

# Hidrotermális ásványkiválások vizsgálata a Ferenc-hegyi-barlangban

Nagy Sándor

Témavezető: Dr. Molnár Ferenc



Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

Ásványtani Tanszék

2005

## Tartalomjegyzék

<b>1. CÉLKITŰZÉS</b> .....	<b>4</b>
<b>2. A FERENC-HEGY FÖLDTANI HELYZETE</b> .....	<b>4</b>
<b>3. A BARLANG KIALAKULÁSA</b> .....	<b>5</b>
<b>4. KUTATÁSTÖRTÉNET</b> .....	<b>6</b>
<b>5. A FERENC-HEGYI-BARLANG JELLEMZŐI</b> .....	<b>7</b>
5.1. A BARLANG MORFOLÓGIÁJA .....	7
5.2. BARLANGI KÉPZŐDMÉNYEK .....	9
5.2.1. <i>Hideg vizes kiválások</i> .....	9
Cseppkő .....	9
Üveggömb borsókó .....	9
Kalcit-romboéderek.....	9
5.2.3. <i>Meleg vizes kiválások</i> .....	10
Borsókó és karfiol kiválások .....	10
Kalcit (CaCO <sub>3</sub> ) és barit (BaSO <sub>4</sub> ) telérek. ....	10
Kalcit lemezek.....	10
Érces-telérek.....	10
Kovás erek.....	11
<b>6. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK</b> .....	<b>12</b>
6.1. RÖNTGEN PORDIFFRAKCIÓS VIZSGÁLATOK.....	12
6.2. ELEKTRONMIKROSZONDÁS VIZSGÁLATOK.....	12
6.3. FOLYADÉKZÁRVÁNY VIZSGÁLATOK: .....	13
<b>7. MINTÁK LEÍRÁSA ÉS CSOPORTOSÍTÁSA</b> .....	<b>14</b>
7.1. MINTÁK LEÍRÁSA.....	15
<b>8. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK</b> .....	<b>16</b>
8.1. AZ ÁSVÁNYPARAGENEZISEK MAKROSKÓPOS ÉS MIKROSKÓPOS JELLEMZŐI .....	16
8.2. RÖNTGEN PORDIFFRAKCIÓS VIZSGÁLAT .....	17
8.3. ELEKTRONSUGARAS MIKROANALÍZIS VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK .....	18
8.4. OLDÁSI VIZSGÁLATOK .....	19
8.5. FOLYADÉKZÁRVÁNY VIZSGÁLATOK .....	20
8.5.1. <i>Homogenizációs mérések</i> .....	20

8.5.2. Krioszkópos vizsgálatok:.....	22
<b>9. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEGZÉSE .....</b>	<b>23</b>
9.1. KORÁBBI MUNKÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA.....	24
9.2. AZ EREDMÉNYEK ALKALMAZÁSA A BARLANG KIALAKULÁSÁNAK MAGYARÁZATRA.....	24
<b>10. TOVÁBBI KUTATÁSI LEHETŐSÉGEK.....</b>	<b>25</b>
<b>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....</b>	<b>27</b>
<b>IRODALOMJEGYZÉK.....</b>	<b>28</b>
<b>I. TÁBLA.....</b>	<b>29</b>
<b>II TÁBLA.....</b>	<b>30</b>
<b>III. TÁBLA .....</b>	<b>31</b>
<b>IV. TÁBLA.....</b>	<b>32</b>
<b>V TÁBLA .....</b>	<b>33</b>
<b>VI. TÁBLA.....</b>	<b>34</b>
<b>VII. TÁBLA.....</b>	<b>35</b>

## 1. CÉLKITŰZÉS

Munkánk célja a Ferenc-hegyi-barlangban megtalálható – feltehetőleg – hidrotermás ásványkiválások vizsgálata, és ezzel a Budai-hegységi hidrotermás fluidáramlási rendszerek jobb megismerése. Az ismereteket szeretnénk felhasználni a Budai-hegységben megtalálható barlangok keletkezésének az elmélethez, és ezzel alátámasztani, vagy módosítani a meglévő barlang kialakulási modelleket.

## 2. A FERENC-HEGY FÖLDTANI HELYZETE

A budai-hegység fő tömegét a triász korú, helyenként tűzköves dolomit alkotja, emellett a triász korú Dachsteini Mészke és Mátyáshegyi Dolomit és Mészke Formációk is megtalálhatók a területen. Ezekre diszkordánsan települtek az eocén rétegek, melyet a Szépvölgyi Mészke képviseli. Felettük Budai Márga található meg. A Kiscelli plató az oligocén Tardi Agyag és Kiscelli Agyag található meg nagy vastagságban.

A Ferenc-hegy fő tömegét feltételezések szerint triász korú (245-208 millió éves) dolomit alkotja, melyet a barlang jelenleg ismert járatai nem tárnak fel. Erre települt a felső eocén korú (-35 millió éves) Szépvölgyi Mészke, erre pedig Budai márga. A barlang fő járatai az eocén mészkőben találhatóak, emellett a felső zónák elérik helyenként a márgát is, melyben a barlangjáratok sokkal keskenyebbek, mint lejjebb. A barlang Mélysíntje feltárja az eocén mészkő alapkonglomerátumát, melyben vulkanikus kavicsokat is találunk. Feltételezések alapján ez alatt található meg a triász dolomit, melyet sajnos még nem sikerült elérni a barlangi feltárások során.

Az eddigi leírt kőzetek mellett két – eddig nem dokumentált- kőzetet sikerült feltárnunk. Az egyik a Mélysínten található meg és közvetlenül az eocén baziskonglomerátum felett található. Ebben a kőzetben sok tűzkődarab van, de egyértelműen eocén korú, az őslénytartalom alapján. A kőzet tartalmaz Nummuliteseket, Discocyclinákat. (Horváth szóbeli közlése alapján), tehát a képződmény egy eocén tűzkőszemcsés mészkőbreccsa (42. kép).

Az eocén mészkőben betelepülve 10-15 cm vastag homokkő réteg húzódik, mely helyenként - tektonikai okokból - 1 méter vastagságú is lehet. Ez a homokkő nagyon puha, a kötőanyag főleg kaolinit, a szemcsék kvarc, melynek eredetét még vizsgáljuk.

A területen megtalálunk oligocén agyagot is, mely 22-35 millió éves és a Ferenc-hegy DNy-i oldalában, illetve az Ördög-árok tájékán bukkan felszínre.

Feltételesen pannon korúnak sejtjük azt a kvarckavicsos üledéket, melyet a barlang több pontján megtalálunk (Bejárat környéke, Törekvés-út, Millenniumi-rész). Hasadékba kerülése a barlang kioldódását megelőzően történt (Sásdi, 2000).

### **3. A BARLANG KIALAKULÁSA**

A barlang keletkezése több fázisban történt. Először az eocénben keletkeztek kisebb üregek, de ezek az eocénben fel is töltődtek. A fő üregesedés a pleisztocén elején kezdődött, amikor az Ős-Ördög-árok bevágódott, és a fedő kőzet és agyag annyira elvékonyodott, hogy helyenként nyitottá vált miközben a hegység kiemelkedett, és az egységes, de rideg mészkőtömbök, összetöredezték, és a meglévő repedésekben megindult a meleg vizek áramlása felfelé a pesti síkság alól (Sásdi, 2000) (1. ábra). Emellett a Budai-hegységben a magasabb térszínekről a leszivárgó hideg vizek is megtalálták ezeket a repedéseket. A két különböző kémizmusú víz találkozásánál a keveredési korrózió miatt erőteljesebb lett az üregtágulás. A patakos barlangokkal ellentétben, nincs kitüntetett vízvezető járat. Nagyjából minden főbb tektonikai repedés ugyanolyan mértékben oldódott. A hegység emelkedésével a vízszint süllyedt, ezért a budai barlangok függőleges kiterjedése elég nagy. Vannak olyan zónák, melyek gyorsabban emelkedtek ki, ezért a járatok keskenyebbek, de magasak, ez jellemző a Ferenc-hegyi-barlangra is. A barlang a legmagasabban nyíló budai nagybarlang. Bejárata (1. kép) 262 m tszf.-on nyílik, de a járatok fő talpszintje 240-250 m tszf. magasságban található. A törmelék, majdnem mindenhol csak álfeneket képez, és ez alatt a barlangjáratok folytatódnak lefelé. Ez bizonyosságot nyert 2003 elején, amikor a Mélyszintet sikerült feltárni. A kioldódott járatokat többször újra elárasztotta a víz, mely újabb ásvány lerakódásokat okozott. A barlang kialakulásához nagyban hozzájárultak az összetöredezett zónák környékén az omlások (Omladék-terem, Omlásos-terem).



Acheron csoport térképezés közben talált rá a DK-i rész VII-X-es számú főhasadékaira, majd a MÁFI csoport 1991-ben a IV-es számú főhasadék felső szintjére és még néhány kisebb járatszakra. 2000 óta ismét az Ariadne csoport (korábbi MÁFI csoport) kutat aktívan a barlangban Nagy Sándor vezetésével. Az első időkben kisebb, majd egyre nagyobb eredmények is születtek. 2000-ben került feltárássra a Millenniumi-rész 100 méteres járathossza, 2001-ben vízkémiai vizsgálatokat végeztünk, 5 csepegési ponton gyűjtöttünk vízmintát, amit az ELTE Szervetlen Kémiai Tanszékén analizáltak.(Fehér, 2001) 2002-ben több rövidebb járatszaksz tárult fel. 2003 januárjában a DK-i III-as főhasadék aljából kiindulva lefelé egy agyagdugó átbontásával lejutottunk a Mélyszintre, így a barlang eddigi – 41 méteres mélysége –87 méterre módosult. Az új rész összhossza 400 méter volt. 2003-ban a Törekvés-úti oldalágból 2 új szakaszt is feltártunk, egy 25- és egy 30 méteres eléggé szűk, de barit kristályokban gazdag járatot. 2004-ben a Mélyszinten megtalálható Inga-teremből sikerült további járatokat feltárnunk déli irányba, ahol egy 120 méter hosszú hasadékrendszert tártunk fel. Ennek a mélysége eléri a –81 métert. 2004 végén sikerült a barlang déli végpontját jelentő Déli-nagyhasadék végéből 30 méter járatot átbontva 200 méter járatrendszert feltárni. Itt található meg a Cseppköves-terem és a Szürke-hasadék is, melyből kiindulva felfelé induló hasadékok indulnak el nyugati irányba. 2005-ben elkezdük a barlang teljes újramérését, melynek első napja is jelentős eredményt hozott. Az első 200 méter felmérése során 150 méter fel nem mért barlangjáratot tártunk fel. Az új felmérés jelenleg 1200 méter hosszán jár, és folyamatosan mérjük fel a barlang új és meglévő részeit. A barlang jelenlegi hossza kb. 5300 méter, mélysége –87 méter. 2000-2005 között kb. 1500 méter hosszban sikerült megnövelni a barlang feltárt hosszát, míg mélységi kiterjedésének ismeretességét megkétszereztük, de a feltárásoknak korán sincs vége.

## **5. A FERENC-HEGYI-BARLANG JELLEMZŐI**

### **5.1. A barlang morfológiája**

A barlang morfológiailag a Budai-hegységben tipikus, hévizes barlang képét mutatja. Az alaprajzi térképet szemügyre véve, jól látszik a szövevényes járathálózat, mely tektonikus síkok mentén alakult ki. A járatokra jellemzőek a magas, de keskeny hasadékok, a márga zónájában szűkebb járatokkal. Az átlagos magasság 5-15 méter, helyenként 25 méteres magasság is mérhető. A hasadékok szélessége 0,5-4 méter, de átlagban 1 méter. A falakat dús borsókó képződmények és karfiolok borítják a 204-250 tszf. magassági szinten. A főtezőnában legtöbb helyen megtalálható a tektonikus hasadék. Több helyen találjuk meg a barlangban az alacsony hőmérsékletű hidrotermás ásványkiválásokat, és teléreket (Törekvés-

út, Csepegő-vizek-terme, DK-i VI-os főhasadék, Mélyszint). Melegvizes oldásformák a barlangban szintén több helyen tanulmányozhatóak. Kagylós oldásformákat a DK-i VI-os főhasadékban és a Ferde-terem bejáratánál találhatunk. Gömbüstöket a barlangban mindenhol megtalálhatunk, ezek átmérője 10-cm és 1 méter közötti. Emellett megtalálhatunk nagy gömbfülkéket is, melyek 1-3 méter átmérőjűek (Törekvés-úti oldalág, Rákóczi-dóm). Újabb elméletek szerint a barlangban megtalálható, -régén melegvíz feláramlási csatornának nevezett (Kessler, 1936; Kraus, 1982)- csövek, félcsövek víztér alatt feláramló gázbuborékok oldási hatásának tulajdonítjuk (a gáztér alatt erőteljesen CO<sub>2</sub>-vel telített gázt értünk). Ezek felett gyakran találunk gömbfülkéket, gömbfülke sorokat (Törekvés-út, Mélyszint). Ezeknek a csöveknek az átmérője lehet 10 cm, de az 1 métert is elérheti, tehát járható járat alakulhat ki. (Sásdi, 1992, 1996; Nagy, 2004). A barlangban a gömbfülkék felső részén V-alakú párhuzamos beoldódásokat találunk meg, melyek 1-2 cm mélyek és 10-40 cm hosszúak (2. kép). Ezeket a lecsapódó kondenzvíz oldó hatásának tulajdonítjuk (Nagy, 2004). A barlang legfiatalabb morfológiai jellemzői az omlások. A barlangra teljes hosszában jellemző az omladék a járattalpon. Emellett vízszintes réteglapok mentén történt omlásokat is megfigyelhetünk. (Bocskai-terem, Lapos-terem).



## **5.2. Barlangi képződmények**

A barlang képződményekben igen gazdag. A képződményeket két fő csoportba sorolhatjuk, az első csoport a hideg vizes kiválások, melyekből a barlangban igen kevés található. A második jóval bővebb csoport a hévizes kiválások. A másik csoport a hideg vizes kiválások. Ezekből a barlangban igen kevés található.

### **5.2.1. Hideg vizes kiválások**

Hideg víznek tekintjük a területnek megfelelő évi középhőmérsékletnek megfelelő, vagy annál hidegebb vizeket.

#### Cseppkő

Cseppkövek nagyon ritkák a barlangban, csak a DK-i VI-os főhasadékban találhatóak meg. Emellett a kanyon-járatban és a Millenniumi-részben találhatóak meg cseppkövek. Legszebb függő cseppkövek a 2004-ben feltárt Cseppköves-teremben és a Szülinapi-ágban találhatóak meg. A Mélyszinten elég gyakran találhatunk cseppkőkérget, függő cseppköveket. Az agyagos járattalp miatt állócseppkő nincs.

#### Üveggömb borsókő

A leszivárgó hideg vizekből válik ki. (Leél-Őssy Szabolcs szóbeli közlése alapján). A barlangban a Mélyszinten és a csepegő-vizek termében találunk ilyeneket.

#### Kalcit-romboéderek

A Mélyszint feltárásakor a Déli-nagyhasadékban –65 méteren a bejáratától egy tektonikai hasadékban fedeztük fel ezeket a kalcitokat. A kalcit mellett itt nem tapasztaltunk más ásványfázist, így ezek lehetnek hideg vizekből kivált kalcitok is. E kérdés vizsgálata a további kutatások feladata.

### **5.2.3. Meleg vizes kiválások**

#### Borsókő és karfiol kiválások

A borsókő a barlang egyik leggyakoribb képződménye, mely a meleg víz feletti légtérből vált ki. Több formája ismert a barlangban.

Karfiol képződmények feltehetőleg a víztér alatti kiválással keletkeztek a telített oldatokból. Ezt a jelenségek Kessler Hubert figyelte meg a szalonnai melegvizű források üregeiben.

#### Kalcit ( $\text{CaCO}_3$ ) és barit ( $\text{BaSO}_4$ ) telérek.

A barlang kialakulását megelőzően váltak ki a mészkő repedéseiben. A kiválás sorrendje egyértelműen látszik (3. kép). A kalcit (40-41. kép) vált ki először és erre települt a barit, későbbiekben – mivel a kalcitot oldják a gyenge savak is – kioldódik a barit alól, helyén megmaradnak a bariton látható kalcit pszeudomorfózák.

#### Kalcit lemezek

A Mélyszinten a csontváz-teremben megtalálhatóak a kalcit lemezek. Feltételelesen jelenkori tapasztalatok alapján a melegebb, langyos vizekből nyugodt állóvíz esetén egy vékony kalcit hártya képződik a tó felületén. A lemez fejlődik és egy idő után a tó fenekére süllyed, ott a fejlődése tovább folytatódik. A barlangban pár mm vastagságú kalcit lemezeket találunk meg, de más nagy barlangban 2-3 cm vastag kalcitlemezt is tudunk.

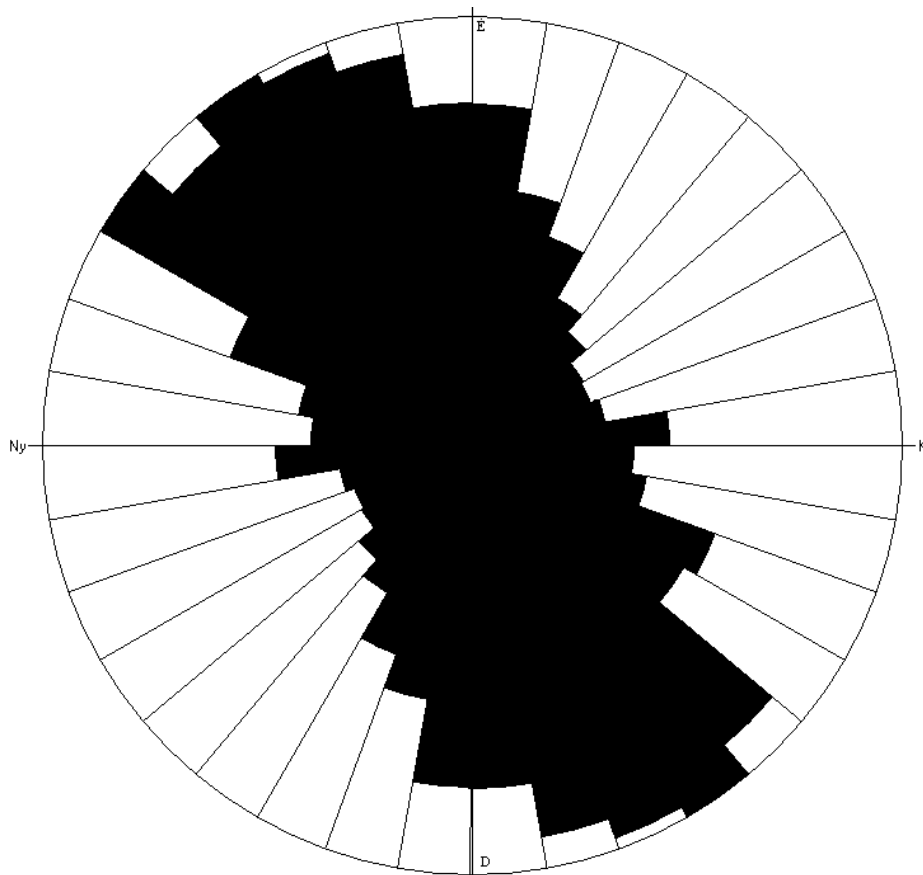
#### Érces-telérek

A barlangban nagyon sok helyen felkutattuk az utóbbi évben az érces teléreket. Több ércetelér vizsgálatát kezdtük meg. A csepegő-vizek-termében hematittal átjárt kovás ért tártunk fel. Emellett egy másik hasadékban ugyanott hematitos limonitos telért, melyben rendkívül sok barit található. A törekvés-út főtéjében hematitos-limonitos eret találtunk, szintén sok barittal. A mélyszinten baritos-kalcitos-limonitos teléreket tártunk fel (4. kép). A Millenniumi-részben barit mellett hematitot és cinnabaritot (39. kép) sikerült kimutatni. Ugyanezt az ásvány paragenézist sikerült a Kettős-delta felső részénél megfigyelni. A

baritteléreket különös tekintettel vizsgáltuk meg. Főleg egyéb hidrotermás ásványt kerestünk. Hematitos baritos telért találtunk a DK-i VI-os főhasadékban.

### Kovás erek

A barlangban nagyon ritkák az úgynevezett kovás telérek, ellentétben más budai nagybarlanggal. A barlangból két helyről azonosítottunk ilyen előfordulást szálban (Barittemető, Csepegő-vizek terme déli végpont), de több helyről törmelékben ismerünk kovás kőzetdarabokat (Szülinapi-ág, Csepegő-vizek-terme oldalág, Millenniumi-rész, Iszaptó-terem) (5. kép).



2. ábra. Az ércesedett erek és telérek csapásiránya (megegyezik a barlang járatainak csapásával)

## 6. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

A barlangi mintákat először makroszkóposan írtuk le, majd mikroszkóp alatt vizsgálatuk meg. Ahol kérdéses volt ott röntgen pordiffrakciós vizsgálatot végeztünk. A mintákból több vékonycsiszolatot is készítettünk az alaposabb vizsgálatok miatt. Ezekről petrológiai leírás történt, ahol szükséges volt ott elektron mikroszondás vizsgálatot végeztünk. Az ásványok képződési körülményeinek meghatározására alkalmazott módszer az ásványokban megtalálható folyadékzárványok vizsgálata volt.

### 6.1. Röntgen pordiffrakciós vizsgálatok

A vizsgálatok során felhasznált összes XPD mérés az ELTE Ásványtani Tanszékén készült. A műszer egy másodlagos grafit-monokromátorral és szcintillációs detektorral felszerelt Siemens D5000 típusú röntgen-pordiffraktométer (Bragg–Brentano geometria,  $\theta$ – $\theta$  üzemmód, Cu K $\alpha$  sugárzás). Számlálási idő 2 másodperc, a lépésköz  $0,05^\circ$  ( $2\theta$ ) volt.

### 6.2. Elektronmikroszondás vizsgálatok

A vizsgálat során készült felvételek és elemzések az ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszékén AMRAY 1830I típusú, energiadisperzív röntgenspektrométerrel felszerelt pásztázó elektronmikroszkópon készültek 20 kV gyorsítófeszültség mellett. A vizsgálatokat szénréteggel bevont, 60–100  $\mu\text{m}$  vastagságú, polírozott vékonycsiszolatokon végeztük.

### 6.3. Folyadékzárvány vizsgálatok:

A mintákból vékonycsiszolatot készítettünk, kb. 50-100  $\mu\text{m}$  vastagságút, mindkét oldalon políroztuk. A folyadékzárványok között három félélet különböztetünk meg. *Primary* (elsődleges, P) zárványok azok, melyek az ásvány fejlődésével egy időben fogódik be. *Secondary* (másodlagos, S) zárványoknak nevezzük az utólagos folyamatok által, repedések mentén befogódó zárványokat. *Pseudosecondary* (PS) zárvány az, ha egy zárványsor véget ér egy növekedési zónánál. Ezek a zárványok nagyon ritkák.

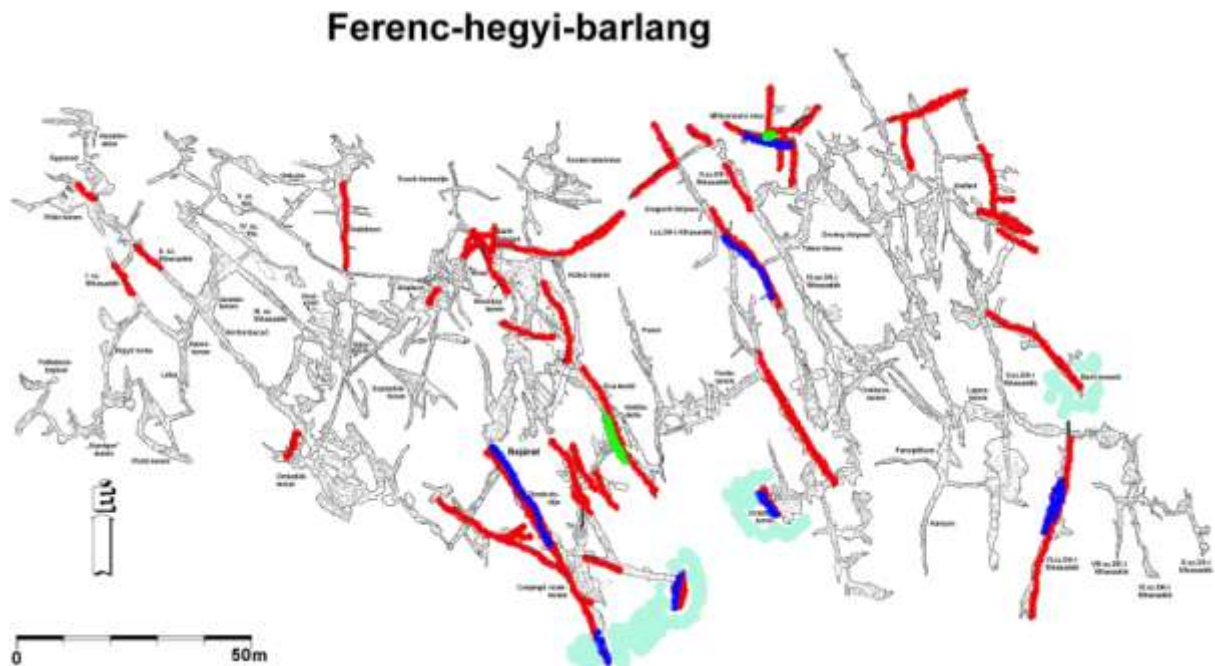
A zárványok egy fontos csoportosítása a benne megtalálható fázisok száma alapján történik. Ezek szerint megkülönböztetünk szobahőmérsékleten egyfázisú, kétfázisú és polifázisú zárványt. Az egyfázisú zárvánnyal sajnos nem tudunk méréseket végezni. Minden más zárvány használható mind *termometriai*, mind *krioszkópos* vizsgálatokra.

*Termometriai* vizsgálat az, amikor egy mikroszkóp alatt egy homogén hőmérsékletű teret hozhatunk létre  $-180$  és  $+600$   $^{\circ}\text{C}$  között. Hevítéskor a kétfázisú zárvány homogenizálódik, azaz a gázbuborék eltűnik, ha szobahőmérsékleten a folyadékfázis volt túlsúlyban a zárványon belül. Ezt a hőmérsékletet nevezzük homogenizációs hőmérsékletnek ( $T_h$ ). Fagyasztáskor a teljes megfagyásig hűtjük a zárványt, majd lassú olvadással megfigyeljük a rendszer eutektikus pontját, ahol a folyadék a gáz és a jég fázis egyszerre van jelen. Az eutektikus pont a zárványban lévő fluidum kémiai összetételére ad felvilágosítást. Ha NaCl-víz rendszerünk van, akkor az eutektikus pont  $-21,2$   $^{\circ}\text{C}$ . Ha a rendszerünk NaCl-CaCl<sub>2</sub>-víz rendszer akkor az eutektikus pont  $-50-55$   $^{\circ}\text{C}$  között van. További melegítéskor a teljes olvadási hőmérsékletet is megfigyeljük. A teljes olvadás ( $T_m$ ) hőmérséklete a megfelelő rendszerben megtalálható sóoldatok súly%-át kapjuk meg számításokkal. (Potter, 1977)

Ezeket a méréseket az ELTE Ásványtani Tanszékén végeztük el CHAIXMECA gyártmányú változtatható hőmérsékletű mikroszkópi tárgyasztállal. Ez a berendezés elsősorban zárványvizsgálatokra lett kifejlesztve, melynek segítségével homogén eloszlású  $-180-+600$   $^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletet lehet létre hozni.

A homogenizációs hőmérsékleti eredményeket – ha felszíni illetve kisnyomású a kiválás- a keletkezési hőmérsékletnek is vehetjük. Ha az ásványképződés betemetődve nagy nyomáson folyik, akkor a homogenizációs hőmérséklettel nyomáskorrekciót kell végezni. Ilyen esetekben a nyomást más módszerekből számíthatjuk (két-földpát geobarométer) (III. tábla 6 db. kép).





4. ábra. Ásványkiválások a Ferenc-hegyi-barlangban  
(piros-barit, kalcit; kék-hematit; világoskék-kovás; zöld-cinnabarit)

## 7.1. Minták leírása

A mintákat több csoportba sorolhatjuk. Az alábbi táblázat összefoglalja a barlangban megtalálható ásvány paragenéziseket.

sorszám	Ásványi összetétel	Mintáink száma	megjegyzés
1	Kovás-hematitos-barit	38 db	
2	Kovás alapkőzet	3db+6db	6 db kontroll minta 2 budai nagybarlangból
3	alapkőzet	4 db	
4	Teléres kalcit	6 db	
5	Tömeges barit	2 db	
6	Barit-hematit-kova-cinnabarit-kalcit	3 db	
7	Egyedülálló barit vagy kalcit kristályok	Kb. 80 db kristály	Törmelékből, de egyértelműen azonosítható helyről

1. táblázat. Ásvány paragenézisek típusai

A barlangban leggyakoribbak a kalcit-barit, vagy a kalcit-barit-hematit-limonit, vagy a barit-kalcit-cinnabarit paragenézisek.

## 8. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

### 8.1. Az ásványparagenezisek makroszkópos és mikroszkópos jellemzői

A mintákon az ásványok előfordulásai mellett a barit és kalcit formáit is megfigyeltük. A barit morfológiája alapján a mintákat három csoportba oszthatjuk. A legegyszerűbb csoport a mintában előforduló tömeges, vékonyan rétegzett barit (37. kép), ide a Mélyszinten megtalálható Szülinapi-ágban megtalált tömeges cseppkőszerű baritokat sorolom. A második csoportba a Wolnyn-típusú baritok sorolhatóak. A minták lapszegények. Ennek a baritnak a legegyszerűbb a paragenezise, limonit, és barit. Mi, emellett a barit mellett kimutattunk hematitot is, ezt a típust a Csepegő-vizek-termében és a Szülinapi-ágban találtuk meg (6, 32. kép).

A másik fő csoport morfológia szempontjából a szilikát (antimonit b) típusú barit, (Maklári, 1940) mely minták szintén lapszegények (26, 28, 29, 38 kép). Ezekről teljesen hiányoznak a tompító lapok. A megismert ásványparagenezis nem ezt a típust támasztja alá, hiszen itt elvárható lenne kvarc, pirit, galenit, szfalerit, antimonit, ezzel szemben csak hematit, cinnabarit és kalcit van jelen. A mintákon megtalálható barit kristályok nagysága szerint is csoportosíthatjuk. A legtöbb mintán 3 mm-nél nagyobbak a kristálylapok élei. Kevés mintán – főleg kovás telérből – a kristályok élhosszúsága csak az 1-2 mm-t éri el. Ez a barit is a szilikát (antimonit b) típusba sorolható, viszont színét tekintve teljesen elüt a többi barittól, mivel a színe fehéres, opálos (25, 30. kép).

A baritoknak a színe eléggé változatos. Megtalálunk sárgás baritot, de egészen sötét baritot is, utóbbi csoport a Wolnyn-típusba sorolható. A felületi elszíneződés is gyakori. Megtalálunk a baritokon nagyon vékony fekete réteget, ez röntgen pordiffrakciós vizsgálattal kimutathatóan romanechit, vagy hollandit volt. A fehéres kéreg bariton vékony kalcitnak adódott. Vékony rózsaszínes kéreg kalcit, mely hematittal volt szennyezve.

A minták egy része kalcitot is tartalmaz. Itt is végeztünk makroszkópos megfigyeléseket. A kalcitok telérkitöltésként vannak jelen a barlangban, vagy önálló fennőtt kristályokként. A teléres kitöltésben is elkülöníthetők az egyes kristályok. Itt megkülönböztetünk sárga, úgynevezett Martinovics-hegyi kalcitot (35. kép), és tejfehér kalcitot (34. kép.). Utóbbiban nem találtunk folyadékzárványokat, így ezeket feltételeesen hidegebb víz kiválásainak tekintjük. A sárgás kalcitok nagysága eléri a 3-8 cm-t, míg a fehér kalcit nagysága max. 6 cm. A sárga kalcitban nagyon sok zárványt találtunk, ebből születtek a mérési eredmények is. Ezek a telérek a mélyszint feltárásakor váltak ismertté, így a korábbi munkák ezért nem tudtak ilyen kalcitokat vizsgálni. Emellett apró kalcit szkalenoédereket is



megtalálunk, néhol a mészkő üregeibe fennőve, néhol a barithoz kapcsolhatóan. A kalcitnál jegyzem meg, hogy sok barittelérnek a hátoldalán megtalálhatóak a korábban ott lévő kalcit szkalenoédereknek a pszeudomorfózái.

Az érces előfordulások leggyakrabban tömeges porszerű, behintések, és átítatódások. Fennőtt hematit kristályokat sehol nem találtunk. Cinnabarit is csak a barit közötti teret tölti ki.

A mintavételezés fontos lépése volt a kovás telérek mintázása. A barlangból a Csepegő-vizek-termének a déli végén megtalálható kovás részből vettünk 3 db mintát, mely a telér közepétől kifelé számoztunk. Ebben az esetben 2 kontroll-sorozatot gyűjtöttünk más budai barlangokból. Egyet a Pál-völgyi-barlangból, a másikat pedig a Mátyás-hegyi-barlangból mindkettőt Kiss Attila engedélyével. Itt is 3 db mintát gyűjtöttünk a telérekből. Makroszkóposan csak a színükben van eltérés. Mikroszkópos vizsgálat sem hozott a körülményekre nézve eredményt. A kovás részek nagyon sok üreget tartalmaznak, melyben nagyon apró kristályok vannak, melyek feltehetőleg kvarcsemcsék. Ezeket a mintákat szintén röntgen pordiffrakciós vizsgálatnak vetettük alá.

## 8.2. Röntgen pordiffrakciós vizsgálat

A vizsgálatra főleg tömeges aprószemcsés anyagokat adtunk le. Összesen 25 felvétel készült, ebből 9 felvétel a kovás részek vizsgálata volt.

	<b>Pál-völgyi-barlang</b>	<b>Mátyás-hegyi-barlang</b>	<b>Ferenc-hegyi-barlang</b>
	Sünös-terem környéke	Nagy-terem	Csepegő-vizek-terme
1. minta, telér belső rész	kvarc, kaolinit	kvarc, kaolinit	kvarc, kaolinit
2. minta, telér középső rész	kvarc, kaolinit	kvarc, kaolinit	kvarc, kaolinit
3. minta, telér szélső rész	kvarc, kaolinit, kalcit	kvarc, kalcit, kaolinit	kalcit, kvarc, kaolinit

2. táblázat. Kovás telér vizsgálati eredményei a Mátyás-, Ferenc-hegyi- és Pál-völgyi barlangokban

A 2. táblázatban látható a kovás zónák összetétele. A középső feláramlási zónához legközelebb eső mintában csak kvarcot és kaolinitet mutattunk ki, a középső, színében jól elkülönülő barnás rétegben szintén csak kvarc és kaolinit található, de itt más sokkal kevesebb a kaolinit a kvarchoz képest. A 3. mintában mindenhol megjelenik a kalcit eltérő mennyiségben. A Ferenc-hegyi-barlangban a minta kalcitban a leggazdagabb, a Pál-völgyi-

barlangban pedig a legszegényebb. Itt az is befolyásolja a kalcit tartalmat, hogy mennyire messze gyűjtöttük a mintát a telér közepétől. (IV. Tábla 6 db kép)

A barlangban sokféle megfigyelhetőek a barittelérek üregeiben sárgás tömött agyaghoz hasonló tömeges megjelenésű ásványok (27. kép). Ezeket paleokarsztos kitöltésnek vélték korábban (Sásdi, 2000). Mi ezekből vett mintákat szintén megvizsgáltuk. Ebben az esetben is kontroll mintát szedtünk a Pál-völgyi-barlangból. A két minta morfológiailag teljesen hasonló volt. Mindkét röntgen pordiffrakciós felvétel ugyanazt adta eredményül; a kitöltés kvarc és barit. Ezeket szintén kapcsolhatjuk a hidrotermás folyamatokhoz. Ezek mellett megvizsgáltuk a barittelérek mellett megtalálható, vörös, lila fázisokat, kovának tűnő mellékkőzetet is. Ezeknek az eredménye hematit, barit, kvarc. Helyenként kaolinit is kimutatható volt. Egy felvétel készült a fekete bevonatról, mely a barittáblákra települ, és közvetlenül erre borsókő vált ki. Ennek az eredménye sajnos nem egyértelműen azonosítható, a minta alapvonal/intenzitás aránya olyan kicsi volt, hogy a leadott anyagból meggyőzően nem lehetett röntgen diffrakcióval kimutatni egy ásványt sem. Ennek ellenére az azonosított intenzitások alapján romanechit vagy hollandit mellett tettük le a voksunkat, melyet a mikroszonda elemzések is alátámasztottak. A másik érdekesség a Mélyszinten feltárt alapkonglomerátumban megtalálható fehér kavicsból készült felvétel (36. kép), mely egyértelműen dolomitot adott, ez közvetve bizonyítja azt a feltevést, hogy az eocén rétegek alatt dolomit található. A mélyszinten feltárt Déli-nagyhasadékban fehér, kenhető porszerű anyagot találtunk, mely vizsgálata hidromagnezitet eredményezett. A barlangban megtalálható egy vékony homokkő réteg is. Ezt sokáig az eocén mészkő és a Budai Márga határára feltételezték (Sásdi, 2000), de oldási vizsgálat ezt nem támasztotta alá. A homokkőből szeparálás után, egy átlagmintát és egy kötőanyagra dúsított mintát vizsgáltunk. Az átlagmintából kvarc, kaolinit és kalcit, míg a dúsított mintából csak kaolinit mutatható ki.

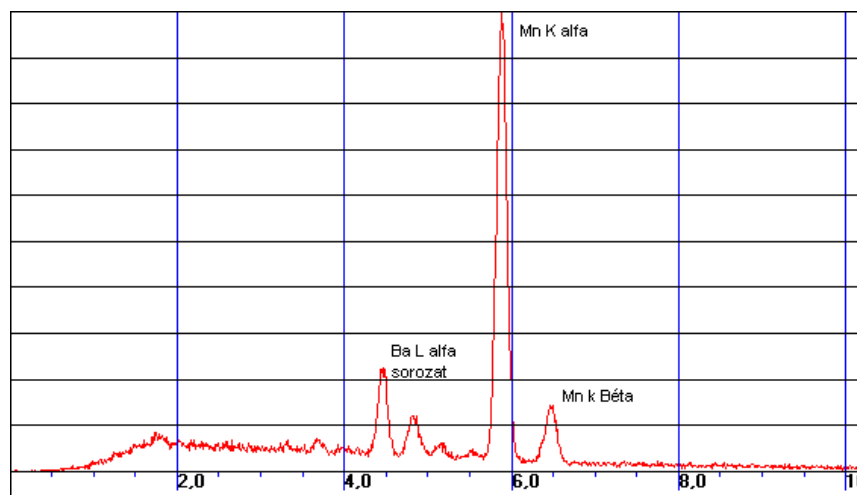
### **8.3. Elektronsugaras mikroanalízis vizsgálati eredmények**

Elsősorban a nagyon kis mennyiségben jelenlévő cinnabarit jelenlétét és pontos összetételét akartuk meghatározni, emellett a bariton megtalálható fekete bevonatot is meg akartuk határozni (7, 11. kép.). A spektrumokat felvéve, képletszámítással igyekeztünk meghatározni a vizsgált ásványt (5. ábra.). A szemcse a barnás-opak fázisból, melyen jól látható egy kristály melynek mérete 0,2 mm. Az első mérésünk Ba-t és S-t mutatott ki. Második mérésünk Ba-t és Mn-t mutatott ki. Harmadik mérésünk csak Si-t mutatott ki, ez tiszta kvarc, mely a szemcsékben zárványként jelenik meg. Ezek és a röntgen pordiffrakciós

vizsgálatok eredményi alapján romanechitnek vagy hollanditnak tekintjük az ásványt. Ennél pontosabb eredmény csak sztenderdes, és hullámhosszdiszperzív méréssel lehetséges.

A másik elektronmikroszondás vizsgálatunk a baritok közötti cinnabarit összetételére vonatkozott. Itt képletet nem számoltunk, hiszen 1 Hg-hoz 1 S tartozik, és a szondánál az azonosító csúcsok egymáson vannak. Így a felvételen csak 1 csúcsot kapunk, melyben a Hg és az S K-alfa csúcsa megtalálható. Viszont a mikroszonda kis mértékű Zn beépülését mutatta ki. A metacinnabaritba lehetséges Zn-beépülés hiszen szfalerit rácsú, ellenben a cinnabarit melyben S-Hg-S láncokból épül fel, melyek c-tengellyel párhuzamosak. Ez a szerkezet nem engedi meg a kristályrácsba a beépülést, csakis mechanikai szennyezést. (8-9-10. kép) Tehát ezek alapján metacinnabaritról van szó, ami nem ritkaság a Budai-hegységben (pl. Róka-hegy).

A tűzköszemcsékben megtalálható piritre  $Fe_{1,07}S_2$  jött ki, mely a sztöchiometrikus hibahatáron belül van. (12. kép)



5. ábra. A fekete bevonat mikroszonda spektruma

#### 8.4. Oldási vizsgálatok

A kovás zónához közel látszólag üde eocén mészkövet gyűjtöttünk be negyedik mintának a Csepegő-vizek-termében. Ezt 10 %-os ecetsavban feloldottuk, és vizsgáltuk az oldási maradékot, hogy mennyiségben és anyagában egyedik-e a kovás rész anyagával. A feloldott 597 gramm mészkőnek kb. 5 % oldási maradéka lett, így az az állítás sem bizonyult valósnak, hogy a barlangban megtalálható homokkőréteg a mészkő és a márga határon található (Sásdi, 2000), hiszen a gyűjtött minta, kb.5 méterrel van a homokkő felett. Az oldási maradékban mikroszkóp alatt kovaszivacs tüit és aprószemcsés – valószínűleg kvarc- anyagot láttunk. Emellett kis mennyiségben agyagásvány volt jelen. Az eredmények arra is információt szolgáltatnak, hogy a „kovatelérek” nem csupán a mészkő oldódása miatt

kovaanyagban relatíve feldúsult képződmények, hanem  $\text{SiO}_2$  adódott hozzá a kalcit kioldódása révén porózussá vált kőzetben

## **8.5. Folyadékzárvány vizsgálatok**

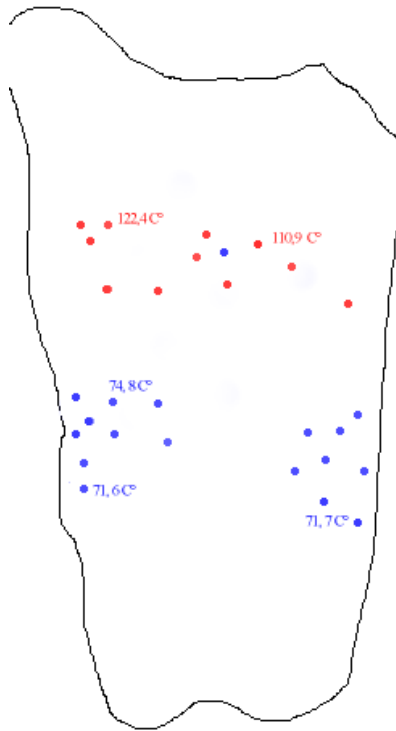
A vizsgálatokra főleg az egyedüli fennőtt kalcit és barit kristályokat használtuk fel. Ezeket kb. 100  $\mu\text{m}$  vastagságú, mindkét oldalán polírozott csiszolatnak készítettük el. Ezekből 15 db készült el. Ezeket mind átnéztük, és folyadékzárványokat kerestünk a kristályokban. A vizsgálható kétfázisú elsődleges zárványokat kerestük. Sajnos, ahogy a korábbi munkák sem voltak nagyon eredményesek, eleinte nekünk sem sikerült megfelelő anyagot találni. Szerencsére a nagyszámú minta és a 2003-ban feltárt mélyszinten megtalálható kalcit telérekben megtaláltuk azt a mintát, melyből sikerült méréseket végezni (31. kép).

A baritokban találtunk elsődleges egyfázisú, illetve másodlagos egy- és kétfázisú zárványokat. Ezeket a zárványokat nem tudtuk mérni, mert hasadás mentén húzódtak, így könnyen dekrepitálódhattak volna, így a mérések hamis eredményt adtak volna. A kalcitokban szintén voltak elsődleges és másodlagos zárványok, melyek egy- és kétfázisúak voltak. A kalcitban lévő zárványok elég nagyok voltak, így mérés közben komoly nehézségeink adódtak a fagyasztásnál, mivel könnyen dekrepitálódhatnak. A zárványok mérete 20- és 400  $\mu\text{m}$  volt. Ezekben a kétfázisú zárványokban a gáz fázis kb. 5%-ot adott ki egy zárványon belül. A kalcitokban jól el lehet különíteni két zárványgenerációt. Az elsődleges zárványok a kalcit keletkezésével egyidősek, így a kalcit képződésére adnak választ, míg a másodlagos zárványgeneráció keletkezését feltételelesen köthetjük a barlang kialakuláshoz.

### **8.5.1. Homogenizációs mérések**

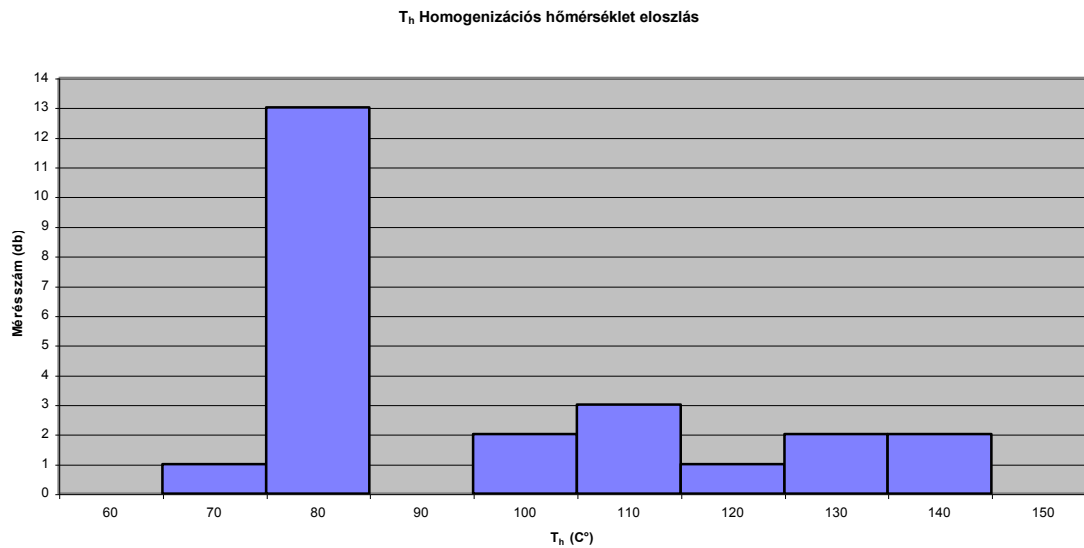
A csiszolat egy kalcitból készült melyet a barlang Mélyszintjén gyűjtöttünk, és a c-tengellyel párhuzamosan igyekeztünk megcsiszolni. A csiszolatból készült petrográfiai elemzés, mely szintén bizonyította a két fluidzárvány generáció létezését.

A kalcitot leoldottuk az üveglapról és kicsi (3-4  $\text{mm}^2$ ) darabokra törtük szét. Ezeket vizsgáltuk mikroszkóp alatt. A kalcitból összesen 24 mérés történt. Itt a homogenizációs hőmérsékletet ( $T_h$ ) mértük, mely a kalcit közepéből származó zárványok esetén 71-85  $^\circ\text{C}$  volt (6. ábrán kék pont). A kalcit felsőbb részeiből származó zárványok ennél magasabb, de nem élesen elkülönülő eredményeket adtak. (6. ábrán piros pont)



6. ábra. A csiszolat sematikus rajza, bejelölve a zárványok helye. Magyarázat a szövegben.

A homogenizációs hőmérsékletekből az derül ki, hogy egy folyamatos melegedés zajlott le.  $71\text{ C}^\circ$ -tól egészen  $132\text{ C}^\circ$ -ig, a megvizsgált zárványok alapján. A grafikon jól mutatja, hogy sokkal több a zárvány a  $71\text{--}85\text{ C}^\circ$  között. Az ásványon kifelé haladva a zárványok mennyisége csökken, de a homogenizációs hőmérséklet növekszik. Sajnos a mérést nehezítette a zárványok mérete, mivel a nagy zárványok könnyen felnyílhatnak, dekrepidálódnak. Felnyílás után már nem lehet homogenizációs hőmérsékletet mérni. Ezeket a zárványokat, ha nem teljesen nyíltak fel és nem folyt el a fluidum belőle, csak fagyasztani lehet, és a teljes olvadást lehet megfigyelni rajtuk. A felsőbb zónából mért zárványok nagy része  $110\text{ C}^\circ$  körül homogenizálódott. A két hőmérsékleti tartomány között nincs éles határ, ezért gondoljuk a folyamatos melegedést. (7. ábra. )

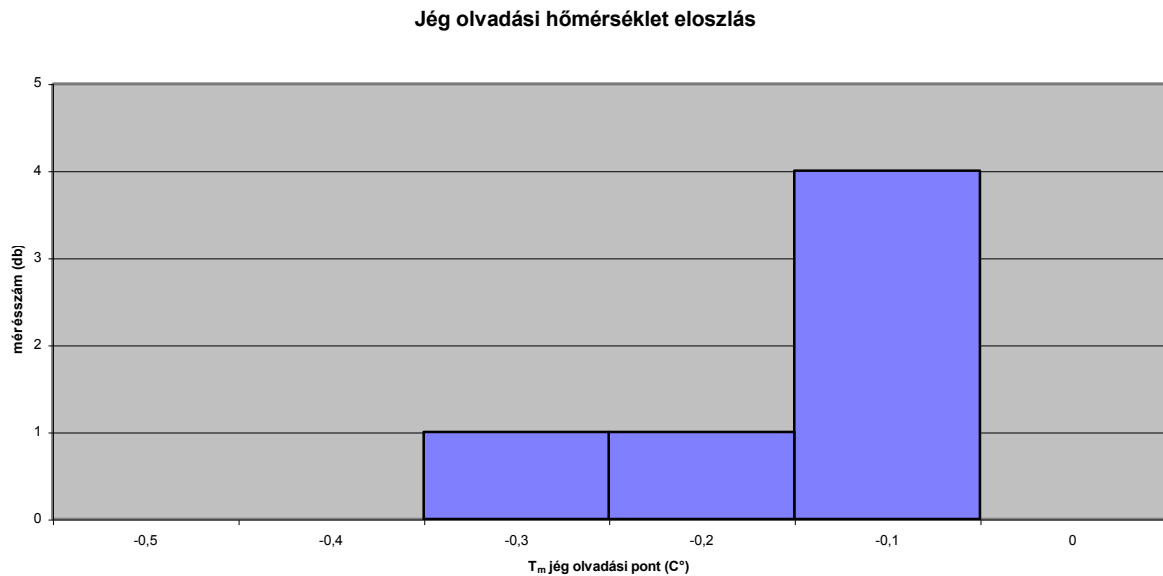


7. ábra Homogenizációs hőmérséklet eloszlás diagram

### **8.5.2. Krioszkópos vizsgálatok:**

Krioszkópos vizsgálatoknál a változásokat sokkal nehezebb megfigyelni, és soha nem lehet egy hőmérséklet értékkel meghatározni. Ezért legtöbb helyen hőmérséklet tartományt adtunk meg.

A zárványok, amiket krioszkópos vizsgálatnak vetettünk alá legnagyobb része dekrepitálódott. Viszont volt elég olyan zárvány, aminek sikerült az eutektikus pontját is és a teljes olvadási hőmérsékletét meghatározni. ( $T_m$ ) Az eutektikus pont  $-18,5\text{ C}^\circ$  és  $-24,5\text{ C}^\circ$  között ingadozott. Ez az eutektikus pont határozza meg a fluidum só összetételét. A mi esetünkben ez egy NaCl- víz rendszer, melynek az eutektikus pontja  $-21,2\text{ C}^\circ$ . A teljes olvadási hőmérséklet megadja a fluidum töménységét az adott rendszerben. Mi  $-0,3\text{ C}^\circ$  és  $-0,1\text{ C}^\circ$  között mértünk. Ez 0,53 súly% és 0,17 súly% töménységű NaCl oldatnak felel meg. A 8 ábrán jól láthatjuk a mérések számának eloszlását a teljes olvadás függvényében.



8. ábra. Jég olvadási hőmérséklet gyakorisági diagram

## 9. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEGZÉSE

A barlangban, az utóbbi években folyamatosan fedeztük fel a járatokban megtalálható érces és ásványos teléreket. Ezeknek a vizsgálata volt a célunk. Makroszkópos vizsgálat kimutatta, hogy a baritoknak két fajtáját is megtalálhatjuk a barlangban. Az egyik a szilikát (antimonit b) típus, a másik pedig Wolnyn-típus. Mindkettőnek a paragenezise megtalálható a barlangban, és sikerült is azonosítani az ásványfázisokat. Ezeket az azonosításokat röntgen pordiffrakciós vizsgálattal végeztük el. A baritok típusai nem függenek telérránytól, de még a barlangban megtalálható helyétől sem, mivel ahol Wolnyn-típust találtunk, ott rendszeresen találtunk antimonit b típust is. A kalcitok minden gyűjtési helyen megtalálhatóak. Viszont megtalálhatóak a barit alatt első kiválásként, és a baritra ránőve is. Ha a barittelérekhez kovás rész is kapcsolódik, akkor mindig a kovás részben van beitatódva a hematit, és a goethit. Ha nincs kovás telér, de van hematit, akkor az a bariton futtatásként, vagy tömegesen jelenik meg. Így a kiválási sorrend a következő lehet:

Először a repedésekben kalcit jelent meg melyre barit települt. Ezek után ismét kalcit keletkezett. A kovásodás már csak akkor kezdődött el, amikor a barit telérek megvoltak. Ekkor rakódott ki a hematit, a kovás részen, ahol ez nem volt ott tömegesen a barit telér üregeiben. A barlangban ritka cinnabarit mindig közvetlenül kapcsolódik a barit fázishoz.

A mélyszinten megtalálható csak kalcitból álló telérekben jól kimutatható folyadékzárvány vizsgálatokkal egy egyenletes hőmérsékletemelkedés. Ebből azt a

következtetést lehet levonni, hogy a hőforrás vagy közelebb jött a barlanghoz, vagy erősödött az intenzitása.

Ebbe a modellbe nem illik bele a régi elmélet, mely szerint az alföld alól áramlik fel az a meleg víz mely a barlangokat kialakította, és a teléreket létre hozta volna. Inkább egy vulkáni hatás erősebb érvényesülése látszik valószínűnek. Ezt támasztja alá a folyadékzárványok összetétele alacsony sótartalma.

A telérek kialakulása szempontjából fontos eredmény a cinnabarit (HgS) kimutatása a barlang több pontjáról. Cinnabarit kiválása az Alföld alól érkező termálvizekből nem lehetséges.

### **9.1. Korábbi munkák összehasonlítása**

Korábbi folyadékzárvány vizsgálatok eredményeivel összehasonlítva a mostani eredményeket, megállapítható hogy az új eredmények sokkal kisebb hőmérsékletet jelölnek, hiszen a korábbi munkák 120 C°-tól 250 C°-os eredményt adtak ki Pál-völgyi-barlangi kalcitokon, és Ferenc-hegyi-barlang baritjain. Az adatok szóródása miatt, és a minták pontos helyének ismeretének a hiányában, a korábbi eredményeket nem lehet összehasonlítani az új megfigyelésekkel. Tudomásunk szerint a korábbi munkák nem tárták fel az egy kristályon belüli hőmérséklet eloszlást. Ennek elsődleges oka, hogy a Ferenc-hegyi-barlang mélysíntje 2003-ban lett feltárva, ahonnan a vizsgált kalcitok kikerültek.

### **9.2. Az eredmények alkalmazása a barlang kialakulásának magyarázatra**

Eredményeinket beillesztettük a barlang keletkezésének a modelljébe, sok helyen azonban ellentmondást tapasztaltunk a korábbi elméletek és a mostani eredmények között. Az eddigi elképzelések szerint, hogy először a mészkő litoklázisaiba benyomuló fluidumból kivált a kalcit és a barit. Ezeket a litoklázisokat használva egy másik fluidum később kioldotta barlangjáratokat, de ez a fluidum már az alföld alól érkező víz volt (Kraus, 1983).

A barlangban megtalálható kovás telérek az eddigi elméletek szerint a Szépvölgyi Mészkő oldási maradékai. Sajnálatos, hogy a korábbi fluidzárvány vizsgálatokkal foglalkozó munkák eredménye a speleológiai tudatba nem ment át komolyabban, mivel így ezeket az eredményeket nem tudják a speleológusok felhasználni, és felülvizsgálni az eddigi



elméleteiket. Az eddigi munkák is jól bizonyítják, hogy a kalcit, és barit telérek akár lehetnek utóvulkáni hidrotermás működés eredményei. Viszont eddig a barlang képződésére semmi új információt nem szolgáltatott az ilyenfajta vizsgálat. Legfontosabb eredmény a hőmérséklet emelkedése a kiválás során. Ez sajnálatosan még nem a barlang kialakulás során történt meg. A kovás telérek kérdésére egyértelmű eredményeink vannak, hogy a kovás zónák nem a szépvölgyi Mészkö oldási maradékai, egy esetleges savas közeg oldó hatása miatt, hanem egy hidrotermás metasomatózis zajlott le a barlangokban. Ez már nagyban hozzákapcsolódik a barlangképződéshez, hiszen a barlangok többsége e kovás telérek mentén oldódott ki oly módon, hogy ahova már a metasomatózis nem ért el, ott a savas pH-jú fluidum oldotta a mészkövet, így kialakulhattak járatok egyidejűleg a kovás zónákkal. A kovás zónák legtöbbször kapcsolódnak a baritos zónákhoz, de a kovás zónához egyértelműen kapcsolható a hematit előfordulása, mely sokszor barittal együtt jelenik meg. Ebből az következik, hogy a három fázist nem szabad elkülöníteni egymástól. A folyadékzárvány vizsgálatok a barlang kialakulására akkor adnának választ, ha bizonyítható lenne a telérek és a barlang kialakulásának a kora. A telérek korát már vizsgálják Norvégiában, így ez az adat a későbbiekben a rendelkezésünkre fog állni. Amíg ilyen adat egyértelműen nincs a kezünkben, addig csak a barlangokban megtalálható kalcit lemezekben megtalálható folyadékzárványok vizsgálata hozhat eredményt. Egyértelmű hidrotermás hatás bizonyítéka lehet a cinnabarit jelenléte több barlangban is.

## 10. TOVÁBBI KUTATÁSI LEHETŐSÉGEK

A Ferenc-hegyi-barlangból kilépve az egész budai hegység hidrotermás rendszerét kell felderíteni. Szerencsés helyzetben van a kutató, hiszen – a legtöbb hidrotermás rendszertől eltérően- „belemehet” a rendszerbe a barlangokon keresztül, így a függőleges mintázás, nem okoz problémát. A területi eloszlás is rendkívül jónak mondható, hiszen a nagybarlangok elég nagy részét lefedik a Budai-hegységnek. Az alapos mintázás és pontos dokumentálás után a barlangokban megtalálható kalcit és barit erek folyadékzárvány vizsgálata érdekes eredményeket hozna, hiszen megtudható lenne, hogy ha ez egy utóvulkáni működés volt, hogy merre esik ennek a központja. Nagyon sok információt adna a kovás telérek alapos vizsgálata is. Emellett sokkal jobban oda kell majd a későbbiekben figyelni az érces telérekre, melyeket sok barlangban megtalálunk és talán a legdúsabban a Báthori-barlangban, mely barlangot jelenleg egy csoport sem kutat. A Budai-hegység hidrotermás rendszere az eddigi vizsgálatok alapján létezik, de mivel átfogó vizsgálatsorozat még nem készült, ezért nem lehet pontos tényekkel kiállni, és meghatározni ennek a rendszernek a működését. Emellett a

jelenlegi elmélet mely szerint a tömbösen lezökkent triász rögökből az alföld alól érkezik a meleg víz a geotermikus gradiens hatására, addig megállja a helyét, amíg a teljes rendszer nincs meghatározva. Eddig maximum annyit lehetett elérni, hogy a miocén vulkanizmushoz (Visegrádi-hg) kötik a budai-hegységben megjelenő barit és kalcit kiválásokat. Több elmélet szerint azonban ez a vulkáni pont túl messze van ahhoz, hogy ennyire erősen kifejtse hidrotermás hatását. Ez is a jövő feladata, hogy kiderítse, az áramló fluidumok honnan éreztek.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Dolgozatom végén szeretném megköszönni mindenkinek az áldozatkész segítségét. Dr. Molnár Ferenc témavezetőnek, hogy annyi időt szánt rám, és lejött a barlangba, és tapasztalatait és tudásának egy részét átadta. Benkó Zsolt Ph.D hallgató, aki szintén sokat járt a barlangba, és sok segítséget kaptam tőle. Dr. Leél-Őssy Szabolcsnak köszönöm a segítségét, mely mindenre kiterjedt. Ariadne Karszt- és Barlangkutató Egyesület, melyben Surányi Gergely kutatásvezetőnek köszönöm a barlangba lejutást. Kovács Richárd a Barlangtani Intézet munkatársának a sok segítséget a barlanggal kapcsolatos adatok és korábbi feljegyzések összegyűjtésében. Kiss Gabriellának és Vojnits Annának a segítséget és a barlangi munkákat, és a fotózást. Mindenkinek, akik a barlangi munkákban részt vettek: Nagy Sándorné Tóth Szilvia, Kontra Tamás, Mihalecz Károly, Bán Balázs, Losonczy Gábor, Prekkler Ottó, Hidas Zsolt, Fodor Krisztina, Magyar Zoltán, Dénes Anita, Pekker Péter, Vácsi Tamás, Borsody János, Pocsai Tamás, Sasvári Ágoston. Külön köszönet illeti Takácsné Bolner Katalint és Kiss Attilát a kontroll minták gyűjtésének engedélyezéséért. Köszönöm a segítséget Dr. Lovas Györgynek és Dr. Weiszbürg Tamásnak a röntgen pordiffrakciós vizsgálatok kiértékeléséhez nyújtott segítségéért. Gálné Solymos Kamillának a mikroszkóp elemzésekért jár köszönet.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Báldi, T. (1978): A történeti földtan alapjai, Nemzeti tankönyvkiadó.
- Galács, A., Monostori, M. (1992): Ősállattani praktikum, Nemzeti tankönyvkiadó.
- Gatter, I. (1984): A karbonátos kőzetek érkitöltéseinek és a barlangok hévizes kiválásainak folyadékzárvány vizsgálata, Karszt és Barlang 1984/1. 9-18.
- Jakucs, L., Kessler, H. (1962): A barlangok világa, 210-213.
- Jaskó, S. (1936): A Ferenc-hegyi-barlang, Földtani Értesítő 1. sz.
- Kessler, H. (1936): Az új Ferenc-hegyi aragonit barlang, Turisták lapja 1 sz.
- Koch, S., Sztróckay, K. (1967): Ásványtan I-II. Nemzeti tankönyvkiadó
- Koch, S. (1966): Magyarország ásványai, Akadémiai kiadó
- Kordos, L. (1985): Magyarország barlangjai, Gondolat 200-202.
- Kraus, S. (1983): A Budai-hegység hévizes barlangjainak fejlődéstörténete. Karszt és Barlang, 1982 I. sz. pp. 29-34.
- Maklári, L. (1940): Morfogenetikai vizsgálatok a magyarországi baritokon
- Molnár, F., Gatter, I. (1994): Comparative mineralogic-genetic studies of sedimentary and hydrothermal barite crystals from Hungary- Földtani közlöny 124/1, 43-57.
- Dr. Nagy, B. (1982): Műszeres analitikai módszerek és alkalmazásuk a geológiai anyagvizsgálatban, Nemzeti tankönyvkiadó.
- Nagy, S. (2004): A Ferenc-hegyi-barlang, a terület földtani-, kőzettani,- ásványtani és paleontológiai feldolgozása. Akadémiai pályázat.
- Nagy, S. (2005): A Ferenc-hegyi-barlang, a terület földtani-, kőzettani,- ásványtani és paleontológiai feldolgozása. Akadémiai pályázat.
- Nagy, S. (2002): Ariadne- Karszt és barlangkutató egyesület, évi jelentés
- Nagy, S. (2003): Ariadne- Karszt és barlangkutató egyesület, évi jelentés
- Nagy, S. (2004): Ariadne- Karszt és barlangkutató egyesület, évi jelentés
- Sásdi, L. (1992): Jelentés a MÁFI Barlangkutató csoport 1991. évi munkájáról. pp. 54-64
- Sásdi, L. (1996): Buborék áramlási csövek és csatornák vizsgálata a Ferenc-hegyi- és a Mátyás-hegyi-barlangban, kézirat, MKBT adattár
- Sásdi, L. (2000): A Ferenc-hegy- barlang. MKBT kiadvány
- Wein, Gy. (1977): A Budai-hegység tektonikája. A Magy. Áll. Földt. Int. Alkalmi kiadványa.

I. Tábla



1. kép A barlang bejárata



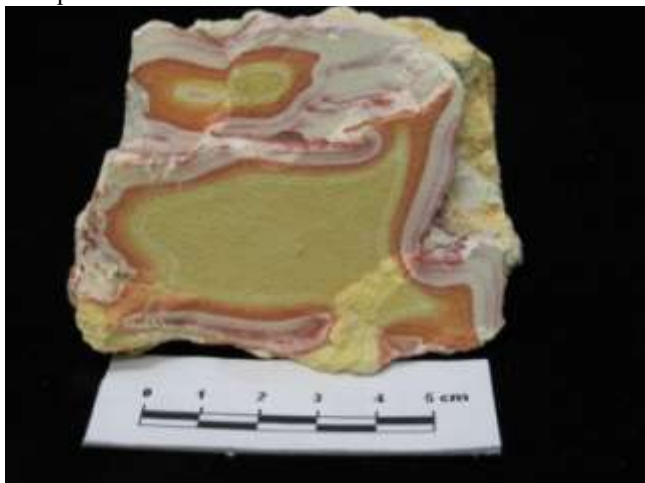
2. kép Gömbfülkén megtalálható V-alakú oldások



3. kép Kalcit és barit telér



4. kép Hematitos barit, kovával antimonit b típusú barit

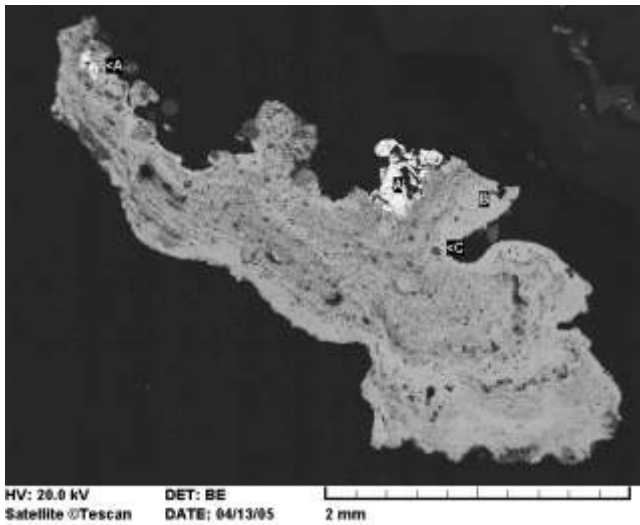


5. kép Kovás törmelékbe beitatódott hematit

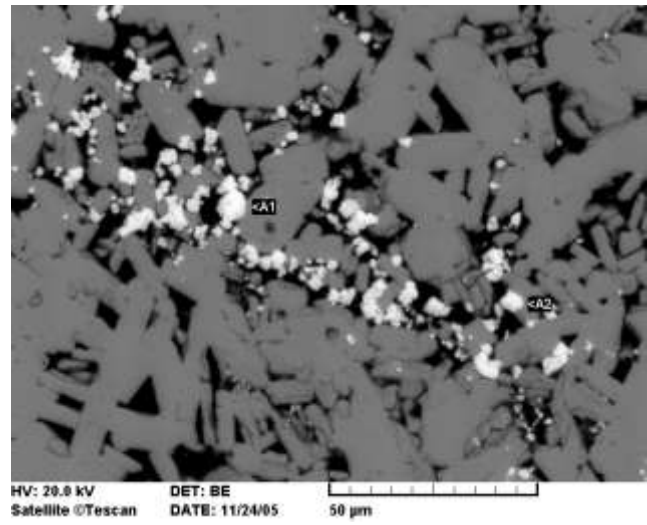


6. kép Wolyn-típusú barit előfordulás

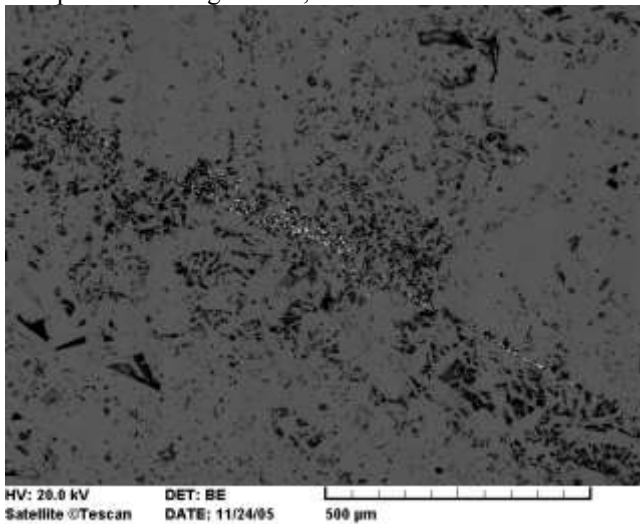
## II Tábla



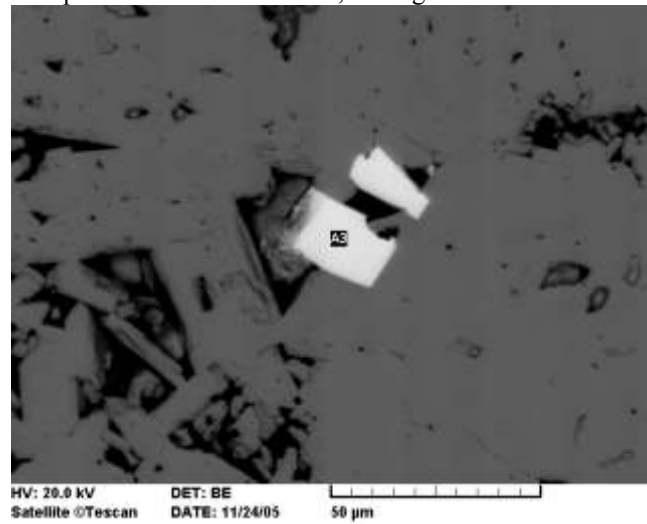
7. kép. Fekete kéreg bariton, borsókó alatt. Mn-Ba-oxid



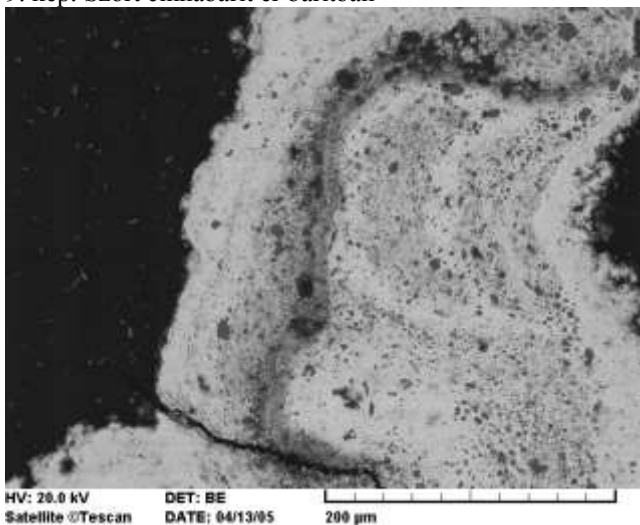
8. kép. Barit közötti cinnabarit, a vizsgált szemcsékkel



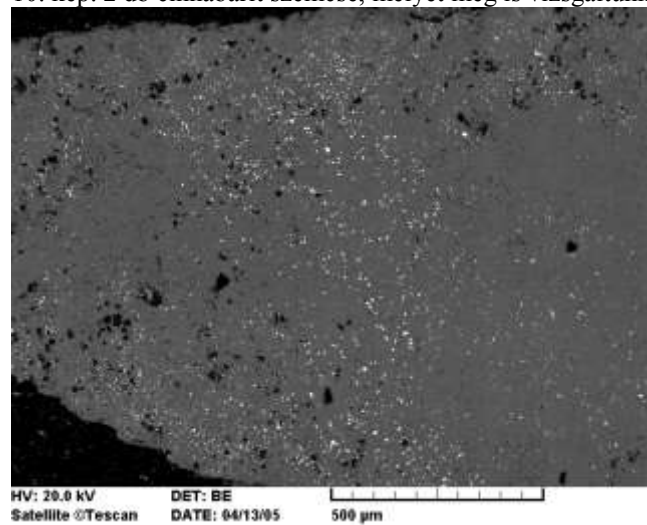
9. kép. Szórt cinnabarit ér baritban



10. kép. 2 db cinnabarit szemese, melyet meg is vizsgáltunk.



11. kép. Barit és borsókó közötti Mn-Ba-oxid



12. kép. Tűzköszemcsében megtalálható pirit

## III. Tábla



13. kép. Primer kétfázisú folyadékzárványok kalcitban



14. kép. Elsődleges zárvány



15. kép. Kétfázisú másodlagos zárványok



16. kép. Kétfázisú primer zárványsor kalcitban



17. kép. Elődleges kétfázisú zárvány



18. kép. Elsődleges kétfázisú zárványsor

IV. Tábla



19. kép. Mátyáshegyi-barlang Nagy-terem



20. kép. Pál-völgyi-barlang Sünös-terem utáni kova



21. kép. Sünös-terem kovatelérje



22. kép. Pál-völgyi barlang kiépített rész utáni kova



23. kép. Tektonikai síkot metsző kovatelér mely 40 cm



24. kép. Járat főtáján kovazóna húzódik



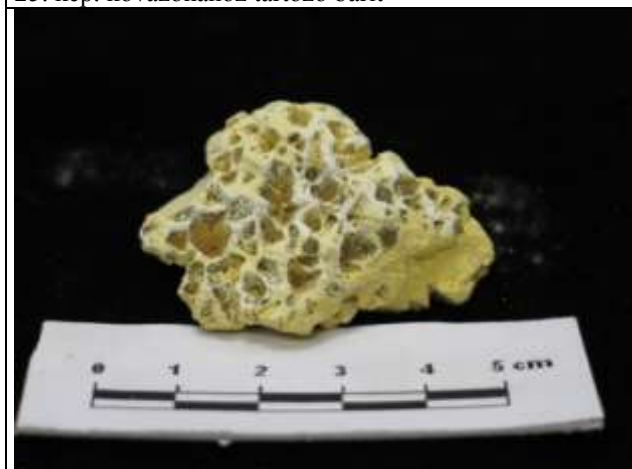
## V Tábla



25. kép. kovazónához tartozó barit



26. kép Fehéres bevonat bariton, a telér alatt kova



27. kép. Barit telér üregeiben tömeges kvarc és barit



28. kép. Barit, alatta hematit



29. kép Szilikát (antimonit b) típusú barit



30. kép Kovában megtalálható barit

## VI. Tábla



31. kép. Szkalenoéderezes kalcit a barlang mélysztjéről



32. kép. Kalcit, és Wolnyn-típusú barit



33. kép. Alapkőzet, benne kalcit ér, és barit telér, kalciton



34. kép. Tejfehér kalcit telér. Hidegebb vizekből vált ki.



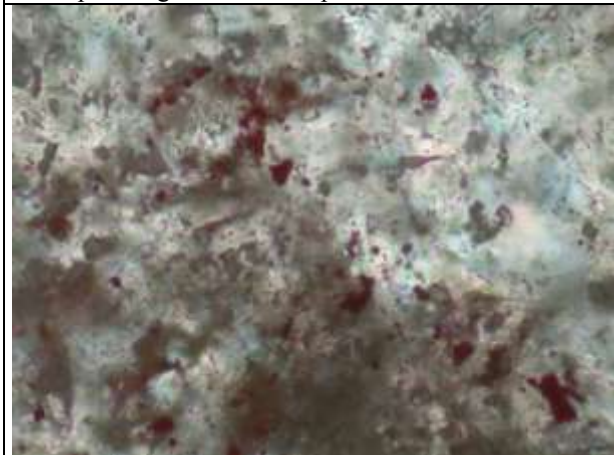





35. kép. Szkalenoéderezes sárga kalcit.



36. kép. A mélysztintről származó eocén alapkonglomerátum

## VII. Tábla

	
37. kép. tömeges barit kalcit peszeudomorfozákkal	38. kép. Szilikát- típusú barit rózsaszínes bevonattal
	
39. kép Baritban cinnabarit. A kép szélessége 5 mm	40. kép. Kalcit telér a barlang mélyszintjén
	
41. kép. Kalcit szkalenoéderek, telérben.	42. kép. Tűzköves mészkő kipreparálódott tűzköszemcsékkel. A kép 15 cm széles