

CSERSZEGTOMAJI EXPEDÍCIÓ, 1997 Élettani, mikrobiológiai és klimatológiai kutatások a Cserszegtomaji- kútbarlangban

*Bognár Csaba–Fehér Katalin–dr. Hakl József–Janata Károly–Nagy Ferenc–
dr. Tóth Judit*

ÖSSZEFOGLALÁS

1997-ben földtani, élettani, klimatológiai és mikrobiológiai vizsgálatokat végeztünk a Cserszegtomaji-kútbarlangban. A vizsgálatok célja a barlang–ember kapcsolat alaposabb megismerése volt: ismereteket kívántunk szerezni arról, hogy a barlangi környezetben milyen változásokat okozhat a tartós emberi jelenlét, valamint arra is kíváncsiak voltunk, hogy az extrém környezet milyen változásokat okoz az emberi szervezetben. A humán hatás elsősorban a barlangi klíma egyes elemeinek változásaiban (pl. a hőmérséklet emelkedése) volt kimutatható, de nem tapasztaltuk a felszínről behurcolt mikroorganizmusok megtelepedését. A barlangi tartózkodással járó fokozott fizikai terhelés és az alacsony hőmérséklettel, magas páratartalommal, valamint magas széndioxid-koncentrációval és radon-szintekkel jellemezhető klimatikus körülmények hatására számos fiziológiai paraméter változását tapasztaltuk.

Bevezetés

Az 1996. évi expedíció adatainak feldolgozása során határozottá vált az a megállapításunk, hogy a tábort meg kell ismételni. Ezt részben a mérési adatok megerősítése, részben pedig a további, kiegészítő vizsgálatok elvégzése céljából tartottuk szükségesnek. Tervünk valóra váltása érdekében 1997. május 23. és 31. között tíz barlangász töltött a Cserszegtomaji-kútbarlangban egy hetet. A Lovassy-teremben létesített táborhely munkáját, akár az előző évben, felszíni bázis segítette. Az összehasonlíthatóság érdekében törekedtünk arra, hogy a körülmények, illetve a vizsgálatokban részt vevő személyek lehetőleg azonosak legyenek. A klimatológiai és fiziológiai vizsgálatokat kibővített eszközparkkal folytattuk, így reménykedhettünk abban, hogy számos új adat kerül birtokunkba. Elvégeztük a barlang és geológiai környezete kialakulásáról, földtani felépítéséről meglévő adatok összegyűjtését, illetve részleges reambulációját. A barlangi klímamérés kiegészítéseként az ÁNTSZ Veszprémi Intézete

szívességéből a felszínen környezetvédelmi mérőkocsi rögzítette a meteorológiai változásokat és folyamatosan mérte néhány — környezetvédelmi szempontból jelentős — gázkomponens elegyarányát a barlangi levegőben. A fiziológiai vizsgálatokat a RADELKIS Rt. segítségével, vérgázanalízissel támogatva végezhetjük.

Klimatológiai vizsgálatok

A klímamérések egyik célja a barlangi klíma emberi szervezetre gyakorolt hatásának vizsgálata, illetve a fiziológiai kutatás alátámasztása volt, de gyarapítani kívántuk a kútbarlangról rendelkezésre álló ismereteket is. A zavartalan — emberi jelenlét nélküli — alapállapot regisztrálása céljából az adatgyűjtést a tábor megkezdése előtt hat nappal (május 19-én) indítottuk. Terveinkben a „lecsengés” vizsgálata is szerepelt, de ez sajnos — technikai okok miatt — meghiúsult. A tábor alatt gyűjtött adatok értékelése során megállapítottuk, hogy a humán hatás markánsan befolyásolta a barlang bejárat

zónájának klímáját, egyes összefüggéseket megválasztottatott, illetve elmosott, így a kapott adatokat fenn tartással kell kezelni.

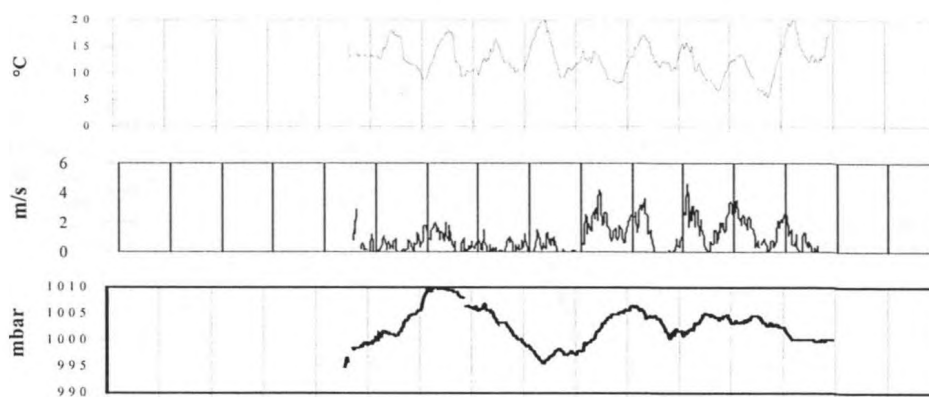
A barlang labirintus jellege miatt a bejárat zóna az egyetlen hely, ahol a légtérben zajló mozgások eredője mutatható ki, ezért itt tanulmányozható a felszíni klímáparaméterek barlangra gyakorolt hatása. E megfontolást szem előtt tartva itt alakítottuk ki a legfontosabb mérőhelyet. A bejáratot lezáró ajtón lévő 0,225 m² felületű nyílásra szereltük fel a légáramlás, a hőmérséklet és a páratartalom detektorait. A félórás átlagértékeket az ELTE Meteorológiai Tanszéke munkatársai által beüzemelt Campbell R10 típusú adatgyűjtő regisztrálta. Ehhez csatlakoztattuk a talaj-hőáram, talajnedveség, talajhőmérséklet és a léghőmérséklet detektorait is, amelyek a Kútalja és a Lovassy-terem közötti járatszakaszban kerültek elhelyezésre.

A Lovassy-terem elméleti középpontjában 1–1,5 m magasságból vettünk mintát a gázösszetétel vizsgálatához. A felszínen, a kút mellett települt környezetvédelmi mérőkocsi a levegőmintákat műanyag cső segítségével szivattyúzta ki. A minta metán-, összes szénhidrogén-, nem metán szénhidrogén-, nitrogén-oxidok-, kén-oxidok-, szénmonoxid- és ózon-tartalmának változását mértük. A széndioxid-koncentráció változását a teremben elhelyezett infravörös gáz-

spektrométer regisztrálta folyamatosan. A barlang belső zónáiból strandlabda segítségével vett levegőminták CO₂-tartalmát is ezzel a műszerrel vizsgáltuk.

A klimatológiai mérőrendszer kiegészítéseként hőmérséklet adatokat is rögzített a kútban elhelyezett három, illetve a Lovassy-teremben telepített negyedik Dataqua típusú radonmonitor is. A felszíni klímaadatokat a környezetvédelmi mérőkocsi meteorológiai műszerei gyűjtötték.

Az expedíció tartama alatt tapasztalt felszíni időjárás jelentősen eltért az előző expedíció során észleltől. A gyakori, szinte mindennapos frontátvonulások szokatlanul hűvös időjárást alakítottak ki. Az évszakos átlaghoz képest 2–4 °C-kal hűvösebb volt az idő, a gyakran viharos széllel kísért záporok, zivatarok, a gyakori felhőborítás miatt a napos órák száma 1–14 óra között alakult. A napi legalacsonyabb hőmérséklet 5,6–13,1 °C, a legmagasabb 14,1–20,7 °C között, a napi csapadék mennyisége 0–17 mm között változott. A kezdetben mért alacsony értékek után 22-étől folyamatosan emelkedett a légnyomás. Maximumát 25-én érte el (1010 mbar), a minimum (995,6 mbar) 27-én alakult ki, ezt követően 1006,5 és 1000,3 mbar között változott. A tábor utolsó napjaira szárazabb légáramok érték el a térséget, így a nappali felmelegedés lassú erősödését figyelhetjük meg. (1. ábra)



1. ábra. Felszíni hőmérséklet, szél erősség és légnyomás alakulása

A május 19-én telepített barlangi műszerek 23-áig az alacsony légnyomás miatt a belső zónákból kiáramló levegő hőmérsékletét mérték. Ennek átlaga 12,7 °C (a minimum: 12,3, a maximum: 13,1 °C) volt. Május 24-én költöztek le a barlangi tábor részvevői, és 31-éig tartózkodtak a Lovassy-terem — Kútalja térségében. Az emberi hatás jól követhető a hőmér-

séklet változásaiban. 24-én 13 és 15 felszíni °C, az utolsó napon, 31-én már 15 és 17,4 °C között változott a hőmérséklet. A távolabbi, humán hatással kevésbé terhelt mérőhelyeken telepített műszerek adataival összevetve megállapítható volt, hogy a változás nem a tendenciákban, hanem a hőingadozások amplitúdójában, illetve a mért abszolút értékekben

mutatkozott. A leírt tapasztalatok a barlangi légtér alacsony terhelhetőségére, vagyis a rendkívül csekély légmozgás miatti kis megújulási kapacitásra utalnak.

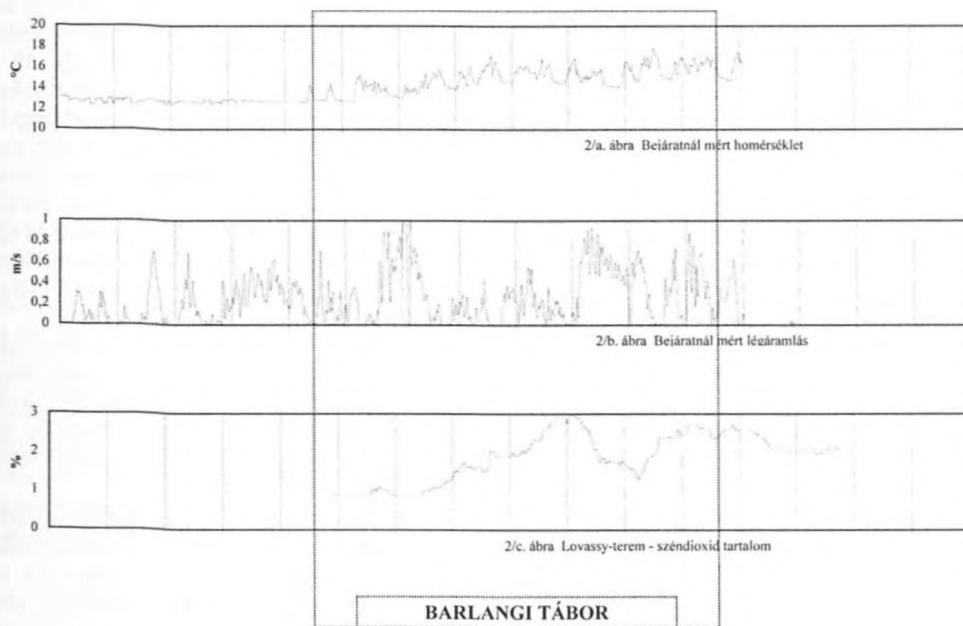
A relatív páratartalom 19–22-e között 98–100% között mozgott, 23-ától, a légnyomás emelkedésével párhuzamosan, a felszíni páratartalom-értékekkel közel párhuzamosan, 88 és 100 % között változott, jól mutatva a beáramló felszíni levegő hatását.

A légáramlás sebességét, amely 0 és 1 m/s között változott, a leszűkített bejárat szelvényben elhelyezett kanalas anemométer mérte (összehasonlításként idézzük *HAKL J.* megállapítását, amely a Rn-transzport alapján 2 m/h légáramlási sebességet határozott meg a bejárat környékén, a teljes szelvényre). Az érték a felszíni szél-erősséggel jól korrelálható, a légnyomásváltozás csupán a huzat irányát határozta meg. A felszíni hőmérséklet hatása nem volt kimutatható. A mérés, de különösen az adatok kiértékelése során csak erősödött az a véleményünk, hogy nagy érzékenységgű és irányrögzítésre is képes műszer szükséges a barlangi légáramlás korrekt vizsgálatához. A mérőszelvény leszűkítése ugyan lehetővé teszi kevésbé érzékeny eszközök alkalmazását, de ez a barlang természetes körülményeibe való durva beavatkozás, így a kapott ada-

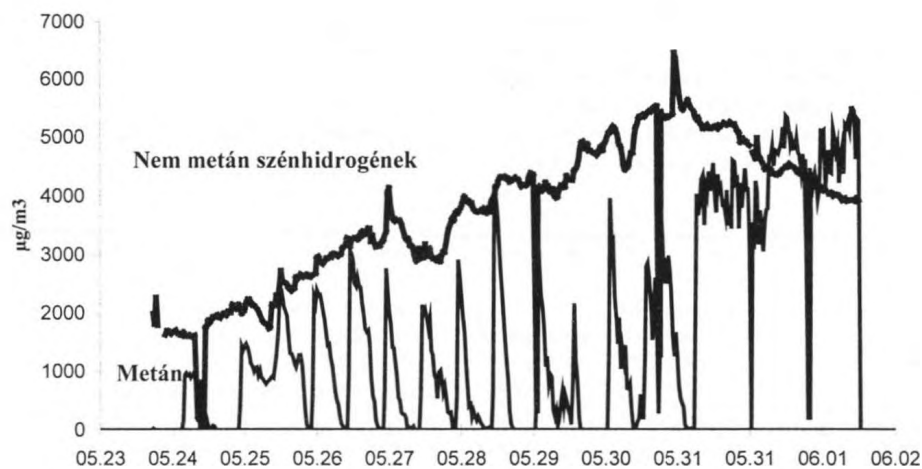
tokat jókora fenntartásokkal kell kezelni (2/a–b. ábra).

A barlangi levegő egyes gázösszetevőinek értékelése

A széndioxid-koncentráció változásainak vizsgálata most is megerősítette a jól ismert tételt, amely szerint a Cserszegtomaji-kútbarlangban a légnyomás változásával mutat antikorrrelációt. Emellett azonban — az adott felszíni időjárási helyzetben — sikerült kimutatni a lent tartózkodó barlangászok hatását is. Jóval érdekesebb az a tény, hogy az Északi-labirintus egyes pontjain rendszeresen alacsonyabb értékeket mértünk. Ez a tapasztalat azt sugallja, hogy ezeken a barlangszakaszokon, a felszínhez közelítő réteghatár mentén más szellőzési lehetősége is lehet a barlangnak. Ennek bizonyításához (vagy elvetéséhez) további vizsgálatok szükségesek. Ez évi méréseink alapján született az a feltételezés, hogy a széndioxid a közeli szénhidrogénmezőkről származik (*SÁSDI L.* szóbeli közlése), ennek biztonságos eldöntésére izotópos vizsgálatot tartunk szükségesnek. A téma tárgyalásakor meg kell említenünk azt a (szubjektív) tapasztalatot, hogy a lent tartózkodók közérzete nem mutatta a mért, 0,9–2,95 % koncentrációnál várható tüneteket (2/c. ábra).



2. ábra. Levegő hőmérséklet, légáramlás és CO₂ tartalom változása a Cserszegtomaji-kútbarlangban



3. ábra. A Lovassy-teremben mért metán és nem metán szénhidrogén értékek

A barlangi levegő gázkomponensei közül a széndioxid mellett a szénmonoxidot, a nitrogén és a kén oxidjait, az ózont, illetve a szénhidrogéneket mértük. A szénmonoxid átlagkoncentrációja ($0,108 \text{ mg/m}^3$), de maximuma (3 mg/m^3) is jelentősen elmaradt a környezeti levegő tisztasági követelményeinek szabványban megengedett értékhatárától. Forrását legnagyobb mértékben a dohányzás számlájára írhatjuk, ezt bizonyítja az is, hogy a barlangi tábornak megelőző, illetve annak kitelepülése utáni időszakban koncentrációja $0,02\text{--}0,04 \text{ mg/m}^3$ közötti értékeket vett csak fel. A nitrogén- és kén-oxidok átlagos értékei igen alacsonynak bizonyultak, bár meg lehetett állapítani, hogy behúzó légáramlás esetén a felszínről magasabb koncentrációban is bekerülhetnek a barlangi levegőbe. A környék alacsony szennyezettségét mutatja az, hogy még az így mért mennyiségek is csupán $10\text{--}20\%$ -át tették ki a szabványban megengedett határértékeknek. Hasonlóan felszíni eredetű a — meglepetésünkre — kimutatott ózon. A huzatirány változásait ugyan nem tudtuk regisztrálni, ennek ellenére szembevetendő volt, hogy a felszíni levegő erőteljes beáramlásának időszakában kaptunk „kiugróan” magas értékeket (átlag: 19 µg/m^3 , maximum: 110 µg/m^3). A felszín és a mérőhely közötti távolság nem volt elegendő az ózon elbomlásához.

Váratlan eredményt hozott a metán és a nem metán szénhidrogének koncentrációjának vizsgálata (3. ábra). A metán periodikusan, 12 óránként dúsult fel a barlangi levegőben, ilyenkor $2\text{--}4000 \text{ µg/m}^3$ koncentrációt is elért, majd rövid idő alatt 0 körüli értékre csökkent. A nem metán szénhidrogének mennyiségének változásában periodicitás nem volt tapasztalható,

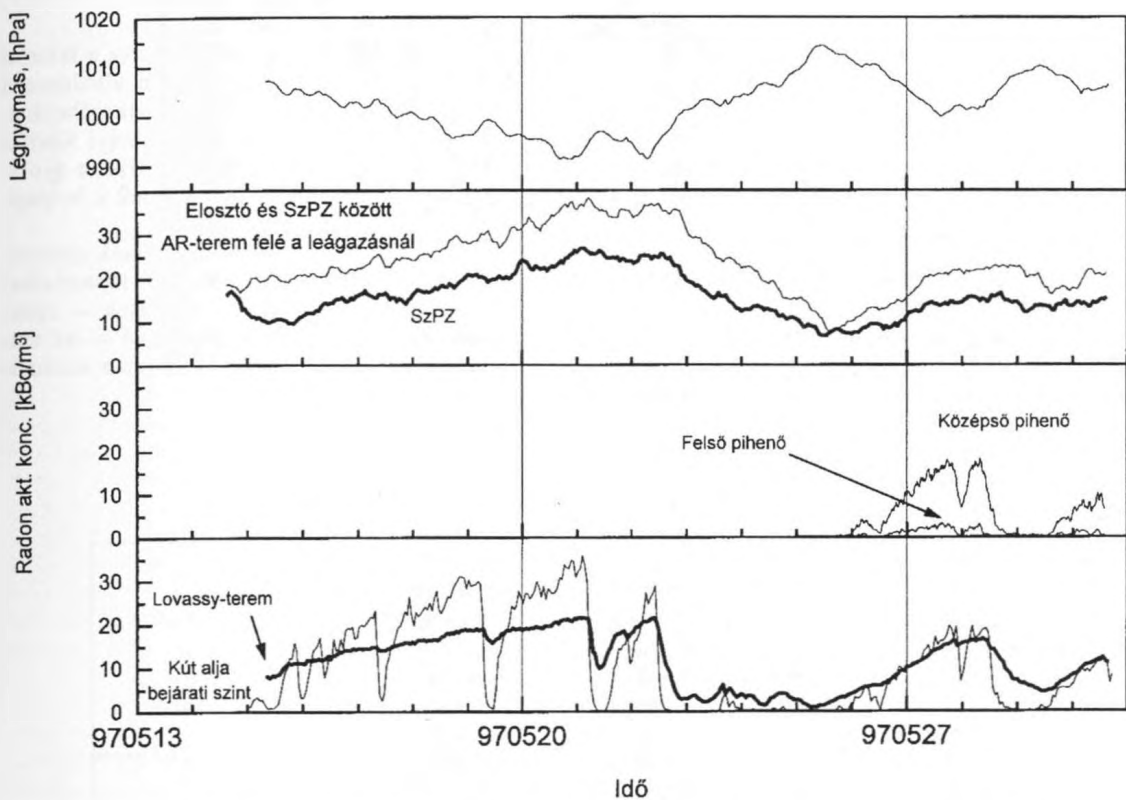
a kezdeti 2000 µg/m^3 érték viszonylag egyenletesen emelkedett a május 30-án észlelt 6000 µg/m^3 -ig. Ezt követően egyenletesen csökkent, a mérés befejezésekor (június 2-án) 4000 µg/m^3 -t mértünk. A mért szénhidrogén-mennyiségek jelentőségét egyrészt abban látjuk, hogy tudomásunk szerint barlangi légtérből eddig még nem kerültek kimutatásra, illetve abban, hogy viszonylag magas koncentrációkat észleltünk. Mennyiségük változására sem a felszíni klímaparaméterek, sem a barlangászok lent tartózkodása nem volt hatással. Forrásuk nyilvánvalóan nem a felszín, hanem valószínűleg szintén a közeli szénhidrogén-telepek, de a metán esetében elképzelhető, hogy a barlang fedőrétegeiből származik, amelyeket a kút harántol. A metán-koncentráció periodikus változásának magyarázatára több feltevésünk is van, ezek közül legkézenfekvőbbnek az atmoszférikus nyomás napi menetével való kapcsolat tűnik (ennek periódusideje ugyancsak tizenkét órás és napi maximuma egybeesik a metánéval). A változás követi a közeli Hévíz egyes kútjaiban tapasztalható karsztvízszint-ingadozást (SASDI L. szóbeli közlése).

Meg kell említenünk, hogy a barlangi levegő nyomgáz-összetevőinek témája, érdekessége miatt további, esetleg hosszabb időtartamra kiterjedő vizsgálatokat igényel, a méréseket lehetőleg automata műszerekkel, az emberi jelenlét minimalizálásával kellene végezni.

A barlangi levegő gázkomponensei között kiemelt jelentősége van a radonnak és bomlástermékeinek. Május 15. és 30. között a bejárathoz, a Lovassy-terembe és az Elosztó utáni szakaszon elhelyezett műszerekkel mértük a radon aktivitás-koncentrációt, 25-én további két műszert helyeztünk el a kútban, a

felső és a középső pihenőn. A műszerek Dataqua és AlphaGuard PQ 2000 típusúak voltak, egy kivételével a légnyomás- és a hőmérséklet-adatokat is rögzítették. Az idősorok tanulmányozása során megfigyelhető volt a már jól ismert antikorrrelációs kapcsolat a légnyomás és a radon-koncentráció változásai között.

A barlang egyes pontjain mért radon szintek között, esetenként jelentős különbség volt észlelhető, ami helyi körülményekre vezethető vissza. Különösen érdekes az a tapasztalat, hogy a Lovassy-teremben fele akkora koncentrációkat észleltünk, mint a bejáratnál (4. ábra).



4. ábra. A légnyomás és a radonaktivitás-koncentráció változása a Cserszegtomaji-kútbarlangban

A tábor megelőzően egyenletesen csökkenő légnyomás egyenletes Rn-szint emelkedést okozott (35 kBq/m³ volt a maximum). Május 21. és 24. között a hirtelen megemelkedett légnyomás következtében a bejárat közelében 0 körülire, de még a belső zónákban is egyharmadára-negyedére csökkent az aktivitás-koncentráció (5. ábra). A május 25-én a kútba telepített műszerek hasonló tendenciákat (de természetesen kisebb abszolút értékeket) rögzítettek.

Mikrobiológiai vizsgálatok

A mikrobiológiai vizsgálatokat az 1996-os expedíció alatt bevált módszerekkel végeztük. Már

ekkor kiderült, hogy a szedimentációs mintavétel elhagyható, mivel nem nyújt többletinformációt a centrifugális mintavételi módszerrel szemben. Kedvezőtlen tapasztalataink miatt ez évben nem használtuk a SARTORIUS MD 8-as mintavevő berendezést sem. A jól bevált BIOTEST RCS-Plus mintavevőt össz-csíraszám meghatározásra és Staphylococcus izolálásra alkalmas táptalajcsíkokkal alkalmaztuk. Az alapállapot rögzítése céljából a tábor megelőző négy hétben két alkalommal vettünk mintát a felszínen, a kút aljában, a Lovassy-teremben, az Elosztóban, illetve alkalmanként a Toldy-teremben, valamint a Szabó Pál Zoltán-teremben. A tábor ideje alatt napi két alkalommal,

reggel és délután történt mintavétel, majd a tábor kitelepülése után két héttel vettünk mintát az említett pontokon.

A mintákat egy éjszakán 37 C°-on, majd két napig szobahőmérsékleten inkubáltuk, ezután véres agarra szélesztve kerültek meghatározásra.

A fentebb vázolt klimatikus körülmények között mikroorganizmusokban gazdag felszíni levegő áramlott be a barlangba, így a tábor ideje alatt a baktériumszám végig állandó szinten maradt (1. táblázat). Kórokozó baktériumot ennek ellenére nem találtunk a légtérben. Legnagyobb mennyiségben a Bacillus nemzetség tagjai (31%), micrococcusok (18%) és coaguláz-negatív Staphylococcusok (39%) tenyészték ki (2. táblázat).

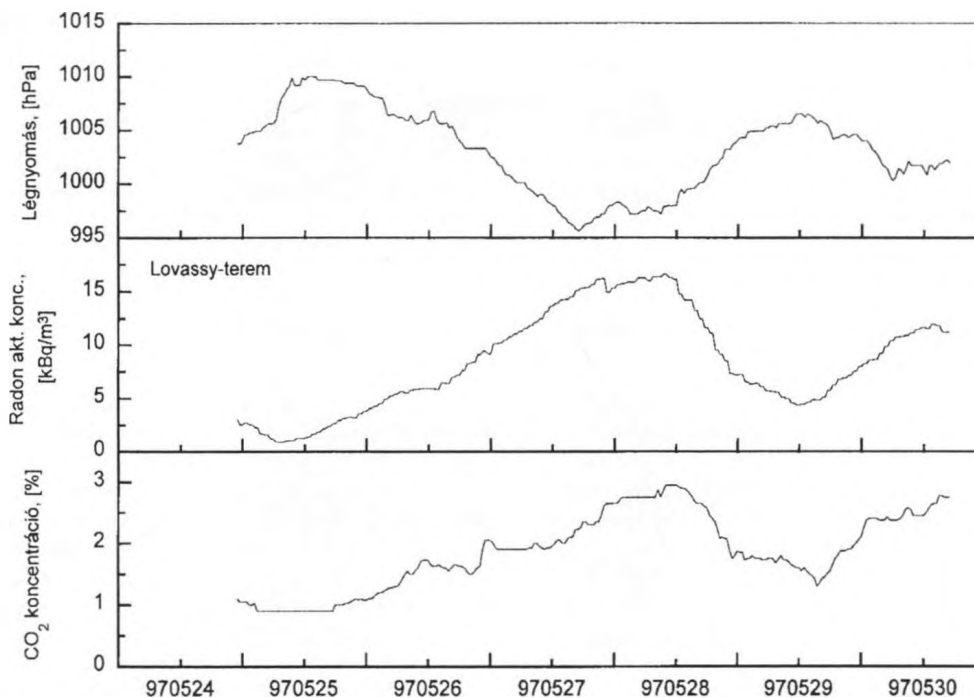
Az előző évihez hasonlóan a résztvevők (a bázis- és a barlangi tábor tagjai) orr- és torokváladék-mintáit is vizsgáltuk, két órán belül véres, csokoládé és vancomycines csokoládé agarra feldolgozva. A mintavételt a tábor ideje alatt

naponta, a megelőző és záró vizsgálatok keretében pedig három-három alkalommal végeztük. A vizsgált minták zömmel sterilek voltak, csak néhány esetben sikerült Moraxella (Branchamella) catarrhalist izolálni.

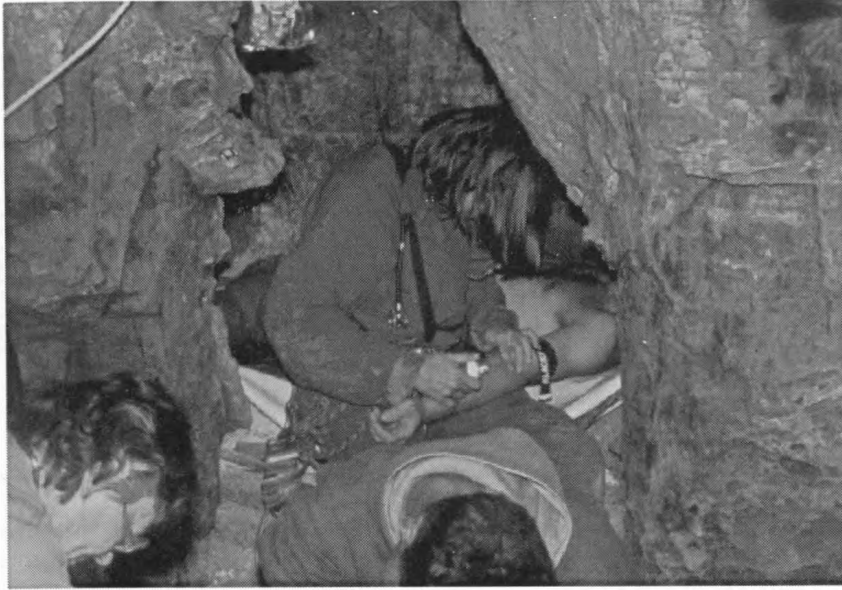
Élettani vizsgálatok

A barlangi tábor résztvevőin, illetve a felszíni kontroll-csoport tagjain az 1996-ban alkalmazott módszerekkel végeztünk fiziológiai vizsgálatokat. A laborvizsgálatokat ezúttal a Keszthelyi Kórház laboratóriuma végezte el, illetve vizelet-gyors-tesztet és vérgázanalízist alkalmaztunk a helyszínen.

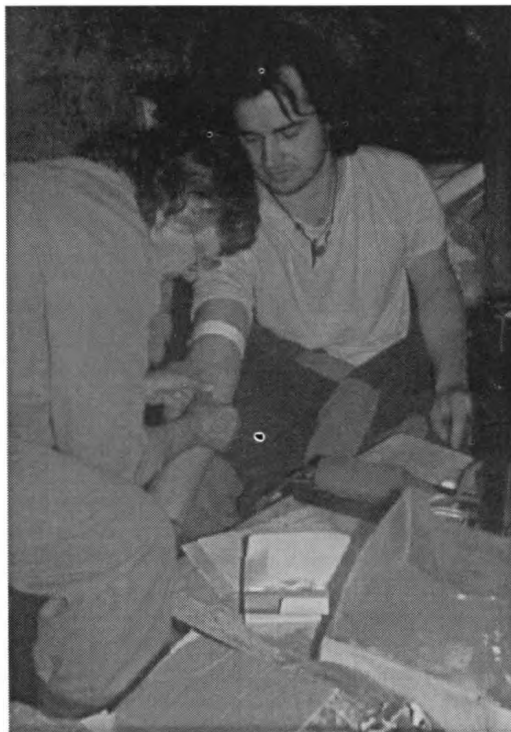
A megelőző és záró laborvizsgálatok eredményei között jelentős eltérés nem volt tapasztalható. A tábor ideje alatt beálló változások — egészséges, fiatal szervezetekről lévén szó — az extrém körülmények megszűntével gyorsan normalizálódtak.



5. ábra. A légnyomás, a radonaktivitás-koncentráció és a CO₂-koncentráció változása a Cserszegtomaji-kútbarlangban



Orvosi vizsgálat és vérvétel a barlangban



A telepképző egységek(CFU) átlagos száma/50 l levegő

	Tábor előtt		Tábor alatt							Tábor után	
	1	2	1	2	3	4	5	6	7	1	2
Felszín	43	58	42	34	65	72	63	58	34	66	49
Kút alja	34	56	38	34	55	56	60	45	55	34	57
Lovassy-terem	23	12	102	56	64	50	57	35	45	29	46
Elosztó	12	9	56	34	33	31	40	36	23	20	25
Sz.P.Z-terem	5	7	12	9	4	3	10	12	5	5	8
Toldy-terem	11	14	13	12	10	6	8	10	10	10	8

A Csersegtomaji-kútbarlangban identifikált baktériumtörzsek

<i>Alcaligenes sp</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>Alcaligenes faecalis</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
<i>Aeromonas sp.</i>	<i>Bacillus circulans</i>
<i>Aerococcus viridans</i>	<i>Bacillus macerans</i>
<i>Flavobacterium sp.</i>	<i>Chromobacterium violaceum</i>
<i>Nocardia sp.</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
<i>Micrococcus sp.</i>	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>
<i>Micrococcus luteus</i>	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>
<i>Kochuria sp. (syn: Micrococcus)</i>	<i>Staphylococcus hominis</i>

A speciális klíma — a fokozott CO₂-terhelés, a fény hiánya, magas relatív páratartalom stb. — hatására kismértékű (hangsúlyozottan a normál tartományon belül maradó), de jól kimutatható fiziológiai változásokkal reagált a barlangászok szervezete. Megállapítható volt a perifériás keringés romlása, amelyet az alacsonyabb testhőmérséklet mellett a magasabb széndioxid-koncentráció okozott a szimpatikus tónus fokozódásán (adrenalin- és noradrenalin-szint növekedés) keresztül, erőteljes perifériás érösszehúzódást előidézve. Ennek következtében centralizált volumtöbblet állt elő, amely viszont hormonális hatásokon keresztül a volumenháztartás új egyensúlyának beálltához vezetett, vagyis a bevitt és ürített folyadék egyensúlya felborult: a vizsgálat alanyai a napi folyadékbevitt meghaladó mennyiségű vizeletet ürítettek (folyadék-igényük viszont alacsonyabb volt, mint a felszínen). A vér laktátdihidrogenáz-, illetve a vizelet urobilinogén- és bilirubin-szintjének megnövekedése a vörösvértest-öregedés felgyorsulására utal, ami végeredményben szintén a — lehülés, valamint a széndioxid-terhelés következtében — megromlott keringésre

vezethető vissza, de esetleg (a magas radon-koncentrációval együtt) a májműködésben is okoznak hasonló tünetekkel járó változásokat. A fokozott fizikai terhelés és a lehülés együttesen okozták a veseküszöb csökkenését, aminek következtében megjelent a vizeletben a fehérje. A belélegzett széndioxid-mennyiség emelkedésével csökkent az oxigénszaturáció és az oxigén parciális nyomása a vérben, de kisebb mértékben, mint ahogy azt a korábbi vizsgálatok (Baradla-barlang: dr. TÖRŐCSIK) alapján vártuk.

Zárszó

A vizsgálatok alapján minden diszciplína birkózik a felmerült kérdésekkel, amelyeket csak további, esetleg kiterjesztett kutatások válaszolhatnak meg. Ezek közül zárszóként vetünk fel néhányat: a szénhidrogének jelenléte és koncentrációváltozásai a barlang légtérében; milyen szabályszerűségekkel változik a Rn- és CO₂- koncentráció a barlang egyes zónáiban; van-e szerepe (és mekkora) a fiziológias változások kialakulásában a fény hiányának, esetleg

a cirkadián ritmus megváltozásának; honnan származik a levegőben lévő széndioxid stb. A kérdések megválaszolása részben a Cserszegtomaji-kútbar-

lang további kutatása, részben pedig más környezeti hatást nyújtó barlangokban végzett vizsgálatok útján lehetséges.

Bognár Csaba
„Johan Béla”
Országos
Epidemiológiai
Központ,
1097 Budapest,
Gyáli út 2–6.

Fehér Katalin
Eötvös Loránd
Tudományegyetem
Természetföldrajzi
Tanszék,
1083 Budapest,
Ludovika tér 2.

Janata Károly
Duna-Ípoly
Nemzeti Park
Igazgatóság,
1025 Budapest,
Hűvösvölgyi út 52.

Nagy Ferenc
ÁNTSZ
Veszprém
megyei
Intézete
8200 Veszprém,
József A. u. 36.

dr. Hakl József
MTA
Atommagkutató
Intézet,
4001 Debrecen,
Bem tér 18/c.

dr. Tóth Judit
Fővárosi
Szent János
Kórház,
1125 Budapest,
Diósárok út 1.

(ANTEUS Mikro-
biológiai Barlang-
kutató Csoport)

(Pagony
Barlangkutató
Csoport)

(Pagony
Barlangkutató
Csoport)

(Magyar
Barlangi
Mentőszolgálat)

I R O D A L O M

- Acheron Barlangkutató Szakosztály évi jelentései 1982–1990. — *Kézirat, MKBT Adattár*.
- BOISSOU, P.–GUEZENNEC, C. Y.–DEFER, G.–PESQUIES, P. (1987): Oxygen Consumption, Lactat Accumulation and Sympathetic Response during Prolonged Exercise under Hypoxia. *Int. J. — Sports Med.* 8. p. 266–269.
- CAZZOLA, G., SABINI, A. (1976): Controllo microbiologico dell'aria confinata in arianti. — *Industria alimentare*; 6. (129). p. 69–76.
- FEHÉR KATALIN (szerk.) (1996): Élettani és klimatológiai kutatótábor a Cserszegtomaji-kútbarlangban. — *Kézirat, KTM Barlangtani Intézet, Bp.*
- FEHÉR KATALIN (szerk.) (1998): Élettani és klimatológiai vizsgálatok a Cserszegtomaji-kútbarlangban — 1997. Az Élettani és Klimatológiai Munkacsoport jelentése. — *Kézirat, KTM Barlangtani Intézet, Bp.*
- FORTNEY, M. SUZANNE–VROMAN, B. NEIL (1985): Exercise, Performance and Temperature Control: Temperature Regulation during Exercise and Implications for sports Performance and Training. — *Sport Medicine* 2. p. 8–20.
- HAKL J.–HUNYADI I.–VÁRHEGYI A. (1994): The study of subsurface radon transport dynamics based on monitoring in caves. — *Journal of Environmental Geochemistry and Health (in press)*.
- HAKL J.–VÁRHEGYI A.–GÉCZY G.–CSIGE I.–HUNYADI I.: Radon transport in fractured porous media—experimental study in caves. — *Proc. 6th Int. Symp. on the Natural Radiation Environment, Montreal, Canada*.
- HAKL J. (1995): Radon as a tracer in environmental studies. — (PhD-disszertáció) Debrecen, 1997.
- NÉMEDI LÁSZLÓ (1990): A levegőmikrobiológiai vizsgálatok elméleti és gyakorlati kérdései. — *KGI.; Bp.* p. 5–16.
- ROGERS, M. A.–STULL, G. A.–APPLE, F. S. (1985): Creatin kinase isoenzyme activities in men and women following a marathon race. — *Med. and Science in Sports and Exercise*. 17. p. 679–682.

- SCWANNE, J. A.–JOHNSON, S. R.–VANDENAKKER, C. B.–ARMSTRONG, R. B. (1983): Delayed-onset muscular soreness and plasma CPK and LDH activities downhill running. — *Med. and Science in Sports and Exercise*. 15. p. 51–56.
- SHEPHARD, ROY J. (1985): Adaptation to Exercise in the Cold. — *Sport Medicine* 2. p. 59–71.
- VÁRHEGYI A.–HAKL J. (1994): A silicon sensor based radon monitoring device and its use in environmental geophysics. — *Geophysical Transactions, Vol. 39. No. 45.* p. 289–302.

CSERSZEGTOMAJ EXPEDITION 1997 Physiological, microbiological and climatological investigations in Cserszegtomaj Well Cave

Within the frame of a ten-days underground camp, geological, physiological, climatological, and microbiological investigations were carried out in Cserszegtomaj Well Cave in 1997. The aim of these researches was to widen the knowledge on interrelations between cave and man: which changes a permanent human presence induces in the cave environment, and, respectively, which changes the extreme cave environment induces in human physique. The human impact could mainly be detected in changes of certain elements of cave climate (e.g. increasing of temperature), but establishment of micro-organisms introduced from the surface was not observed. Under the influence of the increased physical load due to staying in the cave and the special climatic conditions characterised by low temperature, high humidity, as well as high carbon-dioxide and radon concentrations, changes in several physiological parameters were detected.