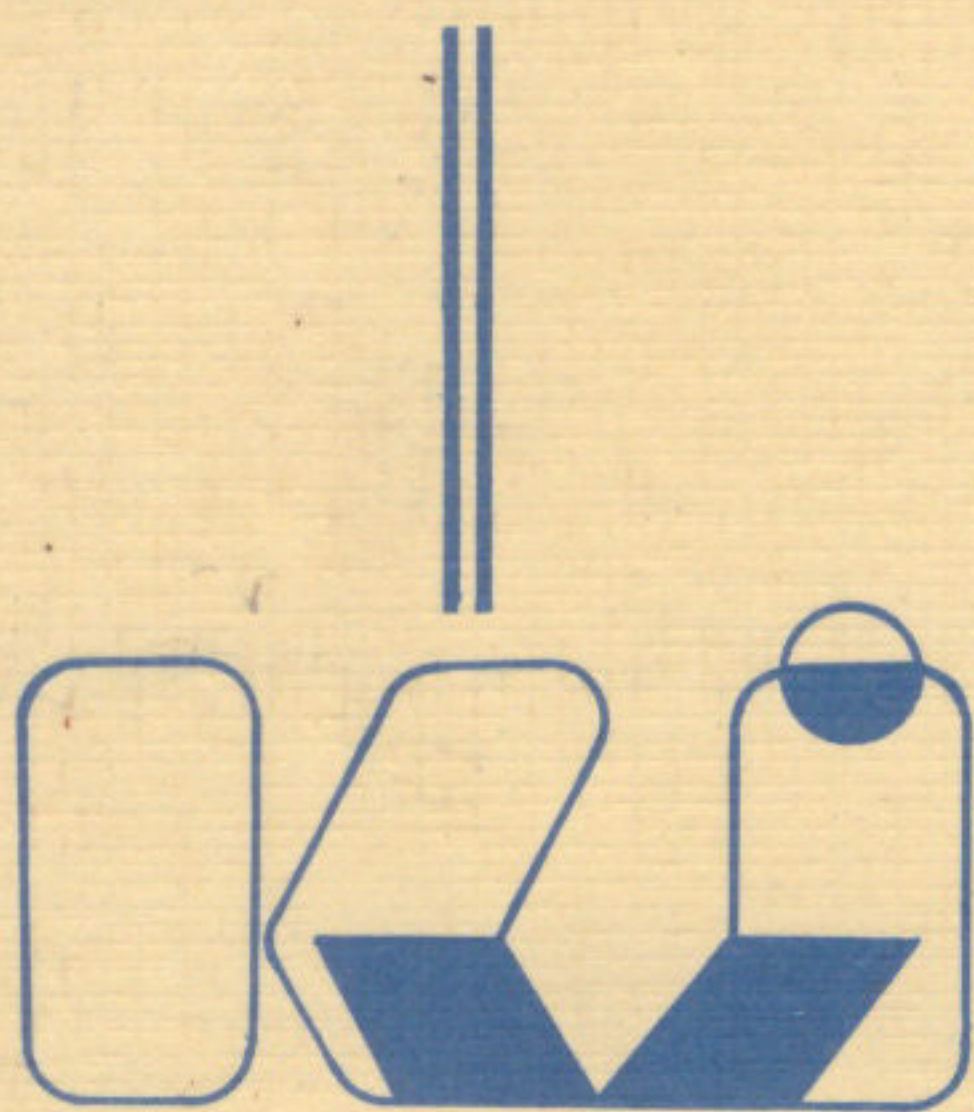




KÖRNYEZETVÉDELMI INTÉZET

A BARLANGOK NÖVÉNYESEDESE
ELLENI VÉDEKEZÉS

214B-KA01/81
5. témalap

Budapest, 1982

KÖRNYEZETVÉDELMI INTÉZET

Barlangtani Osztály

A BARLANGOK NÖVÉNYESEDÉSE
ELLENI VÉDEKEZÉS

214B-KA01/81
5. témalap

Budapest, 1982

Készítette:

Hazslinszky Tamás
osztályvezető

Külső szakértő:

Dr. Hajdu Lajos
kandidátus

T a r t a l o m

	oldal
Bevezetés	1
1. A növények barlangi elszaporodásának feltételei és folyamata	1
1.1 A megvilágítás	4
1.2 Egyéb tényezők	15
2. A lámpaflóra káros hatása	21
3. A lámpaflóra elleni védekezés lehetőségei és módszerei	25
3.1 A lámpaflóra kialakulását előidéző tényezők megszüntetése ill. korlátozása	25
3.2 A kialakult flóra megsemmisítése	37
4. Javaslat	42
Felhasznált irodalom	44

Bevezetés

A barlangokban az idegenforgalmi megvilágítás hatására kialakuló ún. lámpaflórával kapcsolatban a terminus technikusok nem alakultak ki egységesen. A hazai szakirodalom és szakmai köznyelv a folyamatot algásodásként emlegeti. Ez abból származik, hogy a folyamat kezdetén valóban az algák /azaz moszatok/ jelennek meg a barlang világított felületein. Ma már tudjuk azonban, hogy ez csak a folyamat kezdete, s később mohák, sőt harasztok is megjelennek, és fajszámban felülmulják az algákat. Helyesebb tehát a növényesedés megnevezése, még ha egy kicsit szokatlan hangzásu is.

Tanulmányunkban széleskörű hazai és külföldi irodalomfeltárás, valamint saját méréseink és megfigyeléseink alapján átfogó képet kívánunk adni a barlangok növényesedésének általános hazai helyzetéről, a védekezés lehetőségeiről és problémáiról, végül ezek alapján megkíséreljük megfogalmazni azokat a kutatási, tervezési és adminisztratív feladatokat, melyek a lehető leggyorsabban eredményes védekezést tehetnek lehetővé hazai barlangjainkban.

1./ A növények barlangi elszaporodásának feltételei és folyamata

Az utóbbi két-három évtizedben - a szabadidő megnövekedése nyomán - fokozódó idegenforgalom a kiépített barlangokban is világszerte jelentkezett. Ez a világítás időtartamának meghosszabbodásához /szélsőséges esetben napi 8-10 óra/, a fényerő növekedé-

séhez /nagyobb teljesítményű fényszórók beállítása/ vezetett.

A barlangok állandó hőmérsékletű levegője, magas és állandó pára és CO_2 tartalma, a falakon és képződményeken szivárgó víz kedvező életfeltételeket biztosít az egyébként is nagy tűrőképességű és igénytelen moszatok és mohák, stb. számára, a nélkülözhetetlen fényt pedig a mesterséges fény szolgáltatja. Kedvezően hat a lámpák hatására a megvilágított felületen kialakuló 1-2 $^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékletemelkedés is.

Az idegenforgalmi barlangok káros algásodásáról az ötvenes években először külföldi barlangokból /Csehszlovákia, Franciaország, NSZK, NDK. stb./ kaptunk hírt, majd a hatvanas-hetvenes években a hazai barlangokban is megjelentek a zöld foltok, s ma már valamenyny i idegenforgalmi barlangunkban - változó mértékben - kialakult a lámpaflóra.

A barlangokban végzett vizsgálatok szerint sötét körülmények között is megtelepednek és hosszú ideig vegetálnak - elsősorban a felszínről behordott szerves anyagokon - moszatok. Önként adódik a feltevés, hogy a villanyvilágítás bevezetésével ezek a moszاتفajok szaporodnak el káros mértékben. A Baradla-barlangban végzett részletes vizsgálatok /Hajdu/ azonban kimutatták, hogy a lámpaflóra moszاتفajai nem, vagy csak elvétve egyeznek a "sötétflóra" fajaival.

A lámpaflóra kialakulásának folyamata néhány kékmoszat /Cyanophyta/ megjelenésével kezdődik. Később a fajok száma növekszik, a zöld növényzát nagyobbodik, amelyben már a zöldmoszat-fajok dominálnak /Chlorophyta/. Ez az élőközösség egyre gazdagabb fajokban. A rosszabb vizellátású felületeken és lámpaközelben a kékmoszatok az uralkodók, míg a nedvesebb helyeken a zöldmoszatok. A fényszegényebb körülmények között élő fajok színe sötétebb, kékes-fekete.

A moszatok a felületeket először mozaikszerűen lepik el, majd a foltok összeolvadásával összefüggő felületek jönnek létre. /Hangsúlyoznunk kell, hogy a moszatok mértani haladvány szerint szaporodnak./ A lámpaflóra továbbfejlődése során a zöld foltok terjedése robbanásszerűen következik be. Ebben a végső szakaszban telepednek meg és szaporodnak el a mohák és harasztok.

A kifejlődött biomaszában a moszatokat elnyomja a mohákból és azok rhizoidáiból és protonémáiból álló tömeg, amit gombahyphák is átszőnek.

Ezek a pionirnak is tekinthető szervezetek a leszárgó vizből többet tartanak vissza, mint a csupasz fal, így kedvező feltételeket biztosítanak a baktériumok, gombák megtelepedéséhez. Ez, valamint a növényevő állati szervezetek ürüléke további - szaprofil - növényfajok megtelepedéséhez vezet. A biomasza végül - humifikációja révén - fekete színt vesz fel.

A lámpaflóraösszetételére vonatkozóan az 1. táblázat tartalmaz adatokat. Sajnos, a szakirodalomban csak régebbi vizsgálati eredményeket lehetett fellelni, ezek már zömmel nem a mai helyzetet tükrözik, minden bizonnyal - elsősorban a hazai barlangokban - a fajok száma tovább növekedett. Ezt az is bizonyítja, hogy 1968-ban az Abaligeti-barlang lámpaflórája volt hazánkban fajokban leggazdagabb, a Baradla azonban az 1974-75. évi vizsgálatok alapján már felülmulta.

A lámpaflóra kialakulásának előfeltétele a növények, illetve spóráinak bejutása a barlangba. Ez lehet mesterséges /antropogén/ eredetű, amikor a látogatók ruhájukkal, cipőjükkel hurcolják be, vagy a barlangban szükséges építési, karbantartási munkák során bevitt anyagokkal kerül be, és lehet természetes eredetű, azaz a barlangi légáramlás, valamint a befolyó, illetve beszivárgó vizek révén jut be.

1.1. A megvilágítás

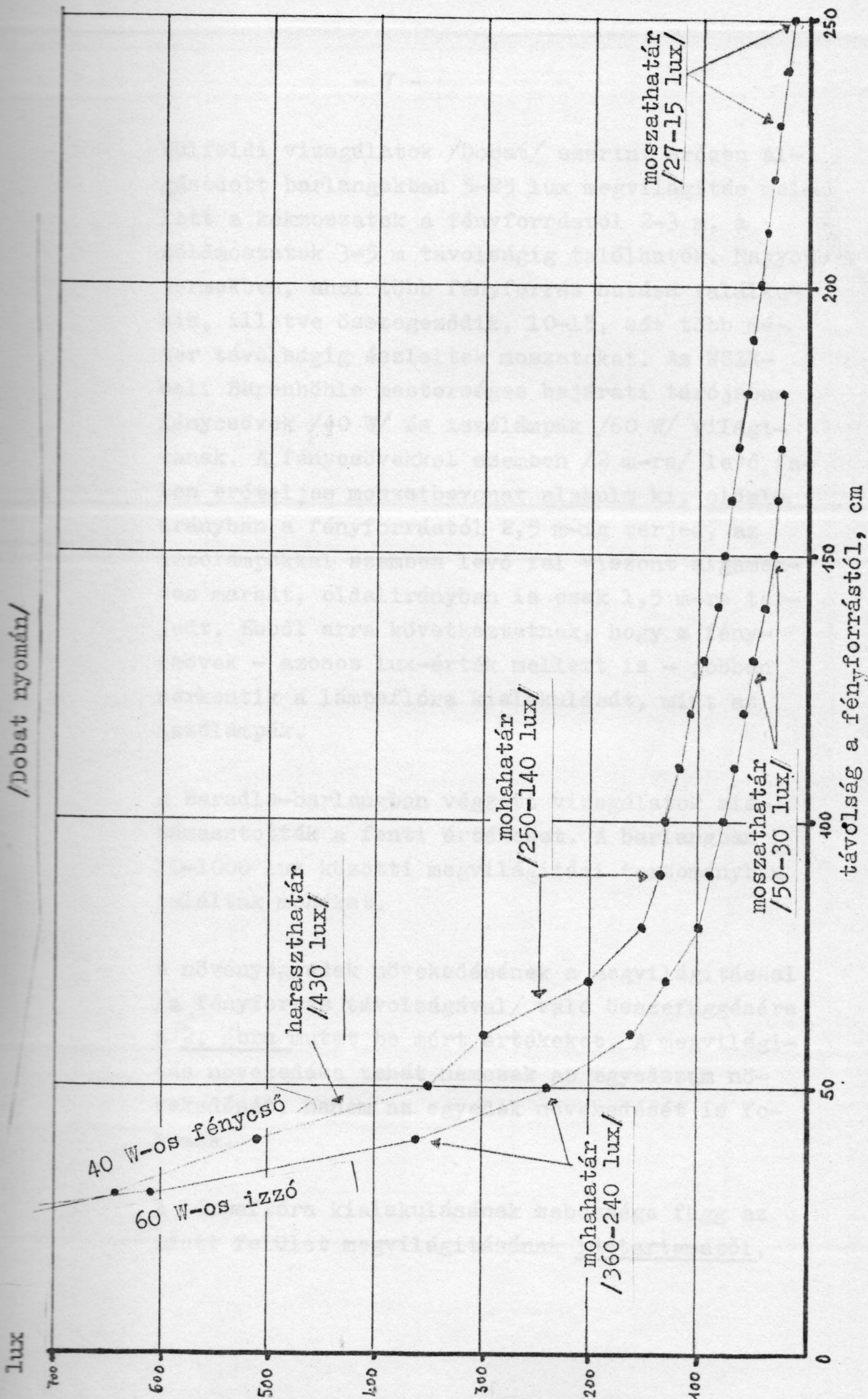
A lámpaflóra kialakulásának alapvető tényezője a fény. A növények fényigénye eltérő, ami egyrészt a növényeknek a fényforrástól való távolságában, részben az időbeni megjelenés különbözőségében jelentkezik. Az 1. ábra jól szemlélteti az egyes növények fényigényét is, amiből leolvasható az az egyébként közismert tény, hogy az alacsonyabbrendű növények kevesebb fénnel is beérik, míg a magasabbrendűeknek több fényre van szükségük.

A lámpaflóra összetétele
néhány vizsgált külföldi és hazai barlangban

	Macochoa barlang 1964	Tapolcai tavasbar- lang 1964	István- barlang 1964	Bären- höhle 1966	Laichin- ger Tie- fenhöhle 1966	Charlot- tenhöhle 1966	Abaligeti- barlang 1964 1968	Baradla- barlang 1974-75
Moszatok								
Kékoszatok /Cyanophyta/	nincs adat	nincs adat	nincs adat	4	2	3	nincs adat	6
Kovamoszatok /Chrysophyta/	"	"	"	-	-	-	"	5
Zöldmoszatok /Chlorophyta/	"	"	"	9	7	6	"	3
Májmoshák /Hepaticae/	-	-	-	2	-	-	1	1
Lombosmoshák /Musci/	5	4	4	38	13	22	14	20
Harasztok /Pteridophyta/	1	-	-	3	2	1	4	2

3. ábra

A fényviszonyok és a növényzet kapcsolata
a Bärenhülle bejáratl tárájában végzett vizsgálatok alapján



Külföldi vizsgálatok /Dobat/ szerint erősen algásodott barlangokban 5-25 lux megvilágítás mellett a kékmoszatok a fényforrástól 2-3 m, a zöldmoszatok 3-5 m távolságig találhatók. Nagyobb termekben, ahol több fényforrás hatása találkozik, illetve összegeződik, 10-15, sőt több méter távolságig észleltek moszatokat. Az NSZK-beli Bärenhöhle mesterséges bejárati tárójában fénycsövek /40 W/ és izzólámpák /60 W/ világítanak. A fénycsövekkel szemben /2 m-re/ levő falon erőteljes moszatbevonat alakult ki, oldalirányban a fényforrástól 2,5 m-ig terjed, az izzólámpákkal szemben levő fal viszont algamentes maradt, oldalirányban is csak 1,5 m-re terjedt. Ebből arra következtetnek, hogy a fénycsövek - azonos lux-érték mellett is - jobban serkentik a lámpaflóra kialakulását, mint az izzólámpák.

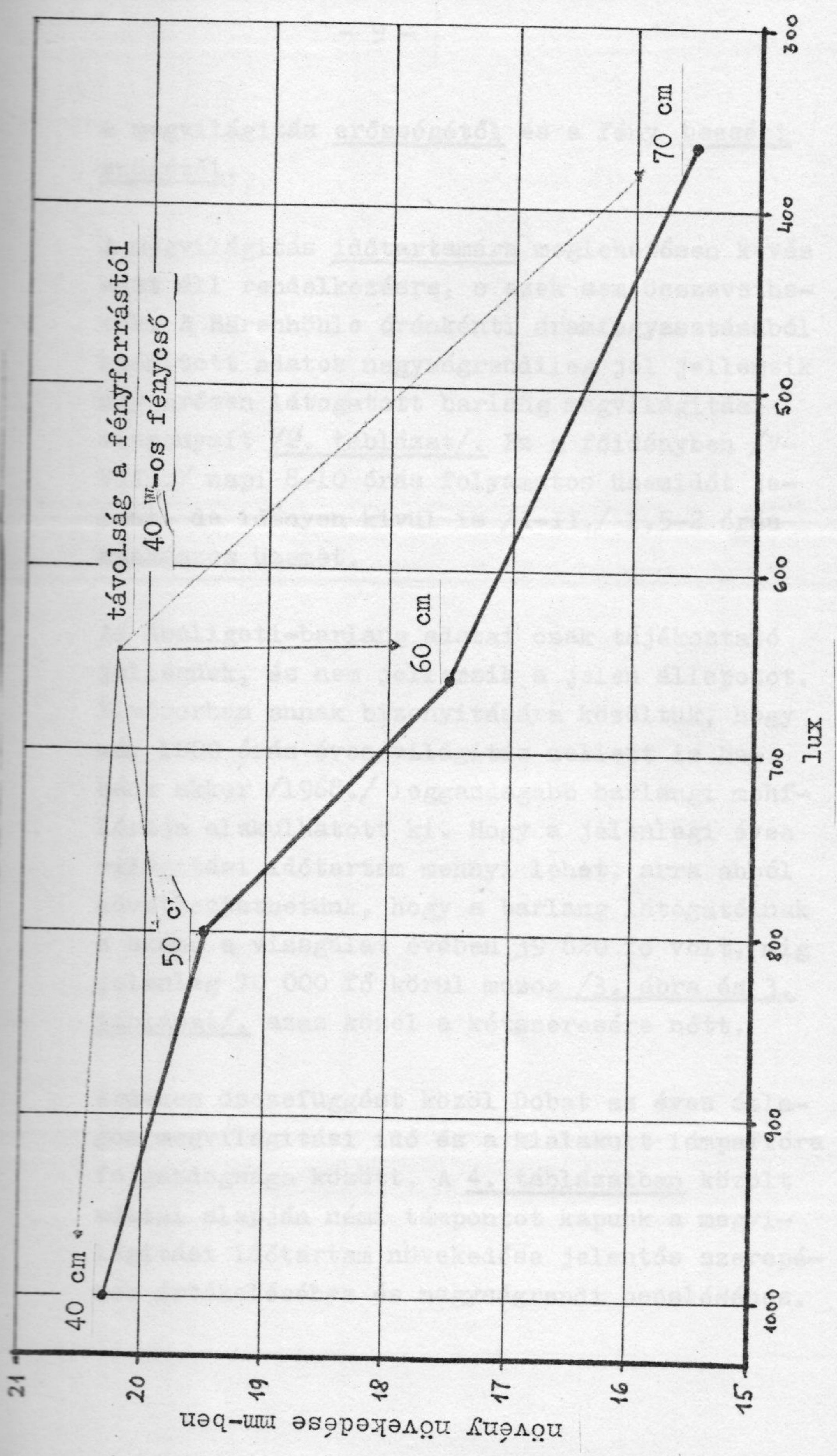
A Baradla-barlangban végzett vizsgálatok alátámasztották a fenti értékeket. A barlangban 10-1000 lux közötti megvilágítási tartományban találtak mohákat.

A növényegyedek növekedésének a megvilágítással /a fényforrás távolságával/ való összefüggésére a 2. ábra mutat be mért értékeket. A megvilágítás növekedése tehát nemcsak az egyedszám növekedését, hanem az egyedek növekedését is fokozza.

A lámpaflóra kialakulásának sebessége függ az adott felület megvilágításának időtartamától,

A *Leptobryum pyriforme* mohafaj növekedése
a megvilágított függvényében

/Dobát nyomán/



a megvilágítás erősségétől és a fény beesési szögétől.

A megvilágítás időtartamára meglehetősen kevés adat áll rendelkezésre, s ezek sem összevethetők. A Bärenhöhle óránkénti áramfogyasztásából számított adatok nagyságrendileg jól jellemzik egy erősen látogatott barlang megvilágítási viszonyait /2. táblázat/. Ez a főidényben /V-VIII./ napi 8-10 órás folyamatos üzemidőt jelent, de idényen kívül is /I-II./ 1,5-2 órás szakaszos üzemet.

Az Abaligeti-barlang adatai csak tájékoztató jellegűek, és nem jellemzik a jelen állapotot. Elsősorban annak bizonyítására közöltük, hogy már 1000 órás éves világítás mellett is hazánk akkor /1968./ leggazdagabb barlangi mohflórája alakulhatott ki. Hogy a jelenlegi éves világítási időtartam mennyi lehet, arra abból következtethetünk, hogy a barlang látogatóinak a száma a vizsgálat évében 39 820 fő volt, míg jelenleg 70 000 fő körül mozog /3. ábra és 3. táblázat/, azaz közel a kétszeresére nőtt.

Érdekes összefüggést közöl Dobat az éves átlagos megvilágítási idő és a kialakult lámpaflóra fajgazdagsága között. A 4. táblázatban közölt adatai alapján némi támpontot kapunk a megvilágítási időtartam növekedése jelentős szerepének értékeléséhez és nagyságrendi becsléséhez.

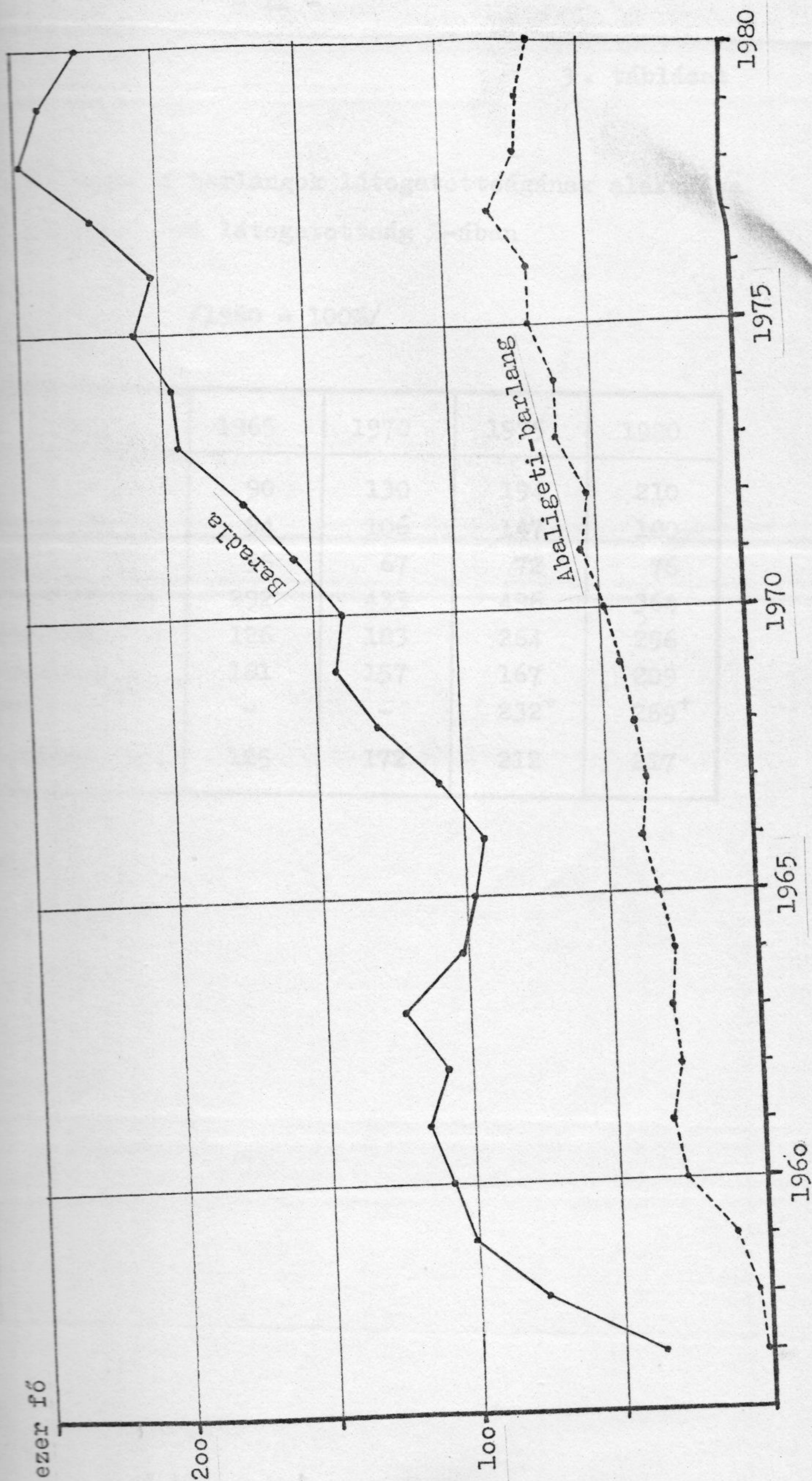
A megvilágítás időtartama órákban
két idegenforgalmi barlang példáján
/Dobai és Vörösi adatai alapján/

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
Bärenhöhle 1961-64	102		397		537		514		471		176		~2200
Abaligeti-bg. 1968		60				90					45		~1000

Megjegyzés: A Bärenhöhle adatai az energiaszolgáltató vállalat
kW mérése alapján kerültek kiszámításra.
Az Abaligeti-barlang adatai az évszakonkénti átlagos
vezetés-szám és a vezetések időtartama alapján kerültek
becslésre. /Az itt megadott értékeket jóval meghaladják
a jelenlegi látogatottság mellett./

3. ábra

A Baradla- és az Abaliget-i-barlang évenkénti látogatottságának alakulása



3. táblázat

A hazai idegenforgalmi barlangok látogatottságának alakulása
az 1960. évi látogatottság %-ában

/1960 = 100%/

	1965	1970	1975	1980
Budaörsi	90	130	194	210
Erőss-barlang	94	106	147	180
Károly-barlang	95	67	72	76
Székelyi-tavasbarlang	292	433	496	364
Óbajai-barlang	126	183	264	256
Szil-völgyi-barlang	181	157	167	209
Máty-barlang	-	-	232 ⁺	269 ⁺
Hazai idegenforg. bg.	125	172	212	217

*1970 = 100%.

A világítás időtartamának és a lámpaflóra
fajszámának összefüggése

	évi átlagos üzemórák száma	növényfajok ⁺ száma
	óra	db
Bärenhöhle	2374	44
Nebelhöhle	1711	20
Laichinger Tiefenh.	688	17
Gussmannshöhle	105	0

⁺ csak mohák és harasztok, algák nélkül

Idegenforgalmi barlangjainkra általában elmondható, hogy az utóbbi két évtized alatt látogatottságuk megkétszereződött /3. táblázat/. Sajnos, adatok, mérések hiányában ebből a tényből sem a megvilágítási idő meghosszabbodására, sem a növényesedés ütemére konkrét, számszerű összefüggést nem vonhatunk le, csak azt a kvalitatív megállapítást, hogy ezen időszak alatt valamenyny i idegenforgalmi barlangunkban megjelent a lámpaflóra.

Annyi bizonyos, hogy a látogatók számának növekedésével önmagában nem hozható számszerű összefüggésbe a megvilágítás időtartamának a változása. Ezt barlangonként, sőt barlangszakaszonként lehet csak meghatározni rendszeres, vagy legalább reprezentatív mérésekkel.

Az olyan barlangoknál, amelyek világítása egy áramkörrel működik /Tapolcai-tavasbarlang, Lóczy-barlang, Anna-barlang/, a látogatók száma és a megvilágítás időtartama közötti kapcsolat a legközelebb van a lineárishoz. Ez egyben a legrosszabb világítási rendszer, mert még kis barlang, azaz rövid vezetési idő esetén is igen sok helyen, sokáig teljesen feleslegesen égne k a lámpák. Főidényben ez gyakorlatilag a teljes üzemidőben történő folyamatos világítást jelent i.

A szakaszolt világításu barlangoknál /Abaligeti-

barlang, Pál-völgyi-barlang, István-barlang, Baradla Vörös-tői szakasza/ a megvilágítás szakaszonkénti időtartama abszolút értékben kisebb az előbbieknél, a látogatók számának növekedésével azonban ugyanugy emelkedik a világítás időtartama.

Az összefüggés attól függ, hogy a látogatók számának növekedése csak, vagy zömében az egyes csoportok létszámát növeli-e /ebben az esetben mintegy 25 %-os vezetési, s ezzel világítási időhosszabbodás jár/, vagy a csoportok számát növeli /ez esetben viszont a megvilágítási idő 50 %-os növekedése következik be/. Mindkét esetben 50 %-os létszámnövekedést vettünk alapul /4. ábra/.

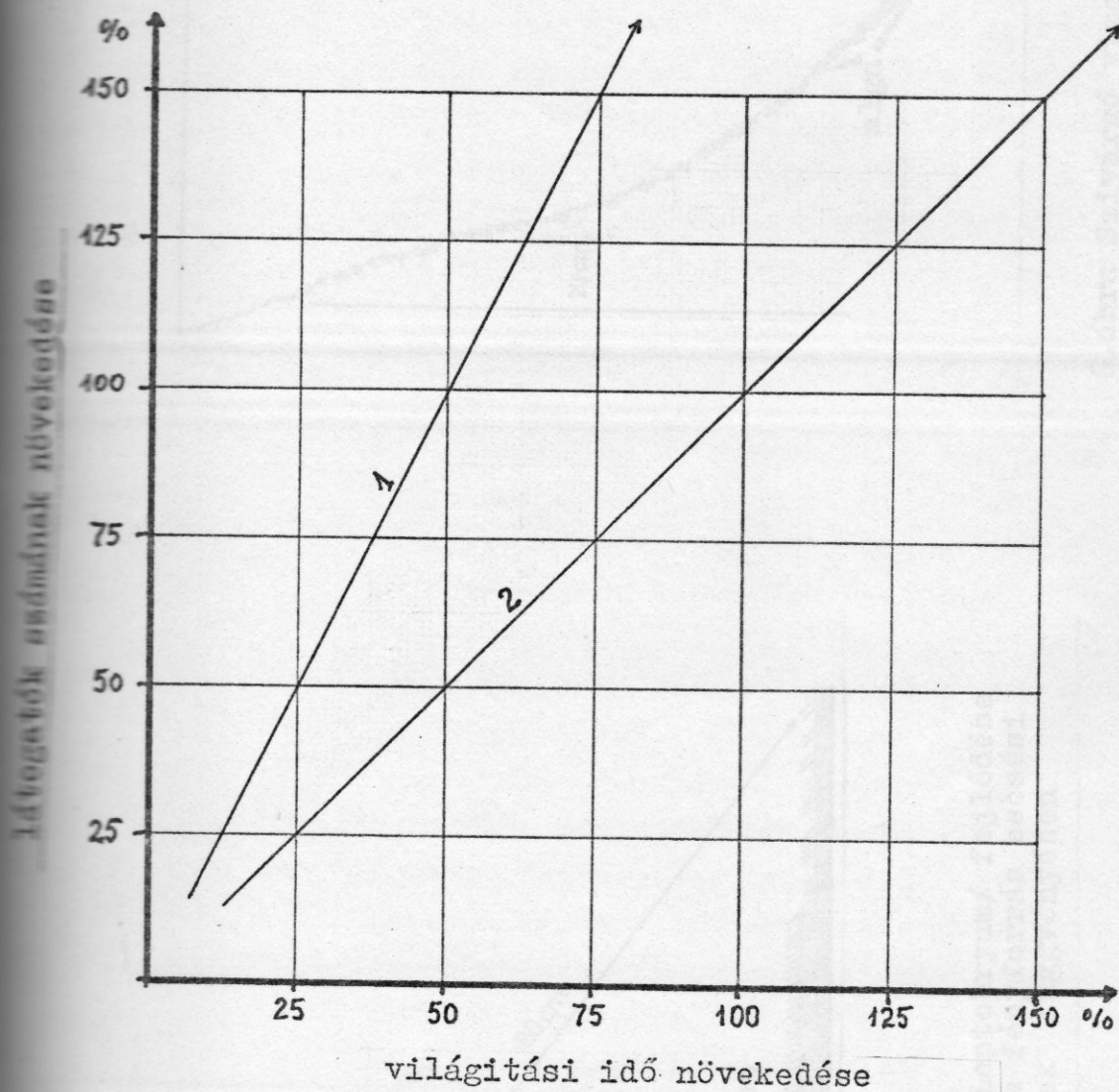
A megvilágítás erőssége ugyancsak meghatározó tényező a növénytömeg megtelepedése és fejlődése szempontjából. Az adott felületen mérhető fényerő a fényforrás erősségétől, illetve a fényforrástól való távolságtól függ. Ennek hatását, illetve kölcsönhatását az 1. és 2. ábra szemlélteti.

A fény beesési szögének szerepét az 5. ábrán mutatjuk be.

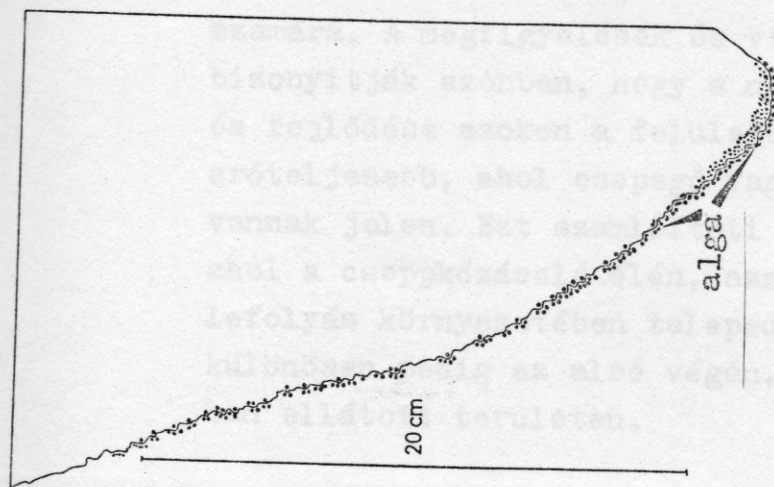
1.2. Egyéb tényezők

A barlangok átlagosan 90-98 %-os relatív nedvességtartalma önmagában is kedvező élet-

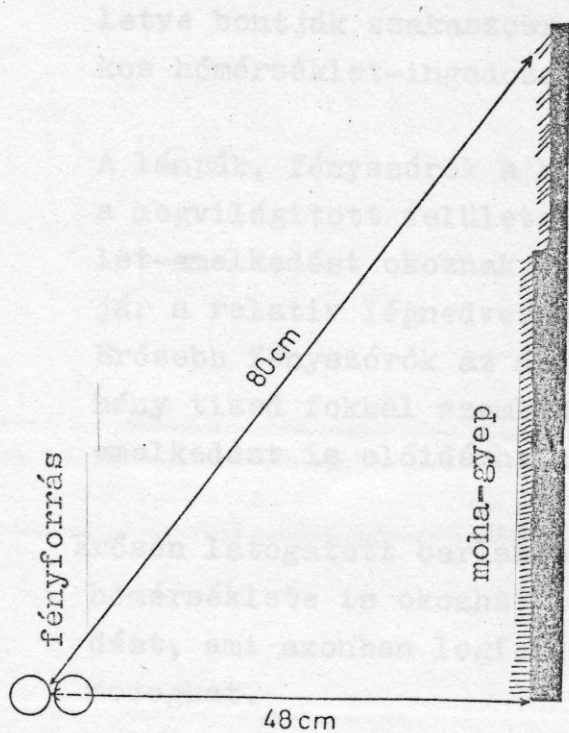
Összefüggés a látogatók számának növekedése és
a megvilágítás időtartamának növekedése között



- 1 a látogatócsoport létszámának növekedésével
- 2 a látogatócsoportok számának növekedésével



6. ábra Szivárgó vizet vezető
cseppköfüggöny alga-
bevonata



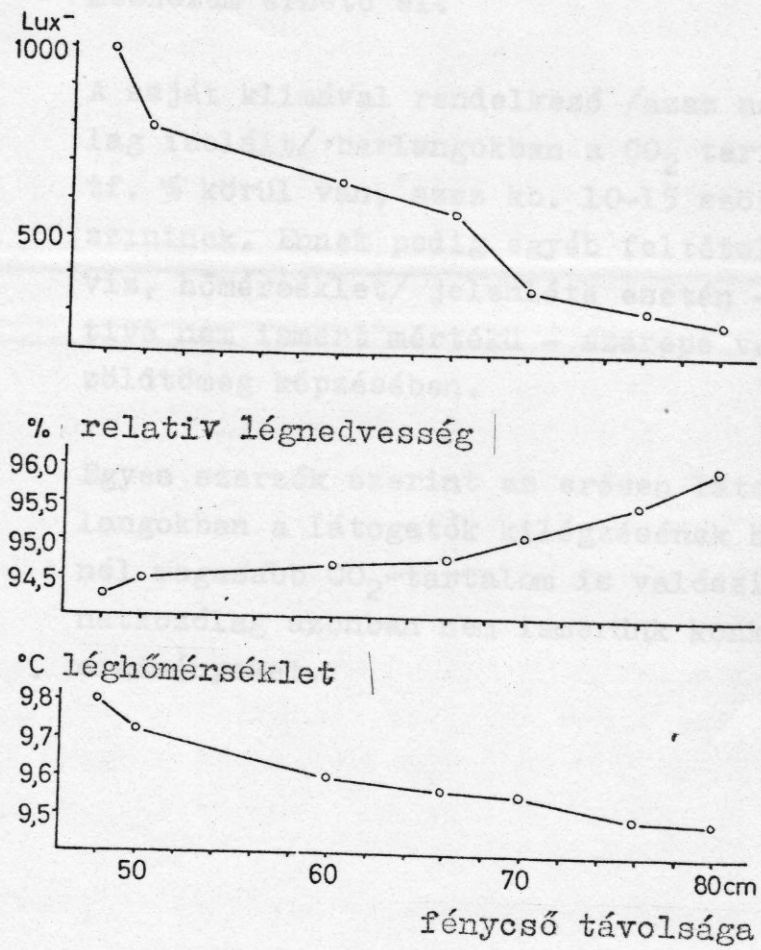
5. ábra Moha /Leptobryum/ fejlődése
40 W-os fényforrás beesési
szögének függvényében

feltételeket biztosít az alacsonyrendű növények számára. A megfigyelések és vizsgálatok azt bizonyítják azonban, hogy a növények megtelepedése és fejlődése azokon a felületeken /fal, cseppkő/ erőteljesebb, ahol csepegő vagy szivárgó vizek vannak jelen. Ezt szemlélteti a 6. ábra is, ahol a cseppkőzászló élén, azaz az intenzív víz-lefolyás környezetében telepedtek meg az algák, különösen pedig az alsó végén, a vízzel legjobban ellátott területen.

A hőmérséklet szerepe ma még nem kellően tisztázott. Mindenképpen kedvező a barlangok állandó - hazánkban átlagosan 10°C - hőmérséklete. Bár a lámpaflóra növényei általában kevésbé érzékenyek a hőmérséklet-ingadozásokra, az állandó hőmérséklet kedvezőbb életfeltételeket biztosít, mert fejlődésüket nem befolyásolják, illetve bontják szakaszosra a nagy mértékű évszaki hőmérséklet-ingadozások.

A lámpák, fényszórók a környezetükben, illetve a megvilágított felületen kis mértékű hőmérséklet-emelkedést okoznak, amivel viszont együtt jár a relatív légnedvesség csökkenése /7. ábra/. Erősebb fényszórók az ábráról leolvasható néhány tized fokkal szemben $1-2^{\circ}$ -os hőmérséklet-emelkedést is előidézhetnek.

Erősen látogatott barlangokban a látogatók testhőmérséklete is okozhat léghőmérséklet-emelkedést, ami azonban legfeljebb $0,5-1,0^{\circ}\text{C}$ körül mozoghat.



Fény-, légnedvesség- és léghőmérséklet változása
40 W-os fényforrástól való távolság függvényében

Nem hanyagolható el a levegő CO₂-tartalma sem, melyről közismert, hogy a zöld növénytömeg termelésében jelentős szerepe van, azaz magasabb CO₂ tartalmu levegő jelenlétében nagyobb növényi zöldtömeg fejlődik, illetve magasabb terméshozam érhető el.

A saját klimával rendelkező /azaz nagy, viszonylag izolált/ barlangokban a CO₂ tartalom 0,3-0,5 tf. % körül van, azaz kb. 10-15 szöröse a felszínnek. Ennek pedig egyéb feltételek /fény, viz, hőmérséklet/ jelenléte esetén - kvantitativ nem ismert mértékű - szerepe van a nagyobb zöldtömeg képzésében.

Egyes szerzők szerint az erősen látogatott barlangokban a látogatók kilégzésének hatására ennél magasabb CO₂-tartalom is valószínű, erre vonatkozólag azonban nem ismerünk konkrét mérési eredményeket.

2./ A lámpaflóra káros hatása

A lámpaflóra, azaz a barlang mesterséges világítása hatására megtelepedő zöld növényzet ellen elsősorban azért kell küzdenünk, mert barlangidegen, s a barlangnak mint természetvédelmi objektumnak a természetes állapotát megváltoztatja.

A növénybevonat elsősorban a legszebb cseppköveken, képződményeken és falfelületeken jelenik meg, hisz ezeket világítják meg a legjobban. Számos - külföldi és hazai - barlangban a látogatók már nem azt látják, amit szeretnének. Egyes hazai barlangok is súlyos helyzetben vannak, de zömük még e folyamat elején van. /Talán ezért sem értik meg az illetékesek és külső szakemberek ennek a veszélyét./ Mind e tanulmány összeállítója, mind külső szakértője számos külföldi /elsősorban NDK-beli/ barlangban járt, ahol a növényesedéssel, illetve az ellen való védekezés elhanyagolásával, szükségességének fel nem ismerésével sikerült a barlangot teljesen tönkretenni. Nyilvánvaló, hogy a hazai barlangjainkban ^{nem} kezdünk hozzá azonnal a védekezéshez, mi is ide jutunk.

Elhangzottak olyan vélemények is, hogy miért kell a barlangi növények ellen védekezni, hisz néhány külföldi barlangban védik és mutogatják őket. Eltekintve attól, hogy fenntartjuk a barlangok természetes állapota megőrzésének szükségességét és elsődlegességét /és ezért nem lehet egyetérteni pl. a barlangok színes megvilágításával sem,/ a lámpaflóra bemutatása a barlangtól idegen, ami egy pincében is előállítható. Mentségként emlithető a lámpaflórát védő és

mutogató barlangüzemek mellett, hogy ezek a barlangok képződményementesek, s így gyakorlatilag az egyetlen látnivaló a zöld növényzet, mint unikum.

Nem tudni, mit szólnának a botanikusok, ha egy védett növényritkaság termőhelyére /abszurd példaként/ az idegenforgalom által behurcolt gaz kerülne, ami elnyomná, kiszorítaná a védett növényt.

További károsodás veszélye abból fakad, hogy a lámpaflóra biomaszájában az autótrófok jutnak uralomra, és soha nem látott táplálékbőséget okoznak. Ez elkerülhetetlenül a barlangi fauna fajösszetételének megváltozásával jár! Pl. 1975-ben a Baradlából /Hentesüzletnél a falon/ több algaevő fonalféreg és egy kekesféreg került elő.

Amennyiben a barlangi növények ellen nem védekezünk, tovább súlyosbodik a helyzet. A képződményeken, falfelületeken megtelepedő növényeket a leszivárgó vízből kiválva vékony mészréteg vonja be, ami által mind mechanikai, mind vegyszeres uton eltávolíthatatlanná válnak.

A moszatok - mivel 1-2 mm vékony filmszerű rétegben telepednek meg, elsősorban a jó vizellátású felületeken - könnyen is kérgeződnek be. A mohák bekérgeződése már hosszabb folyamat.

Az 1-1,5 cm vastagságú mohapárnákba a szivárgó víz kapillárisan behatol, amiből a levelekre kalcitkristályok válnak ki. Teljes bekérgeződés után a levelek,

illetve a növény elhal. Meggyorsítja a folyamatot a lecsöppenő, permetszerűen szétporló vízből történő mészkiválás, ami a felületet kérgezi be /8.ábra/.

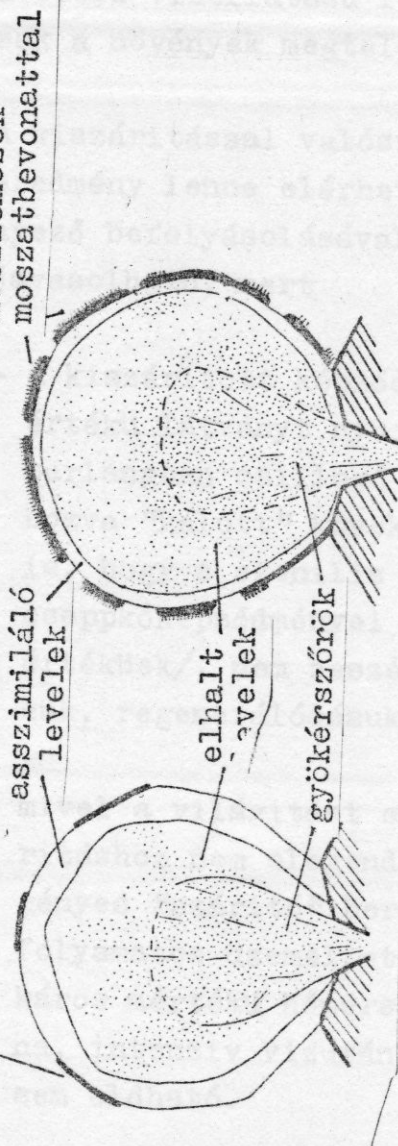
A kialakult mészfelületen azután újra megtelepednek a moszatok, majd ismét a mohák. A bekérgezés folyamán tufásodott zöld, illetve megfeketedett mohapárna gyakorlatilag - legalábbis a természetes állapot károsítása nélkül - nem távolítható el.

Ezt követően megindul a talajképződés folyamata, az algaevő állatok ürüléke és az elpusztult algák fekete bevonatot alkotnak a cseppköveken. A kialakuló talaj pedig a cseppkövek - éppen a legszebb cseppkövek - felületét kezdi savas kémhatásával tönkretenni.

A gyógybarlangok /Béke-barlang, Abaligeti-barlang, tapolcai Kórház-barlang/ esetén különösen veszélyes az algásodás /sajnos mind a Béke-barlang, mind az Abaligeti-barlang gyógyterme erősen növényesedett/, mert a lehulló vízcseppek, de az emberi mozgás is algasejteket, spórákat vernek fel, melyek hetekig lebeghetnek a levegőben, belélegezve pedig asztmás rohamokat válthatnak ki, illetve ronthatják a gyógyhatást.

Mohák mészbekérgeződésének folyamata /Dobat nyomás/

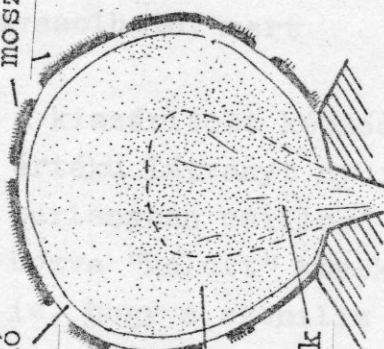
mészlemezek



1

A gyökérszőrök és az elhalt levelek erőteljes bekérgeződése. Az asszimiláló leveleken a mészkiválás az allevelek fokozódó elhalásához vezet.

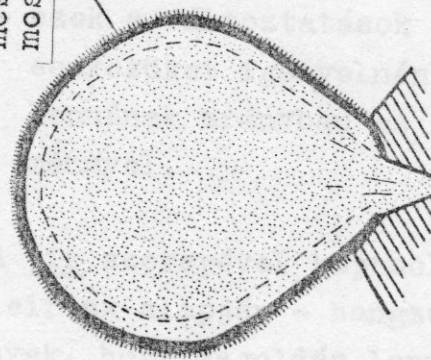
mészlemezek
moszatbevonattal



2

A moha felületén a mészkiválás "mészlemezekké" áll össze. Az asszimiláló levelek sávja keskeny, 1 mm vastag réteggé szűkül, a gyökérszőrök és az elhalt levelek bekérgeződésének következményeként.

mészburok
moszatbevonattal



3

A levelek teljes elhalása után, 1 mm vastag mészburok kialakulása, melyen kémosmások telepednek meg. Az így kialakult "moszatbevonattal" beborított moha teljesen bekérgeződött.

- ezek a változtatások olyan műszaki és anyagi eszközöket igényelnének, amelyek messze nem lennének arányban az esetleg elérhető eredménnyel.

A víz szerepével kapcsolatban - az 1.2. pontban leírtak alapján - hangzottak el olyan vélemények, hogy megoldás lenne a növényesedett, illetve arra hajlamos felületek, képződmények "kiszáritása", ugyanis a tapasztalatok szerint a rossz vizellátású felületek kevésbé alkalmasak a növények megtelepedésére és fejlődésére.

A kiszáritással valószínűleg lényegesen több eredmény lenne elérhető, mit az előző két tényező befolyásolásával, ez a megoldás mégsem javasolható, mert

- a kiszáritott képződmények jelentősen csökkent értékű látványt nyújtanak /közismert, hogy a barlangban csillogó képződmények a felszínre hozva "halott" kövekként hatnak, valamint az is, hogy a szenilis barlangok már "nem élő" cseppkőképződményei milyen kevés esztétikai értékűek/, nem beszélve arról, hogy fejlődésük, regenerálódásuk lehetősége megszűnik,
- mivel a világítást szolgáltató lámpák a kiszáritáshoz nem elegendőek, költséges és energiateljes "száritó" berendezések beépítésére és folyamatos üzemeltetésére lenne szükség, ami káros mértékű hőmérséklet-emelkedéssel is járna, intenzív vizutánpótlású felületeken pedig meg sem oldható.

Marad tehát a megvilágítás korlátozása. A fény a lámpaflóra kialakulásában kauzális tényező, nélküle a többi tényező nem hat. A fény korlátozásával csökken, bizonyos határ alatt megszűnik a többi tényező hatása.

A továbbiakban a fénnel, azaz a megvilágítással kapcsolatos védekezési lehetőségeket részletesebben tárgyaljuk.

A világítás a lámpaflóra kialakulásának döntő tényezője a fény, ami a természetes állapottól eltérő hatásként jelentkezik az idegenforgalomra kiépített barlangokban. A védekezést - elsősorban megelőzésként - mindenképpen a fény ésszerű, mondhatni takarékos használatával kell megoldani.

A már káros mértékben növényesedett barlangokban felmerül a világítás - azaz az idegenforgalom - hosszabb-rövidebb ideig történő teljes szüneteltetése, vagy erőteljes korlátozása. Ezt a megoldást választották a spanyolországi Altamira- és a franciaországi Lascaux-barlangnál, ahol a lámpaflóra - az igen intenzív idegenforgalom és a barlangok viszonylag kis mérete következtében - a jégkori ember egyedülálló barlangi festményeit veszélyeztette. Ezekben a barlangokban a látogatás ma is szigorúan korlátozott, pld. a Lascaux-barlangba ma napi 5 /!/ látoga-

tót engednek be. Meg kell itt jegyezniünk, hogy a barlangi festmények olyan kulturtörténeti és művészettörténeti értékek, hogy ezek védelmére teljesen indokolt az ilyen szigorú védelem. E barlangokban - mivel viszonylag kis méretűek, kis légterűek - a világítás csökkentése önmagában nem elegendő, mert kis számú látogató esetén is - a világítás hatása mellett - egyéb káros hatások /hőmérsékletemelkedés, CO_2 -tartalom növekedés, spórák behordása/ is jelentkeznek, melyek csak ilyen nagymértékű korlátozásokkal háríthatók el.

De ismerünk más példát is, így az USA egyik különleges képződményekkel diszitett barlangjának látogatását - természetvédelmi okokból - évi 1500 /!/ főben maximálták úgy, hogy egy-egy látogató csoport létszáma nem haladhatja meg a 8 /!/ főt.

Hazai barlangjainkban - anélkül, hogy a barlangi festmények és a természetes cseppkőképződmények "értékét" rangsorolnánk, ilyen drákói beavatkozásokra még nincs szükség általánosan /egy-egy ponton már igen/, de semmi esetre sem lehet cél a látogatók számának növelése. /Megjegyzendő, hogy hazai barlangjaink állapotát és teherbíróképességét is egyedileg, sőt szakaszokra bontva kell elbírálnunk./

A világítással való gazdálkodás területén még

nagy tartalékaink vannak, ezek mielőbbi realizálásával hosszú időre megoldható lenne /irtási módszer/ kombinálásával, lásd később/ a lámpaflóra problémája. Különösen a még lámpaflóra nélküli barlangszakaszokban, illetve ujonnan kiépített barlangokban sürgős ennek a végrehajtása. Ezzel a lámpaflóra kialakulását el tudnánk kerülni, illetve a jelenleginél jóval hosszabb időre tudnánk kitolni.

Ki kell térnünk röviden arra is, hogy hazai természetvédelmünk igen helyes elve az, hogy természeti értékeinket nemcsak védeni kell, hanem be is kell mutatni. Ennek érdekében kell megtalálni azt a megoldást, ami mindkét célt teljesíti.

Még akkor is, ha ez kezdetben anyagi áldozattal jár, ami azonban hosszabb távon bőségesen megtérül. Különösen, ha figyelembe vesszük az energiatakarékosság szempontjait is, hiszen a lámpaflóra elleni védekezés iránya /a fényerő és a világítási időtartam csökkentése/ természetesen megegyezik az energiatakarékosság érdekeivel.

A megelőzés és a védekezés alapja az éves fényösszeg csökkentése /mely a fényerősségből és a világítás időtartamából tevődik össze/.

A fényerő csökkentésére hazai barlangjaink zömében nagy lehetőség van. Általánosságban megállapítható, hogy hazai barlangjaink tulvilágitottak. A felszabadulás utáni kiépítések,

rekonstrukciók során - pénz nem számít alapon - idegenforgalmi barlangjaink olyan diszkivilágítást kaptak, amelyben képződményeik valóban csodálatosan tűndököltek, kihozva a szingazdaságot, a barlangok azonban szinte elvesztették "barlang" jellegüket. A környező országok kiépített barlangjai - hazai szemmel nézve - szinte szegényes világításuak, sejtelmes, a barlang-jelleget jobban érzékeltető alapvilágítás mellett csak a kiemelkedően szép képződményeket világítják meg erősebben.

/Csehszlovákiában is - ahol kezdetben szintén erősebb világítás volt, áttértek a "sejtelmesebb" világításra, elsősorban takarékosági okokból. Ugyanezt tették tavaly a Baradla Vörös-tó- jósvafői szakaszán, ahol az 1500 W-os fényszórókat 50 W-osokra cserélték fel. A fényerő 1/3-ra való csökkentése nem, vagy alig vehető észre. A fényösszeg kedvező alakulásában ugyanakkor rendkívül jelentős./

Barlangjaink világításában helyenként - főleg kisebb barlangjainkban - olyan hibák is előfordulnak, hogy sok esetben megfelelő világítótestek beszerzési nehézségei miatt, ott is fényszórókat helyeznek el /szűk helyeken, közeli megvilágítási felületeknél/, ahol arra semmi szükség nincs, viszont kiválóan elősegíti a lámpaflóra gyors kialakulását.

A megvilágítás időtartama függ a látogatócsoporthoz számától, a csoportok létszámától /lásd 1.1. fejezet 4. ábra/ - ezek csak korlátozhatók az idegenforgalom rovására, ezért ehhez csak a végső esetben szabad folyamodnunk - valamint a világítási rendszertől. Meg kell állapítanunk, hogy hazai idegenforgalmi barlangjaink világítási rendszerének kialakítása rossz, elhibázott /olyan, mintha egy több helyiségből álló lakás valamennyi világítóteste csak egyetlen kapcsolóval lenne be- és kikapcsolható, ennek helytelenségét senkinek sem kell magyarázni, ideje, hogy a barlangokban való helytelenségét is belássák - elsősorban az üzemeltetők/. E helyen a helyes világítás elveit rögzítjük néhány vizsgálat tükrében.

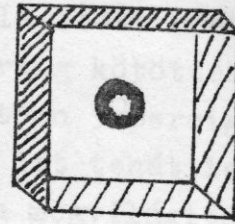
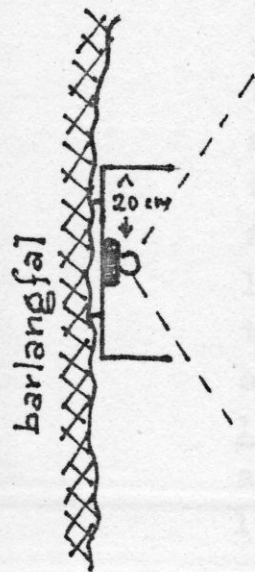
A legfontosabb alapelv, hogy a világítást két külön rendszerben kell megoldani. Az egyik a biztonságos közlekedést, tájékozódást biztosító hálózat /40-60 W-os izzólámpákkal/. Ennek szakaszolását úgy kell megoldani, hogy egy-egy látogatás, illetve áthaladás alkalmával egy-egy szakasz max. 5 percig üzemeljen. A világítótesteket úgy kell elhelyezni, hogy lehetőleg közvetlenül és közelről ne világítson meg semmit, csak a járdát. Amennyiben ez elkerülhetetlen, akkor legfeljebb nem szembetűnő, képződmény nélküli falfelületeket érjen a fény, lehetőleg azonban ezt is el kell kerülni, mert ezeken a helyeken megtelepedő növényzet egyéb helyek fertőzésének forrása lehet./ A nem kívánt világítást cse-

rélhető /és a felszínen lemosható, fertőtleníthető/ műanyag fényterelő lapokkal lehet kivédeni. A 9. ábrán egy javasolt lámpakialakítási megoldást mutatunk be.

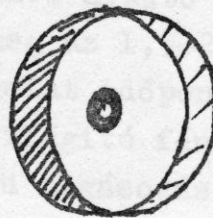
Nagyobb termeket, különleges képződményeket megvilágító fényszórók külön hálózatról üzemeltetendők. A fényszórók elhelyezésénél arra kell vigyázni, hogy közeli /1-3 m/ felületeket ne világítsanak meg, és a távolságtól függően max. 100-500 W-os izzókat alkalmazzunk, s a felületet 200 lux-nál több ne érje.

A fényszórók kapcsolását úgy kell megoldani, hogy nem szakaszonként, hanem képződményenként, vagy teremrészenként legyenek kapcsolhatók, s úgy kell üzemeltetni, hogy esetenként 1 percnél, kivételesen 2 percnél tovább ne égjenek.

A világítást - bármilyen jól is van kialakítva - emberek kezelik, s az ember tévedhet, feledékeny, s sokszor hanyag is. Ezért előfordulhat, hogy szakaszvilágítás esetén az elhagyott szakasz világítása égve marad, vagy egyszerűen a kelletténél tovább égnek a fényszórók. Az automatizálás korában nem probléma és nem is költséges olyan kapcsolók alkalmazása, melyek pl. a bekapcsolást követően meghatározott idő elteltével /pl. 1 perc múlva/ kikapcsolnak. A szakaszos világításnál pedig a következő szakasz világítása addig nem kapcsolható be, amíg az előzőt le nem kapcsolták.



négyszögletes



köralaku

A fentiek alátámasztására közöljük azoknak a méréseknek és megfigyeléseknek az eredményeit, amelyek 1975-ben az István-barlangban és a Baradla aggteleki középtúra szakaszán folytak. Legfontosabb megállapítás, hogy a látogatók figyelmét a fényszórókkal megvilágított részek és részletek legfeljebb 0,5-1 percre kötötték le, hiába égtek tovább, sok esetben 5 percre is /a hosszú szakaszolás miatt/. Itt tehát legalább ötösdere lenne csökkenthető a megvilágítás időtartama, ami a növényesedés megakadályozása terén döntő tényező lenne.

A Baradla aggteleki szakaszán a fényszórók kapcsolási rendszere zömében megfelelő. A vizsgálat időpontjában a fényszórók üzeme - még a nagyméretű és látnivalót nyújtó Oszlopok csarnokában sem haladta meg az 1,5-2 percet. Nem is volt látható a vizsgálat időpontjában /1975/ - néhány tal közelre világító fényszórótól eltekintve - nagyobb felületű algásodás. Nem állítható, hogy ez a helyes kialakítás és vezetési módszer a növényesedés elleni védelem szükségességének felismeréséből fakadt, inkább a baradlai méreteken jelentős energiafelhasználás volt az indító ok, de végül is szerencsére a két igény egybeesik.

Meg kell jegyeznünk, hogy ma már nem ilyen kedvező a kép, a barlang nagy mértékű látogatottsága folytán a növényfoltok nagyobbodnak, terjednek.

A védekezés egyik módszere az is, hogy a fényszórók helyét, illetve a megvilágítás irányát változtatjuk. Ez - amennyiben egy világítási rendszer-ről van szó - munkaigényes és műszakilag is nehezen megoldható. Két külön - változatható - világítási rendszer kiépítése pedig költséges, gyakorlatilag kétszeres költséget jelent. Amíg van olcsóbb megoldásunk, addig ez nem időszerű. Az azonban már most is végrehajtható és végrehajtandó, hogy a tönkrement, elavult világítórendszerek felújításánál ezt az utat követve az új fényforrások más helyre, más irányba vetve a fényt kerüljenek elhelyezésre. Ugyancsak megvalósítandó, hogy ha egy fényszóró hatására megjelennek az algák, ezt a fényforrást a rendszerből ki kell iktatni vagy csökkentett üzemidővel használni.

Felmerülhet a kérdés, hogy a fény színe miként befolyásolja a növények fejlődését, és ez nem hasznosítható-e a védekezésben?

Az asszimiláció a teljes fényhullámtartományban /kb. 400-760 m/ végbemegy. A legerősebb a vörös, nagyon csekély a zöld, és különösen csekély az ultravörös és ultraibolya félynél. Az abszorbeált fénymennyiségnek csak egy kis részét /1-5 %, legfeljebb 10%/ használja a növény asszimilációra. A sugárzó energiának ez az alacsony kihasználása arra vezethető vissza, hogy az elnyelt fényben sok ultravörös és ultraibolya sugár van, melyek a fotószintézisben alig hasznosíthatók. Monokromatikus fényben, azaz

ultravörös és ultraibolya fény hiányában végzett vizsgálatok szerint az egysejtű *Chlorella* moszat az alábbi értékeket szolgáltatotta:

Fényhullámhossz	szín	a sugárzó energia hasznosítása
610-690 m μ	vörös	59,0 %
578 m μ	sárga	53,5 %
546 m μ	zöld	44,4 %
436 m μ	kék	33,8 %

A táblázat alapján a zöld-kék szintartomány /400-500 nm/ kevésbé felel meg a növények fejlődésének. Ezt a szintartományt leginkább a higanylámpák, kevésbé a fémhalogénlámpák /In, Na, Tl/ közelítik meg. Higanylámpákat néhány barlangban jelenleg is használnak egy-két helyen. Sajnos, nem folytak vizsgálatok arra vonatkozóan, hogy e fényforrások közelében kisebb mértékű-e a növényesedés? Azt azonban meg kell állapítani, hogy a higanylámpák zöldeskék, hideg színe egyrészt a képződmények eredeti színét torzítva, helytelenül adja vissza, másrészt a barlangok egyébként is rideg, hűvös világa barátságosabb, melegebb /azaz a természetes fényhez közeli/ szint, illetve megvilágítást kíván. Nem mindegy, hogy a látogatóban milyen érzetet, hangulatot vált ki a barlang látványa /hideg, rideg-meleg, barátságos/ és milyen emléke marad meg erről.

A fentiek alapján, továbbá mivel még kvalitatív adatunk sincs a fény színének a barlangi növényesedésre gyakorolt hatásáról, ezt az utat egyelőre járhatatlannak tartjuk.

Gyógybarlangokban azonban, ahol nem az esztétikai érték a döntő, színes lámpák /zöld, kék/ alkalmazása eredményre vezethet. Itt sem szabad azonban figyelmen kívül hagyni - sőt, talán még fokozottabban kell ügyelni rá, hiszen beteg emberek több órát töltenek egyfolytában a barlangban - a fény színének pszichikai hatását.

3.2. A kialakult flóra megsemmisítése

A már kialakult lámpaflóra eltávolítása mindenképpen szükséges, még akkor is, ha a 3.1. pontban közölt módok bármelyikével korlátoztuk vagy megszüntettük is a növények fejlődésének feltételeit. Az elhalt és megfeketedett növénytömeg legalább annyira nem esztétikus a képződmények felületén, mint az élő.

Mechanikai eltávolítás

A legegyszerűbb és talán a legkevesebb problémát okozó eljárás a növényesedett felületről kézzel, illetve surolókefével való ledörzsölés és bő vízzel való lemosás.

A módszernek azonban számos hátránya van. Először is nagyon munkaigényes, még könnyen elérhető felü-

letek esetén is, nagyrészt azonban létrák, állványok és alpin technika igénybevétele is szükséges. Legalább évenként egyszer, erősen fertőzött barlangokban ennél is sűrűbben végre kell hajtani, mert a bekérgeződött /kalcifikálódott/ alga- és mohatömeg a képződmények megsértése nélkül már nem távolítható el.

További hátránya, hogy általában a függőcseppkövek /különösen a szakmacseppkövek/, a heliklitek, borsókövek, valamint mésztufa-bevonatok /Anna-barlang/ mechanikai úton egyáltalán nem kezelhetők, részben a képződmények törékenysége, részben túlzott tagolt-sága miatt.

Nem lebecsülendő az sem, hogy a munkák során nagy mértékben verődnek fel az algasejtek, sporák, melyek aztán eddig nem fertőzött felületeken is megtelepedhetnek.

Kémiai módszerek

A kémiai módszerekkel szemben általában erős fenntartással viseltetnek egyes szakemberek, mondván, hogy ezek a módszerek a barlangok különleges ritkaságokban gazdag állatvilágát is károsítják. Kétségtelen, hogy a veszély fennáll, ha nem kellő körültekintéssel és gondossággal használjuk a kémiai szereket.

A kémiai védekezés általában permetezés formájában oldható meg. Meg kell itt jegyeznünk, hogy eb-

ben az esetben a permetezés alatt nem a hagyományos, köznapi értelmű folyadékporlasztásról van szó, mert ez esetben a teljes barlangi légtér megtelik a permetezőszerszerrel, ami a gyenge légáramlás és magas páratartalom mellett hosszú ideig nem távozik, veszélyeztetvi viszont a barlang állatvilágát, vizeit és még a látogatókat is. Ilyen módon semmilyen körülmények között sem szabad a barlangban permetezni.

A vegyszerrel való kezelés módszere csak olyan lehet, ami csak a kezelandó felületre juttatja a szert úgy, hogy a levegőbe ne vagy csak minimális mennyiség jusson. Ez egész közeliről /max. 10 cm/ nem nagy nyomásu kézi permetezővel történhet, vagy esetleg ecsettel való felhordással.

Dobat szerint az NSZK-ban néhány barlangüzem kémiai szereket /pl. klóros fehéritő lug/ használ, amit évenként ismételn. A használat módjáról, eredményeiről nincs adatunk, csak annyit jegyez meg a szerző, hogy a kőzet, illetve képződményfelületet is megtámadja.

1978-79-ben a Barlangtani Intézet irányításával egy év alatt mesterségesen létrehozott algavegetációkísérletezték ki néhány vegyszer hatását /1%-os rézszulfát oldat, százszorosan higitott formalin, Sterogenol, Gramoxone/. Az eredmények alapján a formalinos védekezést tartották a legalkalmasabbnak, elsősorban azért, mert - a többi szerrel szemben - egyszerűbb felépítésű, jól ismert hatásmechanizmusa szer, nem halmozódik fel, maradványai a levegővel együtt távoznak. Az erős szúrós szag lehetetlenné teszi a hibás adagolást. A bar-

langi kíméletlen használatára a paraformaldehid még koncentrációval szemben, különösen nem az erősen hígított oldattal.

Laboratóriumi kísérletek megerősítették az irodalom által megadott paraformalinkoncentrációkat. Az algákat már 0,04% (0,4 mg/l) formalin elpusztítja, a Daphniára durván 0,0001% (0,001 mg/l) koncentráció /2 mg/l mérgező, a halakra pedig 0,001% (0,01 mg/l) ártalmas.

Ha 1 liter vízbe 30000mg formalingázt feltételezünk, akkor 300 000-szeresen hígítva már hatékony. Ezt a hígítást már szinte inni lehet. Ennek a koncentrációnak a megerősítését tartalmazzák formalinból a kórokozókat, kórokozókat. A Ga-Fo nevű, csehszlovák gyártású rovarölő szer nem más, mint tízszeresen hígított formalinoldat.

Az említett hígított formalinoldat kézi és házi permetezővel vagy egyszerűen a növényfoltra juttatva 1 óra alatt kifejezi hatását, majd tiszta vízzel lemosva mélyen az ártalmos koncentráció alá hígul. De ez a lemosás is egyszerűen összegyűjtve kizár bármiféle károsítást.

A Lascan-kezelés károsító zöld növényeket is formalin kezelésével irtották ki, igaz ugyan, hogy ezt nem volt szempont a barlang egyéb élővilágának megvétele.

A legfrissebb információk szerint Franciaország és Olaszország több barlangjában alkalmazzák a Carnex nevű növényvédőszer. A szer hazánkban is ismert. Hormon-

bázisu növényvédőszer, amely növekedési hormonként erőteljes növekedésre készíti a növényeket, amíg azok tartalékait teljesen ki nem merítik és el nem pusztulnak. A kezelés után kb. egy hónappal az elhalt növényeket mechanikus uton eltávolítják. A kezelést a látogatási főszezon végén alkalmazzák. A szer elvileg állatokra nem ártalmas, de ezt még barlangi állatokra kísérletileg igazolni kellene, valamint a szer lebomlását is.

Fizikai módszerek

Külföldi és hazai kísérletek szerint egyik legjobb, de viszonylag költséges védekezés az UV-lámpák /Germicid-lámpák/ használata. Az egészségügyi vonalon fertőtlenítésre használt lámpák barlangi használata a vegyszereknél jóval kevesebb problémát vet fel, bár itt fennáll az, hogy a besugárzott területen az ott tartozkodó valamennyi élőlényre káros. A kísérletek szerint egy 60 W teljesítményű UV-lámpa egyetlen éjszakai üzemeltetése /1 m távolságról/ a sugárzás tartományába eső algákat megöli, mohák esetében ennél tartósabb megvilágítás szükséges.

Ezzel kapcsolatban ki kell fejleszteni egy, a barlangi körülmények között alkalmazható UV-lámpa típust. A legveszélyeztetettebb felületek esetén állandóan beépített lámpákat kell alkalmazni, melyek az üzemidőn kívül működnek irtás, de még inkább a megelőzés érdekében. A kevésbé növényesedő felületek védelmére hordozható UV-lámpákat kell beszerezni.

4/ Javaslat

Az idegenforgalmi barlangok védelme érdekében az alábbi vizsgálatok és intézkedéseket kell megindítani ill. végrehajtani:

1./ Az idegenforgalmi barlangok üzemeltetési szabályaiban meghatározott feltételek betartatása:

a. a villanyhálózatok felujításánál szigorúan betartani a növényesedés elleni védelem szempontjait /két hálózat, rövid szakaszok, kis fényerő/;

b. a jelenlegi növekedést előidéző fényforrások üzemének szüneteltetése, illetve fényerejének csökkentése.

2./ Kísérlet végrehajtása a különböző típusu, fényerejű fényforrások, különböző időtartamu megvilágítások hatásának meghatározása, hogy a tervezéshez és üzemeltetéshez számszerű értékeket kapjunk.

A kísérletre alkalmas lenne a Pál-völgyi-barlang Ötösök-folyosója /idegenforgalomra meg nem nyitott rész, hálózati csatlakozási lehetőség van/.

3./ Meg kell kezdeni a barlangi alkalmazásra megfelelő UV-lámpa-típus /vagy fényszóró-UV-lámpa kombináció/ kifejlesztését, majd kipróbálás után gyártását és általános barlangi használatát meg kell indítani.

- 4./ Amíg a világítástechnikai módszerek bevezetésre nem kerülnek ill. azoknak hatékony eredményei nem jelentkeznek, minden idegenforgalmi barlangnál elő kell írni és végrehajtani az évenként egyszeri mechanikai növényirtást. Vol. II. 1966.

Boros A.: Über die Höhlen...

Intern. Journal of Speleologie Vol. I. 1964.

Boros A.: A barlangok felszínéről növényvilág

Karst és Barlang 1971. II.

Claus, G.: Algae and their mode of life in the Karstic cave at Igtselak

Acta Botanica Tom. II. Fasc. 1-3. 1955.

Dobai, K.: Die Kryptogamenvegetation der Höhlen und Kalksteinen im Bereich der Schönbühler Alb

Jb. Karst- u. Höhlenkunde Heft 3. 1966.

Dobai, K.: Ein biologischer Lehrgang durch die Schönbühler Höhlen der Schönbühler Alb

Schwarze 28/75/ 1969.

Dobai, K.: Geschichte und Ergebnisse botanischer und zoologischer Untersuchungen in den Höhlen der Schönbühler Alb

Jb. Karst- u. Höhlenkunde Heft 6. 1966.

Dobai, K.: Eine Ergebnisse zur Lampenflora Deutschlands

5. Intern. Kongress f. Speleologie 1959.

Dobai, K.: Ein Überblick im Aufbau der Lampenflora der Schönbühler Höhlen

1972.

Fajó, L.: Die heutige Lage der Algenforschung in den Höhlen und deren Probleme in Ungarn

Karst- és Barlangtudomány VI. 1971.

Fajó L.: A terméke barlangok algáinak vizsgálata a természetben

Barlangtudományi Szimpózium 1972.

Felhasznált irodalom

- Bernasconi, R.: Die Lampen-Moosflora der Beatushöhle und deren Vergleich mit anderen europäischen Höhlen
Intern. Journal of Speleologie Vol.II. 1966.
- Boros Á.: Über die Moose...
Intern. Journal of Speleologie Vol.I. 1964.
- Boros Á.: A barlangok felsőbbrendű növényvilága
Karszt és Barlang 1971. II.
- Claus, G.: Algae and their mode of life in the Baradla cave at Aggtelek
Acta Botanica Tom.II. Facs. 1-2. 1955.
- Dobat, K.: Die kryptogamenvegetation der Höhlen und Halbhöhl im Bereich der Schwäbischen Alb
Abh. z. Karst- u. Höhlenkunde Heft 3. 1966.
- Dobat, K.: Ein biologischer Lehrgang durch die Schauhöhlen der Schwäbischen Alb
Schulwarte 22 /6/ 1969.
- Dobat, K.: Geschichte und Ergebnisse botanischer und zoologischer Untersuchungen in den Höhlen der Schwäbischen Alb
Jh. Karst- u. Höhlenkunde Heft 6. 1966.
- Dobat, K.: Neue Ergebnisse zur Lampenflora Deutschlands
5. Intern. Kongress f. Speleologie 1969.
- Dobat, K.: Ein Ökosystem im Aufbau: die Lampenflora der Schauhöhlen
Umschau 1972.
- Hajdu, L.: Die heutige Lage der Algenforschung in den Höhlen und deren Probleme in Ungarn.
Karszt- és Barlangkutató VI. 1971.
- Hajdu L.: A terápiás barlangok algásodása veszélyezteti a gyógyhatást
Barlangterápiai Szimpózium 1972.

- Hajdu L.: A barlangok algásodása és a védekezés lehetőségei
Baradla 150 Nemzetközi Konferencia 1975.
- Hajdu, L., Boros, Á., Bartha, Zs.: Die Beschützung der rübe-
länder Höhlen vor Überhandnehmen der Lampenflora
Actes du 6^e Congrès International du Speleologie V. 1977.
- Hajdu L.: A barlangi növényzet kutatása
In: 70. éves a szervezett magyar karszt- és barlangkutatás
/Szerk.: Hazslinszky T./ Bp. 1980.
- Hajdu L.: A magyar barlangok flórája
Karszt és Barlang 1977. I-II.
- Hajdu, L., Orbán, S.: Über die grüne Pflanzenwelt der Baradla-
Höhle bei Aggtelek /Ungarn/
Studia Botanica Hungarica XV; 1981.
- Hazslinszky T.: Idegenforgalmi barlangjaink védelmében
Karszt és Barlang 1973. I-II.
- Hazslinszky T.: A barlangi világítás kialakításának szerepe
az algásodás elleni védekezésben
Baradla 150 Nemzetközi Konferencia 1975.
- Pénzes A.: Fény-élettani rejtélyek az aggteleki Baradla-bar-
langban
Magyar Tudomány 1968. 2.
- Rajczy, M.: How does effect the cave enviroment on some mosses?
Proc. Crypt. Symp. SAS. 1978.
- Rajczy, M.: Effect of the cave enviroment on seme mosses
Ann. Univ. Scient. Budapestiensis, Tom. XX-XXI. 1978-79.
- Verségny, K.: Die Pflanzenwelt der Höhlen bei Lillafüred
Intern. Journal of Speleologie Vol.I. 1965.
- Vogellehner, D.: Elektrisch beleuchtete Schauhöhlen, ein neuer
pflanzlicher Lebensraum
Mitt. der Verband Deutsch. Höhlen- u. Karstforscher 9. N.2.

Gröss L. Zs.: Az abaligeti barlang villanyfényben élő mohái
és harasztjai

Pécsi Műszaki Szemle XIV. 2. 1968.

Gröss L. Zs.: Mohok és harasztok az Abaliget barlangban,
villanyfényben

Bot. Közlemények 56. köt. 3. füz. 1969.

TÉZET