Az SZTE Kutatóegyetemi Kiválósági Központ tudásbázisának
kiszélesítése és hosszú távú szakmai fenntarthatóságának megalapozása
a kiváló tudományos utánpótlás biztosításával

# Kutatások a Gömör–Tornai-karszton: állóvizek és források

**Samu Andrea**
SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék

2012.07.10. Aggtelek

*TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0012 projekt*

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

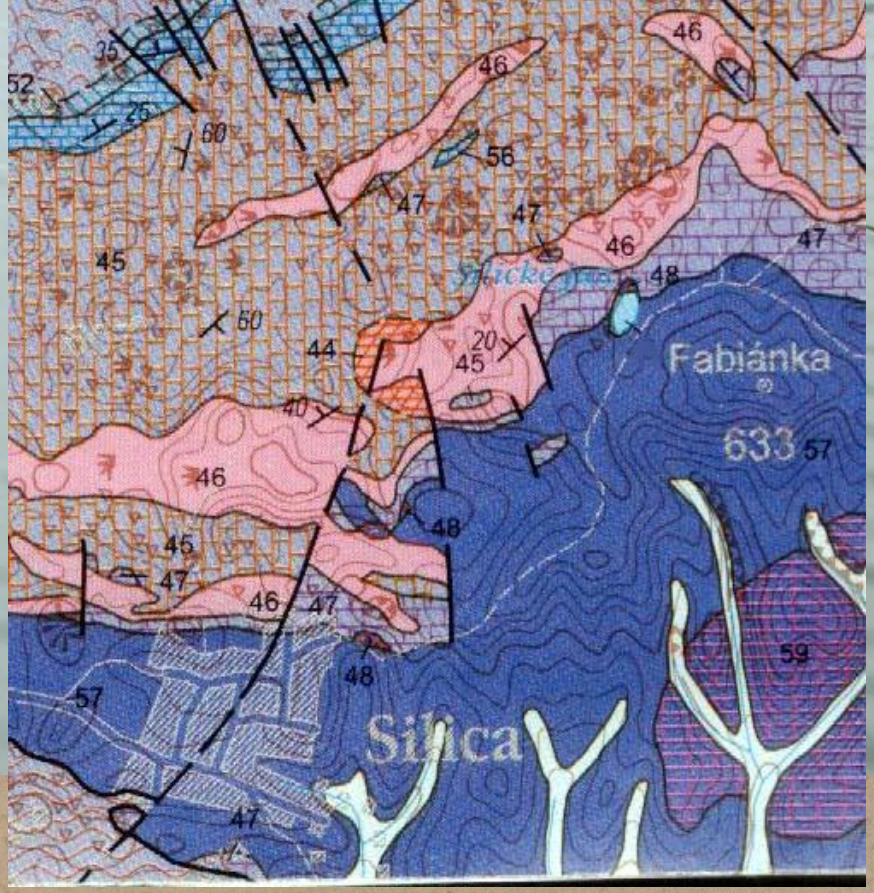
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

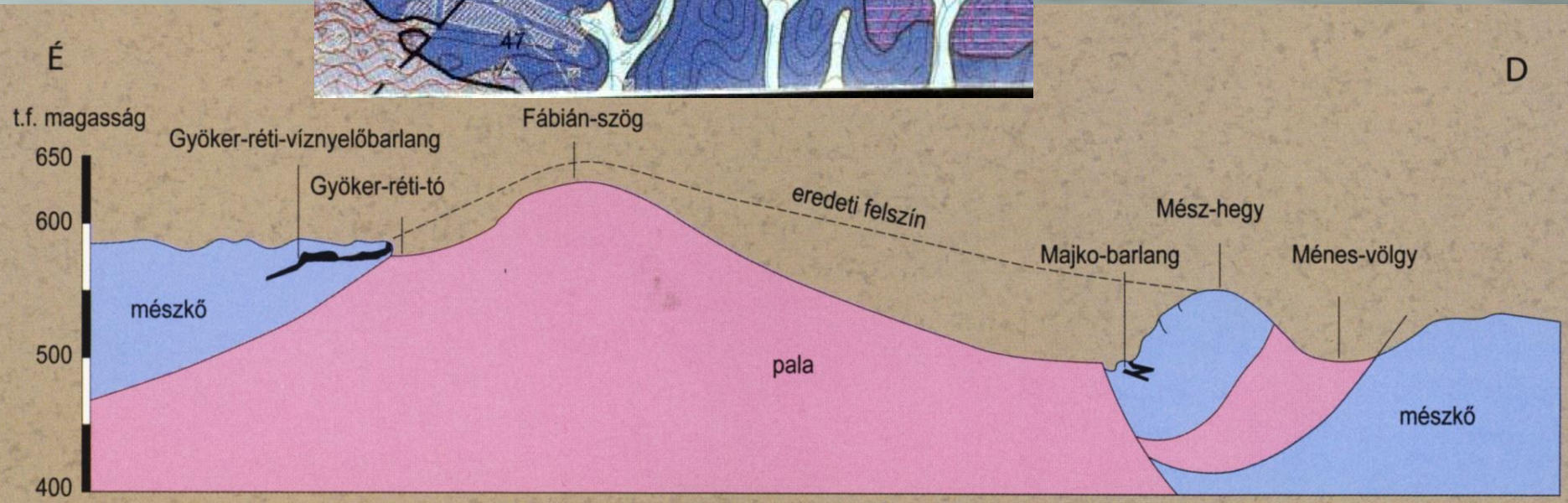
# Bevezető gondolatok

*Die Karstquellen und Seen sind die einzigen Orte im Karst, an denen sich der Ackerbau treibende Mensch niederlassen kann. Der Silicer See.*

# Állóvizek a karszton

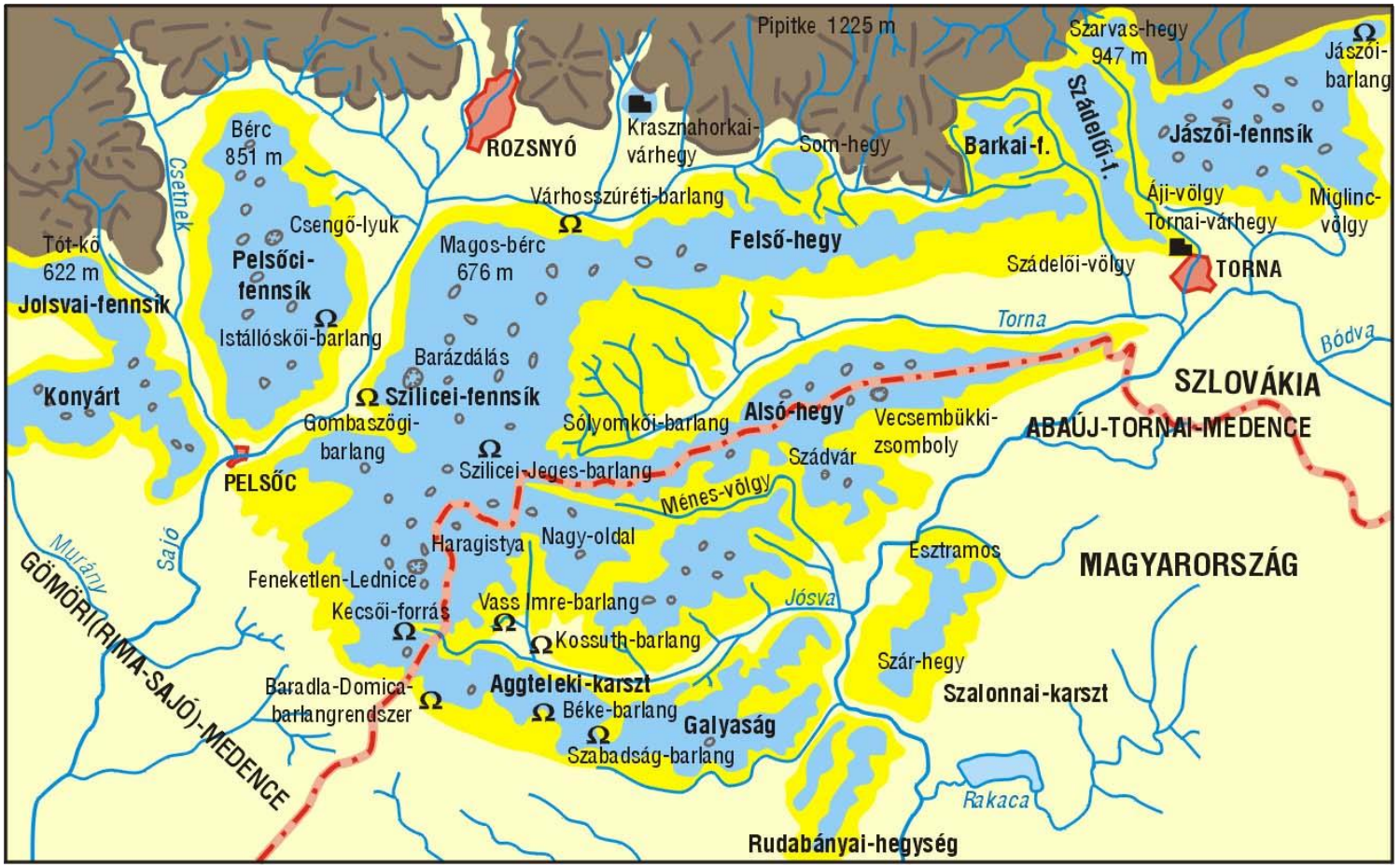
- **Karsztosodás**: kimélyítéses medencék (oldásos mélyedések: dolina, uvala stb.); elgátolásos medencék (mészkicsapódásos gátak útján: tetarata, mésztufa lépcsők)
- Keletkezés: különböző karsztos depressziók időszakos vagy hosszú távú elöntésével
- Polje-, töbör-, víznyelőtó
- ‘Turlough’
- Tetarata tavak
- ‘Black, blue holes’



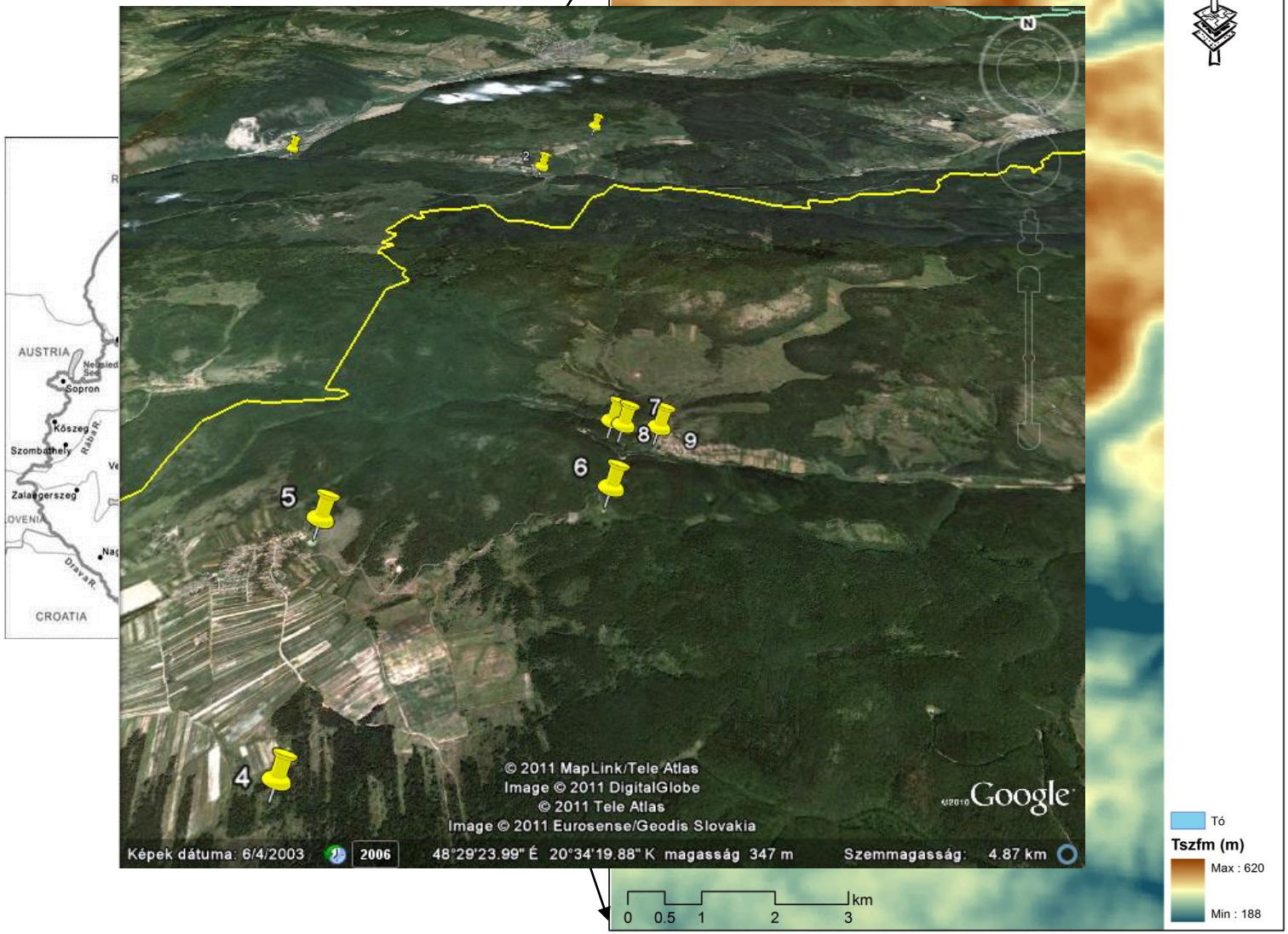

A Fábián-szög földtani vázlata

# A Gömör–Tornai-karszt

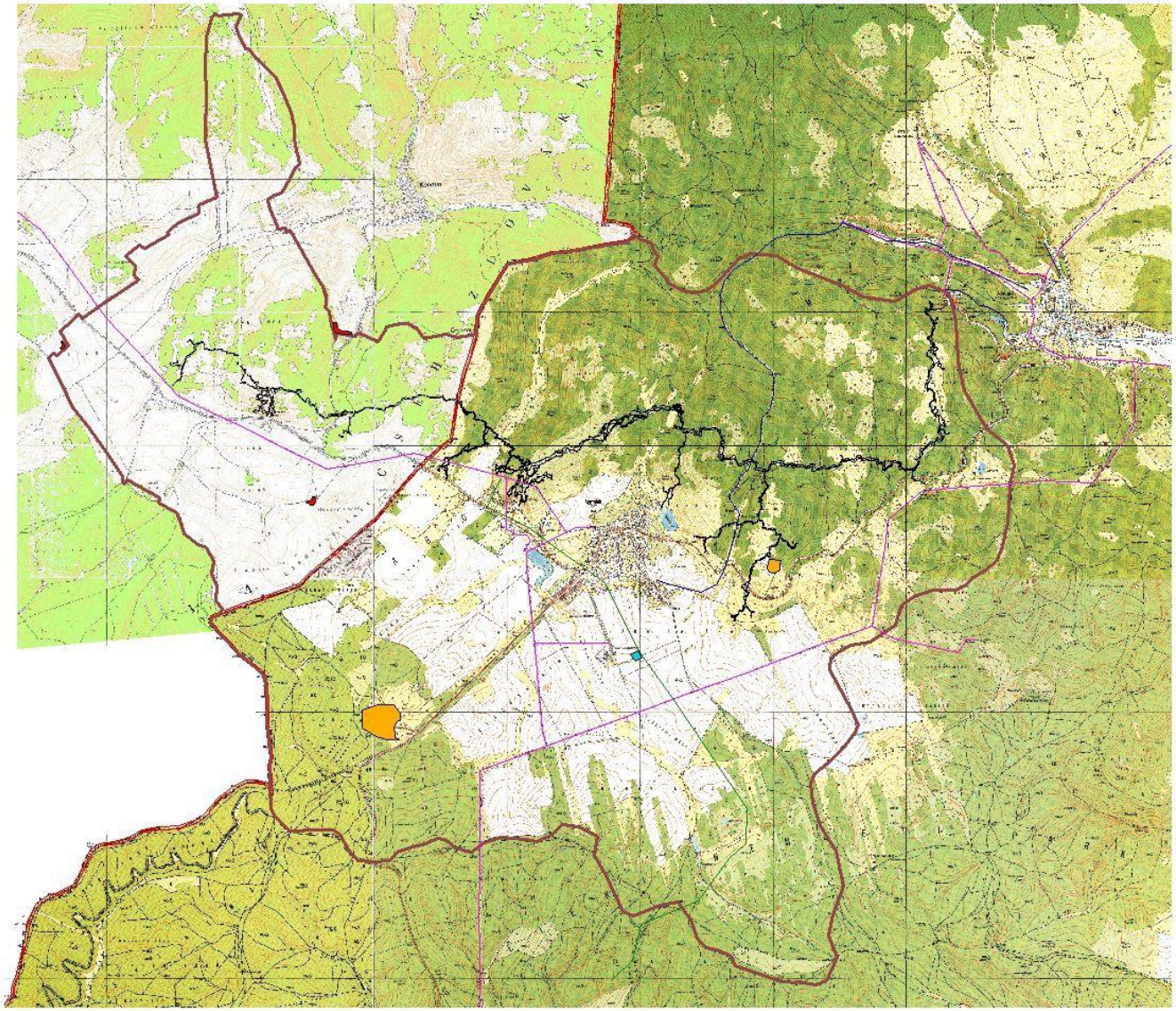



www.fold1.ftt.uni-miskolc.hu/~foldfj/fizgeol/13mallas.htm

# A mintaterület



# A Baradla-Domica-barlangrendszer felszíni területe



N
W E
S

## Jelkulcs

- Felszíni terület
- Szennyező források
- Szennyvíztelep
- Szennyvízcsatorna
- Szemétlerakóhely
- Vízvezeték
- Elektromos légvezeték
- Határ
- Barlang

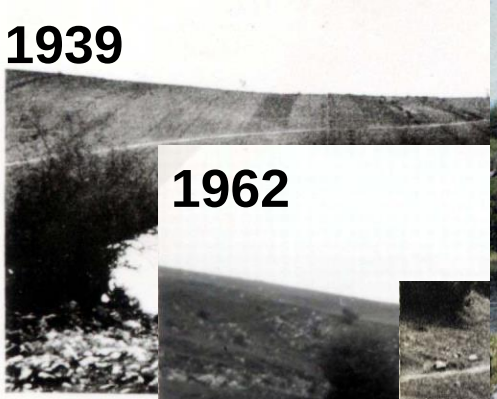
1 0 1 2 Kilometers

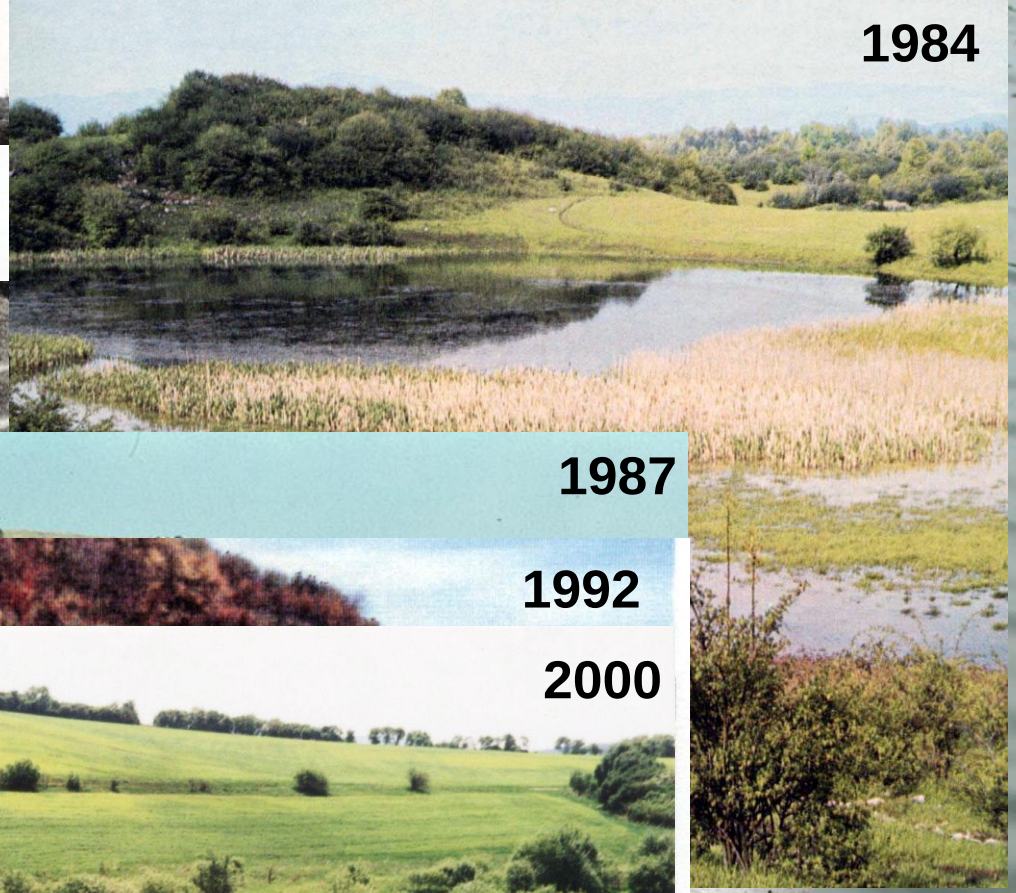
# A területen előforduló tavak

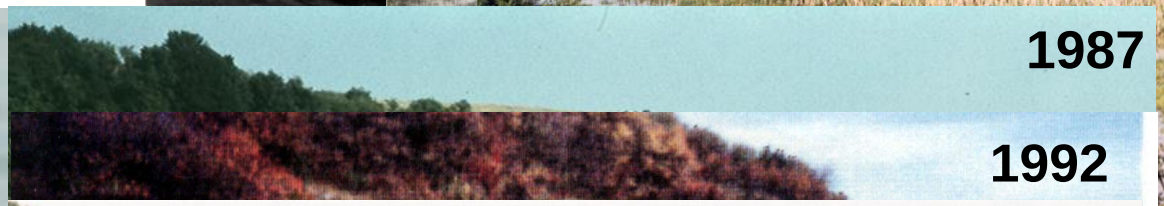
- Papverme (Papgödör-tó, Farárova jama)
- Vörös-tó
- Aggteleki-tó
- Kender-tó
- Tengerszem-tó: mesterséges

Időszakos vízborítású tavak: Gyökérréti-tó (Jašteričie jazero), Nádas-tó, Biki, Lucskai Álom-tó (Lúčanské jazierko)

Kiszáradt tavak: Sárga-tó, Fekete-tó, Csernai-tó, Büdös-tó, Kardos-tó





1970

# Problémafelvetés, kérdések

- a Gömör-Tornai-karszt tavainak **történeti áttekintése** és az emberi beavatkozás, kezelés, illetve természetes behatások következtében végbement **állapotváltozásának értékelése**
- a tavak és a kapcsolódó hidrológiai rendszer (karsztforrások) **vízkémiájának** és **vízminőségének alapállapot-felmérése**
- a tavakban kialakuló **vízminőség-mintázatok** összehasonlí-tó vizsgálata
- az **eutrofizációt kiváltó tényezők** meghatározása
- a **tájhasználat** és az **időjárási jelenségek** vízminőségre és -mennyiségre való **hatásának** vizsgálata
- a **külső és a belső terhelés** mértékének megállapítása (tápanyag- és nehézfém)
- Tavi **rehabilitáció** rövid távú **hatásai**

N
W E
S

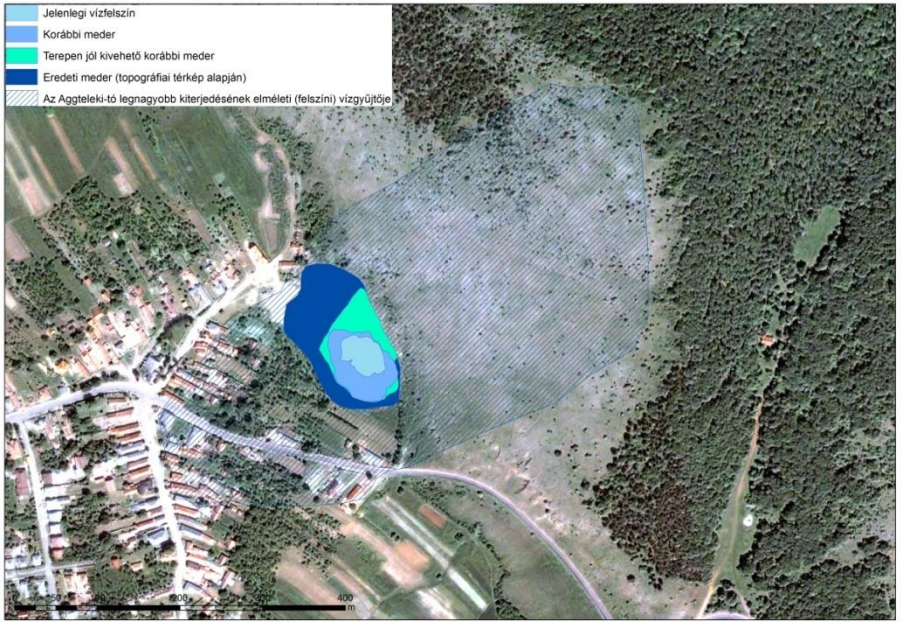
0 50 100 200 300 400 m

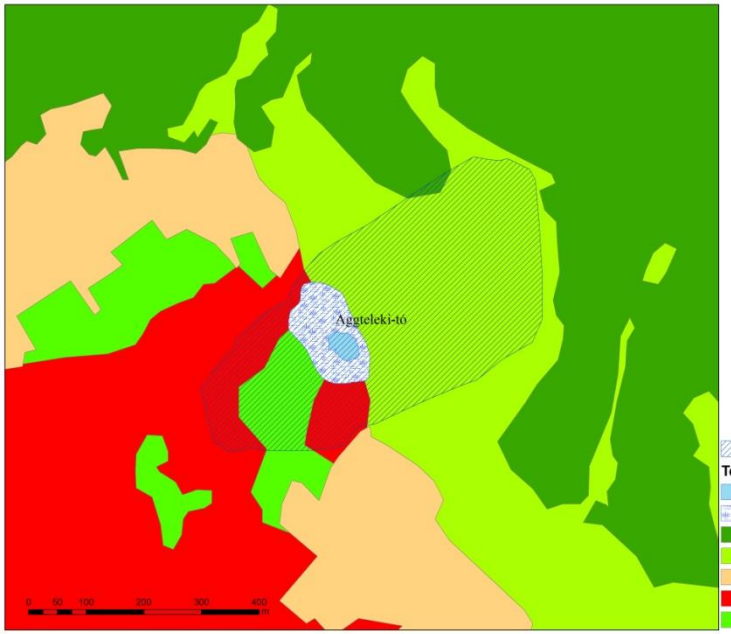
(Elméleti) felszíni vízgyűjtő

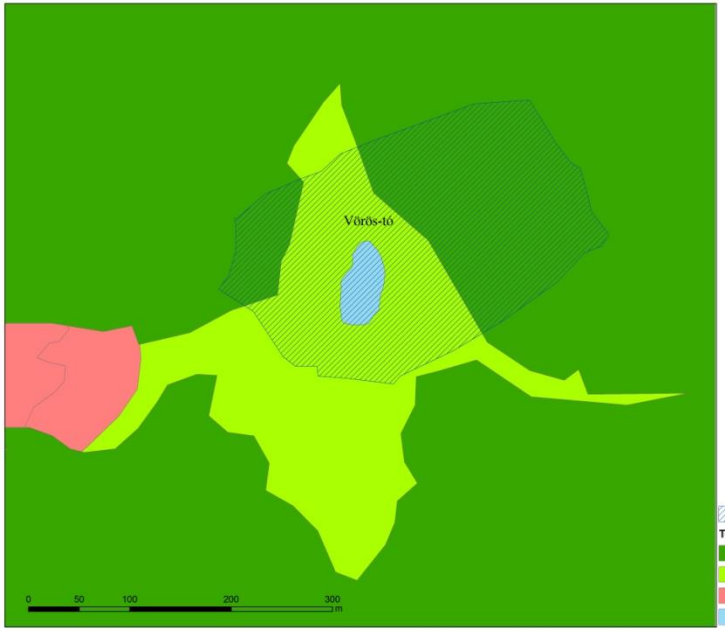
**Területhasználat**

- Erdő
- Facsoport
- Gyep
- Szántóföld
- Település
- Települési zöldfelület
- Távvezeték alatti vágásterület
- Vízfelszín

N
Image © 2010 DigitalGlobe
© 2010 Tele Atlas
©2009 Google
2003. Jún. 4.
48°28'44.53" É 20°32'44.95" K magasság 324 p
Szemmagasság: 2.12 km






N
W E
S

Felszíni vízgyűjtő terület

**Területhasználat**

Aggteleki-tó vízfelület
Egykori tómeder
Erdő
Gyep
Művelt terület
Település (Aggtelek község)
Települési zöldfelület (kiskertek?)

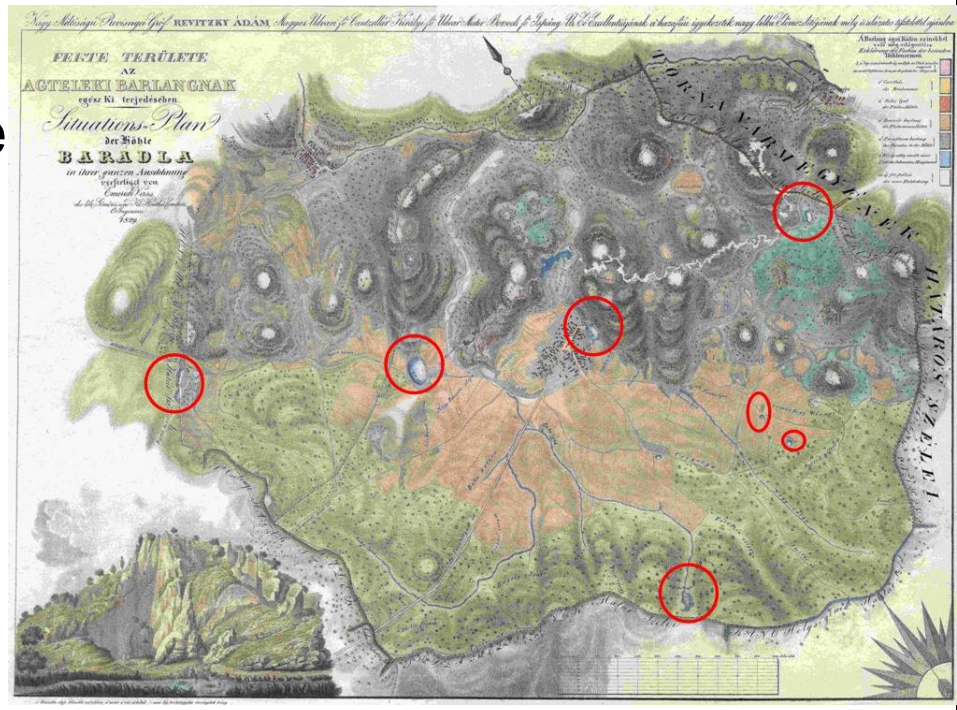
(Elméleti) felszíni vízgyűjtő

**Területhasználat**

Erdő
Gyep (beerdősülő)
Település (barlangbejárat)
Vízfelszín Vörös-tó

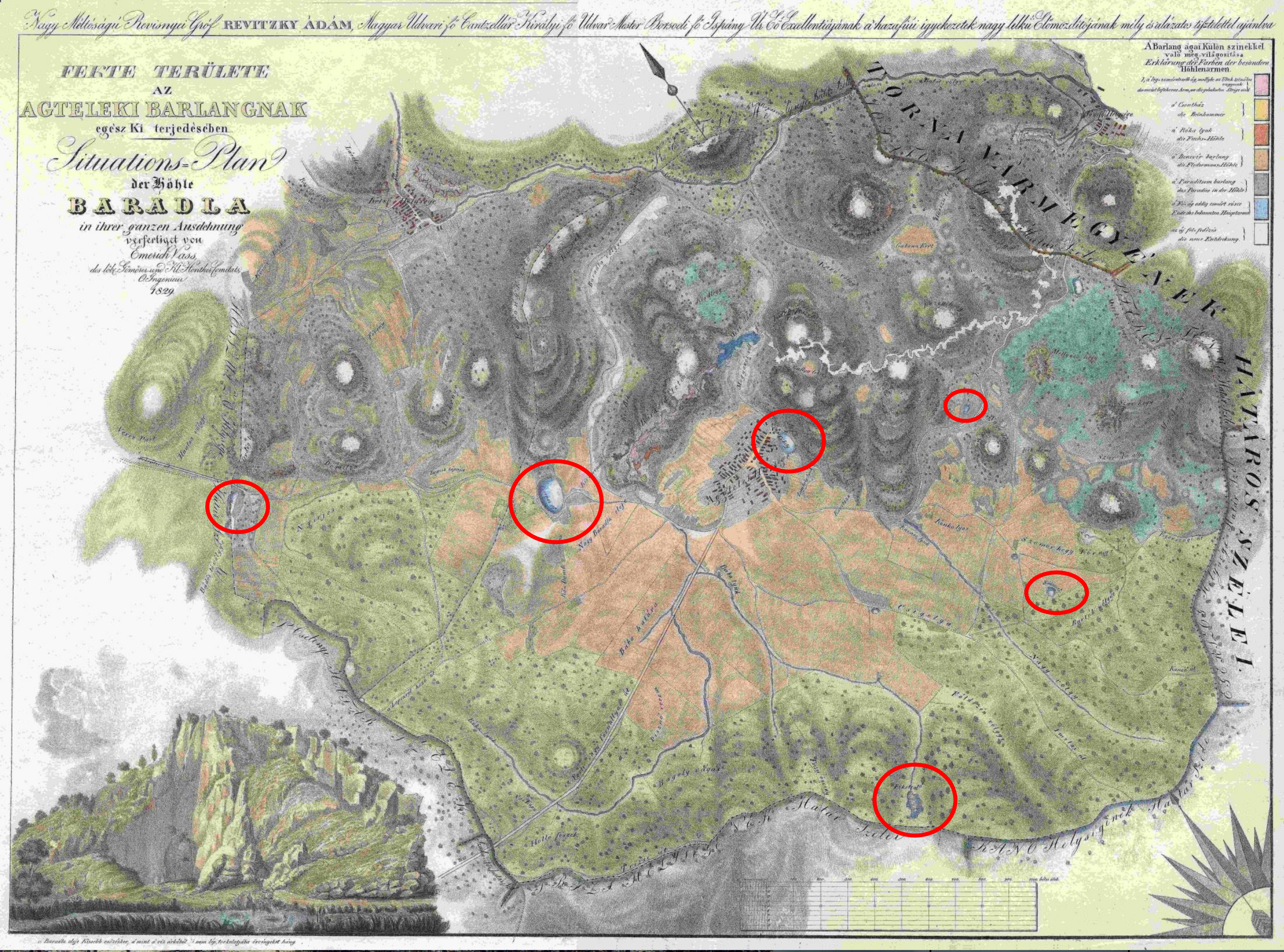
# Történeti áttekintés

- **Funkcióik**:
- emberi tevékenység kisegítése
- tájképi, morfológiai különlegesség
- megőrzendő érték (turizmus, rekreáció, biodiverzitás növelése, védett fajok kapcsolódása, ökoszisztémák integritásának megőrzése)



A Vass Imre térképén szereplő állóvizek (1829)

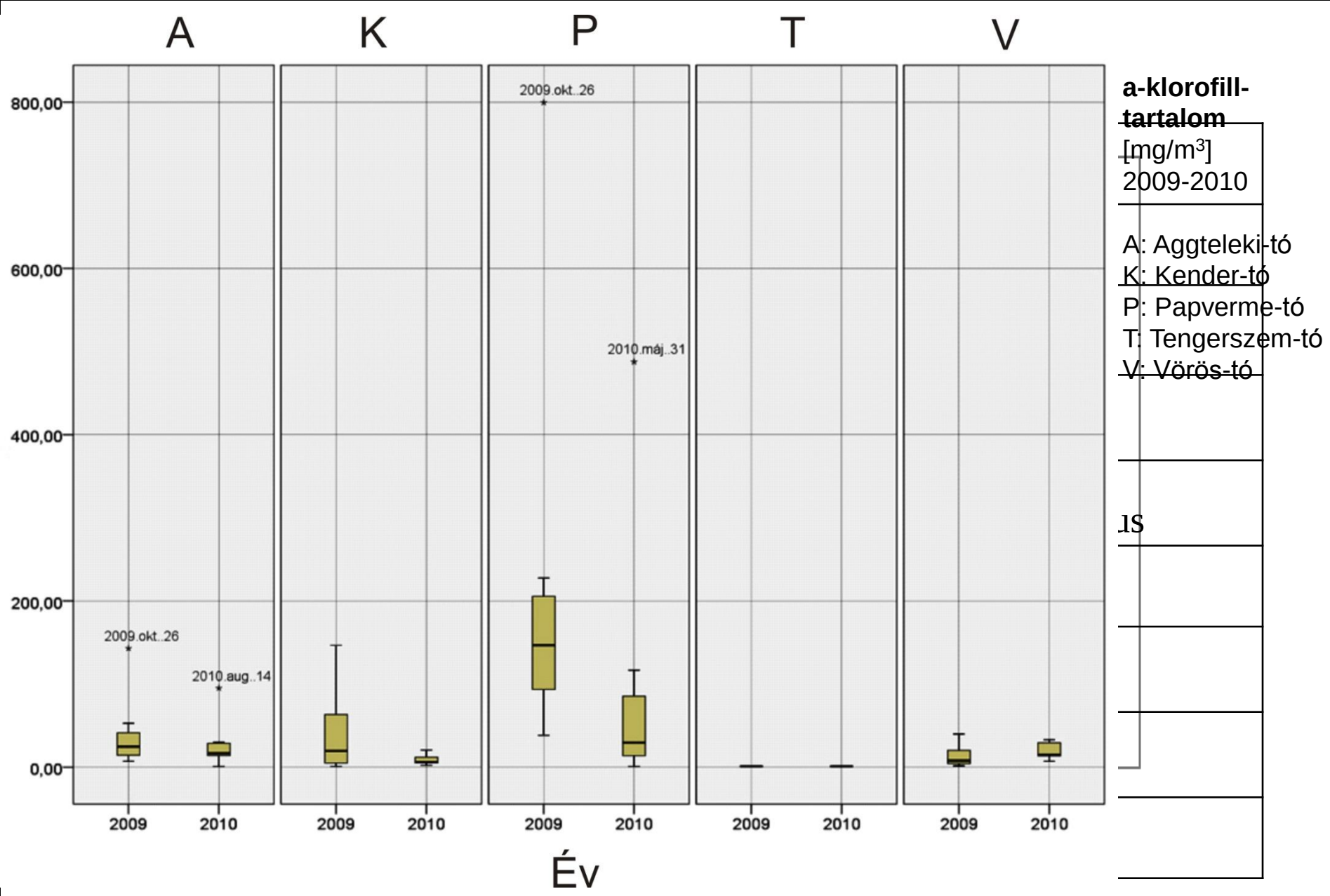
- **Fennállásuk**: ciklikus; antropogén befolyásoltság
- különböző vízhasználatok, tájhasználat
- különböző, sokféle emberi hatás: lerövidült természetes folyamatok, szennyezőanyagok egybegyűjtése, közvetítése a felszín alatti vizek, barlangok felé
- rehabilitációs munkálatok


REVITZKY ÁDÁM
FEKTE TERÜLETE
AZ
AGTELEKI BARLANGNAK
egész Ki terjedésében
Situations-Plan
der Höhle
BARADLA
in ihrer ganzen Ausdehnung
verfertiget von
Emerich Vass
1829
TORNA VÁRMEGYÉNEK
HATÁROS SZÉLEI

# Vízminőség-mintázatok

- Vízminőség alakulása
- Tápanyag-eloszlás, trofitás

| Víztest | A szennyezés forrása (kockázat feltételezett okai) | Szennyezőforrás fajtája | Szennyezettséget (terhelést) mutató vízkémiai paraméter | Javasolt intézkedés |
|---|---|---|---|---|
| Papverme-tó | Hígtrágyás és állattartó telep<br>Belterületi lefolyás<br>Műút<br>Horgászat | pontszerű, szórt | *Oxigén háztartás* (O2%, KOIps)<br>*P-N háztartás* ($PO_4$: nyár, ÖP, $NO_3$: ősz, tavasz, csapadékos időszakok, $NO_2$, $NH_4$, a-klorofill )<br>*egyéb* (Fe, (pH, G)) | Szennyvíztisztítás<br>Monitoring<br>Állattartás szabályozása<br>Bioremediáció |
| **Gyökérréti-kutak** | mezőgazdasági művelés (műtrágyázás) | szórt | *P-N háztartás* ($NO_3$, $NO_2$, $PO_4$, ÖP) | Műtrágyahasználat szabályozása |
| **Fekete-forrás** | a Szilice-Gombaszögi hidrológiai rendszer vízgyűjtő területe (minden, ami a Papverménél és a Gyökérréti-kutaknál fel van sorolva) | pontszerű, szórt | *P-N háztartás* ($NO_3$, $PO_4$, ÖP) | A vízgyűjtő területének felülvizsgálata, szabályozása |
| **Aggteleki-tó** | Üledékből származó, belső és a körülötte elhelyezett üledékből származó külső terhelés<br>Belterületi lefolyás | szórt | *Oxigén háztartás* (O2%, KOIps)<br>*P-N háztartás* (ÖP, $PO_4$, ($NO_2$, $NH_4$, a-klorofill))<br>*egyéb* (pH, G, Fe, Mn) | A körülötte elhelyezett üledék eltávolítása vagy olyan vegetáció telepítése, ami visszafogja a foszfor-bemosódást<br>Gyékény eltávolítása<br>Monitoring<br>Bioremediáció |
| **Vörös-tó** | műút, geológiai környezet | főként természetes eredetű (esetlegesen pontszerű) | *Oxigén háztartás* (O2%, KOIps)<br>*P-N háztartás* (ÖP, ($PO_4$, $NO_2$, $NH_4$, a-klorofill)<br>*egyéb* (Fe) | Monitoring (a műútról való befolyás) |
| **Kender-tó** | Üledékből származó terhelés (pangó víz) | természetes eredetű | *Oxigén háztartás* (O2%, KOIps)<br>*P-N háztartás* (ÖP, ($PO_4$, $NO_2$, $NH_4$))<br>*egyéb* (Fe, (Mn)) | x |
| **Tengerszem-tó** | a Baradla-barlang vízgyűjtő területe (pl. műtrágyázás) | pontszerű | *P-N háztartás* ($NO_3$, $PO_4$, ($NH_4$, ÖP)<br>*egyéb* (G) | A vízgyűjtő területének felülvizsgálata, szabályozása<br>Turizmus szabályozása a Baradla-barlangban |
| **Jósva-patak** | a Baradla-barlang vízgyűjtő területe (pl. műtrágyázás) | pontszerű | *P-N háztartás* ($NO_3$, $PO_4$, ($NH_4$, TP))<br>*egyéb* (G) | A vízgyűjtő területének felülvizsgálata, szabályozása<br>Turizmus szabályozása a Baradla-barlangban |

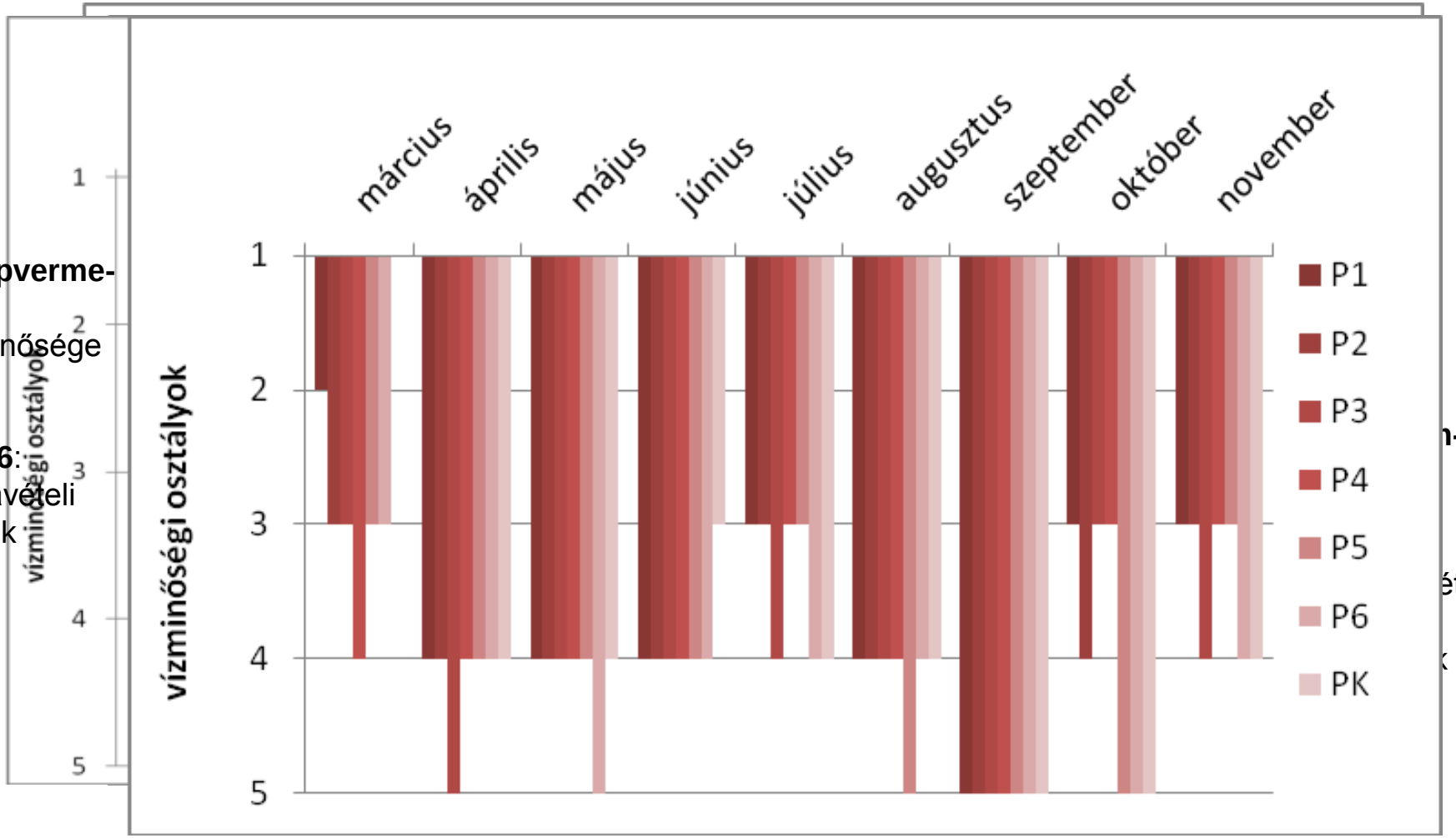



**a-klorofill-tartalom**
[mg/m$^3$]
2009-2010

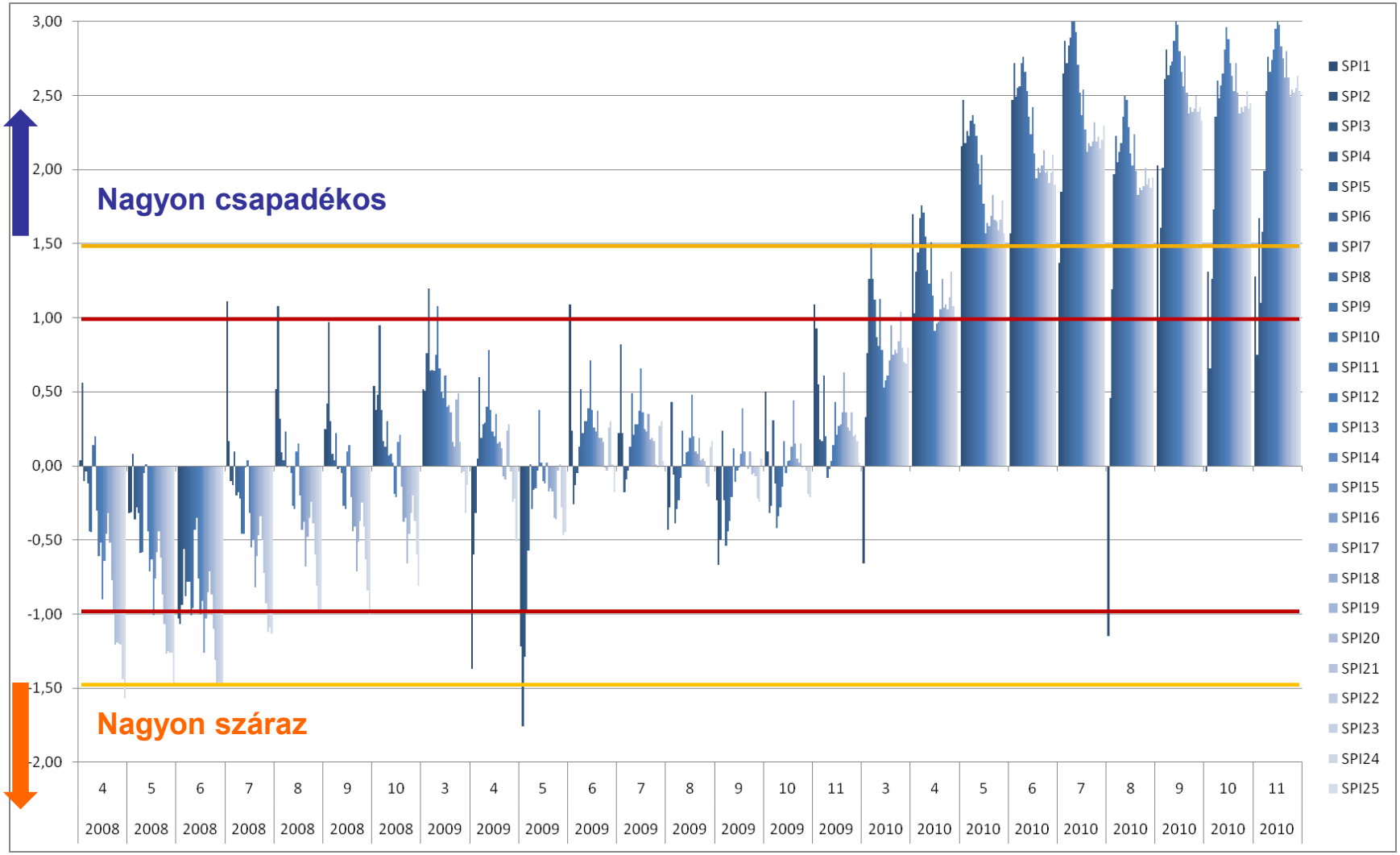
A: Aggteleki-tó
K: Kender-tó
P: Papverme-tó
T: Tengerszem-tó
V: Vörös-tó

A **Papverme-tó** vízminősége 2009

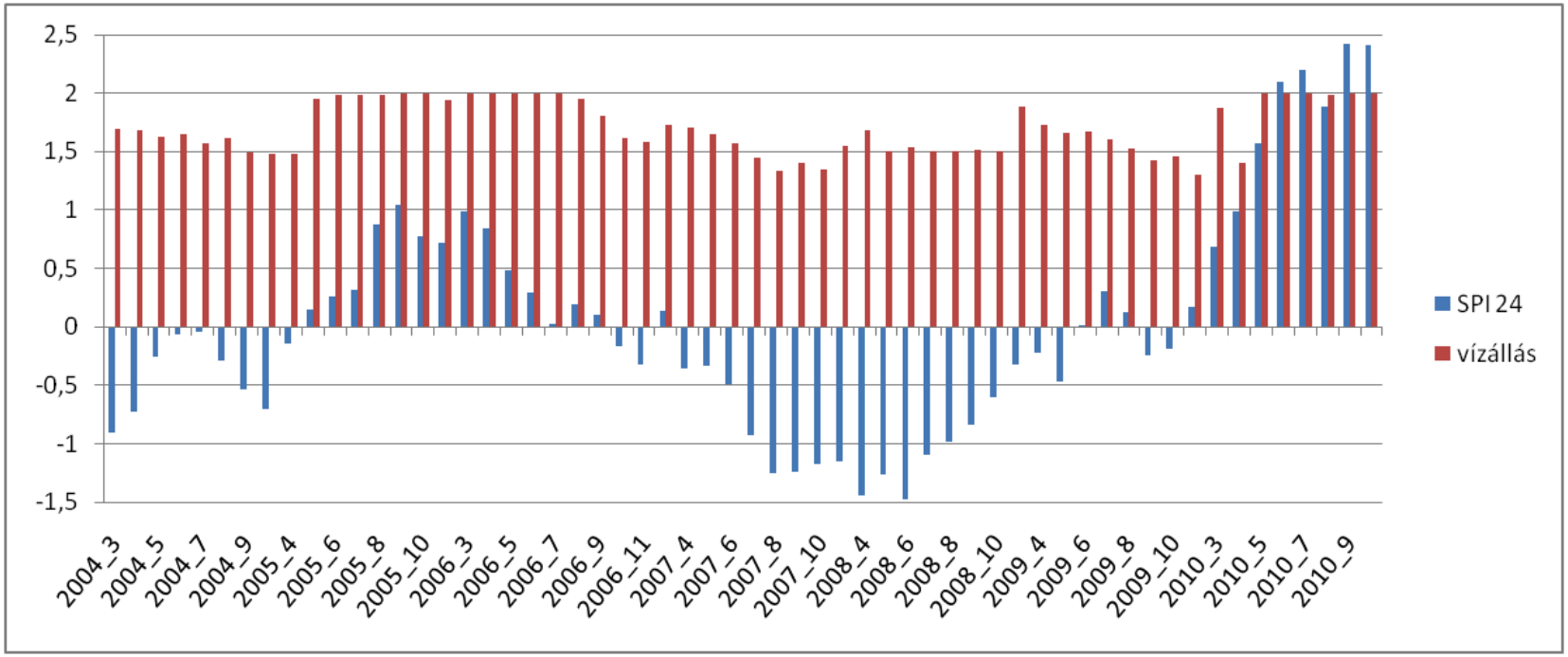
**P1-P6**: mintavételi helyek



# Időjárási események




A 2008-2010 közötti időszak a Standardizált Csapadék Index alapján




A 24 havi SPI és a Vörös-tó vízállásának kapcsolata, R=0,704

| Papverme-tó | SPI5 | SPI7 | SPI8 | SPI9 | SPI10 | SPI11 | SPI15 | SPI16 | SPI18 | SPI21 | SPI22 | SPI25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KOIps | | | | | -0,602 | -0,602 | | | | | | |
| $NO_3^-$ | | | 0,594 | | | | | | | | | |
| $NO_2^-$ | | 0,674 | | | | | | | | | 0,689 | |
| átlátszóság | | | | | 0,644 | 0,644 | | | | | | |
| keménység | | | 0,629 | | | | | | | | | |
| $Ca^{2+}$ | | | 0,759 | 0,759 | | | | | | 0,759 | | |
| $K^+$ | -0,838 | | | | | | | | | | | |
| $Na^+$ | -0,617 | | | | | | -0,643 | | | | | |
| $SO_4^{2-}$ | | | | | | | | | -0,759 | | | -0,785 |
| achl | | | | | -0,609 | | | -0,613 | | | | |

Spearman's rho korreláció, 99 %-os valószínűségi szinten szignifikáns)

# A kezelés módjai, esettanulmányok

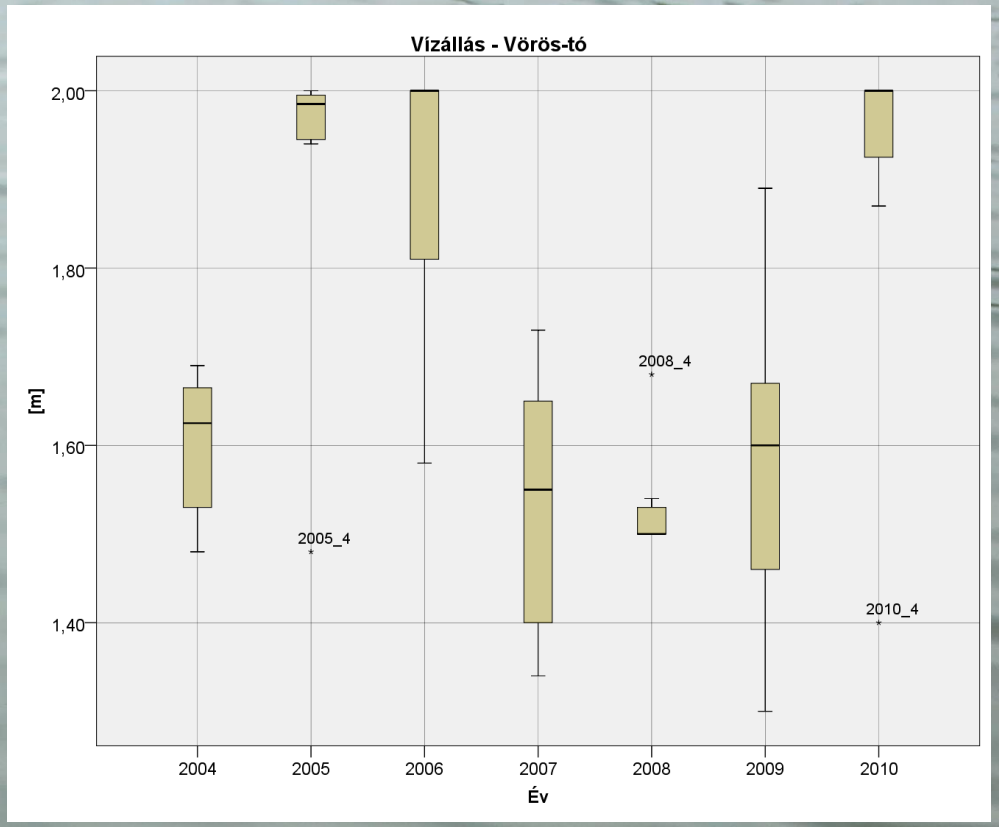
- Gyökérréti-tó: csak javaslatok, most: svájci projekt a helyreállítására
- Papverme-tó: monitoring: vízminőség-ellenőrzés, növénytársulások
  - hidrológiai összeköttetések, rejtett hozzá-folyások
- Vörös-tó, Aggteleki-tó: rehabilitáció
- Vörös-tó: 1990-es évek: feltöltődés, mocsári növényzet elterjedése
  → 3000 $m^3$ iszap kitermelése
  → vízpótló rendszer építése (1000 m hosszú csapadékgyűjtő csatorna + kiegészítő vízpótló rendszer)

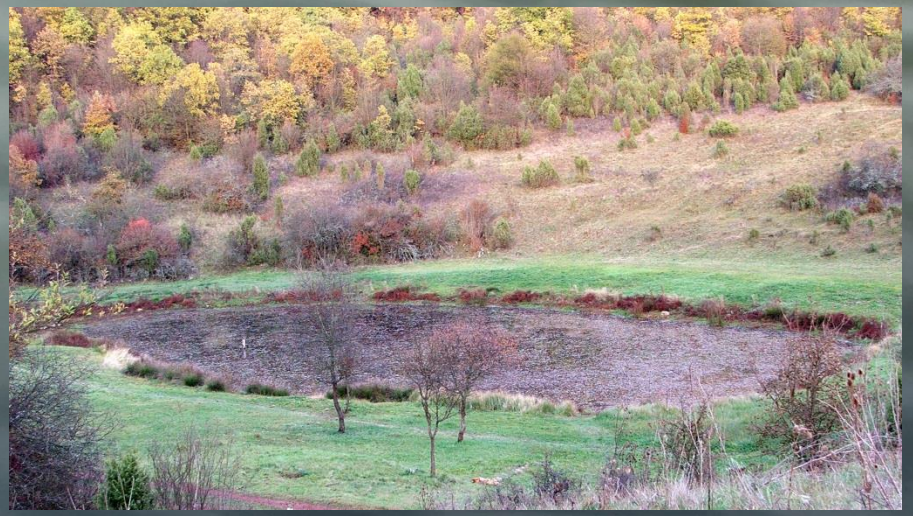
# Aggteleki-tó

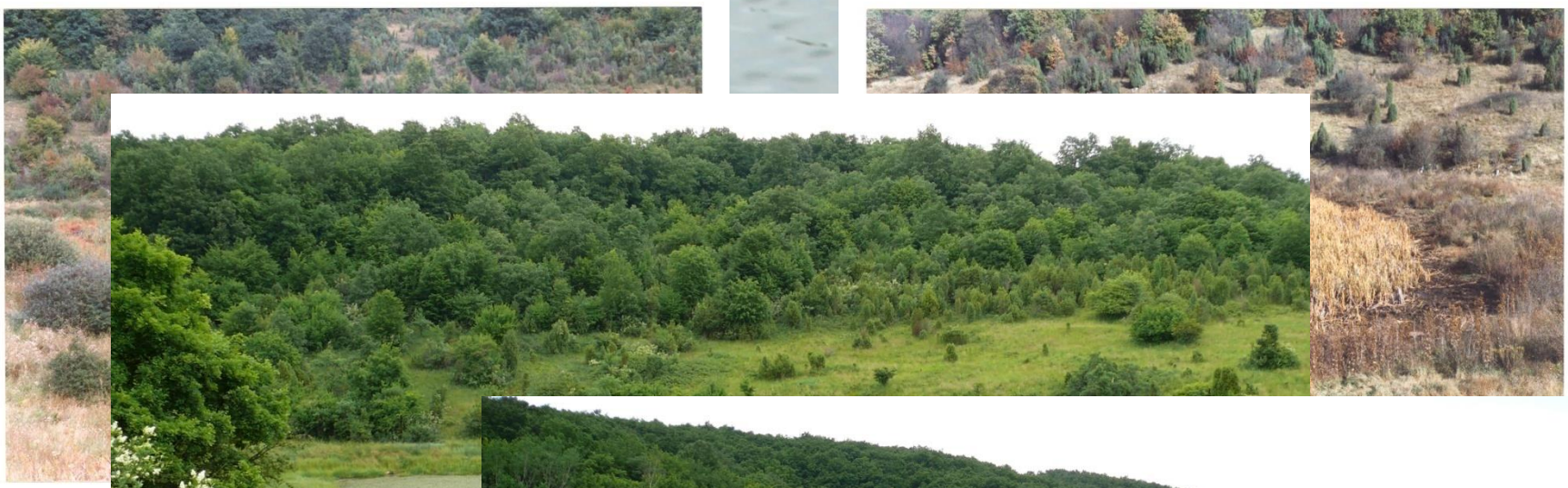
- Aggteleki-tó: előzetes hatástanulmány (2000) alapján:
  - vízinövényzettel erősen benőtt, előrehaladott trofitási stádium
  - vízháztartás helyreállítása: a tómeder tisztítása, iszaptalanítás
  - vízpótlás (felszín alatti vízbázis megcsapolása, további vízgyűjtő terület bevonása, felszíni vízkormányzás)

- ~ 2000: a tó feltöltődik
- 2005: ~ 2 m
- 2006: › 2 m
- 2007: ~ 1,5 m

- Állatvilág: pozitív változások (jelentős kétéltű-szaporodóhely, szitakötők)







7. kép

8. kép A Vörös-tó látképe DK-i irányból, terület (1997.szeptember)

1980

1997

2000

2010

# A tavi rehabilitáció értékelése

**Aggteleki-tó**

- $pH_{ül}$ke ≈ $pH_{ül}$ku
- ↑ szárazanyag-tartalom
- ↓ összes tápanyag-koncentráció → növekedő tendencia
- ↓ éretlenebb szervesanyag-mennyiség
- ↑ nehézfémtartalom (Ni, Cr, Pb)
- a kotort üledékkel a tó környékét töltötték fel → a külső terhelés ≈ belső terhelés → gátolja a vízminőség javulását

**Vörös-tó**

- vízminősége jó, jelenleg stabil
- a belső terhelést csökkentette a kotrás, amely eltávolította a felső, nagyobb szervesanyag-tartalmú réteget
- a vízpótló rendszerekkel biztosították a jobb vízutánpótlást
- közvetlen környezetét folyamatosan karbantartja az Aggteleki Nemzeti Park, ami által a külső terhelést is csökkentették

# Összefoglalás

- Felértékelődött szerep, antropogén befolyásoltság az egyensúlyok eltolódásában, gyorsabb feltöltődés.
- A heterogén geológiai miliő, a tápanyagterhelés és a szervesanyag-terhelés meghatározza az egyes víztestek profilját és az ezekben lezajló folyamatokat → a konzerváció, rehabilitáció lépései erre alapozhatók.
- Az időjárás hatása a vízminőségre és –mennyiségre a vizsgált víztestek esetében függ a tájhasználattól, az állandó vízutánpótlás meglététől és hiányától, azonban a hosszabb-rövidebb távú hatások mindenképpen kimutathatók → az időjárási szélsőségek gyakoribbá válása ráerősít a negatív hatásokra is.

# Összefoglalás

- Tápanyagterheltség: a kis területű, sekély, erősen feltöltődő jellegű állóvizeknél az üledékből eredő belső terheltség dominál ($PO_4^{3-}$), a nagyobb víztömegek esetén a talajbeli koncentrációk nagyobbak, egyedül az Aggteleki-tó esetében nincs különbség. A $NO_3^-$ - tartalom esetében inkább a pontszerű szennyezőforrások a jelentősek.

- A tavi rehabilitáció stabilizáló hatása kimutatható a Vörös-tó esetében, míg az Aggteleki-tónál valószínűsíthetően a nem megfelelő kivitelezés következtében a vízminőség csak időlegesen javulhatott, jelenleg a pozitív hatás a tó vízminőségén nem érhető tetten.

# *Köszönöm a figyelmet!*

HUNGARY'S RENEWAL

The project is supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund.

**TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0012.**

| Év | (Eredeti) megnevezés | Dokumentum | Megjegyzés | Év | (Eredeti) megnevezés | Dokumentum | Megjegyzés |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1784** | *Aggteleki-tó* | I. katonai térképezés | | **1937** | *Aggteleki-tó* | spec. térkép 1:75000 | |
| | **Vörös-tó** | | | | **Vörös-tó** | | |
| | Csernai-tó | | | | *Csernai-tó* | | |
| | *Gyökérréti-tó* | | | | Gyökérréti-tó | | gémeskút |
| | *Lucskai-tó* | | | | *Lucskai-tó* | | |
| | Büdös-tó | | | | Büdös-tó | | |
| | Papverme-tó | | | **1939** | Aggteleki-tó | Kunský | |
| **1829** | Aggteleki-tó | Vass Imre Baradla-térképe | | | **Vörös-tó** | | |
| | **Vörös-tó** | | | | *Csernai-tó* | | megszűnt |
| | Csernai-tó | | | | Gyökérréti-tó | | |
| | *Gyökérréti-tó* | | a térkép nem tartalmazza | | *Lucskai-tó* | | |
| | *Lucskai-tó* | | | | Büdös-tó | | |
| | Büdös-tó | | | **1984** | | Tereková | |
| | Nádas-tó | | | **2000** | Gyökérréti-tó | Barančok | megszűnőben |
| | Fekete-tó | | | | **Vörös-tó** | | megszűnőben |
| **1852-5** | Aggteleki-tó | II. katonai térképezés | | | Aggteleki-tó | | megszűnőben |
| | **Vörös-tó** | | | | Kardos-tó | | időszakos |
| | Csernai-tó | | | | Papverme-tó | | |
| | *Gyökérréti-tó* | | | | Büdös-tó | | időszakos |
| | *Lucskai-tó* | | | | Lucskai-tó | | időszakos |
| | Büdös-tó | | | | Csernai-tó | | megszűnt |
| **1874** | Aggteleki-tó | III.katonai térképezés | | **2010** | Gyökérréti-tó | Samu et. al. | időszakos |
| | **Vörös-tó** | | | | **Vörös-tó** | | kotort |
| | Csernai-tó | | | | Aggteleki-tó | | kotort |
| | Gyökérréti-tó | | gémeskút | | Kardos-tó | | megszűnt |
| | *Lucskai-tó* | | | | Papverme-tó | | |
| | Büdös-tó | | | | Büdös-tó | | megszűnt |

# Eredmények V. - Nehézfém-mobilitás

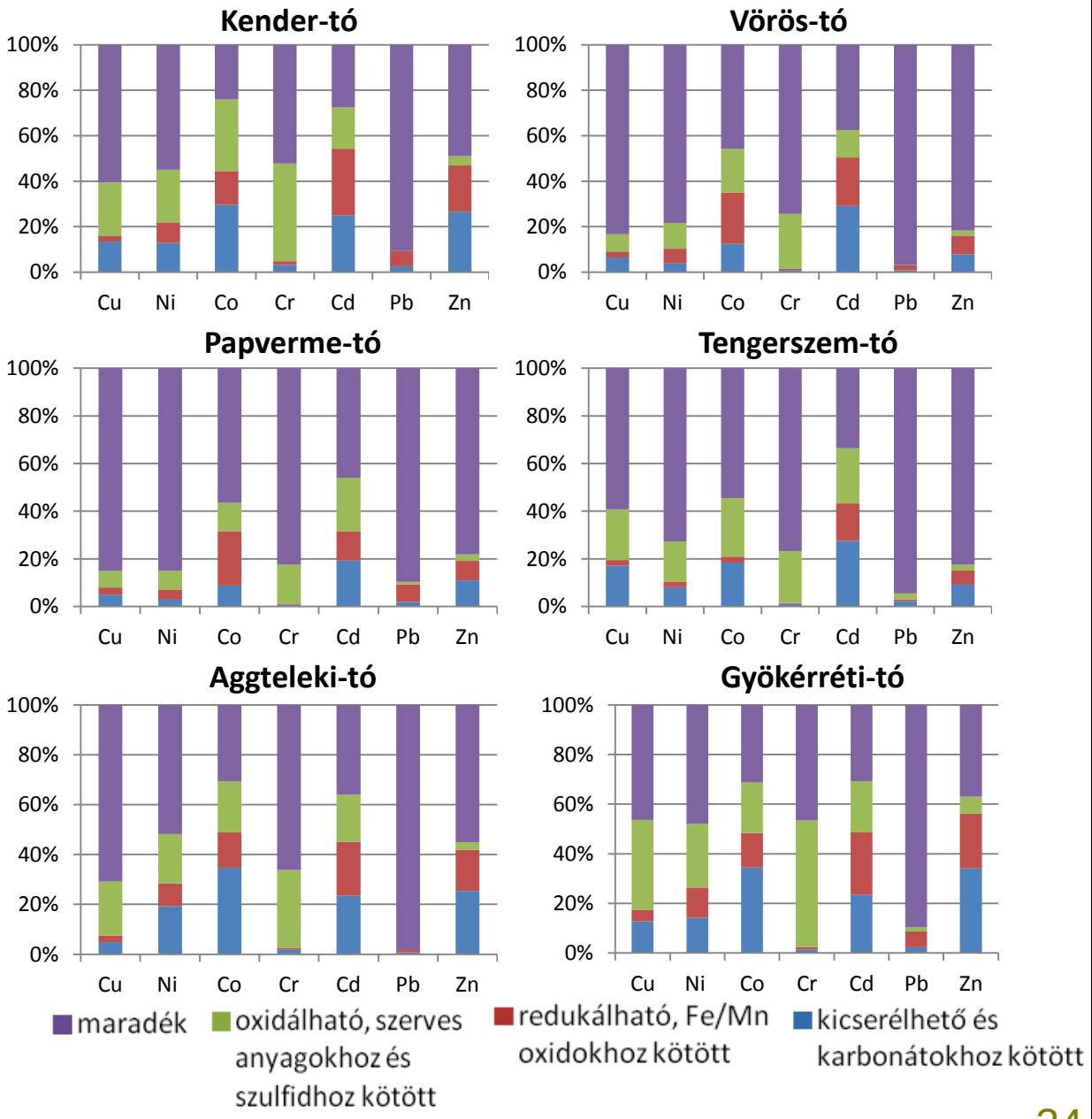
1. határérték-túllépés:
Ni (Papverme-, Vörös-, Aggteleki-, Gyökérréti-tavak)
Cr (Vörös-, Aggteleki-tavak)
Cd (Vörös-tó)

2. az üledékek nehézfém-tartalmának nagy része természetes körülmények között nem mobilis

3. a legnagyobb arányú mobilitás: Gyökérréti-, Kender- és Aggteleki-tavak

4. a leginkább mobilis fémek: Cd, Co, Cr (utóbbi viszonylag mobilis és határértéket meghaladó koncentrációjú)

5. átlagos mobilitási sorrend: Cd>Co>Zn>Cr>Ni>Cu>Pb

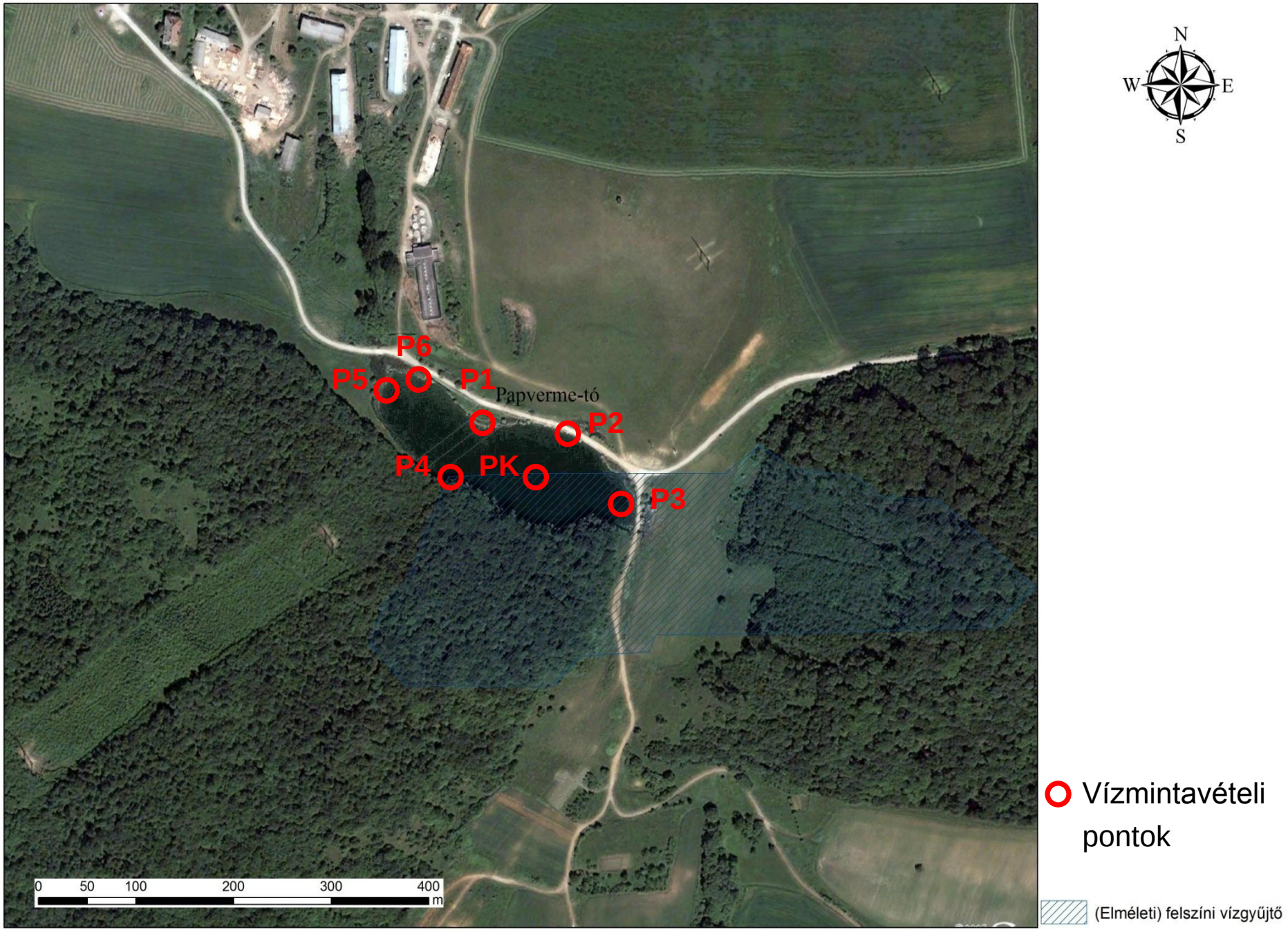



A szekvenciális feltárás eredménye: nehézfémek frakcionálódása

# Módszertan

1. Történeti áttekintés:

- I., II., III. katonai térképezés és ezek későbbi kiadásai
- Vass Imre térképe
- Korábbi források
- Az Aggteleki- és Szlovák-karszt archívumában található felmérések, hatástanulmányok
- Szakemberek, helyiek szóbeli közlései


N
W
E
S
P6
P5
P1
Papverme-tó
P2
P4
PK
P3
0
50
100
200
300
400
m
Vízmintavételi pontok
(Elméleti) felszíni vízgyűjtő

# Módszertan

3. <u>Üledék-, talajmintavétel:</u>

- évente egyszer, a mintavételi pontok kijelölése, ahol ez megoldható volt, a vízmintavételi pontok közelében
- a minta típusa: felszíni, kevert minta
- talajmintavétel: 2008-ban, az üledékhez hasonló elvek alapján

# Módszertan

## 4. Időjárási események hatásának felmérése:

- Aszályindexek:
  - SPI (Standard Precipitation Index)
  - Lang-féle esőzési index
  - De Martonne-féle aridítási index
  - Thornthwaite-féle agrometeorológiai index
- adatok: „Az Aggteleki-hegység karszthidrológiai kutatás eredményei és zavartalan hidrológiai adatsorai, 1958-1993” című kiadványban közreadott napi középhőmérséklet és csapadék adatsorok, Maucha (1998)
- 1994-2000 között csak havi csapadékösszegek, havi minimum, maximum és átlaghőmérsékletek álltak rendelkezésre (forrás: OMSZ)
- A 2001. január 1. és 2008. december 31. közötti időszaknak az időjárási napi-jelentésekből kigyűjtött napi hőmérséklet- és csapadékadatai
- vízszint-adatok (Vörös-tó): 2004-2007: ANP
- Többváltozós statisztikai módszerek (PASW Statistics 18, faktoranalízis, klaszteranalízis)

# Módszertan

## 5. Terepi és laboratóriumi vizsgálatok:

- **Víz**:

  1. oxigénháztartás paraméterei (oldott oxigéntartalom, oxigéntelítettség, kémiai oxigénigény)
  2. tápanyagháztartás paraméterei (nitrát, nitrit, ortofoszfát, összes foszfor, ammónium, a-klorofill)
  3. egyéb paraméterek (kémhatás, $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $K^{+}$, $Na^{+}$, Fe, Mn, $HCO_3^{-}$, $CO_3^{2-}$, $Cl^{-}$, $SO_4^{2-}$, vezetőképesség, levegő- és vízhőmérséklet, átlátszóság, zavarosság, mélység, légnyomás, keménység, alkalinitás)

- **Üledék**:

  P, N, szárazanyag-tartalom, kémhatás, összsótartalom, nehézfémek (összes és mobilizálható), szervesanyag-tartalom

- **Talaj**:

  P, N, nehézfémek, kémhatás, összsótartalom

# Módszertan

## 5. Terepi és laboratóriumi vizsgálatok:

- WTW pH/Cond 340i: ***kémhatás, vezetőképesség***
- Hach Lange termolumineszcenciás oldott oxigénmérő: ***oldott oxigén, oxigéntelítettség, vízhőmérséklet***
- Secchi-korong: ***átlátszóság***
- Thermo Orion AQUAfast típusú turbidiméter, nefelometriás módszer: ***zavarosság***
- Fia Star 5000: ***$PO_4^{3-}$ , ÖP, $NO_3^-$, $NH_4^+$***
- MSZ 448-20: ***KOI***
- Perkin Elmer 3110 atomabszorpciós és emissziós spektrofotométer → ***$Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $K^+$,$Na^+$, Fe, Mn***
- MSZ 448/15: ***$Cl^-$***
- turbidimetriás módszer (‘Kézikönyv karsztvíz-analízishez’ (Krawczyk, 1996)): ***$SO_4^{2-}$***
- ***Nehézfémek mobilitása*** az üledékben: ***szekvencionális kioldás***: Ure et al. (1993) által közzétett es Bódog et al. (1996) által továbbfej-lesztett módszer
- Az ***üledék szervesanyag-tartalmának*** mérése, minőségi és mennyi-ségi elemzése: ***Rock-Eval pirolízis***

# Módszertan

## 6. A vízminősítés

- Szabvány: MSZ 12749:1993
- Ökológiai: Felföldy (1974), Dévai (1992): (halobitás, szaprobitás, trofitás, víztér-tipológia)
- OECD (1982): trofitás

## 7. Víztestek összehasonlítása

- többváltozós statisztikai módszerek (PASW Statistics 18, faktoranalízis, klaszteranalízis, diszkriminancia-analízis)

# Eredmények III.

- meghatározó folyamatok, kulcsfaktorok
- **Faktoranalízis:**

  - felhasznált vízminőségi paraméterek: $O_2$ mg/l, $O_2$ %, $NO_3^-$, $PO_4^{3-}$, $NH_4^+$, $NO_2^-$, $KOI_{ps}$, pH, G, $T_{lev}$, $T_{víz}$, légnyomás, csapadék, aszályindexek

  - főkomponens analízis; varimax rotáció

  - 6 faktor: 85,5 %

  1. aszályindexek, csapadék
  2. $KOI_{ps}$, Fe-, Mn, $NO_3^-$(-)
  3. oxigénviszonyok, pH
  4. a levegő-, vízhőmérséklet
  5. $PO_4^{3-}$, G
  6. $NH_4^+$, légnyomás (-)

- **Klaszteranalízis**
  hierarchikus klaszteranalízis: ’Cosinus’
  Egyszerű átlag módszer (Within groups linkage)

- **Diszkriminancia-analízis**
  többszörös lineáris regresszió-elemzés (Mahalanobis távolság)

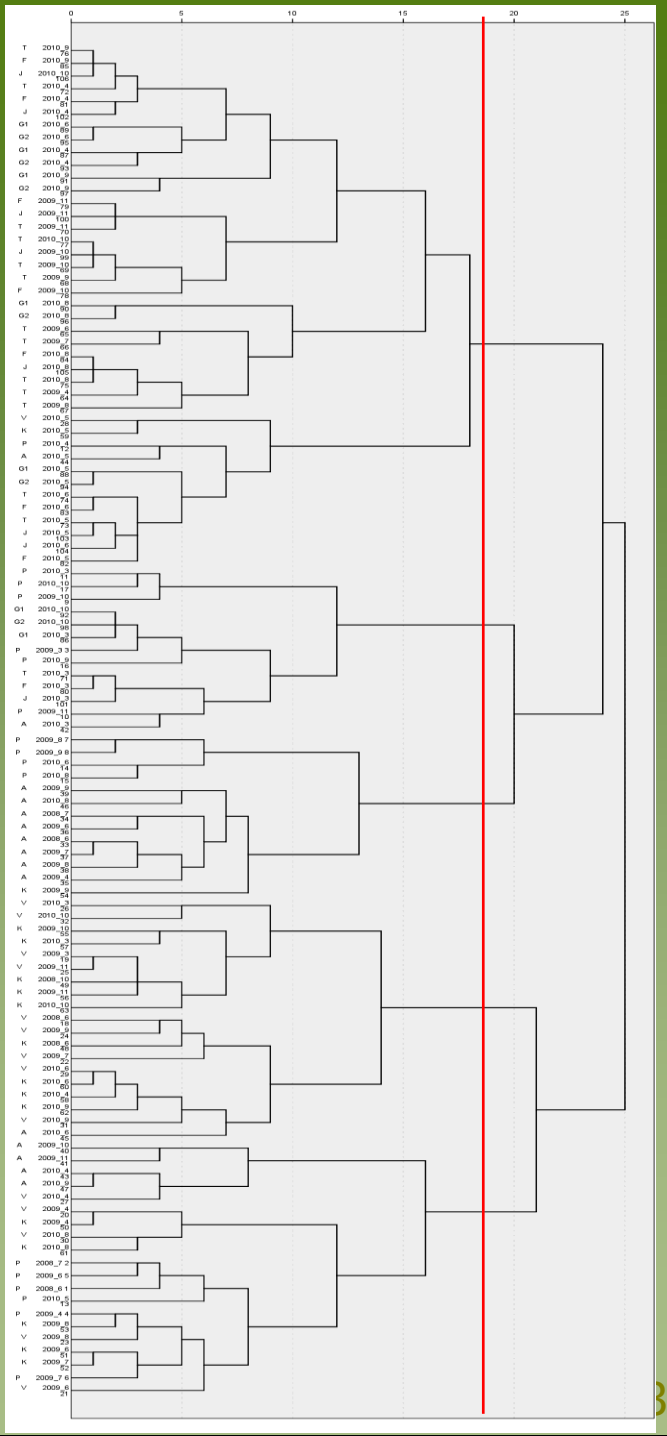
  - mindegyik faktor részt vesz a csoportképzésben

  - a legerősebb csoportképző: 2., 5. faktor (majd: 3., 4., 6., 1.)

  - 5 csoport definiálása esetén: 94,3%, validálás: 91,5%

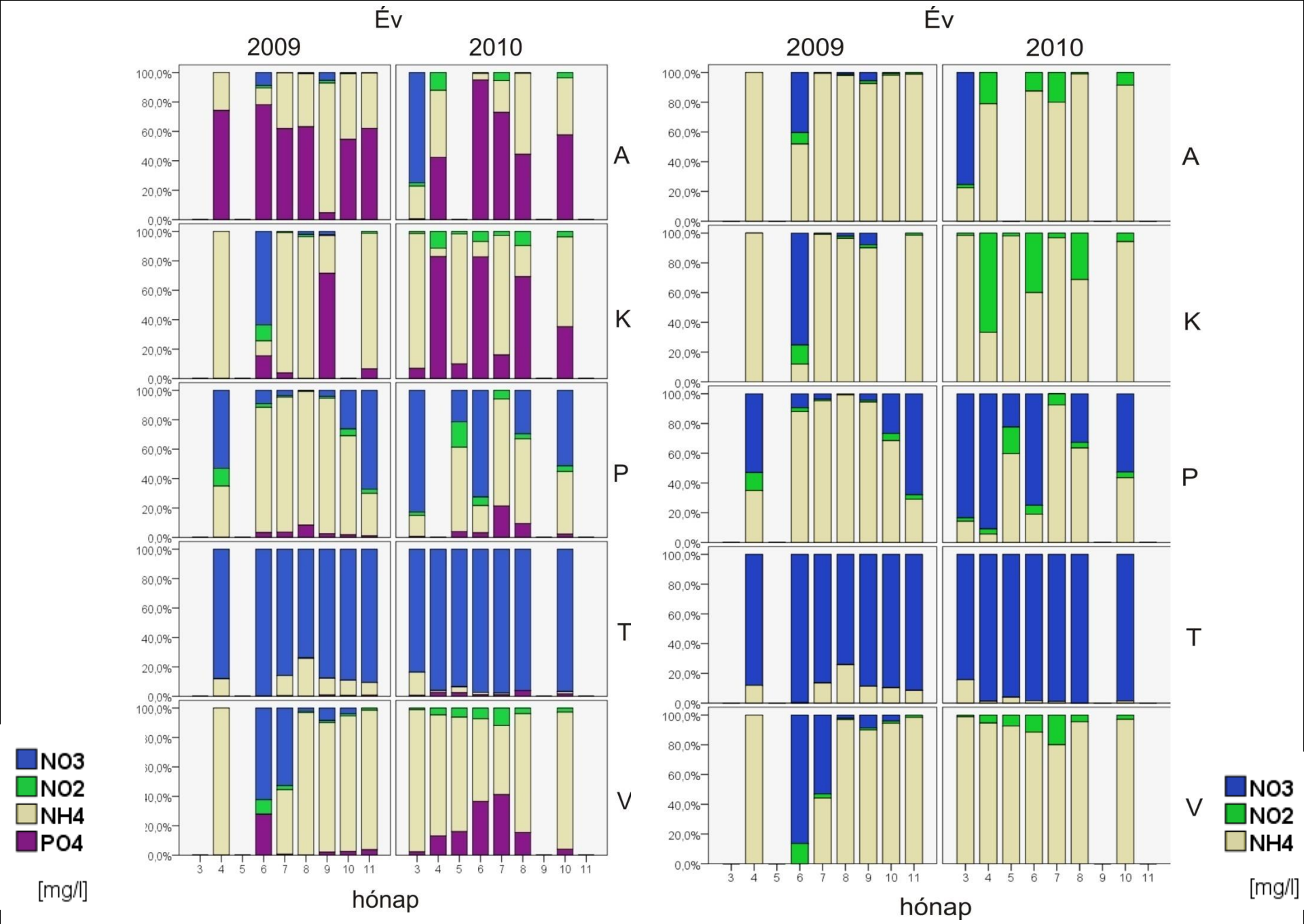
    1. aszályindexek, csapadék
    2. $KOI_{ps}$, Fe-, Mn, $NO_3^-$(-)
    3. oxigénviszonyok, pH
    4. a levegő-, vízhőmérséklet
    5. $PO_4^{3-}$, G
    6. $NH_4^+$ (+), légnyomás (-)

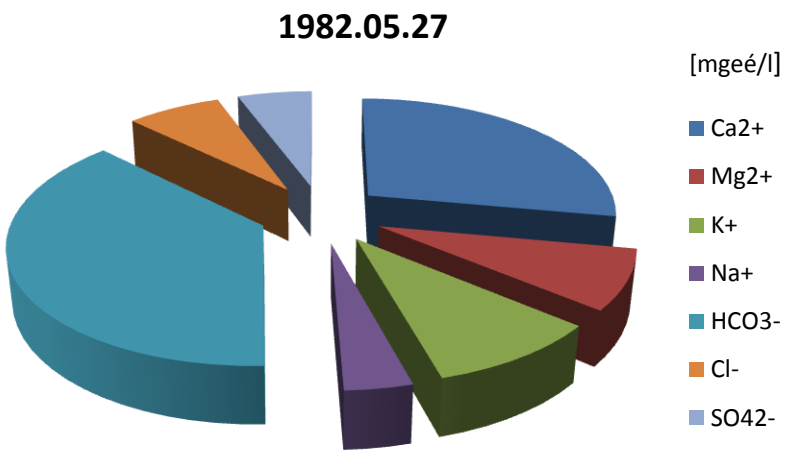
- Gyökérréti-kút, Fekete-f. Jósva-patak, Tengerszem-tó
- Kender-, Vörös-tó
- Papverme-, Aggteleki-tó

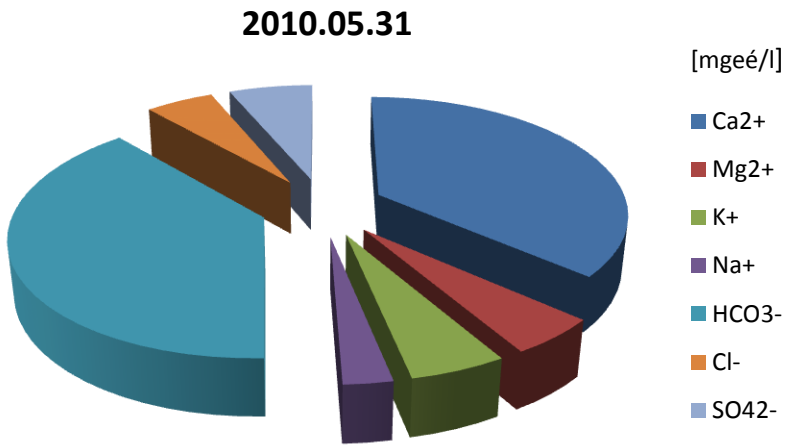


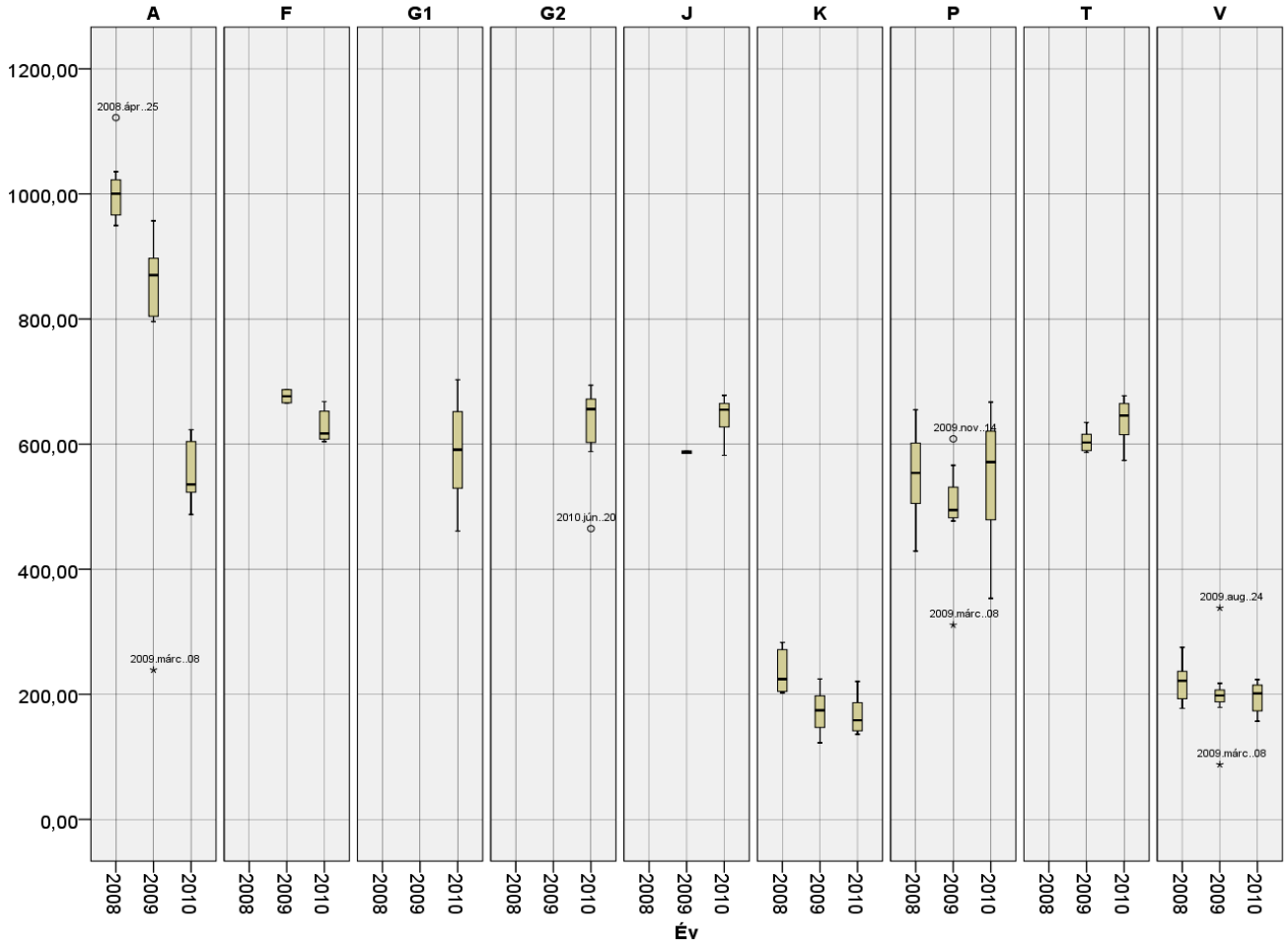
# Eredmények V. Tápanyagterheltség

| konc. (mg/l)<br>tó | $PO_4^{3-}$ /üledék | $PO_4^{3-}$ /talaj | $PO_4^{3-}$ /víz | $NO_3^-$ /üledék | $NO_3^-$ /talaj | $NO_3^-$ /víz |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Papverme** | | > | | | > | |
| **Papverme-6.** | | | > | | | |
| **Vörös** | | > | | | > | |
| **Tengerszem** | | > | | | > | |
| **Aggteleki** | ≈ | ≈ | ≈ | | > | |
| **Kender** | > | | | > | | |
| **Gyökérréti** | > | | | | > | |


Év
2009
2010
A
K
P
T
V
100,0%
80,0%
60,0%
40,0%
20,0%
0,0%
3 4 5 6 7 8 9 10 11
hónap
NO3
NO2
NH4
PO4
[mg/l]

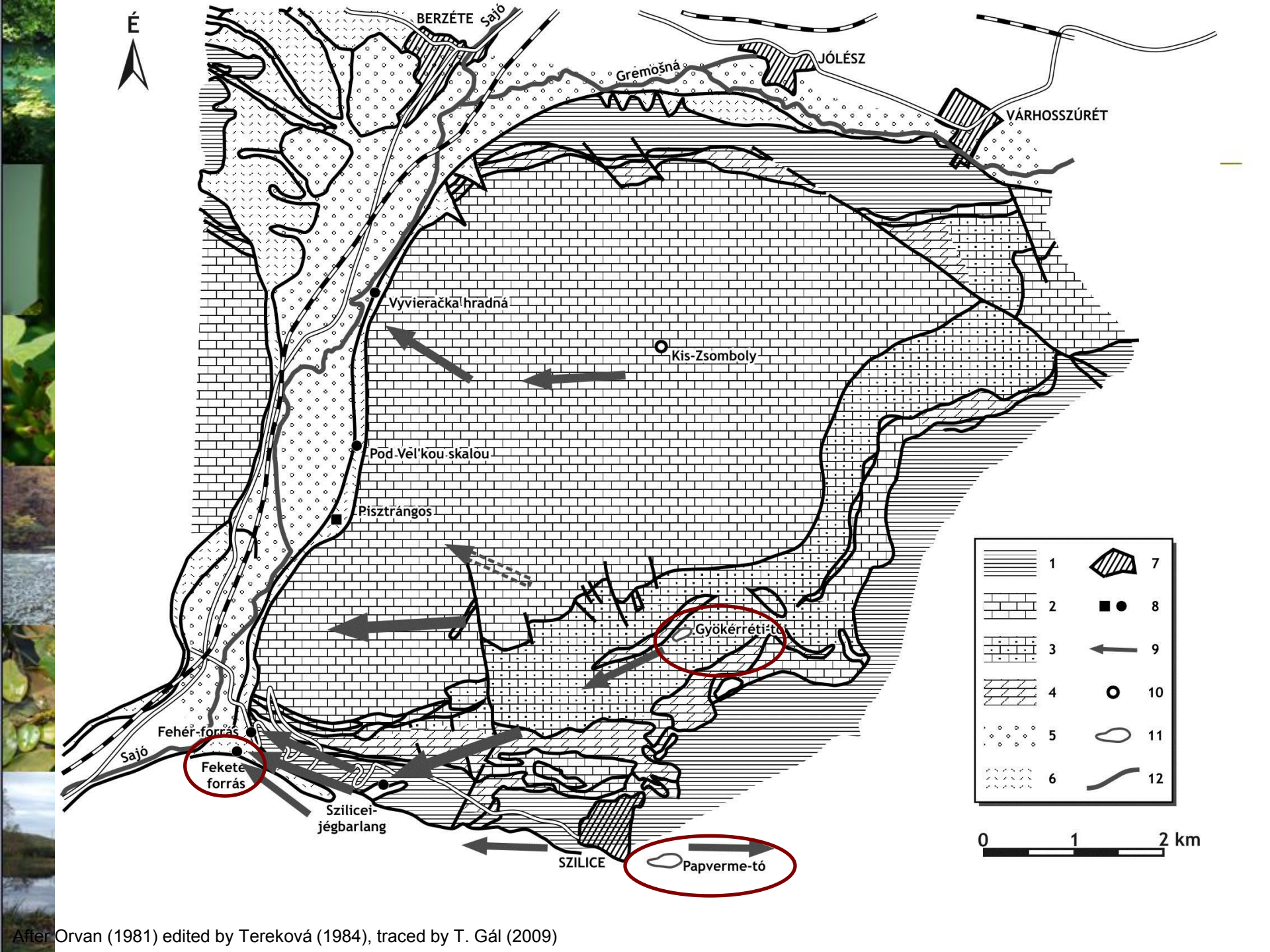



Vezetőképesség [µS/cm] – 2008-2010

A: Aggteleki-tó
F: Fekete-forrás
G1: 1. Gyökérréti-kút
G2: 2. Gyökérréti-kút
J: Jósva-patak
K: Kender-tó
P: Papverme-tó
T: Tengerszem-tó
V: Vörös-tó




After Orvan (1981) edited by Tereková (1984), traced by T. Gál (2009)