

*Samu Andrea*¹ – *Dr. Keveiné Dr. Bárány Ilona*²

Karsztos tavak vízminősítése néhány vízkémiai paraméter alapján

Absztrakt

A karsztok természeti értékei között tartjuk számon a karsztos tavakat. Ezek a tavak élőhelyként, tájlesztítikai látványosságként is igen fontos tájelemek, valamint antropogén hasznosításuk sem elhanyagolható. Főként a különféle negatív emberi behatás eredményeképp jelentős állapotváltozáson mentek keresztül – gyors feltöltődésnek indultak.

Kutatásaink során az Aggteleki- és Szlovák-karszton található karsztos tavak, közöttük a Papgödör-tó, Vörös-tó, Kender-tó és az Aggteleki-tó vízkémiai elemzésével foglalkozunk. Célunk a vízkémiai elemzéssel a tavak jelenlegi állapotának felmérése, s az eredmények alapján a szennyező források feltárása után javaslatot szeretnénk tenni a tavak állapotmegőrzésére. A tanulmány az egyes vízkémiai paraméterek elemzésével a mintavételezés kezdete óta a beállt változásokat mutatja be, s kísérletet tesz a tavak további fejlődési irányának prognosztizálására. A kutatás elősegítheti a karsztok értékeit gazdagító tavak megőrzését.

1. Bevezetés

A karsztoknak – mint környezetérzékeny területeknek – a jelentősége ma már vitathatatlan. A szakma oldaláról különös odafigyelést igényelnek, mert vannak olyan változások, amelyek jelzik a környezetszennyező hatásokat. Ezek ismeretében meg kell ismerni és meg kell szüntetni a kiváltó okokat.

Jelen munkánkban a karsztos területek indikátoraként az ott kialakult tavakat tekintjük, mivel azok önmagukban is jelentős értéket képviselnek a biológiai sokféleség gyarapítása, tájlesztítikai látványosság, illetve antropogén hasznosítás szempontjából.

Egyes vízkémiai, valamint fizikai paraméterek sorozatos mérésével a Gömör-Tornai-karszt természetes tavainak vízminősítését végezzük el, illetve megkíséreljük az időben történő állapotváltozásaikat bemutatni.

2. A vizsgált terület

A vizsgált tavak a Gömör-Tornai-karszton találhatóak a magyar-szlovák határ mindkét oldalán – a Szilicei-fennsíkon és magyar oldalon ennek folytatásaként az Aggteleki-fennsíkon. A terület földtanilag és földrajzilag egységesnek tekinthető mészkőfennsík.

Mindegyik tó különböző mértékű antropogén hatásnak kitett helyzetben van, ezért állapotuk nyomonkövetése kiválóan indikálja a táj változásait és megmutatja, hogy az emberi jelenlét mennyiben és milyen irányba befolyásolja azt.

A vizsgált tavak közül legnagyobb kiterjedésű Papgödör-tó a szlovákiai Szilice község DK-i peremén helyezkedik el, a faluhoz képest alacsonyabb tengerszintfeletti magasságban. Területe kb. 1 ha, átlagos mélysége 174 cm. Legnagyobb hosszát NY-K irányban éri el.

¹ *Samu Andrea Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged*
E-mail: samu.andrea@geo.u-szeged.hu

² *Dr. Keveiné Dr. Bárány Ilona Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged*
E-mail: keveibar@earth.geo.u-szeged.hu

Közvetlenül mellette ÉNY-ra egy nagy mezőgazdasági telep helyezkedik el. A tó É-i és NY-i oldalán rét, D-i oldalán erdős rész, a K-i oldalán pedig szántóföld található. A tó földúton kerülhető meg, ide az autósforgalomnak is szabad bejárása van. A tavon intenzív horgásztevékenység zajlik, ennek következtében jelentős az elszórt hulladék mennyisége is. 1992-ben HUDEC megállapította, hogy a Papgödör-tó erősen eutrofizálódott stádiumban van.

Nagyságrendben következő a Vörös-tó (~0,7 ha) (KUNSKÝ 1940), átlagos mélysége 156 cm. Jósvafőtől DNY-ra egy vöröscsatornával eltömődött víznyelőben a Somos és a Láz-tető között helyezkedik el. A tó viszonylag természetes körülményeit csak a föllette elhaladó jelentős forgalmat lebonyolító műút zavarja meg. Vízutánpótlása csapadékból történik közvetlen és közvetett úton. Ez utóbbi alatt a műútról és a Vörös-tói bejárat tetejéről csapadékelvezető segítségével a tóba bevezetett vízzel történik, amelyet az Aggteleki Nemzeti Park alakított ki 2005-ben (HUBER A. 2006). 2001-ben a tavat az előrehaladott feltöltődési stádiuma és ennek káros következményei miatt az ANP Igazgatósága kikötöztette.

A méretben következő Kender-tó (~0,4 ha) Aggtelek-től DK-re, a mára már kiszáradt Kardos-tóhoz igen közel található. Környezete talán a legtermészetesebb, mert közvetlen környezetében erdő, illetve legelők találhatók, ezt követően kezdődnek csak a szántóföldek, alacsonyabb térszínen. Az Árpád-korban a Kender-tó körül vaskohók működtek (BÓDISNÉ J. I. – DÉNES GY. – JAKUCS L. 2001), azt azonban nem tudni, víz volt-e benne akkor is. Az 1960-as években pedig (és lehet, hogy azt megelőzően is) a falusiak ide hordták áztatni a kendert. Ma már csak a környéken legelő csorda és a vadállatok járnak ide és használják ivóvízforrásként, nyomaik megtalálhatók a tó partján. A tó vízutánpótlása kizárólag csapadékból közvetlen úton történik.

Az Aggteleki-tó Aggtelek ÉK-i határában helyezkedik el, valószínűleg ezt a tavat befolyásolja legjobban az antropogén hatás. Területe az utóbbi 20–25 évben legalább a negyedére csökkent (KUNSKÝ 1940). 1940-ben 1,13 ha, ma ~0,3 ha területen helyezkedik el. BARANČOK, P. (2001) alapján korábban a tó relatíve hosszú időn keresztül képes volt szabad vízfelületét megőrizni. A tó D-i oldalán műút húzódik, NY-i oldalán kiskertek, É-ről pedig lakóházak övezik. K-i oldalát a Tó-hegyi karmező zárja le. Vízutánpótlása szintén csapadékból származik közvetlen és közvetett úton (hozzáfolyás a műútról, a Tó-hegyről, valamint a falu felől).



1. ábra. Karsztos tavak a Gömör-Tornai-karszton

3. A mintavételezés módszere

3.1. A vízminőség-mérés időpontjai és helyszínei

A mintavételezést havi rendszerességgel végeztük. Az 1. időpont 2008. 04. 06., ekkor azonban csak nitrát és foszfát vizsgálatok történtek.

A mintavételi helyeket (mérettől függően) a 4 vagy 2 égtáj irányában a parti részen jelöltük ki, ezenkívül, ott ahol valamilyen befolyás történik a tavakba. Ez alapján a Papgödör-tónál 6 mintavételi pontot, a másik háromnál pedig 2-2-t jelöltünk ki. Minden esetben felszíni átlagminták vételezésére került sor.

3.2. A vizsgálatok típusai és a vízminősítés

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 tettük meg: 1. csoport: az oxigénháztartás mutatói – ezen belül: oldott oxigéntartalom, oxigéntelítettség, kémiai oxigénigény. 2. csoport: a P-N háztartás mutatói – ezen belül: nitrát, ortofoszfát, ammónium. 3. csoport: egyéb paraméterek – ezen belül: kémhatás, vezetőképesség, vas- és mangántartalom.

3.3. A vízminőség-mérés eszközei és módszerei

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 határoztuk meg. A laboratóriumi mérések közül az ortofoszfátot, nitrátot és az ammóniumot Fia Star 5000 készülékkel mértük. A kémiai oxigénigény az MSZ 448-20 szabvány szerint került meghatározásra. A vas és a mangán mérését atomabszorpciós spektrofotométerrel végeztük el.

4. Az analitikai vizsgálatok összegzése

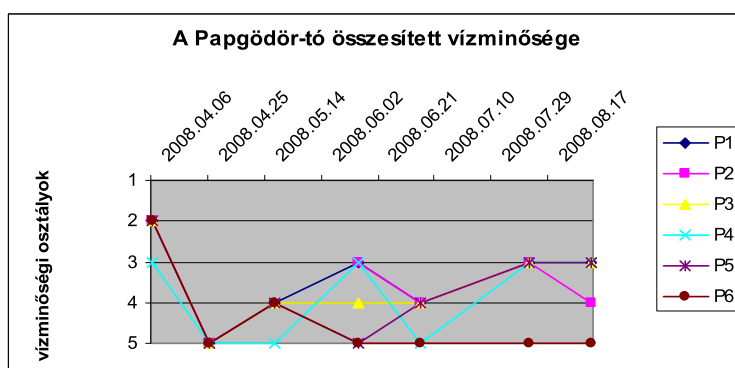
A Papgödör-tó vízminősége az oxigénháztartás szempontjából augusztusig döntően szennyezett (IV.), augusztusban pedig tűrhető (III.). Az oxigéntelítettség értékei 150–200 % között mozognak, ez a túltelítettség jelzi az algák jelenlétét (FELFÖLDY L. 1981), ami utal az eutróf viszonyokra.

A nitráttartalom szempontjából kedvezőnek tekinthető a víz minősége, még a 6. mintavételi pontban (valószínűsíthető szennyvízhozáfolyás) is jóként (II.) értékelhető. Az ortofoszfát-tartalom április végén az erősen szennyezett (V.) kategóriába esik, ekkor nagyobb mértékű szennyvízbefolyás történhetett. Ez az erős szennyezettség később már csak a 6. pontban marad meg. Az ammónium-tartalom alapján júniusban és júliusban tűrhető (III.) és szennyezett (IV.) a víz, augusztusban jó (II.) és kiváló (I.), a 6. pontban mindig erős a szennyezettség (V.).

A kémhatás a lúgos tartomány felé tolódott, ami alapján a vízminőség az esetek többségében a tűrhető (III.) szintet üti meg. A vezetőképesség értékei alapján a tó általában jó (II.) minősítést kap, ez csak augusztus elején javul a kiválóig (I.), a 6. pontban azonban ezt

kivéve szennyezett (IV.) a víz. A vas- és mangántartalom alapján a 6. pont szintén szennyezett (IV.), a többi esetben a júliusi és augusztusi vastartalom kivételével (III.) a vízminőség kiváló.

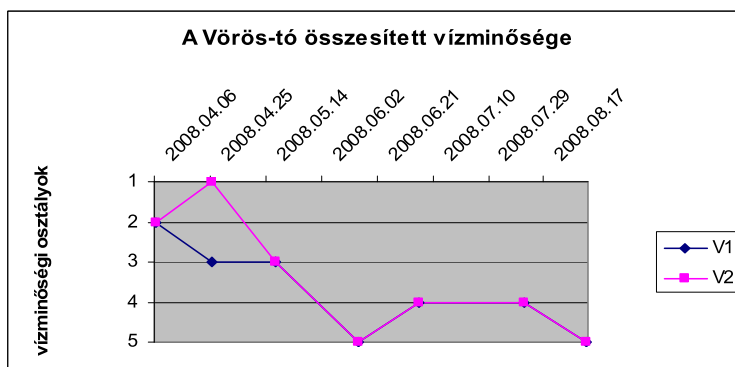
A Papgödör-tó esetén a legrosszabb értékeket az oxigéntelítettség, a kémiai oxigénigény, az ammóniumion és a kémhatás adta. Előbbiek a nagy mennyiségben jelenlévő algák és szerves anyag, utóbbiak pedig szennyvízbefolyást sejtetnek. Mivel azonban itt magas az ammónium-tartalom, a kémhatás túlnyomórészt lúgos (7,3–9,1), a víz hőmérséklete pedig 20–25 °C között mozgott, több pontban megnő a szabad és mérgező ammónia (NH₃) értéke – különösen áprilisban, májusban és augusztusban. A víz hőmérséklete júniustól kezdve meghaladta a levegő hőmérsékletét, ami valószínűleg szintén az algásodásnak köszönhető. A 6. mintavételi pont – amely a falu és a mezőgazdasági telephely felől való befolyást képviseli – szállítja a szennyezőanyagokat. Az összesített vízminőséget az alábbi ábra szemlélteti:



2. ábra. A Papgödör-tó összesített vízminősége a 3 paramétercsoport alapján

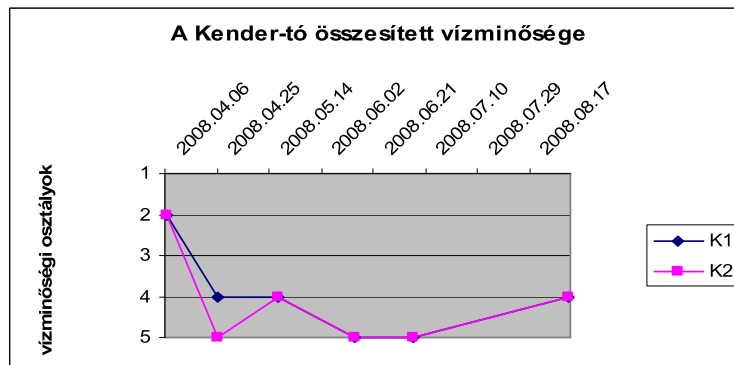
A Vörös-tó esetében az oxigénháztartást tekintve április és július kivételével, amikor az értékek megütik az I. vízminőségi osztályt, minden más esetben a III. vízminőségi besorolást kaptuk. Ez nem meglepő, mert az úszó vízínövényzet, elsősorban az úszó békaszólló (*Potamogeton natans*) (HUBER A. 2006) szinte beteríti a vízfelületet, ezáltal sötétíti – a víz hőmérséklete minden esetben nagyobb, mint a levegőé. A nitrát majdnem mindig kimutatási határ alatt volt, az ortofoszfát is csak júniusban kimutatható. Ez valószínűleg valamilyen hirtelen pontszerű szennyeződés lehetett. Az ammónium is csak júliusra romlik a tűrhető szintre (III.). Az egyéb mutatók paramétercsoport elemei közül a vas mennyisége a besorolás szerint szennyező mennyiségben van jelen (IV. V.), azonban ebben az esetben ez valószínűleg a geológiai adottságból következik, amennyiben a tó medrét vörös agyagok töltik ki, illetve a tó környékén is vörös talajok találhatóak.

A Vörös-tó kritikus paraméterei tehát elsősorban az oxigénháztartás mutatói, majd pedig a vastartalom, ez utóbbihoz azonban az ott jelenlévő élőlények hozzászokhattak.



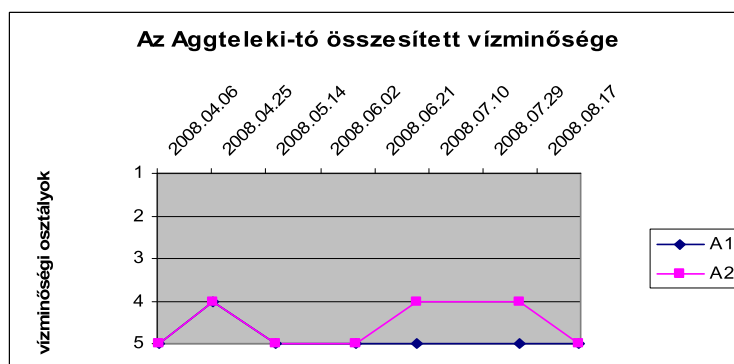
3. ábra. A Vörös-tó összesített vízminősége a 3 paramétercsoport alapján

A Kender-tó az oldott oxigéntartalom alapján jó minősítést kapna, azonban az oxigéntelítettség értékei ettől májust leszámítva rosszabbak (döntően a tűrhető (III.) kategória). A kémiai oxigénigény alapján azonban minden esetben szennyezett vagy erősen szennyezett a tó. Amint az a viszonylag természetes környezetből fakadóan várható is, a nitrát és az ortofoszfát értékei gyakorlatilag általában még a kimutatási határt sem érték el, ezt a képet júniusban és júliusban az ammónium értéke rontja le a tűrhető (III.), illetve a jó (II.) szintig. Az egyéb mutatók paramétercsoportban ismét a vas, illetve a 2. pontban a mangán mutatkozik káros mennyiségben jelenlevőnek, a vas augusztus végére a tűrhetőig (III.), a mangán pedig kiválóig (I.) javul. A Kender-tó rossz értékeit tehát elsősorban a kémiai oxigénigény, illetve júniusban és júliusban a vas és a mangán értékei adják.



4. ábra. A Kender-tó összesített vízminősége a 3 paramétercsoport alapján

A tó fennmaradásának szempontjából szemmel láthatóan is az Aggteleki-tó van a legrosszabb helyzetben, amit az értékek is egyértelműen alátámasztanak. Az oxigénháztartás paramétercsoportban az oxigéntelítettség és a kémiai oxigénigény minden hónapban a szennyezett (IV.) és erősen szennyezett (V.) kategória között mozgott. A foszfor és nitrogénháztartás csoportban itt az ortofoszfát értéke április vége és augusztus eleje kivételével mindig erősen szennyezett, ez utal szennyvízbemosódásra. Az egyéb mutatók közül a kémhatás július kivételével a lúgos tartományba tolódott (7,8–10,8). A vezetőképesség szintén július kivételével a tűrhető (III.) és a szennyezett (IV.) kategória között mozog. A vas értékei változók: júniusban és augusztus elején tűrhető (III.), júliusban és augusztus végén kiváló (I.), a mangán értékei júniustól augusztus elejéig a szennyezett (IV.) kategóriába estek, augusztus végén viszont kiválóra (I.) javultak.



5. ábra. Az Aggteleki-tó összesített vízminősége a 3 paramétercsoport alapján

Összehasonlítva a tavak helyzetét, az antropogén hatás azonnal megnyilvánul, a Papgödör-tó szennyvízbefolyásában és az Aggteleki-tónál szintén, ahol a csapadék valószínűleg

belemossa a környékről a szennyeződést. A két tónál felugrik az ortofoszfát értéke, de a Papgödör-tó nagyobb méreteinek köszönhetően általában fel tudja dolgozni a megnövekedett mennyiséget – a szennyvízbefolyástól távolabb ugyanis az értékek normalizálódnak. Nem érvényes ez azonban az ammóniumra, amely viszont nagyobb koncentrációban van jelen. Ennél a két tónál a kémhatás a lúgos tartományba tolódott. A Papgödör-tónál, de különösen a kisebb tavaknál igen rosszak az oxigéntelítettség értékei, ami a nagymértékű algaelszaporodásból, illetve a Vörös-tónál az egész vízfelületet beborító vízi növényzetből következik. Igen magas szervesanyag-szennyezettségre utal még a kémiai oxigénigény magas értéke is – különösen a Kender- és az Aggteleki-tavaknál, ez erős eutróf jellegre enged következtetni. Tűrhető szinten marad ez a másik két tónál; a Vörös-tó esetében ez valószínűleg a kotrásnak és a vízbevezetőkkel megnövelt vízutánpótlásnak köszönhető. A Papgödör-tó pedig mostani létezésében viszonylag fiatal. Bár az 1. Katonai Felmérés térképén jelölik, később azonban egy dokumentumon sem. BARANČOK, P. (2001) alapján a tó medrében a múltban csak szórványosan, nagy esőzések idején volt víz (1977-ből már van róla egy fotó). Így az egész mederben nem halmozódott még fel a szerves anyag, az aljzat ÉK-i része köves. A Vörös- és Kender-tó vas koncentrációja magas – mindkét hónapban az erősen szennyezett kategóriába estek, ez a másik két tónál tűrhető szintű. Magas viszont a mangántartalom az Aggteleki-tóban, valamint a Kender-tó 2. mintavételi helyén. A Papgödör-tó szennyvízbefolyója majdnem minden esetben a legrosszabb értékeket kapta, ez azonban szerencsére nem jellemző az egész tóra.

5. Következtetések

Minden vizsgált tó eutróf jellegű, azonban ahol ez még lehetséges, csökkenteni kellene a szennyezést: a Papgödör-tó esetében meg kellene szüntetni a mezőgazdasági telephely, illetve a falu felől érkező pontszerű szennyezést, ezáltal biztosítva, hogy a tó vízutánpótlása (amely által fennmaradhat), ne gyorsítsa tovább az eutrofizálódását. Szigorúbban kellene venni továbbá a horgásztevékenységet, amely által jelentős mennyiségű hulladék keletkezik a parton és a vízben. A Vörös-tóba az új vízutánpótlási pontok a vizsgált paraméterek alapján nem hoznak szennyezést, a kotrás óta azonban a vízállás átlaga mégis csökkent, 2005-ben még 197 cm, majd 2007-ben 152 cm (forrás: ANP), 2008-ban pedig egyelőre 150 cm-es átlagot produkált, az apadás gyorsítja a feltöltődést, ez azonban lokális szinten nem megszüntethető. A Kender-tó, amelyet nagyjából az 1980-as évek óta már emberi behatás nem ért, lehetne akár viszonyítási pont is, mint a természetes folyamatok lejátszódásának színhelye, ez a tó azonban abban a helyzetben van, hogy vize csak a csapadék által közvetlenül pótlódik a magaslati helyzete miatt, így bár a felszínről bemosódó szennyezőanyagoktól védett, el van zárva a többlet-vízutánpótlástól is, emiatt jelenlegi hosszabb távú fennmaradása az aszályos időjárási periódusoktól függ.

Igen kritikus az Aggteleki-tó helyzete, amely az 1980-as évek elején még 1,3 ha nagyságú volt és a fotók alapján oligotrófnak tűnik, ugyanez az 1990-es évekre egy, a területének nagyobb részét elvesztő pocsolya, amely gyékénnyel majdnem teljesen benőtt és a szabad vízfelülete is teljesen eltűnt a vastag algaaszólyag alatt. Ez a folyamat 10–15 év alatt ment végbe, amelyben szintén szerepet kaphat ugyan a nem elégséges csapadékmennyiség, nem vitatható azonban az emberi közelség hatása sem. A tó a mért értékek alapján ma is ki van téve a szórt szennyező forrásoknak. A teljes feltöltődés – különösen, ha ez még aszályos időjárással is párosul – feltartóztathatatlanak tűnik. Itt is fennál még annak a veszélye, hogy a szerves anyagot és egyéb szennyezéseket a tó alján mélybe szivárgó víz bejuttatja a karsztvízrendszerbe, ami permanens szennyezést okozhat.

A tanulmány a T048356 sz. OTKA-támogatás segítségével valósult meg

Irodalom

- BARANČOK, P. (2001) Karst lakes of the protected landscape area – Biosphere Reserve Slovensky kras karst and Aggtelek National Park – Ekológia (Bratislava) Vol. 20. Supplement 4/2001, pp. 157–190.
- BÓDISNÉ J. I. – DÉNES GY. – JAKUCS L. (2001) Aggtelek természeti képe – In: Aggtelek a magyar állam alapításának ezredik évében. Aggtelek Község Önkormányzata, pp. 7–38.
- FELFÖLDY L. (1981) A vizek környezettana. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- HUBER A. (2006) Az aggteleki Vörös-tó élőhely-rehabilitációja, Kézirat
- HUDEC, I. (1992) Zhodnotenie eutrofizácie a vplyvu poľnohospodárskej činnosti na Jašteričie jazero v Slovenskom krase, záver. Správa, rkp., archív správy NP Slovenský kras (Az eutrofizáció és a mezőgazdasági tevékenység hatásának értékelése a Gyökérréti-tavon a Szlovák karszt területén)