

A JÓZSEF-HEGYI-BARLANG ÁSVÁNYAI

Dr. Leél-Őssy Szabolcs

ÖSSZEFOGLALÁS

A József-hegyi-barlangot a Rózsadombi Kinizsi SE tagjai Adamkó Péter és Leél-Őssy Szabolcs vezetésével tárták fel 1984-ben. A jelenleg 5,6 km hosszban ismert típusos termálkarsztos barlang rendkívül gazdag ásványképződményekben.

Az 1996-ban általam a Bergeni Egyetemen Stein-Erik Lauritzen laboratóriumában végzett urán-sorozatos korhatározások alapján kb. 500.000 éves barlangrendszerben 9 ásványfajt (mangános bevonat, limonit, barit, gipsz, agyagásványok, kalcit, aragonit, dolomit, hidromagnezit) sikerült azonosítani. További 2 ásvány (huntit, kvarc) jelenlétét mutatták ki a röntgen pordiffrakciós elemzések, és 3 másik ásványt (piroxén, gránát, cirkon) sikerült a nehézásvány frakcióban azonosítani. Az ásványok a hasadékokat, barlangjáratokat kitöltő meleg vízből, a barlangi csepegő vizekből, ill. a barlangi aerosolból váltak ki részben a barlang keletkezése előtt, részben a barlangjáratok melegvízzel való kitöltöttségének idején és részben már a barlang szárazzá válása után. Egy részük még ma is fejlődik.

Bevezetés

A Rózsadomb környékén századunk folyamán egyre több barlang vált ismertté. Az elmúlt évtizedekben számos tanulmány született az itt megismert barlangok genetikájával és ásványképződményeivel kapcsolatban (pl. JASKÓ S., 1936, KESSLER, 1942, JAKUCS 1948, 1994, LEÉL-ŐSSY SZ., 1957, JAKUCS-KESSLER, 1962, BERHIDAI, 1964, MÜLLER, 1974, 1983, MÜLLER-SÁRVÁRY, 1977, KOVÁCS-MÜLLER, 1980, KRAUS, 1978, 1982, 1991, SZUNYOGH, 1982, 1984, 1987, GATTER, 1984, TAKÁCSNÉ BOLNER-KRAUS 1989/1-2, FODOR-LEÉL-ŐSSY SZ.-TARI, 1991, NÁDOR, 1991, ADAMKÓ-DÉNES-LEÉL-ŐSSY SZ., 1992, DUBLJANSZKIJ, 1992, 1995, FORD-TAKÁCSNÉ BOLNER 1992, HAZSLINSZKY et al., 1993, KLEB et al., 1993, FORD, 1995, LEÉL-ŐSSY SZ., 1997 stb.)

A területen jelenleg kb. 30 km-es össz. járat-hosszúságban ismert kb. 60 kisebb-nagyobb barlangot és mintegy 50 „barlangkezdeményt” jellegzetes ásványtársulás díszíti. Közülük az 1984-ben a Rózsadombi Kinizsi SE tagjai által, Adamkó Péter és Leél-Őssy Szabolcs vezetésével feltárt József-hegyi-barlang messze leggazdagabb az ásványkiválások-

ban. Sok helyen (pl. a Fagyaltos-folyosóban, a Természet-templomában, a Kadić-ágban, stb.) a falfelületeket (beleértve sokszor a mennyezetet és a talajt is) összefüggően borítják elsősorban a kalcit-, aragonit- és gipszkristályok.

A nagymennyiségű kiválás viszonylag kevés ásványfajt takar. A 14 azonosított ásvány közül 9 vizsgálható makroszkóposan is, míg 2 másik ásványfajt a röntgen pordiffrakciós vizsgálatok, 3 további ásványt pedig a nehézásvány elemzések mutattak ki. Közöttük a karbonátokon és a szulfátokon kívül az oxidok-hidroxidok és a szilikátok képviseltetik magukat. Némelyik ásvány (elsősorban a kalcit és a gipsz) nagyon változatos megjelenési formákban fordul elő.

1. A József-hegyi-barlang ásványainak bemutatása

A barlang ásványait nem fontossági, hanem rendszertani sorrendben tárgyalom. Ebben KOCH-SZTRÓKAY (1967) ill. BOGNÁR (1987) rendszerét követem.

1.1. „Mangános bevonat”

A Gyász-teremben, a BM-folyosóban, a Keleti-labirintusban sokféle 1 mm-nél jóval vékonyabb

bevonat borítja a kőzet felületét. A Fekete Baritnál és a Cholnoky-teremben barit-, ill. gipszkristályok felületén is megfigyelhető ez a fekete kéreg. A képződményekben a felfedezés után borax-gyöngy segítségével mutattam ki a mangán jelenlétét. Azóta *BOGNÁR* (in *KLEB et al., 1993*) és *PETHŐ*, valamint *NAGY BÉLÁNÉ* színekélemzése a földkéregbeli átlagot jóval meghaladó, %-os Mn tartalmat mutatott ki (*PETHŐ, 1996*).

DÓDONY (1985) elektromikroszkópos vizsgálatai az általam begyűjtött példányokon oxid-hidroxid ásvány jelenlétét igazolták.

Kifejezett Mn-ásványt eddig nem sikerült kimutatni ebben a képződményben.

1.2. „Limonit”

A „limonit” nem önálló ásványfaj, de a mindennapos szóhasználatnak megfelelően én is így emlitem.

1.2.1. „Limonit agyagban”

A Szépvölgyi (nummuliteszes) Mészköben és a Budai Márgában kialakult járatok alján a befogadó kőzet agyagtartalma következtében méteres vastagságban halmozódott fel az agyagos málladék. Ezt a kítőltést a „limonit” jellegzetes barnás-vöröses színűre festi.

1.2.2. „Limonit” csomó

A magasabb szinteken elhelyezkedő, márgában kialakult járatokban (pl. a BM-folyosóban) 3–10 cm-es, valószínűleg piritből átalakult gumós-gömbös megjelenésű limonit csomók láthatók az oldalfalban.

1.2.3. „Limonit” cseppkő

A Fondue-teremben egy kb. 10 cm-es limonit sztalaktit látható, amely egy limonit csomón átszivárgó vízcepegésből válik ki.

1.2.4. „Limonit” bevonat baritkristályokon

A Szolárium környékén lehetővékony limonitos bevonat színezi vöröses-barnásra, ill. rózsaszín árnyalatúra a baritkristályokat.

1.3. Barit

A barit a József-hegyi-barlangban többfelé (pl. a Cholnoky-teremben, a Színlős-folyosóban) megtalálható, de nem általánosan elterjedt. Keletkezése valószínűleg jóval korábbi, mint a barlangkeletkezés. *SCHAFARZIK (1921)*, *BÁLDI et al (1976)*, *MÜLLER és KOVÁCS (1980)*, *BÁLDI (1983)* és még sokan mások a bádai andezit vulkanizmushoz kapcsolják keletkezését. Erre utalnak *GATTER (1984)*, ill. *MOLNÁR és GATTER (1994)* folyadék-

zárvány vizsgálatai, melynek során 150 °C-t és 300 °C-t kaptak keletkezési hőmérsékletnek. Ugyanakkor *DUBLJANSZKIJ (1995)* ennél sokkal alacsonyabb keletkezési hőmérsékletet mutatott ki. Magam nem érzem bizonyítottnak a barittelérek közvetlen kapcsolódását a vulkanizmushoz. Kiválásuk lényegesen fiatalabb is lehet a vulkáni működésnél.

A barlangban a barittáblák élhosszúsága 1-3 cm között változik. A legnagyobb baritkristályok a barlang keleti végében találhatóak. Ezek a mangános bevonatú kristályok az 1 km-nél közelebb lévő Molnár János-barlang jelenleg is víz alatti barit kristályaira (*KALINOVICS, 1985*) emlékeztetnek.

A baritkristályokat gyakran egyéb kiválások borítják: mangános bevonat (pl. a Cholnoky-teremben), limonitos bevonat (pl. a Szoláriumban), gipszbevonat (pl. Cholnoky-teremben). A legérdekesebb bevonat a Vulkánok-termében látható, ahol a mennyezeti telérből letört, és az aljzat kalciumkarbonátban dús tócsáiba hullott darabokra kiváló cseppkőbevonat a kristály szögletes formáit lekerekítette (*ADAMKÓ-LEÉL-ŐSSY, 1986; BOGNÁR, 1986*).

A hasadékkitöltő ásványként korábban lerakódott baritot a pleisztocén barlangkeletkezés „hívta elő”.

1.4. Gipsz

A gipsz a kalcit mellett a József-hegyi-barlang egyik leggyakoribb ásványkiválása, melynek változatos megjelenési formái komoly esztétikai és természetvédelmi értéket képviselnek. A gipszképződmények itteni gazdagsága csak a Sátorkő-pusztai-barlang és a felsőpetényi bánya — már jórészt elpusztított — kiválásaival vethető össze.

A barlangban kilenc megjelenési formában találkozhatunk a gipsszel. Mindegyik kiválástípus alapvetően fehér színű, csak az esetleges szennyeződések színezik.

1.4.1. Gipsztőrök

Többgenerációs, néha pár cm-es (pl. Papp Ferenc-ágban), néha 50–80 cm-es (pl. a Gipsztemetőben és a Vár-teremben) kristálycsoportok. Mindig a mennyezeten váltak ki, de legnehezebb példányaik saját tömegük — és esetleg kisebb földmozgások következtében — lehullottak a mennyezetről, és a földön találhatóak. Tövüknél vastagabbak, és szétteresztett ujjszerűen 3–4 irányba ágaznak el.

1.4.2. Apró kristályos bevonat

Durva szemű hódarához hasonló, 1-2 mm-es kristályok, amelyek sokfelé (Kinizsi-pályaudvar,

Fagylaltos folyosó stb.) összefüggően borítják a falat. Puhasága, az egyes kristályszemcsék laza illeszkedése következtében ez a képződmény rendkívül sérülékeny: a véletlenül hozzáérő ruhája a kristályszemeket lesodorja, és az addigra már óhatatlanul besározódó barlangjáró ruha pedig a felszíni kristályszemcséket jóvátehetetlenül, letisztíthatatlanul bepiszkolja.

A szállongó por és a vízbeszivárgások szállította szennyeződések a vízszintes és a ferde felületekre lerakódnak, majd eltávolíthatatlanul, zárványként beépülnek a kristályrácsba. Ezért az ilyen felületek már a felfedezéskor is színesek voltak, inkább csak a függőleges, ill. túlhajló felületek bevonatai maradnak hófehérek.

A bevonat vastagsága általában néhány cm, felületükön gyakorta (pl. a Fagylaltos-folyosóban és a Természet templomában) 1–2 cm-es hosszúságú, alig 1–3 mm széles, síklapokkal határolt kristálytükk láthatók. Egyes helyeken (pl. a Fagylaltos-folyosóban és a Vár-teremben) a gipszkéreg borsókőveken és aragonit tükön vált ki. Az aragonittükk visszaoldódása következtében a kéreg néha több cm-es távolságban lebeg a faltól. A kristályszerkezet sokszor nem bírja tartani a forgatónyomaték következtében különösen nehézzé váló saját anyagát, és a kéreg letörik.

A bevonat gyakran (pl. a Kinizsi-pályaudvaron) két generációs, két különböző fajtájú és keletkezési idejű gipszbevonat figyelhető meg egymáson.

1.4.3. Nagykristályos kéreg

Az oldalfalat sokfelé (pl. a Szoláriumban és a Kies-teremben) 1–5 cm-es kristályokból álló gipsz kristálycsoportok borítják. Az egyes kristályok között a kéreg tömeges megjelenésű, apró kristályokból áll. A nagy kristályok párhuzamos összenövésű vázkristályok, vagy korrodált, visszaoldott felületű kristályok.

1.4.4. Gipszhólyag

Az 1.4.2. pontban leírt gipszbevonat egyes helyeken (pl. az Univerzum előtt) keményebb felszínű és néhány cm átmérőjű, félgömbszerű, 2–3 mm-es falvastagságú kiemelkedéseket alkot. *JAKUCS* (szóbeli közlés, 1995) véleménye szerint ez a képződmény anhidritként vált ki, és a vízfelvétellel járó térfogatnövekedés miatt „puffadt fel”. *ONAC* véleménye szerint (szóbeli közlés, 1997) CO₂ felhalmozódás történt a kéreg alatt.

Kisebb méretekben (2–4 mm) ez a felpuffadás általánosan megfigyelhető a gipszkérgen.

1.4.5. Gipszkiválások más ásványokon

1.4.5.1. Gipszbevonat agyag pszeudomorfózákon

A Kinizsi-pályaudvar és a Fagylaltos-folyosó alján látható beszáradt agyagtáblákat borító kalcitkéreg (ez sokszor pszeudomorfoza, az anyag már kipergett alóla) felszínét vékony, apró kristályos, csillogó gipszbevonat borítja. A képződmény egy behavazott, zajló folyóra emlékeztet.

1.4.5.2. Gipszkiválások más kristályokon

Leggyakrabban aragonit tükristályok hegyére vált ki gipszkéreg (l. 1.4.2.), de gipsz boríthat cseppkővet (a Természet templomában és a Vár-teremben) és baritkristályokat (pl. a Cholnoky-teremben) is.

1.4.6. Gipszvirág

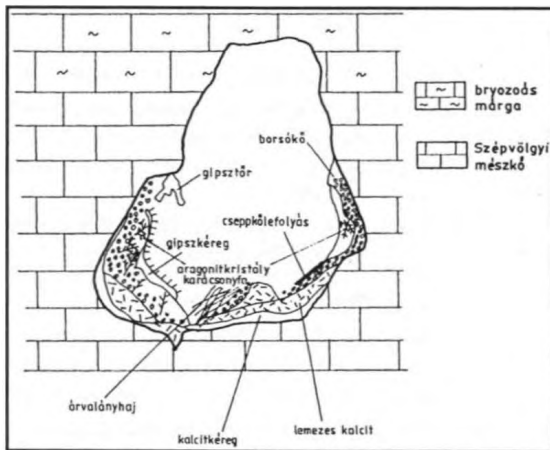
Transzlációs sík mentén bekövetkező deformálódás következtében a növekvő kristályok gyakran görbültek, spirálisan megcsavarodtak és gipszkigyókat, vagy gipszvirágokat alkotnak, néha 10–15 cm-es hosszúságban. A rostos megjelenésű, 1–2 cm átmérőjű, virágszerűen szétnyíló kristályok *GHERGARI* és *ONAC* (1995) terminológiája szerint anthodite) inkább alulról nőnek felfelé (pl. a Vár-terem egyik oldalfülkékében), míg a kisebb átmérőjű, max. néhány mm-es kristályok (*GHERGARI* és *ONAC*, 1995 terminológiája szerint oulophite), amelyeknek nemcsak a c tengelye görbül meg, hanem a rostok hossz tengelyük körül is többször megcsavarodnak, általában felülről lefelé növekednek. (Legszebb, néha kigyóra emlékeztető példányait a Vár-teremben, az Anakonda-teremben, a Virágos-kertben és a Vörös-tengerben találjuk.)

1.4.7. Gipszcseppkő

A Lepke-kürtőben, a Vár-teremben és az Eldorádóban található egy-egy példánya. Falvastagsága néhány mm és néhány cm, átmérője 1 és 20 cm között változik. Magassága elérheti a 30–40 cm-t is. Mérete a mennyezet és az aljzat távolságától, azaz a csepegés energiájától függ. *KLIMCHOUK* et al. (1995) Ukrajnából írt le hasonló jellegű, de lényegesen nagyobb méretű képződményeket „cylindrical rim” néven.

1.4.8. Árvalányhaj

Az először a Szemlő-hegyi-barlangból leírt (*GADÓ*, 1965) képződmény csak a Kagylós-ágban, a Fekete Baritnál és az Üvegpalatában fordul elő. A hajszálra emlékeztető kristálysálak között binokuláris mikroszkóp alatt fecskéfarkú ikerkristályt is találtam. Röntgen pordiffrakciós vizsgálattal is igazoltam a sálak gipsz anyagát.



Gipsz- és kalcitkiválások idealizált sorrendje a József-hegyi barlangban

A szálak hossza általában 10–30 cm közötti, de a Kagylós-ág Kristály-termében vannak közel 1 méteres szálak is. Gyakoriak a talajon növekvő szálak, de a legtöbb a mennyezetről vagy az oldalfalról csüng le. Egyes változataik vattacsomóra hasonlítanak.

Rendkívül érzékeny, sérülékeny képződmények, amelyek a normális beszédhangra is lengedeznek (ADAMKÓ-LEÉL-ŐSSY SZ., 1986).

1.5. Agyagásványok

A barlang fölötti márga rétegek mállása következtében nagy mennyiségű agyag jut a járatokba. A szeszélyes belső méretekkel rendelkező barlang egyes szakaszai így könnyen eltömődnek. Az agyagos kitöltések általában vörösbarna színűek, és helyenként méteres vastagságúak (a Szahara esetében a feltöltés eléri a 3–4 métert).

Ásványos összetételük BOGNÁR, 1986 röntgen vizsgálata, ill. DTA-elemzések szerint (in KLEB *et al.*, 1993) kaolinit és montmorillonit. Egyes helyeken (pl. BM-folyosóban) limonit és tisztázatlan összetételű mangános kiválás is dúsul bennük (1.1 és 1.2. fejezet).

1.6. Kalcit

A József-hegyi-barlang leggyakrabban előforduló ásványának formagazdagsága rendkívüli: 12 önálló megjelenési formáját különítettem el.

1.6.1. Cseppkő

A kalcit barlangi megjelenési formái közül a legismertebb és a leggyakoribb képződmény a cseppkő.

A József-hegyi-barlangban — a többi Rózsadomb környéki barlanghoz hasonlóan — számos helyen létező aktív csepegés ellenére a cseppkőképződés alárendelt. A cseppkőszegénység oka a csepegő vizek összetétele, ill. végső soron a kőzetanyag.

SÁRVÁRY *et al.* in (KLEB *et al.* 1993) mérései szerint a rózsadombi barlangokban a csepegő vizek olyan kevés HCO_3^- -at tartalmaznak, hogy nem is tekinthetők karsztvíznek. Egyes Mátyás-hegyi- és Ferenc-hegyi-barlangból származó vízmintákban a HCO_3^- tartalom mindössze az anionok 10%-át teszi ki — szemben az Aggtelek-Jósvafő környéki barlangokban mért 90% körüli értékekkel (IZÁPY és MAUCHA, 1993). A József-hegyi-barlang cseppkőves részéről (Üvegpalota feletti járatok) vett víz-minta HCO_3^- tartalma több, mint kétszerese a barlang cseppkőmentes részéből származó csepegő víz HCO_3^- tartalmának, de még így is csak 177 mg/l. Ugyanakkor ennek a „márgavíznek” a szulfáttartalma (200 mg/l) kb. tízszerese a Jósvafőn vizsgált karsztvíz szulfáttartalmának (MAUCHA, 1995). Ez egyidejűleg magyarázatot ad a barlang gipszképződményekben való gazdagságára is.

A József-hegyi-barlangban rendkívül szép cseppkővek találhatóak (pl. az Üvegpalotában, a Természet templomában, a Vérpatak-teremben stb.) Ezek tiszták és különböző színűek: a Vulkánok-termére a halvány-sárga kis sztalaktitok, a Természet templomára a narancssárga cseppköleflyások, a Fagylaltos-folyosóra a rózsaszínű, gombócszerű sztalagmitok, a Vérpatak-teremre a vérvörös cseppköleflyás a jellemző. A Vörös piramis termében a névadó arasznyi magas képződmény azték piramisra emlékeztet.

A különböző színű cseppkővek két csoportra oszthatók: A) tiszta, átvilágítható, áttetsző cseppkővek és B) teljesen átlátszatlan kiválások.

Az A) típus képviselőit inkább a triász időszi kalcit mészkőben kialakult Természet templomában és az Üvegpalotában találjuk meg, míg a B) típus képviselői az agyagosabb eocén kori mészkőben figyelhetők meg (pl. a Vérpatak-teremben vagy a Vulkánok termében).

1.6.2. Lemezes kalcit

A nemzetközi szakirodalomban (pl. HILL és FORTI, 1986) cave raftként (barlangi tutaj) említett kiválás a József-hegyi-barlangban a Kinizsi-pálya-udvaron, a Vár-teremben, az Üvegpalotában és a Kagylós-ágban fordul elő. A radiometrikus mérések során ez a képződmény szolgáltatja a legfontosabb adatokat.

A lemezek vastagsága a néhány mm-től 3 cm-ig terjed. Az Üvegpalotában még a legvastagabb

kifejlődések is áttetszők és átvilágíthatók, általában rózsaszín árnyalatúak. A Vár-teremben és a Kinizsi-pályaúdvarton oszlop és kúpszerű felhalmozódásaik magassága a 2 métert is meghaladhatja. Ezt a Szemlő-hegyi-barlangból már régen ismert képződményt tartotta *PANOS (1960)* gejzirsztalagmitoknak (nálunk karácsonyfa néven ment át a köztudatba, szerk.).

1.6.3. Barlangi borsókő

A borsókő (popcorn, botryoid) zöldborsó szemnél általában kicsit kisebb méretű, gömbszerű képződmények halmaza. A József-hegyi-barlangban sokfelé (pl. a Fagylaltos folyosóban, a Láng Sándor-teremben, a Kadić-ágban stb.) rendkívül vastagon borítják a falat fehér kristályai. Néha (pl. a Nyomkereső-folyosóban, a Repülőtéren, a Fagylaltos-folyosóban) még az aljzaton is ezt látjuk. *BOGNÁR (1986)* és *PETHŐ (1996)* pordiffrakciós vizsgálatai még nyomokban sem mutatták ki bennük aragonit jelenlétét, így valószínű, hogy eleve kalcitként váltak ki. A vékonycsiszolatokon (*NÁDOR, 1991*; *LEÉL-ŐSSY, 1997*) megfigyelhető, hogy a kiválás nem volt folyamatos és egyenetlen, hanem a változó vastagságú rétegek között gyakorta találunk visszafordulási felületeket is.

Igen változatos megjelenésű képződmény: *KRAUS (1991)* 13 változatot különít el. Ennek oka részben az eltérő keletkezés. A József-hegyi-barlangban is számos változata megtalálható.

1.6.3.1. Közöséges borsókő

A borsókő változatok közül ez a leggyakoribb típus a József-hegyi-barlangban. A borsószemek ökölnyi-fejnyi halmazokat alkotnak, és az egyes kiválás-csoportok közötti részen is borsókő-szemek borítják a falat. Gyakorta (pl. a Fagylaltos-folyosóban) az oldalfalról merőlegesen kiálló, 5–15 cm hosszú, elágazó, kévyszerű fűrtöket alkot. A Kinizsi-pályaúdvarton, a Kessler Hubert-teremben és az Eldorádóban visszaoldódó példányaik is megfigyelhetők. Gyakori előfordulása miatt neveztem el „közöséges borsókőnek”.

1.6.3.2. Szögletes borsókő

TAKÁCSNÉ BOLNER (1981) említi ezt a képződményt a Pál-völgyi-barlangból. A József-hegyi-barlangban a Vulkánok termében és a Természet temploma fölötti Erkélyen figyeltem meg ezt a romboédes, 0,5 cm alatti élhosszúságú lapok által határolt, de messzebből gömbszerűnek tűnő képződményt.

1.6.3.3. Korall-borsókő

KRAUS (1991) korall-borsókőnek nevezi azt a 1,5–1,0 cm átmérőjű, hengeres formájú, Esztramoson gyakori borsókő formát, amit a József-hegyi-barlangban a BM-folyosóban, a Kinizsi-pályaúdvár bejárata fölött találtam meg.

Ez a képződmény nem azonos a *HILL* és *FORTI (1986)* által leírt korall borsókővel, ami sokkal elágazóbb, vékonyabb ágacsok kusza halmazát tartalmazja. (Ilyen kristályok a Beremendi-kristálybarlangban voltak láthatók a felfedezéskor.)

1.6.3.4. Cseppkő-borsókő

A Rózsadomb környéki barlangokat bemutató munkámban (*LEÉL-ŐSSY, 1997*) ismertettem ezt a típust. Szabálytalan alakú, sokszor nagyméretű, (1–3 cm-es) borsókő változat. A Vulkánok-termében és a Vár-terem aljzatán figyelhető meg.

1.6.3.5. Üveggömb-borsókő

Szabályos gömbalakú, sima felszínű, vörösbarna vagy sárga, kb. 0,5 cm átmérőjű képződmények. Az Üvegpalatából, a Kessler Hubert-teremből és a Kinizsi pályaúdvarról írtam le ezt a képződményt. Jellegzetes megjelenési formája miatt adtam azt a nevet.

1.6.3.6. Huzat-borsókő

A *SZENTHE (1970)* és *RÓNAKI (1980)* által említett képződményt különféle típusú barlangokban (pl. István-lápai-barlang, Pierre St. Martin-barlang) megfigyeltem már. A József-hegyi-barlangban a Repülőtér bejárata előtt láthatjuk a legszebb példányaikat. Ezek max. 1–3 mm átmérőjűek. A hófehér mézsgöböcskék parányi, vékony nyélen ülnek, és gyakorta gömbszerű képleteket formáznak.

1.6.4. Többgenerációs kalcitkéreg

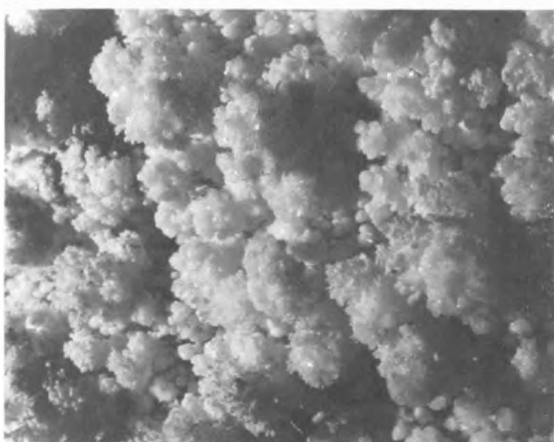
Ez a képződmény a József-hegyi-barlangban legdúsabban a Repülőtérre vezető járatokban figyelhető meg, ahol uralkodó kiválás típus. Emellett a Vár-teremben és a Kinizsi-pályaúdvarton, valamint az Üvegpalatában is jellegzetes képződmény. Általában 1–5 cm vastag (a Fekete Baritnál megfigyeltem 20 cm vastagságú kifejlődését is) és 2–4 rétegből épül fel. Felszíne érdes, egyenetlen, gömbölyded. A sziklaélek, lehullott kődarabok éleit sarkait lekerekíti, tompítja. Néhol a talajon is ezt találjuk. A Repülőtéren pl. néhány cm-re elvált az aljzattól, és üresen dobog a látogatók lába alatt. Gyakran gipszkristályok borítják.



1.



2.



3.



4.



5.



6.

A József-hegyi-barlang ásványai és kiválásai

1. Gipszkristályok, 2. Csavart gipszkristályok, 3. Aragonit, 4. Gipsztűk, 5. Cseppkőgátak, 6. Kalcitlemezek

1.6.5. Száradási repedések utáni kalcit kéreg

A Kinizsi-pályaudvaron és a Fagylaltos-folyosóban az összerepedezett agyagos üledék formáját őrizte meg vékony, néhány mm-es bevonat formájában. (l. 1.4.5.1. fejezet).

1.6.6. Nagykristályos kalcit

A 2–3, esetenként 5–6 cm-es (pl. a Fondue-teremben) példányaikon a szkalenoéder forma kettes-hármas ikrei figyelhetők meg. Több helyen (pl. a Hattyúnyakban) paleokarsztos üregekben láthatók példányaik. A Vörös-tengerben halvány-sárga, víz-tiszta példányaik fordulnak elő.

1.6.7. Farkasfog

A farkasfog néven ismert képződmény 1–3-cm-es példányai sokfelé megtalálhatók a barlangban (pl. a Bertalan Károly-teremben). Az Anakonda-teremben zömök, 3 cm-es kristályait lehet vékony gipszréteg vonja be, sajátosan sejtelmes csillogást kölcsönözve példányainak. Leggyakrabban litoklázisokban, hasadékokban található meg.

1.6.8. Apadási színlők

Íves, fél cm körüli kidudorodások az oldalfalon. *TAKÁCSNÉ BOLNER (1981)* valamint *NÁDOR* és *KRAUS* (in *HAZSLINSZKY et al., 1993*) említik a Pál-völgyi-barlangból. A József-hegyi-barlangban a Vértapack-teremben és a Vár-teremben találok ezzel a képződménnyel. Kisebkek, mint a Pál-völgyi barlangból ismert előfordulások.

1.6.9. Telérkalcit

A barlangban szinte mindenhol előfordul a néhány mm, esetleg cm széles repedések tömött szövű, apró kristályos kitöltéseként.

1.6.10. Tetaráták

A Vörös piramis körül alig 1–2 cm-es parányi gátakat formáz, amelyek mögött kis tavacskákban gyűlik össze a víz.

1.6.11. Hidegvizes kalcit romboéderek

Az 1.6.10. pontban említett tetaráták mögötti kicsiny vízmedencékben válnak ki ezek az alig néhány mm-es kalcit alapromboéderek.

1.6.12. Galléros kiválás

Ugyanitt növekednek a félköríves peremű gallérok a víz felszínén, lefelé vékonyodva, a medencék peremétől kiindulva.

1.7. Aragonit

A Kessler-teremben, az Eldorádóban, a Termézet templomában és a Kadić-ágban az 1–2 mm vastag, síklapokkal határolt aragonit kristálytűk 1–3 cm átmérőjű félgömböket és 4–8 cm hosszú, fűrtszerű képleteket alkotnak, de vannak hajszál vastagságú, néhány mm hosszú tűk is. Néha jogyszerű továbbnövekedés is megfigyelhető. A kristálytűket sokszor lehet vastagságú kalcit anyagú kiválás vonja be (pl. a Kessler-teremben és az Eldorádóban). A sündisznószerű félgömböket azonos méretű tűk alkotják, amelyek a tűk vége felé kissé vékonyodnak. A 4–8 cm hosszú fűrtök többszöri elágazásukkal fenyőfára emlékeztetnek. Általában a mennyezetről lógnak le (Eldorádó), de néha a függőleges oldalfalról merőlegesen állnak ki. (pl. Vörös-tenger bejáratánál).

Az aragonit kristálycsoportok hegyén sokszor 1–2 cm-es idiomorf–hipidiomorf gipszkristályok ülnek (pl. az Eldorádóban). A Fagylaltos-folyosóban és a Kinizsi-pályaudvaron az aprókristályos gipszkeg (1.4.2.) az aragonit kristályok hegyére vált ki. Ahol az aragonit tűk visszaoldódnak, a gipszkeg elválk a faltól. A kristályszerkezet sok esetben nem bírta a gipszkeg tömegét, és eltörve a földre esett.

A visszaoldódási folyamatot a Kessler-teremben, az Eldorádóban, a Kinizsi-pályaudvaron és a Vulkánok-teremben figyeltem meg. A beszívargó, ill. a párából lecsapódó víz oldja az aragonitot. Ez szemmel látható változást egyelőre a kristálytűk föld felé mutató hegyein okoz, mert ott a vízcsepp lassan növekszik a kritikus tömeg eléréséig. Lecseppenés után azonnal újra megkezdődik a következő vízcsepp növekedése, és amíg a felületi feszültség le nem győzi a nehézségi erőt, a tűhegyek állandóan vízben „állnak” és folyamatosan oldódnak.

Lecseppenéskor a vízcseppben feloldódott kalciumkarbonát tartalom egy része kalcitként visszamarad. A visszaoldódás néha eléri a borsóköveket is, amelyek az egyenetlen oldódás következtében „rücskös” felületűek lesznek.

Az aragonit keletkezését a csepegő vizek magas Sr tartalma is elősegíthette. Ez *SÁRVÁRY et al* (in *KLEB et al., 1993*) mérései szerint ma is magas: 0,8–1,3 ppm közötti.

1.8. Dolomit

Először az 1985-ben gyűjtött mintáimban találtunk dolomitot (*BOGNÁR, 1986*). Ekkor azonban még nem tudtuk, hogy nem kőzet eredetű-e a dolomit.

1992-ben a Gipsztemető felett gyűjtöttem aragonitnak tűnő kristálytűket. *BOGNÁR* (in *KLEB et al., 1993*) röntgen pordiffrakciós vizsgálatai szerint

ezek kb. felerészben dolomitnak bizonyultak. Egyes lemezes kalcit példányok mellett is jelen van a dolomit. Összesen 9 mintában sikerült kimutatni a dolomitot 6–58%-nyi mennyiségben.

1.9. Hidromagnezit

A bejárati szakaszon gyűjtöttem fehér, hegyitejszerű, kenhető puhaságú előfordulását. A hófehér képződmény röntgen pordiffrakciós vizsgálata hidromagnezit összetételt mutatott ki (BOGNÁR, 1986). Ez volt Magyarországon az első igazolt hidromagnezit előfordulás.

1.10. Huntit

A barlang bevezető szakaszán gyűjtött egyes mintáiban sikerült BOGNÁR-nak (1986) huntitot is kimutatnia. Önálló előfordulását még nem találtam meg.

1.11. Kvarc

PETHŐ (1996) röntgen pordiffrakciós és derivatográf vizsgálatokat végzett egyes József-hegyi-barlangi ásványokon. Az agyagos kitöltést elemezve talált a mintában kvarcot. 1997-ben egy limonitos csomóról számomra készített röntgenfelvétel is mutatott kvarc tartalmat.

1.12–14. Gránát, cirkon, piroxén

SZARKA (in KLEB *et al*, 1993) a BM-folyosó kitöltésének nehézasvány tartalmát vizsgálva a limonit mellett viszonylag sok sárga, üvegfényű, átlátszó gránátot, kevés cirkont és nehezen határozható palackzöld piroxén szemcsét azonosított.

2. A bemutatott ásványok genetikája

A József-hegyi-barlang ásványainak genetikájára sokszor csak morfológiai vizsgálatok, elméleti megfontolások alapján vonhatunk le következtetéseket. Néha a radiometrikus koradatok, a vékonycsiszolatos elemzések és a zárványvizsgálatok alapján kapott keletkezési hőmérséklet nyújtanak ehhez némi támpontot.

A mangános bevonat (1.1.) Mn tartalma véleményem szerint *producens* baktériumok terméke. Valószínűnek tartom, hogy nem, vagy nemcsak recens keletkezésű, mivel a borsókő kiválásokat sokszor nem borítja, de tövükben a kalcit kérget igen.

A limonitot (1.2.) a kőzetben található piritecsomók, ill. a fedő rétegek finom eloszlású pirittartalmából származtatom.

A mindig tektonikus hasadékokhoz kötődő barit (1.3.) kétségkívül meleg vizes tevékenység produkuma. A baritot lerakó oldat hőmérsékletére vonatkozó adataink egyelőre ellentmondásosak. Számomra való-

színű, hogy az eddig feltételezett értéknél (akár 200–300 °C-nál) alacsonyabb hőmérsékletű volt az oldat. Ebben az esetben kétséges közvetlen kapcsolata a bádeni, vagy a még idősebb vulkanizmussal. Bár keletkezése valószínűleg posztvulkáni tevékenységhez köthető, a vulkánosságnál akár évmilliókkal is fiatalabb lehet. Erre nézve jelenleg még nincs adatunk.

A gipsz (1.4.) nagy tömege a limonithoz hasonlóan a fedő márga pirittartalmából származtatható. Ezt bizonyítja a csepegő vizek nagy szulfáttartalma, a morfológia, amely szerint ez az utolsó kiváló ásvány, és az, hogy a légtérben szállongó porszemek is beépülnek a kristályrácsba, tehát az ma is élő, növekvő képződmény.

Ugyanakkor nem tudom kizárni, hogy egyes nagyméretű képződmények (1.4.1. „Gipsztörök”) már a járatokat kitöltő melegvízből is kiválhattak. A mai hévforrások vizének elemzések szerint nincs (és nehezen is képzelhető el) olyan szulfátkoncentrációja, ami gipsz kiválásához vezetne. Ugyanakkor nincs adatunk az évszázadokkal ezelőtti csepegő vizek összetételére, ill. a barlangi tavat alkotó víz összetételét a beszivárgó vizek jelentősen módosíthatták, szulfátra nézve betöményíthették. Ezt támasztja alá GATTER (in ADAMKÓ és LEÉL-ÓSSY, 1986) zárványvizsgálata, amely 65°C-t adott meg keletkezési hőmérsékletnek, ill. egy kissé bizonytalan mérési eredményem, amely 350.000 évnél idősebb kort adott meg egy kristályra.

Az árvalányhaj (1.4.8.) morfológiája alapján az aerosolból való kiválást valószínűsítem.

Az agyagásványok (1.5.) egyértelműen a barlang fölötti fedőrétegek mállásából származtathatók.

A kalcit anyagú kiválások is sok esetben vitatható eredetűek. A cseppkő (1.6.1.) keletkezési módja kétségtelen, de a barlangi borsókő (1.6.3.) genetikája sok esetben nem tisztázott.

KESSLER (1957) melegvízes eredetűnek tartotta. Napjainkban az aerosol eredet (FORD, 1995) az általánosan elfogadott.

Véleményem szerint a barlangi borsókő egyes típusai (pl. a sokszor cseppköveken is megjelenő huzat borsókő, (1.6.3.6.) biztosan aerosol eredetűek, de pl. a szögletes borsókő (1.6.3.2.) esetében ezt nem érzem kellően bizonyítottnak. Ugyanakkor a lejtős felületen csordogáló hideg vízből kiváló üveg-gömb-borsókő, (1.6.3.5.) egészen biztosan nem aerosol eredetű. Ezeknek az alaptípusoknak a morfológiája is teljesen eltérő.

A lemezes kalcit (1.6.2.) keletkezése sok helyen (pl. a Gellért-hegyi-forrásokban, vagy a Demjén-Egerszalók közti, fűrészből feltörő meleg víz esetében) megfigyelhető. A kalciumkarbonátban dús álló vizek felszínén hárttyaként válik ki, majd eltörve és lesülly-

lyedve a tó vizében tovább vastagszik. Végleges vastagsága a ráhulló újabb hártadarabok miatt bekövetkező betemetődés sebességétől, ill. a víz kalciumkarbonát tartalmától függ. A folyamatot az utóbbi időben hideg vízben is több helyen megfigyeltem (a József-hegyi-barlangban az Üvegpalotában, a Béke-barlangban a Nagytufa előtt, a Baradla főágában, a Törökmeccset-ág bejárata közelében).

A lemezes kalcit sajátos felhalmozódása a „cave cone”, a behavazott fenyőfára emlékeztető barlangi karácsonyfa. Ebben az esetben mindig azonos helyen történik a mészhártya eltérése, amely lesüllyedve meglepően hegyes, oszlopszerű kúpokot képezhet.

A többgenerációs kalcitkéreg (1.6.4.) minden bizonnyal a járatokat kitöltő meleg vízből vált ki a tavak alján és oldalában.

A száradási repedéseket borító vékony kalcitkéreg (1.6.5.) a víz időleges visszahúzódását követő, ismételt, de rövidebb ideig tartó elöntés során válhatott ki a vízből.

A nagykristályos kalcit (1.6.6.), a farkasfog (1.6.7.) és a telérkalcit (1.6.9.) a repedésekben közlekedő, valószínűleg melegvizet oldatokból válhattak ki, sok esetben még a barlang keletkezése előtt. Ha a kiválás a rendelkezésre álló teret teljesen kitöltötte, akkor telérkalcit keletkezett. Ha volt légtér a repedésben, akkor fennőtt kristályok (nagykristályos kalcit, ill. farkasfog) is kiválhattak.

A lefelé csordogáló vízből mechanikus hatásra elillanó CO₂ következtében kiváló tetaráták (1.6.10.) keletkezése szintén közismert.

A mögöttük felhalmozódó hideg vízű tóból válnak ki a hidegvizes kalcit romboéderek (1.6.11.).

Szintén itt, a tavacsák felszínén, ill. annak közelében keletkeznek a ritka galléros kiválások (1.6.12.).

Hasonló keletkezésűek, de a meleg vízhez köthetők az annak vízszintjét jelző apadási színzők (1.6.8.).

Az aragonit kristálytűk (1.7.) morfológiájuk, a keletkezésükre kapott radiometrikus koradatok, valamint egyéb elméleti megfontolások alapján már a víz visszahúzódása után keletkeztek. Koradataik alapján feltételezem, hogy mégis valamilyen, eddig nem tisztázott módon keletkezésük köthető a barlang mélyebb szintjein még jelen lévő meleg vizet kitöltéshez. (Ugyanez a véleményem az 1.6.3.1 közönséges borsókövel kapcsolatban is).

Az aragonit-hasonlóan keletkezhetett a József-hegyi-barlang másik két, makroszkóposan is megfigyelhető ásványa: a dolomit (1.8.) és a hidromagnezit (1.9.) is.

3. Következtetések

Az eddigi kutatások egyértelműen bebizonyították, hogy mind a barlang keletkezése előtt,

mind közvetlenül a járatok kioldódása után, még a járatok meleg vízzel való kitöltöttsége idején, mind a víz visszahúzódása után folyt ásványkiválás. A jelenleg ismert barlangrendszerben ezek kombinációját csodálhatjuk meg.

Az ásványok kiválási sorrendje a következő volt:

A) A barlangnál idősebb kiválások

A/1, barittelérek

A/2, egyes kalcittelérek, kalcit szkalenoéderek

B) A barlang kioldódásánál fiatalabb kiválások

B/1, többgenerációs kalcitkéreg

B/2, lemezes kalcit

B/3, apadási színző

B/4, borsókö

B/5, aragonit

B/6, gipsz

C) Jelenleg is képződő kiválások

C/1, üveggömb borsókö

C/2, cseppkö

C/3, gipsz

A József-hegyi-barlang ásványkiválásai még sokáig adnak munkát a kutatóknak. Az ásványok keletkezését illetően (l. borsókövek) még sok a bizonytalanság. Nem egyértelmű még minden kiválás kora (pl. barittelérek, különböző gipsz képződmények) sem, és még sok egyéb kérdés tisztázása vár további vizsgálatokra.

(Az OTKA T. 032433 téma támogatásával készült.)

Dr. Leél-Őssy Szabolcs
Budapest,
Múzeum krt. 4/a
1088

I R O D A L O M

- ADAMKÓ P.–LEÉL-ŐSSY SZ. (1984): Budapest új csodája: a József-hegyi-barlang. — *Karszt és Barlang*, p. 1–8.
- BÁLDI T. (1983): Magyarországi oligocén és alsómiocén formációk. — *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 293 p.
- BÁLDI T.–B. BEKE M.–HORVÁTH M.–KECSKEMÉTI T.–MONOSTORI M.–NAGYMAROSSY A. (1976): A hárs-hegyi homokkő kora és képződési körülményei. — *Földtani Közlemények* 106/4, p. 353–386.
- BOGNÁR L. (1986): Ásványérdekességek kristálybarlangjainkból. — *Ásványgyűjtő Figyelő/III*, p. 16–18.
- BOGNÁR L. (1987): Ásványhatározó. — *Gondolat, Budapest*, 478 p.
- BOGNÁR L. (1993): Barlangi ásványok és ezek szennyeződéseinek vizsgálata. — in *Kleb et al. — Kézirat, BME*, 30 p.
- DUBLJANSZKIJ, J. V. (1991): A Budai-hegység hidrotermális paleokarsztja, a folyadékzárvány vizsgálatok első eredményei. — *Karszt és Barlang*, p. 19–24.
- DUBLJANSZKIJ, J. V. (1995): Speleogenetic history of the Hungarian hydrothermal karst. — *Environmental Geology*, 25. p. 24–35.

- FORD, D. C.–TAKÁCSNÉ BOLNER K. (1991): Abszolút kor meghatározás és stabil izotóp vizsgálatok budai barlangi kalcitmintákon. — *Karszt és Barlang*, p. 11–18.
- FORD, D. C. (1995): Some thoughts on hydrothermal caves. — *Cave and Carst Science Vol. 22. No. 3.* p. 107–118.
- GADÓ P. (1965): A Szemlő-hegyi-barlangban talált kristályszárlól készült röntgenvizsgálat eredménye. — *Karszt és Barlang I*, p. 19–20.
- GATTER I. (1984): A karbonátos kőzetek érkitöltéseinek és a barlangok hévizes kiválásainak folyadékzárvány-vizsgálata. — *Karszt és Barlang I*, p. 9–17.
- GHERGARI, L.–ONAC, B. P. (1995): The crystallogenesis of gypsum flowers. — *Cave and Carst Science Vol. p. 22.* 119–122.
- HAZSLINSZKY T.–NÁDOR A.–SZABLYÁR P. (1993): Ajánlás a budai Rózsadomb és környéke termálkarsztja UNESCO Világörökség-listára történő felterjesztéséhez. — *MKBT kiadvány. Budapest*, 64 p.
- HILL, C. A.–FORTI, P. (1986): Cave minerals of the World. — *Huntsville, USA*
- IZÁPY G.–MAUCHA L. (1993): The discharge-quality relationship interpreted for karst springs by a new karst modell. — *Bulletin de la Société géologique de Liège 29.*, p. 53–60.
- KALINOVICS S. (1985): A Molnár János-barlang. — *Magyarország barlangterképei 5. MKBT Kiadvány, Budapest*, 27 p.
- KESSLER H. (1957): Az örök éjszaka világában. — *Budapest, Sport Könyvkiadó*, 264 p.
- KLEB B. et al. (1993): Kőzettani, tagoltsági, kőzetzűziki vizsgálatok, földtani reambuláció és paleokarszt elemzés. — *Kézirat, BME*
- KLIMCHUK, A. B.–NASEDKIN, V. M.–CUNINGHAM, K. I. (1995): Speleothems of aerosol origin. — *NSS Bulletin*, 57. p. 31–42.
- KOCH S.–SZTRÓKAY K. I. (1967): Ásványtan I–II. — *Tankönyvkiadó Budapest*, 939 p.
- KOVÁCS J.–MÜLLER P. (1980): A Budai hegyek hévizes tevékenységének kialakulása és nyomai. — *Karszt és Barlang II*, p. 93–98.
- KRAUS S. (1990): A budai barlangok hévizes karbonát kiválásai. — *Karszt és Barlang II*, p. 91–96.
- LEÉL-ŐSSY SZ. (1997/2): A József-hegyi-barlang geológiai viszonyai, fejlődéstörténete és a Rózsadomb környéki termálkarsztos barlangkeletkezés. — *Kandidátusi értekezés, Kézirat, MTA*, 114 p.
- LEÉL-ŐSSY SZ.–HORÁNYI G. (1980): A barlangi hegyitej vizsgálata. — *Egyetemi TDK dolgozat (kézirat) ELTE, Földtani Tanszék*, 36 p.
- MAUCHA L. (1995): A Vass Imre-barlangban végzett tudományos kutatások eredményeinek összefoglalása. — *Karszt- és Barlangkutatás, X.* p. 35–52.
- MOLNÁR F.–GATTER I. (1994): Magyarországi üledékes és hidrotermális baritkristályok összehasonlító ásványtani-genetikai vizsgálata. — *Földtani közlöny 124/1*, p. 43–57.
- MÜLLER P.–SÁRVÁRY I. (1977): Some aspects of development in Hungarian Speleology theories during the last 10 years. — *Karszt és Barlang Special Issue*, p. 53–60.
- NÁDOR A. (1991): A Budai-hegység paleokarsztjai. — *Egyetemi doktori értekezés ELTE Általános és Történelmi Földtan Tanszék*, 171 p.
- NÁDOR A.–SÁSDI L. (1992): A Budai-hegység paleokarsztjai és fejlődéstörténetük. — *Karszt és Barlang p. 3–10.*
- PANOS, V. (1960): A Budai-hegység hévforrásos karsztja és különleges lerakódásai. — *Hidrológiai Közöly, 5 sz.* p. 391–395.
- PETHŐ S. (1996): A budapesti József-hegyi-barlang egyes képződményeinek vizsgálata, különös tekintettel a borsókővekre. — *Kézirat, egyetemi TDK-dolgozat, ELTE Általános és Történelmi Földtani Tanszék*, 61 p.
- RÓNÁKI L. (1980): Borsókő, mint huzatindikátor. — *Karszt és Barlang p. 103–104.*
- SÁRVÁRY I.–MAUCHA L.–IZÁPY G. (1993): Vízkémiai, mikrobiológiai és izotóp vizsgálatok a Rózsadomb környezetében. — in Kleb et al. (1993), *Kézirat, BME*, 25 p.
- SCHAFARZIK F. (1921): Visszapillantás a budai hévforrások fejlődéstörténetére. — *Hidrológiai Közöly I*, p. 9–14.
- SZARKA A. (1993): Nehézásvány vizsgálatok a rózsadombi barlangokban. — in Kleb et al (1993), *Kézirat, BME*
- SZENTHE I. (1970): Sikeres feltáró eredmények a Vecsembükk-zsombolyban. — *Karszt és Barlang I*, p. 15–17.
- TAKÁCSNÉ BOLNER K. (1980): Új feltárások a Pál-völgyi-barlangban. — *Karszt és Barlang II*, p. 87–92.

MINERALS OF THE JÓZSEF-HEGY CAVE

The József-hegy Cave was explored by the members of the Rózsadomb "Kinizsi" Group under the guidance of Szabolcs Leél-Őssy and Péter Adamkó in 1984. The typical thermal karst cave, known at present in a length of more than 5 km, is extremely rich in mineral formations.

On the basis of the uranium series dating, carried out by the author at the University of Bergen, in the laboratory of Stein-Erik Lauritzen in 1996, nine (9) mineral types ("manganese coating", limonite", "barite", "gypsum", clay minerals, calcite, aragonite, dolomite, hydromagnesite) could be identified in the around 500,000 years old cave system. The presence of 2 further minerals (huntite, quartz) was demonstrated by the X-ray powder diffraction examinations, and 3 other minerals (pyroxene, garnet, zircon) could be identified in heavy mineral fraction. The minerals were precipitated from the warm water, filling in the fissures, passages, as well as from the dripping water and the aerosol of the cave — partly before the formation of the cave, partly during the upfilling of the passages by warm water and partly already after the drying of the cave. A part of them develops still today.