

A forró oldatok és gőzök-gázok szerepe a barlangképződésnél.

Irta: Pávai Vajna Ferenc dr.)*

Ismeretes, hogy a mészkövek repedésein, hasadékain beszivárog a csapadék víz s lassan kioldja a barlangok sokszor sok kilométer hosszú és hatalmas űrtartalmú üregeit. A sok szivárgó, csörgedező víz összefolyik s a bűvő patak medre még tovább tágítja, bővíti, oldja, ássa a barlang üregeit.

Ez röviden ma a barlangképződés magyarázata.

Nemrég Cholnoky Jenő a barlangok függőleges üregeibe bekerülő gömbölyűre koptatott köveknek mechanikus őrlését is hozzávette a függőleges barlangkürtök kiképződéséhez. Kiemelte azonban, hogy ha tekintetbe vesszük milyen kevés oldott mész van a barlangok vizében s milyen hatalmasak ezzel szemben a kivájt üregek méretei, nehezen futja az időből ezeknek a méreteknak a kioldása, sőt már ott is tűnődnünk kell, ahol a sokszor sok köbméteres cseppkövek képződésének idejére kell rámutatnunk, olyan kevés a cseppkövet lerakó vízben az oldott mészanyag. A pleisztocén időbeni kiterjedése elég hosszú lehetett ahhoz, hogy megközelítse a hatalmas barlangüregek kioldódásának és cseppkövek kiképződésének rengeteg időtartamát.

Amikor nagy barlangokban jártam, mégis mindig az volt az érzésem, hogy a beszivárgó víz nem elegendő ahhoz, hogy egy aggteleki, egy adelsbergi vagy Mammut barlang hálózat jöjjön létre, de méginkább az ejtett gondolkozóba, hogyha ma a beszivárgó víz annyi cseppkövet, bekérgezést csinál, miért csak oldotta előbb a barlangüregeket ugyanaz a víz? Hiszen ha a pleisztocénban több is volt a csapadékvíz, az még hidegebb volt, kevésbé oldó s a kőzet rések szűkebbek! Patak, folyó pedig nem minden barlangban folyt.

Régen ismerem a Tordai hasadék, a Székelykő, Kőköz és sok más erdélyi hegyek barlangjait, gyönyörű belül-felül zárt üregeit. Elfogadtam a magyarázatot, hogy a mészköveknek homorú üregeit a megrekedő, ka-

*) Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat Hidrológiai Szakosztályának 1930 május 14-én tartott ülésén.

vargó víz vájta, oldotta ki. De ez a magyarázat nem nyugtatott meg sohasem, mert a belül-felül zárt üregek, sokszor valóságos kürtök, igen sokszor ott vannak, *ahol nem alúl, hanem felfelé ütközik akadályokba a víz.* Nem tagadom, hogy ahol a patak útjában a föld alatt, vagy a felszínen akadályba ütközik, kavargva oldja, vájja a kőzetet — hiszen ezt minden nap láthatjuk — de mégis csak furcsa, hogy az olyan függőlegeshez közelálló barlangokban, mint Budapest tözsomszédságában a *Pálvölgyben*, vagy Lillafüreden a *Szent-István* barlangban rendszeren olyan helyen vannak ezek a felül-belül zárt üregek, ahol a barlang fala az alatta lévő üreg felé hajlik s nem ott, ahova esnie kellett volna a víznek.

Sokat foglalkoztatott ez a kérdés, de megfejtetni nem voltam képes, mert nem tudtam, hogy ma is vannak még olyan helyek, ahol a barlangok képződésére vonatkozó ilyen irányú megfigyeléseket tehetünk.

A vulkáni utóhatások nyomán meleg oldatokról, sőt kigőzölgésekről is tudunk (geizírek, szolfatárak stb.) s ezek üregesedéseket is okozhatnak, mint a *Torjai-barlang* a Hargitában, vagy a tihanyi „*Aranyházban*“, de hol vannak ezek az aggteleki, az adelsbergi barlangtól s a föld többi nagy üregeitől? Mondhatom nem messze, amióta megfigyelhettem, hogy Toskánában — Monterotondonál — ma is forró gőzt lehelnek ki a mészkő bokros, ha úgy tetszik erdős sziklái. (L. 1. sz. kép.).

Itt Lárderelló környékén régóta ismerték ezt a nagy kincset, de csak 26 év előtt nyúltak hozzá valamilyes hozzáértéssel s ma elektromos centrálét táplálnak vele.

Ezt a gőzt vulkáni jelenségekkel összefüggőnek hitték, de senkinek sem tűnt fel, hogy innen csak száz kilométerre vannak fiatal vulkáni kőzetek s ott a helyszínén az egyetlen vulkáni kőzet a paleogén-neogén kőzetek mellett egy gabró — melyet az olasz geológusok paleogénnek tartanak s amely nagyszerűen el-szerpentínésedett már amióta odakerült. Jellemző azonban, hogy minden kőzet össze van törve s megint összeragasztva mésszel. *L. Kober* és társai s magam is azt vallom, hogy itt a hegyek kőzetei pikkelyesen áttolódtak, metamorfizáltak s feltehető a kérdés: miért lennének ezek a gőzök-gázok, forró oldatok, itteni ércek vulkáni utóhatások, amikor 500 m-es fúrásokban még mindig csak szedimentumot fúrtak *Sassó-ban*, amikor a fiatal vulkánosság olyan messze van, de a fiatal tektonika olyan mélyre ható mint ott?

Tény, hogy Monterotondonál ma is gőzt lehelnek ki a mészhegyek is s hogy ott a forró gőz-gázkeverék amikor a repedésekben feltör, azt üregesre oldja, marja ki s a lecsapódó forró meleg víz visszaszivároghat, folyva nem csak vörös agyagot old ki a felszínen, hanem tovább tágítja a gőz üregeit.

Vannak tehát helyek a földön, hol a melegforrások közelében gő-

zök-gázok*) törnek fel ma is a mészkövek repedéseiből s ott üregesedéseket csinálnak; ezek az üregesedések, kimarások olyanok, mint a **) középső kődarabján látjuk. A követ magam törtem le a monterotondói (1. képen látható) gőzexhalációknál, ahol ferde ereszként hajlott az exhaláció ürege felé. *Belső felületére felülről cseppek nem eshettek s mégis olyan, mintha a csepegő víz oldotta, vájta volna ki. Nyilván nem az, hanem az alülről feltörő gőz-gázkeverék marta így ki, tette ripacsossá kis felül-belül zárt üregekkel*, olyan formán, mint ahogy a mélyfúrású üzemeknél 10 légköri nyomású kazán gőzzel egész rövid idő alatt (az egyik 28 nap alatt) *hasonló alakú kioldásokat sikerült érdes törési felületű mészkődarabokon elérnem.* (L. az előbb idézett képet, jobb és baloldali darabok.)

Ilyen tapasztalatok után nem lepett meg, hogy a bükki Szeleta-barlang legmélyebb jobboldali üregében a merőleges, sőt ereszszerűen előre hajló falakon, — ott ahol a fiatalabb cseppkőbekérgezés nem takarta el — még szebb ilyen ujjbegy benyomásszerű üregecskéket találtam, mint a monterotondói exhalációknál. ***) Voltaképen egészen természetes is ez, hiszen a Bükk-hegység tövében, amelynek szélén a Szeleta-barlangot találjuk, ma is ott vannak a *diósgyőr-tapolca* és *görömböly-tapolcai* langyos források s tovább *Kács* s a 31°-os vizű *Eger* forrásai. A miskolci *Deichsel*-gyár kútja s a többi Alföld peremén lévő melegvizű források mind nagyszerű bizonyítékai annak, hogy az *Alföld felől forró oldatok áramlanak a hegység széle felé s ott többé-kevésbé lehűlve jutnak feltáráshoz.* ****) Viszont tudjuk azt is, hogy az elmúlt geológiai korokban a hegység peremén — a máig való eróziót megelőzően — magasabb volt a térszín, amint a terraszok s más eróziós nyomok bizonyítják; *a peremen a meleg vizek feltörése is magasabb térszínen kellett, hogy legyen.* Az is tény, amint a *Gellért-hegy* meleg forrásainál is tapasztalhatjuk, hogy jóval a *források fakadásának* *nívója felett érezhetjük még a dolomit repedések mentén a gőzök melegítő hatását.* Nyilvánvaló, hogy a régebben fakadó meleg források vize forróbb volt, mint ma. De ha forróbb volt a víz, a magasabbra feltörő gőzök és gázok is magasabbra hatoltak fel az üregekben, repedésekben, mint ma. A Szeleta-barlang kereken 150 m-rel magasabb térszínen van, mint a diósgyőri Tapolca-fürdő, de viszont már a környékbeli pleisztocén terraszok is jelentős forrásnívó süllyedéséről tanuskodnak, mi aka-

*) A forró gázok, oldatok eredetét a Gautier-Weszelszky felfogás alapján „Magyarország hévizei“ (Hidrologiai Közl. 1927-28) és „Új energiaforrás“ (Bány. Koh. Lapok 1928) című tanulmányaimban iparkodtam megfejteni.

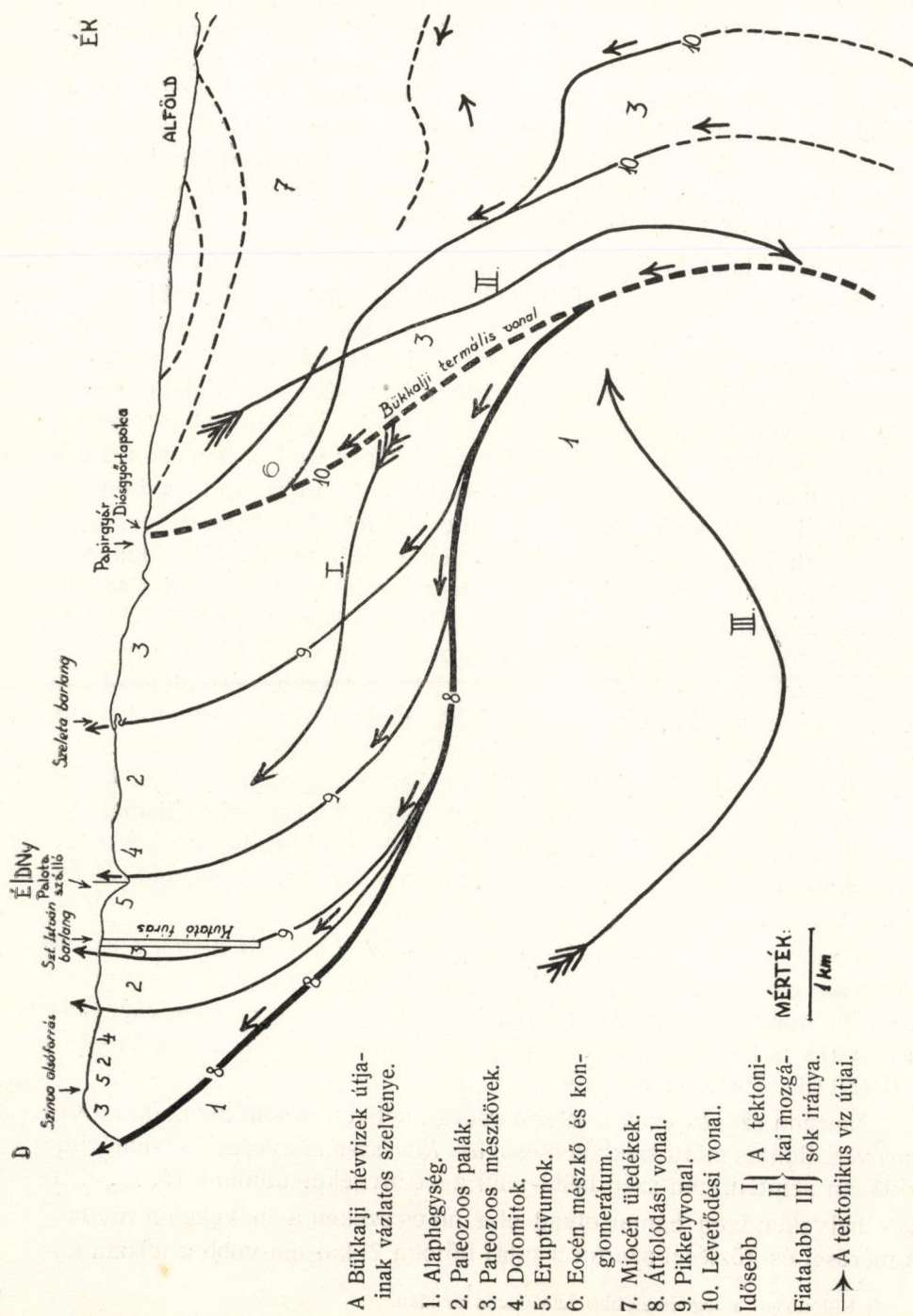
**) A Hidrologiai Közlöny 1929. évi IX. kötet 7. számú képén.

***) A Hidrologiai Közlöny 1929. évi IX. kötet 9. számú képén.

****) E felfogásomat a Gellértfürdő mellett végzett fúrás eredménytelensége érlette meg bennem s ezt akkor egy bizottsági ülésen ki is fejtettem épen úgy, mint a Hidrologiai Szakosztály 1927. évi márciusi szakülésén.

dálya lehetne annak, hogy ne tételezhessük fel a megelőző időben a Szeleta-barlang nívóján is feltörő gőz-gáz keverékek feltörését? Hiszen az alföldi rész letörése az oligocénben kezdődött. Ez a gondolatmenet különben részben fedi Cholnoky Jenő feltevését, amelyet éppen velem szemben újabban többször hallottam hangoztatni a Budai-hegyek régi meleg forrásaira vonatkozóan. Aki azonban ismeri a Bükk-hegység *Hámor* környéki szelvényét (lásd a mellékelt szelvényt), az tudja azt is, hogy az általános tektonikai viszonyokból kifolyólag itt a Bükk altalajában olyan áttolódási - vonallal összefüggésben lévő pikkely vonalakkal találkozunk, amelyek *a mélyben összeköttetésben kellett legyenek az Alföld és Bükk nagy peremi tektonikus vonalával, amely a mélybe süllyedt Alföld helyén volt régi hegység hydra-tizált kőzeteinek erős felmelegedéséből származó forró vizes oldatok, gőzök és gázok természetes feltörési útja.* Mi akadály lehetett annak a geológiai közelmúltban, hogyha ezek a vonalak időnkint a fokozatos tektonikus folyamatok felelevenedése folytán meegnyiljanak és ismét összeköttetésbe jussanak a nagy peremi tektonikus vonallal, amint a tektonikus breccák mutatják,*) *s azokon az áttolódási és pikkelyvonalakon egy ideig olyan oldatok és azok gőzei és gázai törhessenek fel, amelyek ma a felszínre nem jönnek ki, de az üledékeiket és jellemző kimosásaikat megtaláljuk a lillafüredi mésztufában és repedés kitöltésekben, a mélyfúrásban és különös barlangüregesedési formákban?* Ezeket az utóbbiakat nézzük meg most közelebbről. Ha a 2—3 képen látható, a Szt. István barlang lillafüredi völgy elején lévő üregét vizsgáljuk meg, azt látjuk, hogy ott ahol a mélység felé kiterjedő barlangüreg felé ereszszerűen hajol reá a legfelső nagy barlangterem fala, annak alsó torkolatánál egy nagyobb kb. 2×3 m átmérőjű felül-belül zárt s a kijáratí kürtökhöz felé, rengeteg kisebb hasonló üreg árulja el, hogy ott *valami nem felülről ható erő vájta ki az előbb jelzett üregeket, hanem olyan, amely ellenkezőleg, alülről felfelé keresve kiutat, beleüt-között az útja fölé boltozódó mészkőbe s ezt belül-felül zárt üregekkel tarkította.* A 2—3. sz. kép meggyőzhet arról, hogy a felül zárt üregbe csak alülről, a lefelé meglévő közvetlen folytatásból jöhetett az az erő, amely kivájta. Belül ugyanolyan, a szétterpesztett ujjú kézhez hasonlító formákat oldott ki a mészkőből, mint amilyeneket a kép mutat. Ha elfogadjuk, hogy alulról jött fel a kioldó anyag, akkor az az anyag nem lehetett csupán cseppfolyós halmazállapotú, mert a felül-belül zárt homorú üreget megjárva — a kioldás tanúsága szerint is — hogy az üregből kijuthasson lefelé irányuló mozgást kellett vegyen; de mihelyt az üregből kijutott *azonnal a megint fölfelé irányuló áramlás, felfelé szűkülő barázdáit oldotta ki a mészkőnek, amit cseppfolyó anyag nem tehetett meg, a fajsúly törvényei ennek határozottan ellentmondanak. Ilyen fel-lefelé és megint*

*) Ezeket különböző szakgyűjteményeknek is megküldtem.



~~felfelé forduló mozgást csak gőz, gáz, illetve gőz és gáz keveréke tehetett.~~

Ézen még az sem változtat, hogy ha a felülről benyomuló oldószerhez, esetünkben a folyadékhoz ragaszkodunk, hiszen az mélyen homorú üregben felfelé akkor sem mozoghatott, ha az egész barlangüreget vízzel teltnek képzelnénk el, de akkor is a homorú üregbe való áramlás csak kétszer, a megtelés és kiürülésnél képzelhető el, ami még nem idézhette elő az említett szétnyitott ujjakra emlékeztető barázdákat s különben is mi oldotta volna ki előbb a homorú üregeket, hiszen a telt üregben a víz nem kavaroghat, nem oldhat jobban, mint másfelé?

Jellemző, hogy a Bükk-hegység azon barlangüregeiben, amelyekben ma is 31°-os meleg vizet mértem Görömbölytapolcán s így hideg télen a nyílásain láthatóan gőzölög, gyengítve bár, ezek a homorú kioldási formák feltalálhatók épen úgy, mint a régebbi források feltörési helyein a medencebeli üledékekkel érintkező itteni hegység sziklafalain, ilyen látunk a *Gellérthegy* sziklafalain is,*) ahol nyilvánvalóan szintén forró vizek és azok gőzei jártak. A 4. számú képen ezek a homorú üregek nagyszerűen láthatók, a *Halászbástya* északi végén a Ferenc József intézet tennispályái felett levő pleisztocén édesvízi-mészkö homorú falán és régi víz-járataiban. Ezt a mésztufát az ezen a nívón felfakadó hajdani termális vizű források rakták le és egy ideig legalább azok, az új üledékeket is felfelé kioldva üregesítették. *Berkei Imre Gábor*-nak a bajóti és Jordán-barlangról egy előadásában bemutatott képein szintén láttam hasonló homorú üregeket, de a Budai-hegyek legjellegzetesebb, kétségtelenül hasadékminti barlangjában, a *Pálvölgyi* barlangban minden olyan helyen, ahol a barlang köze, ehhez hasonlóan ereszként hajlik előre megtaláljuk többé-kevésbé jellegzetesen úgy a nagyobb belül-felül zárt homorú üregeket, mint a cseppkövel elegyengetett, vagy még felismerhető újjbegy benyomásszerű kioldásokat. Azt lehet mondani, hogy *ezek a jellemző kioldási felületek, soha sincsenek olyan helyen, ahová felülről eshet a víz.*

A mélységből feltörő oldatok, gőzök-gázok hatását illetőleg utalok azokra az elbontott és átkristályosodott dolomit, mészkő és márgaféleségekre, amelyeket a *Budai hegyekben*, a *Bükkben* és más hegységeinkben magunk is láttunk, vagy különböző szerzők irodalmilag feldolgoztak. (SCHRÉTER, PÁLFY, SCHERF.)

Nagyon szépek ezek a jelenségek a zugligeti dolomitban, ahol a vilamos végállomás előtti sziklákon és a *dr. Révész-féle* gyermekszanatórium parkjában szintén igen szép belül-felül zárt üregeket találunk (5. kép). Itt egyes helyeken igen hamar olvad el a hó és ezeken a helyeken a tulajdonos mérései és közlései szerint a talaj hőfoka 2°-kal nagyobb a felszín kö-

*) Különösen a legdélekeletibb felsőeocén sziklán.



1. ábra.

Természetes gőzfeltörés Monterotondó és
Castelmovo közötti mészkőhegyekben.

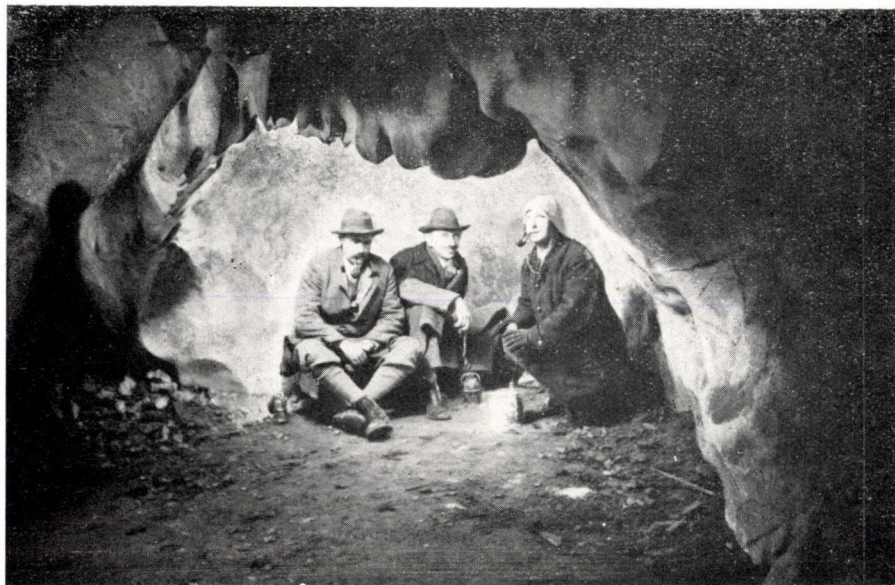
(F: Hajós.)



2. ábra.

A lillafüredi Szent István barlang belül — felül zárt kőfülkéjének —
gőz-gáz keveréktől kioldott eresze kívülről.

(F: Pávai.)



3. ábra. A lillafüredi Szent István -barlang belül- felül zárt üregének belseje.
F: Jérôme. (Baloldalon a barlang mélység felé való folytatása.)



4. ábra. Homorú kioldási felületek az ereszként előrehajló édezvizi mészkő
(travertino) falán a Halászbástya alatt a Ferenc Int. kertjében. Auda. (F: Pávai.)



5. ábra. Hőforrásoktól dolomitba vájt üregek a zugligeti dr. Révész-féle gyermekszanatórium parkjában. (F: Sohár.)

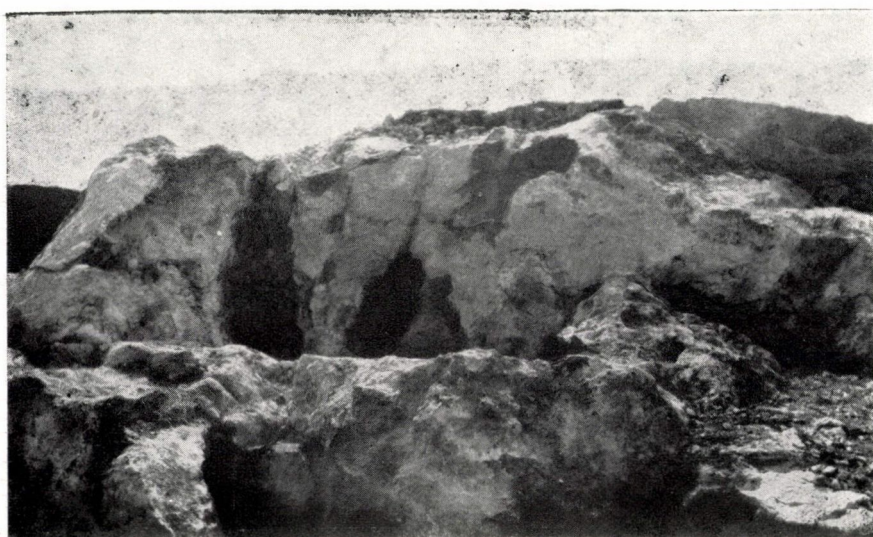


6. ábra. Középen a tihanyi „Aranyház” s még két geizir-kúp. (F: Pávai.)

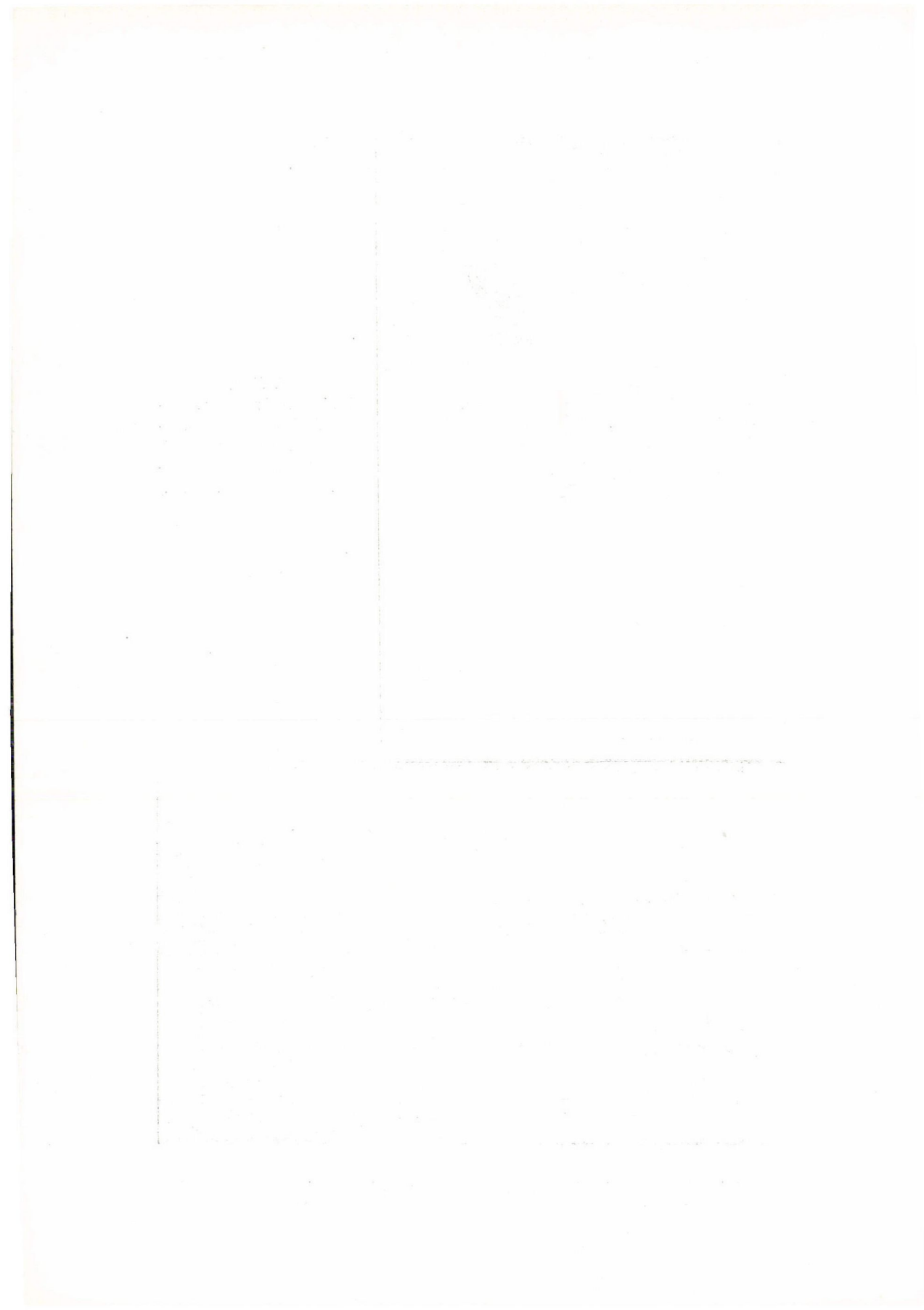


7. ábra.

A tihanyi „Aranyház,” geizir-kúpjának felfelé szűkülő tölsérje, amely legfelül megint dolinaszerűen kitágul. (F: Pávai.)

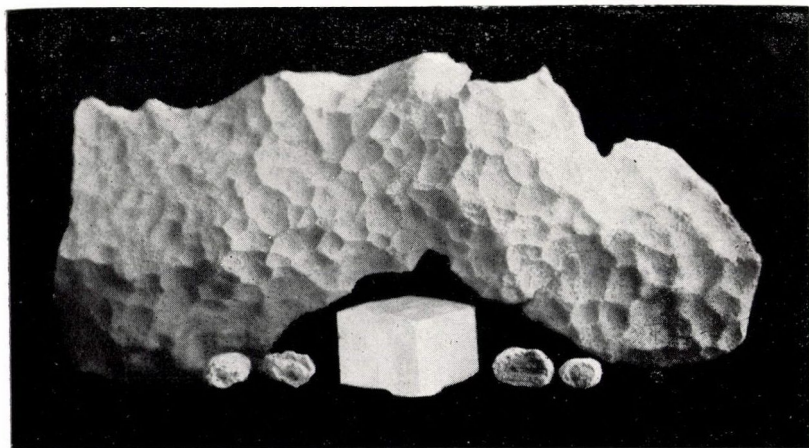


8. ábra. Belül-felől zárt üregek a tihanyi „Aranyház” szomszédságában levő egyik kifejtett geizirkúp tölsérjében. (F: Pávai.)





9. ábra. A tihanyi „Csúcshegy“ geizirkúpjának tölcsérüree.
(F: Pávai.)



10. ábra. Ujjbegy benyomatszerű kioldások a Szeleta-barlang jobboldali mély
tülkéjének függőleges és előrehajló falairól. (F: Blahos.)

zelében is, mint az olyan helyen, ahol a hó nehezebben olvad el. A Hévíz-i tó forrásai közelében ugyancsak erősen elbontott a dolomit s megtaláljuk a belül-felül zárt üregeket is.

Van Csonkamagyarországon is olyan hely, hol még a közeli geologiai multban is voltak gejzir jellegű, tehát alulról feltörő forró gőzösgázos vizek: ilyen a tihanyi félsziget például és még sok más. Ismert az „Aranyház” és a többi tihanyi gejzir kúp, amelyeknek sokszor kovás mészanyagát az ott még a pleisztocénban is feltört gejzirek rakták le. A 6. számú kép az Aranyház és a szomszédos gejzirit kúpjait mutatja be. A 7. számú képen az Aranyház forró oldatainak tölcserje látszik. A tölcser felé felé szűkül és benne jól látszanak még a kép jobb oldalán is azok a felül-belül zárt homorú kivágások, amelyeket itt azután igazán nem a felülről, hanem az alulról feltörő erők vájtak, oldottak ki. Ez az a hely különben, ahol a gejzirit kúp felső felületén ezer meg ezer alul-belül zárt üregecske maradt vissza a felül kitépelt gejzir tölcser szétfröccsenő vízcöppjei nyomán, amint azt balatoni munkájában id. Lóczy Lajos is megemlíti. Az Aranyház szomszédságában már félig lefejtett gejzirítókúpok feltárt tölcserüregében (L. 8. számú kép), épen úgy, mint a Nyársas-hegy üregeinél és a Csúcs-hegy gyönyörűen szép tölcsernyílásaiban (L. 9. számú kép) megtaláljuk az ezeket már sokszor körülírt kimarási, kioldási formákat, csak az a csodálatos, hogy sohasem olyan szépen és beszédesen, mint épen a Bükk-hegység Szeleta (L. 10. sz. kép) és Szent István barlangjainál, amint-hogy a Tihannal szomszédosnak mondható langyosvizű *Tapolcai barlang* felül-belül zárt üregeisései sem olyan jellemzőek, mint ezek. Az is igaz hogy itt a mészkő aránylag puha szarmata mészkő, amiben ezek nem konzerválódhattak olyan jól.

Az bizonyos, hogy lehetnek olyan barlangüregek, amelyeket tisztán a felülről beömlött víz hozott létre, hiszen magam is ismerek olyanokat, az eddigi adatok alapján azonban meg kell állapítanunk, hogy *vannak különösen a tektonikusan erősen megbolygatott mészkőhegyeinkben olyan üregeisédek, valóságos, nagy barlangképződések is, amelyek kioldása, kivágása nem annyira a felülről beszivárgó, befolyó viznek a kioldására vezethető vissza, mint inkább a mélyből feltörő forró oldatok, sőt ezekkel együtt felszálló gőzök és gázok működésére. Valószínű, hogy a barlangok nagyméretű üregeit ezek a forró oldatok és gőzök-gázok hamarabb és könnyebben oldhatták ki, mint a felülről beszivárgó hideg, csapadék víz s egészen bizonyos, hogy a felülről beszivárgó cseppkövet lerakó, kitöltő-jellegű víz működése, megkülönböztetendő attól a folyamattól, amely a nagy üregeisédeket s azoknak különösen a függőleges és azon túl hajló falain a homorú kioldásokat előidézte. Ez annál inkább indokolt, hogy a cseppkőbekéregzés ezeket az üregeisédeket minden esetben utólag vonta és vonja be ma is.*

Minden esetre, amint számolni kell azzal, hogy ott, ahol fiatal vulkanizmus nélkül évezredek óta a tektonikus folyamatok nyomán ma is vannak gőz-gáz exhalációk, épen úgy számolnunk kell azzal is, hogy az *üregesedést, barlangképződést nemcsak a felülről beszivárgó, csapadékvíz okozhatja, hanem a forró víz és annak gőz-gáz kísérői, amelyek a mélyből törtek és törnek fel ma is s úgy lehet aktivitásuknál fogva ezek még inkább.*