

OTK
Borsod-Abaúj-Zemplén
92/E-2
Könyvtár

Tapolca karsztvízrendszerének mikrobiológiai vizsgálata

Hardi Agnes

Gödöllő, 1993

Bevezetés

Vízminta vizsgálataimat 1991. április 7.-én kezdtem Dr Hargitai Csaba szakmai irányításával a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Állatelettani Tanszékén, tudományos dáköri (TDK) munka keretében. A TDK munkám címe: Tapolca karsztvízrendszerének mikrobiológiai vizsgálata.

A mintavételeket a Plecotus Barlangkutató Csoport tagjaként végeztem. A csoport saját kutatási engedéllyel rendelkezik a tapolcai Tavasbarlangra. A kórház-barlangi mintavételekhez Dr Horváth Tibor adta az engedélyt.

Előttem a csoportból Piedl Endre foglalkozott a tapolcai barlangok vizeinek kutatásával. 1987 és 1991 között vett mintái a Tavasbarlang és a Kórház-barlang karsztvizéből és egy kórház-barlangi csepegő vízből származtak. A minták az utolsó kórház-barlangi karsztvíz minta kivételével nem feleltek meg az ivóvíz szabvány követelményeinek. Ennek oka a magas csíraszám, kémiai oxigénigény (KOI érték) és nitráttartalom volt.

Közben 1990. július 24.-én felfedeztünk a tapolcai Tavasbarlangban egy barlangüreget az MHSZ-járatok bal oldali ágának végpontját jelentő Nagy-teremtől nem messze. Miután átbontottuk az omladékot, átható bűz fogadott minket. Emlékeztetett a frissen szippantott emésztőgödör szagára. Bekúsztatva a szűkületen, a terem alján helyenként 5-25 cm vastag, fekete, repedezett üledékréteget találtunk. A terem DK-i oldalán egy betemetett kút alá bukantunk. A kút alján víz csordogált az üregbe. Amerre a víz elfolyt, piócák mozgolódtak. Közvetlenül a kútnál kettőt, távolabb még hatot számoltam össze. Elénk fantáziánkkal máris elképzeltük a betemetett kút, mely fölé egy "áteresztő" emésztőgödör épült, amiből szűretlenül folyik a kezeletlen háztartási szennyvíz a kúton keresztül a barlangba. Ezért az újonnan felfedezett termet elneveztük "Pöcének".

Ekkor már egyre jobban foglalkoztatott a tapolcai barlangi vizek vizsgálatának gondolata. Kerestem a lehetőségeket, míg végül 1991. április 7.-én elkezdhettem barlangi vízmintáim vizsgálatát Gödöllőn az egyetemen.

Ilyen előzmények után céltom volt a karsztvíz és a csepegő vizek szennyezettségének több helyről történő kimutatása, a szennyezettség mértékének mérése és a szennyezés forrásának (vagy forrásainak) behatárolása.

1991 végéig már jelentős eredményeket értem el. Aztán 1992 februárjában új lehetőségeim nyíltak a mintavételeket és a minták feldolgozását illetően. Megismerkedtem az ANTEUS Mikrobiológiai Barlangkutató Csoport néhány tagjával és a vizsgálatok közös folytatását határoztuk el. Ezt követően született egy megállapodásunk az Országos Közegészségügyi Intézet (OKI) vezetőivel, mely szerint a Tapolcán vett mintákat a jövőben az OKI Vízhigiénés Osztálya dolgozza fel. Ettől kezdve együtt folytattuk a vizsgálatokat a jelenleg is alkalmazott módszerekkel.

A közösen végzett munkát a csoport jelentésében részletesen közöljük, ezért jelen pályázatomban a közös munka előzményét képező gödöllői vizsgálataimat és eredményeimet ismertetem.

A mintavételek helyszíne és a mintavételi pontok

A minták a Tavasbarlangból, a Kórház-barlangból és a Malomtóből származtak. Az 51 mintavételi helyet kóddal jelöltem és a Malomtó kivételével térképen, illetve térképvázlatokon rögzítettem. A mintavételeknél is ezek alapján tájékoztam.

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, térképvázlatok 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 arculata rengeteget változott (vízszintcsökkenés, új járatok felfedezése), így a hivatalos térképek már elavultak és helyettük az új térkép még nincs teljesen kidolgozva. A legújabb, általam legpontosabbnak vélt vázlatot az MKBT XXXIV. Vándorgyűlésének Túrakalauzában közölt 1990-es térképvázlat és az északi barlangrész 1992-es térképe alapján rajzoltam. Pályázatomban 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 15 m-es járatszakaszcsepegő vizeiből származtak.

- Barlangi tó: K1, K2, K3, K4
- A Barlangi tó lejárata előtti 15 m-es járatszakaszcsepegő vizeiből származtak: KC5, KC6, KC7

Tavasbarlang:

- MHSZ-járatok bal oldali ága
Nagy-termi rész:
C1: a "Püce" kútjának alján becsordogáló 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 terem:

V26: Maximum termi tó

C20, C21, C22, C23, C25, C27, C28: Ezek a csepegő vizek C1-től meglehetősen különböznek. Nem egy szemmel láthatóan betemetett kút aljáról folynak, hanem szépen, diszkrétan csepegnek a mennyezetről. Egyetlen erősebb csepegés van közöttük: C25. Ez a mintavételi pont a Maximum-teremben van, ott, ahol a víz a nagy felszakadás oldalán végigfolyva a kúrtól szélén lecsepeg.

V24: Talán egy évvel a mintavételt megelőzően jártuk be először a Maximum-termi ágnak azt a jobb oldali mellékágát, ahol V24 van. Letérve a fő ágról, leszakadt mennyezetdarabokon átkúszva még egyszer jobbra letértünk. Így értük el a mintavételi pontot. Itt a mennyezet már ép volt és a járat laposan vezetett tovább alatta. A felfedezéskor én kúsztam be oda. Alján iszapszerű kitöltésbe süppedtem, melynek mélysége legalább 10 cm volt. A kitöltés felszínét 1-3 cm mélységű, kiterjedt vízfelületek borították. Becslésünk szerint a karsztvízszintnél magasabban helyezkedtek el. Két-három méterre bekúszva a járat annyira ellaposodott, hogy a mellkasom megszorult, továbbmenni nem tudtam. Szemben víz csobogását hallottam. 2-3 méterrel előttem ért véget a járat. Előtte nagy tócsa volt, mely fölött felfedeztem a csobogás forrását, a járatfalon csordogáló vizet. Mivel az iszap nem csak kellemesen puha volt, hanem nedves és hideg is, de legfőképpen ismeretlen mélységű, nem időztem ott tovább, megfordultam és kiiskoltam.

- Szomorú lapító, Csónakázó kör környéke:

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

Az egyetlen barlangon kívüli mintavételi hely a Malomtó, melynek a kódjele: Mtó.

A Malomtó egy melegvízű forrás a város közepén. Vízében él a fürge cselle nevű hal, mely ezrével úszkált a Tavasbarlang vizében, amíg abban csónakázni lehetett. Aztán lecsökkent a vízszint, megszűnt a csónakázási lehetőség és 1990-ig nincs adat a barlangi halról.

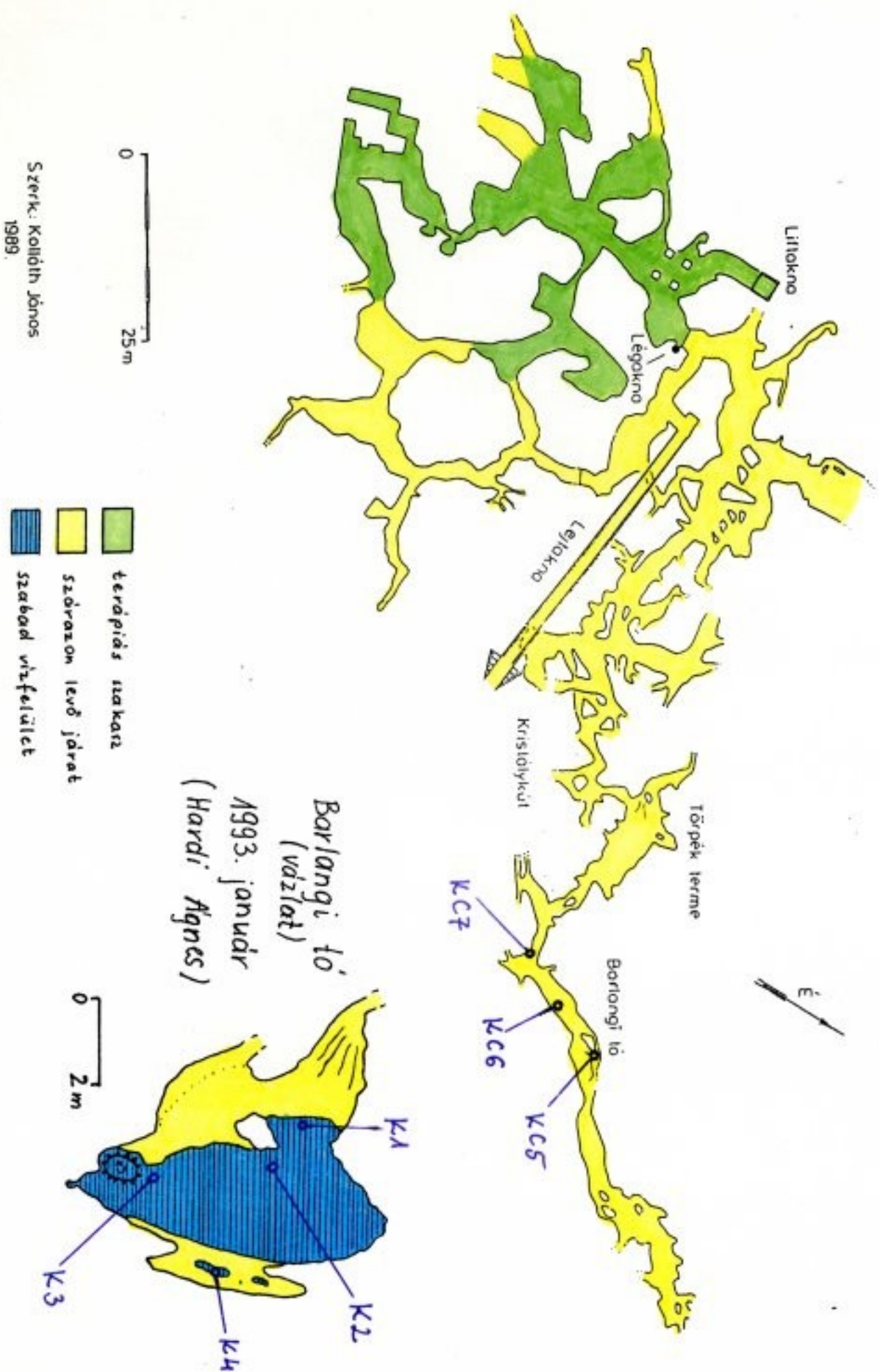
Közben a Malomtónál is történtek változások. Ott is lecsökkent a víz szintje és, hogy ne tűnjön el a város egyik fő látványossága, átépítési munkák folytak a tó megmentése érdekében. Fenekét leszigetelték, középre kutat fúrtak és most kb. 30 m mélyről szivattyúzzák bele a vizet.

Úgy gondoltuk, ezzel megszűnt a barlang és a tó közötti összeköttetés. Aztán 1990 tavaszán a Kórház-barlangi tóban csoportunk egy tagja felfedezett egy csellét, amint a lámpa fényét követve úszott a vízfelszín közelében. Később már tudatosan kerestük a halacskákat és több helyen találtunk is: pl. V8-V9 között és V36 közelében. Az összeköttetés tehát a mai napig is létezik.

1. ábra

Mintavételi helyek

KÖRHÁZ - BARLANG

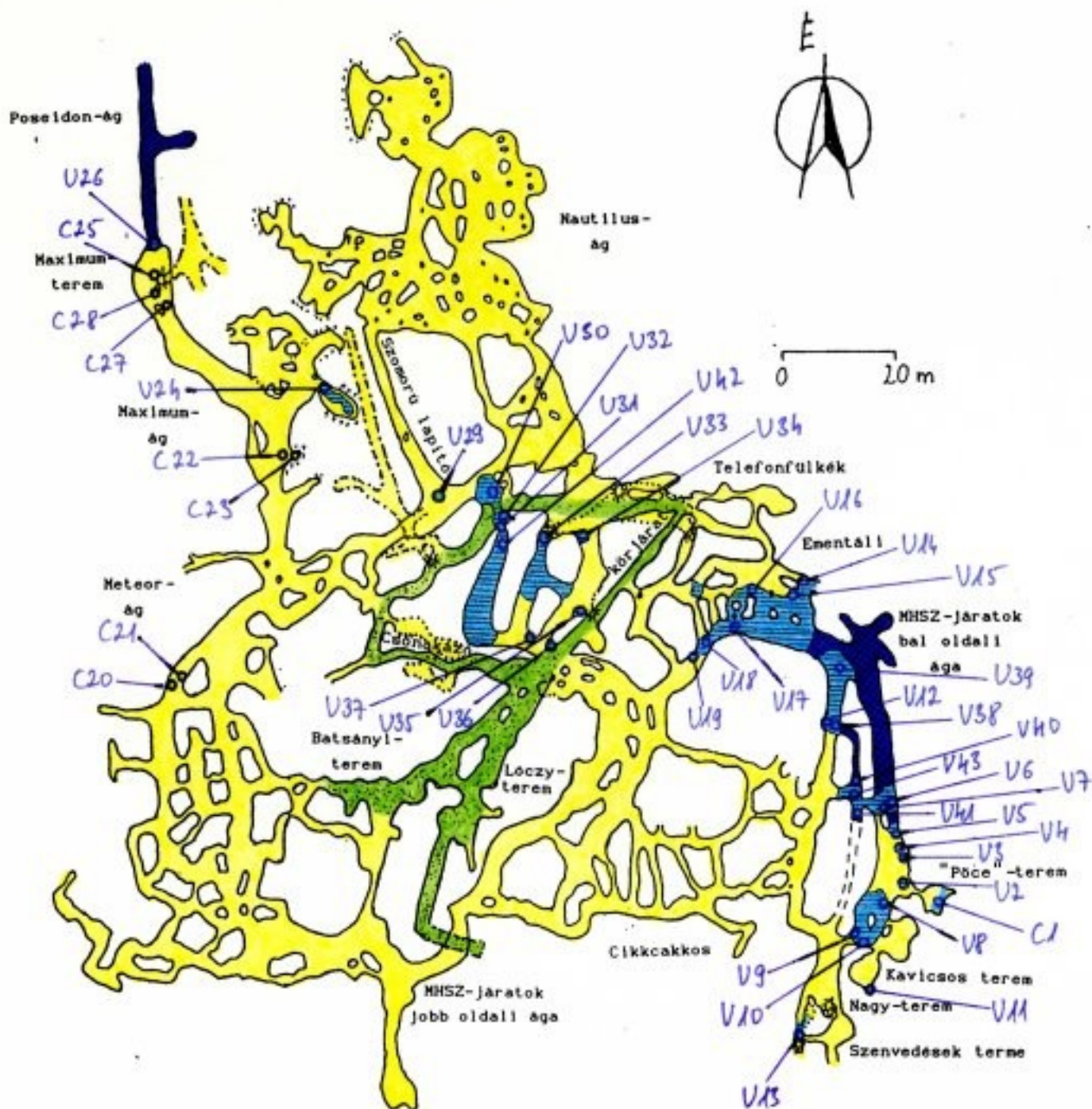


2. ábra

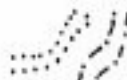



Mintavételi helyek

TAPOLCAI TAVASBARLANG

(vázlat)



Jelkulcs:

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

Készítette: Hardi Ágnes,
Kolláth János vázlatára
(1990) és az északi rész
térképe (1992) alapján.

1993. Január

Mintavételi időpontok

A vizsgált időszakban 13 alkalommal vettem mintát:

1991. április 7.
1991. április 14.
1991. április 28.
1991. május 5.
1991. május 12.
1991. július 22.
1991. augusztus 16.
1991. október 5.
1991. november 9.
1991. december 23.

1992. január 25.
1992. március 1.
1992. április 5.

Vizsgálatok és módszerek

A szennyezettség kimutatásához indikátornak a kóliform baktériumokat választottam. A mintákból a milliliterenkénti kóliform baktérium számot és összcsíraszámot mértem.

Mintavétel, szállítás

Mintavételi edénynek gumi és parafa dugóval zárt, autoklávban sterilizált centrifugacsöveket használtam. Kivételt képez az első két alkalom, amikor a mintavétel steril 2dl-es üvegedényekbe történt. A mintákat akkor még csak két, ill. négy helyről hoztam, de harmadik alkalommal már 13 mintavételi helyet jelöltem meg és bizony a szők barlangban 13 db 2 dl üveget kis létszámú csoport nagyon nehezen tudott volna szállítani. Ezért áttértem a centrifugacsövek használatára. Eleinte kémcsőállványban szállítottam őket, de néhány törés után jobbnak láttam egy új módszer kipróbálását: Gödöllőn a centrifugacsöveket kilencesével papírdobozba csomagoltam és feldolgozásig ugyanabban a dobozban tartottam őket. Így a csövek biztonságosan el voltak csomagolva. Sajnos, a dobozok hamar szétszakadtak a barlangokban, de volt egy nagy előnyük: barlangi szállításuk a kémcsőállványénál lényegesen könnyebb volt. Aztán a módszer továbbfejlődött. Hetesével-tizenegyesével kötegbe fogva alufóliába csomagoltam a csöveket és a gödöllői vizsgálatok befejezéséig ezt a szállítási módot alkalmaztam.

A mintavételt követően hűtőszekrényben tároltam a barlangból

kihozott mintákat, majd Tapolcától Gödöllőig vasúton vittem jégakkuk közé csomagolva és feldolgozásig megint hűtőszekrényben tároltam őket. Körülményeim azonban nem tették mindig lehetővé a 24 órán belüli feldolgozást, ezért több alkalommal hosszabb-rövidebb időre lefagyasztottam a mintákat. Az eredmények ismertetésekor részletesen közlöm majd a szállítás és a tárolás körülményeit, mint pl. hőmérséklet, idő, stb.

Feldolgozás

A mintákat lemezöntéses módszerrel dolgoztam fel. Az összcsíraszám megállapítására zselatinos alapagart, a kóliform baktériumok kimutatására Klimmer táptalajt használtam. Az inkubálást 37°C-on végeztem. Az elbírálás 24 illetve 48 óra múlva történt.

Eredmények

A mintákból kapott kóliformszám és összcsíraszám eredményeket táblázatos formában ismertetem (1.-13. táblázat)

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: 5000000 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	

6-7. 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	
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	

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	

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. V8 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	60	
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	

Értékelés

Az eredmények értékelését a következő kulcs alapján végeztem:

Szennyezettnek vettem egy mintát, ha abból kóliform baktérium kitenyésztett. Az összcsíraszám adatokból kiugróan magas értéknek tekintettem a milliliterenként 1000 fölöttieket és magasnak az 500 és 1000 közöttieket.

1. minta

Legelső alkalommal, 1991. április 7.-én, két mintát vettem a Tavasbarlangból, C1-et és V30-at. A vizsgálatok eredményeiből azt a következtetést vontam le, hogy a "Pöce" terem kútjának alján befolyó C1 jelű víz erősen szennyezett, ugyanakkor a V30-as karsztvízben nem lehetett kimutatni kóliform baktériumokat. (1.tábl.)

2. minta

Az egy héttel későbbi, 1991. április 14.-i minták ugyanazt az eredményt adták: C1 szennyezett volt, míg a karsztvízből nem volt kóliform baktérium kimutatható. (2.tábl.)

3. minta

Első két alkalommal a mintákat a barlang egymástól távol eső pontjairól vettem. A harmadik mintavételkor a "Pöce" környékének (Nagy-termi rész) minél részletesebb "feltérképezését" tűztem ki célomul.

1991. április 28.-án a "Pöce" kútján át befolyó víz erősebben volt szennyezett, mint két héttel azelőtt. A környékről vett minták némelyikéből (V2, V3, V5, V7, V8, V9, V10) szintén ki tudtam tenyészteni kóliform baktériumokat. Az eredmények alapján feltételezem, hogy az aznap vizsgált karsztvizeknél a szennyezés forrása a C1 helyen beérkező víz volt. (3.tábl.)

4. minta

Május 5.-én bejártam a Nagy-termi rész kivételével a Tavasbarlang általam ismert részeit (4.tábl.). A mintákat álló és csepegő vizekből vettem.

Kóliform baktérium csak a V15 mintából tenyésztett ki. A minta származási helye az Ementáli, mely térkép szerint az összes többi május 5-i mintavételi hely közül legközelebb fekszik C1-hez. Megjegyzem viszont, hogy az MHSZ-járatok bal oldali ágának Ementáli és "Pöce" közötti szakasza - mivel az a mai napig víz alatt van - nincs általunk pontosan felmérve. Így a két hely közötti távolság pontos ismerete hiányában kérdéses, hogy a V15 helyen ez alkalommal a "Pöceből" befolyó vagy esetleg más eredetű szennyeződést mértem. Ez utóbbi esetben viszont a barlang egy újabb szennyező forrásáról van szó.

Az összcsíraszám értékek közül csak a V24 mintáé volt kiugróan magas, bár kóliform baktérium nem tenyésztett ki belőle.

A mintavételi hely leírásából kitűnik, hogy itt koncentráltan érkezik víz a barlangba és V24 nem az összefüggő karsztvízrendszer

része. Ugyan kóliform szennyezettségét nem tudtam kimutatni, hosszú távú megfigyelését célomlul tűztem ki.

5. minta

A vizsgálatokat ezidáig csak barlangi mintákból végeztem, de a szennyezés forrásainak kutatása során már "szűknek" éreztem a barlangot: végső soron barlangon kívül kell keresni a szennyező forrásokat. A környéken több pontról hallottam, hogy összeköttetésben van a barlang vizével. Közülük csak egyet volt lehetőségem megnézni, a Malomtó vizét. 1991. május 12.-én vettem belőle mintát (5.tábl.). A tó szennyezettségének vizsgálata és a barlangokkal való esetleges szennyezettségbeni összefüggésének felderítése volt a céloml. Ezt akkor nem tudtam igazolni, de az időközben adódott mintavételi nehézségek miatt vizsgálatát csak 1992. július 5.-től folytathattam.

6. minta

A legközelebbi mintavétel a vizsgaidőszakom elteltével 1991. július 22.-én történt. Ez volt az első alkalom, hogy a Kórház-barlang vizét is vizsgáltam.

Az eredmények a korábbiakhoz képest nem meglepőek, bár információimat megint gyarapították. Az összcsíraszám adatok között nem találtam kiugró értékeket. Nem így a kóliform számokkal!

Az előző mintavételkor szennyezettnek bizonyult Ementáli részről (V14-V15-V16) és a közeli V17-V18-V19 helyekről szennyeződést kimutatni nem tudtam. A Tavasbarlang északi fele is (Maximum-ág) kóliform szennyeződéstől mentesnek mutatkozott. Az idegenforgalom által igénybe vett barlangrészről (Csónakázó kör) két pontról (V32, V35) származott kóliform baktériumokat tartalmazó minta. Azt hiszem, ez alkalommal (figyelembe véve, hogy az idegenforgalmi szezon legsűrűltabb hónapjában történt a mintavétel) a látogatók által okozott szennyezésről van szó. Ezt támasztja alá az idegenvezetők elbeszélése, miszerint egyes látogatók WC-nek használják a barlangot és mire azt észreveszik, már elkéstek megakadályozni.

A Kórház-barlangból aznap minden mintavételi helyről hoztam mintát. Kóliform baktériumot egy csepegő vízből, a KC6-ból lehetett kimutatni. Így ez már a második pont a város alatt, ahol szennyezett víz barlangba érkezését észleltem.

7-11. minta

Az elkövetkező négy mintavételkor (1991. aug.16, okt.5, nov.9-10. és dec.23.) szennyezettséget egy mintából se tudtam kimutatni. Kóliform baktérium legközelebb az 1992. január 25.-i C1 mintából tenyészett ki, melynek az összcsíraszámja is nagyon magas volt.

12. minta

A március 1.-én vett mintákból kóliform baktériumok okozta szennyeződés nem volt mérhető. Ez alkalommal a "Pöce" terembe lejutó szennyeződésre csak a C1 és a hozzá legközelebb eső V2 helyekről kitenyészett magas összcsíraszám adatok utaltak.

13. minta

Az utolsó Gödöllőn feldolgozott mintát 1992. április 5.-én vettem. Ez alkalommal a karsztvíz mintákból eddig sohasem tapasztalt mértékben tudtam kitenyészteni a szennyezettséget jelző kóliform baktériumokat. Az összcsíraszám értékek között szintén nagyon sok volt az 1000/ml fölötti.

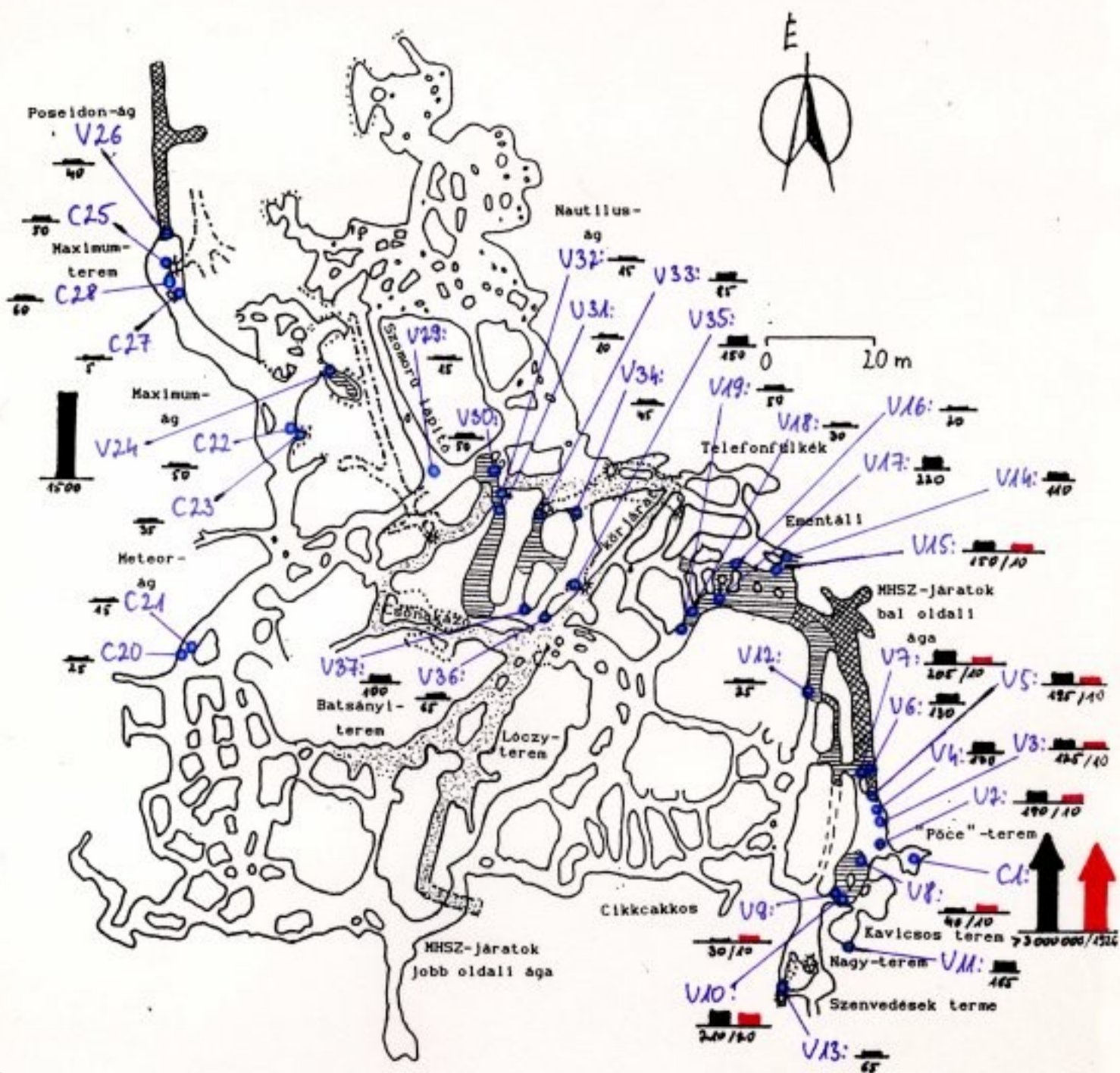
A következő barlagrészek voltak kóliform baktériumokkal szennyezettek: az MHSZ-járatok bal oldali ágában V17-V39-V8-V3-V2-V8-V9 és az MHSZ-járatokhoz V17 közelében csatlakozó Ementáli rész (V15). Az összcsíraszám értékek nem csak a kóliform baktériumokkal szennyezett helyeken voltak magasak, hanem a Csónakázó körön a V37-es mintában is.

A szennyezettség térbeli megoszlásának szemléltetésére az 1991. április 28.- május 5, 1992. március 1. és az 1992. április 5.-i mintavételek eredményeit térképeken ábrázoltam a mintavételi hely kódja melletti oszlopdiagramokon. Fekete színnel az összcsíraszámot, pirossal a kóliform számot jelöltem. Az oszlopok alatt a csíraszám adatokat számszerűen is feltüntettem. (3-5.ábra)

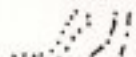



Rajtuk kívül külön térképábrákon szemléltettem a magas és kiugróan magas összcsíraszámú, valamint a kóliform baktériumokkal szennyezett helyeket (6-7.ábrák). A térképek alatt táblázatos formában a foglaltam össze mintavételi helyenként és időpontonként a csíraszám értékeket.

TAPOLCAI TAVASBARLANG

(vázlat)



Jelkulcs:

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

Készítette: Hardi Ágnes,
Kolláth János vázolata
(1990) és az északi rész
térképe (1992) alapján.

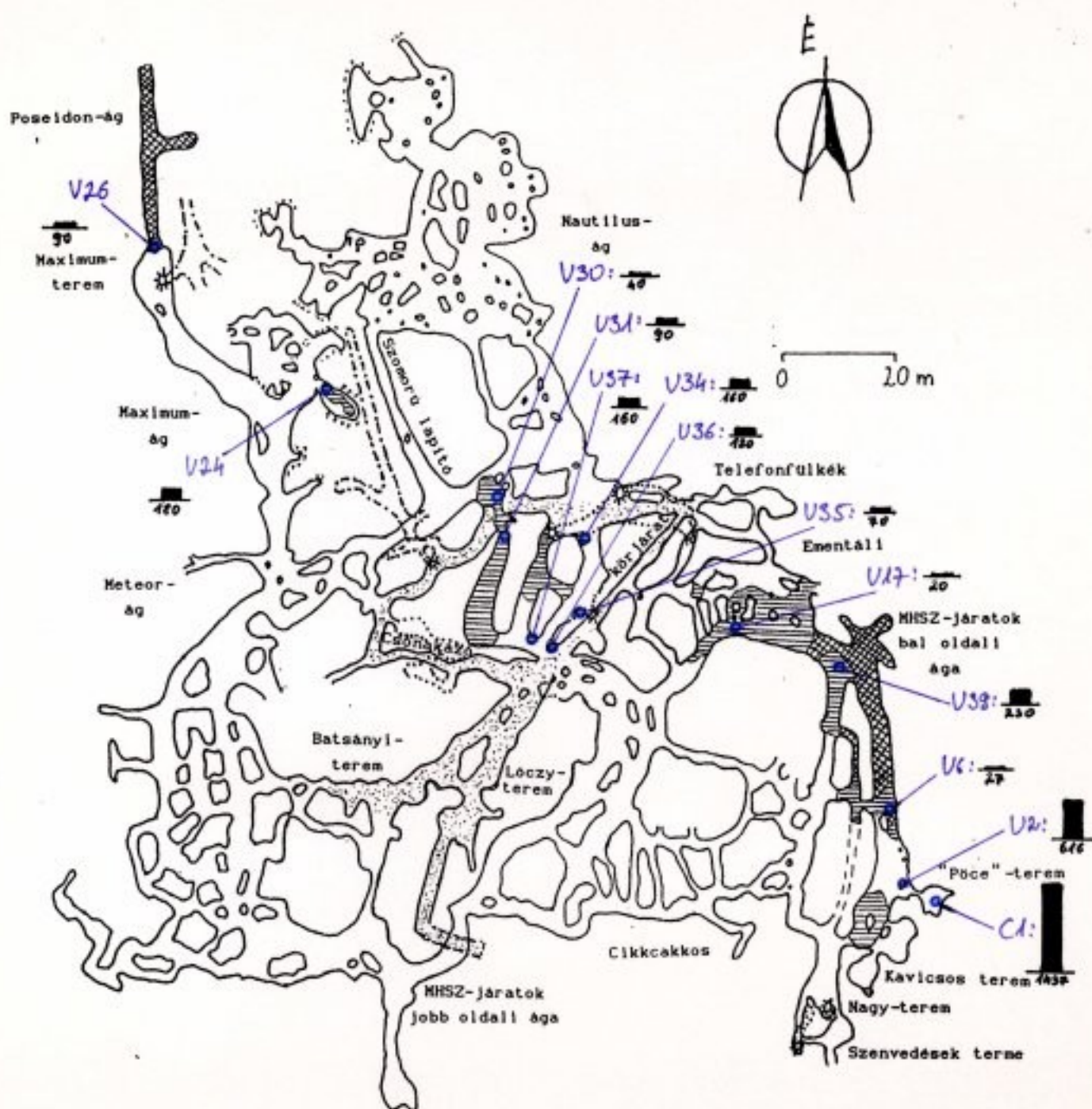
1993. Január

3. ábra

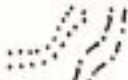



Az 1991. április 25- május 5-i mintavételi helyek és a minták eredményei

TAPOLCAI TAVASBARLANG

(vázlat)



Jelkulcs:

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

Készítette: Hardi Ágnes,
Kolláth János vázolata
(1990) és az északi rész
térképe (1992) alapján.

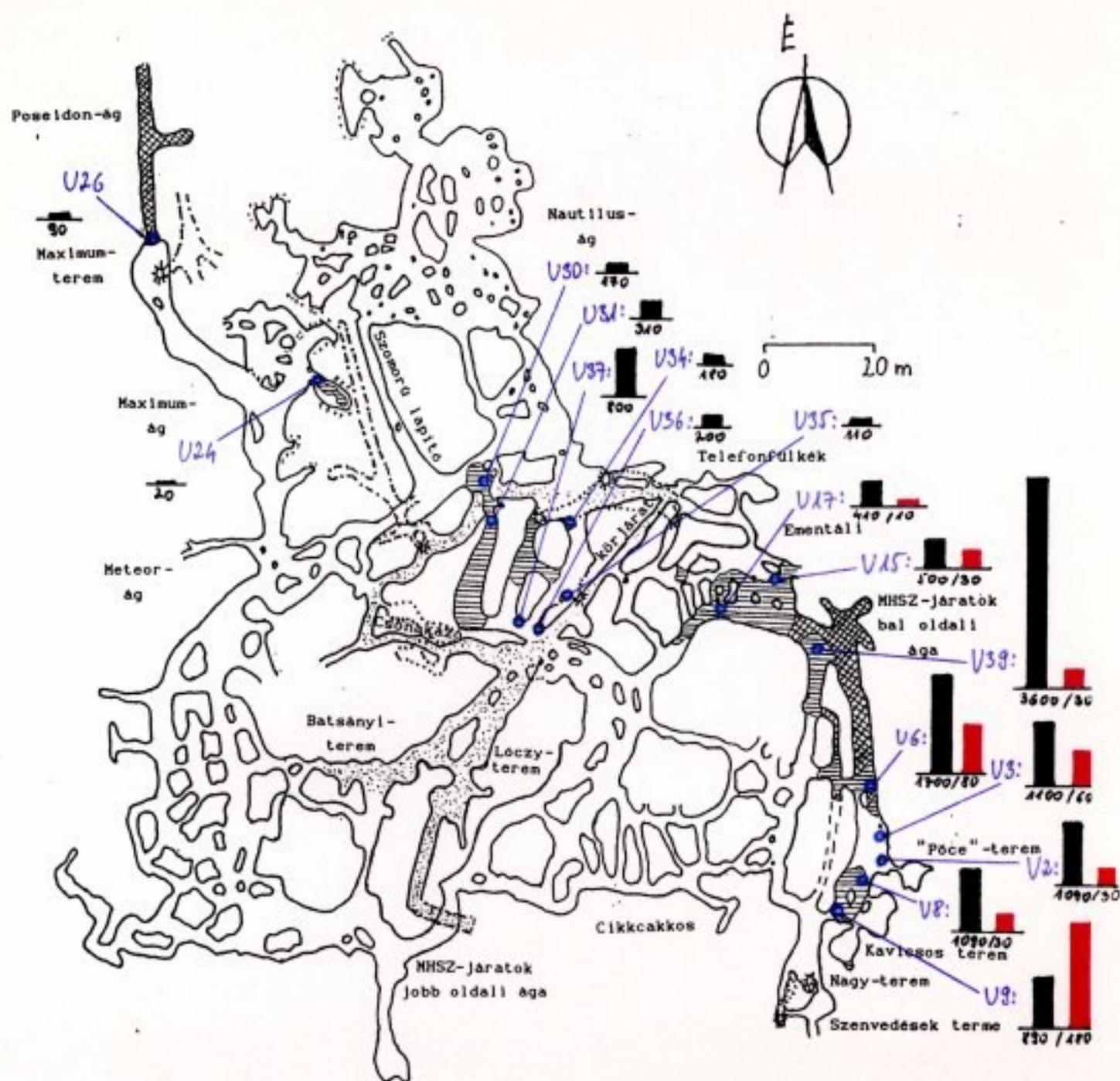
1993. Január

4. dbra





Az 1992 március 1.-i mintavételi helyek és a minták eredményei

TAPOLCAI TAVASBARLANG

(vázlat)



Jelkulcs:

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

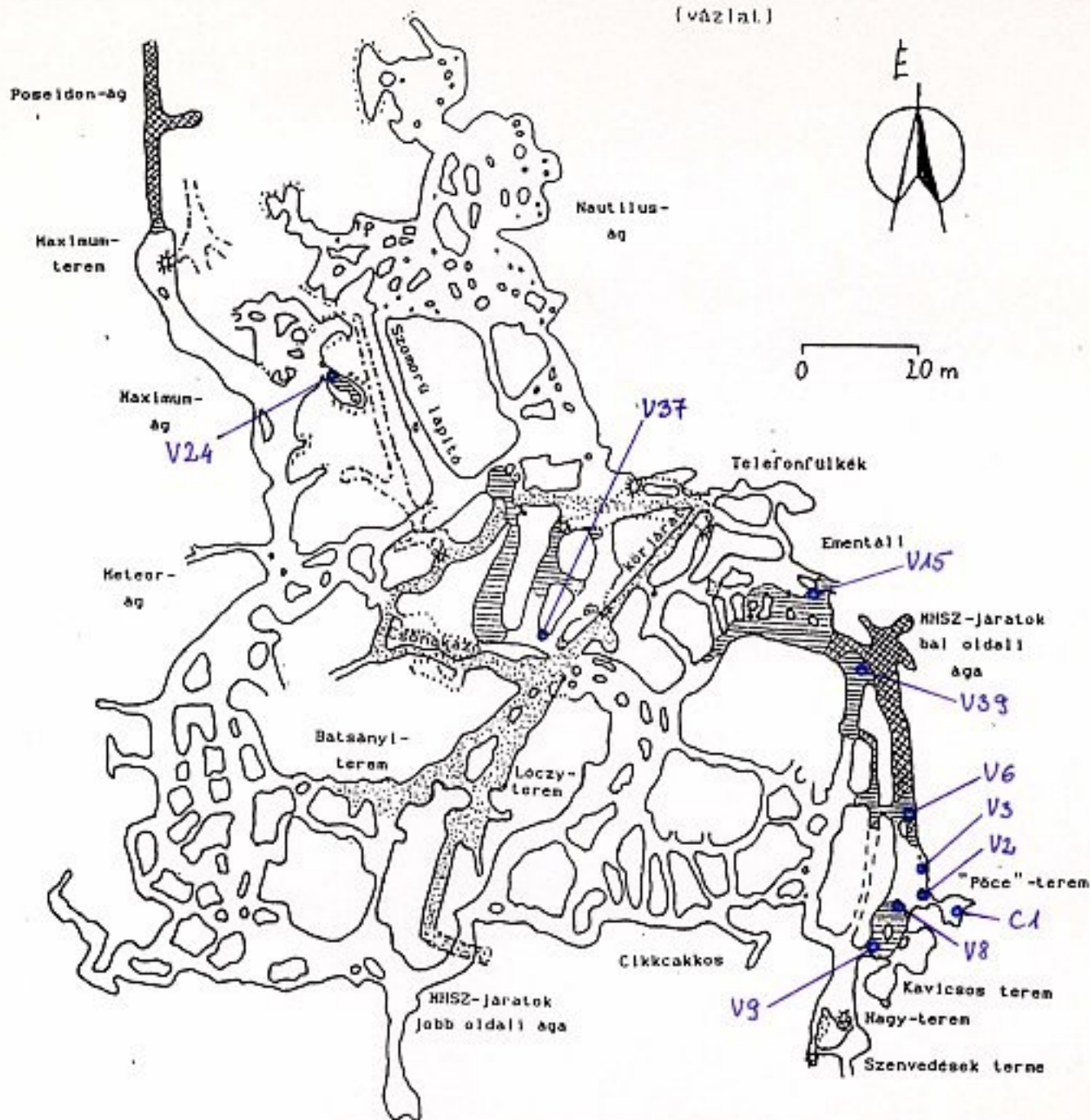
Készítette: Hardi Ágnes,
Kolláth János vázlatára
(1990) és az északi rész
térképe (1992) alapján.

1993. Január

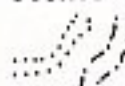



5. ábra

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

(vázlat)



Jelkulcs:

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

Készítette: Hardi Ágnes,
Kolláth János vázolata
(1990) és az északi rész
térképe (1992) alapján.

1993. Január

Magas és kiugróan magas összcsereszámú helyek:

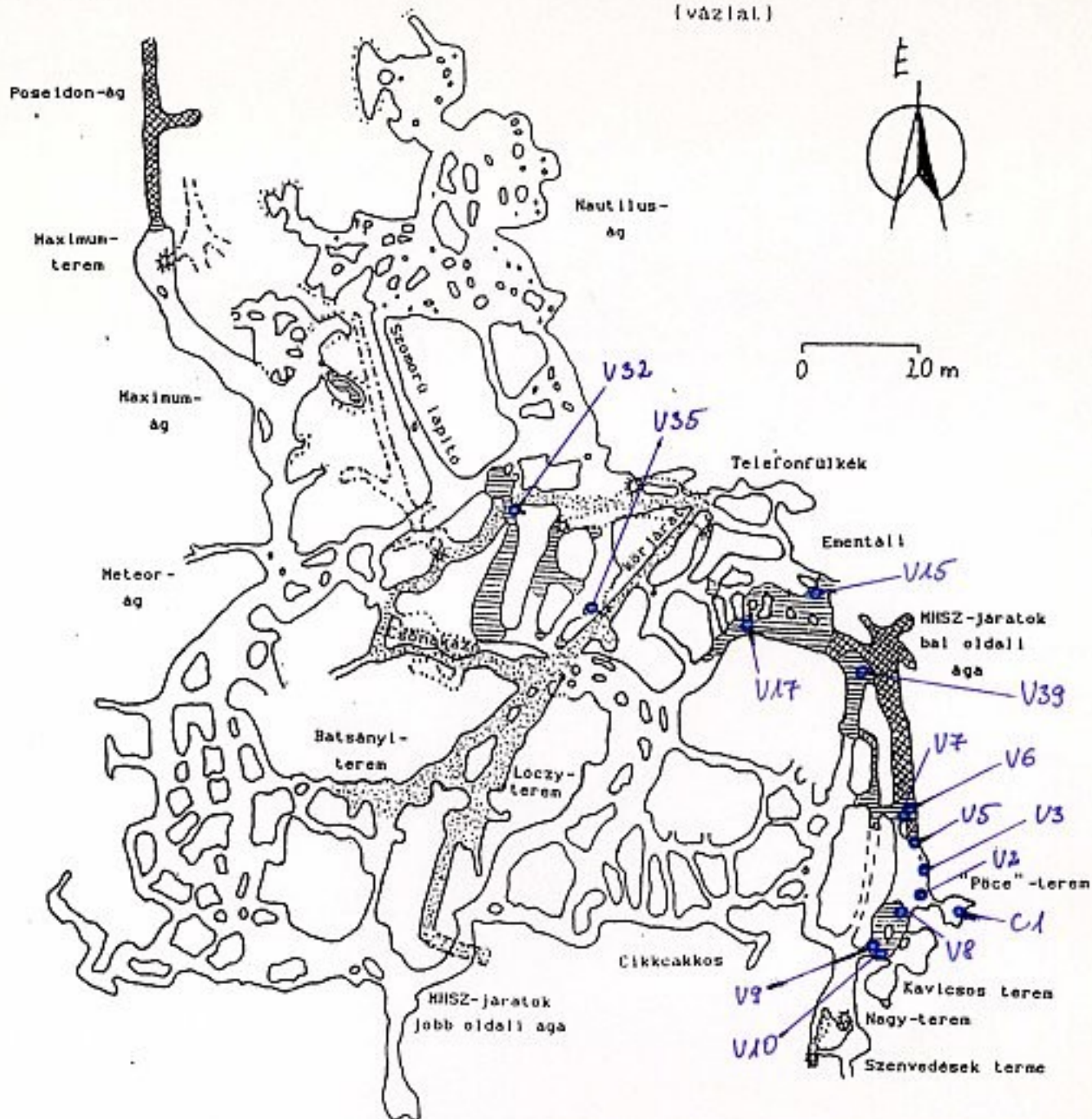
1991. ápr. 28: C1 - >3.000.000
1991. máj. 5: V24 - 1500
1992. jan. 25: C1 - 2180
1992. márc. 1: C1 - 1437
V2 - 616

1992. ápr. 5: V2 - 1090
V3 - 1100
V6 - 1700
V8 - 1090
V9 - 890
V15 - 500
V37 - 800
V39 - 3600

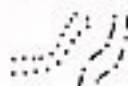



7. ábra

TAPOLCAI TAVASBARLANG

(vázlat)



Jelkulcs:

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

Készítette: Hardi Ágnes,
Kolláth János vázlata
(1990) és az északi rész
térképe (1992) alapján.

1993. Január

Kóliform baktériumokkal szennyezett helyek:

1991. ápr. 28: C1-1926
V2-10
V3-10
V5-10
V7-10
V8-10

1991. ápr. 28: V8-10
V10-20
1991. máj 5: V15-10
1991. júl. 22: V32-20
V35-90
1992. jan. 25: C1-40

1992. ápr. 5: V2-30
V6-80
V8-30
V8-180
V15-30
V17-10
V38-80

Az eredmények összefoglalása

1. A tapolcai barlangok vizét szennyezés éri, mely a karsztvízben kimutatható.
2. A kóliform szám eredmények alapján a barlangokban ezidáig három szennyező forrást tudtam behatárolni:
 1. A "Pöce"-termi kút alján befolyó víz.
 2. Kórház-barlangi csepegő víz a Barlangi tó lejárata előtti 15 m-es járatszakasról.
 3. Idegenforgalom, látogatók.
3. A karsztvízből kimutatott szennyeződés mértéke térben és időben változó.

A szennyezett vizek térbeli megoszlása:

Tavasbarlang

Allandóan szennyezettnek tekinthető a "Pöce" kútjának alján befolyó víz.

Gyakran mértem szennyeződést a "Pöce"-hez kapcsolódó MHSZ-járatok bal oldali ágában és az Ementáliban.

A Csónakázó kör környéki mintákban egyszer fordult elő kóliform baktérium kimutatható mennyiségben.

A Maximum-termi ágban és a Meteor-ág csepegő vizeiből egyszer sem kaptam pozitív kóliformszám eredményt. Kiugróan magas összcsíraszámot egy alkalommal találtam a V24 mintában.

Kórház-barlang

A Barlangi tó vizéből egyszer sem tenyésztett ki kóliform baktérium, de a tó lejárata előtti 15 m-en volt egy csepegő víz, amelyből ki tudtam tenyésztetni, tehát a csepegő víz szennyezett volt.

Malomtó

A Malomtóból 1991. május 12.-én szennyeződést kimutatni nem tudtam.

A szennyezettség mértékének időbeli változása:

A vizsgált időszakban a szennyezettség mértéke nem csak térben, de időben is erősen változott, mind a karsztvízben, mind a befolyó vizekben.

A mérési adatok alapján feltételezem, hogy az idegenforgalom a teljes idegenforgalmi szezon alatt (május 1.-től október 31.-ig) folyamatosan jelentkezik, mint szennyező forrás a tavasbarlangi Csónakázó kör környékén.

A jövőben több helyen szándékozom vizsgálatokat végezni az összefüggések és okok kiderítése céljából.

Utószó

A rendszeres mintavételben részt vettek:

Cseh Roland	Plecotus Barlangkutató Csoport
Fábián Zsolt	-"-
Hardi Ágnes	-"-
Hardi Noémi	-"-
Horváth Tamás Adám	-"-
Kisgyörgy Ferenc	-"-
Nagy Róbert	-"-
Szilaj Magdolna	-"-
Szilaj Rezső	-"-
Szöllősi Vágó Csaba	-"-
Szűcs László	-"-
Varga Miklós	-"-
Viza Ferenc	-"-

Dr.Egyházi Katalin
Dr.Hargitai Csaba
Mészáros László
Schreithofer Nóra
Zombó Norbert

Gyurcsa Gábor	Poseidon Sportegyesület
Markos Tibor	-"-
Rompos Károly	-"-

és a Poseidon Sportegyesület többi tagja.

Köszönetet mondok Dr Horváth Tibornak, a tapolcai barlangterápia főorvosának és Piedl Endrének, amiért engedélyüket adták a Kórház-barlangi mintavételekhez. Továbbá köszönöm Piedl Endrének, hogy rendelkezésemre bocsátotta vízminta vizsgálati eredményeit és ezzel is segítette munkámat. Külön fejezem ki hálámat tanárainnak, Dr.Hargitai Csabának és Dr.Egyházi Katalinnak, akik türelmesen elláttak segítséggel és jó tanácsokkal az eddigi munkámban. Végül köszönetet mondok a Poseidon Sportegyesület és a PLECOTUS lelkes tagjainak, akik a mintavételek barlangi részénél voltak a segítő társaim.