

AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
ÁLLATÉLETTANI ÉS
ÁLLAT-EGÉSZSÉGTANI TANSZÉK



T D K dolgozat

Tapolca karsztvízrendszerének
vizsgálata

Készítette: Mészárosné Hardi Ágnes
V. évf. egyetemi hallgató

1994

Előszó

A tapolcai barlangok és a Malomtó vizeinek bakteriológiai és kémiai vizsgálatát 1991 áprilisától 1993 júniusáig végeztem.

Az 1991-92-es eredményeket egyrészt a Plecotus Barlangkutató Csoport 1992. évi jelentésében, másrészt az 1992.-i Cholnoky pályázat egyéni kategóriájában beadott munkámban már ismertettem. Ezekre a korábbi munkákra támaszkodva és az 1993-ban kapott eredményekből készítettem el a jelen pályamunkámat képező TDK dolgozatomat.

Az 1993. évi vizsgálatokat az előzményüket képező 1991-92-es vizsgálatok folytatásaként végeztem, ezért (is) nem tartom célszerűnek az 1993-as eredmények önmagában való közlését. A legújabb eredmények értékelése sem végezhető el a korábbi eredmények részletesebb ismertetése nélkül. Ezen indokok alapján a Cholnoky Jenő Pályázaton az elkészült TDK munkámat változtatás nélkül szándékozom beadni.

Munkámban összesítve közlöm az eddigi vizsgálatok eredményeit és értékelését. Egy külön fejezetben a Tavasbarlangban és a Malomtónál az ötvenes-hatvanas években végzett vízminőség vizsgálatokról összegyűjtött irodalommal foglalkozom.

TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés	3
1. Irodalmi áttekintés	4
1.1. A vizsgálatok színhelye	4
1.2. A barlangok és a Malomtó vizeiről	4
1.3. Az újabb barlangkutatói eredményekről	6
1.4. Változások a Malomtónál	9
1.5. A szennyezettség kimutatása	9
1.5.1. A vizet szennyező anyagok	9
1.5.2. A fekáli szennyezettség megállapítása	11
1.6. Az ivóvíz minőségének elbírálása	12
2. A vizsgálatok célkitűzése	13
3. A vizsgálatok anyaga és módszere A minták feldolgozása	14
4. Saját vizsgálatok	15
4.1. Mintavétel és szállítás	15
4.2. A mintavételek helyszíne és a mintavételi pontok	16
4.3. Eredmények	19
5. Összefoglalás	46
6. Felhasznált irodalom	48

BEVEZETÉS

Manapság országszerte gondokat okoz az egészséges ivóvíz előteremtése. Valaha bármely folyóból, patakból, forrásból, kútból bátran ihatott az ember. Majd a környezet-szennyezés eredményeképpen vizeink kezdtek elfertőződni. Először a folyók, patakok vize vált ihatatlanná, de nem sokkal később követték a kutak és ma már egyre több forrásnál is meg kell gondolni, hogy igyon-e belőle az ember.

Nem csoda, ha a rádióban, TV-ben, a sajtóban nap mint nap találkozunk a vízszennyezés problémájával. És mégse elég ismételni a témát, hisz még mindig vannak olyan emberek, akik arra büszkék, hogy csak három-négy évente kell szippantani az emésztőgyöküket, mert "olyan jól elszivárog belőle a víz". De hová is szivárog el? Sajnos idővel ez mind az ivóvizet szolgáltató rétegekbe jut le.

Dolgozatomban Tapolca helyi karsztvízszennyezési problémájával foglalkozom. A város mészkőre települt és jelenleg nem minden háztól vezetik el csatornával a szennyvizet.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. A vizsgálatok színhelye

A Balatontól nem messze, festői szépségű bazalthegeyeiktől övezte medencében fekszik Tapolca városa. Látványosságai közül az ide látogató turistákat leginkább a Tavasbarlang vonza. Már az 1927-ben kiadott Bakony II. utikalauz is úgy ír róla, mint "a városka, sőt a Bakony-Balatonvidék egyik legnagyobb természeti érdekessége". Akik még csónakáztak benne, megcsodálhatták kristálytiszta, kékeszöld fényben tündöklő vizét, melyben ezrével usztak az apró halak, a fürge csellék a csónakok körül.

A halak eredeti élőhelye a "Tavasbarlanggal összefüggő, langyosvízű /16-18 °C, míg a barlangban 19-22 °C/ nagy forrástó, vagyis a Malomtó v. Melegtó /uszoda/, melytől a városka nevét /Tapolca=Hévíz/ is vette." /Dornyai: Bakony utikalauz 1927/

Vizsgálataim színhelye az említett barlang, a Malomtó és egy "másik, hasonló nagyságu barlang a kórház területén". /Kessler Hubert, 1957/

1.2. A barlangok és a Malomtó vizeiről

A barlangokat alakító vízfolyások vízgyűjtőterülete a Tapolcától északra Sümeg-Nyirád vonalig terjedő dolomitos, vizet áteresztő terület. Az említett vízgyűjtőterületen

beszivárgó és Tapolca irányában föld alatt folyó csapadékvíz tulnyomó része a tapolcai Malomtó forrásainál tör felszínre.../Kessler Hubert 1957/

A forrás egyike legnagyobb karsztforrásainknak; sok éves átlagos vízhozama percenként 22000 liter, vagyis napi 32000 köbméter, ami egymagában elláthatná a Balaton menti lakosság és a fürdővendégek vízszükségletét... E forrás bősége és vegyi összetétele teljesen kielégítő lenne, de a vízében található bakteriológiai szennyeződések óvatosságra intenek. /Kessler Hubert, 1957/

A vízgyűjtőterület dolomitos felszínén a csapadékvíz beszivárgás útján kerül a karsztba... Feltételezhető tehát, hogy a csapadék kellően szűrve, bakteriológiai szempontból kifogástalanul kerül a földalatti érhálózatba... Tapolca környékén már tágabb barlangrendszeren keresztül folytatja útját a Malomforrás felé. A barlangrendszer egyes, aránylag rövidebb szakaszait ismerjük és e szakaszok átvizsgálása közben megállapítottuk, hogy a barlang vize,- amely 11-17m mélységben van a felszín alatt- egyes csatornázással el nem látott házak árnyékszékei útján fertőződhet... Tapolca nagyon sok házának szennyvizelvezetése ugyanis nincsen kielégítő módon megoldva, ezért a mészkőben elszivárgó szennyvíz a forrásjáratok vizével keveredhet... Meg kell tehát találni a forráshoz tartozó földalatti vízfolyást és folyása ellenében mindaddig követni, amíg a fertőzési lehetőségeken kívül esik. Itt azután a felszínről mélyített aknán keresztül lehetne a vízfolyást megcsapolni. /Kessler Hubert, 1957/

A Tavasbarlangban Kessler Hubert javaslatára 1960 november 7.-én Hortolányi Gyula és Marek István, az MHS BEKSZ bűvárai hajtottak végre felderítő jellegű merüléseket... 1960 december 30.-tól 1961 január 9.-ig a VITUKI közreműködésével, dr Kessler Hubert utmutatása alapján, áramló, fertőzésmentes vizet kerestek a Balaton északi részeinek ivóvízellátása céljából.../Plózer István,.1975/

"Munkánk eredményeként feltártunk több, mint 300 méternyi járatot és feltérképeztünk összesen 214 métert. Megállapítottuk hogy a barlangrendszer a vízfeletti barlangnál lényegesen nagyobb kiterjedésű, számtalan oldalágból álló szövevényes labirintusokra tagozódik. A bejárt területeken még a fertőzött víz az uralkodó. A coli szám a nagyteremnél 0,2/ml, a mozgó víz feltételezett irányából vett vízmintában 0,1/ml." /Hortolányi Gyula, 1962/

1967-től a Delfin Könnyűbuvár Szakosztály folytatott rendszeresen hőmérsékletméréseket, víz- és levegő mintavételeket... Jelenleg a Kórház-barlanggal való összeköttetést vizsgálják. /Plózer István, 1975/

1.3. Az újabb barlangkutatói eredményekről

Az 1980-as években közel három méter víznívó süllyedés játszódott le a Tavasbarlangban, ezzel számos, régebben csak bűvároknak járható út vált szárazzá. 1986-tól a PLECOTUS /régebbi nevén Bauxit/ Barlangkutató Csoport -melynek 1989 óta vagyok tagja- foglalkozik a barlangok kutatásával. Mind a Tavas-, mind a Kórház-barlangban újabb járatszaka-

szokat tártak fel, melyeknek a térképezése folyamatban van.
A Kórház-barlang egyetlen tavát 1986-ban találták meg.

Vizminták vizsgálatával Piedl Endre foglalkozott
1987-1991-ig. Rendelkezésemre bocsátotta a KÖJÁL-ban vég-
zett vizsgálatok eredményét. Mintái a Tavasbarlang karszt-
vizéből /az én jelölési rendszeremben V30-ból/, a Kórház-
barlang karsztvizéből /nálam K2/ és a Kórház-barlang terá-
piás részén egy csepegő vízből származtak. Eredményeit
a teljesség kedvéért ismertetem:

1. minta

származása: Tavasbarlang, karsztvíz, (V30), 1991.I.7.
Baktériumszám/ml 37°C 0, 20°C 0, Coliform/100 ml 2 alatt
Pseudomonas/ml: 0 Faecal coli/100 ml: 2 alatt
Fajl. vez. kép.: 1060 μ S/cm Lúgosság: mmol/l
Oxigénfogyasztás: 2,0 mg/l Összes keménység: 240 CaO mg/l
Klorid: 54 mg/l Szulfát: mg/l
Nitrát: 52 mg/l Vas: 0,00 mg/l
Nitrit: 0,00 mg/l Mangán: 0,00 mg/l
Ammónia: 0,00 mg/l

Vélemény: Nitráttartalma miatt ivóvízül nem fogadható el.

2. minta

származása: Tapolca, Barlangtherápia csepegő víz, 1989.IX.29.
Baktériumszám/ml 37°C 480, 20°C 1000f, Coliform/100 ml 39 alatt
Pseudomonas/ml: - Faecal coli/100 ml: 2 alatt
Fajl. vez. kép.: 800 μ S/cm Lúgosság: mmol/l
Oxigénfogyasztás: 5,6 mg/l Összes keménység: 240 CaO mg/l
Klorid: 78 mg/l Szulfát: 200-300 mg/l
Nitrát: 54 mg/l Vas: 0,00 mg/l
Nitrit: 0,00 mg/l Mangán: 0,00 mg/l
Ammónia: 0,16 mg/l

Vélemény: Az aláhúzottak miatt ivóvízül nem fogadható el.

3. minta

származása: Kórház-barlang, Barlangi tó, (K2), 1987.IX.23.
Baktériumszám/ml 37°C 0, 20°C 67, Coliform/100 ml 15 alatt
Pseudomonas/ml: - Faecal coli/100 ml: 15
Fajl. vez. kép.: 680 µS/cm Lúgosság: mmol/l
Oxigénfogyasztás: 1,60 mg/l Összes keménység: 306 CaO mg/l
Klorid: 8 mg/l Szulfát: 200-300 mg/l
Nitrát: 22 mg/l Vas: 0,00 mg/l
Nitrit: 0,00 mg/l Mangán: 0,00 mg/l
Ammónia: 0,07 mg/l

Vélemény: Az aláhúzottak miatt ivóvízül jelrnleg nem fogadható el.

4. minta

származása: Kórház-barlang, Barlangi tó, (K2), 1989.IX.29.
Baktériumszám/ml 37°C 8, 20°C 16, Coliform/100 ml 39
Pseudomonas/ml: - Faecal coli/100 ml: 39
Fajl. vez. kép.: 870 µS/cm Lúgosság: mmol/l
Oxigénfogyasztás: 6,6 mg/l Összes keménység: 300 CaO mg/l
Klorid: 40 mg/l Szulfát: mg/l
Nitrát: 12,0 mg/l Vas: 0,00 mg/l
Nitrit: 0,00 mg/l Mangán: 0,00 mg/l
Ammónia: 0,00 mg/l

Vélemény: Az aláhúzottak miatt ivóvízül nem fogadható el.

5. minta

származása: Kórház-barlang, Barlangi tó, (K2), 1991.I.7.
Baktériumszám/ml 37°C 0, 20°C 4, Coliform/100 ml 2 alatt
Pseudomonas/ml: 0 Faecal coli/100 ml: 2 alatt
Fajl. vez. kép.: 1080 µS/cm Lúgosság: mmol/l
Oxigénfogyasztás: 2,0 mg/l Összes keménység: 280 CaO mg/l
Klorid: 52 mg/l Szulfát: mg/l
Nitrát: 10,7 mg/l Vas: 0,00 mg/l
Nitrit: 0,00 mg/l Mangán: 0,00 mg/l
Ammónia: 0,00 mg/l

Vélemény: A vizsgált komponensek közül összes keménysége miatt a tűrhető ivóvíz kategóriának felel meg.

1990július 24.-én belyukadtunk egy üregbe a Tavas-barlang Nagy-termétől nem messze. Miután átbontottuk az omladékot, átható bűz fogadott minket. Bekúszva a szűkületen

a terem alján helyenként 5-25 cm vastag, fekete, repedezett üledékréteget találtunk. A terem DK-i oldalán egy néhai kút aljára bukkantunk, ahol víz csordogált a beszórt-beomlott hulladék és törmelék közül. Élénk fantáziánkkal máris elképzeltük a betemetett kutat, mely fölé egy "át-eresztő" emésztőgödör épült, amiből szüretlenül folyik le a háztartási szennyvíz a barlangba és elneveztük a termet "Pöcének".

Ekkor kezdett el foglalkoztatni a barlangi vizek vizsgálatának gondolata.

1.4. Változások a Malomtónál

A vízgyűjtőterületen folytatott intenzív vízkitermelés /bányavíz kiemelése/ a barlangi víznívócsökkenés mellett a malomtói források hozamánál is éreztette a hatását. Számos forrás elapadt, a meglévők pedig a korábbinál lényegesen kevesebb vizet szállítanak. Hogy ne tűnjön el a város egyik ékessége, átépítési munkálatok folytak a tó megmentésére. A tó fenekét vízzáróvá alakították át és most kb. 30m mélyről szivattyúzással pótolják a hiányzó vízmennyiséget.

1.5. A szennyezettség kimutatása

1.5.1. A vizet szennyező anyagok

A vízben nagyobb mennyiségben kimutatható szerves anyag azt jelzi, hogy a talaj szűrő-, adszorbeáló és mineralizáló képessége nem kielégítő, egyben bizonyítja a

talaj erős szennyeződését. /dr. Kovács Ferenc, 1990/

A víz ammóniatartalma redukciós folyamatok eredményeképpen, főként szerves anyagok bomlása közben jelenik meg a vízben, szerves forrásból ritkán származik. Higiéniai szempontból tehát a szerves eredetű ammóniumvegyületek a fontosak, mivel felhívják a figyelmet a víz emberi vagy állati ürülékkel való szennyezettségének lehetőségére... A nagyobb /0,3-0,5 mg/l/ szerves eredetű ammóniatartalmú víz higiéniai szempontból kifogásolható és már egymagában is jelzi a víz szennyezettségét. /dr. Kovács Ferenc, 1990/

A nitritek az ammóniához hasonlóan az emberi és állati hulladékanyagokkal való friss szennyeződés indikátorai és a még be nem fejezett mineralizációt mutatják. Ha a vízben az ammóniával együtt jól kimutatható mennyiségben vannak jelen, a víz "nyers állapotban" ivásra nem alkalmas. /dr. Kovács Ferenc, 1990/

A nitrátok a N-tartalmú állati és növényi anyagokból a talajbaktériumok tevékenysége folytán keletkeznek. A mineralizáció végső oxidációs termékei a talajvízben sokáig megmaradnak. Arra vonatkozólag, hogy a vizsgált víz fehérjeanyagokkal frissen fertőzött-e vagy sem, az ad felvilágosítást, hogy nitrátok mellett van-e még jelen nitrit vagy ammónia. Mivel ez rendkívül fontos, ajánlatos az ammónia, nitrit, nitrát egyidejű, helyszíni meghatározása. /dr. Kovács Ferenc, 1990/

Hogy e három alkotórész szerves eredetű vagy sem, azt a víz csíraszámából tudjuk megítélni. Szerves eredetű

nitrogéntartalmú anyagok jelenlétében ugyanis a víz csírászáma is nő. /dr Kovács Ferenc, 1990/

A víz oxigénfogyasztása arányos a vízben levő szerves anyagok mennyiségével. A jó ivóvíz szerves anyagokban szegény. A nagy oxigénfogyasztási érték azonban nem jelenti minden esetben a víz higiéniai szempontból való aggályosságát. A lápos, mocsaras talaju vizekben mindig sok szerves anyag van,.. Súlyosabb beszámítás alá esnek az állati eredetű szennyeződések, amikor a víz fertőzés közvetítője lehet. /dr. Kovács Ferenc, 1990/

1.5.2. A fekáliás szennyezettség megállapítása

Higiéniai szempontból igen fontos a fekáliás szennyezettség megállapítása, mert ez, ha nem is bizonyítja a víz kórokozó voltát, minden esetben felkelti a gyanút arra vonatkozóan, hogy a víz folyamatosan olyan szennyeződés éri vagy érte, amellyel abba kórokozó mikroorganizmusok is bekerülhetnek. A fekáliás szennyezettség kimutatása a víz itatását állategészségügyi szempontból is aggályossá teszi. Az ilyen szennyezettséget az ember és állat bélcsatornájában előforduló baktériumok kimutatásával igazolják. Ilyen jelzőbaktérium elsősorban az E. coli, amelyet szerte a világon a fekáliás szennyeződés indikátoraként értékelnek, továbbá az enterococcusok közé tartozó Streptococcus faecalis is./dr. Kovács Ferenc, 1990/

Neri figyelte meg elsőként, hogy a vízbe kerülő coli-baktériumok, ha hosszabb ideig tartózkodnak ott, fokozatosan elvesztik azt a tulajdonságukat, hogy 44°C-on

is szaporodjanak. Ezt a megfigyelést fel lehet használni a víz fertőződési idejének meghatározására; nevezetesen, ha a vízből származó coli-baktériumokat 37°C és 44°C-on tenyésztve, a telepek 44°C-on is fejlődnek, ez 3 hónapnál frisebb szennyeződésre mutat. /dr Kovács Ferenc, 1990/

1.6. Az ivóvíz minőségének elbírálása.

Az általam vizsgált paramétereknek az ivóvíz szabvány által megkövetelt határértékeit az alábbi táblázatban ismertetem.

Bakteriológiai határértékek	Megfelelő	Tűrhető
Coliformszám 100 ml-ben	0	0
Telepszám 37 C-on 1 ml-ben	20	100
Telepszám 20 C-on 1 ml-ben	100	500
E. coli v. fekáliis Coliform 100 ml-ben	0	0
Kémiai határértékek	Megfelelő	Tűrhető
Kémiai oxigénigény /KOI _{ps} / mg/l	2,5	3,5
Klorid mg/l	80	100
Ammónium mg/l	0,1	0,2
Nitrit mg/l	0,1	0,3
Nitrát mg/l	20	40
Szulfát mg/l	200	300
Vas mg/l	0,2	0,3
Mangán Mg/l	0,1	0,1
Összes keménység CaO mg/l legalább	50	50
legfeljebb	250	350
Összes szilárd anyag mg/l	1000	1200
pH legalább	7,0	6,8
legfeljebb	8,0	8,5
Alkalisitás mmol/l	?	?

A VIZSGÁLATOK CÉLKITŰZÉSE

Vizsgálataimat 1991 áprilisában kezdtem Gödöllőn a Tavasbarlangból származó mintákból. Az első tájékoztató jellegű mintavételeket követően azzal a céllal folytattam a munkát, hogy a több helyről megállapított összcsíraszám és kóliformszám alapján feltérképezsem a szennyezett és tiszta barlangi vizek elhelyezkedését és megtaláljam a barlangi vizeket szennyező forrásokat. 1991 májusától kiterjesztettem a mintavételeket a Malomtóra és júliustól a Kórház-barlangra is.

1992 márciusától lehetőségem nyílt a minták részletesebb bakteriológiai és kémiai feldolgoztatására az Országos Közegészségügyi Intézetben. Így több információt szerezhettem a vizek minőségére vonatkozóan.

Az OKI-val végzett vizsgálatokat a gödöllői eredmények igazolásával kezdtem; két alkalommal mind az egyetemre, mind az OKI-ba vittem mintát, hogy a két különböző módon végzett feldolgozás 37 C csíraszám és kóliformszám eredményeit összehasonlítsam.

1992 májusától már csak az OKI-ba vittem mintát. A továbbiakban vizsgálataim célja is megváltozott. Lényegesen kevesebb helyről vizsgálva a vizeket fő célom a szennyezettség mértékében már korábban tapasztalt időbeli változások megfigyelése lett, hogy okait és összefüggéseit megállapítsam. Emellett folytattam a szennyező források felkutatását és vizsgálatát.

A VIZSGÁLATOK ANYAGA ÉS MÓDSZERE

A minták feldolgozása

A mintákat 1991 áprilisától 1992 áprilisáig Gödöllőn dolgoztam fel. A szennyezettség kimutatásához indikátornak a kóliform baktériumokat választottam. A mintákból a milliliterenkénti kóliformszámot és összcsíraszámot mértem felületi szélesztési módszerrel. Az összcsíraszám megállapítására zselatinos alapagart, a kóliform baktériumok kimutatására Klimmer táptalajt használtam. Az inkubálást 37 C-on végeztem. Az elbírálás 24 ill. 48 óra múlva történt.

Az OKI Vízhygiénés Osztálya 1992 márciusától dolgozza fel a mintáimat. A kémiai vizsgálatot és minősítést az MSZ 450/1-1989, a bakteriológiai vizsgálatot és minősítést pedig az MSZ 448/44-1990 és MSZ 450-3:1991 szabványok alapján végezték.

SAJÁT VIZSGÁLATOK

4.1. Mintavétel és szállítás

A gödöllői feldolgozáshoz mintavételi edénynek gumi és parafa dugóval zárt, autoklávban sterilizált centrifugacsöveket használtam. Kivételt képez az első két alkalom, amikor a mintavétel két, ill. négy helyről steril, 2 dl. üvegedényekbe történt. De harmadik alkalommal már 13 mintavételi helyet jelöltem meg és barlangi körülmények között 13 db 2 dl üveget kis létszámú csoport nagyon nehezen tudott volna szállítani. Ezért tértem át a centrifugacsövek használatára. A csövek barlangi szállítására többféle módszert kipróbáltam és alkalmaztam, melyek közül azok bizonyultak használhatónak, ahol a csövek puha anyagba voltak ágyazva és ily módon kötegelve kézben is szállíthatók voltak.

A barlangból kihozott mintákat jégakkuk között, vasuton szállítottam Gödöllőre. Feldolgozásig hűtőszekrényben tároltam a mintákat. Körülményeim azonban nem tették mindig lehetővé a minták 24 órán belüli feldolgozását, így számos alkalommal voltam kénytelen fagyasztva tárolni őket. Ezt az eredmények ismertetésénél is jelzem.

Az OKI-ban feldolgozott minták vételéhez bakteriológiai feldolgozásra steril, üvegdugóval ellátott 2dl, kémiai vizsgálatra steril, gumidugóval zárt 1l-es üvegeket használtam. A mintákat hűtőtáskában, jégakkuk között, vasuton szállítottam.

A mintavételek barlangi részéhez segítséget a Plecotus, Poseidon és Anteusz csoportok tagjaitól kaptam, az OKI-ban történő feldolgozáshoz és a minták szállításához Tinn József és Bognár Csaba nyújtottak segítséget. Engedélyt a mintavételekhez a Plecotus Barlangkutató Csoport adott a kutatás tavasbarlangi részében és dr Horváth Tibor a Kórház-barlangi részben.

4.2. A mintavételek helyszíne és a mintavételi pontok

A minták a Tavasbarlangból, a Kórház-barlangból és a Malomtóból származtak. A mintavételi helyeket kóddal jelöltem és a Malomtó kivételével térképen ill. térkép-vázlatokon rögzítettem. A mintavételeknél is ezek alapján tájékozódtam.

A kórház-barlangi munkához Kolláth János 1989-es térképét használtam a Barlangi tó terméről készült saját vázlattal kiegészítve. /1. ábra/

A tavasbarlangi munkához régebbi térképek, térkép-vázlatok segítségével saját vázlatokat készítettem, melyeken főleg a mintavételi helyek és a megközelítésükre szolgáló járatok elhelyezkedését próbáltam minél pontosabban ábrázolni. Erre azért volt szükség, mert a legutóbbi hivatalos térkép elkészítése óta a barlang arc-lata rengeteget változott /vízszintcsökkenés, új járatok felfedezése/, így a hivatalos térképek már elavultak és helyettük az új térkép még nincsen teljesen kidolgozva. A legújabb, általam legpontosabbnak vélt változatot az

MKBT XXXIV. Vándorgyűlésére kiadott Túrakalauzban közölt 1990-es térképvázlat és a Kolláth János készítette Északi barlangrész térkép /1992/ alapján rajzoltam. Dolgozatomban ezt a változatot közlöm. /2. ábra/

A barlangi mintákat állóvízből és csepegő vizekből vettem. Ennek megfelelően a következő jelöléseket alkalmaztam a mintavételi helyek kódjában:

C csöpögő víz, Tavasbarlang

KC csöpögő víz, Kórház-barlang

V állóvíz, Tavasbarlang

K állóvíz, Kórház-barlang

A továbbiakban barlangrészek szerint csoportosítva ismertetem a mintavételi helyeket.

Kórház-barlang:

A Kórház-barlangi minták a Barlangi tó vízfelületének különböző pontjairól és a tó létrás lejárata előtti 15m járatszakasz csepegő vizeiből származtak.

Barlangi tó: K1, K2, K3, K4

A Barlangi tó lejárata előtti 15 méterről: KC5, KC6, KC7

Tavasbarlang:

MHSZ-járatok bal oldali ága

Nagy-termi részen:

C1: a "Pöce" kútjának alján csepegő víz

V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11, V12, V13,
V38, V39, V40, V41, V43

Ementálival szomszédos részen: V17, V18, V19

Ementáli: V14, V15, V16

Meteor-ág, Maximum ág:

V26: Maximum termi tó

C20, C21, C22, C23, C25, C27, C28: Csepegő vizek, melyek meglehetősen különböznek C1-től; a járatok mennyezetéről csepegnek kis vízhozammal. Egyetlen erősebb van közöttük, C25, amit a Maximum termi felszakadásból a kürtő szélén lecsepegő vízből vettem.

V24: A Maximum ágról jobbra letérve leszakadt mennyezetdarabokon átkuszva jobbra tartva érjük el a mintavételi pontot. Itt a mennyezet már ép és a járat laposan vezet tovább. Alján az iszapszerű kitöltés felszínét 1-3 cm mély kiterjedt vízfelületek borítják, melyek az összefüggő karsztvíznél magasabban helyezkednek el. A tócsák vízutánpótlásukat a mintavételi ponttól 5-6 méterre a lapos járat falán lecsordogáló vízből kapják. Ez a befolyó víz a járat szűk méreteinél fogva nem megközelíthető.

Szomoru lapító, Csónakázó kör környéke:

V29, V30, V31, V32, V42, V33, V34, V35, V36, V37

Az egyetlen barlangon kívüli mintavételi hely a Malomtó, kódjele: Mtó. A mintát az alsó-tói részről, közvetlenül a két tavat elválasztó zsilip alatt vettem, ahova a tófenéki források vizét jelenleg csővezetékeken gyűjtik össze.

A vizsgálatok első szakaszában a szennyezettség feltérképezéséhez próbáltam minél több helyről venni a mintákat. 1992 májusától az OKI-ban történő feldolgozáshoz csökkenteni kellett a minták számát. A következő szempontokat vettem figyelembe a mintavételi pontok kijelölésekor.

1. A megvehető, szállítható és feldolgozható maximális számú minta menjen az OKI-ba.
2. Kis létszámú csoport is elvégezhető a mintavételt.
3. A mintavételi helyek a lehető legnagyobb területet fogják át.
4. A Gödöllőn szennyezettnek mért helyek közül minél több kerüljön a mintavételi helyek közé.
5. Mindezek ellenére a terület random módon legyen megmintázva.

A barlangi víz szintje az egész vizsgált időszakban erősen ingadozott. Így egyes mintavételi helyek sok esetben csak a víz felkeverésével lettek volna megközelíthetők, /pl. V6, V39, V9, VI7/ vagy éppenséggel teljesen kiszáradtak /pl. V7, V40, V43/, ezért az egymáshoz közel eső helyek esetében néha dupla jelölést vezettem be, mint V9/V10, V6/V5, V38/V39, ami az eredmények értékelésénél jelentett könnyebbséget.

4.3. Eredmények

A Gödöllőn végzett feldolgozás eredményeit az 1-13. táblázatban, az OKI-ban végzett bakteriológiai feldolgozás eredményeit a 14-25. és a kémiai feldolgozás eredményeit a 26. táblázatban ismertetem.

Jelmagyarázat a 14-25. táblázatokhoz:

+ (telepszám és kóliform szám adatoknál): tűrhető vízminőség
+ (fekákóliform): van, - : nincs
* : kifogásolt vízminőség
NV: nem volt
öf.: összefolyó

A gödöllői feldolgozásnál szennyezettnek vettem egy mintát, ha abból kóliform baktérium kitenyésztett, feltételezhetően szennyezettnek, ha összcsíraszámáa 300/ml fölötti volt, de kóliform baktérium nem tenyésztett ki belőle és kiugróan magasnak értékeltem az összcsíraszám adatokat, ha azok 1000/ml fölöttiek voltak.

Az OKI-ban végzett vizsgálatok értékelését az ivóvíz szabvány követelményei szerint végeztem.

A tájékoztató jellegű mintavételeket 1991. április 7. és 14.-én végeztem a "Pöce"-termi kút alján befolyó vízből és V8, V30, V26 helyekről a karsztvízből. Mindkét alkalommal ugyanazt az eredményt kaptam: a C1 befolyó víz erősen szennyezett volt, míg a karsztvíz mintákból kóliform baktériumok nem tenyésztek ki. /1.-2. táblázat/

Ezután részletes mintavételeket végeztem április 28.-án a Tavasbarlang nagy-termi részéről, május 5.-én az Ementáli, Csónakázó kör, Meteor- és Maximum-ág részéről, majd május 12.-én a Malomtóból. A Tavasbarlang nagy-termi és Ementáli része egyértelműen szennyezett volt, amit feltételezésem szerint a C1 befolyó víz okozhatott. Ezen kívül a V24-en befolyó víz volt kiugróan magas csíraszámú, de kóliform baktérium nem volt benne. A szennyeződés térbeli megoszlását a 3. ábrán szemléltetem. Fekete oszlopokkal az összcsíraszám eredményeket, /egy egység 100/ml mennyiség/ pirossal a kóliformszámokat /egy egység 10/ml/ jelöltem. /3. 4. 5. táblázat/

Julius 22.-én a részletes mintavételt kiterjesztettem a Kórház-barlangra is, míg a Tavasbarlangban az Ementáli, Csónakázó kör és Maximum terem részéről vettem mintát. Szennyezett aznap a Csónakázó kör két pontja /V35 és V32/

és a Kórház-barlangban KC6 voltak. Ez volt a második hely, ahol szennyezett víz barlangba érkezését észleltem. A Csónakázó körön, tekintettel arra, hogy a mintavétel az idegenforgalmi szezon egyik legzsúfoltabb hónapjában történt, a látogatók is okozhatták a szennyeződést. /6. táblázat/

Augusztus 16.-án a Tavasbarlang - nagy-termi részről, majd október 5. és november 9-10.-én mindkét barlangból részletes mintavételt végeztem. A minták az ősszel nem voltak kóliiform baktériumokkal szennyezettek, magas összcsíraszám csak C1 és V41 helyeken volt mérhető. /7. 8. 9. táblázat/

A vízszintemelkedés okozta nehézségek miatt csökkenteni kellett a mintavételi helyek számát, de a kevesebb mintával is igyekeztem átfogni az eddig vizsgált barlangrészeket.

Az 1991. december 2.-3.-i minták csíraszámja alacsony volt, szennyezettséget nem tudtam kimutatni. 1992. január 25.-én viszont C1 újra erősen szennyezett volt. /10. 11. táblázat/

1992. március 1.-én és április 5.-én mind az OKI-ba, mind az egyetemre vittem mintákat. A két féle feldolgozás összcsíraszám eredményei nagyon hasonlóak, a kóliiform baktériumokból viszont olyan kis mennyiséget is ki tudtak mutatni az OKI-ban, ami az én módszeremmel nem volt mérhető. /12. 13. 14. 15. 26. táblázat/

Március 1.-én C1 csíraszámja változatlanul magas volt, de kóliiform baktérium már kevesebb volt benne. A nagy-termi környék és az Ementáli szintén szennyezettek voltak. Ivóvíz minőségű egy minta se volt.

Az április 5.-i minták nagyon szennyezettek voltak. A szennyezettség térbeli megoszlását a 4. ábrán a gödöllői

vizsgálatok eredményei alapján ábrázoltam. A kiugróan magas összcsíraszámok a nagy-termi környéket jellemezték, kevésbé magas értékeket az Ementáliban és a Csónakázó kör részeken mértem. Ivóvíz minőségű minta V26- és K2-nél volt.

Összegezve a két féle feldolgozásról tapasztaltakat, úgy döntöttem, hogy a gödöllői feldolgozást elhagyom. A kóliform baktériumok érzékenyebb kimutatásával ugyanis lehetővé vált a szennyezettség időbeli változásainak pontosabb nyomon követése. A későbbiekben kis számú mintával dolgoztam a Tavasbarlang, Kórház-barlang nagyobb állóvizeiből. Júliustól a Malomtóból is újra vizsgálom a vizet. Ezen kívül vízszintméréseket kezdtem a Maximum teremben a szennyezettségbeli időbeli változások összefüggéseinek vizsgálatára.

A május 24.-i minták a nagy-termi részen, az Ementáliban és a Csónakázó körön eddig soha nem tapasztalt mértékben voltak szennyezettek, de ivóvíz minőségűek voltak K2, V26 és V30.

Július 5.-től a csíraszámok újra alacsonyabbak lettek, mégis a minták többségében a kóliform baktériumok, ha alacsony, /1/ml alatti/ számban, de jelen voltak. Kiugróan magas csíraszámok ezt követően már csak elvétve akadtak. Július 5.-én V36, szeptember 13.-án V2 és V17, október 18.-án és november 22.-én pedig V30 volt az átlagosnál jóval szennyezettebb.

1992-ben gyakran ivóvíz minőségűek voltak a V26, K2 és a V30 minták. A V36, V17 és V15 vizek viszont ritkán minősültek ivóvíznek, a nagy-termi részen pedig nem volt ivóvíz minőségű víz.

A Csónakázó körön V36-ból júliusban, az idegenforgalmi szezon kezdetén, és V30-ból a szezon vége után mértem nagyobb szennyeződést. Ezért az idegenforgalom vizeket szennyező hatását 1992-ben már nem találtam olyan egyértelműnek, mint korábban.

Az 1992 április 5.-i V39, május 24.-i V15 és V17, szeptember 13.-i V17 minták a környező helyekről vett mintákénál magasabb csíraszámokkal tűntek ki. Gyanítom ezért, hogy a közelükben egy újabb szennyező forrással /vagy forrásokkal/ állunk szemben.

Az 1991-92. években megfigyeltem, hogy a szennyezettség mértéke nagyjából a vízszint változásaihoz igazodott. A tél végi - tavaszi időszakban voltak tapasztalhatók a nagyobb csíraszámok, amikor a csapadék hatására a barlangi víz szintje megemelkedett, míg a nyári - őszi csapadékszegény, így alacsony vízállású időszakban a csíraszámok is alacsonyabbak voltak.

Feltételezem, hogy a felszínről befolyó szennyezett vizek kis vízhozam esetén nem, vagy csak kis mennyiségben jutnak le a az összefüggő karsztvízbe, miközben szennyezettségük a vízvezető járatokban ülepedik le. Nagy esőzésekkor a megnövekedett hozamu és sebességű víz ezt a leülepedett anyagot magával ragadja és a karsztvízbe mosva hirtelen megnöveli annak csíraszámát nem sokkal a vízszint emelkedését követően.

A Malomtóból 1992-ben csak fél éves adatsor állt rendelkezésre, ezért vízminőség-változási tendenciáit a barlangéval nem hasonlíthattam össze, de szennyezettsége a vizsgált időszakban többnyire erős volt.

1993-ban jelentős változás következett be a vizsgált vizek állapotában. A csiraszámok minden mintavételi ponton hirtelen lecsökkentek. Szennyezettséget csak január 10.-én V2-ből és a Malomtóból, február 28.-án a Malomtóból, április 18.-án sehonnan se, végül június 6.-án V17 és V36-ból tudtam kimutatni a bakteriális vizsgálat alapján.

1992 novemberében szennyvízcső felújítási munkák közben találták meg egy szennyvízgyűjtőcső törését. Odáig a törést azért nem észlelték, mert a vezetékből a szennyvíz egy időközben megnyílt barlangüregbe távozott. Azt hiszem, egyértelmű, hogy a barlangi és malomtói vizek ezért váltak lényegesen tisztábbá. Azt is megfigyelhettem, hogy a vizek rövid idő /másfél hónap/ alatt tisztultak meg a jobb minőségű vízutánpótlás beáramlása révén. Így még most se késő a szennyvízcső hálózat egész városra kiterjedő kiépítése és a meglévő hálózat felújítása és korszerűsítése.

Másrészt az, hogy a barlangban és a Malomtóban egyszerre változott a vízminőség, jelzi, hogy mindkét területen a szennyezés legfontosabb forrása a megszüntetett csőtörés volt.

A vízminőség évszakos változását se tudtam ezért 1993-ban megfigyelni.

A leghosszabb ideig vizsgált helyekről grafikonon ábrázoltam a szennyezettség mértékének időbeli változását. A grafikonokról is látható, hogy V2, V6/V5, V17, V36 minták szennyezettsége a vízszintemelkedéseket követve változik, míg V30-nál más a változás időpontja. A V26 és K2 helyekről

nagyon alacsonyak a csíraszám értékek és a Malomtó szennyezettségének változása is eltér a barlangi vizekétől. /ld. 5-13. ábra/

Kémiai vizsgálatra először 1992 március 1.-én vittem mintát. Ekkor C1 befolyó vizét és a karsztvizet vizsgáltam V8, V6, V39, V 17 és V26 helyekről. A karsztvíz minták kémiai paramétereit között nem volt sok különbség. A C1 befolyó víz ellenben nagyon eltért tőlük. A szabvány követelményeinek: nitráttartalma és kémiai oxigénigénye nem volt megfelelő.

A továbbiakban rendszeresen végeztem kémiai vizsgálatot a K2, V26, V17 helyekről és a Malomtóból. A bakteriológiai paraméterekhez hasonló jellegzetes időbeli változást nem tapasztaltam, ebben a tekintetben a kémiai jellemzők mind a barlangi, mind a malomtói vizek esetében meglehetősen állandóak voltak. Más volt a helyzet a kémiai jellemzők mintavételi helyek szerinti megoszlásában: a V17, V26, és K2-ből kapott eredmények közel azonosak voltak, a malomtói minták viszont jelentősen eltértek ezektől.

Az ivóvíz szabvány követelményeihez képest a barlangi vizek összes keménysége rendszeresen az optimálisnál több volt, ezért a bakteriológiailag legtisztább minták is csak a tűrhető minőségű ivóvíz kategóriába tartozhattak. Más kémiai paramétereit viszont mindig a szabvány által megszabott szűkebb határon belül voltak. A Malomtónál minden kémiai jellemző - beleértve az összes keménységet is - a mintavételek többségében kielégítette a szabvány szerinti megfelelő ivóvíz minőségi követelményeit.

A V30 helyről kémiai vizsgálatot először 1993 ápri-

lisában végeztem. Az eredmény meglepő volt. V3o ugyanúgy, mint korábban C1, kémiai jellemzőit tekintve nagyon szennyezett volt /ld. 26. táblázat, nitráttartalom/ és jelentősen különbözött az addig vizsgált barlangi vizektől. Június 6.-án megismételve a vizsgálatot ugyanazt a magas magas nitráttartalmat kaptuk és V3o többi kémiai paramétere is újra eltért a barlangi vizekétől.

Arról, hogy V26 és V3o különböző eredetű vizek, már korábban is volt tudomásunk, mert hőmérsékletükben eltértek egymástól /V26:21,5 °C, V3o:16,5 °C/. Azt is tudtuk a hőmérsékletmérésekből, hogy K2 és V26 valószínűleg ugyanahhoz a víztömeghez tartozik, mivel hőmérsékletük egyaránt 21,5 °C volt. Az 1993. évi kémiai vizsgálatok alapján viszont azt is kijelenthetem, hogy V3o szennyezettségét is V26-V17-K2 szennyező forrásaitól eltérő forrásból kapta.

Összegezve a kémiai eredményeket, megállapíthatom, hogy az eddig vizsgált vizek négyfélék:

1. C1 befolyó vize
2. V3o karsztvíz
3. V17-V26-K2-V6-V8 karsztvizek
4. Malomtó

1. Táblázat

Mintavétel időpontja: 1991. április 7. Feldolgozás időpontja: 1991. április 8. Szállítási hőmérséklet: kb 24 C° idő: 24h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep-ml	Megjegyzések
C1	26450	10100	
V30	32000	0	

2. Táblázat

Mintavétel időpontja: 1991. április 14. Feldolgozás időpontja: 1991. április 15. Szállítási hőmérséklet: kb 2 C° idő: 23 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
C1	900	100	
V30	200	0	
V26	500	0	
V8	0	0	

3. Táblázat

Mintavétel időpontja: 1991. április 28. Feldolgozás időpontja: 1991. április 29. Szállítási hőmérséklet: kb 2 C° idő: 24 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
C1	Sz	1926	Sz: 3.000.000 fölött
V2	190	10	
V3	125	10	
V4	170	0	
V5	195	10	
V6	130	0	
V7	205	10	
V8	40	10	
V9	30	10	
V10	210	20	
V11	185	0	
V12	25	0	
V13	65	0	

4. táblázat

Mintavétel időpontja: 1991. május 5. Feldolgozás időpontja: 1991. május 6. Szállítási hőmérséklet: kb 2 C° idő: 24 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
V14	110	0	
V15	150	10	
V16	20	0	
V17	220	0	
V18	30	0	
V19	50	0	
C20	25	0	
C21	15	0	
C22	50	0	
C23	35	0	
V24	1500	0	
C25	50	0	
V26	40	0	
C27	5	0	
C28	60	0	
V29	15	0	
V30	50	0	
V31	10	0	
V32	15	0	
V33	85	0	
V34	45	0	
V35	150	0	
V36	65	0	
V37	100	0	

5. táblázat

Mintavétel időpontja: 1991. május 12. Feldolgozás időpontja: 1991. május 13. Szállítási hőmérséklet: kb.2 C° idő: 18 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
Mt6	35	0	

6. táblázat

Mintavétel időpontja: 1991. július 22. Feldolgozás időpontja: 1991. augusztus 5. Szállítási hőmérséklet: kb.2 C° idő: 10 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
V14	0	0	1991. május 5. óta csökkent a vízszint. Fagyasztva tárolás ideje: 14 nap
V15	40	0	
V16	60	0	
V17	130	0	
V18	30	0	
V19	10	0	
V26	210	0	
V29	100	0	
V30	150	0	
V32	70	20	
V34	30	0	
V35	150	90	
V36	30	0	
V37	20	0	
K1	80	0	
K2	0	0	
K3	130	0	
KC5	20	0	
KC6	30	20	
KC7	40	0	

7. táblázat

Mintavétel időpontja: 1991. augusztus 16. Feldolgozás időpontja: 1991. október 15. Szállítási hőmérséklet: 0-2 C° idő: 5 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
C1	210	0	Fagyasztva tárolás ideje: 57 nap
V2	0	0	
V3	10	0	
V4	0	0	
V5	30	0	
V6	30	0	
V8	70	0	
V9	0	0	
V10	0	0	
V11	0	0	
V12	0	0	
V13	0	0	
V38	10	0	
V39	10	0	
V40	0	0	
V41	110	0	

8. táblázat

Mintavétel időpontja: 1991. október 5. Feldolgozás időpontja: 1991. október 8. és 15.* Szállítási hőmérséklet: 0-2 C° idő: 7 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
K1	30	0	A *-gal jelölt minták október 15.-én voltak feldolgozva, így 10 napot voltak fagyasztva, míg a jelöletlen minták feldolgozása október 8.-án történt és fagyasztva 3 napot voltak.
K2	0	0	
K3	10	0	
K4	20	0	
C1	100	0	
V2	0	0	
V3	20	0	
V4	30	0	
V5	40	0	
V6	20	0	
V8	30	0	
V9	0	0	
V10	0	0	
V11	20	0	
V12	0	0	
V13	10	0	
V14	20	0	
V16	30	0	
V17	0	0	
V18	10	0	
V19	0	0	
V24	10	0	
V26	20	0	
V29	10	0	
V30	10	0	
V34*	0	0	
V35*	0	0	
V36*	10	0	
V37*	0	0	
V38	0	0	
V39	10	0	
V40	40	0	
V41	430	0	
V42*	0	0	

A vízszint a július 22.-i állapothoz képest tovább csökkent.

9. táblázat

Mintavétel időpontja: 1991. november 9, 10.* Feldolgozás időpontja: 1991. november 11. Szállítási hőmérséklet: 0-2 C° idő: 4 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
C1	315	0	A * jelölt mintákat nov. 10.-én vettem, így fagyasztva 12 órát voltak. A többi minta 42 órát volt fagyasztva.
V2	0	0	
V3	0	0	
V4	10	0	
V5	30	0	
V6	0	0	
V7	0	0	
V8	0	0	
V9	0	0	
V10	10	0	
V11	0	0	
V12	10	0	
V13	220	0	
V15	0	0	
V16	10	0	
V17	0	0	
V18	10	0	
V19	20	0	
V24	30	0	
C25	30	0	
V26	20	0	
V29	20	0	
V30	0	0	
V31	0	0	
V32	0	0	
V34	0	0	
V35	50	0	
V36	0	0	
V37	0	0	
V38	20	0	
V39	10	0	
V40	0	0	
V41	0	0	
K1*	0	0	
K2*	0	0	
K3*	0	0	
K4*	40	0	

A vízszint 1991. október 5. óta
kb. 12 cm-t emelkedett és most
az 1991 áprilisihoz hasonlít
a legjobban.

10. Táblázat

Mintavétel időpontja: 1991. december 23. Feldolgozás időpontja: 1992. március 24. Szállítási hőmérséklet: 0-2 C° idő: 6 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
V2	0	0	Fagyasztva tárolás ideje: 92 nap A vízszint november 9. óta tovább emelkedett olyannyira, hogy a C1 és V2-V7 helyek megközelítését aznap nem kíséreltük meg.
V6	0	0	
V17	0	0	
V24	0	0	
V26	0	0	
V30	0	0	
V32	50	0	
V34	10	0	
V35	10	0	
V36	20	0	
V37	0	0	
K2	60	0	

11. táblázat

Mintavétel időpontja: 1992. január 25. Feldolgozás időpontja: 1992. március 24. Szállítási hőmérséklet: 0-2 C° idő: 6 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
C1	2180	40	Fagyasztva tárolás ideje: 59 nap A vízszint változatlanul magas volt, ennek ellenére megközelítettük a C1-V7 helyeket. V6!: a mintavétel felkevert vízből történt.
V2	10	0	
V6!	0	0	
V10	50	0	
V18	20	0	
V24	0	0	
V26	0	0	
V30	0	0	
V32	50	0	
V34	30	0	
V35	10	0	
V36	10	0	
V37	40	0	
V43	0	0	
K2	20	0	
K4	10	0	

12. táblázat

Mintavétel időpontja: 1992. március 1. Feldolgozás időpontja: 1992. március 1. Szállítási hőmérséklet: 2-5 °C, idő: 11 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
C1	1437	0	Az 1992. január 25. óta csökkent a vízszint. V6 a víz felkeverése nélkül is megközelíthető. C1 gyengén csöpög, hozama csökkent, most kb. 0,5 l/h. A vízszint a Maximum teremben elhelyezett vízmércén február 22.-én 6,5 cm, most kb. 2 cm volt.
V2	616	0	
V6	27	0	
V17	20	0	
V24	180	0	
V26	90	0	
V30	40	0	
V31	90	0	
V34	160	0	
V35	70	0	
V36	120	0	
V37	160	0	
V39	230	0	
K2	100	0	

13. táblázat

Mintavétel időpontja: 1992. április 5. Feldolgozás időpontja: 1992. április 6. Szállítási hőmérséklet: 2-10°C, idő: 17 h			
Minta- vételi hely kódja	Össz- csíra- szám telep/ml	Kóliform szám telep/ml	Megjegyzések
V2	1090	30	A vízszint újból emelkedett, a Maximum termi mércéhez viszonyítva kb. 25 cm volt. !: felkevert vízből véve C1 megszűnt, nem csöpög!
V3	1100	60	
V6!	1700	80	
V8	1090	30	
V9	890	180	
V15	500	30	
V17	410	10	
V24	20	0	
V26	90	0	
V30	170	0	
V31	310	0	
V34	180	0	
V35	110	0	
V36	200	0	
V37	800	0	
V39!	3600	30	
K2	130	0	

14. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1992.03.01. Vízszint: kb. 2 cm		kóliform szám/ml	fekál- kóliform	Megjegyzések
	telepszám/ml 37°C	20°C			
V8	35+	110+	0,08*	+	
C1	1200*	9900*	0,52*	+	gyenge, (kb.0,5 l/h)
V6/V5	50+	420+	0,08*	+	
V38/39	35+	160+	0,08*	+	
V17	100+	300+	0,13*	+	
V26	24+	590*	0	-	

Megjegyzés:

A vízszint adat nem mért, hanem csak becsült! 1992 január 25 óta a vízszint kb. 10 cm-t süllyedt. Az első mért adat 1992 február 22.: 6,5 cm.

15. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1992.04.05. Vízszint: kb. 25 cm		kóliform szám/ml	fekál- kóliform	Megjegyzések
	telepszám/ml 37°C	20°C			
V2	240*	2100*	>1000	+	
V6/V5	370*	2500*	>1000	+	Felkevert vízből véve
V38/39	NV	NV	0	-	Felkevert vízből véve
V17	300*	1200*	650*	+	
V26	38+	44	0	-	
K2	12	14	0	-	

Megjegyzés:

A vízszint adat nem pontos, csak becsült érték. Március 1 óta a változás kb. +25 cm-re tehető.

16. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1992.05.24. Vízszint: 21,5 cm		kóliform szám/ml	fekál- kóliform	Megjegyzések
	telepszám/ml 37°C	20°C			
V2	890*	2200*	29000*	+	
V6/V5	750*	2100*	14000*	+	
V38/39	770*	1700*	1300*	+	
V15	1000*	3100*	70000*	+	
V17	900*	2700*	16000*	+	
V36	570*	3300*	0	-	
V30	11	50	0,01+	-	
V26	0	13	0	-	
K2	0	0	0	-	

17. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1992.07.05.		Vízszint: 12 cm		Megjegyzések
	telepszám/ml 37°C	20°C	kóliform szám/ml	fekál- kóliform	
V8	20+	200+	0,12*	-	
V9/V10	5	38	0,07*	-	
V2	35	50	0,13*	+	
V6/V5	46+	220+	0,33*	-	
V38/39	9	34	0,36*	-	
V15	13	20	0,02*	+	
V17	3	16	NV	-	
V36	230*	1800*	NV	-	
V30	5	60	NV	-	
V26	0	4	0,04*	+	
K2	NV	6	0,01*	+	
Mt6	370*	840*	0,28*	+	

18. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1992.08.02		Vízszint: 10 cm		Megjegyzések
	telepszám/ml 37°C	20°C	kóliform szám/ml	fekál- kóliform	
V8	6	27	0,35*	+	
V9/V10	5	14	0,32*	+	
V2	31+	55	125*	+	
V6/V5	20	45	0,18*	+	
V38/39	35+	63	0,70*	+	
V15	11	30	0,76*	+	
V17	8	67	0,92*	+	
V36	34+	130+	NV	-	
V30	68+	430+	NV	-	
V26	5	36	NV	-	
K2	NV	32	NV	-	
Mt6	92+	220+	200*	+	

19. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1992.09.13		Vízszint: -2 cm		Megjegyzések
	telepszám/ml 37°C	20°C	kóliform szám/ml	fekál- kóliform	
V8	50+	55	0,16*	+	
V9/V10	43+	60	0,40*	+	
V40	90+	100	220*	+	
C1	1200*	1400*	sok, öf.*	+	
V2	300*	310+	180*	+	
V6/V5	27+	50	0,15*	+	
V38/39	90+	130+	0,08*	-	
V15	60+	70	0,51*	+	
V17	140*	150+	sok, öf.*	+	
V36	29+	55	0,16*	-	
V30	6	12	NV	-	
V26	14	36	NV	-	
K2	5	13	NV	-	
Mt6	340*	630*	0,56*	+	

20. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1992.10.18		Vízszint: -2 cm		
	telepszám/ml 37°C	20°C	kóliform szám/ml	fekál- kóliform	Megjegyzések
V2	9	31	0,70*	+	
V6/V5	NV	3	0,06*	+	
V38/39	18	60	0,66*	+	
V15	NV	18	NV	-	jelölése bizonytalan
V17	NV	4	0,24*	+	
V36	14	27	0,18*	+	jelölése bizonytalan
V30	65+	690*	0,48*	+	
V26	NV	NV	NV	-	
K2	NV	NV	0,01+	-	
Mt6	42+	154*	0,99*	+	

21. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1992.11.22		Vízszint: 3,5 cm		
	telepszám/ml 37°C	20°C	kóliform szám/ml	fekál- kóliform	Megjegyzések
V2	19	31	0,23*	+	
V6/V5	8	12	0,12*	+	
V38/39	7	14	0,11*	+	
V15	5	10	0,08*	-	
V17	5	23	0,19*	+	
V36	35+	380+	0,01*	+	
V30	590*	2200*	0,01	-	
V26	5	18	0,12*	+	
K2	31+	130+	0,11*	+	
Mt6	300*	1200*	1,38*	+	

22. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1993.01.10		Vízszint: 33,5 cm		
	telepszám/ml 37°C	20°C	kóliform szám/ml	fekál- kóliform	Megjegyzések
V2	50+	130+	0.32*	+	
V6/V5	60+	180+	NV	-	
V38/39	20	110+	0.15*	-	
V15	5	13	NV	-	jelölés bizonytalan
V17	NV	15	NV	-	
V36	20	180+	NV	-	
V30	13	170+	NV	-	
V26	NV	17	NV	-	
Mt6	27+	110+	0.04*	-	

23. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1993.02.28		Vízszint: kb. 43 cm		
	telepszám/ml 37°C	20°C	kóliform szám/ml	fekál- kóliform	Megjegyzések
V2	41+	65	NV	-	
V6/V5	65+	70	NV	-	
V38/39	12	47	NV	-	
V15	4	10	NV	-	
V17	4	7	NV	-	
V36	28	34	NV	-	
V30	4	19	NV	-	
V26	80+	110+	NV	-	
K2	14	16	NV	-	
Mt6	11	26	0.36*	+	

24. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1993.04.18.		Vízszint: kb. 30 cm		
	telepszám/ml 37°C	20°C	kóliform szám/ml	fekál- kóliform	Megjegyzések
V17	14	20	NV	-	
V30	70+	80	NV	-	
V26	NV	16	NV	-	
K2	NV	NV	NV	-	
Mt6	48+	80	NV	-	

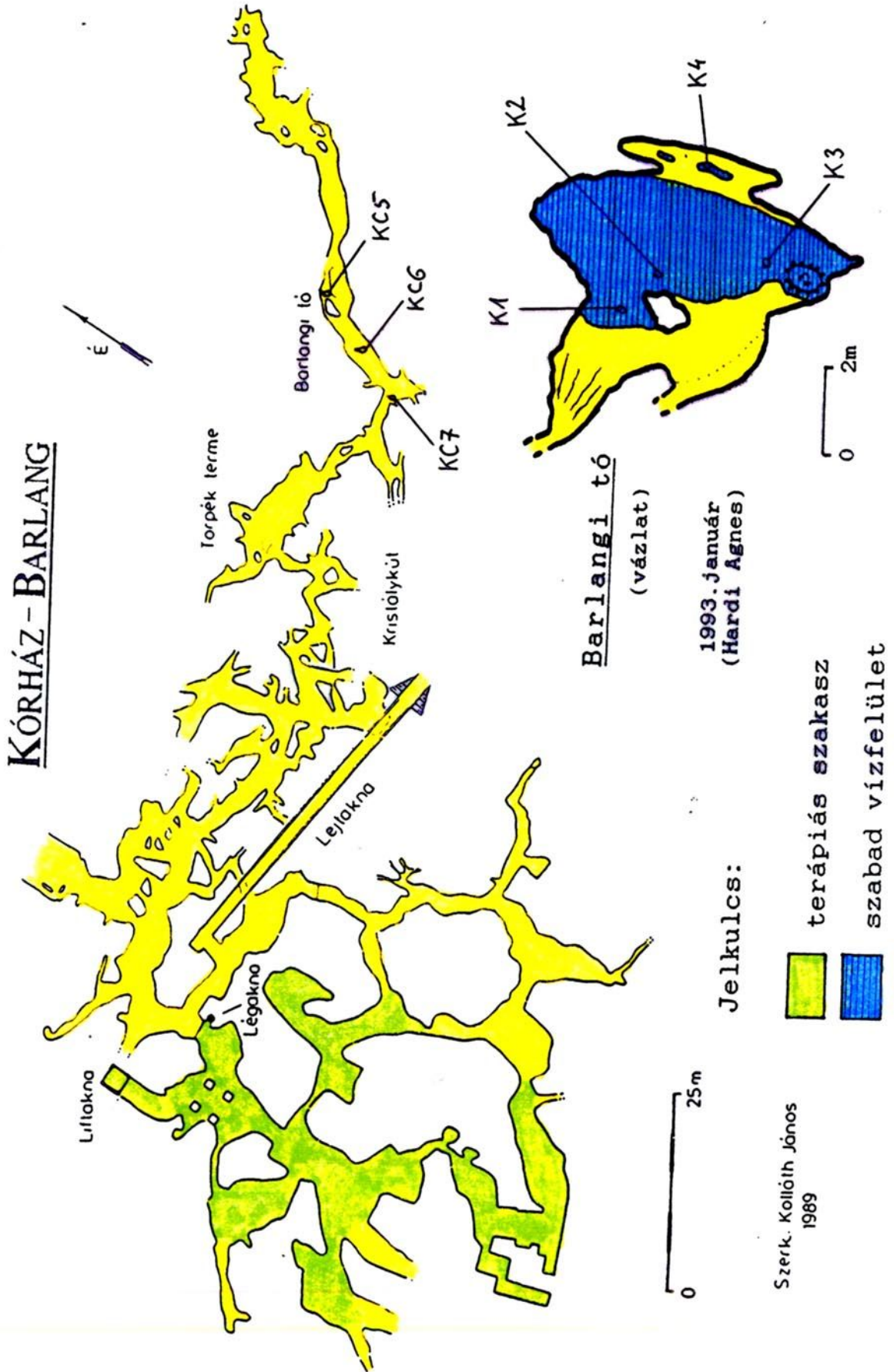
25. táblázat

Minta- vételi hely kódja	Mintavétel időpontja: 1993.06.06		Vízszint: kb. 25 cm		
	telepszám/ml 37°C	20°C	kóliform szám/ml	fekál- kóliform	Megjegyzések
V17	4	310+	0.07*	+	
V36	630*	1000*	NV	-	
V30	4	43	NV	-	
V26	5	12	NV	-	
Mt6	90+	290+	NV	-	

26. táblázat

Minta- vételi hely kódja	O ₂ fogy. mg/l	Cl tart. mg/l	NO ₃ tart. mg/l	NO ₂ tart. mg/l	NH ₃ tart. mg/l	Alk. mmol /l	Össz. kem. n. k. f	Szulf. mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Össz. szilárd anyag mg/l	pH
Mintavétel időpontja: 1992.03.01 Vízszint: kb. 2 cm												
C1	4.40	94	207	0.05	0.0	4.0	220	76	0.10	0.0		7.81
V8	0.30	42	13.7	0.0	0.0	8.1	308	153	0.0	0.0		7.06
V6	0.30	42	14.2	0.0	0.0	8.3	310	149	0.0	0.0		7.07
V39	0.25	44	13.2	0.0	0.0	8.5	320	145	0.0	0.0		7.07
V17	0.25	42	11.6	0.0	0.0	8.2	312	149	0.0	0.0		7.13
V26	0.25	42	11.6	0.0	0.0	8.4	314	149	0.0	0.0		6.97
Mintavétel időpontja: 1992.05.24 Vízszint: 21.5 cm												
V17	0.50	41	14.1	0.0	0.0	8.1	310	154	0.0	0.0	890	7.19
V26	0.30	40	13.8	0.0	0.0	8.2	310	131	0.0	0.0	870	7.06
Mintavétel időpontja: 1992.07.05 Vízszint: 12 cm												
V17	0.50	43	10.5	0.0	0.04	8.0	300	167	0.0	0.0	880	7.27
K2	0.60	41	13.2	0.0	0.06	8.2	310	151	0.0	0.0	880	7.03
Mt6	0.65	30	8.9	0.0	0.08	7.5	272	118	0.0	0.0	770	7.24
Mintavétel időpontja: 1992.08.02 Vízszint: 10 cm												
V17	0.45	40	0.0	0.0	0.03	7.6	294	105	0.0	0.0	870	7.34
V26	0.60	40	12.6	0.0	0.03	8.0	308	109	0.0	0.0	880	7.14
K2	0.70	40	12.1	0.0	0.0	8.2	300	105	0.0	0.0	880	7.08
Mt6	1.60	23	6.3	0.02	0.0	7.0	240	52	0.0	0.0	690	7.00
Mintavétel időpontja: 1992.09.13 Vízszint: -2 cm												
V17	0.30	42	13.7	0.0	0.0	8.4	310	121	0.0	0.0	850	7.26
V26	0.40	41	12.6	0.0	0.0	8.1	306	121	0.0	0.0	820	7.15
K2	0.50	41	12.1	0.0	0.0	8.1	308	113	0.0	0.0	850	7.11
Mt6	0.50	22	6.3	0.02	0.04	7.7	248	68	0.0	0.0	660	7.53
Mintavétel időpontja: 1992.10.18 Vízszint: -2 cm												
V17	0.40	42	12.1	0.0	0.0	8.0	292	121	0.0	0.0	880	7.22
V26	0.30	42	10.6	0.0	0.0	8.1	298	129	0.0	0.0	880	7.03
K2	0.30	41	10.1	0.0	0.0	8.1	302	125	0.0	0.0	890	7.04
Mt6	0.50	22	5.6	0.01	0.0	7.4	246	56	0.0	0.0	680	7.68
Mintavétel időpontja: 1992.11.22 Vízszint: 3.5 cm												
V17	0.30	43	12.2	0.01	0.0	7.9	296	109	0.0	0.0	880	7.22
V26	0.25	42	11.4	0.0	0.0	8.0	300	113	0.0	0.0	880	7.01
K2	0.35	41	11.1	0.0	0.0	8.1	300	115	0.0	0.0	900	7.03
Mt6	0.50	22	5.8	0.0	0.0	7.3	240	56	0.0	0.0	670	7.60
Mintavétel időpontja: 1993.01.10 Vízszint: 33.5 cm												
V17	0.25	15	0.0	0.0	0.02	7.8	276	129	0.0	0.0	870	7.08
V26	0.10	11	0.0	0.0	0.06	8.0	282	113	0.0	0.0	850	7.02
Mt6	0.25	9.6	0.0	0.0	0.07	7.6	264	87	0.0	0.0	760	7.23
Mintavétel időpontja: 1993.02.28 Vízszint: kb. 43cm												
V17	0.25	39	16.3	0.0	0.0	7.6	284	133	0.03	0.0	880	7.17
V26	0.30	39	11.4	0.0	0.0	7.9	286	130	0.0	0.0	880	7.03
K2	0.25	39	13	0.0	0.0	7.8	298	124	0.03	0.0	880	6.97
Mt6	0.80	38	12.2	0.02	0.0	7.8	290	130	0.0	0.0	880	7.63
Mintavétel időpontja: 1993.04.18 Vízszint: kb.30 cm												
V17	0.50	38	11.9	0.0	0.0	7.4	296	134	0.0	0.0	853	7.22
V30	0.75	56	101	0.0	0.0	4.2	200	88	0.0	0.0	788	7.70
V26	0.45	38	10.9	0.0	0.0	7.8	304	119	0.0	0.0	864	7.03
K2	0.50	38	13.4	0.0	0.0	7.4	294	119	0.0	0.0	864	7.05
Mt6	0.50	31	8.8	0.0	0.0	7.2	276	100	0.0	0.0	809	7.22
Mintavétel időpontja: 1993.06.06 Vízszint: kb.25 cm												
V17	0.55	36	13.7	0.0	0.04	8.0	288	128	0.0	0.0	885	7.17
V30	1.10	57	108	0.0	0.0	4.4	196	106	0.0	0.0	840	7.69
V26	0.50	56	11.4	0.0	0.04	8.0	268	113	0.0	0.0	875	7.01
Mt6	0.70	30	8.7	20.2	20.2	7.4	266	107	0.0	0.0	815	6.98

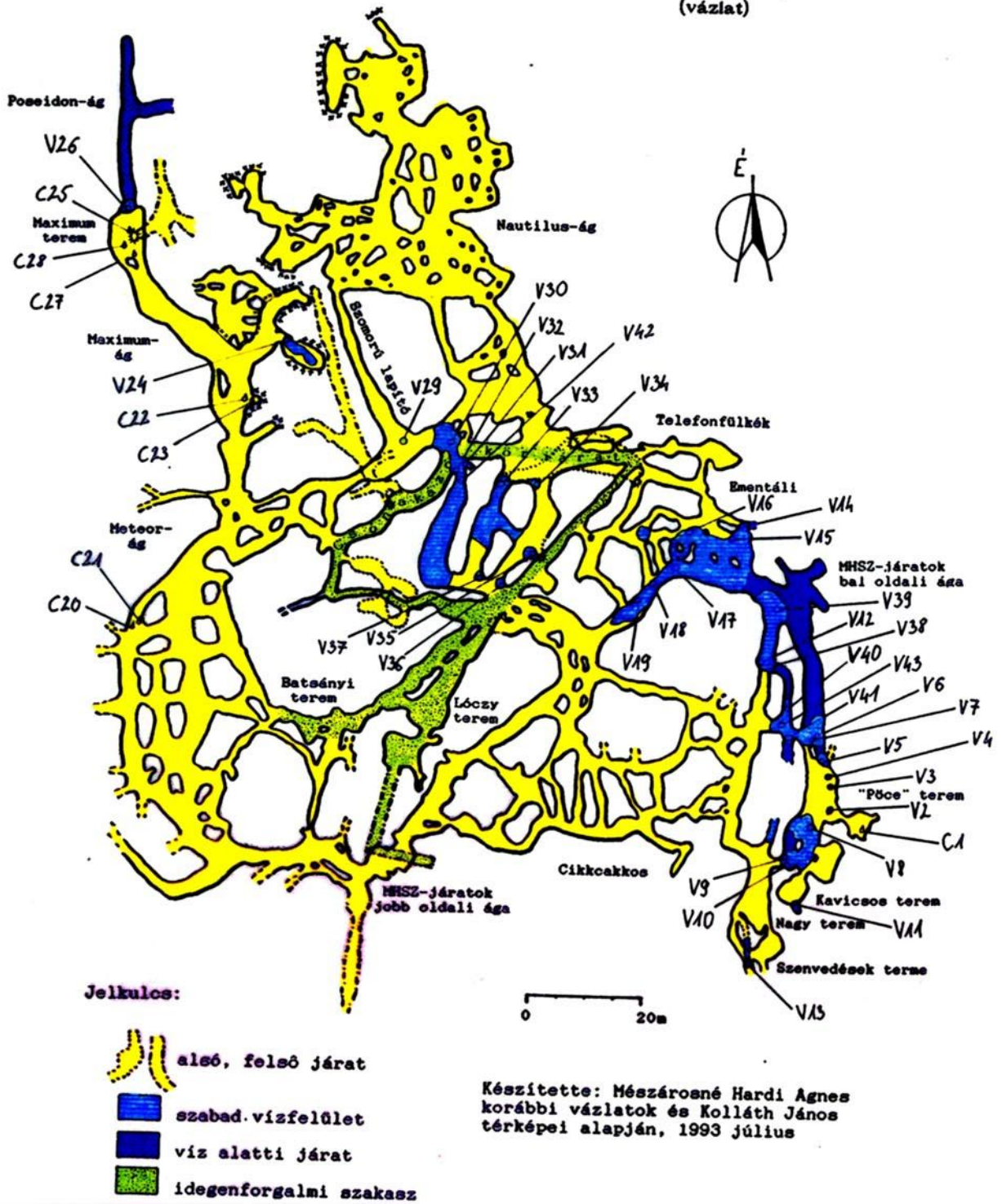
1. ábra



2. ábra

TAPOLCAI TAVASBARLANG

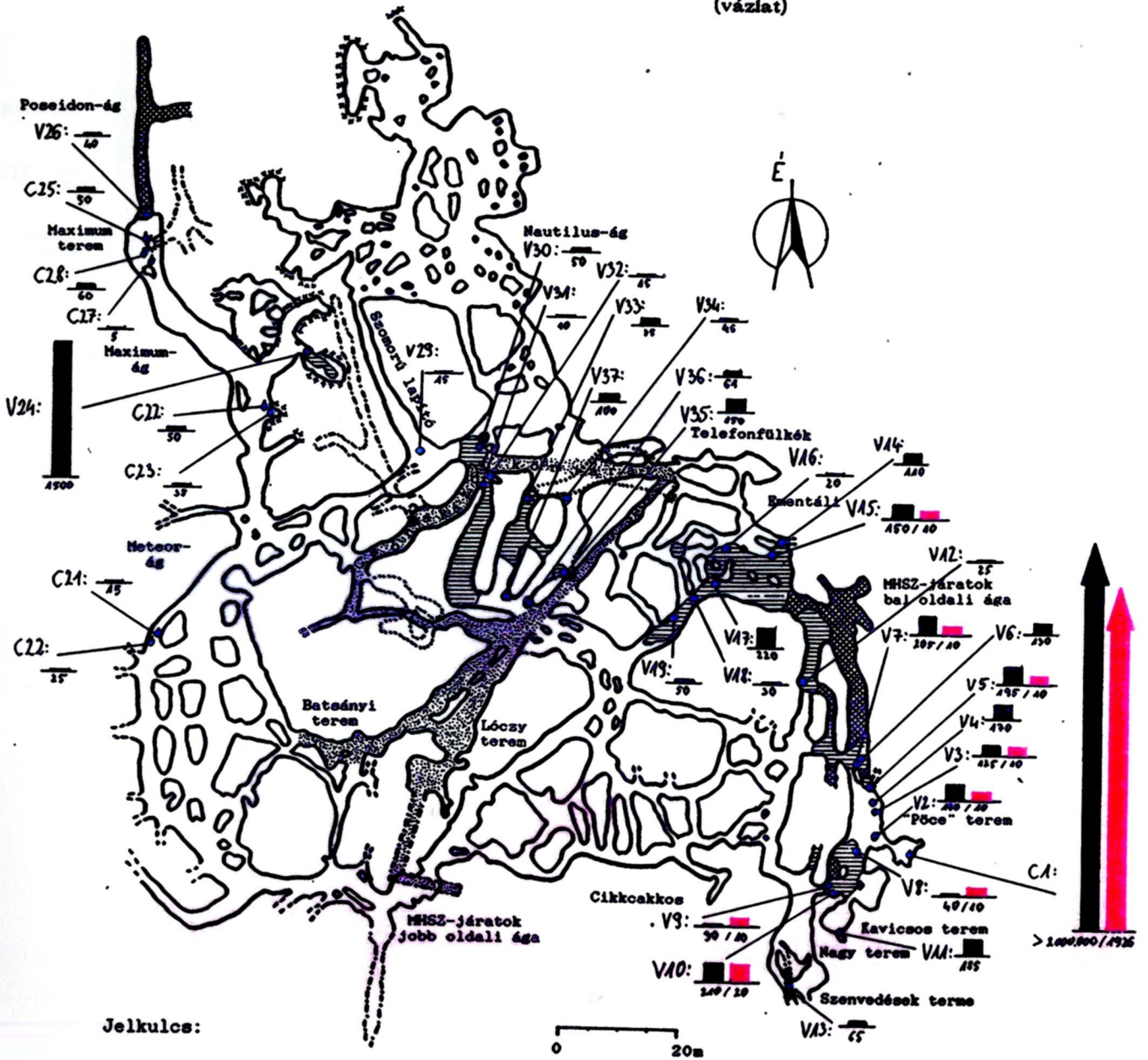
(vázlat)



3. ábra

TAPOLCAI TAVASBARLANG

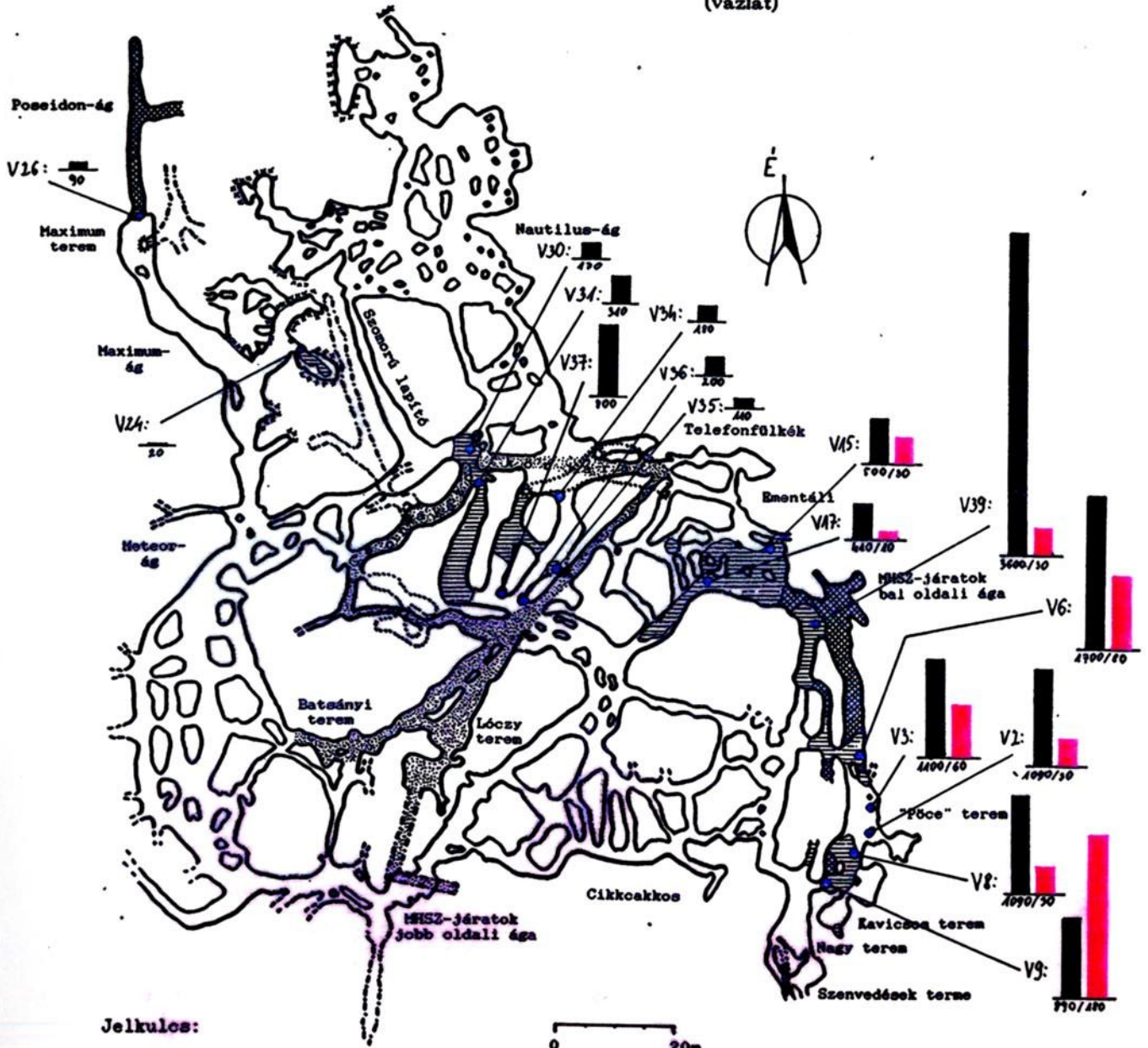
(vázlat)



4. ábra

TAPOLCAI TAVASBARLANG

(vázlat)



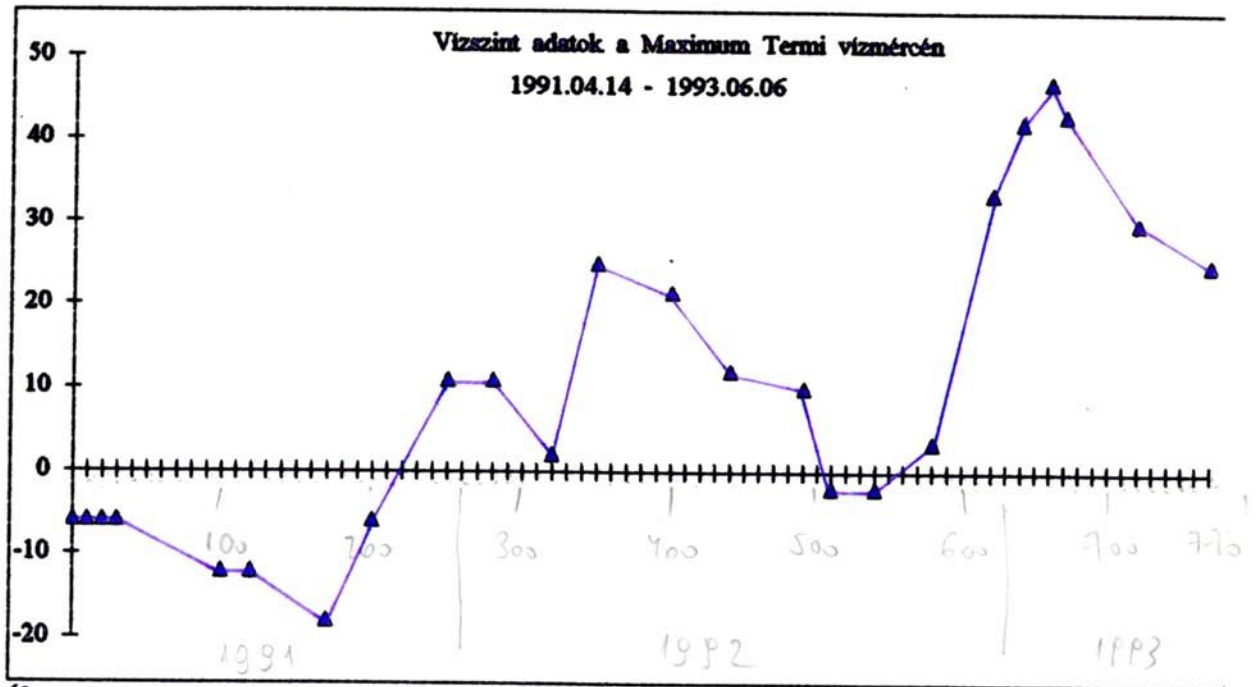
Jelkulcs:

- alsó, felső járat
- szabad.vízfelület
- víz alatti járat
- idegenforgalmi szakasz

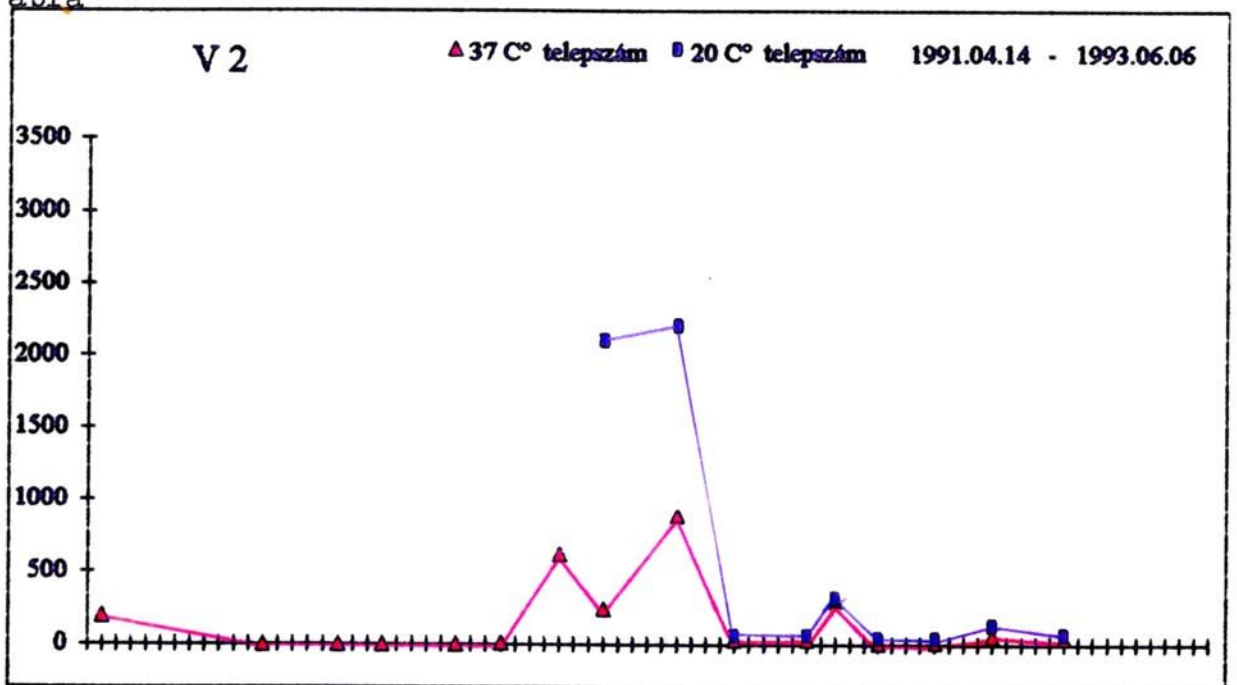
Készítette: Mészárosné Hardi Ágnes
korábbi vázlatok és Kolláth János
térképei alapján, 1993 július

Az 1992 április 5.-i mintavételi helyek és a
minták eredményei

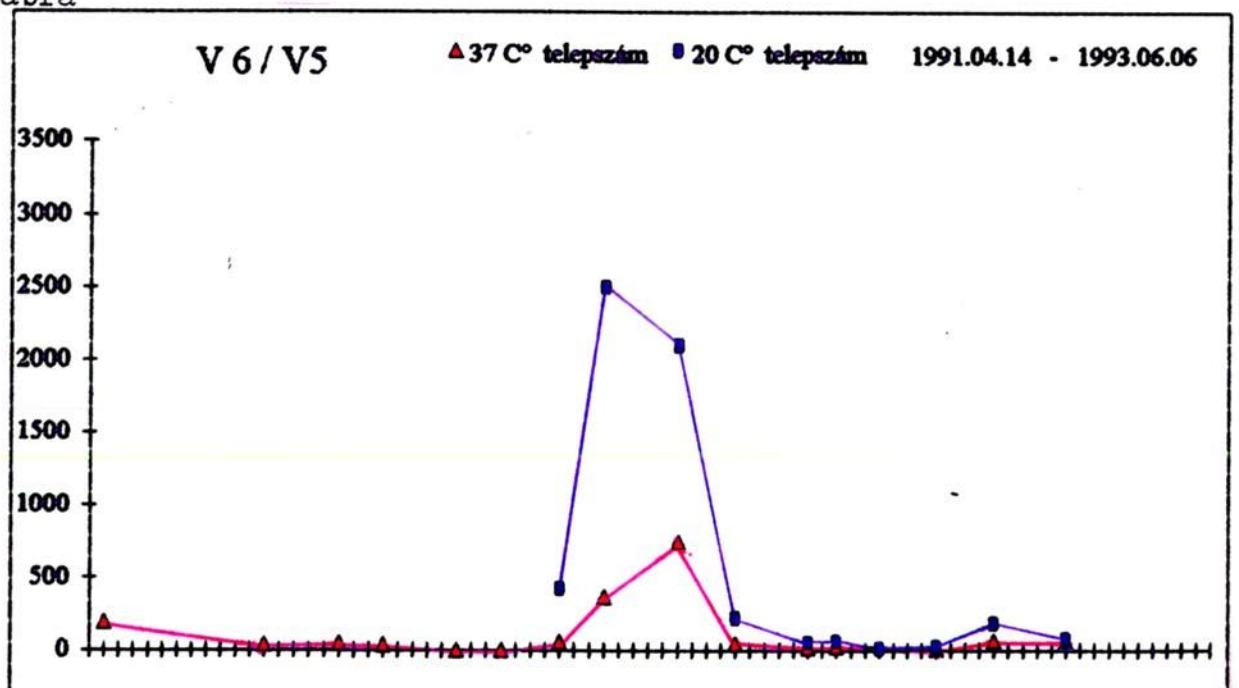
5. ábra



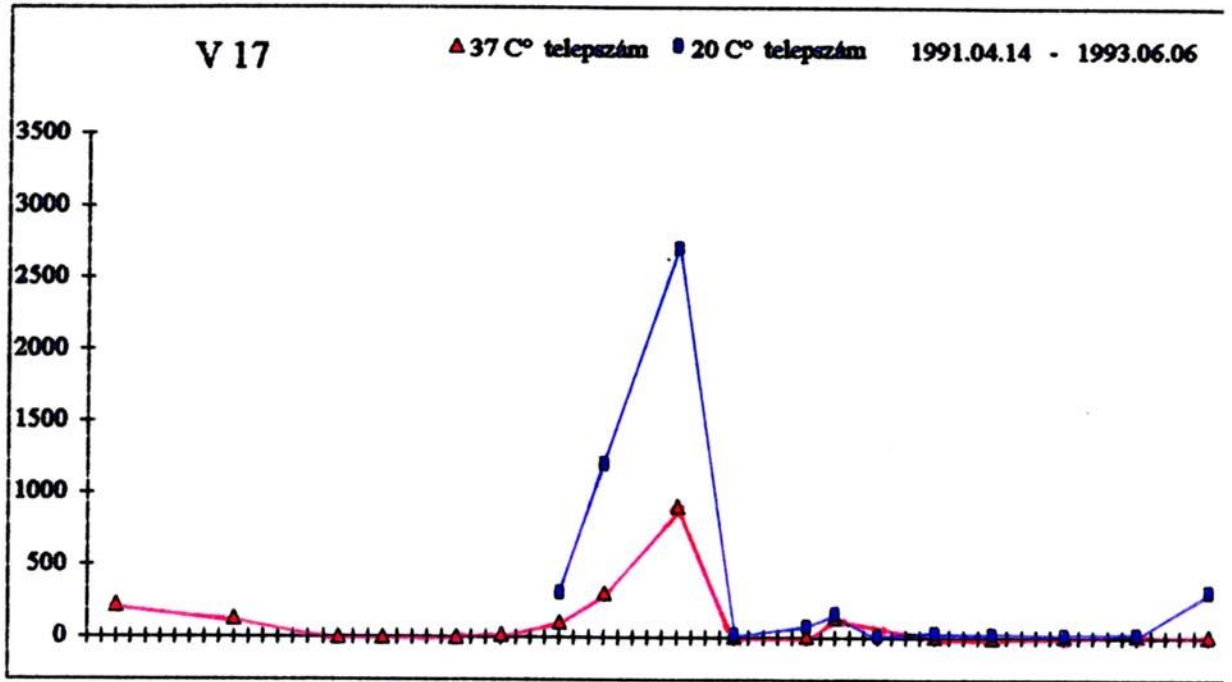
6. ábra



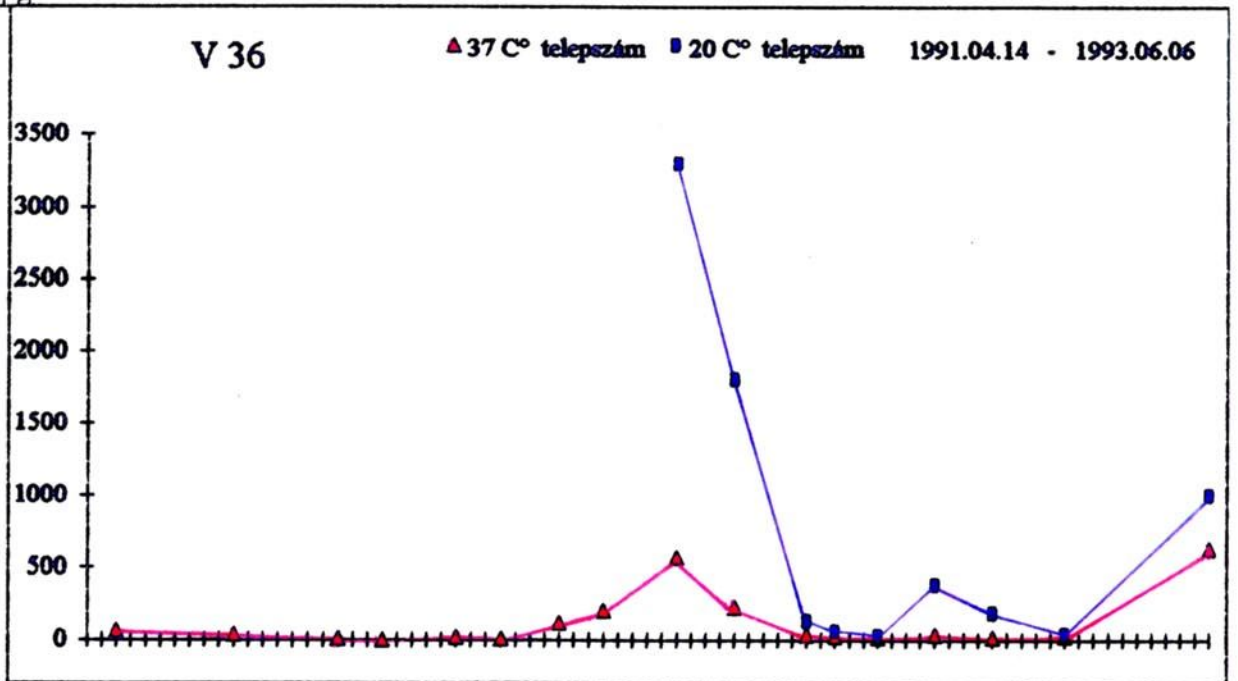
7. ábra



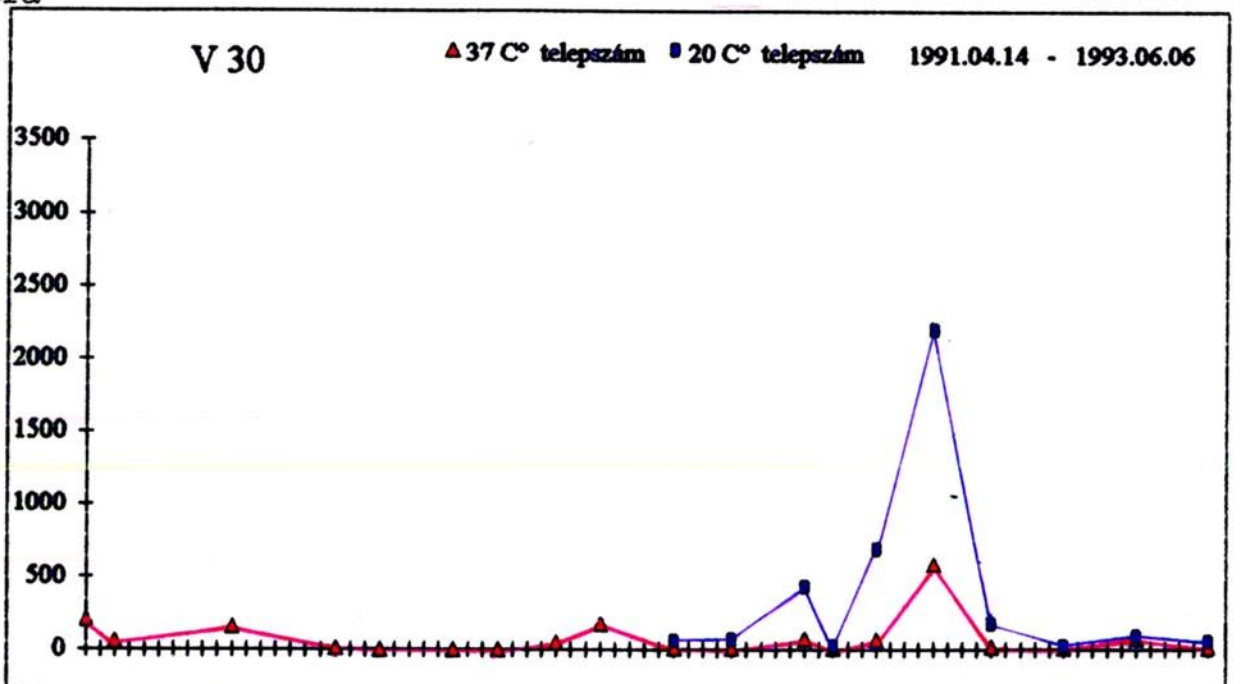
8. ábra



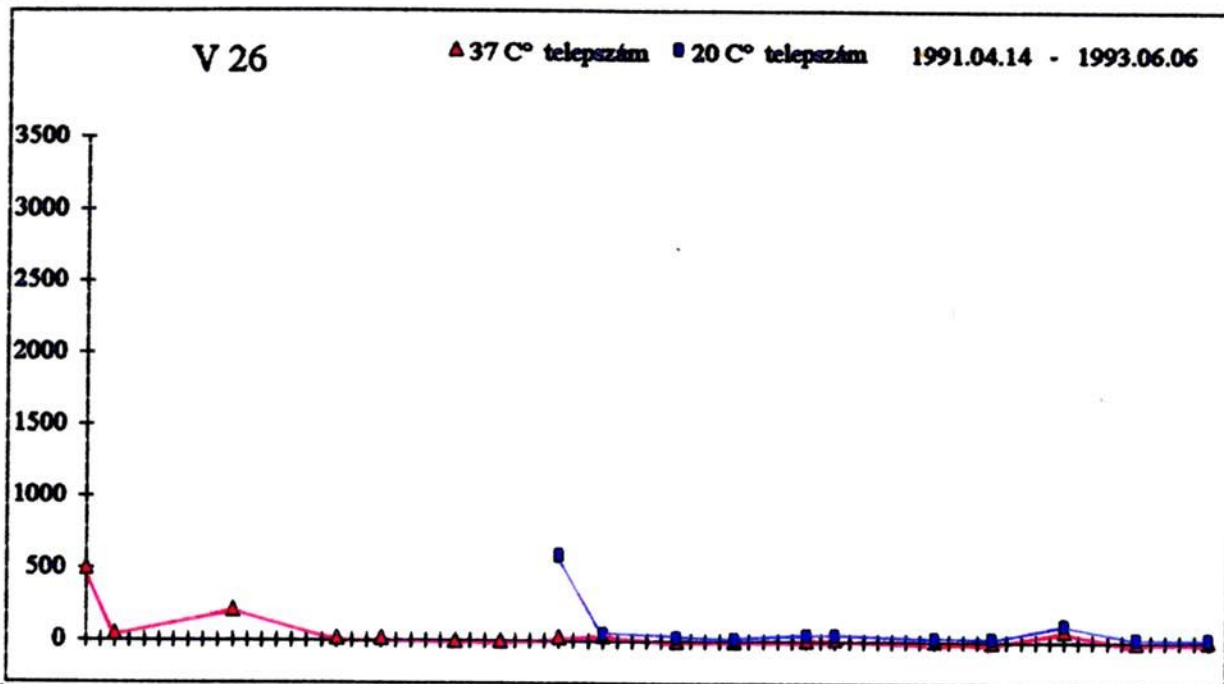
9. ábra



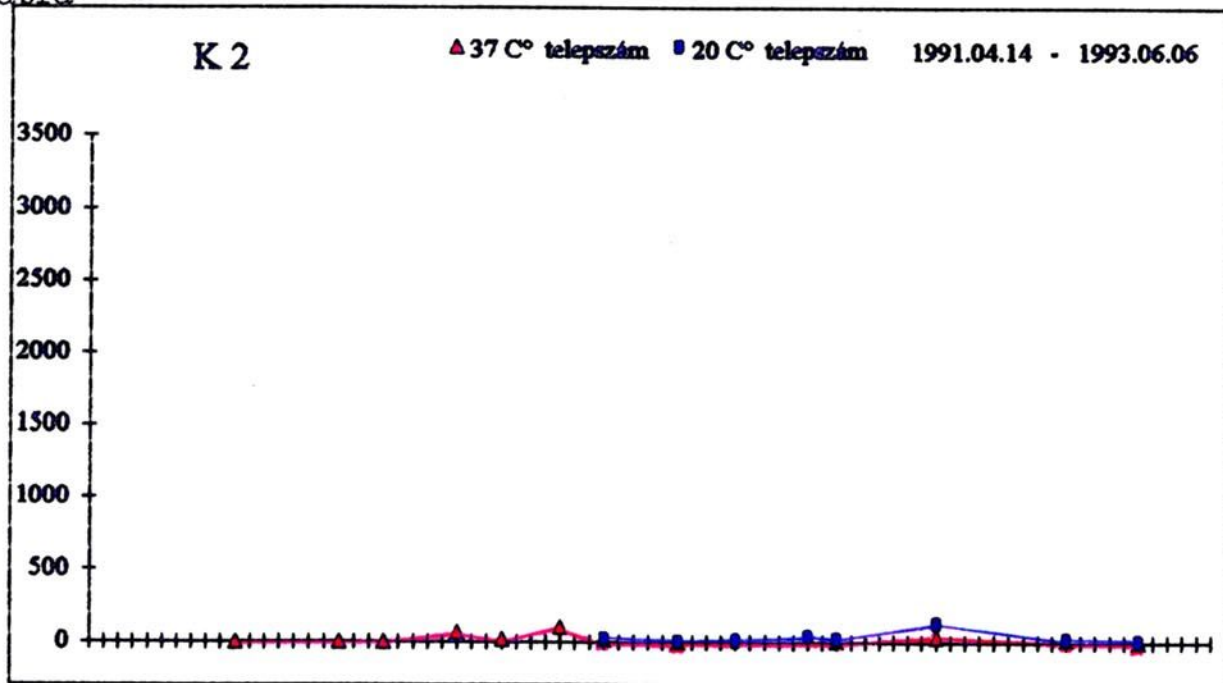
10. ábra



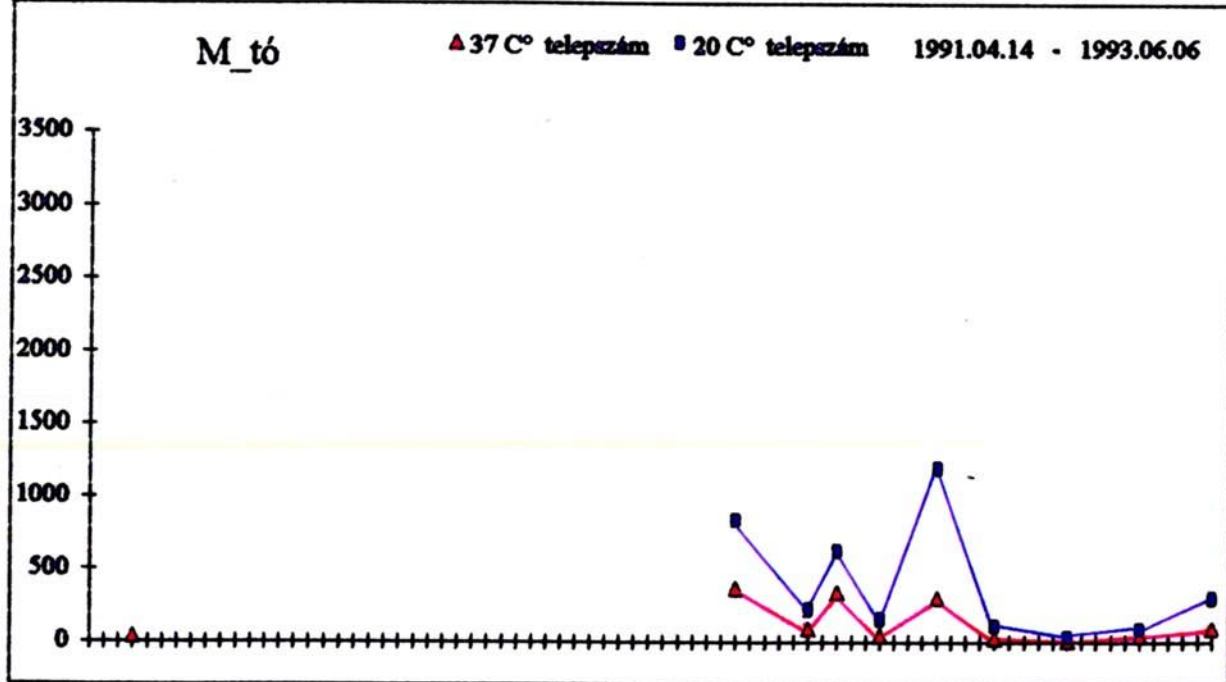
11. ábra



12. ábra



13. ábra



ÖSSZEFOGLALÁS

A bakteriális szennyezettség a következőképpen oszlik meg a különböző barlangrészek között:

Szennyezett befolyó vizek:

C1 - nagy-termi részen a "Pöce"terem kútjának befolyó vize

KC6 - Kórház-barlangi csepegő víz

Feltételesen szennyező források:

V24 - Befolyó víz a Maximum ágban

Idegenforgalom, turisták a Csónakázó körön

ismeretlen szennyező források V15-V17-V39 közelében,

V36-nál és

V30-nál

Az 1991-92-es vízminőség állapotok alapján a legszennyezettebb barlangrészek C1 és a közeli nagy-termi rész, valamivel tisztább a nagy-termi résszel szomszédos Ementáli, még kevésbé szennyezett a Csónakázó kör és legtisztább helyek a Maximum terem és a Kórház-barlang tava.

A szennyezettség mértékének időbeli változására 1991-92-ben jellemző volt egy tél végi-tavaszi csiraszám maximum és egy nyári-őszi csiraszám minimum, ami a csapadékkal és a barlangi vízszintváltozásokkal állhatott összefüggésben.

1992 novemberében egy jelentős szennyező forrás /szennyvízcsőtörés/ szűnt meg, ennek hatása a barlangi és malomtói vizek minőségének javulásában rövid időn belül jelentkezett.

Ezért 1993-ban már a vízminőség évszakos változása sem volt megfigyelhető.

A kémiai vizsgálat alapján végzett minősítés szerint -C1, V30 és egy malomtói minta kivételével- a vizsgált vizek ivóvíz minőségűek voltak. A vízminőség kémiai paraméterei meglehetősen állandóak az idő függvényében, a vizek térbeli megoszlásában viszont négy eltérő minőségű vízféleséget jelöl:

1. C1 befolyó vize, *(Pocci kút csapóvíze)*
2. V30 karsztvize, *(Ginatóriai környéke)*
3. V17-V26-K2/-V8-V6/ karsztvize és *(Ementál, kavicsos-terem valamint kőház alatti barlangi-)*
4. a Malomtói.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Cooper, R: The hygienic aspects of wastewater reuse = Waste Management and Research, 9. k. 5. sz. 1991.okt. p 373-377

Dornyai: Bakony utikalauz, 1927

Hortolányi Gyula: A Tapolcai Tavasbarlang vízalatti folytatásának felfedezése, Karszt és Barlang, 1962

Káli M. : Önkütmérgezők, Tapolcai Világlap, 1991, I. évf. 3. szám

dr Kessler Hubert: A Tapolcai Tavasbarlang, Természettudományi Közlöny, 1957 nov. p 422-424

dr. Kessler Hubert: Karszthidrológiai részletvizsgálatok, összefoglaló jelentés, VITUKI, 1957

dr. Kovács Ferenc: Állathigiéniá, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1990

Dr. Lányi Béla: Járványügyi és klinikai bakteriológia Módszertani útmutató, 1980

MSZ 450-3

MSZ 450/1-1989

Plózer István: Adalékok a Tapolcai-Tavasbarlang kutatásához, Karszt és Barlang, 1975. évf. I-II. füzet p 15-18

Szádeczky-Kardos E dr.: A Keszthelyi-hegység és a Hévíz hidrológiájáról, Hidrológiai Közlöny, 1941, p 15-28

Dr. Varga János: Állatorvosi mikrobiológia, Bakteriológia, 1978