

J E L E N T É S

A lámpaflóra elleni módszerek továbbfejlesztéséről
témaszám: A/D 060601

Dr. Rajczy Miklós és Dr. Buczkó Krisztina

Magyar Természettudományi Múzeum
1992

Világszerte, így Magyarországon is már hosszú ideje folynak kutatások és kísérletek a kivilágított barlangokban kifejlődő lámpaflórával kapcsolatban. Megoszlanak a vélemények, hogy a lámpák körül kialakuló zöld bevonatok hasznosak, közömbösek vagy károsak a barlangra. Ha a természetvédelem oldaláról közelítjük meg a kérdést, a válasz teljesen egyértelmű. A természetvédelem feladata az, hogy a védett objektumot lehetőség szerint eredeti állapotában őrizzük meg. A lámpaflórát az emberi beavatkozás hozta létre, tehát azt onnan el kell távolítani. Abban mindenki egyetért, hogy a lámpák körül kialakuló vastag növényzet ellen a legjobb védekezés a megelőzés. Olyan típusú és fényerejű lámpákat kell telepíteni, olyan felületeket kell megvilágítani, úgy kell megszabni a megvilágítási időt, hogy a felületre jutó fénymennyiség a lehető legkisebb legyen, s így annál később jelenjék meg a lámpaflóra.

Sajnos a régebben kiépített barlangok világítási rendszerének tervezésekor nem voltak tekintettel erre a szempontra. Így sok barlangunkban az évek hosszú során a lámpaflóra katasztrofális méretűvé fejlődött. A rossz világítási rendszer legsúlyosabb következményei legjobban mindig is az Abaligeti-barlangban voltak megfigyelhetők.

Idén nyílt arra lehetőség - egy a közeli jövőben végrehajtandó világítási rendszer-rekonstrukció első lépéseként -, hogy ez a barlang, amely Magyarországon elsőként "zöldült ki", megszabadulhasson a falait és képződményeit takaró zöld tömegtől. Azt vállaltuk kísérleti jelleggel, hogy kidolgozunk egy módszert a lámpaflóra eltávolítására, ami a lehetőleg a legkevesebbet árt a barlangnak és hatása a lehető legtartósabb.

I. Elővizsgálatok

A. Szemlő-hegyi-barlang

A Szemlő-hegyi-barlangban jóval a megnyitás előtt kezdtük el a munkát. Már a kiépítés alatt is regisztráltuk a kialakuló lámpaflórát, a megnyitás, 1986 októbere óta pedig folyamatosan nyomon követjük a folyamatot. A következő év májusában indult meg már olyan sokfelé a növényesedés, hogy haladéktalanul tennünk kellett ellene valamit. Az előzetes kísérletek alapján általunk kialakított módszer a következő volt: amikor a bevonat még a betelepülés egészen kezdeti szakaszában van, vegyszerrel bepermetezzük a fertőzött felületet (az általunk használt vegyszer a formaldehid 4%-os vizes oldata volt). A bevonatokat mechanikailag sosem távolítottuk el a következő okokból:

1. Ilyen kezdeti állapotban (gyakran csak a szakember szeme látja, hogy a folyamat már megindult) a lekaparás sok esetben szinte lehetetlen, különösen igaz ez a borsókő-felszíneken.
2. A mechanikai eltávolítás ritkán végezhető el nyomtalanul, azaz a kaparás ill. kefélés nyomai megmaradnak, így a barlang megóvása érdekében lehetőség szerint kerülendő.
3. A kezelt felületen a kefével, kaparóval a kialakult bevonat méretének akár százszorosára is szétkenhetjük a növényi sejteket, így kiválóan "beoltva" a felületet, a fertőtlenítést tehát mindenképpen el kell végezni. Így sokkal több vegyszert kellene kiszórni a jócskán megnagyobbított felületre.
4. Tapasztalataink szerint tehát a lámpaflóra kialakulásának kezdeti szakaszában a mechanikai eltávolítás nemcsak időrabló, hanem káros is. A vegyszeres kezelés az ilyen kis foltoknál általában kielégítő eredményt ad. A kialakult, vastag bevonatok, mohagyepék esetében csupán a permetezés kevés, mert a gyepek belsejébe nem tud behatolni a vegyszer, csupán a külső réteg pusztul el, a belső sejtek, szárazak, levelek tovább élnek, szaporodnak.

Eleinte évente 4-5 alkalommal jártuk be a barlangot, később kiderült, hogy az évi kétszeri irtás még elegendő ahhoz, hogy a megvilágított felületek ne zöldüljenek be robbanásszerűen. Minél korábbi fázisban végezzük el az irtást, az annál hatékonyabb, annál tartósabb a hatása és annál kevesebb vegyszer kell.

B. Pál-völgyi-barlang

Annak ellenére, hogy a Szemlő-hegyi-barlangban már több, mint 6 éves tapasztalataink voltak, nem tudtuk, hogy ezek milyen mértékben használhatók a sok éve kialakult, beállt, "klimax" társulásokra. Ezért az Abaligeti "nagy" munka előtt kísérleteket végeztünk a Pál-völgyi-barlangban, egyrészt a megfelelő vegyszer kiválasztására, másrészt a szükséges és praktikus eszközök és felszerelés összeállításához.

A Pál-völgyi-barlangban az előzetes felmérés után 1992. június 1-én és 8-án próbáltuk ki a mechanikai eltávolítás és a fertőtlenítés eszközeit. Az irtás eredményességét több, mint 1 hónap elteltével, július 15-én mértük fel. A két legfontosabb tanulság a következő volt:

1. Az előzetes felmérés során a Szemlő-hegyi-barlangban szerzett tapasztalatok alapján úgy gondoltuk, hogy sok helyen nincs szükség mechanikai eltávolításra. Ezeken a helyeken kiterjedt, de nagyon vékony bevonatok voltak. A fertőtleni-

téshez a már bevált 4%-os formaldehid-oldatot használtuk, de - mint ez kiderült - eredménytelenül. Az eredménytelenségnek több oka lehet:

- a/ A már régóta meglévő bevonat, bármilyen vékonyak is tűnik, valószínűleg összefüggő réteget alkot; ebbe - a kialakulóban levő bevonattal ellentétben - a vegyszer nem tud kellő hatásfokkal behatolni.
- b/ A Szemlő-hegyi-barlangban túlnyomórészt tiszta cseppkő- vagy ritkábban sziklafelszíneket kezeltünk. A Pál-völgyi-barlang agyagos és kovás felszínei megköthetik a vegyszer egy részét, így csökkenthetik annak hatásosságát.

Bármelyik ok működik is közre, a csak vegyszeres eljárás kerülendőnek tűnik bizonytalansága miatt. Természtvédelmi okok is e mellett szólnak, hiszen így a kiszórt vegyszer mennyisége kisebb lesz.

2. Az "ideális" vegyszer kiválasztásához olyan lámpákat kerestünk, melyeket többé-kevésbé egyenlő mértékben vett körül lámpaflóra és hasonló volt az elhelyezésük is. Három vegyszert próbáltunk ki, az általunk a Szemlő-hegyi-barlangban eddig használt 4%-os formaldehid oldatot, a Végh Zsolt féle Defloritot és a Hegedüs János által rendelkezésünkre bocsátott vegyszert. Az első két szert egy korábbi vizsgálatnál már teszteltük (Buczko - Rajczy 1988). Közülük a gyorsabb ölőhatásúnak a Deflorit mutatkozott mind a növényekre, mind az állatokra nézve. Sajnos egy fonalas zöldalga teljesen rezisztensnek bizonyult vele szemben. A formalin hatásmechanizmusa lassúbnak bizonyult, az állatok egy része ellen tudott állni mérgező hatásának. Növényekre csak huzamosabb kitettség esetén bizonyult mérgezőnek. Mostani vizsgálatainkban a három vegyszer között túl nagy különbséget nem találtunk. Az egyetlen igazán fontos tényező az eddig ismeretlen vegyszer esetében az volt, hogy azt denaturált szeszben oldották fel. A denaturált szesz szaga egy hét (!) után is érezhető volt a barlangban, pedig mindössze fél liter vegyszert szórtunk ki. Ez megengedhetetlen, tehát ezt a vegyszert kizártuk a további vizsgálatokból. A nagyjából azonosan eredményes két vegyszerből a formaldehid oldatot választottuk, mert azzal nagyobb a tapasztalatunk. Befolyásolta ezt a döntésünket a fent idézett vizsgálat is, amely szerint egyrészt a Deflorit hatástalan volt egy fonalas zöldalgával szemben (ami nem ritka a lámpaflórákban), másrészt a formaldehid oldat a légtérben kevésbé mérgező az állatokra. A Pál-völgyi-barlangban szerzett tapasztalataink alapján a mechanikailag épen hagyott vegetációt egyik szer sem képes elpusztítani, a megtisztított felületek fertőtlenítésére mindhárom megfelel.

Irtás az Abaligeti-barlangban

Előzmények

Hazánk idegenforgalmi barlangjai közül az Abaligeti-barlang az egyik legismertebb és leglátogatottabb. Dél-Magyarország egyik legnagyobb turistaközpontja alakult ki a több mint másfél százada ismert barlang körül. Mivel a Mecsekben nincs ehhez fogható barlang, ezért már korán, az 50-es évek végén kivilágították a barlangot. A hatalmas stadionreflektorok, a nagy fényerő ideális feltételeket biztosított a lámpák körül a növényi élet kifejlődéséhez és elburjánzásához. A többszöri rekonstrukció eredményeképpen ma már a fényerő töredéke a valamikorinak (bár még mindig túl nagy). A mostani fényviszonyok mellett nem alakulhatna ki ilyen méretű lámpaflóra, de a már kialakult bevonatok tovább éltek. Így végig a barlangban vastag, kiterjedt bevonatokat találtunk olyan helyeken is, ahol már hosszú évek óta jóval kisebb a fényerő (pl. a Flórián szobor előtt egy járatlámpa környéke, vagy a Lebegő kő stb.).

Az Abaligeti-barlang klímáját már a 20-as években vizsgálták és azóta is sok mérés eredménye látott napvilágot, pl. Urbán 1965, Fodor 1973.

A barlang élővilágát sokan és alaposan tanulmányozták. Elsősorban zoológiai adataink vannak, főleg Schmidl Adolf, Myskowszky Emil, Bokor Elemér. Dudich Endre, Gebhardt Antal, Méhely Lajos, újabban Merkl Ottó, Korsós Zoltán munkájának köszönhetően. A barlang bejáratí flórájával Boros Ádám foglalkozott. A lámpaflórát először Vöröss László Zsigmond (1969) gyűjtötte be. Ő mohákat és harasztokat publikált, az algákkal nem foglalkozott.

Állapotfelmérés

Ebben az évben először március 16-án jártuk be a barlangot. A lámpák körül vastag mohagyepéket találtunk, a barlang falát sok helyen összefüggő vegetáció borította, gyakorta páfránytövek (pl. aranyos fodorka) vették körül a lámpákat, az agyagfelszíneket mohák és páfrányelőtelepek lepték el. Ennek ellenére úgy találtuk, hogy az előző évekhez képest a vegetáció nem dús. Ez - mint később kiderült - a téli periódusnak volt köszönhető, amikor sokkal kevesebb látogató keresi fel a barlangot, így természetesen a lámpák sokkal kevesebbet égnek. Későbbi bejárásaink során, az idény megindulásával, a látogatók számának emelkedésével egyre nagyobb felületek zöldültek be. Jól példázza a folyamat előrehaladását az Emeleti terem vegetációja, ahol az első bejárásunkkor csak néhány foltot találtunk, augusztus elején (amikor a munka nagyobbik részét végeztük) még mindig aránylag kevésbé volt zöld, de utolsó alka-

lommal, október végén már egybefüggő lepel fedett néhány képződményt.

Irtás

A lámpaflóra irtását 1992. augusztus 8-13. között, ill. mivel a tervezett idő kevésnek bizonyult, október 9-11. között végeztük. Annak érdekében, hogy ne zavarjuk sem a terápiás kezeléseket, sem a látogatóforgalmat, csak a barlang zárása után este és éjszaka dolgoztunk. A vegyszeres kezeléseket igyekeztünk úgy időzíteni, hogy a reggel kezdődő terápiás kezeléseket ne háborítsa. A munkát 46 munkanap alatt végeztük el. Legtöbbször 5 vagy 6 fős csoport dolgozott egyszerre.

A módszer

A Pál-völgyi-barlangban szerzett tapasztalataink alapján úgy döntöttünk, hogy minden zöld felszint mechanikailag is meg kell tisztítani. Csak vegyszeres kezelést néhány egészen kivételes esetben, végképp elérhetetlen helyeken vagy tufás bekérgezések esetében alkalmaztunk.

E s z k ö z ö k

A járószintről nem elérhető falakat, főtét többnyire létrák segítségével értük el. Kisebb kétágú, és hosszabb, kitolható egyágú létrákat használtunk, esetenként elcsúszás ellen kötéllel kikötve. A kürtők szabadon kimászhatók voltak, kötélmanőverekre sehol sem volt szükség. A vékonyabb bevonatok eltávolítására leginkább a különböző erősségű kefék váltak be. A lazább felületű sziklafelszíneken a száraz, merev szálú kefék voltak jobbak, a kemény szikla- és cseppkőfelszíneken vizes, puhább szálúakat használtunk. A kisebb méretű sztalaktitokat csak fogkefével lehetett tisztogatni. Agyagon nőtt bevonatokat kaparókkal vagy pengékkel a felső agyagréteggel együtt választottunk le. A vékony agyagkérgeket kénytelenek voltunk teljesen eltávolítani. A felületről leválasztott növényi anyagot igyekeztünk teljes terjedelmében kijuttatni a barlangból. Ahol lehetett, közvetlenül műanyag zsákokba kapartuk, keféltük a lámpaflórát. Nagy segítségünkre volt a patak, hiszen az alzatra hullott anyag maradékát oda moshattuk és az kivitte a felszínre. Minden műszak után megnyitottuk a felduzzasztott tavacska zsilipjét, hogy az ott felgyülemlett törmelék a bő víz kimoshassa a barlangból. Nehezebben elérhető helyeken előfordult, hogy a vékonyabb bevonatokat közvetlenül a patakba keféltük. A nedvesen lekefált felületeket általában még háti permetező segítségével erős vízszugárral le is öblítettük.

Az apró sztalaktitokkal borított főtéken a hőlégfűvő berendezést is kipróbáltuk.

Az eszköz által kifűjt 600 °C-os levegő az apró mohákat hamar elpusztítja, de azok elhalt vastagabb, elfekedett szárai a felülethez gyökerezve megmaradnak. Hosszasabb kezeléssel hamuvá égethetők, ami aztán vízsugárral lemosható. Sajnos az ilyen, teljes "leperzselés" nagyon időrabló, ezért csak kevés helyen alkalmaztuk. A mechanikai eltávolítás után minden esetben 5%-os formaldehid oldat kipermetezésével fertőtlenítettük a felületet.

Az irtás tapasztalatai

K á r o k

Sajnos a legnagyobb óvatosság és körültekintés ellenére is okoztunk károkat a barlang képződményeiben. A cseppkőodákban a mohák eltávolításánál hiába volt a fogkefe, a hőlégfúvó, néhány közülük letört.

A barlangban sok helyen találhatók víz fodrozta agyagfelszínek. Ezek, bár nem szokás a barlangok díszei között említeni, mégis sajátos hangulatú, szép képződmények. Ezekről a felület megsértése nélkül lehetetlen eltávolítani a bevonatokat, így kénytelen-kelletlen eltávolítottuk a felső réteget, éppen a legszebb formákat. Ha az agyagkéreg vékony volt, a csupasz szikláig le kellett szedni azt. Akkor voltunk nehéz helyzetben, ha csak zöldes elszíneződés volt az agyagon, mert a mechanikai eltávolítás ilyen esetben többet árt, mint amennyire zavaró a zöld szín, másrészt az agyagfelszínen a vegyszeres kezelés is nehéz, mivel a hatás kifejtéséhez nagyon sok vegyszert kell kiszórni.

Az első bejárás alkalmával feltűnő volt, hogy a bevonatokban meglehetősen sok állat él. Ezért a munka megtervezésénél az állatok védelmére külön gondot kellett, hogy fordítsunk, hiszen a barlang faunája világhírű, szigorúan védett. A hatalmas zöld tömeget el kellett távolítani a barlangból, az állatok kiszállítása viszont azok pusztulását jelentette volna. Elképzelésünk az volt, hogy az állattani gyűjtéseknél jól bevált "futtatást" alkalmazzuk: a barlang egy félreeső részében, ahol nem permeteztünk, rácsot állítottunk fel, amit felülről erős fénnel megvilágítottunk. Így a növények között megbúvó állatok a fény és a kiszáradás elől lefelé kimenekülhettek és elbújhattak.

Meglepetésünkre a munka megkezdésekor a barlangban a megvilágított részen gyakorlatilag nem talákoztunk állatokkal. A futtatás során is kiderült, hogy a leggyűjtött anyag állattanilag meddő. Ennek valószínű oka az, hogy a szinte folyama-

tosan égő lámpák fénye és hője elől az idegenforgalmi szezon elején a fauna a barlang belső, rejtett részeibe menekül. Így az első nap után a futtatással fel is hagyunk. A barlangban töltött idő alatt a bejárat környékének szúnyogjait és pókjait leszámítva mindössze 5 db ezerlábút láttunk (valószínűleg egy faj) a barlang belső szakaszában és néhány pókot az első nagy teremben.

Problémák

A lámpaflóra eltüntetése, letakarítása nem lehet tökéletes. Bizonyos cseppkőfelszíneket nem sikerült sem mechanikailag, sem hővel megtisztítani, mivel ezekbe már belenőttek a növények, bekövesedtek (pl. Korona, Narancs zuhatag).

A diverz agyagfelszíneken, az állandóan csepegő részeken már másfél-két hónap elteltével újabb, kisebb-nagyobb foltok jelentek meg, mert a fertőtlenítés határfoka ilyen helyeken rossz.

A barlangban sok helyen, főleg sima sziklafelszíneken fejlődik ki egy olyan matt, fakózöld bevonat, ami mechanikailag teljességgel eltávolíthatatlan. Próbálkoztunk vegyszeres irtásával és hőkezeléssel is, de szinte teljesen hiába.

Mint már említettük, számos helyen a lámpaflóra eltávolításához teljesen le kellett szedni az agyagborítást. Ha a barlang újra "bezöldül", akkor már nem a könnyen eltávolítható agyagot kell majd eltávolítani, hanem magukat a köveket kellene megtisztítani az eltávolíthatatlan fakózöld bevonatoktól. Ugyanez a helyzet a koszos-poros-sáros cseppkőfelszínekkel, amelyeket tisztára mostunk, így lehetővé tettük a bevonatok "bekövesedését" (bár ez sokkal lassabb folyamat).

A megelőzés fontossága

Mindezek alapján újra csak a megelőzésre kell felhívni a figyelmet. Nem szabad engedni, hogy bárhol máshol az Abaligeti-barlanghoz hasonló mennyiségű vegetáció alakuljon ki a lámpák körül! Az ilyet csak a barlang károsításával lehet eltávolítani!

Porszemcse és propagulumszám becslés

A barlangi klíma gyógyító hatásáról már régóta tudunk. Számos mérést végeztek arra vonatkozóan, vajon minek köszönheti gyógyító hatását (pl. Balázs 1964, Bíró 1966). A ható tényezők közül a legfontosabb a barlangi légtér porszegény-

sége, allergén, baktérium és víruszegénysége. Éppen ezért egyáltalán nem mindegy, hogy a barlangi levegő összetétele nem változik-e meg a lámpaflórától. Az Abaligeti-barlangban a hatvanas évek elejétől kezelnek hörghurutos és szilikózisban szenvedő betegeket. Feltételezhetjük, hogy a lámpák okozta légkonvekció port, sőt növényi részeket, spórákat, propagulumokat indít útjára. Különösen azért érdekes a kérdés vizsgálata, mert minden, terápiás célra is használt barlangban éppen a terápiás szakaszon alakulhat ki a legkönnyebben és leggyorsabban a lámpaflóra a gyakori és hosszan tartó megvilágítás miatt.

A vizsgálathoz a pollenvizsgálatoknál szokásos ragasztóanyagot használtuk (Járainé Komlódi Magda szóbeli közlése alapján). 1992. április 22-én helyeztünk ki tárgylemezeket a barlang különböző pontjain (1. ábra, 1. táblázat). Kontroll-lemezeket helyeztünk ki a barlang közelében (jegypénztár teteje, ajándékarusító bódé teteje és egy kapcsolószekrény teteje), hogy a felszínen lévő részecskeszámmal össze tudjuk hasonlítani a barlangit. Minden vizsgálati ponton két-két tárgylemezt helyeztünk el, ragasztóanyaggal bekenve. 41 napos expozíció után 1992. június 2-án gyűjtöttük be a lemezeket. A ragasztós felületet fedőlemezzel takartuk le, amit átlátszó ragasztószalaggal rögzítettünk. Használhatatlanok voltak a 10-es, 13-as és 17-es mintavételi pont-ra kihelyezett lemezek, mert állandóan csepegő víz érte őket.

1. táblázat. A porszemcsék és propagulumok összesített előfordulása az Abaligeti-barlangban.

	a kihelyezés körülményei	porszemcsék aránya*	gombák	algák	mohák	egyéb
2.	nem zöld	16%	konidium	+	SPM	rovarszárny
3.	mohás	6%		+	S	
4.	sötét	10%				
5.	nem zöld	7%		+	SP	
6.	alig zöld	11%			S	
7.	alig zöld	9%				
8.	mohás	7%	+	+	S	
9.	nem zöld	9%	sok, F* is		SPM	
10.	nem zöld	8%				
11.	alig zöld	10%	sok, F* is	+	M	
12.	nem zöld	23%	+	+		
14.	nem zöld	22%	+	+		
15.	zöld	10%	+		S	
16.	nem zöld	8%				
* a kontrollra vonatkoztatva					M	=
F* = fejes penész					P	=
					S = spóra	moha protonéma

A mikroszkópos feldolgozás során véletlenszerűen kiválasztott látóterekben számoltuk a porszemcséket, növényi részeket. Ha mind a két lemez felhasználható volt, akkor lemezenként 25-25 látóteret választottunk ki, azaz összesen 50-et egy helyről. Ha csak egy lemez volt jó, akkor arról az egyről számoltuk meg az 50 látóteret. Az eredmények statisztikai elemzése alapján ez a mintaszám megbízható eredményt ad. Az eredeti adatokat a mellékletben közöljük.

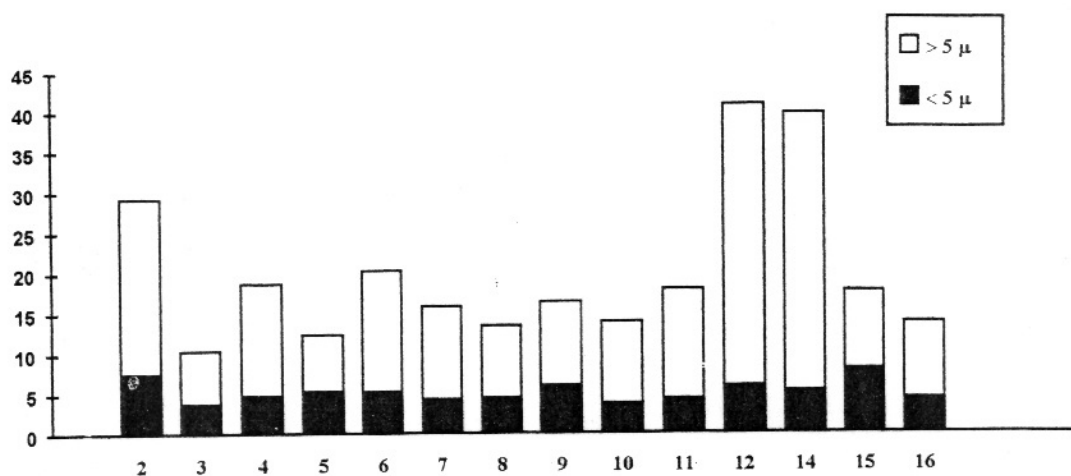
Eredmények

A barlangban talált por és propagulumszámot a szokásos módon a felszínen talált értékre vonatkoztattuk (2. táblázat). Sajnos ezek a vonatkoztatott értékek jelentősen felülbecsültnek bizonyultak. Ennek fő oka az, hogy a barlangi levegő ismert tisztasága miatt nagyon hosszú expozíciós időt alkalmaztunk, így a felszíni kontrollon már gyakran egymást takarták a szemcsék. Főleg az 5 μm -nél kisebb szemcsék száma lett így jelentősen kisebb a valóságos értéknél. Közrejátszhatott az is, hogy lemezeink nem voltak esővédett helyen elhelyezve, bár igazán jelentős lemosással nem kell számolnunk, hiszen az expozíciós időben alig volt eső.

2. táblázat. A megszámlolt porszemcsék méret szerinti átlaga és azok százalékos megoszlása az Abaligeti-barlangban

	5 μm -nél kisebb	%-os arány	5 μm -nél nagyobb	%-os arány	összes részecske	a kontrollra vonatkoztatva
2. pont	7,5	26%	21,7	74%	29,2	19%
3. pont	3,8	37%	6,6	63%	10,4	7%
4. pont	4,8	26%	13,9	74%	18,7	12%
5. pont	5,3	43%	7,1	57%	12,4	8%
6. pont	5,3	26%	15,0	74%	20,3	13%
7. pont	4,3	27%	11,6	73%	15,9	10%
8. pont	4,5	34%	9,0	66%	13,5	9%
9. pont	6,0	37%	10,4	63%	16,4	11%
10. pont	3,8	27%	10,2	73%	14,1	9%
11. pont	4,3	24%	13,7	76%	18,0	12%
12. pont	5,9	14%	35,2	86%	41,1	27%
14. pont	5,3	13%	34,7	87%	40,1	26%
15. pont	8,0	45%	9,8	55%	17,8	12%
16. pont	4,3	31%	9,6	69%	13,9	9%
kontroll	28,5	19%	123,4	81%	151,9	100%

2. ábra. A megszámlolt porszemcsék méret szerinti megoszlása az Abaligeti-barlangban



Az 5 μm -nél kisebb részecskék száma a barlangban meglehetősen állandónak bizonyult (2. ábra). Ez az eredmény egyáltalán nem meglepő, hiszen ez az a részecskeméret, ami a levegőben korlátlan ideig lebegve marad. Az igazi különbség az 5 μm -nél nagyobb részecskék eloszlásában volt várható. A legtöbb porszemcsét a "Lebegő kőnél" és a "Könyvtárban" találtuk, több, mint kétszer annyit, mint a barlang többi részének átlagát. A "Könyvtár" kiugró értékét valószínűleg a hely szárazságának és a halogén reflektor által megindított konvekciós légmozgásnak köszönhető. A "Lebegő kőnél" talán a huzat játszik szerepet, de klímamérések nélkül ezt csak találgatni lehet. Az átlagosnál nagyobb volt még a porszám a 2. mintavételi helyen, a bejárat szakaszban. Ez természetes is, hiszen a barlang huzatja sok részecskét mozgat a barlangból kifelé és befelé is.

Meglepő módon a legvastagabb mohagyeperekre kihelyezett lemezekon számoltuk a legkevesebb porszemcsét. Mivel ezek a nagyon zöld felszínek gyakran hatalmas reflektorokkal vannak megvilágítva (pl. a 3. mintavételi hely!), a konvekciós légmozgás igen jelentős. Talán az az ok, hogy a bevonat olyan sűrű, hogy az áramló levegő alig érint szabad szikla- vagy agyagfelületet, ahonnan port ragadhatna magával.

A növényi részecskék, szaporítóképletek mindenhol megtalálhatóak a barlangban. Algasejteket véletlenszerűen találtunk, a barlang mindhárom szakaszában. Mohaspórák, protonémák, sőt teljes mohanövények inkább a barlang első szakaszában, a legzöldebb szakaszon voltak láthatók a mintákban.

Legérdekesebb megfigyelésünk a gombák elterjedése volt. Meglepő módon, az első szakaszból szinte teljesen hiányoznak (kivéve a bejárat szakaszt), ezzel szemben a hátsóbb, kevésbé zöld barlangszakaszokon végig megtalálhatóak, beleértve a terápiás termet is. Későbbi bejárásaink során feltűnt, hogy a barlangban sok helyen, rob-

banásszerűen jelent meg egy fehér lepedék, azaz megindult egy olyan zuzmóinvázió, ami már hónapokkal előbb sejthető volt a levegő összetételéből.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy az Abaligeti-barlang levegője a vizsgált időszakban nem volt spóra, alga és gombamentes. A legzöldebb szakaszokra a moha szaporítóképletek, míg a kisebb lámpaflórával rendelkező szakaszokon a gombák előfordulása jellemző. Mindez igazolja a feltevésünket, hogy a lámpaflóra befolyásolhatja a barlangi terápiás kezelések hatékonyságát. Számolni kell ezen felül a nagyteljesítményű, a felületeket felmelegítő lámpák esetében az 5 µm-nél nagyobb porszemcsék számának jelentős megnövekedésével is.

Irodalom

- Balázs, D. (1964): A Klutert-barlang gyógyhatása. - Karszt és Barlang 1964: 65-67.
- Bíró, Zs. (1966): Gyógyhatású barlang klíma. - In.: A Béke barlang gyógyhatásának hasznosítása. - kézirat gyanánt pp. 37-66.
- Buczko K. és Rajczy M. (1988): Jelentés a lámpaflóra irtására szolgáló vegyszerek vizsgálatáról. - Kézirat, KVM.
- Fodor, I. (1973): Cave-climatic investigation of karstic region of Aggtelek and the Mecsek. - Karszt és barlangkutatás 7: 137-150.
- Hazslinszky, T. (1981): Abaliget - Abaligeti-barlang. - Tájak Korok Múzeumok Kiskönyvtára 77. TKM Egyesület, Budapest.
- Kordos, L. (1984): Magyarország barlangjai. - Budapest, Gondolat.
- Urbán, A. (1965): Klímavizsgálatok az Abaligeti-barlangban. - Karszt és Barlang 1964: 52-53.
- Vöröss, L.Zs. (1969): Mohok és harasztok az Abaligeti-barlagban, villanyfényben. - Bot. Közlem. 56: 176.

A látóterenkénti részecskeszám a 2. ponton.

5 µm-nél kisebb	7	5	8	8	14	9	6	9	7	16
5 µm-nél nagyobb	36	13	25	15	16	28	16	24	16	20
összes részecske	43	18	33	23	30	37	22	33	23	36
5 µm-nél kisebb	7	3	10	11	5	8	0	7	6	4
5 µm-nél nagyobb	12	21	27	32	13	21	6	36	17	47
összes részecske	19	24	37	43	18	29	6	43	23	51
5 µm-nél kisebb	5	8	3	5	4	4	6	3	1	11
5 µm-nél nagyobb	27	34	17	27	6	9	14	10	3	18
összes részecske	32	42	20	32	10	13	20	13	4	29
5 µm-nél kisebb	6	2	9	9	10	12	9	12	3	8
5 µm-nél nagyobb	13	3	20	19	18	33	28	14	10	9
összes részecske	19	5	29	28	28	45	37	26	13	17
5 µm-nél kisebb	4	8	8	9	9	10	12	9	8	17
5 µm-nél nagyobb	29	50	19	28	13	15	29	51	20	58
összes részecske	33	58	27	37	22	25	41	60	28	75

Az 5 µm-nél kisebb részecskék átlaga: 7,5
 Az 5 µm-nél nagyobb részecskék átlaga: 21,7
 átlagos részecskeszám: 29,2

A látóterenkénti részecskeszám a 3. ponton.

5 µm-nél kisebb	0	2	0	3	0	2	6	5	2	4
5 µm-nél nagyobb	6	5	8	13	4	3	8	7	1	7
összes részecske	6	7	8	16	4	5	14	12	3	11
5 µm-nél kisebb	6	2	5	4	5	2	2	6	6	3
5 µm-nél nagyobb	10	32	6	5	9	4	8	2	16	7
összes részecske	16	34	11	9	14	6	10	8	22	10
5 µm-nél kisebb	8	3	1	5	5	2	3	9	5	4
5 µm-nél nagyobb	3	5	3	9	8	4	7	4	7	6
összes részecske	11	8	4	14	13	6	10	13	12	10
5 µm-nél kisebb	3	2	2	4	4	0	5	7	1	6
5 µm-nél nagyobb	6	7	4	14	3	4	6	5	2	6
összes részecske	9	9	6	18	7	4	11	12	3	12
5 µm-nél kisebb	4	2	5	4	6	5	10	2	2	8
5 µm-nél nagyobb	6	12	2	4	6	6	6	2	5	6
összes részecske	10	14	7	8	12	11	16	4	7	14

Az 5 µm-nél kisebb részecskék átlaga: 3,8
 Az 5 µm-nél nagyobb részecskék átlaga: 6,6
 átlagos részecskeszám: 10,4

A látóterenkénti részecskeszám a 4. ponton.

5 µm-nél kisebb	8	5	2	3	0	6	0	2	3	7
5 µm-nél nagyobb	33	10	23	10	15	10	10	12	13	22
összes részecske	41	15	25	13	15	16	10	14	16	29
5 µm-nél kisebb	0	15	3	6	4	12	4	7	5	4
5 µm-nél nagyobb	19	12	10	11	7	17	11	21	16	12
összes részecske	19	27	13	17	11	29	15	28	21	16
5 µm-nél kisebb	9	1	5	5	1	3	4	2	3	9
5 µm-nél nagyobb	28	7	8	12	6	7	11	5	11	16
összes részecske	37	8	13	17	7	10	15	7	14	25
5 µm-nél kisebb	3	3	3	2	7	9	2	2	2	2
5 µm-nél nagyobb	11	8	6	8	10	39	16	4	6	14
összes részecske	14	11	9	10	17	48	18	6	8	16
5 µm-nél kisebb	3	19	8	3	2	3	9	7	8	3
5 µm-nél nagyobb	6	24	16	8	14	12	19	19	35	15
összes részecske	9	43	24	11	16	15	28	26	43	18

Az 5 µm-nél kisebb részecskék átlaga: 4,8
 Az 5 µm-nél nagyobb részecskék átlaga: 13,9
 átlagos részecskeszám: 18,7

A látóterenkénti részecskeszám az 5. ponton.

5 µm-nél kisebb	4	3	5	7	6	3	10	5	5	5
5 µm-nél nagyobb	2	3	7	7	7	6	1	13	6	6
összes részecske	6	6	12	14	13	9	11	18	11	11
5 µm-nél kisebb	4	5	2	6	8	4	7	8	4	3
5 µm-nél nagyobb	4	4	3	8	4	6	8	5	4	8
összes részecske	8	9	5	14	12	10	15	13	8	11
5 µm-nél kisebb	6	2	7	4	4	3	6	9	6	3
5 µm-nél nagyobb	2	11	7	7	7	4	3	6	6	40
összes részecske	8	13	14	11	11	7	9	15	12	43
5 µm-nél kisebb	3	5	4	9	7	7	4	6	5	4
5 µm-nél nagyobb	4	3	8	6	6	5	12	8	88	
összes részecske	7	8	12	15	13	12	16	14	13	12
5 µm-nél kisebb	8	6	10	8	4	5	3	4	5	6
5 µm-nél nagyobb	13	12	9	8	7	11	8	2	6	6
összes részecske	21	18	19	16	11	16	11	6	11	12

Az 5 µm-nél kisebb részecskék átlaga: 5,3
 Az 5 µm-nél nagyobb részecskék átlaga: 7,1
 átlagos részecskeszám: 12,4

A látóterenkénti részecskeszám a 6. ponton.

5 µm-nél kisebb	4	8	5	4	2	5	4	4	3	11
5 µm-nél nagyobb	17	29	5	17	6	8	13	9	8	44
összes részecske	21	37	10	21	8	13	17	13	11	55
5 µm-nél kisebb	5	5	4	6	4	4	5	4	15	9
5 µm-nél nagyobb	31	8	14	7	12	9	12	18	25	19
összes részecske	36	13	18	13	16	13	17	22	40	28
5 µm-nél kisebb	4	0	6	5	4	3	0	4	3	3
5 µm-nél nagyobb	15	12	18	5	13	3	5	6	8	5
összes részecske	19	12	24	10	17	6	5	10	11	8
5 µm-nél kisebb	3	7	7	4	3	5	9	4	16	7
5 µm-nél nagyobb	12	11	10	17	33	16	16	9	28	14
összes részecske	15	18	17	21	36	21	25	13	44	21
5 µm-nél kisebb	4	1	7	7	17	4	4	4	5	6
5 µm-nél nagyobb	6	11	15	28	50	9	15	9	22	17
összes részecske	10	12	22	35	67	13	19	13	27	23

Az 5 µm-nél kisebb részecskék átlaga: 5,3
 Az 5 µm-nél nagyobb részecskék átlaga: 15,0
 átlagos részecskeszám: 20,3

A látóterenkénti részecskeszám a 7. ponton.

5 µm-nél kisebb	3	1	4	3	4	6	7	6	7	4
5 µm-nél nagyobb	5	6	6	6	21	22	7	15	20	5
összes részecske	8	7	10	9	25	28	14	21	27	9
5 µm-nél kisebb	8	10	3	14	4	4	5	5	5	2
5 µm-nél nagyobb	17	19	12	14	6	7	7	17	14	6
összes részecske	25	29	15	28	10	11	12	22	19	8
5 µm-nél kisebb	7	8	4	4	11	1	3	2	2	0
5 µm-nél nagyobb	19	17	11	14	15	8	7	9	5	6
összes részecske	26	25	15	18	26	9	10	11	7	6
5 µm-nél kisebb	4	3	3	1	3	2	3	1	5	3
5 µm-nél nagyobb	10	6	10	7	4	15	12	5	9	10
összes részecske	14	9	13	8	7	17	15	6	14	13
5 µm-nél kisebb	6	4	3	3	4	3	3	4	4	7
5 µm-nél nagyobb	15	13	10	27	20	12	7	8	10	27
összes részecske	21	17	13	30	24	15	10	12	14	34

Az 5 µm-nél kisebb részecskék átlaga: 4,3
 Az 5 µm-nél nagyobb részecskék átlaga: 11,6
 átlagos részecskeszám: 15,9

A látóterenkénti részecskeszám a 8. ponton.

5 μm -nél kisebb	2	3	2	1	1	3	5	5	2	5
5 μm -nél nagyobb	6	5	6	7	9	8	10	5	8	6
összes részecske	8	8	8	8	10	11	15	10	10	11
5 μm -nél kisebb	3	3	6	7	4	3	5	4	5	3
5 μm -nél nagyobb	12	11	9	9	6	7	13	7	7	6
összes részecske	15	14	15	16	10	10	18	11	12	9
5 μm -nél kisebb	4	3	3	4	5	4	3	2	3	4
5 μm -nél nagyobb	5	10	8	7	10	10	10	6	12	12
összes részecske	9	13	11	11	15	14	13	8	15	16
5 μm -nél kisebb	1	2	54	0	4	4	5	4	4	4
5 μm -nél nagyobb	6	8	7	15	11	11	9	8	13	6
összes részecske	7	10	61	15	15	15	14	12	17	10
5 μm -nél kisebb	3	3	3	4	4	1	5	5	7	3
5 μm -nél nagyobb	12	12	12	12	10	6	14	10	10	9
összes részecske	15	15	15	16	14	7	19	15	17	12

Az 5 μm -nél kisebb részecskék átlaga: 4,5

Az 5 μm -nél nagyobb részecskék átlaga: 9,0

átlagos részecskeszám: 13,5

A látóterenkénti részecskeszám a 9. ponton.

5 μm -nél kisebb	6	7	9	6	4	6	9	5	8	11
5 μm -nél nagyobb	4	3	5	9	12	4	6	6	6	13
összes részecske	10	10	14	15	16	10	15	11	14	24
5 μm -nél kisebb	6	9	6	3	7	8	6	5	6	5
5 μm -nél nagyobb	12	7	13	14	9	12	5	5	9	35
összes részecske	18	16	19	17	16	20	11	10	15	40
5 μm -nél kisebb	5	5	6	8	6	4	7	4	6	3
5 μm -nél nagyobb	19	11	8	5	7	5	17	53	24	12
összes részecske	24	16	14	13	13	9	24	57	30	15
5 μm -nél kisebb	3	10	4	7	12	3	5	6	8	10
5 μm -nél nagyobb	14	4	11	9	6	8	18	12	18	9
összes részecske	17	14	15	16	18	11	23	18	26	19
5 μm -nél kisebb	6	6	4	3	5	4	5	7	3	3
5 μm -nél nagyobb	5	7	11	3	5	6	3	6	8	5
összes részecske	11	13	15	6	10	10	8	13	11	8

Az 5 μm -nél kisebb részecskék átlaga: 6,0

Az 5 μm -nél nagyobb részecskék átlaga: 10,4

átlagos részecskeszám: 16,4

A látóterenkénti részecskeszám a 10. ponton.

5 µm-nél kisebb	2	5	2	6	3	1	2	1	0	0
5 µm-nél nagyobb	14	9	1	13	5	5	3	7	6	4
összes részecske	16	14	3	19	8	6	5	8	6	4
5 µm-nél kisebb	11	0	0	4	4	5	5	7	7	6
5 µm-nél nagyobb	24	3	2	12	10	12	9	12	11	12
összes részecske	35	3	2	16	14	17	14	19	18	18
5 µm-nél kisebb	9	5	5	5	4	7	3	8	7	5
5 µm-nél nagyobb	8	13	14	10	11	36	11	15	7	8
összes részecske	17	18	19	15	15	43	14	23	14	13
5 µm-nél kisebb	0	4	3	2	1	1	8	2	0	1
5 µm-nél nagyobb	5	12	8	14	5	11	20	8	1	14
összes részecske	5	16	11	16	6	12	28	10	1	15
5 µm-nél kisebb	5	5	3	0	0	3	3	9	8	5
5 µm-nél nagyobb	9	15	10	10	13	5	10	18	6	10
összes részecske	14	20	13	10	13	8	13	27	14	15

Az 5 µm-nél kisebb részecskék átlaga: 3,8
 Az 5 µm-nél nagyobb részecskék átlaga: 10,2
 átlagos részecskeszám: 14,1

A látóterenkénti részecskeszám a 11. ponton.

5 µm-nél kisebb	5	6	5	6	2	4	3	5	5	1
5 µm-nél nagyobb	9	9	13	11	7	23	6	13	6	11
összes részecske	14	15	18	17	9	27	9	18	11	12
5 µm-nél kisebb	4	5	6	3	5	2	3	2	4	6
5 µm-nél nagyobb	7	12	19	45	6	31	6	8	8	11
összes részecske	11	17	25	48	11	33	9	10	12	17
5 µm-nél kisebb	4	2	2	4	4	5	6	4	0	4
5 µm-nél nagyobb	5	18	13	14	8	9	6	14	4	21
összes részecske	9	20	15	18	12	14	12	18	4	25
5 µm-nél kisebb	3	6	4	3	6	7	2	4	4	5
5 µm-nél nagyobb	5	6	7	11	2	39	10	29	16	11
összes részecske	8	12	11	14	8	46	12	33	20	16
5 µm-nél kisebb	7	6	2	8	3	7	4	9	5	5
5 µm-nél nagyobb	18	60	1	17	12	21	9	15	11	11
összes részecske	25	66	3	25	15	28	13	24	16	16

Az 5 µm-nél kisebb részecskék átlaga: 4,3
 Az 5 µm-nél nagyobb részecskék átlaga: 13,7
 átlagos részecskeszám: 18,0

A látóterenkénti részecskeszám a 12. ponton.

5 µm-nél kisebb	5	1	12	2	0	6	7	10	12	3
5 µm-nél nagyobb	35	23	43	27	54	16	37	77	72	29
összes részecske	40	24	55	29	54	22	44	87	84	32
5 µm-nél kisebb	4	4	3	8	4	8	6	7	5	6
5 µm-nél nagyobb	17	30	22	28	15	14	48	19	10	50
összes részecske	21	34	25	36	19	22	54	26	15	56
5 µm-nél kisebb	4	15	7	2	6	8	4	11	4	4
5 µm-nél nagyobb	17	82	34	5	43	29	43	47	29	9
összes részecske	21	97	41	7	49	37	47	58	33	13
5 µm-nél kisebb	3	6	6	5	9	4	4	4	7	6
5 µm-nél nagyobb	38	12	49	6	54	70	49	25	43	27
összes részecske	41	18	55	11	63	74	53	29	50	33
5 µm-nél kisebb	9	8	3	4	7	4	5	10	8	4
5 µm-nél nagyobb	38	39	29	56	52	19	13	46	40	50
összes részecske	47	47	32	60	59	23	18	56	48	54

Az 5 µm-nél kisebb részecskék átlaga: 5,9
 Az 5 µm-nél nagyobb részecskék átlaga: 35,2
 átlagos részecskeszám: 41,1

A látóterenkénti részecskeszám a 14. ponton.

5 µm-nél kisebb	2	4	7	1	4	5	9	5	10	6
5 µm-nél nagyobb	24	19	17	25	22	22	34	26	14	70
összes részecske	26	23	24	26	26	27	43	31	24	76
5 µm-nél kisebb	7	4	5	6	7	3	4	3	5	6
5 µm-nél nagyobb	20	19	32	25	43	39	42	61	7	43
összes részecske	27	23	37	31	50	42	46	64	12	49
5 µm-nél kisebb	6	6	3	5	7	3	6	8	12	4
5 µm-nél nagyobb	33	29	19	39	101	34	31	24	44	49
összes részecske	39	35	22	44	108	37	37	32	56	53
5 µm-nél kisebb	5	5	4	3	2	9	2	6	4	6
5 µm-nél nagyobb	32	40	21	17	47	48	31	35	82	16
összes részecske	37	45	25	20	49	57	33	41	86	22
5 µm-nél kisebb	5	5	8	7	11	3	5	5	5	4
5 µm-nél nagyobb	25	43	20	28	63	17	23	87	45	9
összes részecske	30	48	28	35	74	20	28	92	50	13

Az 5 µm-nél kisebb részecskék átlaga: 5,3
 Az 5 µm-nél nagyobb részecskék átlaga: 34,7
 átlagos részecskeszám: 40,1

A látóterenkénti részecskeszám a 15. ponton.

5 μm -nél kisebb	6	11	3	1	17	6	4	3	3	3
5 μm -nél nagyobb	6	12	2	3	26	12	8	3	10	17
összes részecske	12	23	5	4	43	18	12	6	13	20
5 μm -nél kisebb	7	10	14	8	6	8	12	10	11	12
5 μm -nél nagyobb	3	3	8	12	10	7	9	7	19	18
összes részecske	10	13	22	20	16	15	21	17	30	30
5 μm -nél kisebb	9	7	6	9	11	7	7	6	8	5
5 μm -nél nagyobb	8	5	9	9	13	11	9	3	14	12
összes részecske	17	12	15	18	24	18	16	9	22	17
5 μm -nél kisebb	13	10	7	13	9	7	7	12	8	7
5 μm -nél nagyobb	10	5	4	32	9	15	7	2	10	11
összes részecske	23	15	11	45	18	22	14	14	18	18
5 μm -nél kisebb	7	8	5	9	6	7	9	10	7	8
5 μm -nél nagyobb	9	11	3	9	5	7	16	10	12	16
összes részecske	16	19	8	18	11	14	25	20	19	24

Az 5 μm -nél kisebb részecskék átlaga: 8,0

Az 5 μm -nél nagyobb részecskék átlaga: 9,8

átlagos részecskeszám: 17,8

A látóterenkénti részecskeszám a 16. ponton.

5 μm -nél kisebb	4	5	6	3	2	3	1	8	4	6
5 μm -nél nagyobb	4	6	5	4	3	5	2	18	5	4
összes részecske	8	11	11	7	5	8	3	26	9	10
5 μm -nél kisebb	0	2	7	6	7	6	4	6	5	5
5 μm -nél nagyobb	3	8	7	7	11	7	13	13	11	6
összes részecske	3	10	14	13	18	13	17	19	16	11
5 μm -nél kisebb	2	1	4	7	6	6	4	6	4	5
5 μm -nél nagyobb	2	4	6	15	12	15	10	7	3	16
összes részecske	4	5	10	22	18	21	14	13	7	21
5 μm -nél kisebb	4	7	3	2	5	0	0	7	6	5
5 μm -nél nagyobb	23	36	10	6	6	11	9	20	33	7
összes részecske	27	43	13	8	11	11	9	27	39	12
5 μm -nél kisebb	2	4	2	4	4	4	7	3	5	4
5 μm -nél nagyobb	5	4	5	16	3	18	18	8	8	4
összes részecske	7	8	7	20	7	22	25	11	13	8

Az 5 μm -nél kisebb részecskék átlaga: 4,3

Az 5 μm -nél nagyobb részecskék átlaga: 9,6

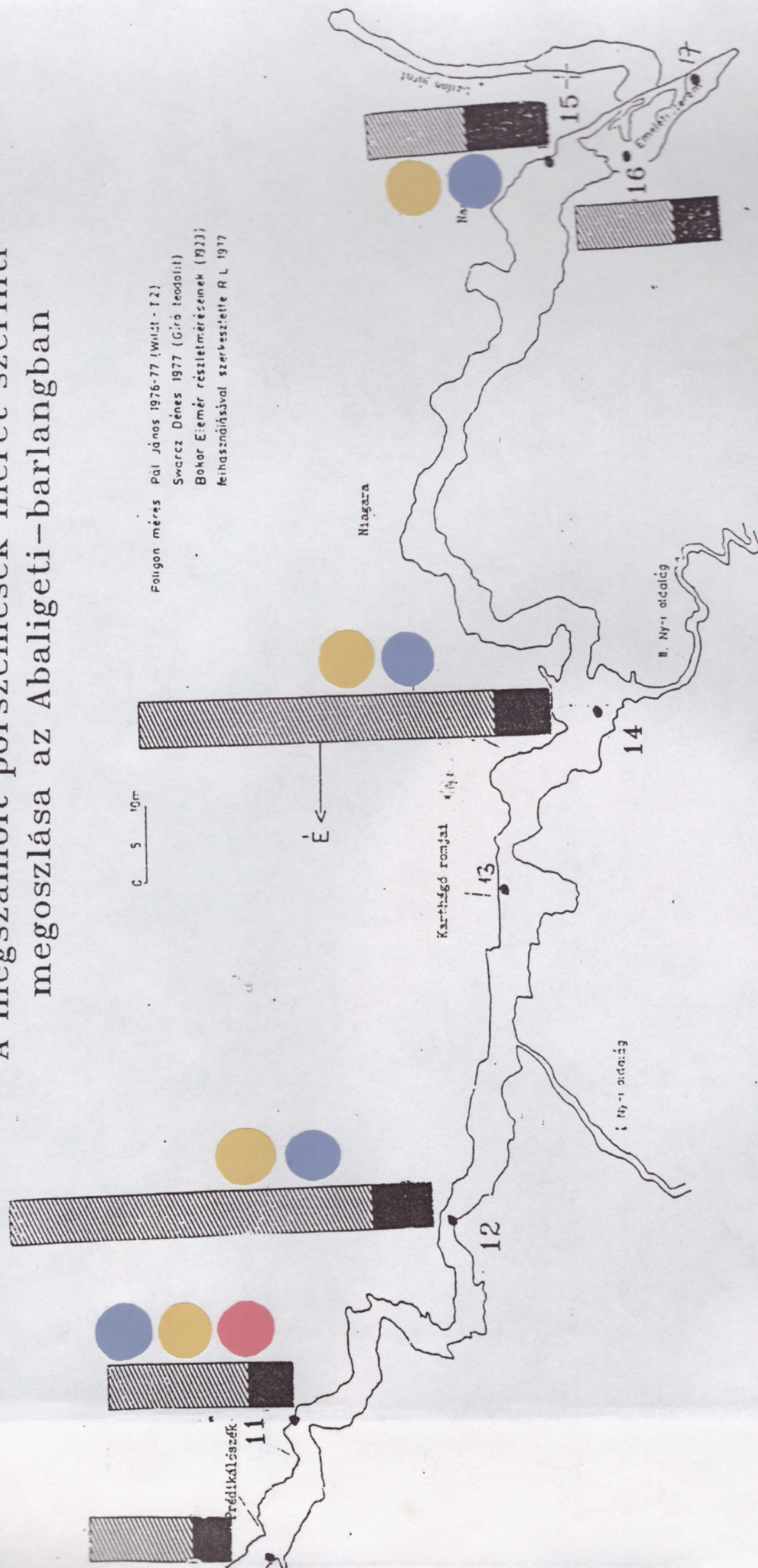
átlagos részecskeszám: 13,9

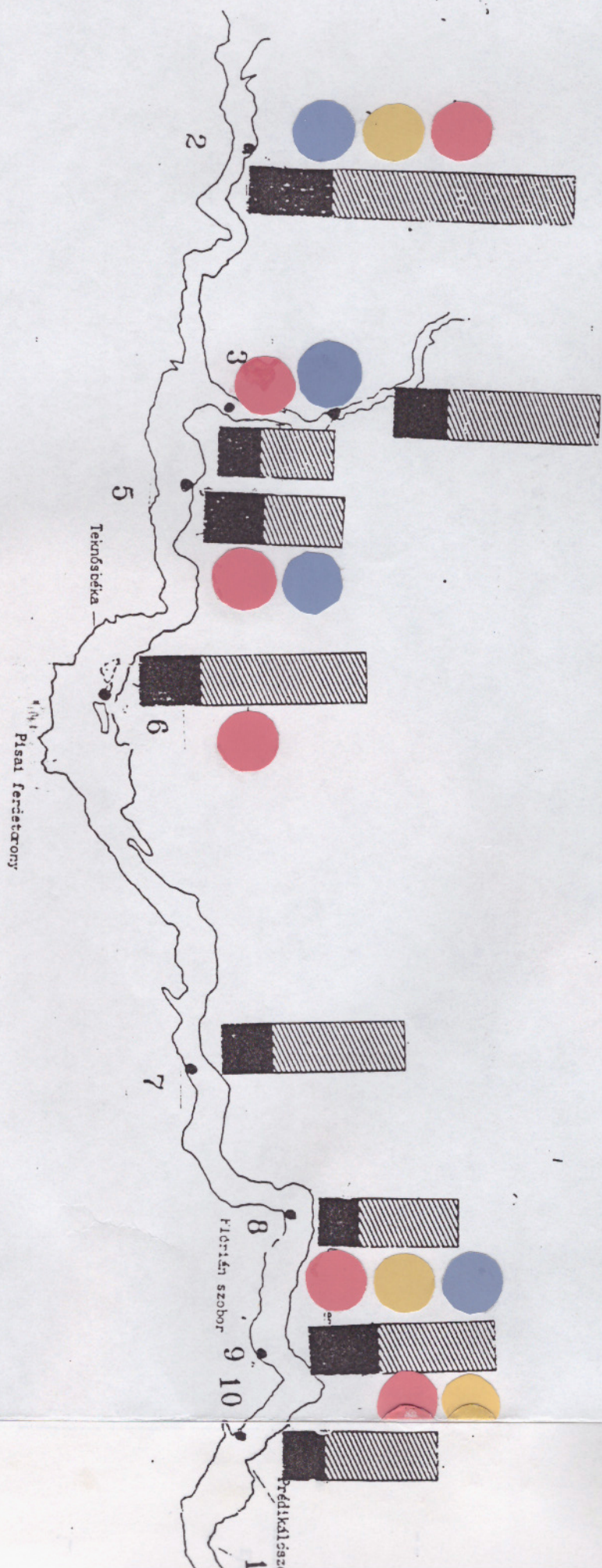
A látóterenkénti részecskeszám a felszínen.

5 μm -nél kisebb	41	54	27	34	13	24	24	25	29	30
5 μm -nél nagyobb	86	112	204	98	108	164	94	120	140	126
összes részecske	127	166	231	132	121	188	118	145	169	156
5 μm -nél kisebb	23	36	22	18	22	22	17	34	32	28
5 μm -nél nagyobb	154	159	82	80	118	155	112	100	114	89
összes részecske	177	195	104	98	140	177	129	134	146	117
5 μm -nél kisebb	29	32	42	22	38	23	33	33	20	14
5 μm -nél nagyobb	136	92	144	80	84	120	184	135	184	83
összes részecske	165	124	186	102	122	143	217	168	204	97
5 μm -nél kisebb	36	54	40	28	23	39	36	25	20	14
5 μm -nél nagyobb	147	162	164	133	106	119	167	144	67	105
összes részecske	183	216	204	161	129	158	203	169	87	119
5 μm -nél kisebb	25	19	32	36	26	25	38	31	24	15
5 μm -nél nagyobb	97	115	146	95	124	90	122	156	140	113
összes részecske	122	134	178	131	150	115	160	187	164	128

Az 5 μm -nél kisebb részecskék átlaga: 28,5
 Az 5 μm -nél nagyobb részecskék átlaga: 123,4
 átlagos részecskeszám: 151,9

A megszámolt porszemcsék méret szerinti megoszlása az Abaliget-barlangban





A megszámolt porszemcsék méret szerinti megoszlása az Abaliget-barlangban

