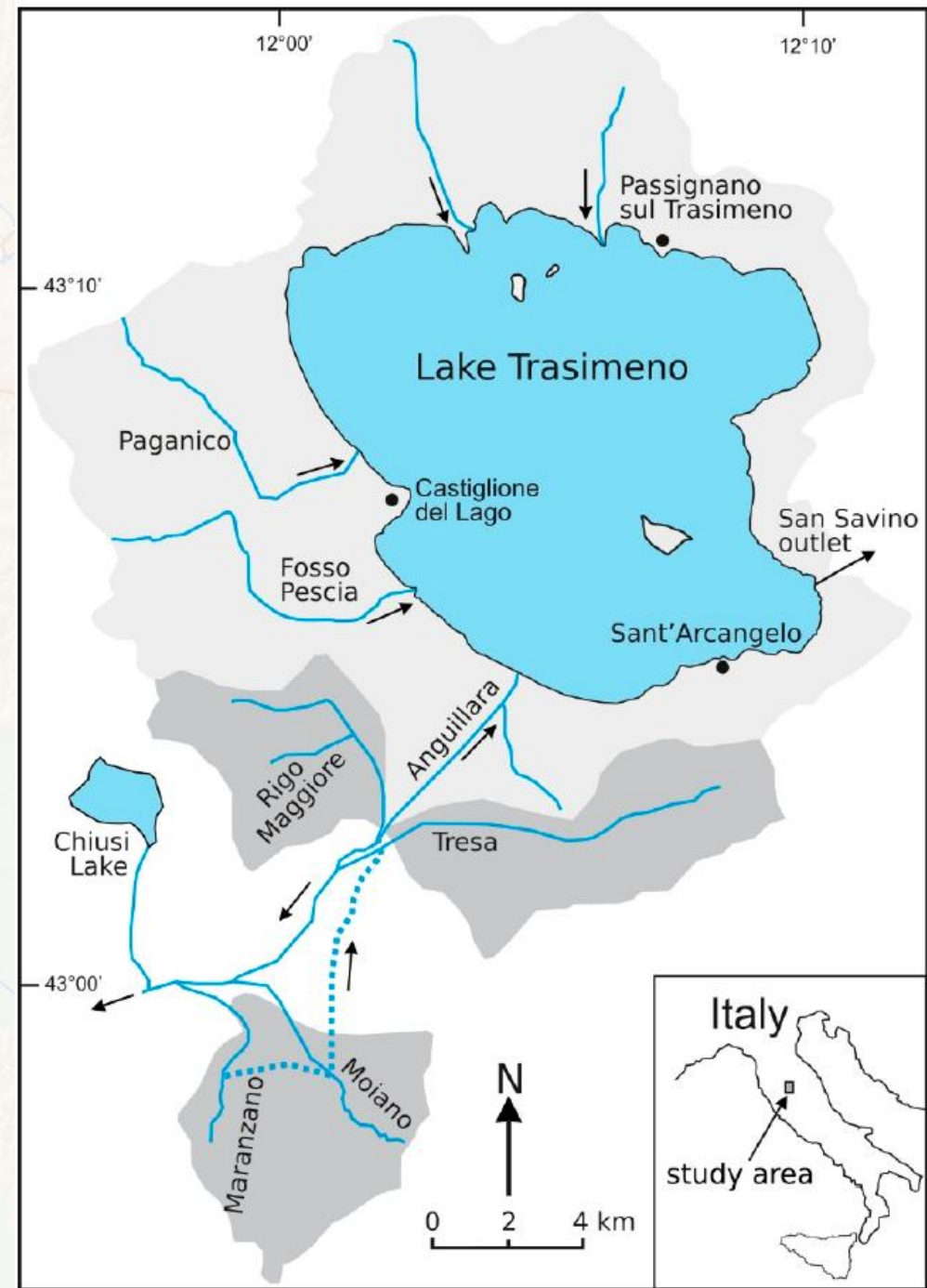
A sötétszürke területek azokat a vízgyűjtőket mutatja, amelyekről 1957 után vízátvezetés történik.

A kék szaggatott vonalak mesterséges csatornákat jelölnek.

Átlagos pótlási vízhozam: 0,3 – 0,5 m³/s
(Ref.: Water 2019, 11, 1319; doi:10.3390/w11071319)

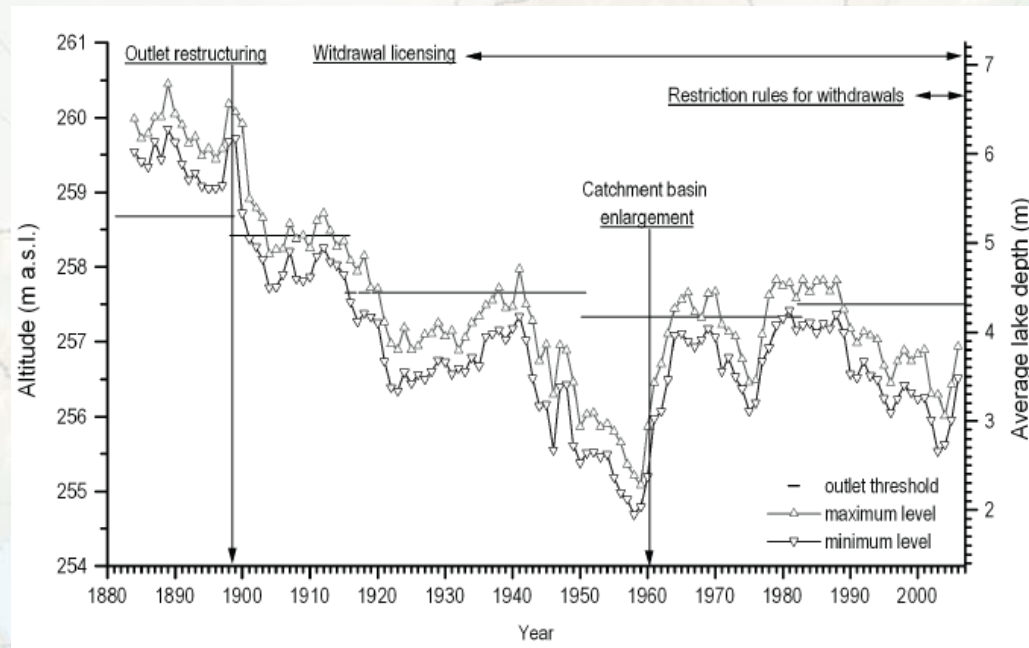
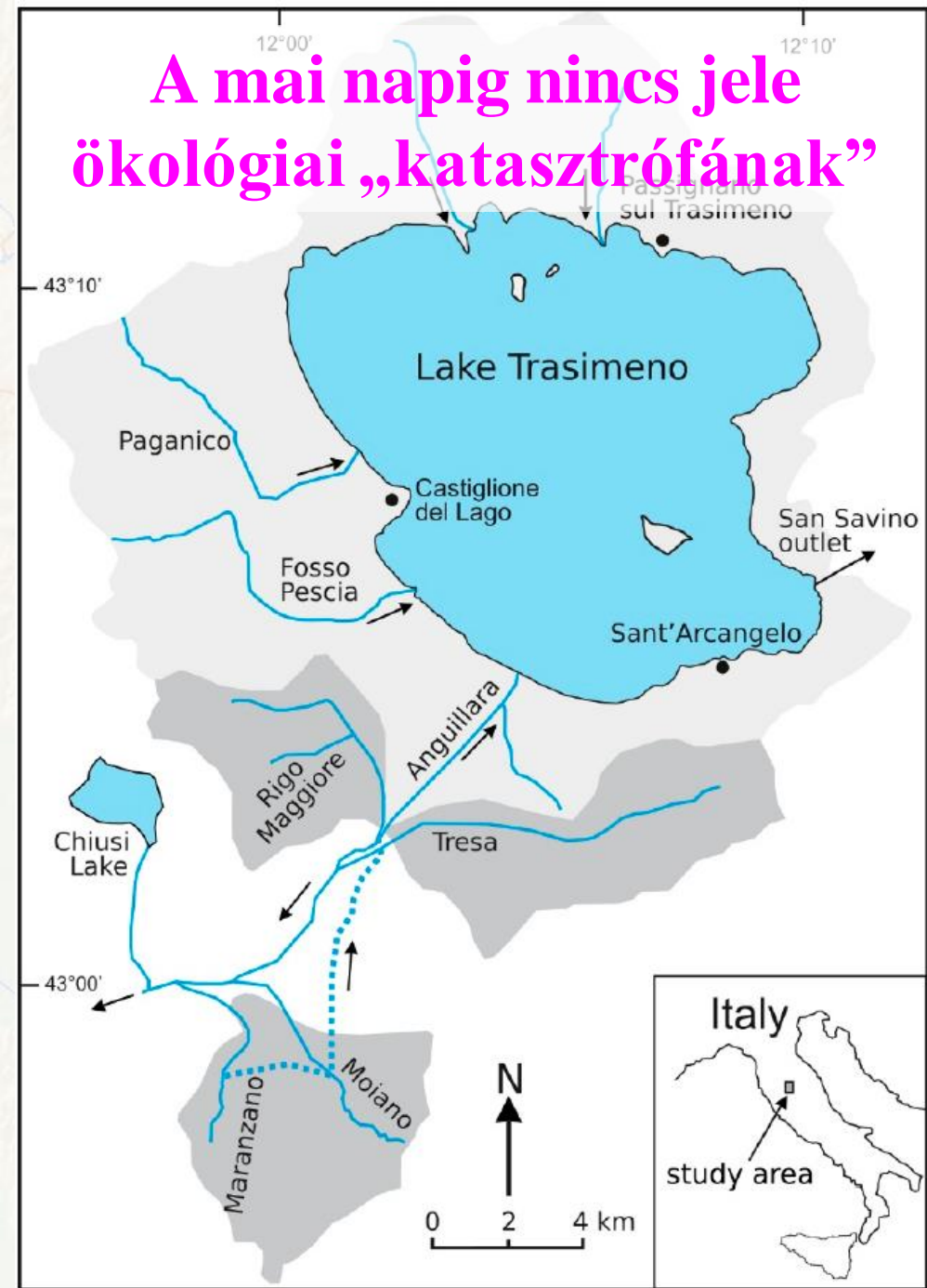
Szárazság: 1958, 1970-1975, 1989-2012

Vízbö év: 2013-2014. 30 év után először eresztettek vizet a tóból!



A mai napig nincs jele
 ökológiai „katasztrófának”

Trasimeno-tó vízállás, vízáthvezetés



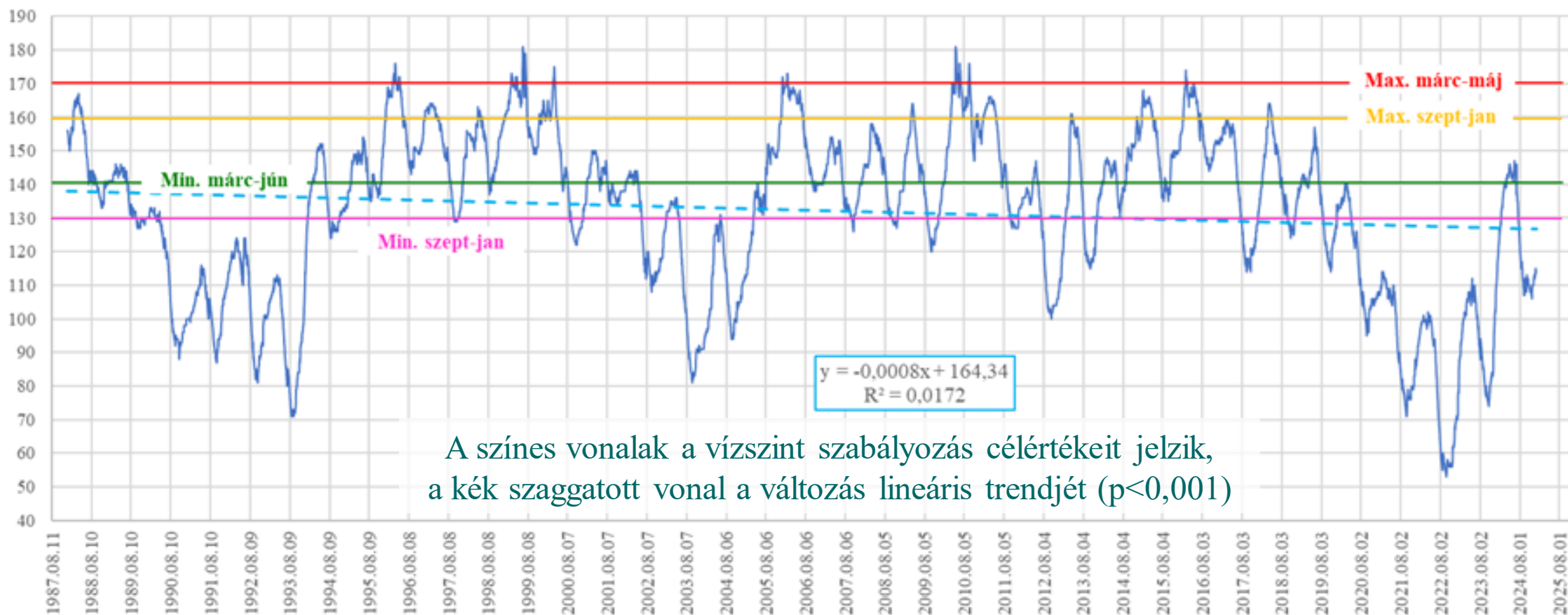
„Egy folyamatban levő projekt vízáthvezetést jelent a Tevere (Tiberis, cca. 20 km – KK) folyó medencéjéből, mezőgazdasági célra (amely kb. **30 millió m³/év (0,95 m³/s)**. Ez vízszintben kb. 250 mm/év értéknek felel meg; *Morozzi et al. 1998*). Ez a projekt feltétlenül enyhíti a tó hidrológiai krízis helyzetét, ámbár ennek a beavatkozásnak az ökológiai hatásait még nem értékelték.”

LUDOVISI, A. and GAINO, E.: Meteorological and water quality changes in Lake Trasimeno (Umbria, Italy) during the last fifty years, *J. Limnol.*, 69(1): 174-188, 2010

Velencei-tó rendkívül sérülékeny tó

A történelemben ismert a csaknem teljes kiszáradása 14 alkalommal, legutóbb 1863-1866 között. Az utóbbi évtizedekben 4 alkalommal is kritikusan alacsony volt a vízállása

A Velencei-tó napi vízállása (cm) 1988-2024 között



A színes vonalak a vízszint szabályozás célértékeit jelzik, a kék szaggatott vonal a változás lineáris trendjét ($p < 0,001$)

Velencei-tó vízpótlása karsztvízből 1991-1995

Összes vízpótlás: 12,29 millió m³ (a tó térfogatának 30 % -a)
Maximális vízhozam: 0,205 m³/s (1994)

Ökológiai és szocio-ökonómiai problémákat éppen a vízpótlás hiánya okoz!



További vízávezetési projektek különféle – akár összetett – céllal

Tó neve	Terület, km ²	Átlag mélység, m	Vízpótlás célja	Kapacitás, m ³ /s	Vízpótlás, m ³ /s	Időszak	Költség, milliárd Ft
Velencei	24,3	1,8	VK, GA, VM, ÖK	0,27	0,079	1991-1995	n.a.
Balaton	600	3,5	GA, ÖK, (VM)	5,33	1,3	1966-1990	n.a.
Trasimeno	124	4,7	VK, VM, GA	0,5	0,3-0,5	1959-	
Garda	368	133	ÁV	500	492	1960-2023	
Chao	780	2,7	VK, VM	2 x 150	90-140	2023-	
Tai	2330	1,9	VM, VK, GA, ÖK, ÁV	65	63,4	2007-	9 800
Hongze	2135	1,9	VK, GA, HA,	100	100		
Kasumigaura	220	4	VK, VM, ÖK, GA	35	3,5-25	1969-1995-	700
Teganuma	4	0,9	VM, ÖK	10	1,5-10	2000-	12
Pusztuló nagy tavak							
Csád	23 000 - 2 000		GA, ÖK	25 -100	-	??	
Aral	68 000 - 8 000		GA, ÖK, EE, HA	1 000	-	??	
Urmia	6 000 - 600		VK, ÖK	19	-	2023-	

ÁV: Árvízvédelem

VK: Vízkészlet

VM: VizMinőség

GA: Gazdaság (turizmus, ipar, mez.gazd.)

EE: Emberi egészség

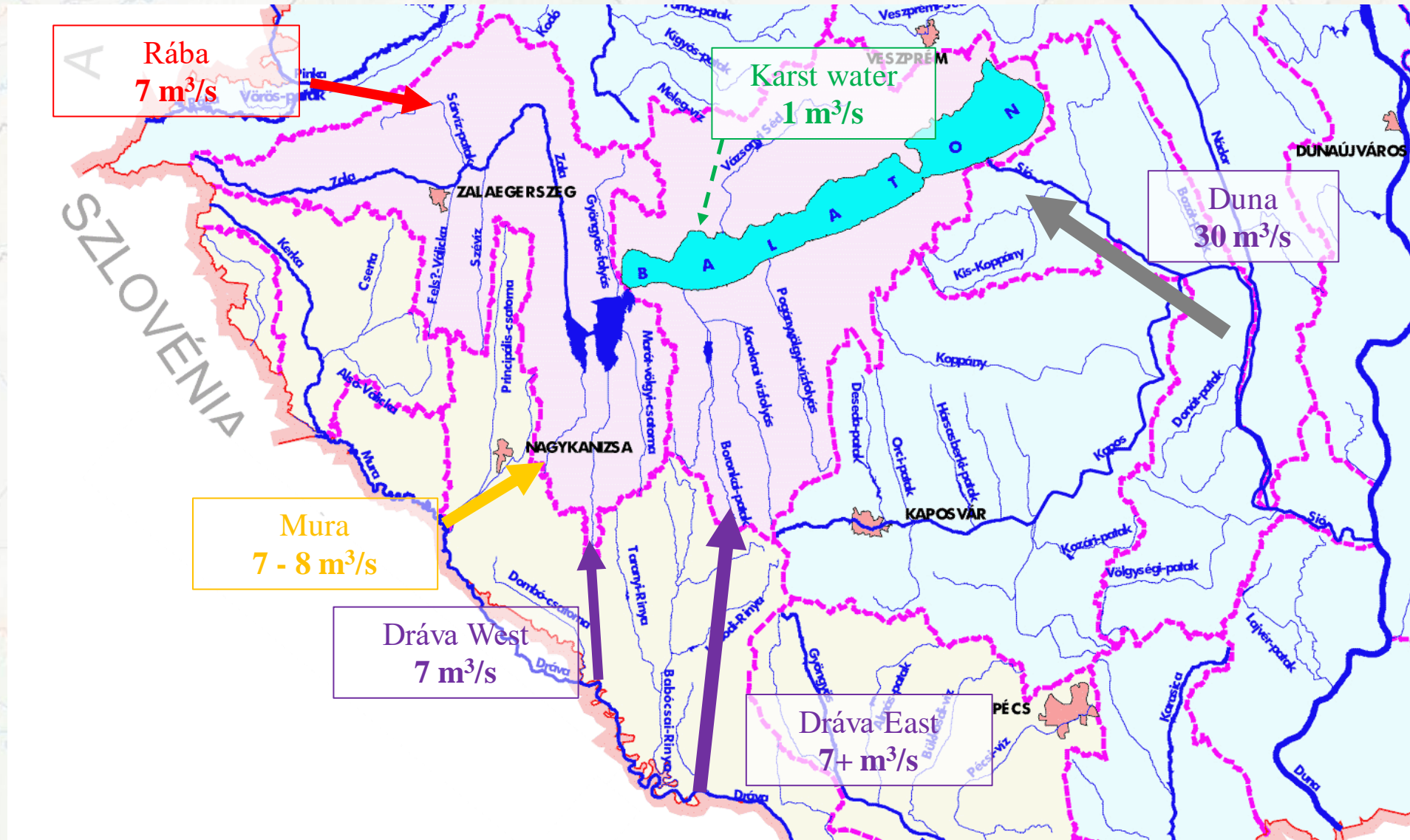
ÖK: Ökológia

Ha: Hajózás

Időközi következtetés: A vízávezetés/pótlás hasznos lehet egy tó számára, tehát komolyan meg lehet fontolni a Balaton esetében is!

(vagy legalább is, nem szabad meggondolatlanul reagálni a Balaton vízgyűjtőjére történő átvezetésekre más vízgyűjtőkről!)

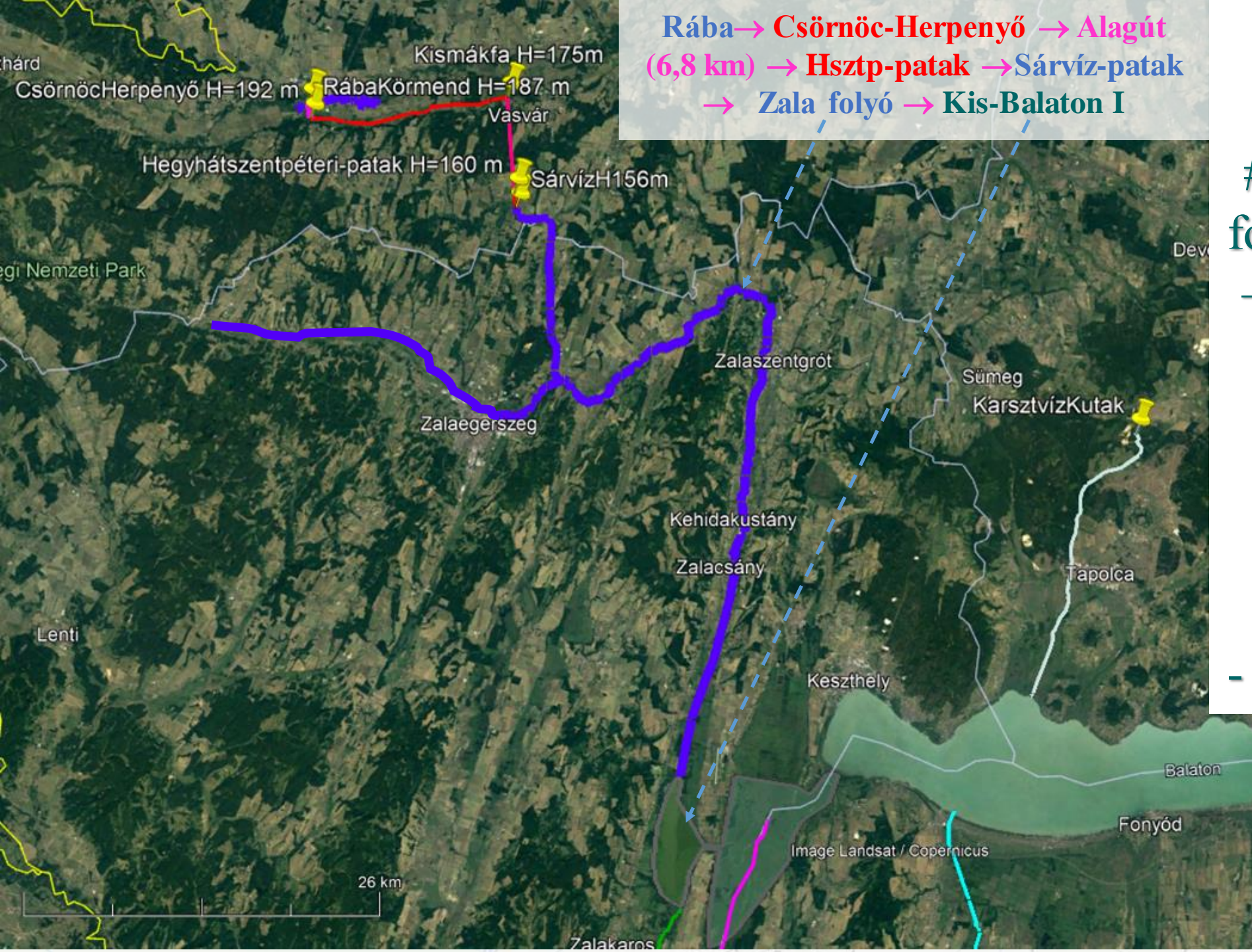
A Balaton vízpótlási lehetőségei – korábbi tanulmányok



#1 Rába folyóból gravitációsan – Kis-Balaton I tározóba



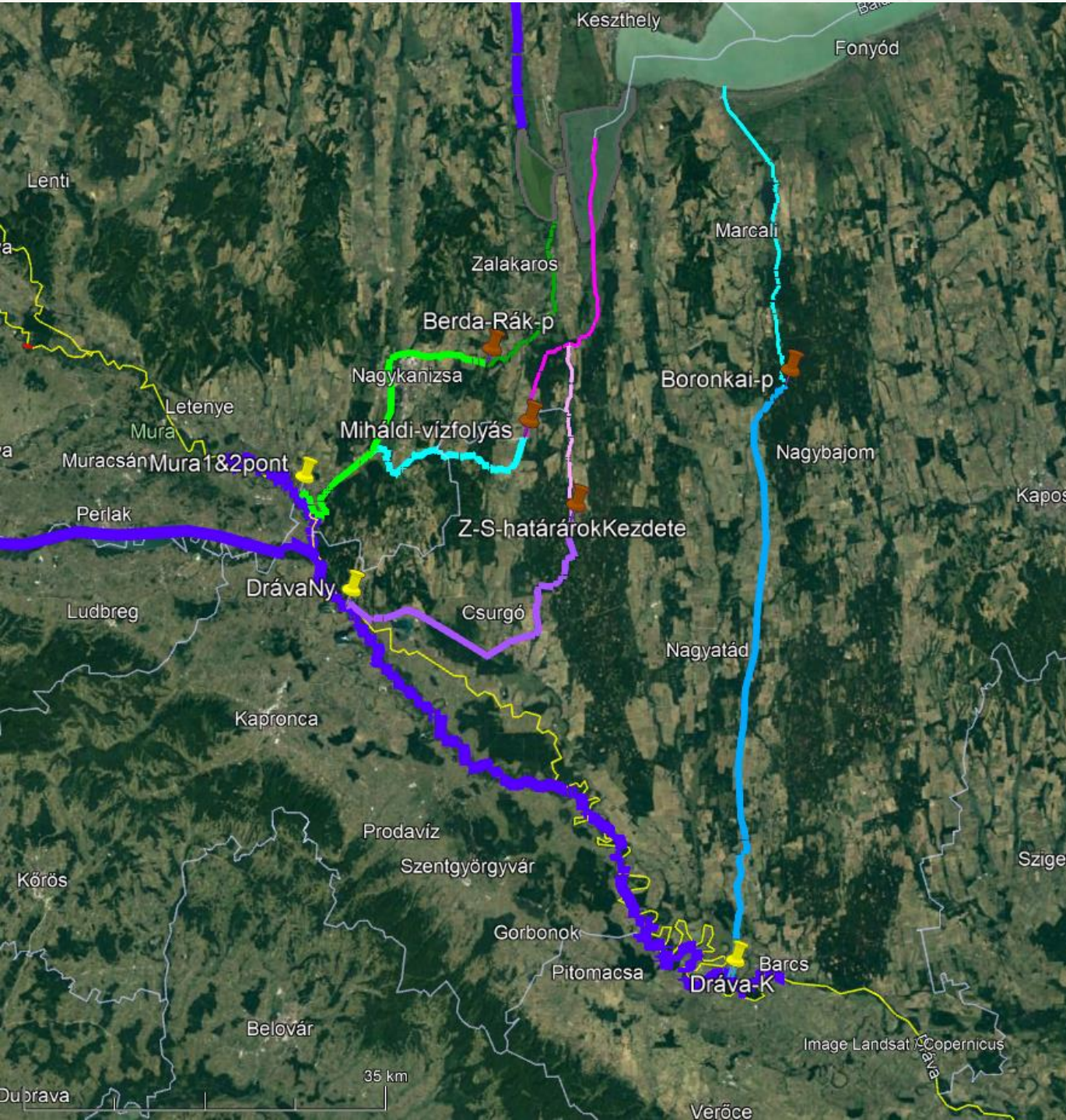
Rába → Csörnöc-Herpenyő → Alagút (6,8 km) → Hsztp-patak → Sárvíz-patak → Zala folyó → Kis-Balaton I



Rába → Csörnöc-Herpenyő → Alagút (6,8 km) → Hsztp-patak → Sárvíz-patak → Zala folyó → Kis-Balaton I

Gravitációs nyomvonalak
 #1 nyomvonal: Rába folyó → Kis-Balaton I – teljes hossz: 94 km
 és
 #6 nyomvonal: Karsztvíz kutak → Balaton – teljes hossz: 22,1 km





Vízátvezetési nyomvonalak beleértve a nyomott vezeték szakaszokat is

Nyomvonalak:

#2: Mura folyó → Kis-Balaton I
(zöldek)

#3: Mura folyó → Kis-Balaton II
(zöld-világoskék-magenta)

#4: Dráva folyó → Kis-Balaton II
(lila-rózsaszín-magenta)

#5: Dráva folyó → Lake Balaton
(akvamarin-világoskék)

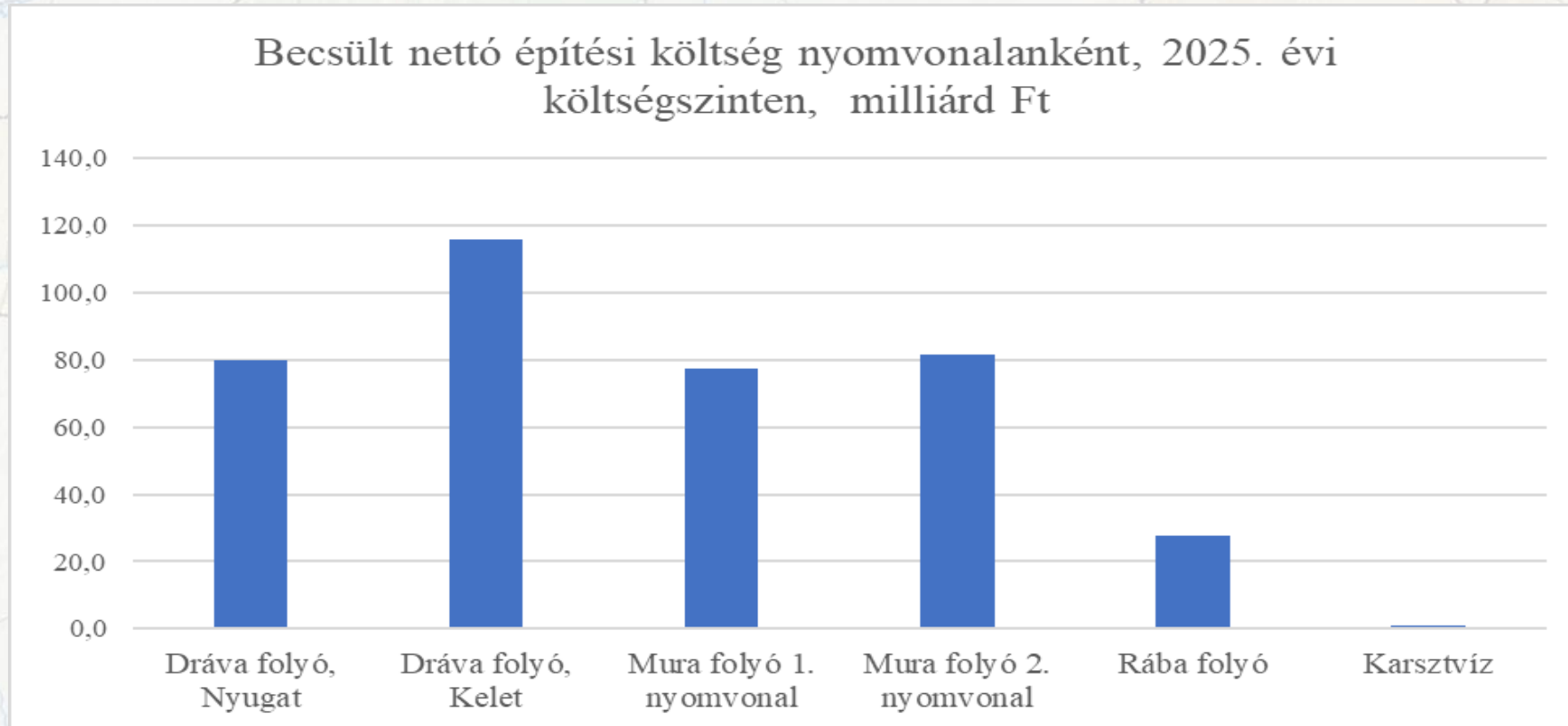
Kapos
alegység



Előzetes beruházási és működési költség becslés az egyes nyomvonalak esetén

Víz átvezetési nyomvonal	Dráva folyó, Nyugat	Dráva folyó, Kelet	Mura folyó 1. nyomvonal	Mura folyó 2. nyomvonal	Rába folyó	Karsztvíz
Település/helyszín	Örtilos/Zákány	Barcs	Murakeresztúr	Murakeresztúr	Körmend	Nyirád
Víz kivételi pont, folyam km	228+000	155+000	10+000	10+000	157+100	karsztvíz kutak
Vízhozam, m ³ /s	7	7	7	7	7	1
Balaton vízszint emelkedése, m/year	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,05
Nyomott vezeték hossza, km	28,9	57,4	29,4	29,1	1,0	0
Statikus emelési magasság, m	46	54	49	69	5	30
Nyomásveszteség, 2xD2m pipeline, m	24	43	24	23	0	0,0
Összes emelőmagasság, m	70	97	73	92	5	30,0
Elektromos teljesítmény, MW	7,0	9,7	7,3	9,2	0,50	0,43
Gravitációs meder/csatorna, km	39,4	32,0	18,6	32,6	93,9	22,1
Nyomvonal víztestei	Zala-Somogyi-határárok → Kis-Balaton II	Boronkai-patak → Nyugati-övcatorna → Balaton	Berda-patak → Kiskomáromi-cs. → Kis-Balaton I	Miháldi-vízfolyás → Z-S határárok → Kis-Balaton II	Csörmöc-Herpenyő → Hegyhátszentpéteri-patak → Sárvíz patak → Zala folyó → Kis-Balaton I	Kétöles-patak → Balaton
Nettó építési költség, 2025 mFt	79 897	115 682	77 450	81 582	27 666	1 100
Nettó működési költség, mFt/év	4 723	6 545	4 925	6 208	337	289

Előzetes beruházási költség becslés az egyes nyomvonalak esetén

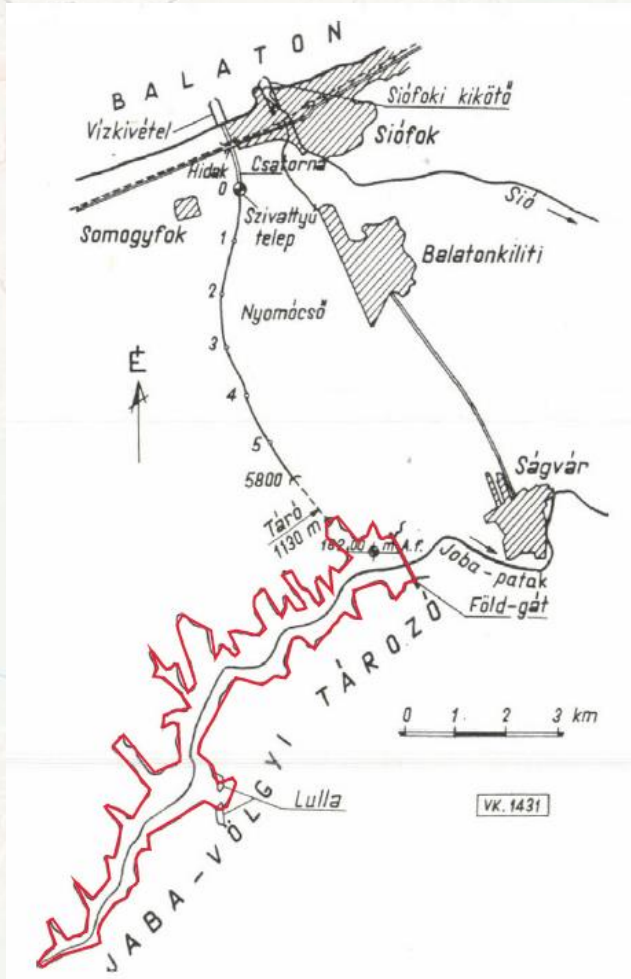


Költség rangsor: Karsztvíz – Rába – Mura – Dráva nyugat – Dráva kelet
Vízkészlet rangsor: Dráva kelet – Dráva nyugat – Mura – Rába – Karsztvíz

A karsztvízből való vízpótlás a legolcsóbb, azonban vízkészlet és (jelenleg) jogszabályi korlátok is fenn állnak!

Balaton víz tározás a vízgyűjtőn kívül

Eredeti javaslat: Jolánkai G., 1981.: Tározó a Balaton déli partjától 10 km-re, a Jaba-patak mély völgyében, amely az egyébként leeresztendő Balaton vizet gyűjti. Vízpótlás Balaton vízzel!

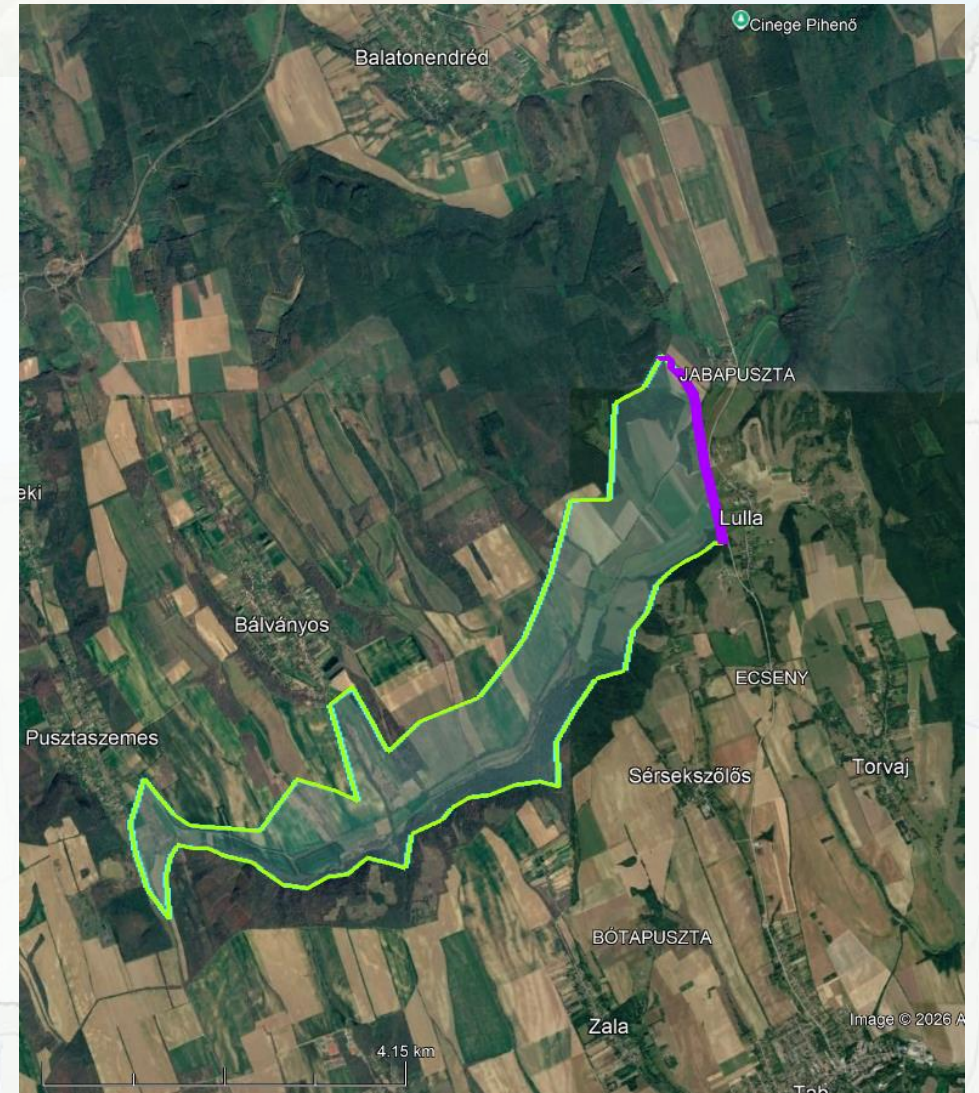


Kb. 9 km², 185 m B.f.
üzemvízszint esetén kb. 150
millió m³ víztérfogat, azaz 250 tó
mm.

10 km nyomott vezeték, 81 m
szintkülönbség, vízpótláskor
energiatermelés.

17 m átlagmélység, kevés
párolgási veszteség.
Kisebb ökológiai kockázat,
rövidebb vezetékek.

Beruházási költség
nagyságrendje:
több 10 milliárd Ft



Sürgős teendők

- Az eddig, a témában készült tanulmányok, tervek, publikációk összegyűjtése, rendszerezése, digitalizálása, feldolgozása
- A potenciális nyomvonalak részletes LIDAR-os geodéziai felmérése
- Átfogó, részletes megvalósíthatósági tanulmány készítése a vízpótlás lehetséges módzatairól

Mura, Dráva, Rába, Duna, karsztvíz, tározás

„Átfogó” értelmezése:

- gazdasági, társadalmi és környezeti/ökológiai hatások a Balaton és a donor vízgyűjtők tekintetében
- minden elképzelhető alternatíva, nyomvonal vizsgálata
- a UNESCO Inter Basin Water Transfer-re vonatkozó kritériumainak érvényesítése



Köszönöm szíves figyelmüket!

Dr. Kutics Károly