

TAPOLCAI PLECOTUS BARLANGKUTATÓ CSOPORT,
ÓBUDAI SE KARSZT ÉS BARLANGKUTATÓ CSOPORT

A tapolcai barlangok és a Malom-tó vizeinek szennyezettségi vizsgálata

Írta: Mészárosné Hardi Ágnes, Tinn József

Abstract

1991 óta foglalkozunk az áramló karsztvizek szennyeződési viszonyainak vizsgálatával a tapolcai Tavasbarlangban, Kórház-barlangban és a Malom-tó forrásaiból. Eddig 28 alkalommal összesen 59 helyről 306 mintából vizsgáltuk a bakteriológiai és részben a kémiai szennyezettséget jelző paramétereket.

1991-ben tájékozódó jelleggel végeztünk vizsgálatokat, melyek során felmértük az erősen szennyezett barlangi vizek elhelyezkedését. Ezt követően a korábbinál érzékenyebb módszerrel és többféle adatot gyűjtöttünk a vízminőség időbeli változásainak nyomon követésére és a szennyező források felderítésére.

Megállapítottuk, hogy a vizsgált terület északi részének barlangi vizei tisztábbak, gyakran ivóvíz minőségűek, majd dél felé haladva egyre szennyezettebbé válnak. Munkánk során megfigyeltünk helyi szennyezési góccokat is. Ezen kívül közvetett bizonyítékunk van arra, hogy a karsztvíztömeg jelentős szennyező forrása a kommunális szennyvíz. A szennyezettség időbeli változásában gyenge összefüggést észleltünk a vízszint ingadozásával, de ennek összefüggéseire ezidáig csak feltételezéseink vannak.

A vizsgálatokat jelenleg is folytatjuk.

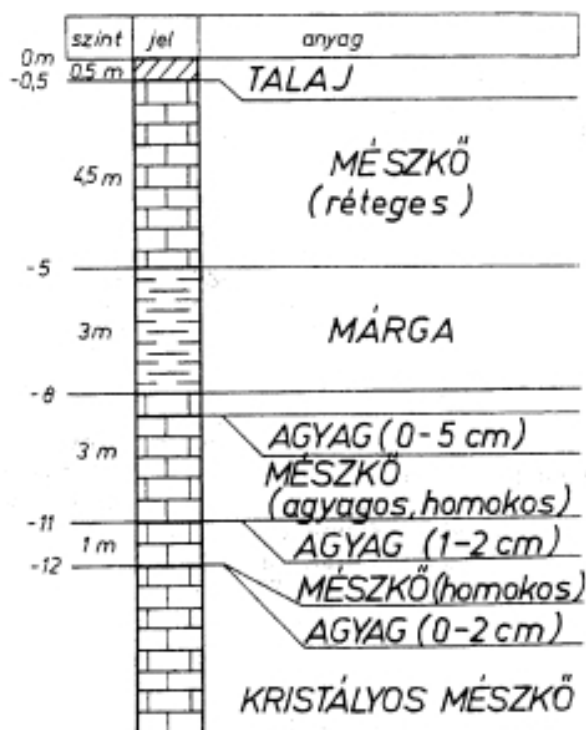
Bevezetés

Tapolca a Balaton északi partjától nem messze, bazalthegyekkel körülvett medencében fekszik. Lakott területeinek nagy része miocén korú, vékonypados mészkőre települt. A mészkő egyes rétegeit vékonyabb-vastagabb agyag és márgarétegek választják el egymástól. (1. ábra)

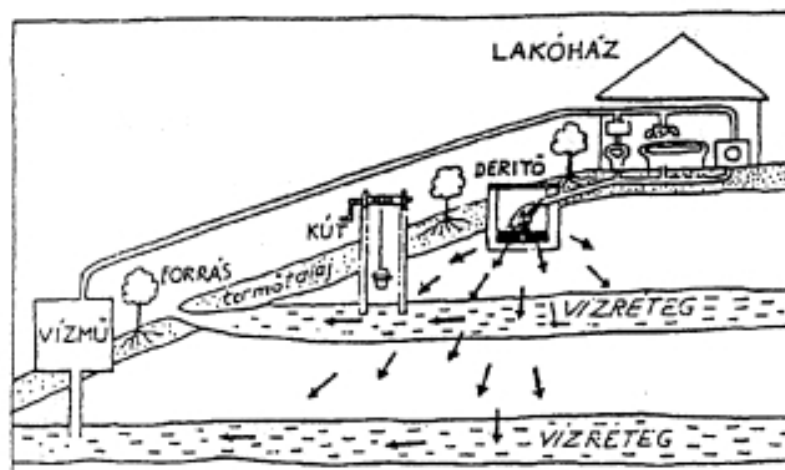
A térségben megközelítően É-ről D-re áramló karsztvizek jelentős hányada a város nevezetes forrásában, a Malom-tónál tört a felszínre. Ez a víz évmilliók kitaró munkájával kiterjedt járatrendszerrel oldott ki a város alatti szarmata mészkőben. A barlangrendszer egyes szakaszait ismerjük, melyek közül a két legnagyobb a Tavasbarlang és a Kórház-barlang. A Tavasbarlang egy részét jelenleg a Bau-itbánya Kft. hasznosítja idegenforgalmi célra, a Kórház-barlang termeiben a Városi Kórház folytat légzésterápiát.

A barlangjáratok falain jól nyomonkövethető a befoglaló kőzet rétegei, melyek fontos szerepet játszanak a város alá elszivárgó csapadék- és egyéb vizek terelésében. Az agyag- és a márgasávok vízzáró tulajdonságúak. E rétegeket ásott kutak és természetes felszakadások teszik a víz számára átjárhatóvá. Az ilyen helyeken a megvezetett vizek átszivárognak a lejjebb található mészkőbe, mely elöntéiben az agyagtartalmú rétegekkel, szűretlenül továbbítja azokat. Ezért a karsztosodó kőzetben található vizek tisztasága erősen veszélyeztetett, amennyiben nincs felettük ép vízzáró vagy szűrőréteg.

Tapolcán a helyzetet súlyosbítja, hogy még nem vezetik el minden háztól csatornával a szennyvizet. „A lefolyót bekötik a földalatti derítőbe, amelynek falát sokan szándékosan áteresztőre építik.



1. ábra: A szarmata mészkőösszetétel jellemző rétegsora (0–15 m).



2. ábra: (Káli M.: Ön-kútmérgezők.)

tik. Egyesek a derítő építését is meg akarják takarítani azzal, hogy a szennyvizet egyenesen a régi, használaton kívüli kútba vezetik." (Káli, 1991.)

Tapolcán az ötvenes években próbálkozások folytak a Malom-tó vizének ivóvíz céljára történő hasznosítására. Ezt a vízben található bakteriológiai szennyeződések miatt nem valósíthatták meg. A szennyeződés forrását kutatva Kessler Hubert és munkatársai akkor arra a megállapításra jutottak, hogy „Tapolca nagyon sok házában szennyvízelvezetése nincsen kielégítő módon megoldva, ezért a mészkőben elszivárgó szennyvíz a forrásjáratok (azaz a barlangok) vizével keveredhet.”

A Plecotus Barlangkutató Csoport 1986 óta (1986 és 1992 között mint Bauxit Barlangkutató Csoport) tevékenykedik Tapolcán. Piedl Endre 1987, 1989 és 1991-ben végzett barlangi vízminőség-vizsgálatai a barlangjáratok vizének idővel fokozódó szennyezettségét állapították meg.

Az első tervszerű vízminőségi vizsgálatokat Hardi Ágnes, a barlangkutató csoport tagjaként, mind a Gödöllői Agrártudományi Egyetem hallgatója, 1991-ben kezdte. Azóta több-kevesebb rendszerességgel, folyamatosan történnek a mintavételek.

A vizsgálatok megkezdését az tette időszerűvé, hogy 1990 nyarán fedezett fel a csoport a Tavasbarlangban egy szemmel láthatóan szennyezett barlangüreget („Pöce”). A termet a DK-i sarkába érő ázott kúton keresztül érkező szennyvíz töltötte fel helyenként 20–25 cm vastag üledékkel.

Célkitűzés

1. A különböző mértékben szennyezett vizek térbeli megoszlásának feltérképezése a Kórház-barlangban, a Tavasbarlangban és a barlangi vizek táplálta felszíni vizekben.
2. A szennyező források felkutatása, beazonosítása, a szennyezettség jellegének megállapítása.
3. A vízminőség időbeli változásainak nyomon követése és összefüggéseinek felderítése.

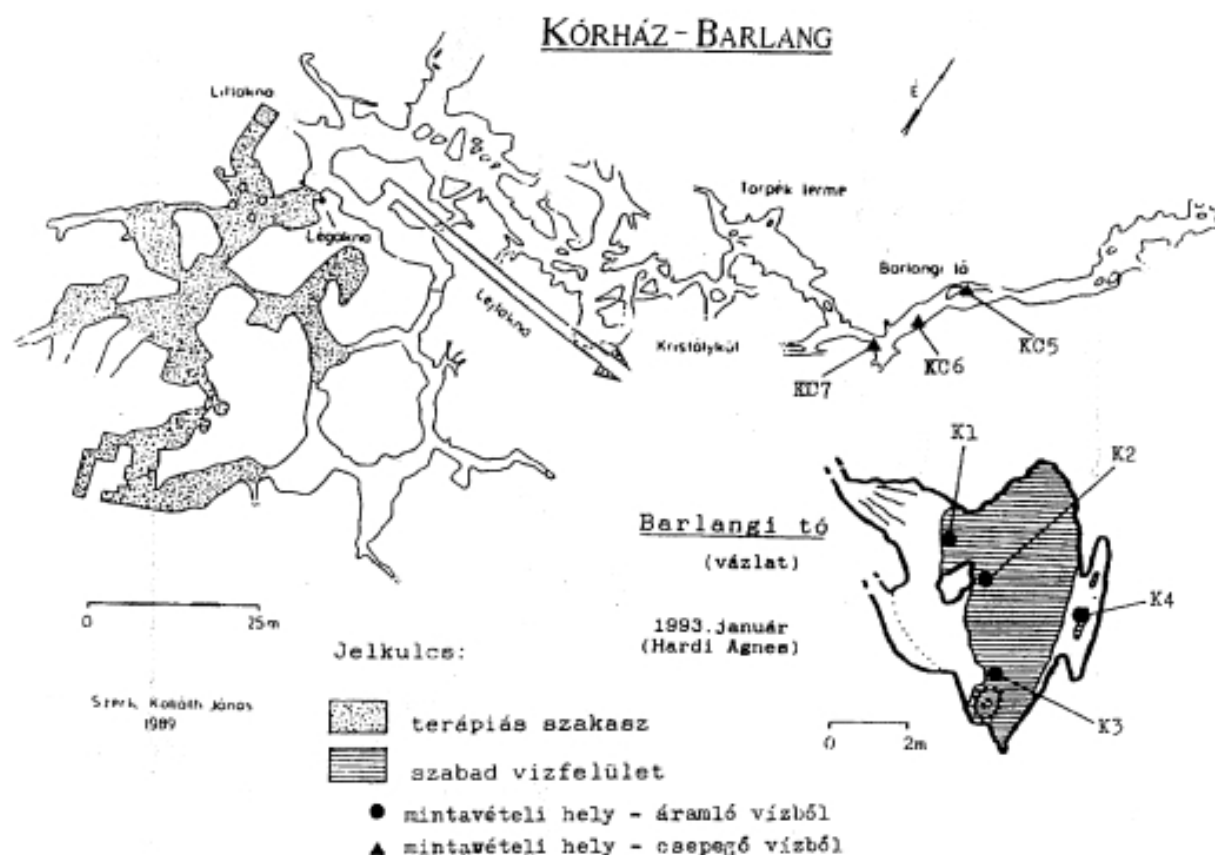
Anyag – módszer

A víz minőségének elbírálására és szennyezettségének megállapítására összesen 59 helyről vettünk mintát tavasbarlangi, kórház-barlangi áramló és csepegő vizekből, valamint a malom-tavi források és az Alsó-tó vizéből. A mintavételi helyeket kóddal láttuk el (C – csepegő, V – áramló víz a Tavasbarlangban, KC – csepegő, K – áramló víz a Kórház-barlangban, G – Gabriella Szálló alatti víz, Mtó – Malom-tó) és térképen ill. térképvázlatokon jelöltük. (3., 4., 5. ábra)

Tájékoztató jelleggel 1991 áprilisában két alkalommal vettünk mintát a Tavasbarlang „Pöce”-termének kútjából és távolabbi barlangi áramló vizekből. Majd kiterjedt vizsgálatokat kezdtünk a Tavasbarlangban alkalmanként 20–30 mintával. 1991 májusától a Malom-tóra, júliusától a Kórház-barlangra terjesztettük ki a mintavételeket.

1992. április 5-ig a feldolgozást a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Állatelettani és Állat-egészségtani Tanszékén Hardi Ágnes végezte, ahol 0,1 ml minta (esetenként hígítások) felületi szélesztésével vizsgálta a minták 37 °C-os telepszámát és koliformszámát zselatinos alapagaron ill. Klimmer táptalajon.

1992 márciusától a Johan Béla Országos Közegészségügyi Intézet Vízhigiénés Osztálya dolgozza fel a mintákat. Vizsgálják a vizek telepszámát 1 ml mintából 20 és 37 °C-on, coliformszámot 100 ml-ből, E.co-

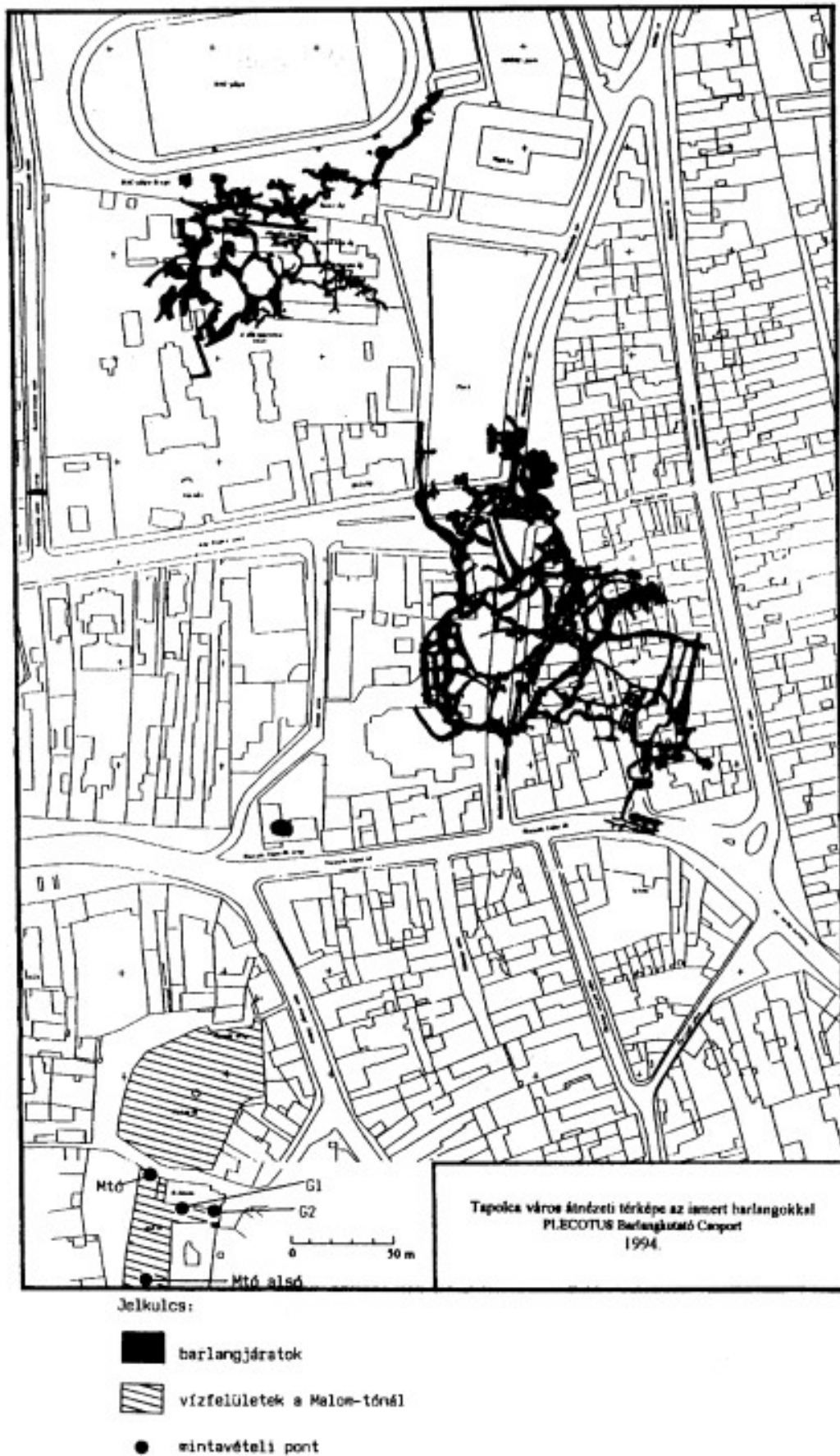


3. ábra: Mintavételi pontok a Kórház-barlangban

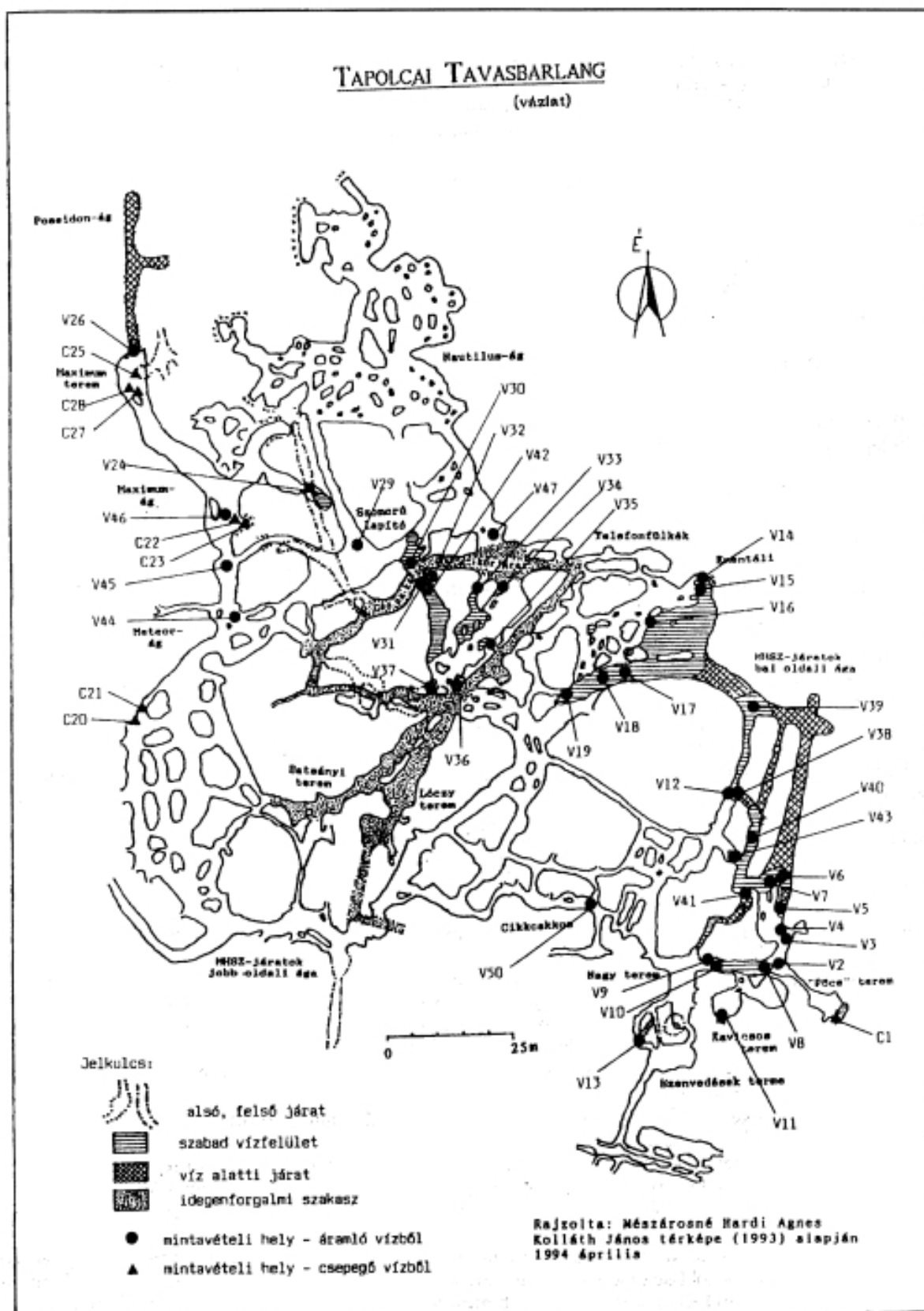
li v. fekálcoliformokat, kémiai oxigénigényt (KOI_{ps}, mg/l) klorid-, nitrát-, nitrit-, ammónia-, szulfát-, vas-, mangánion-tartalmat (mg/l), összes keménységet (CaO mg/l), fajlagos elektromos vezetőképességet (μS/cm), pH-t és alkalitást (mmol/l) az érvényes ivóvíz-vizsgálati szabványoknak megfelelően. A többféle vizsgálathoz szükséges nagyobb vízmennyiség a barlangi mintavételeknél nehézségeket okozott (szállítás, tárolás). Az egy alkalommal vehető minták számát ettől az időponttól 10–12-ben állapítottuk meg.

A szennyezettségbeli változások összefüggéseinek vizsgálatára 1992 márciusától folytatunk pontosabb vízszint megfigyeléseket. Az adatok közül a Maximum-termi mércéről leolvasottakat közöljük. Az 1991. évi adatok becsült értékek. 1993-tól a vízmércék többszöri elmozdulását és megrongálódását követően szintén csak hozzávetőleges adatok állnak rendelkezésre.

A vizek eredetének vizsgálatára kezdtünk víz hőmérséklet-méréseket 1993-ban. A gyakori hőmérő-rongálás, -törés és -lopás miatt sajnos csak szórványos adatok állnak rendelkezésre.



4. ábra: A vizsgálatok színhelye (Kórház-barlang, Tavaszbarlang, Malom-tó) és a Malom-tavi mintavételi pontok



5. ábra: Mintavételi pontok a Tavasbarlangban

Eredmények

Az 1991 áprilisától 1992 áprilisáig végzett vizsgálatokban feltérképeztük a barlangi áramló vizekben előforduló erősebb szennyeződések helyeit. Legtisztábbak az északi részek voltak (Kórház-barlang tava, Tavasbarlang maximumtermi tava), majd időnként szennyezett a tavasbarlangi Csónakázó kör környéke, ennél szennyezettebb az Ementáli és legszennyezettebbek a legdélibb, „Pöce” környéki részek voltak, melyek feltételezésünk szerint a befolyó víz által fertőződtek.

Kóliiform-szennyezett befolyó vizeket a tavasbarlangi „Pöce” teremben és egy Kórház-barlangi csepegő vízben találtunk, kiugróan magas, 37 °C-os telepszámú befolyó vízzel a Tavasbarlang északi részén találkoztunk.

Enyhe évszakos ingadozást is megfigyeltünk a szennyezettség mértékének változásában, de a vizsgálati módszer kis érzékenysége miatt erről akkor még nem volt elegendő információ.

1992 márciusától elkezdtük a részletes feldolgozást az OKI-ban és ezzel párhuzamosan kezdtük feljegyezni a vízszint alakulását a szennyezettség időbeli változásainak nyomon követésére.

A vizsgált bakteriológiai paraméterek egészségügyi határértékei ivóvízben:

	Megfelelő	Tűrhető
Telepszám 37 C-on, 1 ml-ben	20	100
Telepszám 20 C-on, 1 ml-ben	100	500
Coliformszám 100 ml-ben	0	2
E. coli v. fekális Coliform 100 ml-ben	0	0

A szennyezettség térbeli megoszlása 1992-ben az előző évihez hasonló volt és újra tapasztaltuk a szennyezettség mértékének az előző évihez hasonló évszakos ingadozását. Erre jellemző volt egy tévégi, tavaszi vízszintemelkedést követő csíraszám maximum és a nyári vízszintcsökkenéskor tapasztalható csíraszám minimum.

Ennek egyik lehetséges oka, hogy alacsony vízszintkor pangó vizek alakulnak ki, melyek a vízszint emelkedésével belekerülnek az áramlásba, hirtelen megnövelve az áramló karsztvizek csíraszámát. Másik lehetséges magyarázat, hogy kis vízhozam esetén a felszínről érkező szennyezett vizek nem, vagy csak elenyésző mennyiségben jutnak le az összefüggő áramló karsztvízbe, miközben szennyeződésüket a vízvezető járatokban hátrahagyják. Nagy esőzésekkor ezt a hátrahagyott (leülepedett) anyagot a víz magával ragadja és egyszerre nagy mennyiségben szállítja az áramló karsztvízbe.

Legnagyobb talán annak a valószínűsége, hogy a pangó vizek a karsztvízszintnél magasabban elhelyezkedő agyagtartalmú vízzáró rétegek felszínén alakulnak ki. Ezeket a nagyobb esőzések és hóolvadások felduzzasztják és az agyagréteg természetes vagy mesterséges sérülésein, hiányosságain keresztül lejutatták az áramló karsztvizekbe, megnövelve annak csíraszámát.

1993 januárjától hirtelen feltisztultak a vizsgált vizek. Ennek egyik lehetséges oka, hogy 1992 novemberében megtaláltuk egy szennyvíz főcsatorna törését, amit valószínűleg éveken át nem észleltek, mivel az összes szennyvíz ez idő alatt a csővezeték alatt nyílt barlangüregbe (Sammelweis utcai Üreg, 1994. júniusától Plecotus-1 barlang) távozott. Ez, és az 1993-tól fokozódó vízhozam-növekedés okozhatta a déli városrész barlangi vizeinek hirtelen erős feltisztulását. A Malom-tónál ehhez még hozzáadódott, hogy 1992-93 telén végezték a felső-tavi tófenék mesterséges szigetelésének a felújítását. A munkák megszűntették a forrásvizek keveredését a Felső-tó nagyrészt mesterségesen betáplált, szennyezettebb vizével.

1993-tól a vízszint egyre gyorsabb emelkedésével egyes mintavételi helyek megközelítése fokozatosan lehetetlenné vált („Pöce” környéke), de ugyanakkor több új vízfelület is kialakult (pl.: Maximum-ág). Ez az emelkedés tette szükségessé, hogy a hosszabb ideje, rendszeresen vizsgált helyeket kettős, helyenként hármas kódjellel lássuk el.

Ezzel egyidőben kezdtünk vízhőmérsékletet mérni. 1990-es adatok szerint kétféle hőmérsékletű víz van a barlangokban, kb. 21,5 °C-os és 16,6 °C-os.

Legtisztábbak továbbra is a Kórház-barlang tava és a Tavasbarlang maximum-termi tava.

A Malom-tónál megállapítottuk, hogy az Alsó-tó kifolyó vize szennyezettebb a felső-tavi források vizénél, és a Gabriella Szálló alól előtörő források vize közül egyet nagyon erősen, egy másikat kevésbé szennyezettnek találtuk.

A szennyező források feltérképezésében is tovább jutottunk: a tavasbarlangi maximumtermi csepegő vízből vett minták az esetek többségében szennyezettnek bizonyultak. Másrészt kísérleti szakaszában van egy módszer a szennyező források és a mintázott áramló vizek távolságának becslésére. Abból indulhatunk ki, hogy a fekálkóliiform baktériumok jelenléte a vízben három hónapnál frissebb szennyezést jelez. Meglévő adatainkból ezután egy „fekálkóli-indexet” számoltunk, ami egy adott helyre, adott időszakra

a fekálkóliformokkal szennyezett minták előfordulási gyakoriságát jelenti a kóliform-szennyezett minták százalékában.

A kémiai vízminőség – szemben a bakteriológiai vizsgálatok eredményeivel – az esetek többségében az ivóvíz-szabványoknak megfelelő volt. Csupán a KOIps, nitrát- és kloridtartalom jeleztek szennyezettséget. (4., 5., 6. táblázat)

A kifogásolt kémiai paraméterek egészségügyi határértékei ivóvízben:

Megfelelő	Tűrhető	
Kémiai oxigénigény (KOIps) mg/l	2,5	3,5
Klorid mg/l	80	100
Nitrát mg/l	20	40

A végzett vizsgálatok eredményeit a gyakorlatban is hasznosítottuk.

1994 februárjában a „Pöce”-teremről készült fényképekkel és vízminta-vizsgálati eredményeinkkel barlangkutató csoportunk vezetője felhívta a Polgármesteri Hivatal figyelmét a szennyeződés tényére. A Polgármesteri Hivatalból 1994 márciusában helyszíni szemlét tartottak. A felszíni és a barlangtérképek összevetése után azonosították a szennyező forrást: az udvaron talált kútba négy lakás szennyvizét vezették be. 1994 júniusában a kutat betömedékeltek és a lakásokat bekötötték a városi szennyvízhálózatba. Ezzel egy szennyező forrást sikerült megszüntetni.

Irodalomjegyzék

- A vízben lévő csíráképes mikroorganizmusok számának meghatározása agar táptalajban vagy táptalajon. Magyar Szabvány, 130 6222, 1992.
- Báldi T.: A történeti földtan alapjai. Budapest, 1979.
- Comis, D.: Scientists Go Underground To Check Water Quality, Agricultural Research, August 1993.
- Mészárosné Hardi Á.: A tapolcai Tavasbarlang, Kórház-barlang és Malom-tó vizeinek bakteriológiai és kémiai vizsgálata. Diplomamunka, 1994., Gödöllő.
- Horváth Gy.: Újabb feltárások a Tapolcai Tavasbarlangban. Karszt és Barlang, 1974/II. p. 65–68., Budapest.
- Ivóvízvizsgálat: A permanganátos kémiai oxigénigény meghatározása. MSZ 448-20.
- Ivóvízvizsgálat: Bakteriológiai vizsgálat. MSZ 448/44-1990.
- Ivóvíz, Minősítés fizikai és kémiai vizsgálatok alapján. MSZ 450/1-1989.
- Ivóvíz, Minősítés mikrobiológiai vizsgálat alapján. MSZ 450-3-1991
- Ivóvízvizsgálat, Nitrát- és nitrit meghatározása. MSZ 448/12-82.
- Jakucs L.: Általános természeti földrajz. Szeged, 1990.
- Juhász Á.: Évmilliók emlékei. Budapest, 1987.
- Káli M.: Ön-kútmérgezők. Tapolcai Világlap, 1991. I. évf. 3. szám, p. 9.
- Kessler H.: A Tapolcai Tavasbarlang. Természettudományi Közöny, LXXXVIII. évf. 9., 1957. nov., p. 423.
- Kessler H.: Karszthidrológiai részletvizsgálatok. Összefoglaló jelentés. VITUKI, 1957.
- Beszámoló jelentés a Tapolcai Plecotus Barlangkutató Csoport 1993. évi munkájáról. 1994.