BARLANGTANI-GEOLÓGIAI

SZAKVÉLEMÉNY A PÁL-VÖLGYI BARLANG UJ SZAKASZAIRÓL

1981

DR. MÜLLER PÁL

Bevezetés.

Minden ujonnan felfedezett barlang és barlangszakasz a tudományos megismerés számára nagyon sok lehetőséget kinál. Elővigyázatlan látogatások ezt a tudományos értéket csökkenthetik, viszzahozhatatlanul el is ronhatják. Ez a felismerés vezette az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal Budapesti Felügyelőségét, hogy megbizást adjon a Pálvölgyi barlang uj szakaszainak előzetes tudományos vizsgálatára,s annak eldöntésére, milyen intézkedések szükségesek a későbbi kuatatások biztositása érdekében.

A budai barlangok általános jellege.

A Szépvölgy és a tágabb értelemben vett Rózsadomb barlangjai több okból érdemelnek különös figyelmet. Először is a világon ismert legnagyobb kiterjedésü és legváltozatosabb melegvizes üregrendszer ez, másrészt pedig világváros belsejében fekszik, ami idegenforgalmi jelentőségét nagyon megnöveli.

A barlangok legnagyobb része felsőeocén mészkőben és márgás mészkőben van. A Mátyás-hegyi barlang két helyen behatolt a triász szaruköves mészkőbe és dolomitba is.

Az üregek egytől-egyig emberi munka révén váltak hozzáférhetővé. Ennek oka, hogy az eocén mészkövek fagyra érzékenyek, s igy az esetleges egykori, felszinig ért járatszakaszok, természetes bejáratok beomlottak; ellentétben például a triász mészkőben levő Solymári-barlanggal.

A mesterséges feltártság és az ismert üreg-hálózatok sürü volta azt bizonyitja, hogy a mélyben még sok üreg rejtőzik, de vagy nem volt elegendő mély feltárás azon a helyen, vagy pedig a talált üregeket vélt érdekből eltitkolták a telkek tulajdonosai.

Ebből a szempontból a mészkövek felszini foltjai és a márgával vékonyan takart részek jöhetnek számitásba. A Budaimárga legmeszesebb részei is rejthetnek barlangot /Áfonyautcai barlang/.

A térképre tekintve, az ismert barlangok környékén ilyen reményteljes helyek: a Ferenc-hegy teteje, a Mátyás-hegy keleti oldala, a Látó- /Gugger-/ hegy délkeleti lejtője is. Hasonló terület volt /s részben még ma is az/ a Pál-völgyi barlang mészkőterületének jórésze is.

A Pál-völgyi barlang.

A Pál-völgyi barlangot kőfejtő tárta föl, valószinüleg jóval a felfedezés előtt már jelentős járatszakaszokat pusztitott el a bányászat. Nagyon hihető, hogy a Pál-völgyi, Harcsaszáju és Bagyura barlangok a fejtőből kitermelt kőzettömegen keresztül kapcsolódtak egymáshoz.

A barlang régebben ismert szakaszának jellegzetességei.

Az uj szakaszokkal való összehasonlitás érdekében röviden megemlitem az eddig ismert részek barlangtani, geológiai jellegzetességeit.

Az üregek felső eocén /Dyscocyclinidae óriás foraminiferákat tömegesen tartalmazó/ mészkőben vannak. Helyenként elérik a mészkő alsó, durva-mészhomokkő jellegü zónáját, a magasabb járatok pedig benyulnak a mészkővel padosan váltakozó, fedő Bryozoa-s márgába.

Feltünő az üregek viszonylag nagy függőleges kiterjedése, ha összehasonlitjuk az egyébként sokban hasonló Mátyás-hegyi barlanggal.

A járatok zöme sürün örvényüstökkel boritott falú, a nagyobb gömbfülkék ritkák és szabálytalan alakuak. Ez a megállapitás azuj szakaszokra is érvényes, lásd az 1. számu fotót.

A cseppkőképződés mérsékelt bár még mindig erősebb, mint a környék többi ismert barlangjában. Ennek oka részben az lehet, hogy a geológiai közelmultban került csupán a mészkő a felszimre a márgatakaró alól /ma is részben fedett még/, ami a kiváló széndioxid kiszellőzését és a viz beszivárgását egyaránt akadályozta. A kőfejtés előtt a szellőzés még mindig

korlátozott lehetett, ami a széndioxid felszaporodásával és a cseppkőképződés csökkenésével kellett, hogy járjon. Igy a csepegő viz csak kis részben tudta fölös CO_2 tartalmát leadniezért a kalciumhidrokarbonát nagyrésze oldatban maradt. Jogos tehát a feltevés, hogy a mesterséges bejáratok megnyitása meggyorsitotta a cseppkőképződést. Természetesen az azóta eltelt, geológiai szempontból nagyon rövid idő miatt ez a hatás nem lehetett nagyon jelentős.

A terület jellegzetessége még, hogy a mészkő és márga egyes nyitott lithoklázisok mentén mintegy 0,3-1,5 méter szélességben elkovásodott, s a kova közé barit rakódott le. E folyamatot én a középső miocén vulkanizmus /alsó badeni emelet, Dunazug-hegység/ távoli /teletermális/ forróvizes oldatainak tulajdonitom.

Ettől teljesen független a barlangokat kioldó, normális geotermikus /a Föld belső melegétől fütött/ karsztviz-tevékenység, mely az üregeket a pleisztocén középső szakasza táján /pontosabb kor, ellentétes állitások ellenére, nem ismeretes/ alakitotta ki. Ma is látható üregképző tevékenység közben ez a folyamat, a Lukács-fürdő melletti Molnár-János barlangban. Az eltérő töménységü és hőmérsékletü vizek keveredése az oldást nagyban elősegitette. A járatok irányát a főbb lithoklázisok iránya szabta meg. Ennek ellenére a barlangokat nem tekinthetjük tektonikus eredetüeknek, mivel hasonló előrejelző szerepe majdnem minden barlangnál van a tektonikának.

Az oldásban a kovás sávok akadályt jelentettek, mégis, a járatok sokszor követik e zónákat. Föltehető, hogy a kovás kőzet porózus volta elősegitette a mellette levő kőzetrészek oldódását, majd a laza kovatömeg, támasztékát vesztve, leomlott. A kérdés további tanulmányozást igényel.

A későbbi időkben a Szép-völgy felől érkező hideg vizek helyenként a barlangba hatolhattak, annak alján az üledék egy részét áthalmozhatták, de lényeges üregképző szerepük nem lehetett.

A Pál-völgyi barlang uj szakaszai.

Annak ellenére, hogy az ismert szakaszokban régebben több ponton intenziv kutatómunka folyt , a mostani uj részek felfedezőinek - feltárásos, bontásos munka nélkül - a barlangi légáramlást követve két uj szakaszba sikerült bejutniok.

Ez a tény azt mutatja, hogy a régebbi, sok bontást, erőbefektetést igénylő feltárások nem voltak tudományos szempontból kellően megalapozva, illetve, /bár a tények azt mutatják, hogy a most megismert uj részek irányába haladtak/, nem előzte meg őket a feltárásra reményteljes helyek gondos rangsorolása. Az ilyen jellegü, geológus bevonásával történő gondos előkészités jellemzi viszont a most kutató csoportot.

Az uj szakaszok három fő részből állnak /lásd a mellékelt térképet/,:

1. az elsőként felfedezett "Decemberi" szakasz.
2. a Decemberi-szakasz "Tollas" terméből feltárt "Déli" szakasz.
3. a Labirintus-szakaszból felfedezett "Térképész" ág.

Nem képezheti e munka tárgyát e részek részletes ismertetése. Azokra a tudományos tényekre és gyakorlati kérdésekre kell a figyelmet felhivni, melyek a barlang jövőjének megtervezése szempontjából lényegesek.

A megnagyobbodott Pál-völgyi barlang képe, geológiai jellege, tektonikája.

A mintegy 200x400 méteres alapterületen fekvő, megnövekedett barlang a tektonikus vonalak, lithoklázisok lefutásának hü képét nyujtja. A 2. számu fotón egy olyan hasadékot mutatok be, mely világosan tükrözi a hegyképző erők járat-irány kijelölő szerepét. A régi járatok ÉNy-DK-i és ÉK-DNy-i irányaival szemben, dél felé haladva egyre inkább a K-Ny-i és a DDK-i-ÉÉNy-i irányok válnak uralkodóvá. Az irányok elfordulása már bizonyos nagytektonikai következtetéseket is lehetővé tesz, de részletes magyarázata pontos kőzetmechanikai-tektonikai vizsgálatot igényel. Figyelembe kell azonban venni, hogy az áramló viz bizonyos értelemben válogat a meglevő

repedések között. Az áramlás irányába eső vonalak ugyanis bizonyos elsőbbséget élveznek a járatok oldása során a keresztirányuakkal szemben.

Mindenesetre a négy ismert nagy barlang ma már alkalmas arra, hogy a Budai-hegyek csaknem felének tektonikai képét meghatározzuk belőlük. Ennek részletes vizsgálatát az uj térképek nagyon megkönnyitik, de belső geológiai felvételekre is szükség van. E tanulmányhoz alapos fizikai felkészültségü geológusra van szükség,s tudomásum szerint az ilyen képzettségü szakemberek közül most senki sem tervezi e munka elvégzését. E szintézis-jellegü kutatás azonban a távolabbi jövőben is elvégezhető, sőt a várható ujabb felfedezések révén még nagyobb anyagra támaszkodhat.

Eocén rétegtan, kőzetfácies, őslénytan.

Megfelelő mintavételek /főleg falfurás/ segitségével a barlang körüli kőzetek rétegtana és mikrofácies-őskörnyezeti jellegei tisztázhatók. Sajnos e célra a mállott felületü fal nem nagyon alkalmas. Ezzel szemben az ellenálló kövületek /tengeri sünök, korallok, stb./ más módon ki sem preparálható darabjai a falból kiállva tanulmányozhatók, s igy adatokat adnak a fácies- és rétegtani vizsgálatokra is. E kérdést tudomásom szerint Kázmér Miklós /E. L. Tudományegyetem, Őslénytani Tanszék/ szeretné tanulmányozni, részben e sorok irójával közösen, természetesen nem csak a barlangokban, hanem a felszinen is. A Budai-hegyekben a felső eocén rétegsor tanulmányozása nemzetközi érdeklődésre számot tartó, részben már klasszikus munkákban ismertetett anyag. Trópusi képződményekről van szó, melyek szikláspárti, korallzátony, mészhomokkő, üledékfolyásos kőzeteikkel a geológiai oktatás egyik bázisává fejleszthetők. Ennek elérésére azonban összehangolt geológiai-természetvédelmi munkára van szükség. A barlangok e rétegegyüttesek legszebb, egységes, összefüggő rétegsorát bem bemutató feltárásai. E tekintetben a megnövekedett Pál-völgyi barlang második helyen áll a Mátyás-hegyi barlang után.

E téren különösebb védelmi intézkedés nem szükséges, de mindenképpen figyelni kell arra, hogy nem szakemberek a barlangfalat nehogy kövületgyüjtő helynek tekintsék, s onnan vésessel a maradványokat eltávolitsák. Magunk is csupán azt tervezzük, hogy a falból kiálló maradványokról szilikongumi levonatot készitsünk a helyszinen. Kivételt legfeljebb néhány, tudományosan különösen fontos példány képezhet. Nem az amugy is tömegesen előforduló Pecten-félék vannak veszélyben, hanem a sokkal ritkább, és sokféle fajt képviselő tengeri sünmaradványok. A vésés okozta esztétikai kárról még nem is beszéltem. Ugyanakkor semmi kifogás nem emelhető az ellen, hogy a falból milliószám kimállott Nummulites-példányokból néhányat kivigyenek a barlangból. E téren tehát szakértő felügyelet szükséges.

A barlangi üledékek.

Különös, és ma még érintetlen értéket képviselnek a barlangfenék üledékei. Más, régebben feltárt barlangokban az üledék felső rétegeit már felismerhetetlenségig összetaposták a látogatók.

Az uj részeket feltáró kutatók érdeme, hogy részben önkéntesen, részben e sorok irójának kérésére, valamint a Budapesti Felügyelőség támogatásával /melyért itt is köszönetet mondunk/ a járó utakat kijelölték /lásd a 14. számu fotót/. Ezzel a tanulmányozás részére a pótolhatatlan rétegsort megmentették.

Elsősorban két helyen: a Szeptáriás-folyosóban és a Gipszeságban /"Grand Canyon"/ érintetlen az üledéksor /lásd a 3.-6. számu fotókat/, nemcsak a taposástól, hanem a főtéről leszakadt kőtömbök roncsoló hatásától is, hiszen e helyeken a mennyezet ép, az eredeti oldási formákat mutatja.

Nagyon valószinü, hogy e rétegek alsó szakaszai dokumentálják a barlangkialakulás korai, melegvizes szakaszait is, de a felső néhány centiméter a csaknem jelenkori, hidegvizes elöntések eredménye.

A melegvizes szakaszokból valószinüleg csak ajellegzetes ásványokat és a kőzetfal oldási maradékait várhatjuk, egykoru ősmaradványokat nem. Ezért a kor meghatározását talán megfelelő radiometrikus módszerre bizhatjuk. Erre még kialakult eljárás nincs.

A hidegvizes, felsőbb rétegekben pollent, felszini eredetü kőzetszemcséket is várhatunk, melyek a kor megállapitását is lehetővé teszik. A "Gran Canyon" nevü részen e felső rétegek láthatók /5. és 6. számu fotók/.

E munkák iránt tudomásom szerint Krausz Sándor geológus /VITUKI/ érdeklődik komolyan, a magunk részéről a M. Á. Földtani Intézet anyagvizsgáló osztályainak támogatását fogjuk kérni a kutatáshoz.

Fekete bevonatok, ásványok.

A "Decemberi" szakasz számos részén, igy a Kadić teremben is /7. és 8. számu fotók/ az üledéket, a lehullott kőtömböket és cseppköveket, főleg a barlang talpszintje közelében, 1/10 mm-nél vékonyabb fekete bevonat boritja. A bevont részeket is korlátok védik a taposástól. Az előzetes /fluoreszcens/ vizsgálatok szerint a fekete szint nem okozhatják hosszabb szénláncu szerves vegyületek, mint például a bituminitek vagy huminitek. Esetleg koromról vagy fémoxidokról lehet szó, de ezek odakerülése nehezen magyarázható meg.

Említést tettem a kovás-baritos zónákról. Szépen fejlett kovásodást figyelhettünk meg a Pentacon-teremben /9., 10. és 11. számu fotók/. A barlang délibb szakaszain a kovás sávok száma csökkenni látszik, ami igazolhatja a hatás északi eredetét /Dunazug-hegység?/.

Vékony kalcitlemezekből összehalmozódott lerakódást figyeltünk meg a Kinizsi-labirintus bejáratánál. A Szeptáriás-ág felé vezető uton vékony mangános eret láttunk. Ezek képződésével Krausz Sándor foglalkozik. /12. és 13. számu fotók./

Cseppkövek.

A barlang uj szakaszai viszonylag gazdagok cseppkövekben, különösen a Pentacon-terem /15. és 16. számu fotók/ és a Patakos-ág /17., 18. és 19. számu fotók/ gazdagok cseppkő-lefolyásokban, sztalaktitokban és sztalagmitokban. Feltünő, hogy a Patakos-ág már a barlang déli vége közelében van, a-hol a Budai-márga már mintegy tiz méter vastagságban boritja a mészkövet. Ez nem akadályozza a mészdus oldatok beszivár-gását. Feltünő, hogy ez a járat aránylag huzatos, szemben a közeli Szeptáriás-ággal és Gipszes-teremmel. Ezért a csepp-kőképződés feltételei itt jobbak lehettek.

Szép cseppkőképződmények, főleg medencék vannak a Szeptáriás ág felé vezető uton is /20. és 21. számu fotók/, s számos más helyen, igy a Pentacon-terem környékén is. Ez utóbbiak-ban "barlangi gyöngy" elnevezésü pizolitok is találhatók.

Az uj barlangágak legszebb része talán a Heliktites-ág. Erről sajnos nincs fényképem, mert a második fényképezéses bejárás iedjére a hozzá vezető járatban lazulások mutatkoztak., ez-ért a kutatók /feltétlenül helyeslendő módon/ a látogatást beszüntették, mig a kellő biztositás nem készül el. A helik-titek /dr. Cser Ferenc szóbeli közlése szerint/ itt valószi-nüleg azt jelzik, hogy a barlangot agyagos dugó tömiti el a szakasz végén, mely a légáramlást teljesen elzárja. A helik-titekben nagyon dus falrészlet egyike hazánk legszebb ilyen képződményeinek.

Állatok.

A Tollas-teremben több, valószinüleg apróemlőstől származó ürüléknyomot és tollakat találtak a kutatók. Ezek eredetét nem sikerült kinyomozni. Elképzelhető, hogy a kőfejtőben látható szük repedések egyikén, nem pedig az ismert járato-kon át jutott le az állat. Nem zárható ki az a lehetőség sem, hogy a felszinről, esetleg egy elhagyott pincéből járnak le az állatok.

A barlang kapcsolatai, továbbkutatási lehetőségek.

A Pál-völgyi barlangnak a Mátyás-hegyi barlanggal való egykori összeköttetése bizonyitottnak tekinthető. Az átjárás megtalálását nagyon akadályozta az a körülmény, hogy a Szépvölgyi árokból leszivárgó iszapos vizek éppen a feltételezett köztes folyosókat erősen feliszapolták. Ennek ellenére ásással vagy esetleg bontással a kapcsolat szinte biztosan megteremthető /a távolság ma már csak 10 méter nagyságrendü/. Ez a barlangrendszert egycsapásra az ország második leghosszabb barlangjává avatná, ami az idegenforgalmi propagandán keresztül a látogatottságra jótékonyan hatna.

A barlang nyugati része mellett jelentős területen nem ismerünk járatot. Az üreghálózat meglepően szabályos volta és a kőzettani azonosság valószinüvé teszi, hogya járatok ott is kifejlődtek, de agyagos omlással a kapcsolat elzáródott. Ez a feltételezett rész összeköttetést teremthetne a Harcsaszáju- és Bagyura-barlangok felé is.

A Csatárka uton 1957-ben a Müszaki Egyetem Barlangkutató Csoportja tagjaiként egy régi, meddő ásott kutból kitermeltük a behányt hulladékot, mert a környékbeliek emlékezete szerint a kut egy barlangba torkollt. A munka veszélyessége miatt a kutat be kellett temetni, mielőtt a talpát elérte volna az ásás. A hely közel van a Pál-völgyi barlang jelenleg megismert déli végponjaihoz, de az ismert járatokban a kut nyomát nem leltük. Ugyancsak e környéken a talajmechanikai furások mintegy 30 méter mélységben üreget mutattak ki, mely szintén kapcsolatban lehet a barlanggal.

Bár az uj járatok a Ferenc-hegyi barlang felé irányulnak, azzal a természetes kapcsolat megléte nagyon valószinütlen, ugyanis a rétegek dél felé dőlnek, igy a Zöldlomb utca vonalában a mészkövet fedő Budai márga már a karsztviz szintje alá kell hogy nyuljon. Ott az esetleg mégis meglevő járatok valószinüleg teljesen ki volnának töltve iszappal. Ettől a vonaltól még délebbre egy 100-150 méter ugrómagasságu vető hozza felszinre ujra a mészkövet. Ezen a zónán járható üreg aligha vezethet át.

Karsztviz.

A Pál-völgyi-Mátyáshegyi barlangrendszer két legmélyebb pontján, a Szeptáriás-ágban és az Agyagos-tónál állandóan viz áll, mintegy 130 méter tengerszint feletti magasságban. Hasonló szinten észleli a vizet a Pál-völgyi kőfejtőben a VITUKI észlelőkutja is. A távolabbi környéken /Apáthy-szikla, Óbuda, Városmajor/ viszont a karsztviz tényleges nivója 110 méter körül van. Ez a tény bizonyitja, hogy a Pál-völgyben az észlelt vizek függő karsztviznek tekintendők, részben nem természetes eredetü táplálással /lásd lejjebb/.

Az innen eláramló viz azonban csak a Lukács- és Császár-fürdők forrásaiban kerülhet felszinre, bár a kapcsolat közvetlenül még nem bizonyitott.

A függő karsztviz e kis kiterjedésü rendszerét valószinüleg az eocén mészkő alatt fekvő triász dolomitok márgás rétegei tartják fenn, bár a kérdés további tanulmányozást igényel.

Épitésföldtani kérdések.

Az üregrendszer erősen benyulik a Csatárka utca alá. Az eddig feltárt szakaszok mélyen a felszin alatt huzódnak, csupán a Patakos-ágban van felfelé tartó, de elkeskenyedő hasadék. Az itt észlelhető huzat esetleg azt jelezheti, hogy a felszint megközelitő üreg nyulik fel, az itt mintegy 10 méter vastag Budai-márgáig. A márgában ugyanis csak akkor képződhetüreg, ha az alatta fekvő mészkőben már jelentős nagyságu barlang alakult ki, mely a felülről leülepedő agyagos oldási maradékot el tudja nyelni. Ennek feltétele itt adott, ezért a kérdés tovább tanulmányozandó. Esetleg választ adhat az állatok bekerülésére is. A barlang térképét a felszinnel összehasonlitva, meg kell állapitani, van-e épület az emlitett hasadék fölött, s ha igen, észlelhető-e rajta károsodás? A feltáró-kutató munka továbbfolytatását is feltétlenül indokolja a felszint megközelitő járatok lehetséges volta.

Karip Gyula végzős geológus-technikus javaslatomra a Pálvölgy környéki barlangok vizeivel és a felszini szennyezés bejutásával kapcsolatos szakdolgozatot készitett. Eredményeit a KÖJÁL vizsgálataival alátámasztva kimutatta, hogy a barlangokba a természetes felszini vizeken kivül /melyek ma már szintén szennyezettek/ nyomócső törésből vagy tulfolyásból vizvezetéki viz, szippantókocsi illegális leüritéséből és meg nem engedett szikkasztásokból pedig szennyviz is kerül be. Ennek következtében a barlangi vizekben a baktériumszám erősen megnőtt. Ez ugyan a bent kutatókra /ha nem isszák/ nem veszélyes, hiszen hasonló értékeket a felszini vizekben is gyakran tapasztalhatunk. Aggasztó viszont az a tény, hogy a karsztvizrendszerbe kerülve a budai forrásokat veszélyeztetik a szennyeződések.

Mindez indokolja az emlitett dolgozat megvételét és messzemenő figyelembevételét, valamint a vizsgálatok folytatását.

Az uj barlagszakaszok esetleges kiépitése.

Mint azt a mellékelt felvételek is bizonyitják, az uj szakaszok bővelkednek szépségekben. A cseppkövek üdesége, tisztasága miatt bemutatásukkal a barlang vonzereje tetemesen nőne.

A kiépités azonban nehéz vállalkozás lenne, különösen, ha - ami feltétlenül szükséges - garantálni akarjuk a képződmények épségét az épités alatti esetleges szándékos és véletlen rongálásoktól. A megközelités semmi esetre sem történhet a felfedezés irányából, vagyis a "Vészkijáraton" át, hanem a Lakatos-teremből induló járatból képzelhető el.

Különösen nehéz kérdés a Patakos-ág bemutatása, ahova a Tollas-teremből átvezető szük járat helyett mesterséges tárót kellene épiteni.

A barlang legszebb részének, a Heliktites-ágnak bemutatása még ennél is nehezebb kérdés, részben a képződmények törékenysége, részben a megközelitéshez feltétlenül szükségesnek látszó tároó épitésével járó nehézségek miatt.

A járó utakat nem betonjárdával, hanem, számos jó külföldi példát követve cölöpökön álló, a talptól elküönitett fémszerkezettel kellene megépiteni, a barlangtalp és az üledékek megóvása érdekében.

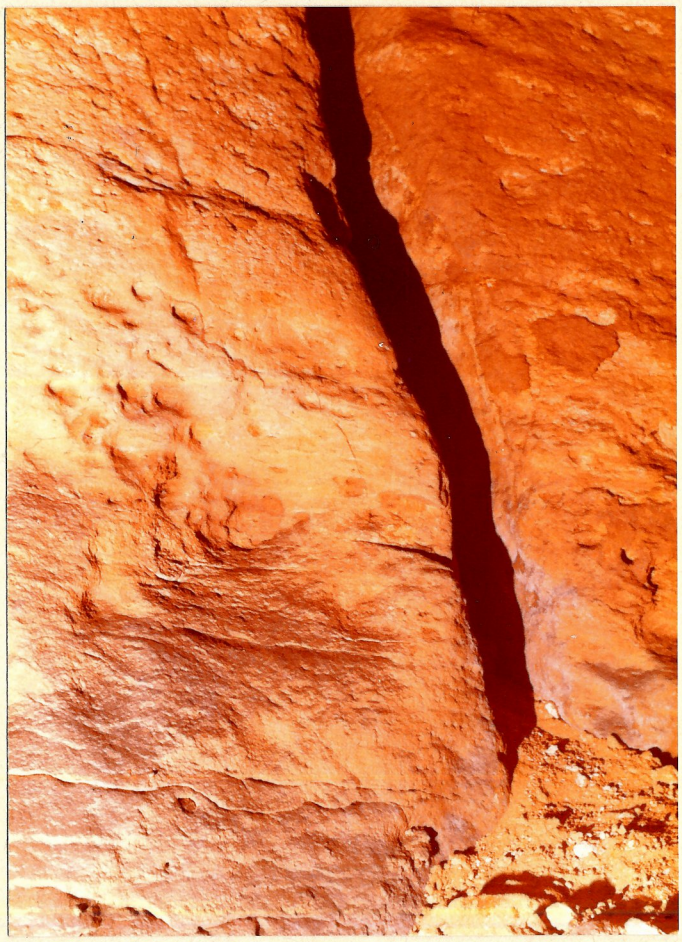
A kiépités egyelőre nyilván csak távlati elképzelés, de egy tanulmányterv elkészitését mindenképpen fontosnak tartanám, mely meghatározná az alternativákat, az áttörések lehetséges helyeit és módját /tároó vagy járatbővités/, a képződmények védelmét /rács, üvegablak/, a világitás alapelveit és a költségeket. Ezenkivül rögziteni kellene a szigoruan védendő részeket, melyeket a közönség nem érinthet vagy csak ablakon át szemlélhet.

A barlang kedvező helyzete, az emberekben egyre növekvő vágy a természet értékei iránt, s a növekvő idegenforgalom néhány éven belül - meggyőződésem szerint - felveti a kiépités igényét, megteremti rá az anyagi lehetőségeket is. Ezért e javasolt, időben elkészülő terv gondolata feltétlenül indokolt.

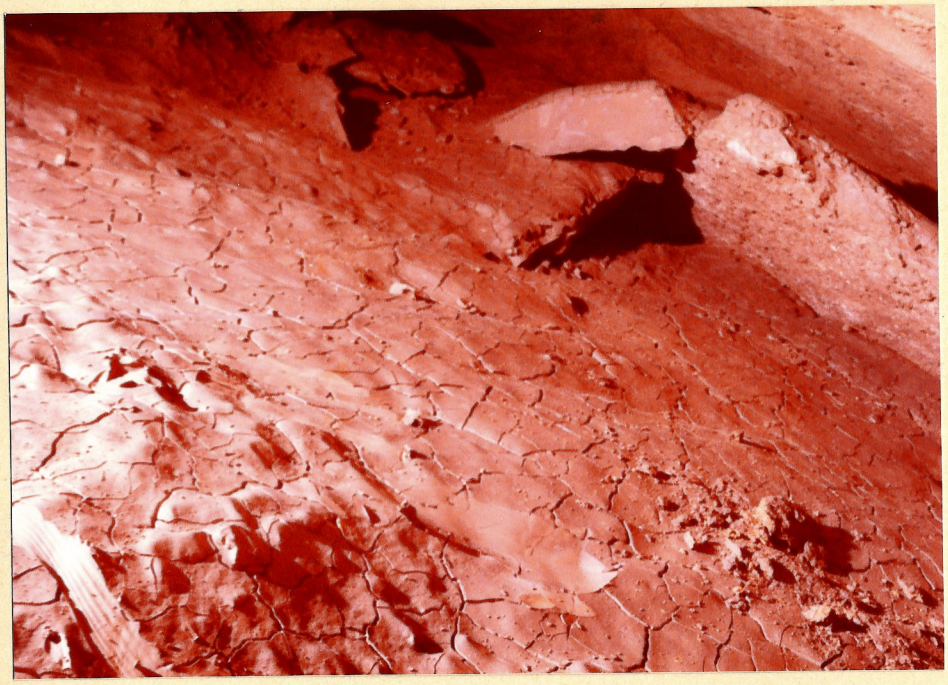
Dr. Müller Pál

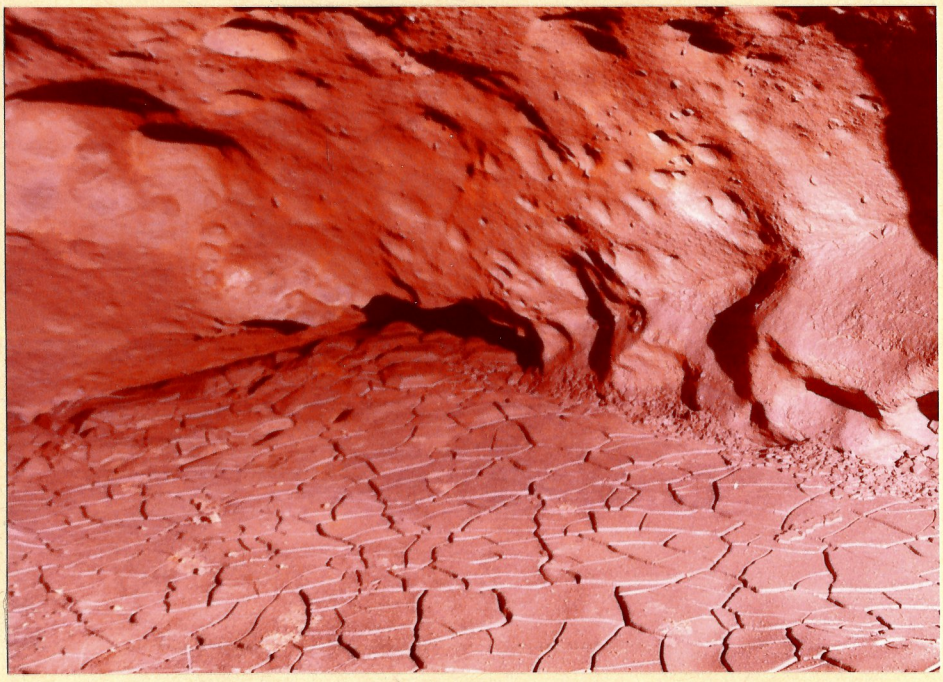
okleveles geológus, tudományos
főmunkatárs
Budapest. 1024, Káplár u. 11.

1. Örvényüstök a Pentacon-teremben



2. Kereszthasadék a Nagy-falon



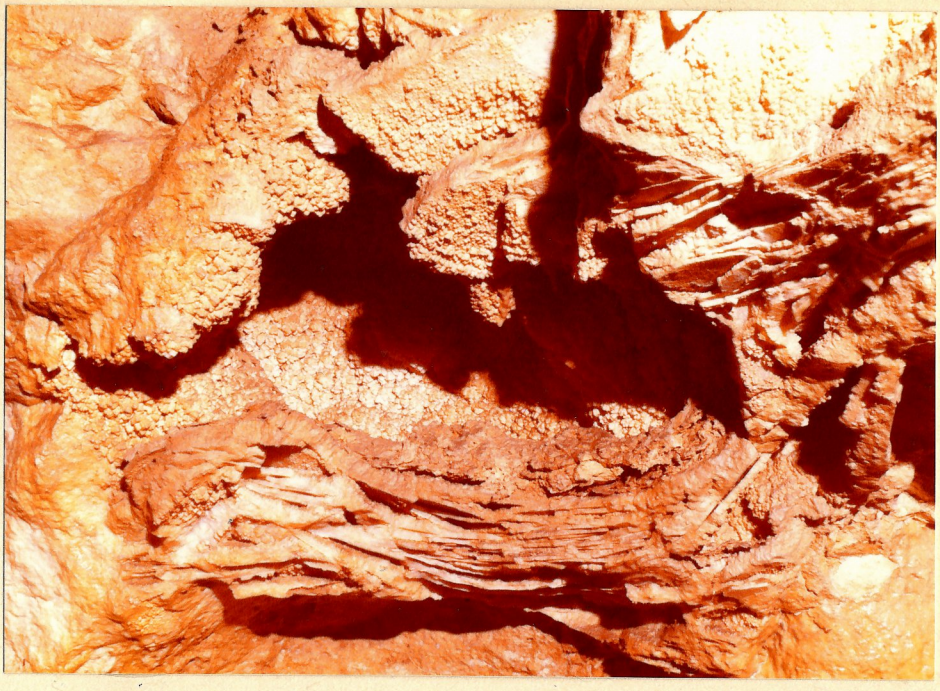


3., 4. Üledékfelszin a Szeptáriás-ágban

5., 6. Üledékrétegek a Grand Canyonban

7., 8. Fekete bevonat a Kadič teremben

9., 10., 11. Kovás sávok a Pentacon-
teremben

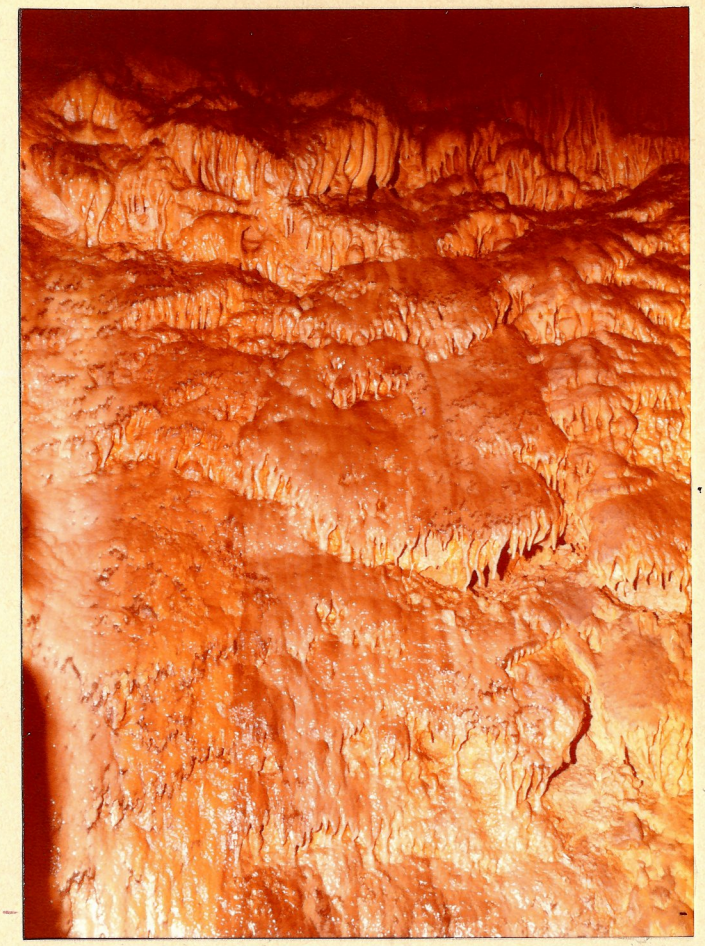


12. Kalcitlemezek a Kinizsi-labirintus bejáratánál

13. Fekete ér /mangán?/ a Szeptáriás-ág felé vezető uton

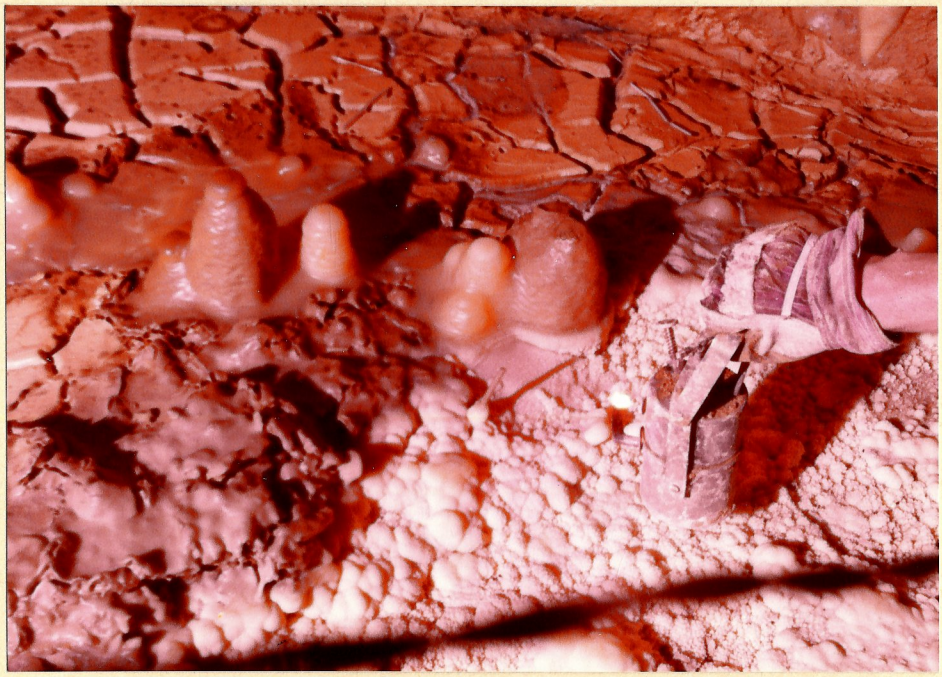
14. Korlát az üledék védelmére

15. Cseppkövek a Pentacon-teremben



16. Cseppkőzuhatag a Pentacon-teremben

17. Cseppkövek a Patakos-ágban



18., 19. Cseppkövek a Patakos-ágban

20., 21. Cseppkőmedence a Szeptáriás-ág felé vezető uton

/Valamennyi kép dr. Müller Pál felvétele/