

Az esztergomi Strázsa-hegy és a Sátorkőpusztai-barlang fejlődéstörténete

*Geological history of the Strázsa Hill and Sátorkőpuszta Cave
(near Esztergom, Hungary)*

SÁSDI László¹

(2 ábra, 2 táblázat, 8 fotó)

Tárgyszavak: kalcit, gömbfülke, gipsz, kondenzvíz-korrózió
Keywords: pit, gypsum, condensed water corrosion

Abstract

In the Dachstein Limestone of the Strázsa Hill (which includes the cave) little pits had already evolved in the Cretaceous and these were filled with red dripstone material. The eroded form of this material can be found at the level of the cave, near an open fault line. During the course of the most recent karstic process new pits occurred in the Eocene, in the Middle Eocene transgression these were filled with the siliciclastic sandstone of the Tokod Formation and concurrently with calcite veins. It was probably during the Late Eocene – Middle Miocene volcanic activation that the system of boxwork fission cracks and the filling of calcitic dikes occurred. Slightly later there appeared the pyrite-calcite-barite veins which cut through this system. In the zone of the boxwork the Hall of Benedek Endre is a “consequence” pit. Later this pit was filled with Oligocene material. The filling material was covered by dripstone and dolomite layers. Botryoids developed on these layers and these were then covered by gypsum layers. The evaporation of the temperate karstic water slackened the system of the channels and solution packets during the cold period of the Pleistocene. This procedure took place in two phases with the growth of the botryoids and the precipitation of the gypsum layer. The dissolved carbonate built up the dripstones of the lower levels.

Összefoglalás

A barlangot magába foglaló Strázsa-hegy triász Dachsteini Mész-kövében már a kréta időszakban kialakulhattak kisebb üregek, melyek vörös cseppkőképződményekkel töltődtek ki. Ennek lepusztult anyaga a barlang legfelső szintjében egy nyitott törésvonal mentén fellelhető. Az eocén folyamán újabb karsztosodási fázis során újabb üregek keletkeztek, melyek a középső-eocén transzgresszió során töltődtek ki a Tokodi Formáció kvarchomokkévével, vele párhuzamosan (tengeri eredetű?) kalciterekkel. Feltehetően az eocén végi, illetve a miocén közepén lezajlott vulkáni működés során alakult ki a barlang alsó szintjén található ún. boxwork repedés- és az azokat kitöltő kalcittelér rendszer, majd egy későbbi fázis során azokat metsző pirit-kalcit-barit erek. A boxwork zónájában omlással kialakult Benedek Endre-termet konzekvencia üregként foghatjuk fel. Ezt a későbbiekben oligocén üledékek behalmozott anyaga töltötte fel, melyen cseppkő és dolomit anyagú kérgék rétegei rakódtak le. Ezt követte a teremben ismert borsókö kiválás, majd az azokat bevonó gipszkérgék kialakulása. A feltehetően a közeli terem szintjében elhelyezkedő langyos karsztvíz párolgása során a feláramló pára oldhatta ki a felső szint áramlási csatorna- és gömbfülkerendszerét a pleisztocén hidegebb időszakában, borsókö- és gipszkiválással megszakítva, két fázisban, kondenzvíz korrózióval. A kioldott anyag egy része az alsóbb szintek cseppkő jellegű oszlopainak keletkezésében játszott szerepet.

Elhelyezkedés

A két Strázsa-hegy Esztergomtól DK-re, egy ÉNy–DK-i csapású hegyvonulatként húzódik. A 324 m hosszúságú, 45 m vertikális kiterjedésű Sátorkőpusztai-barlangot magában foglaló Nagy-Strázsa-hegy magassága 307 m, míg az ÉNy-i Kis-Strázsa-hegyé 232 m. A kis magasságú hegyvonulat DK-i folytatásában a Pilis magasabb régióíhoz csatlakozó 424 m-es Fehér-szirt és az 507 m-es Kétágú-hegy emelkedik. A két Strázsa-hegyeől ÉK-re kis kiterjedésű medence, majd a Visegrádi-hegység vulkáni kőzetekből felépült hegyei következnek, DNy-felé a Dorogi-medence határolja. Közvetlen DK-i szomszédságában a vulkáni kőzetanyagú Babszky (Tábla)-hegy található. A barlang a Nagy-Strázsa-hegy DK-i végében, egy mára felhagyott kőbányában, 272 m tszf. magasságban nyílik. A bejárat mellett, a felszínen számos gömbfülke látható a falban, melyek egykor a barlangrendszerhez tartozhattak, csak a bányászat során táródtak fel. A kőfejtőtől Ny-ra kb. 100 m-re található a hatalmas, felszakadt bejáratú szádával rendelkező, Strázsa-barlang, melynek szomszédságában további, kis méretű üregek nyílnak.

Kutatástörténet

A Sátorkőpusztai-barlang 1944-ben nyílt meg a Strázsa-hegy DK-i végében akkoriban német fennhatóság alatt működő Honvédkincstári mészkőbányában, azonban első bejárására csak 1946-ban került sor, ami 5 dorogi fiatal természetjáró KRAMPE Géza, LEPÉNY Károly, VÁRHIDI Dezső, VÁRHIDI Károly és VIRÁGH Imre nevéhez fűződik. Híradásuk nyomán JAKUCS László is bejárta a barlang felső szintjét. Ezt követően 1946 augusztusában VENKOVITS István, JAKUCS László és NICK Matild járták be a járatok nagy részét, majd azokat a Magyar Állami Földtani Intézet megbízásából (SZALAY 1947) VENKOVITS – az intézet kísérletügyi segédtszije – az akkor még egyetemista JAKUCSCSAL felmérte a barlang járatait, s ásványtani vizsgálatokat is végzett. Felmérésük alapján JAKUCS L. még abban az évben elkészítette a barlang 3D-s gipszmodelljét (1. ábra). Kutatásairól először előadásban számoltak be a Magyarhoni Földtani Társulat ülésén (VENKOVITS 1946). Az eredmények, illetve a barlang vázlatos leírása több publikációban látott napvilágot (JAKUCS 1948; JAKUCS & KESSLER 1962). JAKUCS a barlangot a hévizes genetika prototípusaként említette, s ő volt az első, aki a barlang keletkezését, illetve a gipszképződemény kialakulását VENKOVITS ötlete alapján (JAKUCS 1959) a kénsav szerepének tulajdonította. A gömbfülkék porló falának kialakulását aragonit kiválással, illetve annak kalcitá alakulása közbeni térfogatváltozása során fellépő porlódásnak tulajdonította. Sajnálatos, hogy az ásványtani elemzések adatszerű eredményei nem kerültek publikálásra, s a barlangról csak általános leírásokat közöltek. Későbbi ismertetések ezeken a leírásokon alapultak (KOCH 1985; KORDOS 1984.).

A továbbiakban többen is vizsgálozták a barlangban, ezekről azonban csak szórványadatok kerültek közlésre. MIKSA (1955.) a kalcittelérek alapján 3 kiválási fázist különített el, csökkenő kiválási hőmérséklet mellett. NÁDOR (1990) néhány elemzést közölt az itt található ásványokról. A barlang kialakulása, genetikája nem került kidolgozásra, csak részletes állapotfelvétele történt meg (KRAUS 1988). Ez a helyzet állt fent 2002-ben is, amikor a „Magyarország fokozottan védett barlangjai” című

könyvben a barlang ismertetője (TAKÁCSNÉ BOLNER K.) a feldolgozatlanság következtében csak általános említéseket tudott tenni.

A szűkebb terület földtani, karszt-fejlődéstörténeti vizsgálata ugyan-csak hézagos volt. Részletes földtani vizsgálatok szinte kizárólag a közeli Lencse-hegy térségében folytak fúrásos kutatással kiegészítve, ahol ezek eredményeként szénbányászat is beindult. A hegy térségében csak 10 000-es méretarányú térképezést végeztek (NAGY 1964a, b, 1966, 1982.) melynek eredményei nyomtatott térképen láttak napvilágot (NAGY & SIPOSS 1969). A Strázsa-hegy paleokarsztjairól csak említés szintű közlések kerültek publikálásra (SÁSDI 1995, 2000), illetve lokális, paleokarsztos jelenségekről számoltak be (VERESS et al. 2005).

1. ábra. A barlang JAKUCS L. által készített gipszmodelljének rajza

Fig. 1. Gypsum model of the Sátorkőpuszta Cave by László JAKUCS



Földtani környezet

Rétegtani felépítés

A két Strázsa-hegyen és környezetükben ismert legidősebb kőzet a késő-triász karbonátplatformon képződött Dachsteini Mészko. Ennek „B” (algagyep) és „A” (paleotalaj) tagja egyaránt ismert, a „C” tag – Megalodusos rétegek – nem láthatók. Felszínen és a barlangban több helyen tanulmányozhatók az algalaminites „B” szint rétegei, míg a paleotalajos „A” tagok – néhol a hullámszás által felszaggatott klasztjaival – jelenleg csak a barlang felső szintű járataiban figyelhetők meg. A kémiai vizsgálatok szerint (I. táblázat) ezeknek a szinteknek az anyaga csak hematittal szennyezett mészkőnek tűnik, az RTG eredmények szerint (II. táblázat) nagyon kevés agyagásvánnyal. Számos helyen a laminites-onkoidos rétegek hullámszás által felszaggatott tömbjei alkotják a kőzet anyagát. Itt teljesen rétegzetlen, máshol a rétegek dőlése általában ÉK-i, a dőlés szöge 30° körüli. A mészkő általában üde, fehérvilágosszürke színű. A barlangban porlott változata is megfigyelhető, mely sok helyen szürkés, sárgás, mállott felszínű.

A Strázsa-hegy területén fiatalabb mezozoos kőzetek nem fordulnak elő. Jura üledékek (Hierlatz Mészko F, Tölgyháti Mészko F, Lókúti Radiolarit F, Pálihálási Mészko F, Szentivánhegyi Mészko F) felszínen legközelebb az Öregszirten fordulnak elő, fúrásokban az Esztergom–61 és –80-as jelűekben harántolták (KORPÁS 1998). Kréta üledékek (Berseki Marga F) a Strázsa-hegytől É-ra, csak fúrásokban váltak ismertté (E-61, E-80, E-91).

I. táblázat. A Sátorkő-pusztai-barlang ásványos és üledékes kitöltése kémiai elemzéseinek eredményei

Table I. Chemical analysis of the cavity filling of Sátorkő-pusztai Cave

Leköhely	Anyag típusa	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	-H ₂ O	+H ₂ O	CO ₂	SO ₃
Középső szint	Triász paleotalaj	0,286	1,39	2,22	52,9	0,521	0,19	1,83	40,3	0,197
Középső szint	Sárga agyag	55,6	23,9	6,17	0,957	0,46	0,92	9,07	0,455	
Középső szint	Közetmálaladék	0,441	0,353		55,6	0,283		1,59	41,3	
Középső szint	Vörös agyag (vékony)	8,65	8,22	0,921	44,5		0,14	4,02	32,9	
Középső szint	Vörös agyag (vastag)	24,7	21,2	5,92	21,7		0,68	8,85	16	
Benedek Endre-terem	Szürke agyag	64,1	14,8	1,39	5,16	0,833	1,41	6,26	3,13	
Benedek Endre-terem	Szürke kéreg	2,33	1,38		31,7	12,5	5,5	2,72	29,4	13,8
Benedek Endre-terem	Gipszceppkő				32,400	1,800	16,600		4,890	41,000
Benedek Endre-terem	Gipszkéreg				33,700		17,700		2,680	43,300
Benedek Endre-terem	Szürke réteg				34,800	8,060	8,120		24,400	21,300
Benedek Endre-terem	Csőves cseppkő				54,200	0,680	0,090		42,300	0,401
Benedek Endre-terem	Gipszoszlop belső				55,500	0,591	0,050		43,100	0,195
Benedek Endre-terem	Karbonát oszlop				55,700	0,411			42,900	

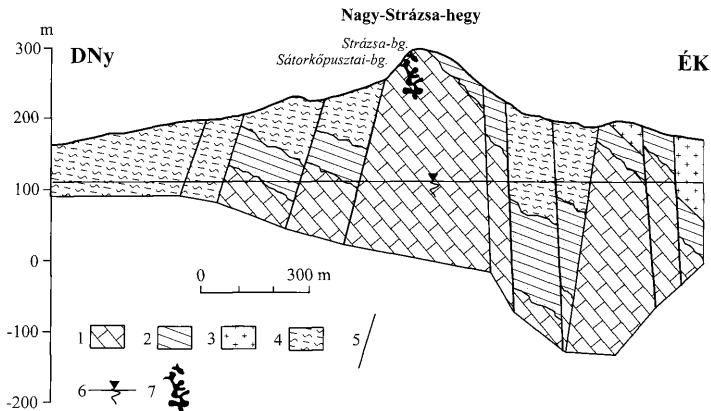
II. táblázat. A Sátorkő-pusztai-barlang ásványos és üledékes kitöltése RTG elemzéseinek eredményei

Table II. RTG analysis of the cavity filling of Sátorkő-pusztai Cave

Mintavételi hely	Anyag típusa	Montmorillonit	Illit-montmorillonit	Illit	Kaolinit	Kvarc	Kalcit	Dolomit	Aragonit	Gipsz	Bassanit	Hemattit	Amorf	Anhidrit
Benedek Endre-terem	Héjas szerkezetű cseppkő	2		6			87		2	2				
Benedek Endre-terem	Mikrokristályos gipsz (?)			3	1		15			81				
Benedek Endre-terem	Makrokristályos gipsz			4			7		2	86				
Benedek Endre-terem	Makrokristályos gipsz	1	1	3						95				
Benedek Endre-terem	Vékony kristályos kéreg	3		6			71		18	2				
Benedek Endre-terem	Gipszceppkő	2	2	5	1		80	4	5					
Benedek Endre-terem	Borsókő			3			84	13						
Benedek Endre-terem	Borsókő	2	1	3	2		89	3						
Benedek Endre-terem	Héjas szerkezetű kéreg	1	1	3	1		90	3	1					
Benedek Endre-terem	Borsókő	3	2	2	2		90							
Benedek Endre-terem	Rostos gipsz	2	1	2			44			49	1			1
Középső szint	Közetpor	2		2		2	94							
Benedek Endre-terem	Gipsz alatti „habkő”	2		5	2		89	2						
Benedek Endre-terem	Pásztorbot			3	2		92	2						
Benedek Endre-terem	Szürke agyagkitöltés	3	4	7	23	42	15	1						
Benedek Endre-terem	Szürke kéreg				2	1	10	69		18				3
Benedek Endre-terem	Vastag vörös agyag			2	33		57					5		
Benedek Endre-terem	Vékony vörös agyag	2	2	3	9		81			1	2			3
Középső szint	Sárga agyag	2	3	4	47	35	1				3			
Középső szint	Lilás paleotalaj	2		4		2	86	2		1		3		3

A Strázsa-hegytől KÉK-re az előzőekben már idézett földtani leírások szerint az alaphegységre települve középső-eocén édesvízi–csökkenésvízi, kőszenes rétegsorozat (Lencsehegyi F), majd tengeri márgaüledék (Csolnoki Márga F), ezt követően homokkő, kovás homokkő (Tokodi F), felette alárendelten felső-eocén nummuliteszes mészkő (Szépvölgyi Mészkő F) települ. A hegy területén felszínen csak a homokkő helyenként erősen kovásodott, gyengén limonitosodott rétegei (2. ábra) és az ezt fedő nummuliteszes mészkő roncsai fordulnak elő. A homokkő rétegeket a kőfejtők feltárásaiban és a meredek sziklás felszíneken hasadék- és üregkitöltések formájában is megtaláljuk. Az eocén üledékek a mészkőben kialakult 1,5 m széles, 1–3 m magas árkokban azok aljzatára települve is fellelhetők a Strázsa-barlang nyugati szomszédságában, itt feltehetően egykori (középső-eocén?) barlang felszakadt változatával van dolgunk. A kőbányákban található eocén üledékek (üregkitöltés) (1. kép) jól rétegzettek, a rétegdőlés 15–20° ÉK felé. Helyenként vörös kalcit törmeléke, pirit mállása során létrejött limonitcsomók, elvélve ép pirit található bennük. Egy helyen a homokkőves kitöltés nagykristályos kalcittal változik, igazolva annak eocén időszaki kiválását.

A hegytől DNY-ra a Dorogi-medence fekszik. A határos területész földtani felépítéséről csak az Esztergom–5 fúrás adatai alapján alkothatunk képet (KORPÁS 1998). Itt a kb. 200 m mélységben elhelyezkedő Dachsteini Mészkőre közvetlenül a fiatalabb középső-eocén rétegek települnek, a széntelepes összlet hiányzik. A hegyvonulattól ÉK-re hasonló a helyzet, ezt viszont már több fúrás rétegsora igazolja.



2. ábra. Vázlatos földtani szelvény a Strázsa-hegyen át. 1. Triász Dachsteini Mészkő, 2. Eocén üledék általában, 3. Eocén–oligocén riódácit, 4. Oligocén üledék általában, 5. Vető, 6. Karsztvíz piezometrikus szintje, 7. Barlangjárát

Fig. 2. Sketchy geological section of the Strázsa Hill. 1 Triassic Dachstein Limestone, 2 Eocene in general, 3 Eocene–Oligocene rhyolitic dacite, 4 Oligocene in general, 5 Fault, 6 Piezometric level of the karstic water, 7 Cave



1. kép. Eocén paleokarstt kvarchomokkó kitöltéssel a Strázsa-hegy kőbányájában (Fotó: Sásdi L.)

Photo 1. Paleokarstic cavity filled by Eocene siliciclastic sandstone in the wall of the Strázsahegy Quarry (Photo by L. Sásdi)

dés és lepusztulás történt, mely máshol a teljes eocén rétegsort lepusztította, itt azonban ennek mértéke lényegesen csekélyebb volt. Ezt követően először a Hárshegyi Homokkő, majd a Kiscelli Agyag, felette a Mányi Homokkő rétegei települnek (KORPÁS 1998).

A környezetben a helyenként 100 m vastagságot is elérő oligocén agyagos-homos üledékeken pleisztocén időszaki homokos, gyéren kavicsos üledékek fordulnak elő. Az itt hiányzó pannóniai üledékek, legközelebb Úny térségében ismertek. A visegrádi-hegységi vulkáni kőzetek területünkön, az említetteken kívül, nem ismertek.

Tektonikai viszonyok

A területen a legjelentősebb tektonikai vonalak ÉNy-DK-i és erre merőleges irányok mentén tanulmányozhatók. Ezek az irányok éppen a Strázsa-hegy peremén szembeötlőek, jól látható morfológiai változásokat is létrehozva, hiszen a Strázsa-hegy tömegének sasbérc jellegű blokkja ilyen csapású törésvonalak mentén emelkedett ki. Ettől ÉK-re a lencse-hegyi szenterület medencéje, DNy-ra az idáig elnyúló Dorogi-medence süllyedékei találhatóak.

A további törésvonalak és zónák elsősorban a kőbányákban tárultak fel. Ezeknek a töréseknek a falaira általában kalcit/barit, vagy mindkét ásvány kristályai váltakozva váltak ki, s a terület ismert barlangjáratai egy részének ezek az ásványtelérek jelölték ki későbbi irányukat. Nyitott, ásványkiválás-mentes törésvonal a barlangban több ponton ismert, s mivel a víz által kialakított oldásformákat metszik, feltehetően a barlang kialakulása után keletkeztek, esetleg a legutolsó kiemelkedés során. Egy helyen (Ferde-terem felső szintje) sárga agyaggal kitöltött breccsazóna látható, míg több helyen fordulnak elő zezugos repedésrendszerek, melyek vörösgyaggal vannak kitöltve. Ezek vastagsága 1–2 mm-től 2–4 cm-ig terjed.

A Strázsa-hegytől DK-re található Tábla (Babszky)-hegy tömegét riodácit és andezit alkotja, melynek anyaga egy késő-oligocén és egy korai-középső-miocén vulkáni működés eredményeként keletkezett (NAGY 1964, 1966, 1982.). A közeli Lencse-hegyi-bánya feltárásai alapján ezek a vulkáni kőzetek telér formájában járnak át az eocén és a magasabb helyzetű oligocén üledékeket. Dácit felszínen is kibukkan a Strázsa-hegytől néhány száz méterre ÉK-re.

A korai-oligocén során először átmeneti kiemelkedés

Morfológiai megfigyelések

A Sátorkőpusztai-barlang az oldásformák jellege alapján morfológiailag 3 részre osztható:

— A jellegzetes, 0,5–4,0 m átmérőjű gömbfülkékből, és helyenként ezeket összekötő áramlási csövekből álló felső szint.

— Zömmel áramlási csövekből álló középső szint (Ferde-terem térsége).

— A 35×15 m alapterületű Benedek Endre-terem és az alatta levő omladékos, gömbfülkés, eltömődött alsó szint.

Az alábbiakban a barlang oldásos formakincsét és a különféle kiválásfajtaikat ismertetjük, melyek vizsgálata és ismerete alapján lehet megalkotni a barlang kialakulásának elméletét.

Oldásformák

A barlang igen szembetűnő oldásformái a gömbfülkék (2. kép), melyek a járatok jellegét a felső szinten meghatározzák. Ezek mérete 0,5–4 m közötti, általában egymásba fűzött egyedekből állnak.

A legfelső szint gömbfülkéinek bejárat közeli részei egy ferde, vörös kalcit és Dachsteini Mészke törmelékével, illetve felette kalcithomokkal egykor kitöltött repedés mentén alakultak ki. Legfelső részén a fülkék és az oldásformák egy része ezt a kitöltést is érintette, részben abba, valamint az az alatti, 5–10 cm-es vörös kalcitok törmelékéből és hasonló méretű Dachsteini Mészke törmelékéből álló ősi kitöltésbe és az alatta levő kőzetbe is beleoldódva. Lejjebb a Ferde-terem környékén hasonló, repedés menti gömbfülke rendszer mutatható ki, itt azonban a preformációt egy vörös agyaggal kitöltött 1 cm-es repedés jelenti (Kacska). Helyenként (Z folyosó) az is megfigyelhető, hogy a gömbfülkék egykori borsóköves kitöltését újabb oldás érte, s ennek során újabb üstös oldásformák jöttek létre benne.

A Ferde-terem feletti zárt gömbfülke legfelső zónájában a már említett breccsás szerkezet figyelhető meg a porlott kőzetben, a hézagok sárga, széleiken vörös színűvé váló agyaggal vannak kitöltve. Az agyagkitöltés a gömbfülke oldódása során kireparálódott, maradványai tenyérnyi lapokkal kiállva törik meg a fülke falának gömbfelületét. Máshol a repedéskitöltések vörös színűek, ez jól elüt a Dach-



2. kép. Kondenzvíz korrózióval keletkezett gömbfülkék a barlang felső szintjében (Fotó: Sásdi L.)

Photo 2. Solution pocket in the upper level of the cave, arose by corrosion with the condensed water (Photo by L. Sásdi)

steini Mészköben levő paleotalajok lilás vörös színétől, melyek rétegei számos helyen szembeötlőek. A felső szint alsóbb részein a gömbfülkék összeolvadnak, és viszonylag tágas terek jöttek létre (Kristály-terem bejárati zónája), helyenként kúrtók alakultak ki. Egy ponton (Első létra alatti rész) megfigyelhető, hogy a gömbfülkés járat alján a paleotalajos törmelék oldási maradékként halmozódott fel. A rétegzett anyag rétegei közé és fölé, illetve a járat oldalfalára borsókó kiválás került, igazolva, hogy az oldási (gömbfülkeképződés) és kiválási folyamat itt egyszerre, egymást gyors ütemben váltva működött.

Számos gömbfülkében egyértelműen tapasztalható amit már JAKUCS (1948) is leírt, hogy a kőzet helyenként akár 10 cm mélységig porlott, kézzel igen könnyen kaparható. Eddig csak egy ponton sikerült a gömbfülke falán 2–5 cm vastag kalcitos (?) kiválást megfigyelni. Ez könnyen leválasztható a később porlódó kőzetanyagról, mögötte a porló fal látszatra a kemény kőzet szerkezetét mutatja, jól kivehetők az apró repedésrendszerek menti elválások, törési felületek. Apró kalcittelér hálózat is jól szembeötlő a kőzetben. A porló anyag az erektől lassan válik el. A kalcitérhálózat anyaga szintén mállott, ennek mértéke vastagságtól függő, mert csak a vékonyak puhák, kenhetőek. A fellazult réteg és a kemény kőzet között az átmenet 1–2 cm-vastagságú. A kémiai és RTG vizsgálatok alapján a porló anyag egyértelműen kalcit anyagú, tehát a mészkő egyfajta mállási típusával állunk szemben. A gömbfülkék és az ezeknél kisebb méretű gömbüstök aljzatán felhalmozódó por szintén a fellazult anyag helyben maradt terméke, így anyagelszállítás csak a légtéres részek egykori anyagát érintette.

Több helyen figyelhetők meg kerek, csőszerű járatok (pl. Nagyakna teteje), illetve félkör alakú ún. főtecsatornák (pl. Ferde-terem tetőzónája). Ezek kialakulása még vitatott: feláramló melegebb, párásabb levegő lecsapódó párájának oldó hatása során jöttek létre (KRAUS S. szóbeli közlés), vagy buborékáramlási csatornaként funkcionáltak (SÁSDI 2002). Az ilyen csatornák felett általában gömbfülkesorok találhatóak, a budai-hegységi példákhoz (Ferenc-hegyi, Szemlő-hegyi-barlang) hasonlóan.

Számos helyen látható, hogy a csőjáratok a kőzetben ívül a borsókóképződeményeket és idősebb cseppkőképződeményeket is metszik (3. kép).

A barlang alsó szintjébe egy függőleges (áramlási) csőjáraton lebújva jutunk. Egyből feltűnik a felsőbb szintektől eltérő formakincsű hatalmas terem. Ennek oldásformáit a felső szakasznál lényegesen kisebb átmérőjű üstös oldásformák jellemzik, Szembe-tűnő azonban, hogy ezek az oldásformák a teremben csak egy bizonyos szinttől



3. kép. Dachsteini Mészköbe és a borsókó kiválásba kondenzvíz korrózióval beoldódott páráramlási csatorna (Fotó: Sásdi L.)

Photo 3. Channel solved by condensed water into the Dachstein Limestone and in the botryoid layer (Photo by L. Sásdi)

felfelé tanulmányozhatók. Elsősorban négy, kupola jellegű üregrészben láthatók, alatta csak a szögletes, omlott felületek figyelhetők meg, melyek nagy része későbbi kiválásokkal bevont.

Egyedi, érdekes oldásforma figyelhető meg a Benedek Endre-teremben. Ez egy kis oldalág bejáratának tetejében elhelyezkedő, kb. 15 cm mélységű és magasságú félcső, mely gipszkéregben alakult ki (Benedek Anikó szóbeli közlése szerint egykor cső volt).

Üledékes kitöltés

A barlang üledékeit mindenképpen célszerű külön tárgyalni, hiszen egyértelműen elkülöníthetők a helyben keletkezett és behordott törmelékes üledékek, továbbá az ásványkiválások között is különböző keletkezésűek és típusúak fordulnak elő, bizonyítva a barlang kitöltöttségének bonyolultságát.

Behordott törmelékes üledékek

A barlang bejáratí termecskéjében levő kalcittörmelékes repedéskitöltésben vörös, sárga és fehér kalcitok szögletes törmeléke található meg, méretük 0,5–3 mm közötti. Kicsit magasabb helyzetű gömbfülkében uralkodóan vörös kalcit törmeléke található, átmérőjük a 10 cm-t is eléri. A vörös kalcitok képződési korát analógiák alapján késő-kréta–kora-eocénnek tarthatjuk, míg a fehérek kora feltételezhetően oligo-miocén. A kalcittörmelék jellege és elhelyezkedése alapján mindenképpen felszínről származik. Behordódása az egykori üregbe két fázisban történhetett. Ezek ideje jelenlegi ismereteink alapján nem állapítható meg, csak a kitöltés keletkezésének gömbfülke kialakulását megelőző időszaka.

Mindenképpen külön tárgyalandó a Benedek Endre-terem szürke-sárga agyagja, mely helyenként az oxidáció miatt már vörös színűvé vált. A kitöltés anyagának nagy része két ponton juthatott be a szivárgó vizek segítségével a terembe, s töltötte fel azt, a víz szerepét a terem mélyén fakadó kis forrás bizonyítja. A több méter vastag agyagos kitöltés felett további, de helyben keletkező üledékek találhatóak (lásd később).

Különleges üledéknek számít egy zömmel szürke, fehér rétegekkel tagolt mészkő jellegű, meredeken rétegzett anyag, mely fosszilis repedéskitöltésnek minősíthető. Ez a középső és az alsó szinten egyaránt előfordul (Ferde-terem, Benedek Endre-terem). Mindkét helyen visszaoldása is megfigyelhető, ugyanakkor megjelenése telér jellegű. Valószínű, hogy egykori repedés mentén szivárgó vizek által jutott be és rakódott le, később az üregesedés során a kalcittelérekhez hasonlóan kipreparálódott. Kialakulásának kora és az anyag származásának helye nem állapítható meg.

Helyben keletkezett törmelékes üledékek

A barlangképződés során kialakuló, helyben keletkező üledékek a felső szint gömbfülkéinek alján tanulmányozhatók. Egyrészt az aljzaton felhalmozódó mészkőpor, továbbá a repedés- és breccsaszemcsék közötti agyagkitöltések valamint a kalcitérhálózat szemcséinek aljzatra kerülő anyaga, másrészt a vassal szennyezett paleotalaj oldási maradékként történő felhalmozódásai említhetők. Az agyag vagy rétegszerűen, vagy behullott darabok formájában (Ferde-terem tetőzónája) épül be

az üledékbe. Ugyanott agyagtörmeléket kalcithomokban is találni. Az előforduló kalcithomok (nem a kréta-eocén kalcit anyaga!) időszakos kalcitkiválásra és visszaidődés közbeni aprózódásra utal.

A Benedek Endre-terem agyagos kitöltése felett közvetlenül vörös cseppkő már átkristályosodott rétegei találhatók. Felette – illetve más helyen az agyag – főleg kemény, rétegzett, gipszerekkel átjárt, 2–10 cm vastag üledék található. Belső repedései, illetve réteglap elválásai egykori kiszáradás következtében jöttek létre. Helyenként apró törmelék darabok helyezkednek el benne. Anyaga helytől függően változó: néhol kalciumkarbonátos, néhol viszont meglepetésre dolomitos. Bár hasonlít, nem tévesztendő össze a már említett szürke, meszes paleokarsztos rétegekkel.

Ásványkiválások

Sajnálatos módon napjainkban már csak töredékét vizsgálhatjuk azoknak az ásványkiválásoknak, melyek egykor a barlang falait ékesítették, ami nagyban megnehezíti a keletkezés folyamatának megállapítását. Ez a pusztulás már a felfedezett követő években bekövetkezett, hiszen VENKOVITS már néhány év múlva (1951) a képződmények 70%-os pusztulásáról számolt be. A falakat borító képződményeken kívül a legutóbbi tereprendezési munkák során, számunkra újdonságnak számító kiválásformák is előkerültek, melyek vizsgálatát elvégezhettük.

Hidrotermális ásványkiválások

A barlang különleges morfológiai megjelenésű ásványkiválásai az ún. boxwork szerkezeteket alkotó kalcittelérek (4. kép), melyek a barlang kialakulását megelőzően keletkeztek. Ezeket két csoportra tudjuk osztani: az ún. mikro-boxwork-re, illetve a kalciterekre, amiket makro-boxworknek is nevezhetünk. Először is érdemes tisztázni, mit értünk boxworkön, melyeket hazánkban először KOVÁCS & MÜLLER (1981) tanulmányozott. Később a kalcittelérek anyagát MIKSA (1955) is vizsgálta, sajnos publikációja alapján nem sikerült azonosítani, hogy megfigyeléseit a barlangban hol, melyik kalcittelére(ke)n végezte.



4. kép. Mikroboxwork erek és azokat metsző kalcittelér a Kővirág-teremben (Fotó: Sásdi I.)

Photo 4. Microboxwork veins cutted by calcite dyke int he Kővirág Hall (Photo by I. Sásdi)

azonosítani, hogy megfigyeléseit a barlangban hol, melyik kalcittelére(ke)n végezte.

A barlang járatainak falain sűrű, hálózatos szerkezetű, nagy kiterjedésű kalcitér rendszerrel találkozunk, a telérhalmazok látszólag kipreparálódva helyezkednek el. Ezek mérete a több cm-t is eléri. Vastagságuk olykor 5 cm is lehet, hosszuk pedig néhol több méteres. A leghosszabb kalcitér a Benedek Endre-terem DK-i oldalán követhető, e telér mentén húzódik a terem karbonátanyagú oszlopainak nagy

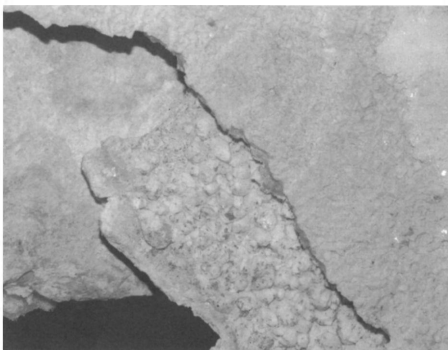
többsége. Uralkodóak az ÉK–DNy-i csapású erek, melyek dőlésszöge szűk tartományban változó, az erre merőleges csapású erek lényegesen ritkábbak. Több helyen a vastagabb, erek között igen nagy sűrűségben látható a mm-es erek igen sűrű hálózata (terem ÉK-i vége). Érdekesség, hogy az ÉK-i részen a terem magasabb részein agyaggal kitöltött repedések kipreparálódott hálózata mutat a boxworkhoz nagyon hasonló szerkezetet. A boxwork-szerkezet a barlangban lefelé haladva egyre határozottabban jelenik meg.

Egyértelműen megállapítható, hogy a sűrű rendszer vékony ereinek belső felére és helyenként a barlang falára az alsó szinten egy fennőtt, de csak mikroszkopikus szkaloóéder kristályokból álló bevonat települt. A kevés látható hely alapján úgy tűnik, hogy először a sűrű hálózat keletkezett, majd ezt metszi a ritkább, de méreteiben lényegesen jelentősebb kalcitér hálózat. Az alapján, hogy a mikrokristályokon a későbbi ásványok egyedei nem láthatók, úgy tűnik, az egykori vízjáratok a kalcitkiválás által teljesen lezárultak.

A következő ásványkiválásnak a piritet tekintjük, melynek csak néhány tizedmilliméter nagyságú kocka alakú limonit pszeudomorfozái ismerhetők fel. Ezek csak elvétve láthatók, inkább a limonitos erek és a kőzet erek menti limonitos színeződése utal egykori jelenlétére.

A pirit utáni kiválásnak tekinthetők az ún. makroboxworkök kalciterei. Ezek jelentős részét a Benedek Endre-terem ÉK-i részén tanulmányozhatjuk. A kalcit itt a 0,5–5 cm nyílású repedésekben egyértelműen a szálkőre rakódott le (csak néhol látható alatta pirit), s a szkaloóédes kristályok befelé nőttek. Az alap fehér színű, a kristálycsúcsok irányába egyre zöldesszürkébbé válik. A kettő között helyenként egy sárga, kalcitos réteget látni, mely az első fennőtt kristályok közeit tölti ki, majd az újabb kiválás ennek sík felszínén kezdődik meg. A fennőtt kristályok zömében max. 1 cm hosszú szkaloóédesek, azonban az élek és csúcsok helyenként enyhén visszaoldódtak. Egyedül a Benedek Endre-terem ÉK-i folytatásában, a Disznófürdő feletti részen ismerünk majdnem kocka alakú, max. 1,5 cm nagyságú romboéder kristályokból álló kalcittelért.

A terem ÉK-i végében egy telér anyagától a szálkőzet elvált. Itt a kalcittelér hátsíkjára, tehát az egykori kőzet felőli oldalán max. 3 mm magasságú, fehér, zömök, romboéder kristályok váltak ki (5. kép), alakjuk hideg vízi keletkezésére utal. Hasonlóan fehér anyag a visszaoldott szkaloóédesekre is rakódott, vékony kéreg formájában. Ez a kéreg helyenként a gipszkéreg alatt is megtalálható a boxwork ereire és a mikrokristályokra rakódva.



5. kép Többgenerációs kalcittelér (Fotó: Sásdi L.)
Photo 5. Multigeneration calcite dyke (Photo by L. Sásdi)

A barlangban előforduló baritot már VENKOVITS (1946) is említette, rá hivatkozva KOCH (1985) írta le, bár a barlangban nagyon ritka. Eddig ugyanis csak egyetlen helyen, a Benedek Endre-terem ÉK-i részében, találtuk meg. Hófehér, enyhén áttetsző, 1–3 mm hosszú, 0,5 mm vastag táblái alig tűnnek fel. A barit a kalcittel hátlapjára települ, azzal ellentétes kristálynövekedési iránnyal. Itt tehát az előzőhöz hasonlóan a telér kőzetfelületről történő elválására volt szükség. Kérdés, hogy máshol miért nem találkozunk ezzel az igen nehezen oldódó ásvánnyal?

Szivárgó vizekből keletkező ásványkiválások

Először a jelentéktelenebb kiválásokkal foglalkozunk, a szivárgó vizek mésztartalmából keletkező cseppkövekkel, melyeknek több fázisa is felismerhető. A legidősebb típus színe sötét drapp, vékonyan rétegzett, helyenként erősen visszaoldott. Ilyen réteges cseppkőkéreg a Ferde-terem feletti kürtőben szivárgó vizek által részben visszaoldva, valamint a Benedek Endre-terembe vezető létra feletti kürtőben nagyobb vastagságban látható, áramlási cső keletkezése következtében erősen visszaoldott állapotban.

A Ferde-teremben letört végű, külsejükön erősen borsóköves függőcseppkövekkel is találkozunk. Fehér és szürke, enyhén hullámzó, szabálytalan koncentrikus körök láthatók a törési felületeken, a jellemző belső vízvezető csővecske kalcittal kitöltődött. Átmérőjük 1–10 cm közötti, hosszuk az 50 cm-t is eléri – letört állapotban.

A kiválások között igen jellemzőek a Benedek Endre-terem bejárata környezetében található, 10–80 cm átmérőjű oszlopok (6. kép). Sajnos csak kevés látható eredeti teljességében, a többi az 1950-es évek pusztításának esett áldozatul. Ugyanakkor a törési felületek kínálják az egyetlen megfelelő vizsgálati lehetőséget. A 0,5–10 m magas oszlopok belső szerkezete – bár első látásra borsókő és gipszbevonatos cseppkőoszlopoknak tűnnek – csak kis mértékben hasonlít az itteni cseppkövek szerkezetéhez. Egy-egy képződmény több, eredetileg önálló, később összenövő oszlopból forrt össze. Az egyedek hófehér, 1–2 mm-es, hullámzó, esetleg zerguzos, koncentrikus rétegekből épülnek fel, közöttük légtér hézagok tűnnek fel. A hézagok nem mindenütt

jöttek létre, néhol a rétegek összenöve láthatók. A hézagokban befelé növekvő ásvány-szemcsék keletkeztek. Az összenőtt oszlopok külsejét zömmel borsókő borítja, továbbá gömbhéjas szerkezetű kalcitkiválások, ezek olykor szintén szivacsos borsóköves megjelenésűek. Számos helyen a külső oldalon a bevonat héjas-gömbös szerkezete is egyértelműen látható.

Egyediek azok a nem definiálható képződmények, melyek hasonlatosság alapján, de eltérő méretük miatt emb-



6. kép. Borsókőre kiváló gipszkéreg (Fotó: Sásdi L.)

Photo 6. Gypsum layer on the botryoids (Photo by L. Sásdi)

tionális oszlopoknak nevezhetők. Karbonátos anyagú, koncentrikus, nem szabályos gyűrűkből épülnek fel, a gyűrűk között anyaghiány mutatkozik, mely esetleg gipszgyűrűk kioldása során keletkezhetett. Nagyságuk eltérő, 1 cm-től 15 cm átmérő közötti. Ilyen képződményeket egyébként csak a terem közepén levő aljzati (egykori robbantási) törmelékben találhattunk. Egyes példányai szétrobbantott gipszoszlopok belsejéből kerültek elő, így valószínű, hogy ez utóbbiak a gipszkiválást megelőző, illetve annak keletkezésének kezdetén, esetleg azzal váltakozva alakultak ki.

A terem belsejében számos helyen találkozunk hófehér borsókövekkel. Ezek általában egy kicsit megnyúlt, ovális kifejlődésűek, végükön olykor visszaoldott kalcitkristályok találhatóak. Érdekeség, hogy ez a borsókök szabad felületen látható, a többi, más jellegűhöz képest ezeket nem borítja gipszkéreg. A másik típus inkább mikroborsókönek írható le, s mindig a gipszkéreg alatt található. Erősen visszaoldottnak tűnik. Egy harmadik, típusos borsókök is felismerhető, ezt azonban eddig csak törmelékben sikerült megtalálni. Különlegessége, hogy a borsókök vékony gipszerekkel váltakozik.

Az eddig említett borsókövek általában vékony bevonatot képeznek a barlang falain, s csak az alsó szinten. A középső és felső szinten akár fél méter vastagságú borsóköbbevonatokat ismerünk, ezek olykor feláramlási csövek, csatornák mentén visszaoldódtak.

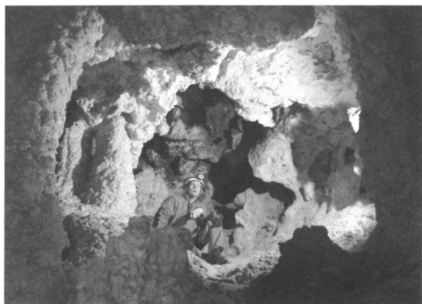
A barlang alsó szintjének legjellegzetesebb kiválása a gipsznek leírt porcukor jellegű ásványi anyag. A terem falát akár 15 cm vastagságban borítja, de gyakoriak a mm vastagságú, apró kristályos (0,5 mm) kéreg (7. kép). Helyenként visszaoldott változat is megfigyelhető egyrészt a kéreg tövében látható, másrészt a makrokristályos változatok esetében. Visszaoldás a vizet vezető kalcittelérek alatt is előfordul, illetve ismét leírhatjuk a már említett félcsövet. A kéreg sok helyen földes megjelenésű, helyenként bennőtt, átlátszó gipszkristályok, illetve rostos gipszkötegek találhatóak benne. A makrokristályok mérete 10 cm-t is elér, a legnagyobb kristályegyüttes a ma már nem látható, 70 cm-es Gipsztör volt. Kisebb üregekben vékony tús előfordulása is ismert. A napjainkban meglévők 1–2 cm hosszúak, de a 90-es évek elején még voltak 10 cm-esek is.

A gipszkéreg vizsgálata (1–2. táblázat) jelentős mennyiségben mutatott ki kalcitot. Felületi csiszolat esetén megfigyelhető, hogy a 10%-os sósavval történő csepegtetés esetén kifelé egyre kisebb intenzitású a pezsgés, tehát kifelé csökken a kalcittartalom.



7. kép. Gipszcseppkövek roncsai, belsejükben visszaoldódott karbonátos cseppkövek maradványanyaga (Fotó: Sásdi L.)

Photo 7. Remains of the gypsum dripstones, in them resolved carbonate dripstone filling (Photo by L. Sásdi)



8. kép. Kalcit anyagú, hézagos-héjas szerkezetű oszlopok a Benedek Endre-teremben (Fotó: Sásdi L.)

Photo 8. Calcite stalagmite with crusty structure (Photo by L. Sásdi)

Az oszlopos gipszek a legjelentősebbek, melyek akár 1,5 m magasságot és 1 m átmérőt is elérnek. Ezek egy része megsemmisült, akárcsak a gipszcseppkövek zöme. Ez utóbbiak csonkja a terem közepén látható (8. kép), de a törmelékből is került elő néhány kisebb példány. A gipszek általában a borsókőveken helyezkednek el, attól sok esetben hézag választja el. Ennek oka nem ismert, esetleg a borsókővek/gipszkéreg vízszaooldódása játszhat szerepet.

A karsztfeljődés története

A vizsgálatok alapján felvázolható a sokáig világviszonylatban is ritkaságnak számító barlang keletkezése, környezetének fejlődéstörténete.

A barlang anyakőzetét felső-triász Dachsteini Mészkö alkotja. A kőzet a Dunántúli-középhegység egyéb területeihez hasonlóan a kréta folyamán tektonikai erőhatásoktól szenvedett. A késő-krétában megindult előbb a fiatalabb mezozoos üledékek, majd a lepusztulás eredményeként felszínre kerülő triász kőzetek karsztos lepusztulása. Ez a folyamat feltehetően a középső-eocénig tartott. Eközben a területen már kialakulhattak oldásos üregek, melyeket a környezetükben elhelyezkedő oldásmentes, nyitott repedésekkel együtt cseppkőbevonatok formájában vörös kalcit töltött ki. Ezek anyaga zömmel már csak törmelékként található meg a későbbi, középső-eocénnek tartott üregkitöltésekben. Kivételt a Kis-Strázsa-hegyi köfejtő egyik ürege jelent, ahol a vörös kalcit in situ állapotban, kőzetfalra kiválva található. A kalcitok keletkezése még nem kellően tisztázott más területeken sem, több pilisi, cseppkő jellegű előfordulása alapján az ittenit is annak tekinthetjük, s nem tartjuk azonos genetikájúnak a sümegi, késői-kréta vörös kalcitokkal. A Sátorkőpusztai-barlang legfelső zónájában ismert, vörös kalcit törmelékével és kalcithomokkal kitöltött űsüreg keletkezését és kitöltődését ugyancsak a korai-eocénre tehetjük.

A középső-eocén során a terület először édesvízi, később tengeri üledékképződés színtere volt. Az üledékek alapján a Strázsa-hegy ekkor félszigetként magasodott ki a térszínből (a szárazföld a Pilis tömbje felé húzódnak, mert ott csak a legmagasabb eocén üledékei találhatók alaphegységre települve), így az említett őskarsztos üregek kialakulását mindenképpen a nyílt, leszálló víző karsztvíz zónájában képzelhetjük el. A hegy környezetében előbb a széntelepes öszlet képződése indult meg (Lencsehegyi F), majd a Csolnoki Mária, végül a Tokodi F tengeri homokja fedte be a területet, a homok fedőjében a Kis-Strázsa-hegyen nummuliteszes mészkö is található. A helyenként csak limonitos, máshol kovás

homokkővé váló homok már a Strázsa-hegy Dachsteini Mészkövét is befedte, így ettől kezdve beszélhetünk a terület fedett karsztzá válásáról.

A Strázsa-hegy tetőzónájában DNy-irányú és lejtésű, helyenként oldott falú, sár-ga, kompakt üledékekkel részben kitöltött kis méretű szurdokok találhatók. Ezek nagy valószínűséggel egykori barlangok felszakadása során keletkeztek. A hegy lejtőjén – így a barlang bejáratát feltáró bányában több ponton is – szürke meszes, illetve barna homokkőves hasadék- és üregkitöltések is láthatók, anyaguk alapján a középső-eocén Tokodi F. homokkővel azonosíthatók. Fentiek alapján a területen a középső-eocén elején is kimutatható üregesedés.

Az általánosságban ismert infraoligocén denudáció itt kevésbé fejtette ki hatását, hiszen itt szinte teljes eocén rétegsorokat ismerünk, míg a Pilis más részein akár a triász rétegsorok egy része is hiányzik. Ez alól éppen a Strázsa-hegy kivétel, hiszen tetején megtalálható az eocén homokkő összlet alsó része. Felső részének lepusztulási ideje részben lehetett korai-oligocén, de a denudáció a plio-pleisztocénben is tarthatott. A környezetben az eocén üledékeket fedő oligocén üledékeket vastag agyag- és homokösszlet alkotja, mely napjainkban csak a két Strázsa-hegy kiemelt blokkját nem fedi be.

Az oligocén későbbi részében folytatódott a terület süllyedése, így fedett, nyomás alatti mélykarszt alakult ki. Az oligocén elején és a középső-miocén során több alkalommal is dácit- és andezitvulkáni tevékenység zajlott, ennek következtében vulkáni anyagú hasadékköltések, illetve szubvulkáni testek anyaga jutott az idősebb kőzetekbe. Ezek egyelőre kellő mélységű feltártság hiányában csak a paleogén üledékekben, illetve felszínen ezek fedőjében ismertek. Ezen időszak következménye lehet a barlangban ismert mikro-boxwork szerkezet. Ez valamilyen (korai-oligocén vulkáni?) erőhatásra kialakult breccszóna mentén jött létre, a breccsát alkotó kőzettömbök közötti hézagokban kalcit vált ki. Később, újabb hegységképző mozgások során alakulhattak ki azok az ÉK–DNy irányú törésvonalak, melyek a középső-miocén vulkanizmus utóvulkáni tevékenysége során keletkező pirittelérek, jelentős méretű kalcittelérek és barittelérek alapjául szolgálhattak.

Feltételezhetően az említett breccsa-, boxwork- és telérzónában kezdett el kialakulni a Sátorkőpusztai-barlang ma ismert zónájában az első üregszakasz, a ma ismertnél valamivel nagyobb mélységben. Az üregrendszer később felszakadhatott a terület egy kiemelkedési fázisa során, s így preformálódhatott a felszakadás tetejében a barlang Benedek Endre-terme, ahol az oldási folyamatok csak kis mértékben folytatódtak a telérek közötti mészkövet kioldva, a kalcitereket kipreparálva. (A felszakadás során keletkezett omlásos anyag alkothatja a terem jelenlegi aljzatát.) Később a tektonikus emelkedés következtében a Strázsa-hegy és az ismert üregrészek a karsztvízszintnél magasabbra kerültek. Közben, vagy ezt követően szürke agyag mosódott be a Benedek Endre-terembe – vizsgálati eredmények híján, de a környezet földtani felépítése alapján áthalmazott oligocén agyag lehet – s az alatta levő résekbe, üregekbe. Az oldalfalakon levő tanúrétegek, üledékszínlők alapján a kitöltés néhol a terem tetőzónáját is elérte, s csak később süllyedt meg a szivárgó vizek kimosása hatására. A megsüllyedt agyagos üledékre elsőként cseppkő jellegű vörös kalcit vált ki a terem ENy-i részében. Ezt követően az üledék teljes felületét bevonó, nagyrészt dolomit anyagú szürke rétegek rakódtak le, 2–10

cm vastagságban. A lerakódást követően a csepegő-szivárgó vizek intenzitása átmenetileg lényegesen lecsökkent, a rétegek kiszáradtak, felrepedeztek. Ezen időszak után következett be a falakat bevonó borsókó kiválása. Ezt követően kezdődött meg a feláramló pára hatására az első gömbüstök és gömbfülkék kialakulása kondenzvíz korróziós oldás során. Ezután újabb borsókóvesedés, és az ezeket borító gipszkiválások – kérgek, oszlopok – képződése következett. Utóbbiak képződését a cseppkövekhez hasonló módon képzelhetjük el. A gipsz alapanyaga pirit volt. A szulfát kis részben a fedő homokkő gélpirittjéből (a lencsehegyi széntelepes összlet vizsgálata során kiderült, hogy a pirittartalom helyenként az 5%-ot is eléri.), nagyrészt azonban a hévizes telérririt anyagából származhatott. A pirit a terület, illetve a barlangot magába foglaló köztetőmb karsztvízszint fölé emelkedése után limonitosodhatott s válhatott az anyaga a gipszkiválás alapjává.

A gipszkérgek vastagsága lefelé fokozatosan nő, a terem alsó szintjében helyenként 15 cm is mérhető. Olykor akár 50% kalcium-karbonátot tartalmaz, ami a két ásvány egyidejű kiválására utal. Egyes gipszcseppkövekben is kimutatható a kalcit-tartalom, helyenként ezek rétegszerűen következnek egymásra. Fentiek alapján mindenképpen kénsavas és hidrogén-karbonátos oldás egyidejű működése valószínűsíthető a barlang feletti kőzetben, de ez kis mértékű volt. Érdekeség, hogy a gipsz vagy a szálkőfalra, vagy a borsókóvekre települ, utóbbiak esetében mindig 1–5 cm-es hézag található, a két kiválástípus között. Egyes nagyobb gipszcseppkövek tövében és a gipszoszlopok belsejében erősen porózus szerkezetű, karbonátos anyag utal a megelőző karbonátkiválásra, ami esetleg cseppkő is lehetett, de a kénsavas víz oldotta. LEÉL-ŐSSY Sz. szóbeli közlése alapján egy ponton a borsókó kora izotóp vizsgálatok alapján 50 000 év körüli. Ezt támaszthatja alá, hogy a gipsz igen intenzíven növekvő ásvány, gondoljunk csak a szénbányák meddőhányóinak felületén képződő kis kristálycsoportokra.

Újabb fázisban keletkeztek a drapp színű cseppkőkérgék, melyek a Ferde-terem zónájában ismertek. Ennek képződését követte a magasabb szintek gömbfülke rendszerének további kialakulása, újabbak keletkezése a langyos, CO₂ tartalmú levegő feláramlása következtében ugyancsak kondenzvíz-korrózióval. A gipszképződmények gömbfülkékben való hiánya, illetve a Benedek Endre-teremben az idősebb gömbfülkék gipszkérgének visszaoldottsága igazolja. A több fázist a köztes cseppkőképződés, borsókó kiválás, illetve a cseppkövek és borsókóvegek feláramlási csatornákkal való metsződése, visszaoldódása bizonyítja.

A barlang Benedek Endre-termében a lejárati acéllétra mellett ismert héjas szerkezetű karbonátanyagú oszlopok keletkezését a szivárgó vizeknek tulajdoníthatjuk. Anyaguk a felettük elhelyezkedő gömbfülkék kioldódása során oldatba kerülő kalcium-karbonátból keletkezhetett. A legutolsó fázisban keletkezettek a Ferde-terem borsókóves cseppkőképződményei.

A barlang életében sajnos igen jelentős volt a felfedezést követő 10 éven belüli barbár pusztítás, ami a képződmények 80%-át érintette. Szerencsére ha nem is kis munka és odafigyelés árán, de a védelem megoldottnak tűnik. Remélhetőleg a területen még sikerül a felfedezéskorhoz hasonló, képződményekkel ékesített járatokat felfedezni, erre a földtani felépítés és a területen ismert egyéb karszt-objektumok alapján az elvi lehetőség megalapozott.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni a Benedek Endre Barlangkutató és Természetvédő Egyesület tagjainak (LIEBER Tamás, SZILVAY Péter és BARNÁ József), hogy lehetőséget teremtettek a kutatáshoz, melyet helyszíni részvételükkel is segítettek RABITOVSKÝ Alicával együtt.

Irodalom — References

- JAKUCS L. 1948: A hévforrásos barlangkeletkezés. – *Hidrológiai Közöny* 28/1–4, 53–58.
- JAKUCS L. 1959: Felfedező utakon a föld alatt. – Gondolat Kiadó, Budapest, 63–78.
- JAKUCS L. & KESSLER H. 1962: A barlangok világa. – Sport Kiadó, Budapest, 223–226.
- KOCH S. 1985: Magyarország ásványai. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 496–497.
- KORDOS L. 1984: Magyarország barlangjai. – Gondolat Kiadó, Budapest, 217–218.
- KORPÁS L. 1998: Magyarázó a Börzsöny és a Visegrádi-hegység földtani térképéhez. 1:50000. – MÁFI Kiadvány, Bp. 216 p.
- KOVÁCS J. & MÜLLER P. 1981: A Budai-hegység hévizes tevékenységének kialakulása és nyomai. – *Karszt- és Barlang* 1980/II, 93–98.
- MIKSA M. 1955: A sátoorkőpusztai kalcitok. – *Földtani Közöny* 85, 474–475.
- NAGY G. 1964a: A Dorogi-medence K-i peremének hegység szerkezeti képe. – *MÁFI Évi jelentés az 1961-ről*. I. rész. 183–194.
- NAGY G. 1964b: A Dorogi-medence K-i peremének földtani felépítése. – *MÁFI Évi Jelentés 1962-ről*, 315–321.
- NAGY G. 1966: A Dorog-Esztergom-vidéki paleogén terület szerkezeti helyzete. – *MÁFI Évi Jelentés 1964-ről*, 301–312.
- NAGY G. 1982: A Pilis-hegység ÉNy-i részének szerkezetföldtani sajátosságai és a Lencse-hegyi karsztvízvédelem. – *Földtani Közöny* 112, 129–142.
- NAGY G., SIPOSS Z. 1969: A Dorogi-medence földtani térképe. 10000-es térképsorozat. Készítők: MÁFI kiadvány.
- NÁDOR A. 1991: A Budai-hegység paleo-karsztjelenségei és fejlődéstörténetük. – Egyetemi doktori értekezés. Kézirat.
- SÁSDI L. 1995: Jelentés az 1994-ben végzett egyéni barlangkutató munkámról. A Pilis karsztfejlődésére vonatkozó vizsgálataim összefoglalása. – kézirat, MKBT Ad., 25 p.
- SÁSDI L. 2000: A Pilis karsztjának fejlődéstörténete. – Berzsenyi Dániel Főiskola Tudományos Közleményei. Alkalmi Kiadvány, 77–93.
- SÁSDI L. 2002: Gázbuborékok szerepe a barlangok kialakításában. – MKBT Szakmai Napok, Esztergom, 2001. október 11–13, Alkalmi Kiadvány, 63–77.
- SZALAI T. 1947: Igazgatói jelentés az 1946. évről. – *MÁFI Évi Jelentés 1947* p. 27.
- TAKÁCSNÉ BOLNER K. 2003: A Sátorkő-pusztai-barlang. – SZÉKELY K. (szerk.): Magyarország fokozottan védett barlangjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 304–306.
- VERESS M., ZENTAI Z., BAUER N. 2005: Paleokarrok a dorogi Strázsza-hegyen – *Karszt és Barlang* 2000–2001, 51–62.
- VENKOVITS I. 1946: A Sátorkőpusztai-barlang. – Az 1946 nov. 6-án a Földtani Társulat előadóiülésén elhangzott előadás kézirat.
- VENKOVITS I. 1951: Levél az Országos Természetvédelmi Tanács Titkárságának. – Kézirat, BTI Adattár.
- Kézirt beérkezett: 2006. 01. 11.