
S Z E M L E

CSERSZEGTOMAJI EXPEDÍCIÓ 1996

Élettani és klimatológiai kutatások a Cserszegtomaji-kútbarlangban

1996. tavaszán egyhetes expedíciót szerveztünk a Cserszegtomaji-kútbarlang kutatására. Fő célunk a barlangi környezet emberi szervezetre gyakorolt hatásának vizsgálata volt. A fiziológiás adatok értékelésének megkönnyítésére folyamatosan mértünk néhány klimatikus paramétert és felvételeztük a barlang, valamint a vizsgálati alanyok mikroflóráját is. E „kiegészítő” tevékenységek az adatok feldolgozása során önálló jelentőségre is szert tettek.

A Keszthelyi-hegység dényugati peremén, Keszthelytől 10 km-re, a cserszegtomaji községi temető kútjából nyíló – kialakulását, térbeli elhelyezkedését, képződményeit és klimatikus sajátosságait tekintve egyedülálló – barlangban tíz barlangász töltött egy hetet. Programjukban feltáró kutatás, térképezés és a klímavizsgálatok elvégzése szerepelt. A lent tartózkodó barlangászok fiziológiai állapotának változásait napi orvosi vizsgálatokkal követtük nyomon.

A félszáz méternyi vastagságú, víz- és légzáró fedőképződmények alatt, a triász dolomit és a rátelepült pannon homokkő réteghatárán, hévizek hatására kioldódott járatok az egykori trópusi őserdőkarszt formáit őrizték meg. A járatok átlagos magassága 0,5–1 m, nagyobb termek csak ott alakulhattak ki, ahol a dolomit mélyebb rétegeiben keletkezett üregek össze tudtak nyílni a, felettük lévő, a réteghatárral érintkező szinttel. A szűk keresztmetszetű, labirintusos folyosók fala és főtéje a hévizek hatására nagy vastagságban átková sodott homokkő. A barlang a felszínnel csak egy ponton érintkezik: a harmincas években, amikor a vízhiánnyal küszködő szőlősgazdák megásták a – ma már szárazon álló – kutat, itt jutottak be, és máig ez az egyetlen bejárat. Ennek következtében a légcsera a felszíni légnyomás változásainak függvényében történik.

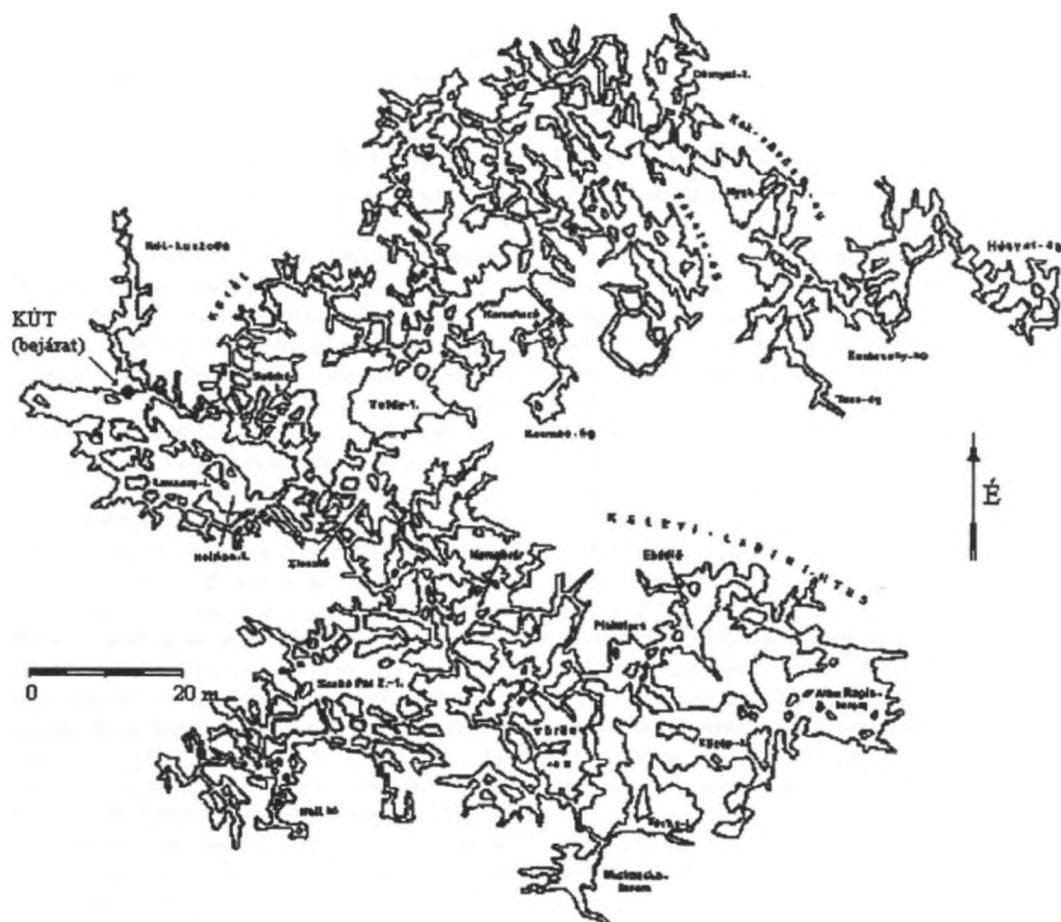
A bejáratától tizenkét méter távolságban lévő Lovassy-terembe települt a tábor. Az innen nyíló oldaljáratok voltak a „hálósobák”, a pihenő és társalgó pedig a bejárat teremben – a „Kútaljában” – alakult ki. A kútban a közlekedés és az anyagszállítás megkönnyítésére a barlang bejárat szintjén deszka járófelületet alakítottunk ki. Itt ke-

rült elhelyezésre a WC is. Az „anyagcseretermékeket”, a hulladékokat és a szennyvizet a felszínre szállítottuk. A barlangászok időbeosztását a rendszeres időközönként ismétlődő orvosi vizsgálatok és a folyamatosan végzett klímamérések határozták meg.

A felszínen, a kút bejáratánál elhelyezett állandó ügyelet telefonösszeköttetésben állt a barlangi táborral és a Kútaljával. Az ellátást végző felszíni tábor a kúttól kb. 600 m-re lévő kultúrházban, a „Palotában”, az egykori Festetich-szőlők központjában helyezkedett el. Itt volt a konyha, a raktár, az orvosi és a bakteriológiai laboratórium és itt végeztük el a szén-dioxid-minták mérését is.

A klímavizsgálatok elsődleges célja az élettani kutatásokat támogató adatok szolgáltatása volt, de önálló értékelésüktől, illetve a radiometriai adatokkal való összevetésüktől is eredményeket vártunk. A hagyományos meteorológiai elemeket (hőmérséklet, légnyomás, páratartalom, valamint a légáramlás iránya és sebessége) a bejáratnál kialakított mérőhelyen félóránként rögzítettük. A légáramlás mérésére lapátkerékes anemométert alkalmaztunk, ezért a bejáratot 15x15 cm keresztmetszetűre szűkítettük le. A felszíni hőmérsékletet és páratartalmat egy, a kút közelében működő termohigrográf rögzítette.

A barlang éghajlati alapadatai a következők: a hőmérséklet átlaga 13 °C, a relatív páratartalom 95–100 %. A becsepegő vizek hiánya miatt az aeroszol mennyisége alárendelt, viszont a nehezen ülepedő por miatt a levegőben viszonylag nagy a szilárd fázis aránya. A levegő összetételére támpontot nyújt egy, az Alba Regia-teremben vett minta gázkromatográfiás elemzése (Acheron Szanosztály, 1986), amely szerint az oxigén 18,4 %, a nitrogén 79,3 %. A szén-dioxid-koncentráció a mintavétel idején 2,3 % volt. A barlang klimatikai érdekességét sajátos szellőzési viszonyai okozzák. Ismereteink szerint a befoglaló kőzetek: a dolomit és a pannon homokkő fedőjét alkotó víz- és légzáró rétegek miatt csak a bejáraton keresztül csatlakozik a felszínhez, így légcsera csak itt történhet, amelyet a megfigyelések szerint a felszíni le-



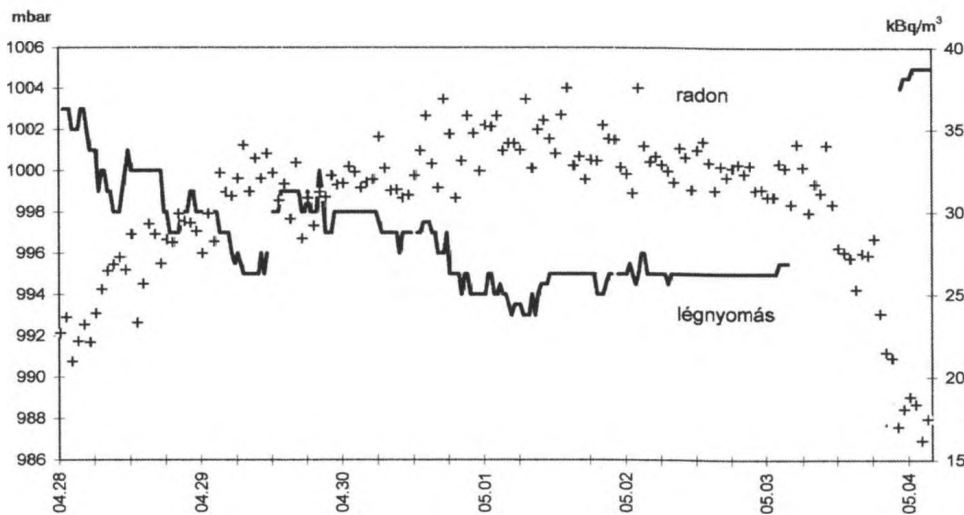
1. ábra. Csersztomaji-kútbarlang (alaprész)
Szerk. Kárpát József (Acheron) 1989.

vegő nyomásváltozásai szabályoznak. Amikor a barlangi levegő nyomása magasabb a felszíninél, a kúton keresztül kiáramlik. Az ilyen időszakokban a barlangban megemelkedik a radon és a szén-dioxid koncentrációja. Ha a felszíni levegő nyomása a magasabb, a folyamat megfordul és friss felszíni levegő nyomul a barlangba, a magas radon- és szén-dioxid-tartalmú levegőt a belső zónákba, illetve a repedésrendszerbe szorítva.

A mérések megkezdésekor a helyi légnyomás értéke 1003 mbar volt. A második napon 995 mbar értéket mértünk, azaz a 24 óra alatt 8 mbar volt a légnyomásesés. Kisebb-nagyobb ingadozások mellett ez az átlagos érték volt jellemző a tábor egész időszaka alatt. A tartósan alacsony légnyomás következményeképpen kiáramló huzatot tapasztaltunk, emiatt a Kútaljában mért hőmér-

séklet és páratartalom értékek a lent tartózkodó barlangászok hő- és párákibocsátásával torzulnak, így csak a humán hatás értékelhető. Az átlagosan 13 °C-os hőmérséklet 15,5–16 °C-ra emelkedett és a második naptól ezen az intervallumon belül mozgott.

A barlang zsákszerű viselkedésének megfelelően a radon- és a szén-dioxid-koncentráció a belső zónák felé haladva növekszik. Sajnos az expedíciónak szén-dioxid-mérő műszer nem állt rendelkezésére, ezért a báriumhidroxidos elnyelés módszerével kíséreltük meg nyomom követni a koncentráció változását. Impingerbe helyezett 20 cm³ 0,1 n Ba(OH)₂ oldaton 1 dm³ levegőt szívattunk át kézi, illetve motoros pumpával. A mintát 0,1 n sósavval titráltuk, fenolftalein jelenlétében. Az ennek alapján számított CO₂-koncent-



2. ábra. Az Elosztónál mért radon-tartalom és a légnyomás változása

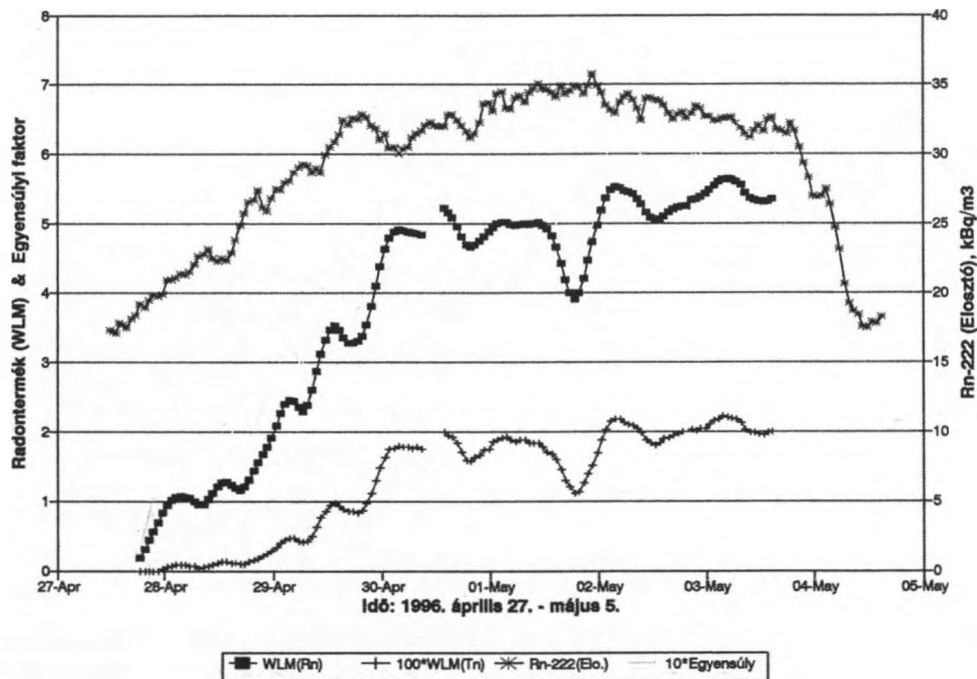
rációk tapasztalatainknak és a magas Rn-tartalomnak ellentmondóan alacsonyak voltak. A későbbiekben megállapítottuk, hogy a hiba magában a mérési módszerben rejlett. A szén-dioxid tökéletes elnyeléséhez ugyanis hosszú idő szükséges. Ez a tény a módszer barlangi felhasználását megnehezíti, illetve lehetetlenné teszi. A mérési eredmények ennek ellenére jelzik a szén-dioxid-koncentráció emelkedését. (A korábbi, Dräger-pumpával, valamint mérőkapszulával végzett mérésekre támaszkodva, szervezetünk reakciója alapján a Kútalján 1–1,5 %-ra, az Alba Regia-teremben 4–4,5 %-ra becsüljük az induló CO₂-koncentrációt. Az utolsó napon már a Szabó Pál Zoltán-terem—Homokvár zónájában tapasztaltunk magunkon 4–5 % szén-dioxid-tartalomnak megfelelő „levegőhiányt”. A Kútaljában ekkorra az öngyújtót nem, a gyufát alig tudtuk meggyújtani.

Az alacsony értéken stabilizálódott légnyomás következményeképpen az eleinte erőteljesen kifelé mozgó légáramlás irány- és intenzitás-változásai pulzáló jellegűvé váltak. A mozgást a felszíni levegő hőmérséklet-menetével tudtuk korrelálni. Az esti lehüléssel a pulzálás csökkent, majd leállt, a délelőtti felmelegedéssel pedig újra megindult.

A barlang klímakomponensei között (nem kis részben élettani hatása miatt) kiemelt jelentőséget tulajdonítunk a radioaktivitásnak. Az ATOMKI vizsgálatai már a hetvenes évek vége felé felhívták a figyelmet arra, hogy egyes barlangokban

időnként figyelemre méltóan magas radonkoncentrációk tapasztalhatók. A Cserszegtomaji-kútbarlangban expedíciónk idején folyamatban volt egy nyomdetektoros radiometriai mérés, amelyet a tábor ideje alatt az egyéni radon-expozíciók vizsgálatára személyi doziméteres méréssel egészítettünk ki. A folyamatos idősorok regisztrációjára alkalmas DATAQUA gyártmányú fotodiódás nyomdetektorral felszerelt műszerekből öt volt elhelyezve a barlang jellemző pontjain (Kútaljja, Elosztó, Szabó Pál Zoltán-terem, Alba Regia-terem, valamint az Északi-labirintusban a 9. sz. azonosítási pont). A műszerek egyórás regisztrációra voltak beállítva, három közülük a Rn²²² mellett a hőmérsékletet és a légnyomás változását is mérte. A Kútalján elhelyezett műszer sajnos az expedíció ideje alatt meghibásodott, így négy műszer adatai voltak értékelhetők.

A tábor időtartama alatti idősorokat elemezve és a légnyomás görbéjével összevetve szembe tűnő a két paraméter szinte tökéletes antikorrrelációja. A légnyomás erőteljes esése, majd tartósan alacsony értéken való stabilizációja következtében a barlangi légtérbe nagy mennyiségű radon került. Az ATOMKI munkatársainak több évet átfogó folyamatos méréseinek elemzéséből tudjuk, hogy az ilyen tartósan alacsony légnyomásnak a valószínűsége kisebb, mint 1%. Ugyanezen forrásból ismert az is, hogy a várható átlagos radon-szintnek kb. a kétszerese állt be a szélsőséges nyomásviszonyok következtében. A Rn²²² légnyomással való szoros kapcsolata – akárcsak a



3. ábra. Cserszegtomaji-kútbarlang – Radontermék (WLM) mérés

klimatikus sajátosságok – a barlangi légtér elszigeteltsége alapján értelmezhető. Az egyetlen bejárat miatt nem tud kialakulni a más barlangokra jellemző, a külső és a belső levegő fajsúlykülönbségén alapuló áramlásrendszer. Az alacsony légnyomásnál kiáramló barlangi levegő „megszívja” a repedésrendszert és a magas Rn-koncentrációjú póruslevegő beáramlik a barlangba. Növekvő, illetve magas légnyomású időszakban a folyamat megfordul és a felszínről beáramló levegő nyomása a pórusterbe szorítja a magas radonkoncentrációjú levegőt. Hosszabb időszor vizsgálatánál szembevetünk az is, hogy szezonális menet nem figyelhető meg. Az egyes mérőpontokon felvett görbék arról tanúskodnak, hogy a legalacsonyabb koncentrációk a bejárat, a legmagasabbak pedig a legbelső zónákban mérhetők. Ez a jelenség egybevág a szén-dioxid viselkedésével és a fentebb vázolt modellel jól értelmezhető. A koncentráció-eloszlás azonban térben nem egyenletes. A Kútalja és az elosztó között hirtelen emelkedik meg a koncentráció, beljebb haladva a további emelkedés már kisebb, ez azt jelenti, hogy már a bejárat közelében is számíthatunk magas Rn-értékekre. A szén-dioxid a vizsgálatok szerint jóval egyenletesebben emelkedik, és az igazán magas értékeket többnyire csak a

legbelső zónákban éri el. Ezt a különbséget a két gáz forráseloszlása magyarázza: a radon forrása a barlangot befoglaló kőzet, a szén-dioxid viszont távolabbi forrásból származik. A nyomás hatására pumpáló légmozgás ezért a szén-dioxidra jóval erőteljesebb hígító hatást gyakorol.

A barlangban tartózkodó személyek sugárterhelése elsősorban nem a radontól, hanem annak rövidéletű alfa-sugárzó bomlástermékeiktől (Po^{218} és Po^{214}) ered. A belégzett radon szinte teljes egészében kikerül a szervezetből, csupán egy egészen kis része bomlik el éppen a tüdőben. A radon-bomlástermékek viszont kémiai jellegük miatt (fémionok) kicsapódnak a levegőben lévő por- és aeroszol-részecskékre, amelyek belelegezve megtapadnak a tüdő felületén, így van idejük roncsoló hatásuk kifejtésére. A folyamatos kicsapódás miatt a sugárterhelés pontos meghatározása pusztán a radon-koncentráció ismeretében nem lehetséges. A radon és a bomlástermékek közötti arányt egy egyensúlyi faktor (f) segítségével fejezzük ki. Jól szellőztetett helyeken f értéke 0,1–0,3 körüli, de az olyan korlátozott légcseréjű terekben, mint pl. a Cserszegtomaji-kútbarlang, 0,5–0,6-os értéket is felvehet. Az expedícióban részt vevő barlangászokat ért sugárterhelés, illetve a barlangban tapasztalható egyensúlyi faktor

meghatározására a Veszprémi Egyetem Radio-kémiai Tanszékének szivességéből egy WLx típusú műszerrel mértük a radon-bomlástermékek koncentrációját. A műszert a barlangászok alvóhelyén telepítettük, mely egyórás időközönként regisztrálta a radon és a toron bomlástermékeinek aktivitás-koncentrációját. Az ennek alapján számított f érték a vizsgált időszak végére elérte, sőt meghaladta a 0,6-os értéket. A 3. ábrán feltüntettük a radon- és toron-bomlástermékek aktivitáskoncentráció-változását, összevetve a legközelebbi alfa-nyomdetektor által regisztrált Rn^{222} aktivitáskoncentráció-változásával, valamint az ezekből számított egyensúlyi tényező görbéjét. Az ábrát szemlélve látható, hogy a bomlástermékek aktivitáskoncentrációja még nagyobb dinamikával változik, mint a radoné. A koncentrációkat WL (working level) értékekben adtuk meg (egy WL $3,7 \text{ kBq/m}^3$ aktivitásnak felel meg). Fentiekből a tartózkodási idő és a radon-termékekre vonatkozó dózis-konverziós tényező segítségével kiszámítottuk a személyeket ért effektív dózis-egyenértéket (WLM, vagyis working level month, azaz munka-szint-hónap értékben, 1 WLM megfelel 5 mSv effektív dózis-egyenértéknek). Ennek alapján a tábor résztvevőit ért többlet effektív dózis 16 mSv. A terhelés mértekének értelmezéséhez megadjuk a környezeti háttérsugárzásból adódó egyévi dózis-egyenértékek átlagát, amely 2–2,5 mSv. A barlangászok által viselt Radamon személyi doziméterek szerint ennek durván hatszorosát lehetett begyűjteni. A személyi doziméterek adatainak értékelése során azt a meglepő tényrt tapasztaltunk, hogy a WLx műszer mellé helyezett (tehát a hálólhelyen lévő) doziméter és a barlangászok mozgását tükröző doziméterek expozíciója közel azonos volt, minden esetben 10% alatt volt a relatív eltérés. Ez a jelenség ellentmond eddigi tapasztalatainknak, amelyek alapján a bejárástól közel átlagosan fele akkora radonszintet prognosztizáltunk, mint a belső részeken.

A természetben előforduló két legfontosabb nuklid-társaság (U és Th radioaktív családok), valamint a kálium koncentrációjának meghatározására MÉV gyártmányú NK-484 típusú négycsatornás gamma-spektrométerhez csatlakoztatott ND-497 típusú $75 \times 50 \text{ mm}$ -es NaI (TI) szcintillátor kristály segítségével gamma-spektrometriai méréseket is végeztünk. Az urán tekintetében a mérések irreálisan magas értékeket mutattak, amit a földtani adottságok egyáltalán nem indokoltak. Ennek oka az volt, hogy a hitelesítés és a

mérés körülményei jelentősen eltértek egymástól, a műszer a rendkívül magas radon-koncentrációjú légtér gammasugárzását is mérte. A mérések egyébként is két, földtanilag jelentősen különböző közettest határfelületén történtek, így nem lehet eldönteni, hogy a változások melyik közethez kapcsolódnak. A későbbiekben szándékunkban áll közetmintákon végzett laboratóriumi analízissel megismételni ezt a vizsgálatot. Egyetlen, a Kút-alján vett mintán a Mecsekurán Kft radiometriai laboratóriumában elvégeztük a laboratóriumi vizsgálatot. Ennek alapján megállapíthatjuk, hogy a mintában közelítőleg fennáll a radioaktív egyensúly (vagyis jelentős radioelemmigráció az utóbbi néhány százezer évben nem volt).

A minta a földkérgi átlagnál (U: 2,7 ppm, Th: 9,6 ppm, K: 2,5%) magasabb urán, alacsonyabb tórium és kálium tartalmú, valamint kiugróan alacsony a Th/U arány. A fajlagos aktivitás szerint normál (átlagos) radioaktivitású. Egyetlen mintából természetesen nem lehet általános következtetéseket levonni, azonban az leszűrhető, hogy a terepi mérések során valóban irreálisan magas urán értékeket kaptunk, a tórium és kálium tekintetében azonban a felvett értéktartomány reális.

A magas széndioxid-koncentráció megnehezítette mozgásunkat a barlangban. Az Alba Regia-teremből, illetve az egész Déli-labirintusból már a tábor második napján kiszorultunk, itt csak a Szabó Pál Zoltán-terem—Homokvár zónájáig tudtunk behatolni. Az Északi-labirintusban a Nyák-teremtől K-re tapasztaltunk a munkát zavaró koncentrációkat, különösen az utolsó napokban. Az Északi-labirintus és a Körút levegője elviselhetőbb volt, így itt néhány ponton dolgozhattunk. Legtöbb bontási helyünkön – pl. a Tölcsér-terem talpán, a Lovassy-terem délnyugati végpontján – elakadtunk a talpat alkotó bekeményedett dolomitporban. A Körút délnyugati részén dolomitpúderbe ágyazott kötőmélék átbontásával két kisebb, egymás tőszomszédságában nyíló teremszékebe jutottunk. A terem 2–3 m átmérőjűek, főtájuk omladékban harapódzott fel, továbbjutási lehetőséget csak a nagyobbikban láttunk, de a tábor időtartama túlságosan rövid volt ennek kihasználására.

A mikrobiológiai kutatás keretében a barlangi levegő mezofil aerob baktérium-tartalmát és a baktériumok faji összetételét vizsgáltuk. Munkánk másik része a résztvevők széklet, orr- és torokváladék vizsgálata volt. A levegőből három, a felszíni viszonyokra kidolgozott módszerrel vettünk mintát, ezzel egyben a barlangi körülmények



*Képek az expedíció munkájából
(Bognár Csaba, Fehér Katalin, Gyurin
György felvételei)*



közötti tesztelésüket is elvégezve.

1. A Koch-féle szedimentációt véres agaron, tíz perces expozíciós idővel végeztük. A módszer – mint más barlangi próbák esetében is – jól bevált, de csak a gyorsan ülepedő szemcsékhez tapadt baktériumokat tudtuk így kimutatni. Bár a barlangban a mintavételhez vízszintes felületeket

kell keresni – és ez néha nem könnyű – a módszer egyszerűsége miatt jól használható.

2. Második módszerünk a Sartorius MD 8 készülékkel zselatinmembránon keresztül végzett levegőszűrés volt. Az alkalmazott táptalaj véres agar. A berendezés barlangi használata körülményesnek és igen nehézkesnek bizonyult. A zse-

latinmembránok a barlangi magas páratartalmú levegőben igen hamar elfolyósodtak, így a minták értékelhetetlenek voltak.

3. A BIOTEST RCS-Plus műszer a levegőt táptalajfelületnek ütközteti. A műszer a barlangban könnyen kezelhető volt és szállítása sem okozott nehézséget. A kipróbált kétféle táptalajon (GK-A, illetve saját készítésű véres agar) párhuzamos eredményeket kaptunk, lényeges eltérés nélkül.

Méréseink során azt tapasztaltuk, hogy a folyamatos emberi jelenlét ellenére sem emelkedett a levegő baktériumszáma, sőt a táborhelyen csökkenését figyeltük meg. Május 5-én a légnyomás emelkedésének hatására felszíni levegő áramlott a barlangba, ezt jelzi az ekkor regisztrált magasabb érték. A tapasztalt alacsony csíraszám arra enged következtetni, hogy a kútaknál keresztül, vagy a leszállók közvetítésével a barlangi légtérbe kerülő mikrobák nem képesek jelentősen szaporodni, illetve megtelepedni.

A levegőmintákból kitenyésztett baktériumok kb. 65%-a *Micrococcus sp.*, 20%-a *Bacillus sp.*, 10%-a *Staphylococcus* koaguláz-negatív baktérium volt. Emellett még az alábbi fajokat, illetve nemzetségeket tenyésztettük ki:

Alcaligenes sp., *A. faecalis*, *Bacillus cereus*, *Chromobacterium violaceum*, *Flavobacterium sp.*, *Micrococcus luteus*, *M. roseus*, *Nocardia sp.*, *Staphylococcus epidermis*, *S. haemolyticus*, *S. hominis*.

Lényeges eltérést a Cserszegtomaji-kútbarlang, illetve más barlangok levegőjének aerob és fakultatív anaerob baktériumflórája között nem találtunk.

A résztvevők orr- és torokváladék vizsgálata a tábor előtt mindenkinél negatív volt. A tábor harmadik napján a lent tartózkodók mintáiból nagy csíraszámú tenyésztettük ki a *Staphylococcus aureus*, *Moraxella catarrhalis*, *Haemophilus influenzae* és *Streptococcus agalactiae* kórokozó baktérium fajokat. A *S. aureus* estében felmerült a gyanú, hogy a fertőzés a barlangban történt, egy-két résztvevő hordozta baktériumtörzsekkel, ezért a kitenyésztett törzseket az OKI fágkutató laboratóriuma biotipizálta. A vizsgálat eredménye szerint mindenki más-más törzset hordozott, vagyis valószínűleg már a leszállás előtt a résztvevők száj- és garatüregében volt a kórokozó, de olyan kis csíraszámú, hogy azt az előzetes vizsgálat nem tudta kimutatni. A lent tartózkodás során a szélsőséges környezet (pl. a magas széndioxid-koncentráció) kiváltotta fiziológiás válto-



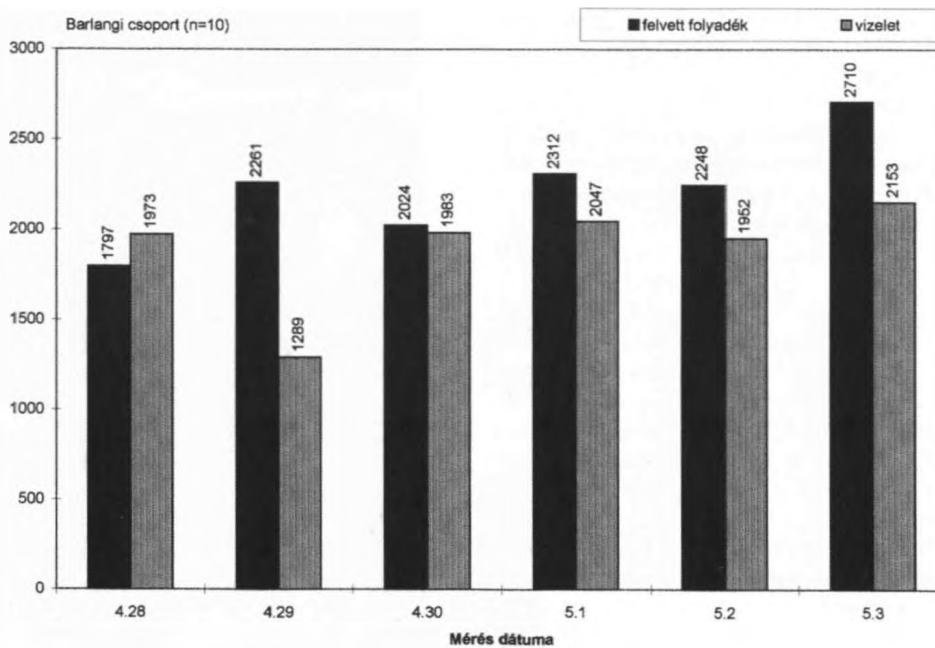
Leszállás a kútbarlangba

zások hatására el tudtak szaporodni, egyes résztvevőknél már tüneteket is okozva. Patogén baktériumot a barlangi levegőből – a fentiek ellenére – nem tudtunk kimutatni.

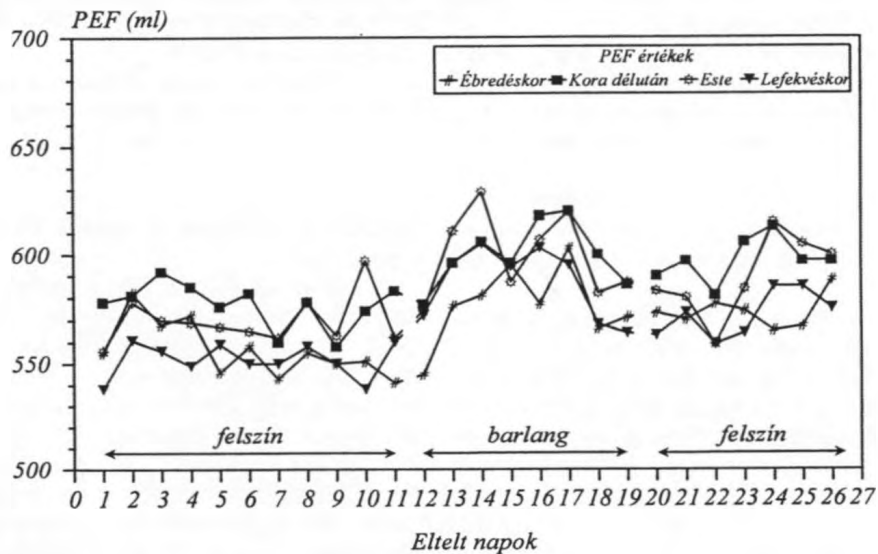
A szélsőséges barlangi klíma és a lent tartózkodással járó fokozott fizikai terhelés élettani paraméterekre gyakorolt hatását a barlangban tartózkodó tíz főn vizsgáltuk (átlagéletkoruk 29,8 év), a felszíni bázistábor öt fő személyzetén (átlagéletkoruk 35,8 év) is azonos vizsgálatokat végeztünk el.

A tábor megelőzően, illetve azt követően vörösvérsejt, fehérvérsejt, süllyedés, vércukor, LDH, CK és serum-ionok ellenőrzése történt. A tábor ideje alatt naponta mért paraméterek (reggel, közvetlenül felkelés után): pulzus, hőmérséklet, vérnyomás, vércukor, LDH, CK, ionok (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}). A laborvizsgálatok a Hévízi Kórházban készültek. A naponta bevitt folyadék, illetve az ürített vizelet mennyiségét folyamatosan regisztráltuk. A légzésfunkciós vizsgálatok közül a kilégzési csúcsáramlást (PEF) mértük. E vizsgálatot kiterjesztettük a tábor megelőző és az azt követő hétre is.

A vegetatív paraméterek (testhőmérséklet, pulzus, vérnyomás) közül egyik sem mutatott szignifikáns eltérést a normál, illetve a felszíni csoport tagjain mért értékektől. A folyadékforgalom vizsgálata során sem észleltünk szignifikáns eltéréseket, azonban a barlangi csoportnál a



4. ábra. A folyadékforgalom alakulása



5. ábra. A mért PEF értékek napi periódikus változása a tábor előtt, alatt és után — barlangi csoport (n=10) —

felvett folyadék mennyiségéhez képest az ürített vizelet mennyisége soknak tűnt (4. ábra).

A PEF-értékek a barlangi csoportnál magasabb tartományban mozogtak, a lent tartózkodás alatt javultak, sőt a tábor utáni napokban is meg-

figyelhető volt ez a kedvező hatás (5. ábra).

A laborvizsgálatok közül az izommunkával együttjáró, a glikolízist reprezentáló laktát-dehidrogenáz (LDH) és az energiafelhasználásra utaló kreatin-kináz (CK) enzimek szintjének emelke-

dése (a vércukorszint ellenőrzése mellett) jól mutatta a fokozott igénybevételt.

Az ionok a várakozásnak megfelelően nem mutattak jelentős eltérést a két csoport között. Egy barlangásznál észleltünk szabálytalan szív-működést a leszállás utáni első három napon, amely a későbbiek során megszűnt.

A szegényes vizsgálati lehetőségek ellenére (pl. technikai akadályok miatt vérgáz analízisre nem volt lehetőségünk) úgy tűnik, hogy további, kibővített kutatások elvégzése fontos és érdekes adatokkal szolgálhat az extrém körülményeknek kitett szervezet reakciójáról.

Bognár Csaba, Bognárné Senoner Zsuzsanna, Fehér Katalin, dr. Hakl József, Janata Károly, dr. Laczkovits Gabriella, dr. Várhegyi András kutatási jelentései alapján írta

Janata Károly

IRODALOM

- ACHERON Barlangkutató Szakosztály évi jelentései 1982–1990. — *Középdunántúli Természetvédelmi Igazgatóság Veszprém.*
- BÁLINT PÉTER (1981): Orvosi élettan — *Medicina Bp.*
- BOISSOU, P.–GUEZENNEC, C. Y.–DEFER, G.–PESQUIES, P. (1987): Oxygen Consumption, Lactate Accumulation and Sympathetic Response during Prolonged Exercise under Hypoxia. — *Int. J. Sports Med.* 8. pp. 266–269.
- CAZZOLA, G., SABINI, A. (1976): Controllo microbiologico Dell' aria confinata in arianti. — *Industrie alimentari*; 6. (129), pp. 69–76.
- Cserszegtomaji-kútbarlang M=1:200 (1981): Magyarország Barlangterképei. — *Magyar Karszt és Barlangkutató Társulat.*
- DAVIES, R. R. ET AL. (1971): Air sampling for fungi, pollens and bacteria. — *Methods in Microbiology*; 4. Acad. Press, New York.
- DEÁK ZSUZSANNA, dr. (1972): Baktériumok és vírusok levegőből történő kimutatására, a túlélésre és terjedésre vonatkozó újabb kutatások. — *Egészségtudomány*; 1. pp. 25–29. Bp.
- ERDÉLYI MIHÁLY: A cserszegtomaji piritkutató. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1953. I. rész.*
- FEHÉR K. (1996): Élettani és klimatológiai vizsgálatok a Cserszegtomaji-kútbarlangban, különös tekintettel a klímamérésekre. — *A környezeti ártalmak VI. Konferenciája.*
- FISCHER GYÖRGY–FODRÉ ZSÓFIA–NEHÉZ MÁRIA (1973): Törekvések normatívák kidolgozására a levegő bakteriológiai szennyezettségének megítéléséhez egészségügyi intézményekben. — *Egészségtudomány*; 4. pp. 250–258. Bp.
- FORTNEY, M. SUZANNE–VROMAN, B. NEIL (1985): Exercise, Performance and Temperature Regulation during Exercise and Implications for sports Performance and Training. — *Sport Medicine* 2. pp. 8–20.
- GÉCZY G.–CSIGE I.–SOMOGYI G. (1989): Air circulation in caves traced by natural radon. — *10th International Congress of Speleology*, 13–20. Aug. Bp.
- HAKL JÓZSEF (1996): A Cserszegtomaji-kútbarlangban 1996. április 27. – május 5. között lezajlott radonmérések rövid értékelése. — *Kézirat.*
- 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.*
- HAKL J.–VÁRHEGYI A.–GÉCZY G.–CSIGE I.–HUNYADI I. (1995): Radon transport in fractured porous media — experimental study in caves. — *Proc. 6th Int. Symp. on the Natural Radiation Environment*, Montreal, Canada.
- HARDI ÁGNES–KÁRPÁT JÓZSEF–KOLLÁTH JÁNOS–PEIDL ANDRÁS (1990): Túrakalauz. — *Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat XXXIV. Vándorgyűlés.*
- (1988): Indoor air quality biological contaminants. — *WHO Regional Publications European; Series No. 31.*
- JAKUCS LÁSZLÓ (1952): Jelentés a cserszegtomaji kiszállásról. — *Magyar Állami Földtani Intézet Gazdaságföldtani Adattár. SU:74/a.*
- KÁRPÁT JÓZSEF (1982): A Cserszegtomaji-kútbarlang. — *Karszt és Barlang. I. Budapest.*
- LEDERBERG, JOSHUA (edit) (1992): Encyclopedia of Microbiology. — *Acad. Press; Inc. 1. pp. 60–65.*
- NÉMEDI LÁSZLÓ (1990): A levegőmikrobiológiai vizsgálatok elméleti és gyakorlati kérdései. — *KGI; Bp. pp. 5–16.*
- DR. PÁVAI-V. FERENC (1952): A cserszegtomaji piritmarkazit kutatással kapcsolatos 1952. november havi jelentésem. — *Magyar Állami Földtani Intézet Gazdaságföldtani Adattár. SU:74/a.*
- RAYGON, S. C.–MACLAY, K. P. (1975): Bacterial air pollution from and activated sludge tank. — *Water, Air, Soil Pollution*; 5.
- 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. pp. 679–682.
- SHEPARD, ROY J. (1985): Adaptation to Exercise in the Cold. — *Sport Medicine* 2. pp. 59–71.
- 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. pp. 54–56.