

**ANTROPOGÉN HATÁSOK VIZSGÁLATA A BARADLA-  
BARLANG VÍZGYŰJTŐ TERÜLETÉNEK  
EPIKARSZTOS RENDSZERÉBEN**

MÓGA JÁNOS<sup>1</sup> – MARI LÁSZLÓ<sup>1</sup> – KISS KLAUDIA<sup>1</sup> – SZABÓ MÁ-  
RIA<sup>1</sup> – KÉRINÉ BORSODI ANDREA<sup>2</sup> – KÉRI ANDRÁS<sup>1</sup> – KNÁB  
MÓNKA<sup>2</sup> – CSÜLLÖG GÁBOR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ELTE TTK Földrajz-Földtudományi Intézet 1117 Budapest, Pázmány P.  
sétány 1/c jmoga@freemail.hu

<sup>2</sup>ELTE TTK Biológiai Intézet 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/c

*Abstract: Having investigated the impacts of changes on the landscapes caused by the nature and the society it can be stated that on karstic landscapes – which are very sensitive ecological indicators – very negative, moreover irreversible processes take place, anthropogeneous and natural-anthropogeneous processes result considerable degradation. These processes are dominant on some Hungarian karsts (Aggtelek karst), where agricultural activities, deforestation, enlarging of the settlements, demands on building materials, and increasing landscape loading caused by the tourism result considerable landscape degradation. First of all the population density and, as its consequence, the increasing demand for the land use, in addition, the irregularity of this expansion and the priority of the economical growth, and the unsettled attitudes toward the landscape protection have crucial importance in the landscape degradation. The paper tries to summarize these aspects on the Baradla cave surface protection area based on on-the-spot investigations.*

## **1. Bevezetés**

A földrajzi burookban a negyedidőszakban bekövetkező változások és főleg az utolsó évszázadokban a társadalmi-gazdasági változások jelentős hatást gyakoroltak a karsztos tájakra, megváltoztatva azok természeti képét és degradációs folyamatokat indítottak el. A karsztos tájak természeti értékeinek hosszú távú megőrzése és a további káros folyamatok, hatások megelőzése érdekében szükség van a karsztos rendszer elemeinek, folyamatainak és az általuk kialakított felszínformák komplex vizsgálatára. A karsztökológiai rendszerben (epikarsztos rendszer) lejátszódó folyamatok megismerése, a hatótényezők közötti összefüggések feltárása és a veszélyeztető tényezők feltárása alapozhatja meg a tájak természet-közeli hasznosításának, kezelésének a tervét (KEVEINÉ BÁRÁNY 2009).

A magyarországi barlangok hosszú ideje a törvény védelme alatt állnak. A törvény kimondja, hogy minden ismert és még fel nem tárt barlang hazánkban ex lege védett. Ez azt jelenti, hogy minden barlang védett, de a felette lévő terület nem! Ezek a területek lehetnek: állami tulajdonban, magán érdekeltségűek, ahol különböző gazdasági tevékenységeket folytatnak, amelyek veszélyeztethetik a barlangot. Ez az oka, hogy ki kell(ene) jelölni a

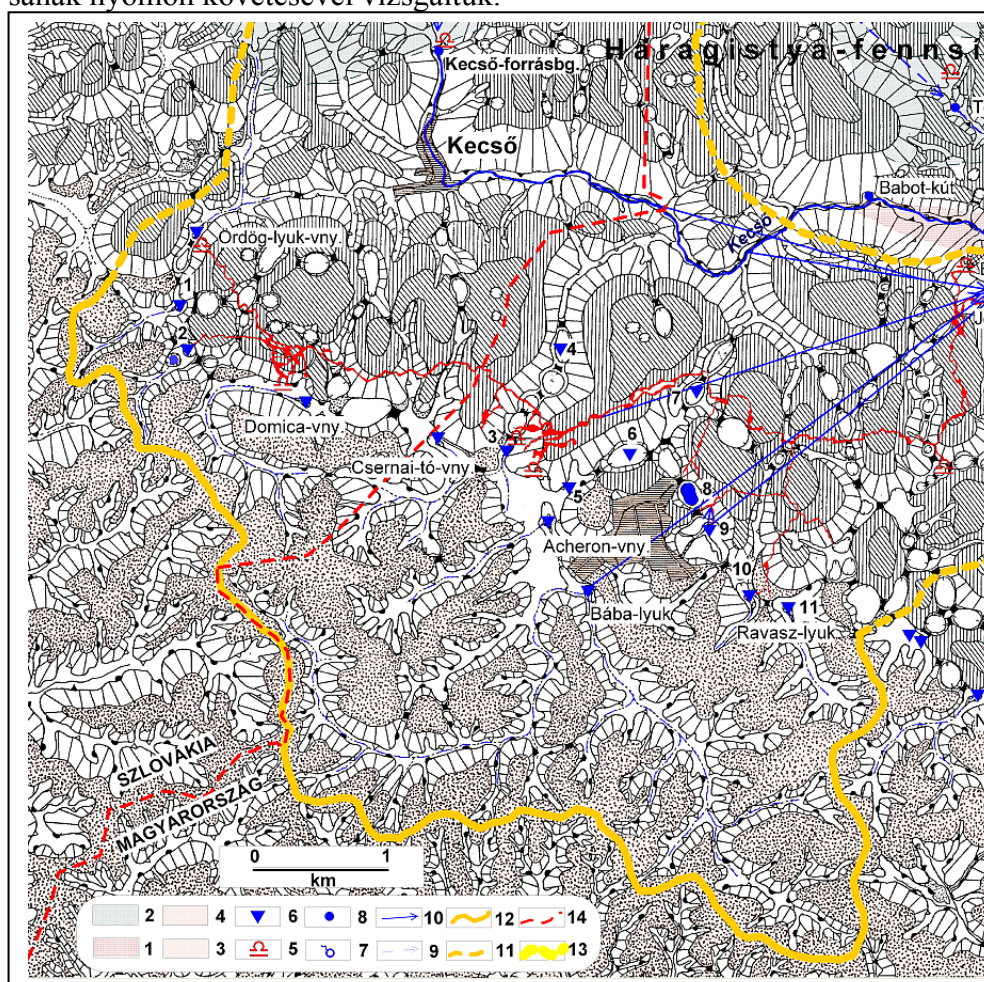
barlanghoz tartozó védőterületet, röviden a barlang felszíni területét. Felszíni védőterület az a terület, amelyet a törvény különleges védelemben kíván részesíteni a barlangok megőrzése érdekében. A barlang feletti terület kijelölésének a célja: a barlang természetes állapotának hosszú távú megőrzése. A fenti cél érdekében a felszíni védőterületen belül és határain túl korlátozni kell(ene) a barlangok környezetében minden tevékenységet, amely tartósan és alapvetően megváltoztatja a barlangok természetes állapotát, módosítja hidrogeológiai viszonyait, károsítja képződményeit, veszélyezteti magát a barlangot! A bevezetőben használt kell, és a kellene szavak váltakozása jelzi, hogy bár a barlangvédelem fontosságát a Természetvédelemről szóló törvény hangsúlyozza, és valószínűleg senki sem kérdőjelezi meg fontosságát, de a határozott szándék még mindig nincs meg a hatóságok részéről, hogy érvényt szerezzenek a törvénynek.

Jelen tanulmányunkban a Baradla-barlang potenciális felszíni védőterületén végzett karsztökölógiai vizsgálatainkról adunk képet, ahol a tájhasználat nyomán kialakult karsztos tájváltozásokat követjük nyomon. Másrészt az antropogén folyamatok hatására az epikarsztos rendszerekben, a hidro-, bio- és pedoszféra környezeti állapotáról, a megfigyelt változásokról, ill. az észlelt potenciális veszélyforrásokról adunk számot.

## 2. Vizsgálati módszerek

A Baradla-barlang felszíni vízgyűjtő területén (amelyet a barlang felszíni területének javasolunk kijelölni) (DÉNES – SZILÁGYI 1988, SÁSDI. 1993, SZÉKELY 2003) végzett vizsgálataink során a mintaterületet ért antropogén hatások sokrétű feltérképezése volt a cél. A felszíni vizek minősítése a biológiai vízminőség segítségével, ill. laborban végzett vízvizsgálatokkal történt. A karsztos talajokban (fedő üledékekben) talajfúrásokkal történt a mintavételezés, terepi és laboratóriumi vizsgálatokkal talajtípus meghatározást végeztünk. Vizsgálataink magába foglalták a felszín és az epikarszt biogén tényezőinek (felszíni növényborítás, talaj mikrobaközösségek változásainak) karsztkorróziós folyamatokra gyakorolt hatásának és a környezeti tényezőtől (mikroklíma, szennyeződés) való függésének vizsgálatát (KNÁB et al. 2009).. A mintaterület vizes élőhelyei közül természetes/természetközeli és antropogén zavarásnak erősen kitett kis karszttavak cönológiai vizsgálatát végeztük el. A felvételezést a víztesttől kiindulva tavak partjáig, illetve a környező teresztris társulásig egy-egy keresztmetszelen mentén 1 x 1, ill. 2 x 2 méteres egymással érintkező négyzetekben történt a tavi zonációnak megfelelően. Minden egyes kvadrátban megbecsültük a jelen levő növényfajokat és azok százalékos borítását. Ezen túlmenően minden mintavételi helyen a

teljes flórát is felmértük. Az eredmények kiértékelése és értelmezése folyamatban van (SZABÓ et al. 2011). A karsztos tájváltozásokat terepi felmérésekkel, ill. térinformatikai módszerekkel, több időszokban a fedettség változásának nyomon követésével vizsgáltuk.



1. ábra A Baradla-barlang felszíni területének felszínalaktani és hidrológiai térképe.

Jelmagyarázata: 1. vízzáró kőzetek, 2. dolomit, 3. poltári kavics 4. kavicsos, agyagos üledékek, 5. barlang, 6. víznyelő, 7. időszakos forrás, 8. állandó vizű karsztforrás, 9. feltételezett vagy bizonytalan felszín alatti összeköttetés, 10. víznnyomjelzéssel kimutatott felszín alatti kapcsolat, 11. a Baradla-barlang vízgyűjtő terület határa, 12. a Baradla-barlang bizonytalan vízgyűjtő terület határa, 13. a Vass Imre-barlang feltételezett vízgyűjtő területének határa, 14. országhatár.

Fig. 1. Morphological and hydrological map of the surface territory of Baradla cave.

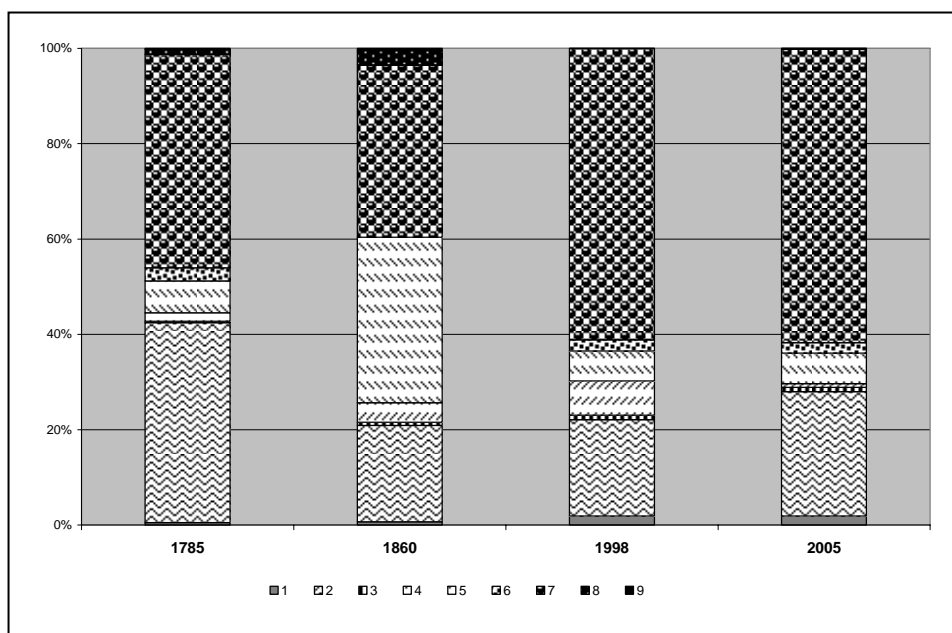
**Legend:** 1. Non karstic rocks, 2. Dolomite, 3. Poltár pebbles 4. Alluvial (clay, pebble) sediments, 5. Cave, 6. Sink hole, 7. Karst spring with temporary water, 8. Karst spring, 9. Assumed connection between sink holes and springs, 10. Well demonstrated connection by water tracing, 11. Borderline of catchment area of Domicá-Baradla cave, 12. Assumed borderline of catchment area of Vass Imre cave, 13. Assumed borderline of catchment area of Baradla-Baradla cave, 14. International borderline

### 3. A vizsgált terület, a Baradla magyarországi felszíni területe

A Baradla (a Szlovákia területén hozzákapcsolódó Domicával együtt) Közép-Európa egyik legnagyobb barlangrendszere, amelynek hossza több mint 25 km. Ebből a Domic 5,3 km, a Baradla 20 km (GRUBER 2003). A víznyelők helyzete és az ismert járatok kiterjedése alapján, valamint az elvégzett vízfestések során szerzett hidrogeológiai összefüggések, ismeretek alapján viszonylag pontosan meg lehet rajzolni a barlanghoz tartozó vízgyűjtő területet, amelyet a Baradla felszíni védőterületként javasolunk kijelölni (1. ábra). Ez az a terület, ahonnan a vizek és a vizek útján a szennyeződések (káros hatások) bejuthatnak a barlangba, ezen a területen kell a barlang hosszú távú megőrzése érdekében a védő, korlátozó intézkedéseket megfogalmazni. Mivel a Baradla-barlang és vízgyűjtő területe átnyúlik Szlovákiába is, feltétlenül szükség van a barlang védelme érdekében a szomszédos ország környezetvédelmi szakembereivel való együttműködésre, az egész barlangrendszerre kiterjedő felszíni védőterület kialakítása céljából (MÓGA 1999)

A Baradla felszíni vízgyűjtő területe magába foglalja az Aggteleki-fennsík nyíltkarsztos területeit, amely alatt a barlangrendszer folyosói húzódnak, és a vele határos fedett karsztos területeket, ahonnan az időszakos vízfolyások a víznyelőkön keresztül lefolyva a barlangi patakokat (Styx és az Acheron) táplálják (DÉNES – SZILÁGYI 1988, SÁSDI. 1993) (1. ábra). Az Aggteleki-fennsík földtani felépítése, szerkezete meglehetősen egyszerű. Tektonikailag kevésbé zavart hegyvidék, wettersteini és steinalmi mészkő alkotja, amelyhez északon, a Kecő-völgy peremén keskeny sávban gutensteini mészkő kapcsolódik (VELLEDITS et al. 2011). A barlangot bezáró nyílt karszt nyugaton a fedett karszttal határos. A nyílt karszt határa szépen kirajzolódik Hosszúszó – Aggtelek – Égerszög vonalában. A Sajó-völgy felől hátravágódó vízfolyások völgyfői hátravágódásuk során minden irányból megközelítették a karszt peremét, de sehol sem érik el azt. A Baradlát magába foglaló karsztos vonulattól 1-2 km távolságra egy átlagosan 300–400 m magas, kavicsos fedett vízválasztó hát húzódik. A vízválasztó hát lapos tetőiről részben nyugat felé, a Sajó-völgybe torkolló völgyek irányába folynak le a vizek, másrészt kelet felé tartanak, ahol a karsztperemi víznyelőkben elnyelődnek. E víznyelők vize a Jósua-völgy forrásaiban jelenik meg újra, és a Jósván keresztül a Bódvába jut. A fenti lapos dombhátak tetején húzódik tehát a Sajó és a Bódva vízválasztója, amelyet a Baradla felszíni területének nyugati határául javasolunk kijelölni. A Béke-barlang felé helyenként bizonytalan a vízgyűjtő határa, az Aggtelek és Jósvafő között húzódó országúttól délre a Hideg-völgy nagy uvaláiban

húzódik. A Baradla felszíni területének javasolt keleti határa a Kecső-völgyben húzódik, amelyből az országhatár közelében észak felé kissé eltér, és a Haragistya-fennsíkon éri el az országhatárt. A víznyomjelzések szerint az országhatáron túlról érkező Kecső-patak vize és a Kecső-völgy északi peremén fakadó időszakos források vize is elnyelődik a Kecső-patak medernyelőiben és a Jósva-forrást táplálják (DÉNES – SZILÁGYI 1988, SÁSDI. 1993, 1. ábra).



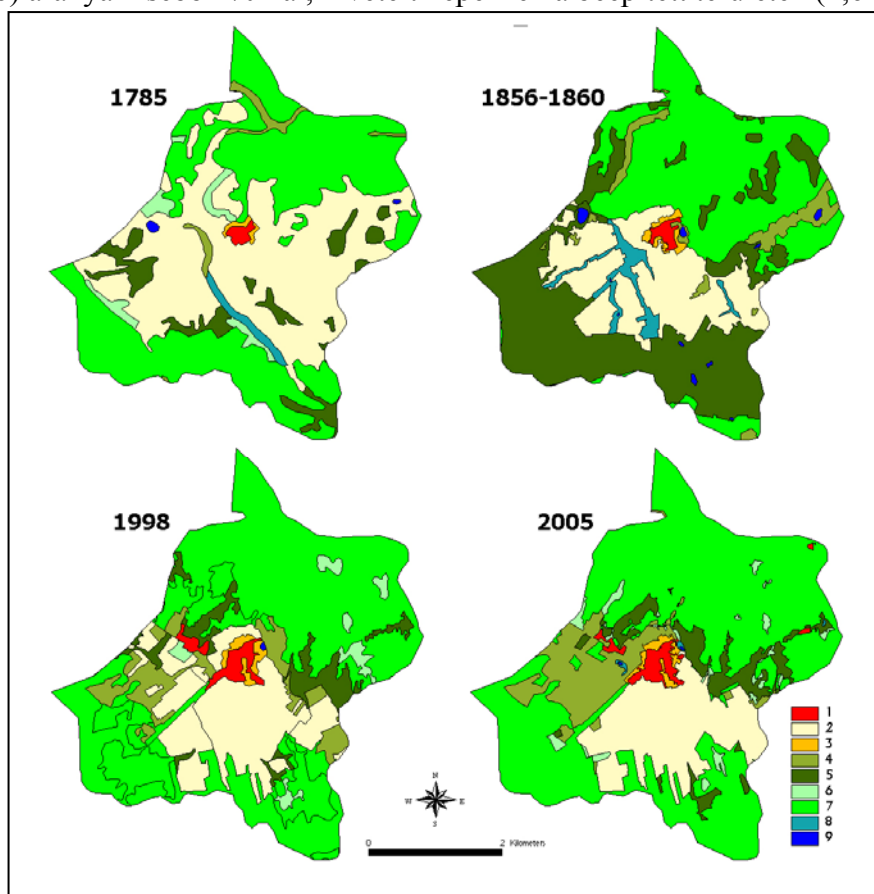
2. ábra 1. beépített terület; 2. szántó; 3. kert; 4. füves terület, legelő; 5. legelő fákkal, bokrokkal; 6 - bokros terület; 7. erdő; 8 - vizenyős terület; 9. tó  
 Fig. 2 1. urban, fabrik; 2. arable land; 3. fruit trees; 4. pastures; 5. grass with shrub; 6. shrub; 7. forest; 8. wetland; 9. lake

#### 4. Következtetések, eredmények

##### 4.1. A Baradla vízgyűjtő területén a művelési ágak megoszlása és a fedettség változása

Szántóföldi művelés a Baradla vízgyűjtőjének kb. ¼-én folyik napjainkban. Teljesen pontosan nehéz meghatározni ezt, mivel évről-évre is változhat a művelésbe vont területek nagysága. GRUBER. (2003) tájtörténeti kutatásai során 1997-ben a vízgyűjtőn 22%, 2000-ben 27,1% -nyi szántót mutatott ki a légifotók térinformatikai kiértékelése alapján. (Nem derül ki azonban e munkából, hogy a szántóföldek hány százalékát művelik meg ténylegesen, és mekkora hányada marad évről-évre parlagon!). Az erdővel borított terület

aránya 54,5 %. A cserjés, fás legelő aránya 10,5 %, az ugyancsak legelőnek használt száraz gyepek 4,8 % nagyságú területre terjednek ki. Az összes többi művelési ág (kaszáló, nedves gyepek, mocsár, kert, szérű, gyümölcsös, tó) aránya kisebb 1%-nál, kivételt képeznek a beépített területek (1,6 %)



3. ábra. A felszínborítás változása a Baradla felszíni vízgyűjtő területén 1785 és 2005 között.  
 Jelmagyarázat: 1. beépített terület, 2. szántó, 3. kert, 4. füves terület, legelő, 5. legelő fákkal, bokrokkal, 6. bokros terület, 7. erdő, 8. vizenyős terület, 9. tó  
 Fig. 3 Changes of the land cover on the catchment area of Baradla cave between 1785 and 2005.  
 Legend: 1. urban, fabrik, 2. arable land, 3. fruit trees, 4. pastures, 5. grass with shrub, 6. shrub, 7. forest, 8. wetland, 9. lake

A Baradla-barlang vízgyűjtőterületének magyarországi részének felszínborítási térképei négy időkeresztmetszetben mutatják a táj változásának fő lépéseit. A katonai felmérések térképeinek feldolgozásának módszereit (MARI 2000, MARI 2003, NAGY 2008) alkalmazva készült el a 18. század második felének (1785) és a 19. század közepének (1856-1860) felszínborítási térképe. Az 1998-as állapot Spot 4 műholdak felvételei, a 2005-ös fel-

színborítási térkép légifelvételek alapján készültek. Az eltérő adatforrások alapján készített térképek jobb összehasonlíthatósága érdekében mindössze 9 kategóriát különítettünk el, amelyek lefedik a fő felszínborítási típusokat. A vizsgált területen a fő változások a szántók, legelők és az erdők viszonylatában mutathatók ki. (I. táblázat, 3. ábra)

I. táblázat  
Table I

A felszínborítás %-os eloszlása a vizsgált években kategóriánként  
Percentages of the land cover in the examined years in every category

	1785	1860	1998	2005
1	0,51	0,66	1,88	1,88
2	41,9	20,23	20,23	26,1
3	0,32	0,67	0,94	0,89
4	1,78	4,07	7,18	0,79
5	6,71	34,72	6,27	6,39
6	2,75	0	2,37	2,18
7	44,74	36,19	61,09	61,58
8	1,11	3	0	0,15
9	0,18	0,46	0,04	0,04

1. beépített terület; 2. szántó; 3. kert; 4. füves terület, legelő; 5. legelő fűkkel, bokrokkal; 6 - bokros terület; 7. erdő; 8 - vizenyős terület; 9 - tó

1. urban, fabrik; 2. arable land; 3. fruit trees; 4. pastures; 5. grass with shrub; 6. shrub; 7. forest; 8. wetland; 9. lake

A beépített területek kiterjedése 200 év alatt mindössze a 3 és félszeresére nőtt. A szántók esetében az 1785-ös 41,9 %-os érték a 19. századtól 20 % körüli szintre zsugorodott. A legnagyobb eltérések a fás-bokros legelők és az erdők viszonylatában figyelhető meg. Az első és második katonai felmérésen a fás-bokros legelők, a bokros területek és a ritka erdők nem különíthetők el teljes pontossággal, ezért érdemes ezt a három kategóriát összevonatan vizsgálni. Ebben az esetben az állapítható meg, hogy a vízgyűjtő területen a 18. századhoz képest mintegy 8 %-kal nőtt az erdők aránya.

#### 4.2. A Baradla-barlang felszíni területét veszélyeztető tényezők Aggtelek község, mint veszélyforrás

A Baradla-barlang felszíni területének Magyarországhoz tartozó részén mindössze egy kis település Aggtelek található, (2004. 01. 01-én lakosainak száma 665 fő). A karsztperemi településen és a belterülethez tartozó



Baradla-barlang bejáratánál kialakított létesítmények területén számottevő gazdasági tevékenység az idegenforgalmon kívül napjainkban nem folyik, sajátos földrajzi helyzete miatt azonban veszélyeztető tényezőként kell számolni vele.

Az Aggteleken keletkezett kommunális eredetű szennyvizet 1987 óta szennyvízcsatorna gyűjti össze és a Bába-völgy oldalában kialakított szennyvíztelepre szállítják, ahol tisztítják, mechanikai úton kezelik. A megtisztított szennyvizet átszivattyúzzák a fedett karsztos vízgyűjtő vízvásztóján át a Baradla vízgyűjtő területén kívül eső területre. A föld alatt vezetett csőrendszerből a tisztított szennyvizet Trizs határában egy időszakos felszíni vízfolyásba vezetik. A tisztítási folyamatok során kiülepített száraz anyagot konténerbe gyűjtik és elszállítják Kazincbarcikára. Erre a szennyvízvezeték rendszerre csatlakozik rá a Baradla bejáratánál minden épület és hivatal (Barlang Szálló, Baradla Kemping, Tourinform-Aggtelek Természetvédelmi és Turisztikai Információs központ, Cseppkő Szálló), amely az Aggteleki Nemzeti Parkhoz tartozik. Nincs rácsatlakoztatva a rendszerre a barlang bejáratánál létesített parkoló bazársora. Néhány pavilonnak saját szennyvízgyűjtője van, amelyeknek az állagáról nincs megbízható információ, az azonban megállapítható, hogy a szezonálisan jelentkező nagy forgalomhoz mérten ezek száma és kapacitása kicsi.

Aggteleken a kommunális hulladék elhelyezését a heti rendszeres kukás szemétygyűjtéssel többé-kevésbé megoldották. A szemétygyűjtés és elszállítás ellenére még a közelmúltban is előfordult illegális szemétylerakás a falu határában, néhány esetben a legérzékenyebb helyeken a víznyelők közelében és a barlang járatai fölötti felszínen is.

Nincs jó megoldás azonban a bontások és építkezések során keletkezett bontási anyagok, a silt és törmelék elhelyezésére, amelyeket Aggtelek község külterületén helyeznek el, veszélyeztetve a Baradla felszíni területét. Minősíthetetlen állapotban van a község határában létesített és elvileg már felszámolt szemétylerakó a Baradla-eleje felé vezető völgy völgyfőjében. Az ott elhelyezett legalább száz teherautónyi silt és törmelék, különböző eredetű és anyagú hulladékkal (papír, műanyag, fém, továbbá olaj és vegyszerek tárolására szolgáló csomagoló és tároló anyagok, stb), szeméttel keveredik. Hasonló helyzet alakult ki a Szőlő-hegyi felhagyott kőfejtőben, ahol legalább 50 teherautónyi viszonylag friss silt halmozódott fel az utóbbi években. A helyzetet súlyosbítja, hogy az illegális hulladéklerakó közvetlenül a Baradla Retek-ága felett található.

#### *4.3. A mezőgazdasági tevékenységből származó környezeti hatások*



A Baradla felszíni területén szántóföldi művelés napjainkban már csak kis területen folyik, Aggtelek határában, ez a terület azonban az ott nyíló víznyelősor (Zombor-lyuk, Bába-lyuk, Kis- és Nagy-Ravaszyuk) miatt az egész vízgyűjtő egyik legérzékenyebb pontja. A szántóföldi művelés alá vont területek kiterjedése az előző két évtizedben visszaesett, sok parlagterület keletkezett, de ez a tendencia napjainkban változóban van, a parlagterületek felszántásával újabb területeket vonnak művelés alá (I. táblázat).



1. kép A kora tavaszi árvizek a szántóföldekről a trágyalevet bemossák a víznyelőkön keresztül a barlangba.  
Picture 1 The early spring floods transport the manure through the swallow holes into the cave.

Aggteleken nem volt termelőszövetkezet, sem állami gazdaság, a szántóföldek nagy része az önkormányzat, mintegy 10 %-a az ANP tulajdonában, további 10 %-a magánkézben van. A földművelésnek két formáját lehet megfigyelni, a nadrágszíjparcellás művelési módot, amely a községhez közelebb elhelyezkedő területekre jellemző, és a nagyparcellás mezőgazdasági művelési módot, amely a falutól távolabb eső határrészekre jellemző. Ez utóbbi területeket nagyrészt a falubeli gazdák bérlik az önkormányzattól.

A szántóföldeken búzát, árpát, zabot, kukoricát termesztenek, helyenként vetésforgóban lucernát, vörös herét is, a nadrágszíjparcellákon burgonyát, káposztafélét és babot is. A nagyobb vegyszerigényű ipari növények (napraforgó, repce) termesztésének itt nincs hagyománya. A Baradla felszíni területén a vegyszerfelhasználás az ANP engedélyéhez van kötve. A vegyszerfelhasználás az ágazat jelenlegi jövedelmezőségi viszonyai között minimális. A gépesítés mértéke szerény, a faluban kb. 20 traktor van, ezek műszaki állapota azonban általában nem kielégítő, gyakran lehet látni olajfolyásra utaló nyomokat. Még mindig jelentős a szerves trá-

gya felhasználás napjainkban is. Hóolvadás és esőzések idején emiatt nagy mennyiségű trágyalé folyik be a víznyelőkön keresztül a barlangba (1. kép).

A legérzékenyebb területek a fedett karszt és nyílt karszt határán sorakozó víznyelők (Zombor-lyuk, Bába-lyuk, Kis- és Nagy-Ravaszlyuk) menti szántóföldek. Ezek nadrágszíjparcellák, amelyek iránya legtöbbször nem alkalmazkodik a víznyelőkhez lejtő térszín domborzati viszonyaihoz, ezért a lejtők irányában művelt területeken a talajleemosás felhőszakadások és hóolvadások idején jelentős. Előfordul, hogy felszántják a víznyelőkhez vezető árkok menti gypsávokat, ami ugyancsak talajlehordáshoz és a barlang járatrendszerének feltöltődéséhez vezet.

Az Aggtelek határában nyíló víznyelőkben elfolyó vizeket kismértékben terheli a napjainkra már erősen visszaszorult hagyományos legeltető állattartás. A barlangi vizek megóvása szempontjából szerencsés körülménynek tekinthető, hogy az állatállomány a korábbi töredékére esett vissza. Aggteleken ma már nincs csorda. A község belterületén a háziállatok száma csekély, kb. 10 lovat, 6 szarvasmarhát, 50-60 kecskét tartanak a házaknál. A legelőkre csak a kecskéket és a község külterületén a Trizs felé vezető út mentén kialakított juhodályban tartott kb. 80-100 juhot hajtják ki.

#### *4.4. Ipari üzemek és ipartelepek közvetlen és közvetett környezeti hatásai*

A Baradla-barlang magyarországi felszíni területén ipari üzem lényegében nincs, ennek ellenére a közelmúltban végzett nehézfém vizsgálatok a Baradla vízgyűjtőjén a Jósva-forrásból és a felszín borító talajokból az elmúlt években nehézfém szennyezést mutatott ki (KEVEINÉ et al. 1999). A 2000-ben és 2001-ben a Jósva-forrásból vett vízminták mindegyike ólommal és kadmiummal volt szennyezett, a szennyeződés az ivóvíz-minősítésnél megengedett határértéket túllépte. 2000-ben a Jósva-forrás Hosszú barlangjában jelent meg a legkoncentráltabban az ólomtartalom (0,095 mg/l), 2001-ben a Jósva-forrás Rövid barlangjában. Hasonló tendenciát mutatott a kadmium-tartalom vizsgálat is. (SZŐKE – KEVEINÉ BÁRÁNY 2003).

A nagy hagyományokkal rendelkező mészégetés és faszénégetés napjainkra teljesen visszaszorult. Sokfelé látszanak a mészégetéshez szükséges mészke kitermelésének nyomai és fellelhetők még az egykori mészégető kemencék helyei, pl. az Almás-völgyben, de a Baradla-barlang felszíni területén ez a tevékenység eltűnt. Alkalmanként előfordult még a közelmúltban is, hogy valamelyik aggteleki család helyben állította elő az építkezéséhez szükséges égetett és oltott meszet, de ezt mindig az önkormányzattal egyeztetve és általában saját telkükön végezték. A közelmúltban az Almás-völgyben még működött egy mészégető kemence, amelynek a romjai

és salakdombjai a völgytorok közelében látszanak. Célszerű lenne a kemencét helyreállítani vagy elbontani, mivel a kemence mélyedése és környéke ebben a romos állapotban rossz benyomást kelt, másrészt illegális hulladéklerakó alakult ki benne.

A kemencék romjain és a faszénmaradványokon kívül a gyertyános-tölgyes növénytársulások sarjából nőtt gyertyánban gazdag erdei jelzik, hogy egy-két évszázad óta az erdőhasználatban a faszénégetés számára szükséges faanyag előállítására volt a meghatározó. A faszén égetésére a Baradla felszíni területén napjainkban már nincs példa.

#### *4.5. Külszíni bányászathoz kapcsolódó sebhelyek.*

Az országhatáron belül a Baradla-barlang felszíni területén működő kőbánya nincs, van viszont néhány kisebb felhagyott kőbánya, amelyekre a nemzeti park munkatársainak fokozottan kell figyelni, részben az illegális kőfejtés megakadályozása miatt, részben azért, nehogy illegális szemétkerakókat alakítsanak ki bennük (2. kép).

A Baradla felszíni területén a legnagyobb kőbányászat során ejtett sebhely a Szőlő-hegyen található, az Aggtelekről Jósvalőre vezető út közelében. A felhagyott kőfejtőbe azonban ma is jól járható kövesút vezet, ezért folyamatos odafigyelést kíván a jelenleg is tartó silt- és szemétkerakás miatt. Az aggtelekiek a bontások és építkezések törmelékanyagát és minden fölöslegessé vált kacatot itt helyezik el ebben a kőfejtőben.



*2. kép: Illegális silt- és hulladéklerakó a Szőlő-hegy kőfejtőjében  
Picture 3. Illegal waste deposit in the Mt. Szőlő quarry*

#### 4.6. Az idegenforgalom és az idegenforgalmi létesítmények, mint potenciális veszélyforrások

A Baradla felszíni területére évente átlagosan érkező mintegy 150 000-200 000 látogatóval, nemcsak mint az idegenforgalom kedvező adottságú tényezőjével, hanem mint környezeti veszélyforrással is számolni kell. Nemcsak a nagy létszám miatt, hanem azért is, mert ez a nagy tömeg nem egyenletesen elosztva érkezik az év minden szakában, hanem szezonálisan és koncentráltan az évi ünnepekhez és szabadságolási időszakokhoz igazodva. A látogatók ilyen dömpingszerű érkezése tovább fokozza a környezet terhelését a maximális szálláskihasználtság, a létesítmények és szolgáltatások csúcsüzemszerű kihasználásával, az ideérkező hatalmas gépkocsi áradattal és az ezzel együtt járó parkolási gondokkal. A Baradla főbejárata előtti parkolóban a főszezonban számolni kell a szolgáltatásokat végző vállalkozások „bódévárosi” hatásaival is. Jóval nagyobb mennyiségű szemét, hulladék keletkezik ilyenkor és a látogatók egy része nem veszi kellőképpen figyelembe, hogy kiemelten védett területen tartózkodik. Megnövekszik a mosdók és WC-k használata, az átlagosnál több szennyvíz keletkezik, amelyet el kellene szállítani a barlang felszíni területéről. A bazársor nincs rákapcsolva a szennyvíz csatornarendszerére, a vállalkozók által külön-külön létesített derítőkben tárolják a szennyvizet, és szippantó kocsival szállítják el. A parkolót 800-900 főre méretezték (átlagosan 4 fő/gépkocsival számolva és 40-50 férőhellyel számolva az autóbuszokat is beleértve). Súlyosbítja a helyzetet, hogy a parkoló mentén húzódó esővízgyűjtő árkok a parkoló teljes területéről összegyűjtött vizeket tisztítás nélkül bevezetik az Acheronnyelőbe! Ezen a területen jelenleg tisztítás és olajsűrés nélkül folynak be a vizek a barlangba, ami a nagy gépkocsiforgalom miatt veszélyezteti a felszín alatti vizeket.

A főszezon egyes hétvégéit és az ünnepnapokat kivéve ez a férőhely kapacitás elég. Rendkívüli helyzet áll azonban elő sátoros ünnepeken, pl. húsvét hétfőn, amikor jóval több látogató érkezik (kb. 2500 fő/nap) gépkocsival, mint amennyi elfér a parkolóban. Ezekben a napokban még a Kis-Baradla-víznyelő előtti füves térségen kialakított szükségparkolót is megtöltöttek a gépjárművek, és úton útfélen megállnak autóval úgy, hogy forgalomirányítással is nehéz irányítani a forgalmat.

Az ANP területén épp a Baradla felszíni területét terhelik leginkább a közlekedésből származó káros hatások, mivel a Baradla-barlang az idegenforgalom fő célpontja (3. kép). A Baradla felszíni területén számolni kell egy kisebb, egész évben jelentkező átmenő forgalommal, amely kétirányú. A forgalom jelentős része a Sajó-völgy felől (Ózd, Kazincbarcika) a Bódva-

völgy irányába (és fordítva) tart. Az elmúlt egy-két évtizedben a Vörös-tóba és az Aggteleki-tóba nem engedték befolyni az országútról lefolyó vizeket, ami a tavak vízszintjének süllyedését, ill. eltűnését eredményezte. A tavak medrének kitisztítása és helyreállítása után újból belevezették a környező magasabb területekről lefolyó vizeket, köztük az útról lefolyó vizeket is, így a tómedrek újból vízzel telítődtek (SAMU – KEVEINÉ BÁRÁNY 2008). Mind a két tónál olajsűrőt alakítottak ki, az országút felől lefolyó szennyezett víz tisztítására.



3. kép Keréknyomokkal teli töbör a Hideg-völgy torkolatában  
Picture 3 Wheel marks on the bottom of a doline at the beginning of the Hideg valley

#### 4.7. Az epikarsztos rendszer elemeinek vizsgálata

##### 4.7.1. Vízvizsgálatok

A Baradla felszíni vízgyűjtőjén állandó víz lényegében csak a karsztperemi kis tavakban (Aggteleki- és Vörös-tó) található, amelyek a külső hatásokra érzékenyen és rendkívül gyorsan reagálnak, ezért a belőlük vett vízminták minőségi analízise vizsgálatunk fontos részét képezi, elsősorban annak megállapítása céljából, hogy a karszterület azon részén az antropogén tevékenységek hatásai mennyire erőteljesen jelennek meg. Víznyelő eltömődésével keletkezett az Aggteleki-tó (Káposztáskerti-tó), amely Aggtelek község határában, a szélső házak közelében található (4. kép). A tó felszíne a vízállástól függően tág határok között változik, akár évszakosan is, méréseink idején felszíne 17200 m<sup>2</sup> volt. Az Aggteleki-fennsík déli határán, a Hideg-völgy egyik nagy uvalájában bújjik meg a sekély vizű Vörös-tó, amely

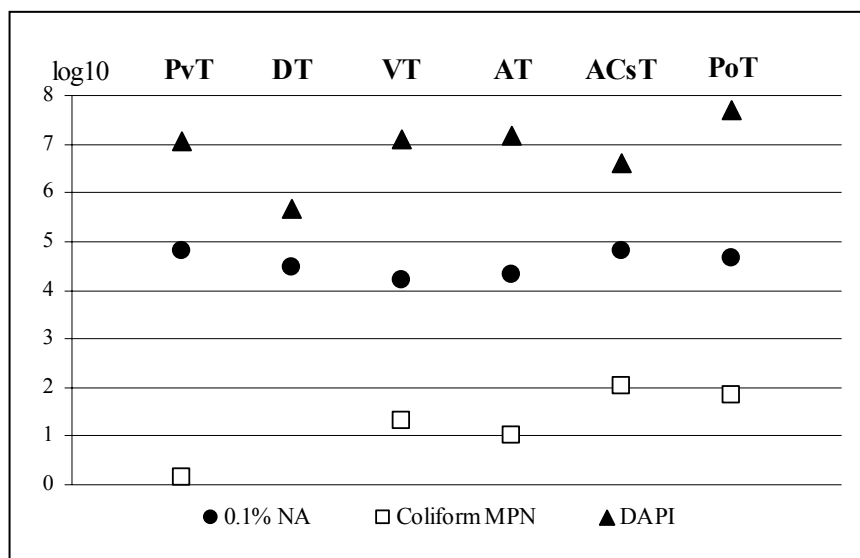
jellegzetes vörös színét a karszt terra rossa takarójától nyerte. Felszíne 4950 m<sup>2</sup>.

A vízminőség detektálásának gyors és megbízható módja a bentikus makrogerinctelenek segítségével végrehajtott biológiai vízminősítés (MMCP, Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer). A mintavételek és a kiértékelés a MMCP (Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer) alapján történt. Ennek a biotikus indexnek, illetve vízminősítési rendszernek a használata makrozoobentonból vett reprezentatív minta faji szintű meghatározása nélkül is megbízható eredmények elérését teszi lehetővé. A minősítés módszere kvalitatív, a prezencia – abszencia (jelenlét-hiány) viszonyok alapján működik. Az AQEM (egységes európai folyóvízi makrogerincteleneken alapuló ökológiai minősítési rendszer) alkalmazásától annak időigényesebb mintavételezési eljárása, kutatásainkhoz szükségtelen taxonómiai szintje miatt eltekintettünk (NÉMETH 1998). A 2009. május 26-án végzett vizsgálataink szerint a Gömör-Tornai karszt területén az egyébként jelentős antropogén terhelésnek kitett Vörös- és Aggteleki-tó vízminősége kevésbé szennyezett (III A) kategóriába sorolható.



4. kép Víznyelő eltömődésével alakult ki az Aggteleki-tó Aggtelek határában  
Picture 4 Aggteleki lake formed by sedimentation of a swallow hole near Aggtelek village

A víz minőségének meghatározását az Aggteleki-karszt tavaiban mikrobiológiai vizsgálatokkal is elvégeztük. A többféle módszerrel becsült sejtszám értékeket a 4. ábra foglalja össze. A tenyésztésen alapuló csíraszám becslés eredményei alapján nem tapasztaltunk számottevő különbséget a vizsgált tavak között. A becsült csíraszámok  $2 \cdot 10^4$ - $6 \cdot 10^4$  TKE/ml (TKE = telepkepző egység) között változtak. Az epifluoreszcens mikroszkópiával végzett sejtszámlálás szintén egymáshoz hasonló értékeket eredményezett, de átlagosan egy-két nagyságrenddel magasabb,  $5 \cdot 10^5$ - $5 \cdot 10^7$  ml-enkénti sejtszámot kaptunk. A kétféle módszerrel becsült sejtszám adatok közötti eltérés oka lehet, hogy míg a tenyésztésen alapuló módszerrel csupán az adott tenyésztési körülmények között szaporodni képes baktériumok mutatathatók ki, addig a DAPI-festék az összes jelenlévő sejt DNS-éhez hozzákötődik – beleértve a már holt sejteket is – így UV fényben azok is detektálhatók lesznek. Az előbbi módszer tehát alulbecsüli, az utóbbi pedig túlbecsüli a valós élő sejtszámot. Mindkét módszerrel a földrajzilag egymáshoz legközelebb található Vörös-tó és Aggteleki-tó sejtszám értékei hasonlítottak legjobban egymáshoz. Az összes vizsgált vízmintában jelen voltak koliform baktériumok (4. ábra).



4. ábra A vizsgált karsztos tavak vízmintáiból eltérő módszerekkel meghatározott baktériumszámok. A Gömör-Tornai-karszt tavai: Papverme-tó [PvT], Derenki-tó [DT], Vörös-tó [VT], Aggteleki-tó [AT]), a Tapolcai-karszt tavai: Alsó-Cser-tó [ACsT], Pokol-tó [PoT]) területén található kisvízekből.

Fig. 4 The determined bacterial cell numbers measured by different method from the investigated karst lakes. (Papverme lake [PvT], Derenki lake [DT], Vörös lake [VT], Aggteleki lake [AT]) Alsó-Cser lake [ACsT], Pokol lake [PoT]).



Az Aggteleki-karszt tavaiból vett vízminták kémiai elemzése elég hasonló eredményeket adott, ennek ellenére egy-két paraméter alapján jól elkülönült egymástól a két eltérő helyzetű és táplálású állóvíz (II. táblázat). A különbségek főleg az eltérő vízutánpótlás (a Vörös-tó vize közvetlenül a csapadékból származik, emellett közvetve az Aggtelek – Jósvalfő közötti betonút felől lefolyó, szűrőkkel mechanikailag megtisztított csapadékvíz táplálja, míg az Aggteleki-tó víznyelő eltömődésével alakult ki, ahova rövid időszakos vízfolyások vezetnek) és a vízgyűjtő területükön végzett tevékenységek, antropogén hatások számlájára írható. A pH értéke neutrális, vagy enyhén alkalikus volt mind a két tóban. Az Aggteleki-tó vízmintáiban magasabb vezetőképesség és vízkeménységi értékeket mértünk, mint a Vörös-tóban, amely abból adódik, hogy a csapadékvíz mellett a felszínen lefolyó víz és talajvíz források is szerepet játszanak a táplálásában. A Vörös-tó vizének vezetőképessége minimális (188 uS/cm), amely főleg abból adódik, hogy nem karsztperemi víznyelő, s a vízutánpótlása nem felszíni vízfolyásból, szennyvízből, vagy karsztforrásból, hanem leginkább közvetlenül a csapadékból származik, ill. közvetve az Aggtelek-Jósvalfő közötti betonút felől lefolyó, szűrőkkel mechanikailag megtisztított csapadékvíz táplálja.

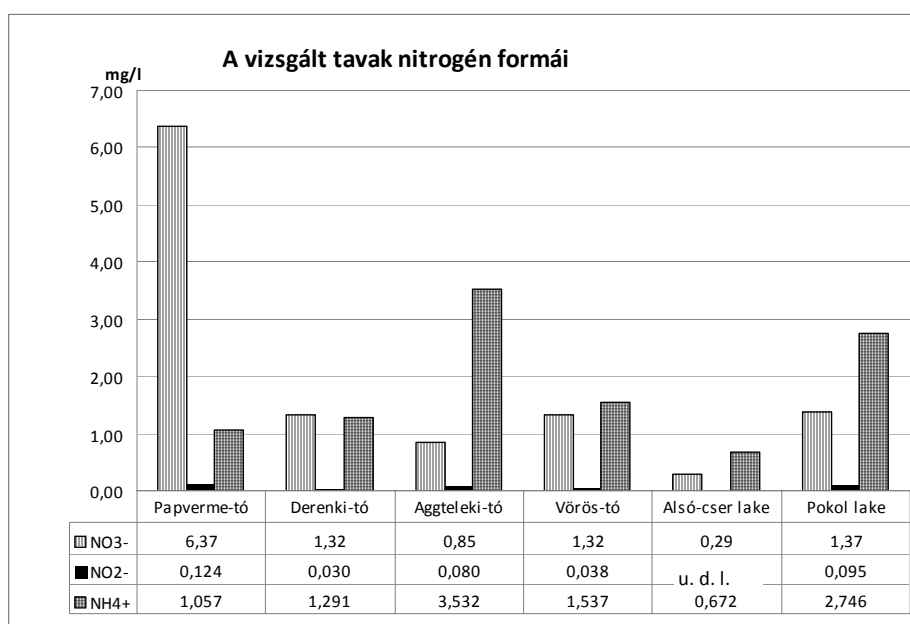
II. táblázat  
Table II.

Az aggteleki-karszt tavaiban végzett vízkémiai mérések eredményei. (Papverme-tó [PvT], Derenki-tó [DT], Vörös-tó [VT], Aggteleki-tó [AT])  
Results of the water analyses of the Aggtelek karst's lakes (Papverme lake [PvT], Derenki lake [DT], Vörös lake [VT], Aggteleki lake [AT])

	PvT	DT	VT	AT
pH	7.8	8	7.7	7
Vez.kép. (μS/cm)	568	700	188	916
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	244.0	378.2	115.9	268.4
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	72.1	146.3	18.0	76.2
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	9.7	7.3	12.2	18.2
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	6.0	ND	ND	10.0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	6.4	1.3	1.3	0.9
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0.1	0.0	0.0	0.1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	1.1	1.3	1.5	3.5
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	0.0	0.9	0.2	4.6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	66.5	99.5	11.0	229.9

A vízmintákban a lehetséges szervesetlen szennyező ionok közül a klorid a Vörös-tónál nem volt kimutatható, az Aggteleki-tóban is minimális mértékben van jelen (<10 mg/l).

A nitrogén- és foszforháztartás jellemzői: a nitrát- és nitrit-tartalom alacsony (5. ábra). Az ammónium alapján mindkét tó a szennyezett kategóriába sorolható, az Aggteleki-tó erősen szennyezett (3,53 mg/l). Az erősen redukív viszonyokat a tó fizikai paraméterei (színe, szaga) is mutatják. Az ortofoszfát tartalom is itt mutat rendkívül erős szennyezettséget (4,6 mg/l).



5. ábra. Az Aggteleki-karszt vizsgált tavainak nitrogén formái  
Fig. 5 Nitrogene forms of the investigated lakes of the Aggtelek karst

A kémiai oxigén igény (KOI) mértéke az Aggteleki-tóban katasztrofális méretű (45,8 mg/l), ami a település közelségét és az onnan származó szennyeződések, ill. a tó körül régebben lerakott szennyezőanyagok számlájára írható.

A két karsztperemi tóban az MSZ 12749 szerint végzett vízkémiai mérések eredményeit a II. táblázat tartalmazza.

## 5. Összegzés

A Baradla (a Szlovákia területén hozzákapcsolódó Domicával együtt) Közép-Európa egyik legnagyobb barlangrendszere, amely egyben hazánk leg-

látogatottabb barlangja. A barlang természeti értékeinek hosszú távú megőrzése, szakszerű kezelése szükségessé teszi a barlang felszíni védőterületének (barlang felszíni területe) kijelölését, azt a területet, ahonnan a vizek és a vizek útján a szennyeződések (káros hatások) bejuthatnak a barlangba. Ezen a területen kell a barlang hosszú távú megőrzése érdekében a védő, korlátozó intézkedéseket megfogalmazni. Tanulmányunkban a természetvédelem különféle szakterületét képviselő kutatócsoportunk több évi terepi és laboratóriumi kutatásainak eredményeit figyelembe véve teszünk javaslatot a Baradla felszíni területének kijelölésére, amelynek magába kell foglalni a barlang teljes felszíni vízgyűjtő területét. Másrészt felismerve, hogy csak a karsztokológiai rendszerben (epikarsztos rendszer) lejátszódó folyamatok megismerése, a hatótényezők közötti összefüggések feltárása és a veszélyeztető tényezők feltárása alapozhatja meg a tájak természet-közeli hasznosításának, kezelésének a tervét, az előző években a Baradla-barlang potenciális felszíni védőterületén karsztokológiai vizsgálatokat végeztünk. Dolgozatunkban az antropogén folyamatok hatására az epikarsztos rendszerekben, a hidro-, bio- és pedoszférában megfigyelt változásokról, a különféle módszerekkel mért és észlelt tényleges és potenciális veszélyforrásokról adunk számot, ill. javaslatot teszünk azok figyelembe vételére. A karsztos táj mozaikosságának, főleg a sziklagyepes területek fenntartása, beavatkozást, szakszerű kezelést kíván az erősödő szukcesszió miatt. A fedettség változásra is kiterjedő vizsgálataink szerint a vízgyűjtő területen a 18. századhoz képest mintegy 8 %-kal nőtt az erdők aránya. Célszerű lenne szigorúbban kontrollálni a vízgyűjtő területen a hulladék kezelést, főleg a sirt és törmelék lerakást, és felszámolni a közvetlenül a Baradla Retek-ága felett található illegális hulladéklerakót. A Baradla-barlang főbejáratánál kialakított gépkocsi parkoló és az ott épült szolgáltató pavilonoknál keletkező szennyvizek kezelését, elvezetését csatornázással kellene megoldani, hogy ne juthassanak be sem szivárgás útján, sem az Acheron-nyelőn keresztül a barlangba. A különféle vízminőségi vizsgálatok szerint a vízgyűjtőn található kis karsztos tavak (Aggteleki-, vörös-tó) vízminősége kevésbé szennyezett, de egyes paraméterek alapján, főleg az ammónium alapján mindkét tó a szennyezett kategóriába sorolható. További erőfeszítéseket kíván főleg az Aggtelek község határában található tó vízminőségének javítása vagy legalább is a további szennyeződés megakadályozása. Készült a 79135. sz. OTKA támogatásával.

## IRODALOM

- GRUBER P.* (2003): Tájérténeti kutatások a Baradla-barlang vízgyűjtőjén. – Karsztfejlődés VIII. BDF, Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, pp. 333-345.
- KEVEINÉ BÁRÁNY I.* (2009): A karsztok ökológiai rendszere. – JATE Press Szeged, 121. p.
- KNÁB M. – KISS K. – KÉRI A. – PALATINSZKY M. – M. TÓTH E. – MÁRIALIGETI K. – MÓGA J. – BORSODI A.* (2009): Hazai epikarszt rendszerek kisvízeinek vízkémiai és mikrobiológiai jellemzése, biológiai vízminősítése. – Hidrológiai Közöny 90 (6) pp. 60-62.
- MARI L.* (2000): A felszínborítás változásának hatása a Budai-hegység mintaterületének példáján – In: A táj változásai a Kárpát-medencében a történelmi események hatására, Budapest–Gödöllő, pp. 39–41.
- MARI L.* 2003. Felszínborítás-változás vizsgálata térinformatikai módszerekkel az Aggteleki Nemzeti Park területén – Karsztfejlődés VIII., Szombathely pp. 231–242.
- NAGY D.* 2008: A Gömör-Tornai-karszt történeti felszínborítása/Historický vývin povrchových vrstiev Gemersko-Turnianskeho krasu – ANP füzetek V., Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő 107 p.
- NÉMETH J.* (1998): A biológiai vízminősítés módszerei. – KGI pp 244-265.
- ROZLOŽNIK, M. – KARASOVÁ, E.* (1994): Slovenský kras. – Osveta, Banská Bystrica, 477 p.
- SAMU A. – KEVEINÉ BÁRÁNY I.* (2008) Karsztos tavak története és állapotváltozásai az aggteleki és szlovák karsztokon. – Karsztfejlődés XI., BDF, Természetföldrajzi Tanszék, pp. 117-134.
- SÁSDI L.* (1993): Az Észak-borsodi-karszt hidrogeológiai kutatása során elvégzett víznyomjelzéses vizsgálatok értékelése. – Kézirat ANP 1. rész 119 p.
- SZABÓ M. – MÓGA J. – KISS K. – BORSODI A. – KNÁB M. – KÉRI A. – HAJDUNÉ DARABOS G.* (2011): Dunántúli vizes élőhelyek (Szigetköz és a tapolcai karsztavak) környezeti állapota. – In: Béres Cs., Füzesi I., Kalmár S., Korponai J., Németh L. (szerk.) Nyugat-Dunántúl környezeti állapota helyzetkép és kihívások. Szombathely, pp.167 – 175.
- SZÉKELY K.* (szerk.) 2003: Magyarország fokozottan védett barlangjai – Mezőgazda p. 426.
- SZŐKE E. – KEVEINÉ BÁRÁNY I.* (2003): Karsztvíz vizsgálatok az Aggteleki-karszton, különös tekintettel a nehézfém szennyezésre. – Karsztfejlődés VIII. BDF, Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, pp. 173-183.

*VELLEDITS F. – PÉRÓ Cs. – BLAU J. – SENOWBARI-DARYAN B. – KOVÁCS S. – PIROS O. – POCSAI T. – SZÜGYI-SIMON H. – DUMITRICĂ P. – PÁLFY J.* (2011): The oldest Triassic platform margin reef form – the Alpine – Carpathian region (Aggtelek, NE Hungary): platform evolution, reefal biota, and biostratigraphic framework. – *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 117. 2. pp. 221-268.