

## JELENLÉGI ÉS MÚLTBELI ÁLLAPOT A GÖMÖR-TORNAI-KARSZT TAVAIN A PAPVERME-TÓ PÉLDÁJÁN

SAMU Andrea, KEVEINÉ BÁRÁNY Ilona

SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék,  
6722 Szeged, Egyetem u. 2. Pf 653, e-mail: samu.andrea@geo.u-szeged.hu

**Kulcsszavak:** karszt, tó, vízminőség, tájhasználat, eutrofizáció, barlang

**Összefoglalás:** A karsztos tavak értékes elemei a karsztos tájnak. Élőhelyet biztosítanak számos fajnak, valamint esztétikai értéket is képviselnek. Jelenleg a Gömör-Tornai karszt legtöbb tava előrehaladott trofitási stádiumban van. Mivel az antropogén befolyás lerövidítette természetes folyamataikat, eltűnnek, több védett fajjal együtt. Ezenkívül egybegyűjtik a szennyezőanyagokat és igen gyorsan közvetítik ezeket a felszín alatti vizek és ezáltal az esetlegesen velük kapcsolatban álló barlangrendszerek felé is, veszélyeztetve ezzel a karsztökológiai rendszert. A Gömör-Tornai karszt egyes tavainak vízminőségét vizsgáltuk egy két éve tartó monitoring-program keretében. Célunk volt információt gyűjteni a tavak állapotáról, illetve az ebben bekövetkezett változásokról. Megvizsgáltuk, hogy a jelenlegi tájhasználat mennyiben változott a múlthoz képest és ez milyen hatással van a tavakra. A tanulmányban a Szlovák-karszt területén található Papverme-tavat mutatjuk be példaként. A hatályos magyar szabvány alapján értékeltük a vízminőséget, valamint az ökológiai vízminőség egyes tulajdonságait 2008-ban és 2009-ben. A víz minősége jól tükrözi a terület antropogén befolyásoltságát.

### Bevezetés

A Gömör-Tornai-karszt területén néhány viszonylag kisebb állandó vízborítással rendelkező állóvíz található. Az utóbbi évek során egyre több figyelmet szentelnek ezeknek a tavaknak, mert keletkezésük egyedisége és ritkaságuk még inkább megnöveli természeti értéküket. Ezenkívül ökológiai jelentőségük is van: számos állat- és növényfajnak biztosítanak élő- és szaporodóhelyet. Napjainkban azonban sajnos sok állóvíz igen előrehaladott trofitási stádiumban van és kevés az újonnan keletkező vízfelszín, ami a veszteséget pótolná (EREIFEJ 2002).

Annak ellenére, hogy az emberi hatások következményeként felgyorsult eutrofizáció problémája már néhány évtizede ismert, sok területen – köztük a környezeti hatásokra érzékeny karsztterületeken sincs mindenhol megoldva sem a szórt, de néha még a pontszerű szennyezőforrások megszüntetésének kérdése sem. A Gömör-Tornai-karszton is felfigyeltek a kutatók erre a problémára az 1980-as években. Az antropogén hatásnak kitett tavak állapota és ezek nyomonkövetése kiválóan indikálja a táj változásait és megmutatja, hogy az emberi jelenlét mennyiben és milyen irányba befolyásolja azt.

A tájhasználat a karsztokon az egyik tényező, amely jelentős hatást fejt ki az itt megtalálható felszíni és a velük szoros kapcsolatban álló felszín alatti vizek minőségére (HALLBERG 1986, HOKE és WICKS 1997).

Ezért fontos a folyamat megismerése, mert ez nemcsak a felszíni élővilágot, hanem a felszín alatti formakincset is veszélyezteti. Szlovákiában a Szilicei-fennsík az egyik olyan karsztterület, ahol a barlangok elszennyeződésével a legnagyobb problémák vannak (JAKÁL 1979, MITTER 1984).

Célunk a Gömör-Tornai-karszt szlovákiai területén található Papverme-tó (lásd még: Farárova jama) vízkémiai jellemzése, az antropogén hatások áttekintése, illetve mai vízminőségének a korábbival való összehasonlítása volt, különös tekintettel a tápanyagháztartásra.

### Anyag és módszer

A mintavételezést havi rendszerességgel végeztük 2008 áprilisától. A mintavételi helyeket a 4 égtáj irányában a partközeli részeken jelöltük ki, mivel tavak esetében a vízminőség szempontjából a parti régió meghatározó (BARDÓCZYNÉ és SZABÓ 2007). Ezenkívül mintát vettünk onnan, ahol valamilyen befolyás éri a tavat, illetve a tó közepén egy pontban a felszínről és a mélyebb rétegből. Ez alapján 8 mintavételi pontot jelöltünk ki, ebből 7 felszíni átlagminta (1. ábra). Mintát vettünk még 2009 őszén kétszer a Fekete-forrásból is, amely Gombaszőgnél lép ki a felszínre és kapcsolatban van a tóval.



1. ábra Mintavételi pontok (forrás: Google Earth)

Figure 1. Sampling points

A következő paramétereket mértük (technikai és egyéb okok miatt nem mindegyiket az 1. időponttól kezdve): oldott oxigéntartalom, oxigéntelítettség, kémiai oxigénigény, nitrát, nitrit, ortofoszfát, összes foszfor, ammónium, a-klorofill, kémhatás,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ , Fe, Mn,  $\text{HCO}_3^{-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , vezetőképesség, levegő és víz hőmérséklet, átlátszóság, zavarosság, mélység, légnyomás, keménység, alkalinitás.

A vízminőség értékelése az MSZ 12749:1993 sz. szabvány szerint történt, amely 5 vízminőségi kategóriát különít el, amelyek: kiváló (I.), jó (II.), tűrhető (III.), szennyezett (IV.), erősen szennyezett (V.).

A vízminősítést 3 paramétercsoport alapján végeztük: 1. csoport: az oxigénháztartás mutatói – ezen belül: oldott oxigéntartalom, oxigéntelítettség, kémiai oxigénigény. 2. csoport: a P-N háztartás mutatói – ezen belül: nitrát, nitrit, ortofoszfát, összes foszfor, ammónium, a-klorofill. 3. csoport: egyéb paraméterek – ezen belül: kémhatás, vas- és mangántartalom.

Az ökológiai vízminősítést FELFÖLDY (1974) és DÉVAI (1992) alapján végeztük el. A halobitást a vezetőképesség, a szaprobitást a kémiai oxigénigény és a trofitást az a-klorofill és az ortofoszfát-tartalom alapján értékeltük. A trofitási fokot OECD (1982) kategóriákban is feltüntettük.

A helyszíni vizsgálatoknál a kémhatást és a vezetőképességet WTW pH/Cond 340i műszerrel, az oldott oxigén mennyiségét és a víz hőmérsékletét Hach Lange termolumineszcenciás oldott oxigénmérővel mértük. Az átlátszóság mértékét Secchi-koronggal, a zavarosságot Thermo Orion AQUAfast típusú turbidiméterrel, nefelometriás módszerrel

határoztuk meg. A laboratóriumi mérések közül az ortofoszfátot, összes foszfort, nitrátot, nitritet és az ammóniumot Fia Star 5000 készülékkel mértük. A kémiai oxigénigény az MSZ 448-20 szabvány szerint határoztuk meg. A kationok ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Mn}$ ) mérését Perkin Elmer 3110 atomabszorpciós és emissziós spektrofotométerrel végeztük el.

A  $\text{Cl}^-$  mérés az MSZ 448/15 alapján, a  $\text{SO}_4^{2-}$  meghatározása turbidimetriás módszerrel a 'Kézikönyv karsztvíz-analízishez' (KRAWCZYK, 1996) szerint történt.

Az a-klorofill-tartalmat 2009-ben az Észak-magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség határozta meg.

A korábbi adatok szlovák kutatóktól származnak, akik a méréseiket az adott időben szlovákiai akkreditált laboratóriumban végeztették. A szlovák szabványok és az általunk használt módszerek összehasonlítása után a módszerek a következő paraméterek esetében egyeznek: kémhatás, vezetőképesség, alkalinitás, keménység, kalcium, magnézium, vas, mangán, KOI. Nem egyezők a módszerek a nitrát és az ammónium-ion meghatározása esetén, illetve nincsenek biztos információink az a-klorofill, a foszfor-formák, a szulfát, a nátrium, illetve az oxigéntelítettség esetében. Ezért a mi adatainknak az utóbbiakkal való összevetése tájékoztató jellegű.

### **Eredmények és megvitatásuk**

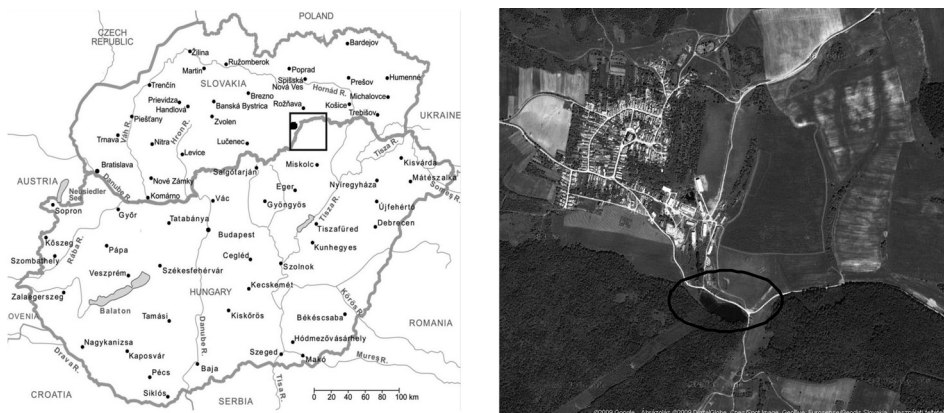
A tavak megjelenése a Szilicei-fennsíkon a mészkő és a vízátnemeresztő általaj kapcsolatával magyarázható, amelynek eredményeképpen eltömődött karsztos mélyedések jönnek létre (BARANČOK 2001).

Ezeknek a tavaknak az állapotajelentősen megváltozott az időskorán. Tanulmányunkban az 1980-as évektől követjük nyomon a fejlődésüket (ekkor már nyilvánvalóak voltak az intenzív mezőgazdaság jelei). Hasonló volt a helyzet a Gyökérréti-tó esetében is, amely Szilicétől ÉK-i irányban volt megtalálható. Az 1980-as évekig a Szilicei-fennsík legnagyobb tava volt, ezután az erős eutrofizáció jelei mutatkoztak rajta, majd ezért, illetve a víznyelő esetleges felnyílása következtében eltűnt. Ma már csak a csapadékosabb időszakokban van jelen kis területen a maximum 40-50 cm mély víz.

CÍLEK (1996) szerint "elég különös, hogy egy falu felső végén található tó (a Gyökérréti-tó) eltűnik, és ugyanaz alatt a falu alatt egy hasonló formájú és területű, új tó jelenik meg. Ez akkor történt, amikor a Papverme-víznyelő eltömődött."

A Papverme-tó Szilice község DK-i peremén helyezkedik el egy eltömődött víznyelőben, a faluhoz képest alacsonyabb tengerszintfeletti magasságban (2. ábra). Területe kb. 1 ha, átlagos mélysége 1,85 m, legmélyebb pontja kb. 2,46 m. Legnagyobb hosszát NY-K-i irányban éri el. Közvetlenül mellette ÉNY-ra egy mezőgazdasági telep helyezkedik el, ahonnan egy befolyás érkezik a tóba. A tó É-i és NY-i oldalán rét, D-i oldalán erdő, a K-i oldalán pedig szántóföld található. A tó mellett elhaladó földút Szilicét a szomszéd faluval összekötő út, így ide az autósforgalomnak is szabad bejárása van. A tavon intenzív horgásztevékenység zajlik, ennek következtében jelentős az elszórt hulladék mennyisége is.

A tóban a leírások alapján egyre inkább emelkedett a vízszint, ezért az alacsonyabb partrészeket mesterségesen megemelték, így tudta kompenzálni az erős eutrofizációs folyamatokat és nem indult feltöltődésnek (HUDEC 1993). ROZLOŽNIK (2005) szerint a vízszintemelkedésnek több oka lehetett: az eddigi elfolyás helye eltömődhetett és nem



2. ábra A mintaterület

Figure 2. Location of the study area

szabályozza többé a vízszintet. Erre található a falu vízvezetéke, amely megsérülhetett és az elfolyó víz a tóban gyűlhetett össze. A mezőgazdasági udvartól való hozzáfolyás, amely szennyvizet is közvetít (a faluból is, amely csatornázatlan), hozhatott többlet-vízmennyiséget, illetve változhatott a kapcsolat a vízgyűjtő területtel, ennek eredményeképpen is kaphatott a tó több vizet.

A Papverme-tó első vízkémiai méréseit TEREKOVÁ végezte 1982 májusában, majd HUDEC 1992-ben (július, augusztus, október). A Papverme-tó a Fekete-forrás vízgyűjtő területéhez tartozik, amely a tó irányából kiindulva a Szilicei-jégbarlangon keresztül a Gombaszögi-barlangrendszerbe jut (ORVAN 1981, TEREKOVÁ 1984, CÍLEK 1996) (3. ábra). TEREKOVÁ 1982 októberi mérése alapján a Fekete-forrásban megjelenő  $\text{PO}_4^{3-}$  - mennyiség a tóból való vízfeltöltődés következtében emelkedik meg. Ennek a komponensnek a jelenléte a barlangi vizekben is több negatív hatáshoz vezethet (a barlangi klíma savasodása, ennek eredményeképpen a barlangi formák destrukciója, stb.).

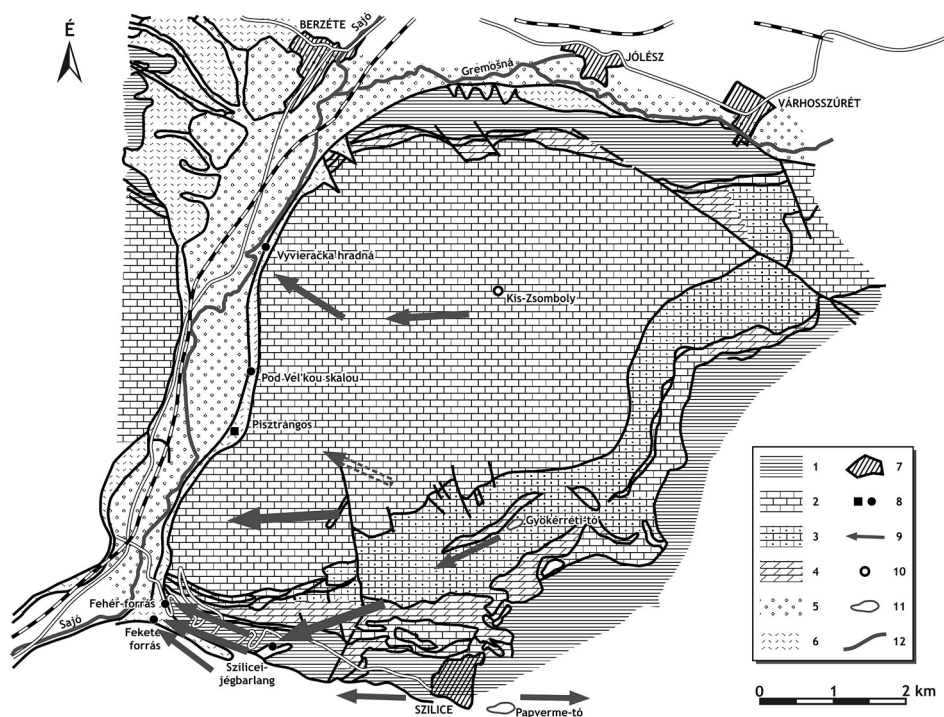
1992-ben HUDEC többek között kémhatást, alkalinitást, összes foszfor- és nitrogén-tartalmat, valamint a-klorofill mennyiséget mért. Megállapította, hogy a tó erősen eutrofizálódott stádiumban van.

CÍLEK (1996) megdöbbentőnek találta az új tavi ökoszisztéma formálódásának gyorsaságát, azonban a tó hosszú távú fennmaradását bizonytalannak tartotta.

BARANČOK (2001) szerint bár a terület emberi létesítmények által befolyásolt, az autótút jelenléte és a mezőgazdasági tevékenység (beleértve az állattartást is) nem okozhat semmilyen nagyobb mértékű vízminőségbeli romlást.

Saját méréseink és megfigyeléseink alapján a víz látszólagos színe többnyire zöld vagy barnászöld. Nyáron és kora ősszel egy majdnem összefüggő algauszógyeg úszik a víz tetején. 2009-ben ez csak szeptemberben jelentkezett erősebben. A víz zavarossága átlagosan 13,79 NTU, míg a 6. mintavételi pontban (amely a befolyás a mezőgazdasági telep irányából) 107 NTU. A víz átlátszósága 2008-ban és 2009-ben 10-58 cm között mozgott, de a 2009-es átlag (39 cm) valamivel magasabb, mint a 2008-as (26 cm).

A tó vize  $\text{CaHCO}_3$  - típusú, bár a víz  $\text{HCO}_3^-$  - tartalma 1982 óta a felére csökkent. Értékei hasonlóak viszont az 1992-ben HUDEC által mért értékekhez (4. ábra). Ez alapján a víz pufferkapacitása lecsökkent, de még jónak mondható.



3. ábra A Szilicei-Iennsik E-1 részének (Vel'ka skala) hidrogeológiai térképe

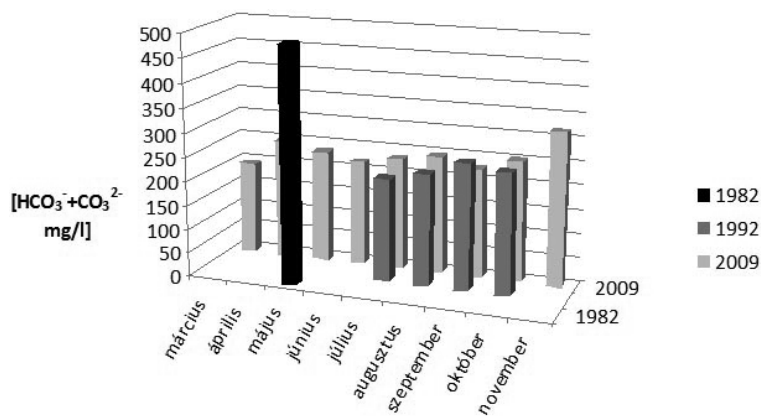
Orvan (1981) alapján szerkesztette Tereková (1984), átrajzolta: Gál T.

Jelmagyarázat: 1. alsótriász pala és homokkő, 2. középtriász mészkő, 3. középtriász dolomit, 4. közép- és felsőtriász dolomitok, 5. alluviális hordalék (negyedidőszak), 6. lejtőgőrgöteg, 7. település, 8. foglalt és nem foglalt források, 9. a felszín alatti vizek folyásiránya, 10. szakadék, 11. tavak, 12. törések

Figure 3. Hydrogeological map of the north part of the Silická plateau (Vel'ká skala), Slovakia

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

Legend: 1. lower Triassic slates and sandstones, 2. mid-Triassic limestone, 3. mid-Triassic dolomite, 4. mid- and upper Triassic dolomites, 5. alluvial silt - Quaternary, 6. scree, 7. settlement, 8. enclosed and open springs, 9. flowing direction of the subsurface waters, 10. gorge, 11. lakes, 12. faults



4. ábra A Papverme-tó alkalinitása

Figure 4. Alkalinity of the Papverme Lake

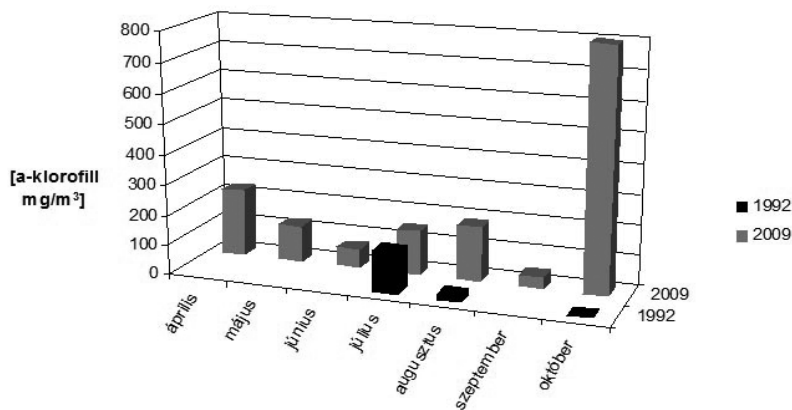


A kationok tipikus sorrendje:  $\text{Ca}^{2+} > \text{K}^{+} > \text{Na}^{+} > \text{Mg}^{2+}$ , az anionoké pedig:  $\text{HCO}_3^{-} > \text{Cl}^{-} > \text{SO}_4^{2-}$ . 1982-ben ez  $\text{Ca}^{2+} > \text{K}^{+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^{+}$  és  $\text{HCO}_3^{-} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^{-} > \text{F}^{-}$ . A  $\text{K}^{+}$  mennyisége ma ugyanolyan magas, mint 1982-ben. TEREKOVÁ (1984) szerint ez a víz fekális, illetve bakteriális szennyeződését tükrözheti, amelyet valószínűleg legfőképpen a környéken tartott állatok okozhatnak.

A víz összes keménysége 2009-ben 6,6–13,6 nK° között mozog, átlagosan 9,3 nK°, vagyis a víz közepesen kemény. A befolyásban a keménység értéke időnként a 25 nK°-t is elérheti, ami kalciumban és magnéziumban való időnkénti dúsulást jelez. 1982-ben ez az érték a tóban 20,87 nK°, tehát a víz kemény volt.

A víz 2008-ban alfa oligohalobikus, 2009-ben béta-alfa oligohalobikus és mindkét évben alfa-mezoszaprobikus típusú.

A foszforformák mennyisége 1982 és 1992 között is csökkent, erre lehet következtetni abból, hogy 1982-ben az ortofoszfát mennyisége 5,2 mg/l, 1992-ben pedig az összes foszfor értéke ugyanennyi. Ma ez még kevesebb (mindkét évben átlagosan 1,54 mg/l), kivéve a befolyást, amelynek átlagosan 3,1 mg/l az ortofoszfát-tartalma, de 2009 szeptemberében ez eléri az 16,9 mg/l-t is. Az a-klorofill értékek (5. ábra) alapján a tó egész 2009-ben hipertrofikus állapotban van (OECD 1982), FELFÖLDYbesorolása alapján ez az eu-politrofikus és politrofikus kategóriát jelenti. Ugyanez mondható el a foszfát-tartalommal kapcsolatban is. A Fekete-forrás ortofoszfát-tartalma kicsi volt a két mérés alkalmával (0,09 mg/l), ez nagyjából az abban az időben a tóban jelenlévő mennyiséget tükrözte.

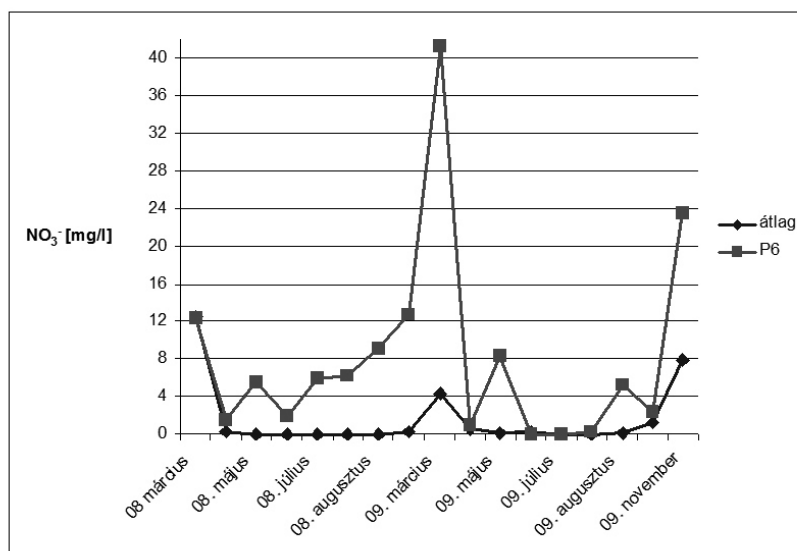


5. ábra A Papverme-tó a-klorofill tartalma

Figure 5. The a-chlorophyll content of the Papverme Lake

A nitrát-tartalom (6. ábra) elsősorban az őszi és tavaszi időszakokban magasabb, a legmagasabb értékeket 2008 áprilisában (12,4 mg/l), illetve 2009 novemberében (7,88 mg/l) mértük. Nyáron (június-augusztus) a  $\text{NO}_3^-$  – tartalom gyakorlatilag nullára csökken. A befolyás esetében a 2008-as átlag 6,95 mg/l, a 2009-es 9,17 mg/l, 2008 márciusában azonban elérte a 41,36 mg/l-es értéket is. 1992-ből összes nitrogén adatok állnak rendelkezésünkre, amelyekből az derül ki, hogy júliusban és augusztusban 2,54–3,03 mg/l között volt a nitrogén tartalom, augusztus végére viszont már 20,48 mg/l-ig, októberre pedig 25,8 mg/l-ig emelkedett. Ekkortájt tehát még élesebb volt az ugrás a nyári és az őszi

hónapok között, mint az általunk mért két évben. A Fekete-forrás nitrát-tartalma 1982-ben 38,11 mg/l volt, ami jóval magasabb a tóban mérthez képest, mert a Fekete-forrás az egykori Gyökérréti-tóból és a mellette lévő kutakból is kapott utánpótlást, ott pedig az akkoriban igen intenzív mezőgazdasági tevékenység miatt nagyon magas volt a nitrát tartalom (a kutakban 81,32 mg/l és 55,22 mg/l). Ma a forrás nitrát-tartalma még mindig magasabb, mint a tóban lévő koncentráció, az oka pedig valószínűleg hasonló: a forrás máshonnan is gyűjt nitrátos vizet (a Gyökérréti-kutak ma is léteznek és nitrát-tartalmuk 2008 augusztusában 12 mg/l, 2009 márciusában pedig 17,3 és 29,2 mg/l volt).



6. ábra A Papverme-tó  $\text{NO}_3^-$  tartalma  
Figure 6.  $\text{NO}_3^-$  content of the Papverme Lake

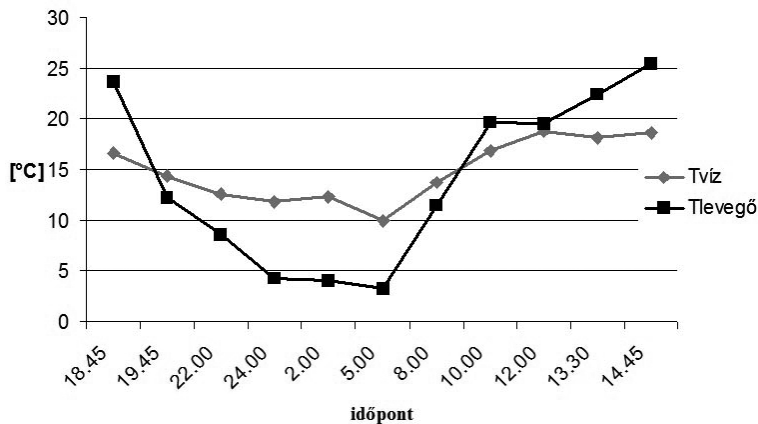
A víz ammónium-tartalma átlagosan 0,64 mg/l körül mozgott mindkét évben, tavasszal alacsonyabbak, míg ősszel magasabbak az értékek. A mezőgazdasági telepről való befolyásban a 2008-as átlagérték 4,1 mg/l, 2009-ben 5,4 mg/l. Gondot jelenthet a szabad és mérgező ammónia mennyiség a lúgos kémhatás és a magasabb vízhőmérséklet miatt, így például 2009 júniusában az ammónia részaránya elérte a halak számára toxikus szintet (0,47 mg/l). 1982-ben 12,5 mg/l-es ammónium-koncentrációt mértek májusban, a Fekete-forrásban pedig 0,05 mg/l-t októberben. Ma a forrásban lévő koncentráció magasabb (~0,39 mg/l), ez kb. a fele a tóban mért értéknek.

2009.04.25-én 1 napon keresztül 2 óránként mértük a víz- és a levegő hőmérsékletét, a kémhatást, az oldott oxigéntartalmat és az oxigéntelítettséget. A léghőmérséklet nagyobb ingadozásait mérsékeltebb kilengésekkel követi a víz hőmérséklete, kb. este 8-tól a víz hőmérséklete magasabb reggel 8-ig. Mindkettő esetében reggel 5-kor volt a leghűvösebb, délután 3-kor pedig a legmelegebb (7. ábra). Az év során júniustól májusig terjedően a léghőmérséklet magasabb a víznél, októbertől májusig a helyzet fordított.

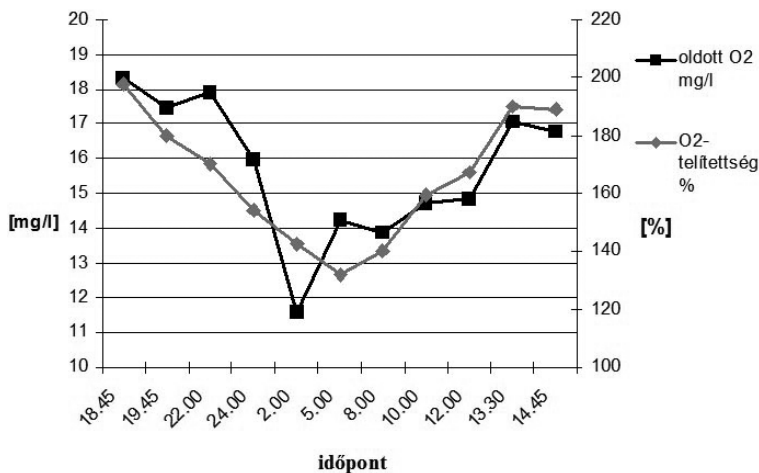
Az oldott oxigén- és oxigéntelítettség-profil (8. ábra) alapján az derül ki, hogy a mért időszakban a víz mindig túltelített volt, ami szintén az algák nagy mennyiségű jelenlétére, illetve előrehaladottabb trofitási stádiumra utal.

A kémhatás profilja a 24 órás periódusban együtt mozgott az oldott oxigén tartalommal, éjjel tehát lecsökkent, nappal a fotoszintetikus aktivitás intenzívebbé válásakor lúgosabbá válik, ez valószínűleg a nagyobb algamennyiség miatt bekövetkező asszimilációs lúgosodás következménye.

Összehasonlítva a 4 mérési év pH értékeit azt figyelhetjük meg, hogy napjainkban az enyhén lúgos tartományban mozog, amely 2008-ban állandóbb jellegű (9. ábra).

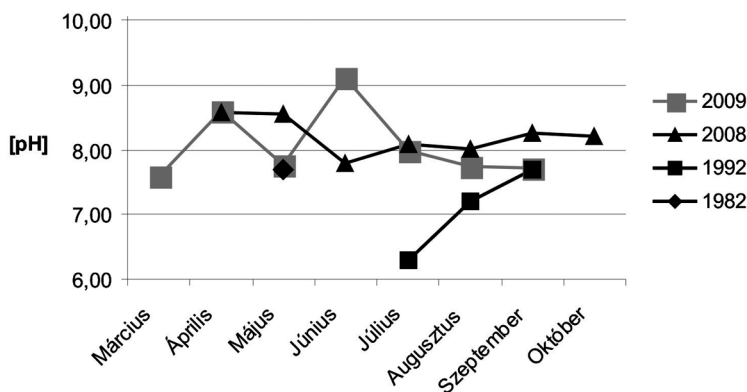


7. ábra A Papverme-tó víz- és léghőmérsékleti profilja, 2009. 04.25.  
Figure 7. Water and air temperature profiles from the Papverme Lake, 25.04.2009



8. ábra A Papverme-tó oldott oxigén és oxigén-telítettség profilja, 2009. 04.25.  
Figure 8. Dissolved oxygen and oxygen saturation profile – Papverme Lake

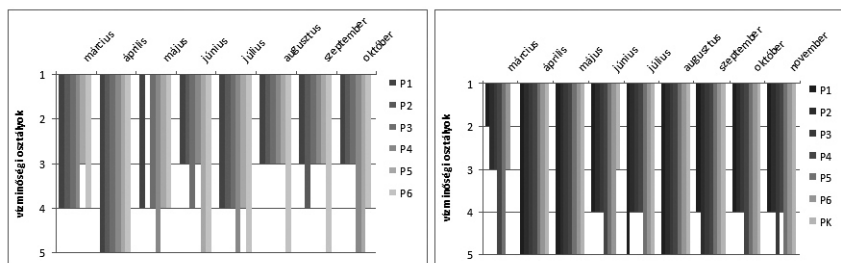




9. ábra Kémhatás a Papverme-tóban  
Figure 9. pH of the Papverme Lake

A Papverme-tó összesített vízminősége – a 6. mintavételi pontot (nevezhetjük szennyvízbefolyásnak) figyelmen kívül hagyva – 2008-ban a 3. és 4. vízminőségi kategória között mozog. A paraméterek, amelyek a tűrhető, illetve szennyezett kategóriákhoz vezetnek, elsősorban az oxigéntelítettség, a kémiai oxigénigény, a kémhatás, a vas- és tavasszal a nitrát- és foszfáttartalom. 2009-ben rosszabb a vízminőség (10. ábra), azonban ebben az évben több paramétert mértünk, így egységesebb és komplexebb képet kaptunk. 2009-ben a kémhatás közelebb volt a semlegeshez (kivéve júniust). Márciusban a vízminőség még mindkét évben tűrhető, illetve szennyezett, 2008-ban áprilisra leromlik (5. kategória), ezután pedig még a júniusi, az augusztusi és szeptemberi hónapokban naggyobbrészt tűrhető. 2009-ben áprilisra szintén leromlik a vízminőség és ez már csak júniusban és késő ősszel javul, akkor sem a tó egészében. Így 2009-ben inkább a 4. és 5. vízminőségi kategória válik jellemzővé, amelyhez nagyban hozzájárul például az összes foszfor mennyisége. A 2009-től mért a-klorofill értékek a PK mintavételi pontban (vagyis a tó közepéről vett átlagmintában) jelennek meg.

Ami a mezőgazdasági telep és a falu irányából érkező befolyást illeti, szinte az összes mért paraméter alapján az erősen szennyezett vízminőségi kategóriába esik. A két év során néhányszor találtunk elpusztult állatokat a tónak ezen a részén (halakat, patkányt, nagyobb emlősöket), 2009 szeptemberében a befolyásnak erős ammónium jelenlétére utaló szaga volt, a mérés pedig 23,8 mg/l ammóniumot mutatott ki, ami arra utal, hogy hígtrágya kerülhetett a befolyásba.



10. ábra A Papverme-tó összesített vízminősége 5 kategóriában: 2008-ban (balra) és 2009-ben (jobbra)  
Figure 10. Summarized water quality of the Papverme Lake in 5 categories – 2008 (left) and 2009 (right)

## Összefoglalás

A megelőző kutatások kimutatták az emberi jelenlét karsztos tavakra, illetve a velük összeköttetésben álló barlangrendszerekre gyakorolt káros hatását. A Papverme-tó esetében két jelentősebb szennyezőforrással számolhatunk: az egyik a mezőgazdasági telep és a falu felől érkező pontszerű befolyás, a másik a műtrágyahasználatból eredő szórt szennyezés. E két forrás jelentős vízminőségromlást eredményez, valamint veszélyezteti a tóval összeköttetésben álló barlangrendszerek élővilágát és klímáját is. Ez utóbbi terhelése annyiban mérséklődött, hogy a Gyökérréti-kutak felől nem érkezik akkora szennyezés, mint pl. 1982-ben.

A korábbi adatokkal való összehasonlítás azt mutatja, hogy csökkenés tapasztalható a foszfor mennyiségben, az a-klorofill értékek viszont megnövekedtek. A nitrát-tartalom hasonlóan alakul, mint 1982-ben – a Fekete-forrásban lecsökkent, de valamivel még magasabb, mint a tavi koncentráció. A megnövekedett algamennyiséget tükrözik vissza az éves oxigéntelítettség adatok és az áprilisi oxigén-profil is. Az alkalinitás és az összes keménység lecsökkent 1982 óta, hasonlít viszont az 1992-ben mért értékekre. A kémhatás az enyhén lúgos tartományba tolódott. Számolni kell az időnként jelentkező magasabb ammónia mennyiséggel is, amely eléri a halakra nézve mérgező szintet.

Az emberi hatás hasonlóan intenzív, mint 1982-ben vagy 1992-ben, ezt a vízminőség is visszatükrözi, amely mind a két évben a tűrhető, illetve a szennyezett kategóriákban állandósult.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk Fekete Istvánnak, Péter Lászlónak és mindenkinek, aki a terepi munkában részt vett. A kutatás az OTKA/T048356 támogatással valósult meg.

## Irodalom

- BARANČOK P. 2001: Karst lakes of the protected landscape area – Biosphere Reserve Slovensky kras karst and Aggtelek National Park – Ekológia (Bratislava) 20/4: 157–190.
- Bardóczyné Sz. E., Szabó I. 2007: in: A Gödöllő-Isaszegi Törendszér analitikai és toxikológiai vizsgálati eredményeinek értékelése: Mintavételi helyek. Hatvani Környezetvédő Egyesület. RET pályázat 2007. évi részjelentés (www.hkve.org)
- CÍLEK V. 1996: Silica – zrození a smrt jezera (podarí se zachránit Jašteričie jazierko na Silické planině ve Slovenském krasu?) Kézirat. Az NP Slovenský kras archívuma.
- DÉVAI GY., DÉVAI I., FELFÖLDY L., WITTNER I. 1992: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója. 3. rész: Az ökológiai vízminőség jellemzésének lehetőségei. Acta Biologica Debrecina. Suppl. Oecol. Hung. Debrecen, 4: 49–185.
- EREIFEJ L. 2002: Kisvizek és kistavak védelme. WWF Magyarország, Budapest, pp. 2.
- FELFÖLDY L. 1974: A biológiai vízminősítés. VHB 3., VÍZDOK, Budapest, pp. 242.
- HALLBERG G. R. 1986: Proceedings of the Conference on Agricultural Impacts on Groundwater, National Water Well Association, Dublin, OH. pp. 1–63.
- HOKE J. A., WICKS C. M. 1997: Contaminant transport in karst aquifers. In: Beck B. F. and Stephenson J. B. (Eds.), The Engineering Geology and Hydrogeology of Karst Terranes. Rotterdam: A.A. Balkema, 189–192.
- HUDEČ I., BELÁNOVÁ A., UHRIN M. 1993: Poznámky k eutrofizácii a zooplanktón Jašteričieho jazera a Farárovej jamy (Slovenský kras) v roku 1992. Zborník Východoslovenského Múzea v Košiciach. Prírodné vedy 34: 67–72.
- JAKÁL J. 1979: Príspevok k problematike ochrany krasovej krajiny a jaskýň. Slovenský kras 17:3–22.
- KRAWCZYK E., W. 1996: Manual for karst water analyses. International Journal of Speleology, Handbook 1 – Physical Speleology, Chiety, Italy: pp. 1–51.

- MITTER P. 1984: Poznámky k niektorým problémom ochrany prírody a životného prostredia v CHKO Slovenský kras. *Životné prostredie* 18/1: 17–21.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), 1982: Eutrophication of Waters. Monitoring assessment and control. Final Report. OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control). Environment Directorate, OECD, Paris: pp. 1–154.
- ORVAN J. 1981: Rožňava – Plešivec – hg. Prieskum Archív IGHP, Žilina.
- ROZLOŽNÍK M. 2005: Niekoľko poznámok k problematike povrchových vôd Slovenského krasu. Kézirat. Az NP Slovenský kras archívuma.
- TEREKOVÁ V. 1984: Príčiny a dôsledky znečistovania Jašteričieho jazera v Slovenskom krase. *Slovenský kras* 22: 131–141.

LAKES ON THE GÖMÖR-TORNA KARST – STATE OF THE PAST AND PRESENT  
ON THE EXAMPLE OF THE PAPVERME LAKE

A. SAMU, I. BÁRÁNY-KEVEI

University of Szeged, Department of Climatology and Landscape Ecology, P.O.Box 653,  
6701 Szeged, Hungary, e-mail: samu.andrea@geo.u-szeged.hu

Keywords: : karst, lake, water quality, land use, eutrophication, cave

Abstract: Karstic lakes belong to the natural values of karst. Some of these are very significant land elements, important as habitat as well as aesthetic attraction. Currently most of the lakes are strongly eutrophicated. Since anthropogenic influence made their natural processes much shorter, they vanish together with some protected species. Moreover they collect the pollutants and transfer them very fast to the underground water and to the caves, thus endangering the karst system. We monitored the quality of some lakes of the Gömör-Torna karst. Our aim was to get information about the effect of the land use on the changes in the state of the lakes through a monitoring of the water quality and estimating of the surroundings. Now we choosed the Papverme Lake (also: Farárová jama Lake) as an example to show the processes of nowadays. According to the operative hungarian standard we made a summarized water quality evaluation from the year 2008 and 2009. It reflect its surrounding and effect of the human activity quite well.