

Nyugat-magyarországi Egyetem  
Természettudományi Kar

Földrajz és Környezettudományi Intézet  
Természetföldrajzi Tanszék

## A Pilis hegység termálkarsztos folyamatai

Tudományos Diákköri Dolgozat



Készítette: **Récsi András**  
Geográfus, II. évfolyam

Témavezető:  
Dr. Benkó Zsolt, főiskolai docens



Szombathely  
2011



## Tartalom

I.	Bevezetés, célkitűzés .....	4
II.	Földtani háttér.....	6
A.	A Pilis ÉNy-i felének földtani felépítése.....	6
B.	A Pilis és a Budai-hegység hidrotermális képződményei.....	8
III.	Kutatási módszerek, az eredmények értelmezése .....	10
IV.	Eredmények .....	11
A.	Terepi megfigyelések.....	11
1.	Nagy- Strázsa- hegyi nagy- és kis kőfejtő.....	11
2.	Pilisjászfalui kőfejtő.....	16
B.	Laboratóriumi vizsgálatok.....	21
1.	Kristálymorfológia.....	21
V.	Az eredmények értelmezése.....	33
VI.	Összefoglalás.....	36
VII.	Köszönetnyilvánítás.....	37
VIII.	Irodalomjegyzék.....	38

## Absztrakt

A Pilis-hegységben ismert hidrotermás ásványkiválások és barlangok már régóta a kutatások célpontját képezik. Ilyen képződmény a vöröskalcit, a fehér-és sárgakalcit, barit, kitöltött paleokarsztos üregek és barlangok. A Pilisből ismert ásványok és ásványparagenezisek nagyon hasonlók a Budai-hegységben megismert képződményekhez, így felmerül a két terület képződményeinek képződésbeli rokonsága. A Budai-hegységben (Győri, 2009, Poros et al., 2010, Eröss, 2010) a legmodernebb kutatások a hidrotermás és a karsztos folyamatok idő és térbeli kapcsolatát mutatták ki.

Dolgozatom célja, hogy az ásványtani és szerkezetföldtani viszonyok összehasonlításával megvizsgáljam a Budai-hegységben felállított modell alkalmazhatóságát a Pilis-hegység ÉNy-részének esetében.

Három kőfejtőt vizsgáltunk meg a Nagy-Strázsa-hegyi kis-és nagy kőfejtőket és a Pilisjászfalui kőfejtőt. A vizsgálati módszerem terepen az erek, telérek, vetők és kőzetátalakulások ásványtani és szerkezetföldtani vizsgálata, majd ezek alapján a telérek, barlangok képződésnek idő és térbeli kialakulásnak meghatározása volt. Laboratóriumban mikroszkóp alatt petrográfia vizsgálatot végeztem a telérek az ásványok morfológiájának, kiválási sorrendjének pontosításra.

Az eredmények ásványtani szempontból megegyeznek, szerkezetföldtani szempontból pedig eltérnek a Budai-hegységben megismert eredményektől. Karsztosodás a területen paleo- és recens karsztos üregek és azok kitöltése alapján a krétában, a kora-paleogénben, az oligocénben és a miocén után történt a területen. Telérképződés és ásványkiválás egyértelműen a krétában vörös kalcittelérek formájában, a késő-miocénben vasoxid – kalcit - barittelérek formájában és a miocén utáni kiemelkedéséhez és üregképződéshez kapcsolódóan borsókövek formájában történt.

## I. Bevezetés, célkitűzés

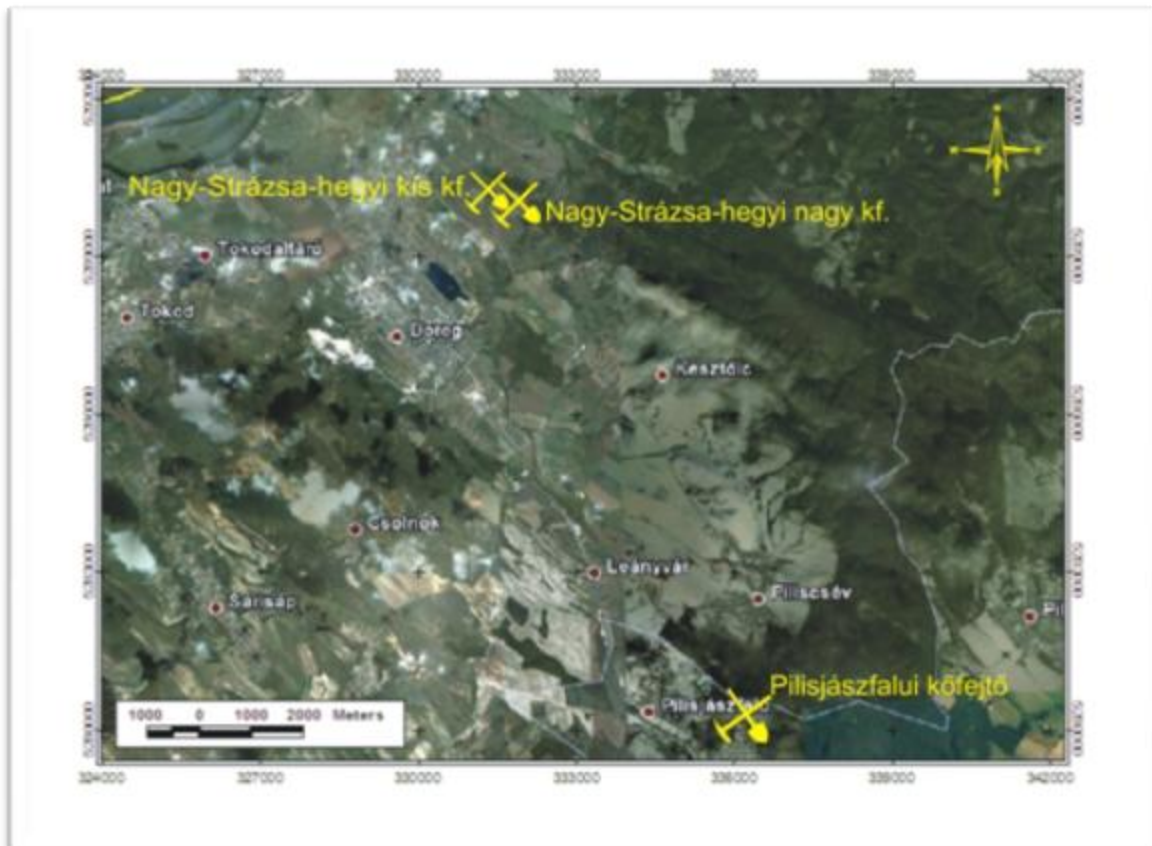
A Budai-hegység termálkarsztjainak vizsgálata nagyon hosszú időre nyúlik vissza, hiszen a fővárosban számos paleo- és recens karsztosodási és barlangfejlődési folyamatot lehet megfigyelni. Ezen kutatások eredménye egy mára széles körben elfogadott hidrogeológiai modell, amely minden további kutatásnak az alapját képezi. Ugyanilyen régre nyúlik vissza a Budai-hegységben található hidrotermás képződmények, elsősorban ásványtani és szerkezetföldtani vizsgálata is. A termálkarsztos és a hidrotermás folyamatok kapcsolatának felismerése és kapcsolatrendszerük leírása, ugyanakkor az utóbbi évek aktív, modern (folyadékzárvány mikrotermometriai és geokémiai, ásványtani, stabilizotópos, hidrogeológiai) módszerekkel folytatott kutatásainak az eredménye (Győri, 2009; Poros et al. 2010, Erőss, 2010). A fejlődés nem csak az újfajta módszereknek, hanem az újfajta szemléletnek is az eredménye: az új modellben az ásványtani, geokémiai és hidrogeológiai eredmények együttesen kerülnek értelmezésre.

A legújabb kutatások ugyanakkor elsősorban a Budai-hegységre és a Pilis-hegység DK-i felének karsztos-hidrotermás-diagenetikus folyamataira fókuszálnak. A Pilis-hegység ÉNy-i felében bár recens termálkarsztos nem, csak hideg karsztos folyamatok figyelhetők meg, a hidrotermás képződmények ásványtani szempontból rendkívüli hasonlatosságot mutatnak a Budai-hegységben megismert hidrotermás képződményekkel. A barlangok száma sem kisebb, jelenleg is számos új barlang áll térképezés és feltárás alatt.

A Budai-hegységben megismert klasszikus és az utóbbi években továbbfejlesztett hidrogeológiai-paleohidrogeológiai modell alkalmazása a Pilis-hegység ÉNy-i felében feltételezésem szerint már nem vagy csak részben alkalmazható. A hidrotermás képződményeket létrehozó forróvizes oldatáramlás hőhatója a Budai-hegységgel szemben nem csak az Alföld alatt megismert magas geotermikus gradiens lehet, hanem a hegységtől ÉK-re található miocén magmás vonulat, a Visegrádi-hegység vagy a Pilstől ÉNy-ra található kisebb medence, a Dorogi-medence felől történő feláramlás.

A Pilis ÉNy-i felének legizgalmasabb képződménye a Sátorkőpusztai-kristálybarlang, amelyet az elmúlt években is számtalan szempontból (ásványtani, speleológiai) szempontból kutattak. A barlanggal foglalkozó irodalom is igen jelentős, 2010-ben egy teljes könyv jelent meg (Sásdi, 2010), amely elsősorban a barlang speleológiai és kutatástörténeti jellegű kutatásával foglalkozik. A barlang érdekességét és jelentőségét a barlangban található nagy mennyiségű gipszkiválás adja. Ez a változatos és gyönyörű kiválás cseppkövek és bevonatok formájában az egész barlangban megtalálható, képződése (azaz a kén eredete) ugyanakkor

mind a mai napig nem tisztázott. A kén forrásának meghatározása véleményem szerint kulcsfontosságú a valamikori karsztosodást előidéző oldatáramlások nyomozásában. Hosszabbtávú célom tehát ennek a barlangnak a kutatása és a gipszet alkotó kén eredetének meghatározása. A kutatás első lépésében, azaz ebben a dolgozatban, ugyanakkor elsősorban a felszínen megfigyelhető hidrotermás képződmények ásványtani és szerkezetföldtani valamint a felszínen található paleokarsztos folyamatok megismerése, valamint a terület szerkezetföldtanának megismerése volt a célom.



**1. ábra** A vizsgált kőfejtők földrajzi elhelyezkedése

A jelen dolgozatban ezért három kőfejtő, a Nagy-Strázsa-hegy két kőfejtőjének és a Strázsa-hegytől kicsit távolabb található Pilisjászfalui kőfejtő (1. ábra) hidrotermás képződményeinek ásványtani és szerkezetföldtani vizsgálatát mutatom be. A megismert folyamatok alapján kísérletet teszek a terület fejlődéstörténetének felállítására, elsősorban a hidrotermás képződmények szempontjából. A Budai-hegységben megismert modellel való rokonságra/rokoníthatóságra a hidrotermás képződmények ásványmorfológiai, paragenetikus és szerkezetföldtani jellegzetességei alapján próbálok következtetni.

## II. Földtani háttér

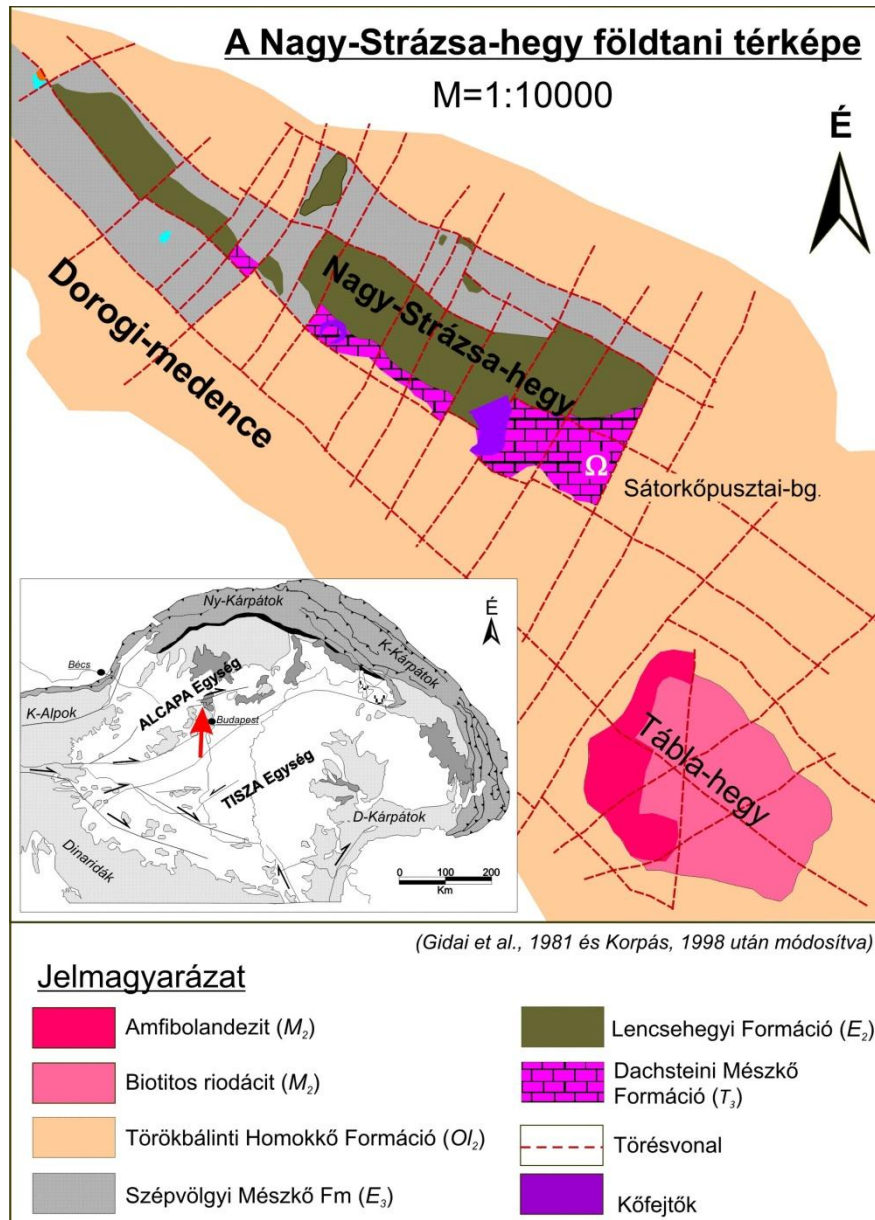
### A. A Pilis ÉNy-i felének földtani felépítése

A Pilis hegység a Kárpát-medence közepén, a Dunántúli-középhegység ÉK-i felében a Gerecse és a Visegrádi hegység-közti területen helyezkedik el. Lemeztektonikai szempontból a Pannon medence északi felét alkotó ALCAPA lemez középső részén található (2. ábra).

A terület legidősebb földtani képződménye a Lofer ciklusos felső-triász Dachsteini Mészke Formáció. A Sátorkőpusztai-barlang is ennek karsztosodásával képződött. Fiaatalabb jura képződmények csak Keszölcstől É-ra az Öregszirten (Hierlatz Mészke Formáció, Pálhálási Mészke Formáció, Szentivánhegyi Mészke) és az Esztergom 61. és 80. számú fúrásban fordulnak elő. Kréta kőzetek legközelebb a Gerecsében találhatóak. A Strázsa-hegy (és általában a Pilis vonulat) a kréta hegységképződési folyamatok során kiemelt terület volt és néhány kis foltot leszámítva a triászig visszapusztult. A területet a transzgresszió a középső-eocénben érte el DNy-i irányból (Korpás, 1998). Először édes-csökent sósvízi képződmények (Lencsehegyi Formáció) rakódtak le majd a tengervízszint növekedésével márga (Csolnoki Márga Formáció), homokkő, kovás homokkő (Tokodi Formáció) végül nummuliteszes mészke (Szépvölgyi Mészke Formáció) képződött. A felsorolt középső-felső-eocén üledéksorozat a Dorogi-medencében fejlődött ki legtökéletesebben. A Strázsa-hegy tetején erősen kovásodott, helyenként limonitosodott homokkő és ennek fedőjében nummuliteszes homokkő roncsait lehet megtalálni (Sásdi, 2006). A Pilisjászfalui kőfejtőben ugyanakkor a teljes eocén rétegsor hiányzik.

Az oligocén elején, az infraoligocén denudációnak köszönhetően a területen az eocén rétegsor és részben a triász karbonátok is visszapusztultak. A oligocén kiscelli emeletében a terület ismét süllyedt, de ezúttal ÉNy-felől érte el a transzgresszió (Haas, 2001). A transzgresszió eredményeképpen egy tengerparti abráziós képződmény jött létre, a Hárshegyi Homokkő Formáció, amely az egi emeletben üledékfolytonosan megy át a Törökbálinti Homokkő Formációba. A Strázsa-hegyen ezek a képződmények nem, csak a hegy két oldalán, tőle ÉK-re és DNy-ra találhatóak meg, Hárshegyi Homokkő csak a Pilisjászfalui kőfejtő fedőjében található meg. A Strázsa-hegytől DK-re egy vulkáni centrum ismert (Tábla-hegy), amelynek ÉNy-i fele biotitandezites kőzettani összetételű és a 2. ábra szerint eocén korú, míg DK-i fele riódácitos kőzettani összetételű és késő-oligocén kora-miocén korú.





2.ábra A Strázsa-hegy és környezetének földtani térképe

A terület modern (Korpás, 1998) és a Kárpát-medence korszerű irodalmának ismeretében azonban eocén korú magmatizmus a területen nem valószínűsíthető. A Pilistől ÉK-re található Visegrádi-hegység-Börzsöny komplex vulkáni szerkezet és a Tábla-hegy (2. ábra) a középső miocénben képződött (15,2-14,5 Ma; Korpás & Lang, 1993). A vizsgált területen fiatalabb miocén üledékek nem ismertek. Mivel a hegységtől ÉK-re és DNy-ra lévő területek medenceterületek voltak a miocén során, a Pilis vonulatának is medencének kellett lennie. A nagy vastagságú üledék azonban a késő miocén során a Pannon –medence inverziójához köthetően lepusztult. Pannon üledékek legközelebb Úny térségében fordulnak elő, az oligocén üledékekre közvetlenül pleisztocén kavicsos-homokos üledékek települnek.

A Strázsa-hegy területére jellemző szerkezeti irányok a szerkezetföldtani térképtől olvashatók le legkiválóbban (2.ábra). A területre két, egymásra merőleges törérendszer jellemző, az egyik a Pilis vonulatával párhuzamos ÉNy-DK csapású vető és az erre merőleges ÉK-DNy csapású vetők.

## **B. A Pilis és a Budai-hegység hidrotermális képződményei**

A Budai-hegységben a telérkitöltő hidrotermális képződmények régóta ismertek és intenzíven kutatottak. Leggyakoribb ásvány a telérekben a változatos megjelenésű kalcit, a barit, a fluorit, a gipsz, a markazit, a goethit, a pirit és a limonit. Az ezekkel kapcsolatos irodalmi összefoglaló Györi (2009) szakdolgozatában olvasható. A hidrotermális képződmények képződését korábban egységesen utóvulkáni működéshez kapcsolták, különbség csak abban volt, hogy a kicsit távolabbi, Velencei-hegységi eocén-oligocén korú magmás tevékenységhez (Schafarzik, 1921; Báldi & Nagymarosy, 1976) vagy a közelebbi Visegrádi-hegységi miocén korú magmás (Schréter, 1912; Jakucs, 1948; Kovács & Müller, 1980) tevékenységhez kössék. A legújabb kutatások (Gál et al. 2008) alapján a Budai-hegységben valóban számolni lehet paleogén hidrotermális tevékenységgel, amihez a Hárshegyi Homokkő kovásodása és repedésekben a barit kiválása kapcsolódott. A fiatalabb neogén hidrotermális tevékenység ezzel szemben egy komplexebb regionális oldatáramlás eredménye, amelyben a Dunántúli-középhegység felől ÉK felé áramló majd felmelegedő karsztos eredetű oldatok keverednek az Alföld felől feláramló kompressziós eredetű magas kénhidrogén és szénhidrogén tartalmú oldatokkal (Poros et al. 2010).

A Pilis hegységben legidősebbnek tekintett képződmény a kréta korú, vörös színű kalcittelérek, amelyek mind a Pilisjászfalui, mind a Strázsa-hegyi kőfejtőkben fellelhetőek. A kalcitok képződését (Demény et al. 1997; Kerckmár, 2002; Gál-Sólymos et al. 2004 valamint Siklósy et al. 2006) kréta korúnak tartják és a Dunántúli-középhegységben számos helyről is ismert lamprofiros magmás tevékenységgel hozzák összefüggésbe.

Bár a Pilisben a kalcit és barit és egyéb hidrotermális előfordulások száma nem kisebb a Budai-hegységénél, a velük foglalkozó szakirodalom (Erdélyi, 1960; Erdélyi et al. 1960, Miksa, 1955; Sásdi, 2006; 2002, Vojnits & Nagy, 2005) száma már jóval kisebb.

A Strázsa-hegyen és a benne található Sátorkőpusztai-barlang hidrotermális ásványainak és karsztjának fejlődését Sásdi (2002, 2006), Vojnits & Nagy (2005) és Veress et al. (2005) alapján az alábbiakban foglalom össze.



Sásdi (2006) szerint a terület először a krétában került felszínre, ekkor jöttek létre a fentebb már említett vörös kalcittelérek, amelyek a barlangban és a Strázsa-hegyi kőfejtőben egy szálkibukkanást leszámítva paleotörmelékként jelennek meg. A krétában és a kora eocénben a terület intenzíven karsztosodott és a terület fedetlen karszterület volt. A karsztüreges képződése ebben az időszakban lezálló oldatok oldása eredményének tekinthetőek. A terület az eocén tengerelőöntés során bár egy ideig szárazulat maradt, a felső-eocénre elérte a területet a transzgresszió és a terület fedett karszttá alakult. A korábban kialakult karsztos üregeket a Tokodi Formáció homokköve töltötte ki. A terület az oligocén későbbi részeiben tovább süllyedt és fedett, nyomás alatti karszt jött létre.

A miocén vulkanizmushoz Sásdi (2002) szerint a barlangban a mikro-boxwork szerkezet kialakulása köthető. A breccsa-darabok közti teret kalcit töltötte ki. Véleménye szerint ebben az időszakban jöttek létre az ÉK-DNy-csapású repedések, amelyekben pirit, barit és kalcit vált ki, utóvulkáni működés hatására. A boxwork, telér és breccsazónák kereszteződésben kezdődött a barlang kialakulása a hegység kiemelkedése során. A barlang kiemelkedése során oligocén agyag halmozódott át és mosódott a barlangba, amely azt szinte teljesen kitöltötte. Az agyag kimosódása után kalcit és dolomitrétegek jöttek létre a barlang aljzatában, amelyek az időlegesen lecsökkenő beszivárgás hatására kiszáradtak. Ezt követte a borsókő kiválása majd a gömbfülkék kialakulása kondenzvíz-korrózió hatására. Ezután újabb borsókő kiválás majd a gipsz kiválása következett. A gipszhez a kenet véleménye szerint a Lencsehegyi kőszén több mint 5%-ot meghaladó oxidálódó pirittartalma és a hidrotermás erek pirittartalma szolgáltathatta. Ezt újabb kalcit és gömbfülke képződés követte. Az ásványkiválás borsókő képződéssel fejeződött be.

Vojnits és Nagy (2005) szerint a barlangképződésnek négy fázisa különíthető el, modelljük kissé eltér az előbb vázolttól. Véleményük (és vizsgálataik) szerint a barlang aljában található üledék a mészkő oldási maradéka. Második lépcsőben történt meg a dolomit és dolomit+gipsz kiválása a barlang aljában, amely később kiszáradt és felrepedezett. Utolsó ásványképződési fázis először a gipsz, majd a kalcit és a borsókővek kiválása a barlang falára. A gömbfülkék oldódása aerosolokhoz köthető, amire bizonyíték, hogy a barlangban felfelé csökken a gipsz és a borsókővek mennyisége. Ugyan ők a dolomitban található gipsz kenének eredetét a telérek piritjének oxidálódására vezetik vissza. A gipsz képződését kétgenerációnak tekintik.

### III. Kutatási módszerek, az eredmények értelmezése

A kutatás során elsősorban terepi módszereket használtam. A kőfejtőkben a törések, repedések, ásványosodott telérek dőlésirányának és dőlésszögének meghatározást Freiberg típusú kompasszal végeztem el. A kőzetek meghatározáshoz 10%-os sósavat, kézi nagyítót használtam. A terepi adatokat Fuji Finepix S5700 fényképezőgéppel dokumentáltam. A terepen kimért dőlés-csapás adatokat Stereonett program segítségével ábrázoltam. A kristályformák ábrázolásához WinXMorph nevű programot használtam. A mikroszkópos felvételek Olympus SZX10 típusú binokuláris mikroszkóppal készültek.

Az eredmények értelmezése során két elvet követtem. Célom volt egyrészt az eredményeimet korábbi kutatások eredményeivel összehasonlítani, ehhez Sásdi (2006), Győri (2009) munkáit használtam fel. A regionális folyamatokkal való összevetés céljából és a törések, telérek korának meghatározására egy közvetett módszert alkalmaztam hasonlóan Győri (2009) szakdolgozatához: a törések és telérek iránya alapján megvizsgáltam mely feszültségtérben képződhettek és a lehetséges megoldásokat összehasonlítottam Márton & Fodor (2003) által a Dunántúli-középhegységre publikált szerkezetföldtani adataival.

## IV. Eredmények

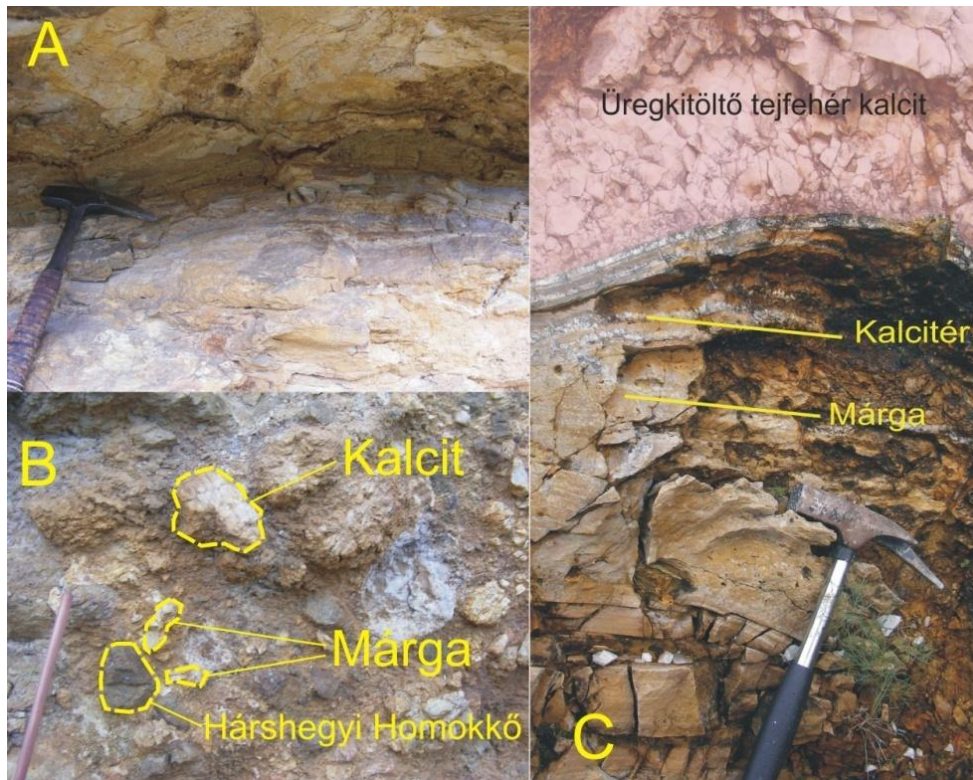
### A. Terepi megfigyelések

#### 1. Nagy- Strázsa- hegyi nagy- és kis kőfejtő

A nagy kőfejtő Dorog község északkeleti határától körülbelül 1-2 km távolságra található a 117.sz úttól keletre (1. ábra). A bányaudvar körülbelül egy 20m x 50m-es terület, a bányafal magassága megközelítőleg 10-12 m. A bányaudvar kizárólag Dachsteini Mészkövet tár fel. A kis kőfejtő megközelíthető ugyan ezen az útvonalon, de a nagy kőfejtőtől ÉNy irányba körülbelül 500 méterre található. A két kőfejtőben található képződmények nem különböznek egymástól, ezért őket egy bekezdés alatt tárgyalom.

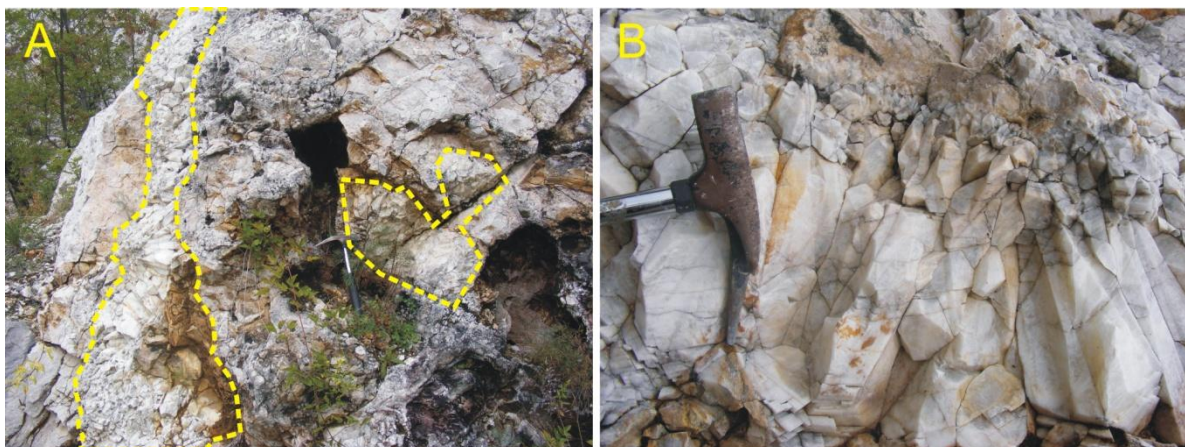
##### *a) Paleokarsztos üregek*

Kisebb-nagyobb paleokarsztos üregkitöltés (akár 3-4 m átmérőjű) nagy számban található a két kőfejtőben. Az üregek lehetnek teljesen, vagy részben kitöltöttek. A legnagyobb, teljesen kitöltött üreg a Kis kőfejtő ÉNy-i végében ismerhető fel. A kitöltő anyag rendkívül változatos. A klaszrok között megtalálunk durva kavicsot és konglomerátum-homokkő kavicsokat (3/A ábra). Ezek feltételezhetően a Hárshégyi Homokkőből származnak. Márga, mészkő breccsadarabok kisebb számban voltak jelen, ezek feltételezhetően eocén korúak. A kőzettörmelék mellett kalcittelér törmelékek is felismerhetőek voltak. A durva, osztályozatlan breccsa kötőanyaga finom, sárga színű, meszes agyag, márga. A kitöltés alsó része rétegzetlen, felfelé, a szemcseméret finomodásával üledékes szerkezetek (párhuzamos és keresztrétegzés) is megjelennek (3/B ábra). A finomodó szemcseméretű üregkitöltő anyag márgás-agyagos összetételű. A rétegzéssel párhuzamosan gyakran vastag (5-10 cm) fehér kalcittelérek találhatóak (3/C ábra). Hasonló, közel, horizontális, a paleokarsztos kitöltések rétegeivel párhuzamos kalcittelérek a Budai-hegységben Győri (2009) is beszámol, ő ezeket a paleokarsztos üregeket eocénnek határozta. A kőfejtőkben található üregkitöltések korát Sásdi (2006) szintén eocénnek határozta ősmaradványok alapján. Figyelembe véve, hogy az üregkitöltésben oligocén homokkő és a Budai-hegységi analógiák alapján feltételelesen miocén korú kalcittelérek is megtalálhatóak, továbbá hogy a terület a miocén végéig fedett terület volt, a kitöltés csak a hegység fiatal (késő-miocéntől kezdődő) kiemelkedése során jöhetett létre.



**3. ábra** Durva breccsás üregkitöltés (A), finom réteges márgás-agyagos üledékköltés (B) és réteggéssel párhuzamos kalcittelérek (C) a Strásza-hegyi kis kőfejtő paleokarsztos üregeiben

Olyan üregkitöltést, amelyben a Sásdi (2006) által eocénnek határozott üregkitöltés egyértelműen meghatározható lenne, nem találtam a területen. Ha az üregkitöltés valóban ennyire fiatal, akkor viszont a réteggéssel párhuzamos kalcittelérek kora igényel további vizsgálatokat. A kérdés megválaszolására a klaszrok és a mátrix tovább közettani-öslénytani vizsgálata adhat választ.



**4. ábra** Tejfehér óriáskalcittal kitöltött paleokarsztos kitöltés a Strásza-hegyi nagy kőfejtőben



A paleokarsztos kitöltések egy másik csoportjának a tisztán kalcittal kitöltött szabálytalan alakú, akár méteres nagyságú oldási üregeket tekintem (4/A ábra). Ezekből egyet sikerült megfigyelni a nagyobbik kőfejtő középső részén. Az üregkitöltő kalcitok tejfehérek voltak, és akár 20-30 cm méretű egykristályok. Ahol nem volt teljes az üregkitöltés, ott a hosszúkás kalcitok az üreg belseje felé romboéderlapokkal határoltak (4/B ábra). Az üreg egyik fele teljesen kitöltött volt az óriás kalcitkristályokkal, míg másik felében egy kisebb üreg maradt fenn.

### ***b) Erezések, telérek***

A kőfejtőkben a telérek igen nagy számban vannak jelen és a paleokarsztos üregkitöltéseket leszámítva mindig közel függőlegesek. A telérek vastagsága igen változó, 0-5 mm-től 5-6 cm-ig terjed. A kalcittelérek és a mellékkőzet (mészkö) kontaktusa éles, a mészkőben kőzetátalakulást a telérek mentén nem láttam. A telérek gyakran nyíltak és a telérkitöltő ásványok fennőttek. A telérek néhol elválnak a mellékkőzettől, gyakran jól láthatóan későbbi szerkezetföldtani mozgások hatására.

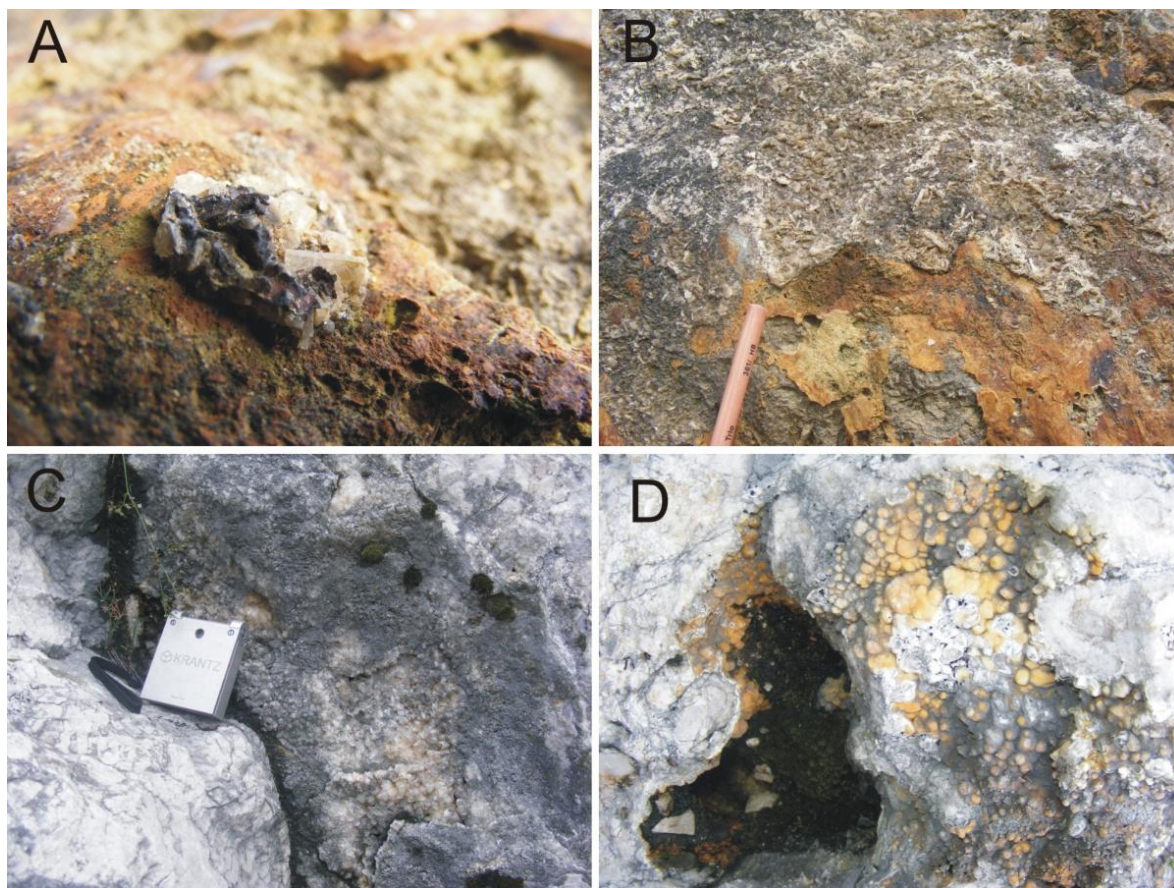
A telérek kitöltésekre négy ásvány jellemző: a kalcit, a barit, a limonit és a borsókő. Ha megjelenik, akkor mindig a limonit az első az ásványparagenezisben. Második ásvány a kalcit, megjelenése nagyon változatos. Ebben a kőfejtőben sárga- és fehérkalcitot találtam. A fehérkalcit lehet áttetsző illetve tejfehér. Harmadik a barit a kiválási sorrendben: a szabad szemmel is jól látható ásványról megállapítható volt, hogy táblás baritról van szó. Mérete az 1mm-től az 1-2cm-es méretig változó lehet. Egy barittelér esetében a baritkristályok felületén is megjelent egy második generációja a limonitnak. A limonit itt biztosan másodlagos ásvány, pszeudomorfózát alkot korábbi, meghatározhatatlan ércásványok után. Legfiatalabb kiválás a borsókő.

A kőfejtőkben a következő kiválási sorrendeket sikerült megfigyelni:

1. Kalcit (5/C ábra)
2. Kalcit-barit
3. Kalcit-borsókő (5/D ábra)
4. Limonit-kalcit
5. Limonit-barit-(limonit?) (5/A, B ábra)
6. Barit

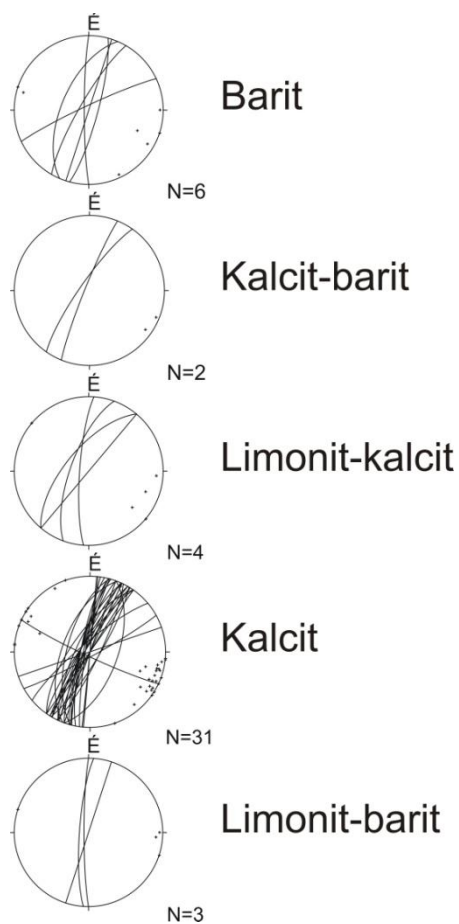
Az ásványosodott telérek egymást illetve a korábban említett tejfehér kalcittal kitöltött paleokarsztos üreget nem metszik át, így relatív korukat nem lehetett meghatározni.





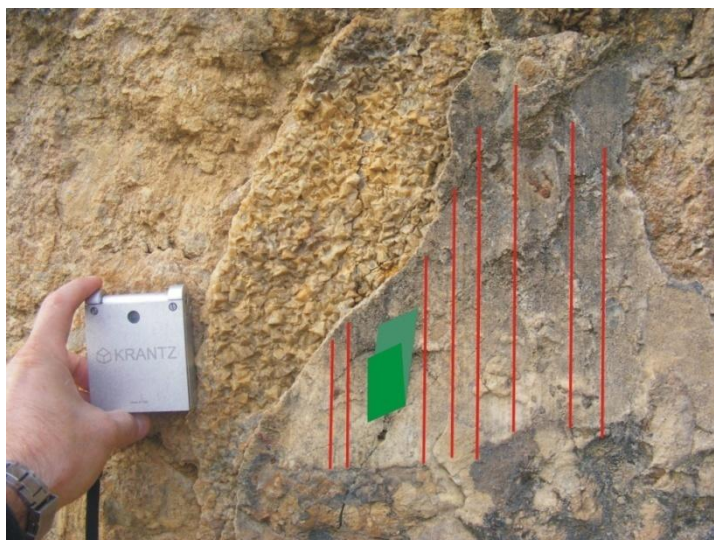
**5. ábra** Különböző ásványparagenezisű telérkitöltések a Strázsa-hegyi kőfejtőben limonit-barit-limonit (A), limonit-barit (B), kalcit (C), kalcit-borsókó (D)

A telérek dőlésirányát és dőlésszögét jól ki lehetett mérni. A felsorolt ásványparagenezisek szerkezetföldtani adatait a 6. ábra mutatja. A kalcit-borsókó teléreket nem ábrázoltam külön, mert a borsókó kiválásokat a legfiatalabb barlangképződési fázishoz és nem szerkezetföldtani eseményhez kötöm.



6. ábra A Strázsa-hegyi kőfejtő teléreinek iránya

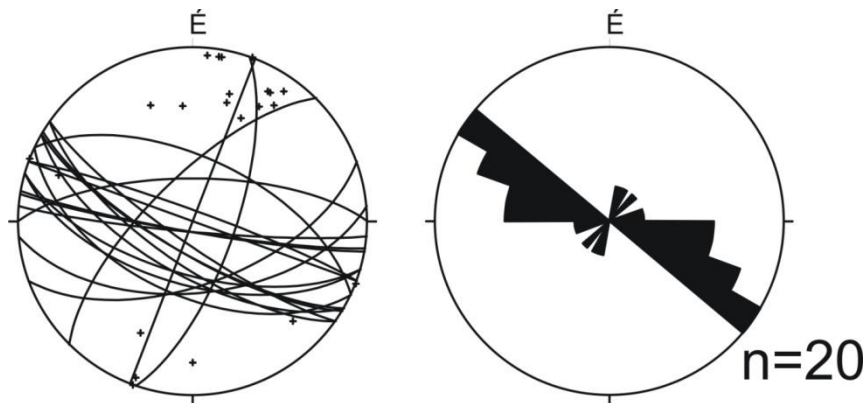
c) *Vetők*



7. ábra Vetőkarcok normálvetőn a Strázsa-hegyen

Telérekkel párhuzamos elmozdulást csak két esetben tudtam megfigyelni (7. ábra), ugyanakkor a vetők többsége merőleges a telérekre, párhuzamos viszont a hegység

csapásával. A vetők felületén a vetőkarcok nagyon szépen megfigyelhetők voltak, pitchet minden esetben tudtam mérni. Az elmozdulások mindig közel vertikálisak voltak, a vetők így minden esetben normálvetők.



**8.ábra** A normálvetők csapásiránya sztereogramon és rózsadiagramon ábrázolva

## 2. Pilisjászfalui kőfejtő

A felhagyott kőfejtő (1. ábra) a 0. szinten kívül még 5 különböző szintre tagolódik. A 0. szinthez egy körülbelül 100m x 50m-es bányaudvar és egy 8-10m-es bányafal tartozik. Ezután szintenként felfelé haladva a bányaudvar kisebbedik, a bányafal mindenhol 5-8 m magas. Itt a Dachsteini Mész-kő Formáción kívül még Hárshegyi Homokkő durva, alig cementált konglomerátumát találtam.

### a) Paleokarsztos üregek

A kőfejtőben a paleokarsztos üregek igen változatos megjelenésűek, de ebben a dolgozatban csak kettő bemutatására vállalkozom.

Az egyik egy nagyon érdekes helyzetben található meg a kőfejtő alsó udvarában (9/A ábra), a kőbánya tetejétől viszonylag nagy távolságban. Egy kisebb üreget egy puha, zsíros tapintású vörös agyag tölt ki, mindenféle látható üledékszerkezet nélkül (9/C ábra). Ősmeradványok szintén nem ismerhetők fel az agyagban. A valamikori felszín és az üreg közti összeköttetés (mélyebb nyílt törés vagy paleokarsztos üregrendszer, hasonló anyaggal kitöltött üregek sora) nem látható a bányában, feltételezhetően a bányászati feltárás következtében. A vörös agyagból mintát vettem és azon röntgen-pordiffrakciós vizsgálat készült.





**9. ábra** Vörös agyaggal kitöltött paleokarsztos kitöltések a Pilisjászfalvi kőfejtőben

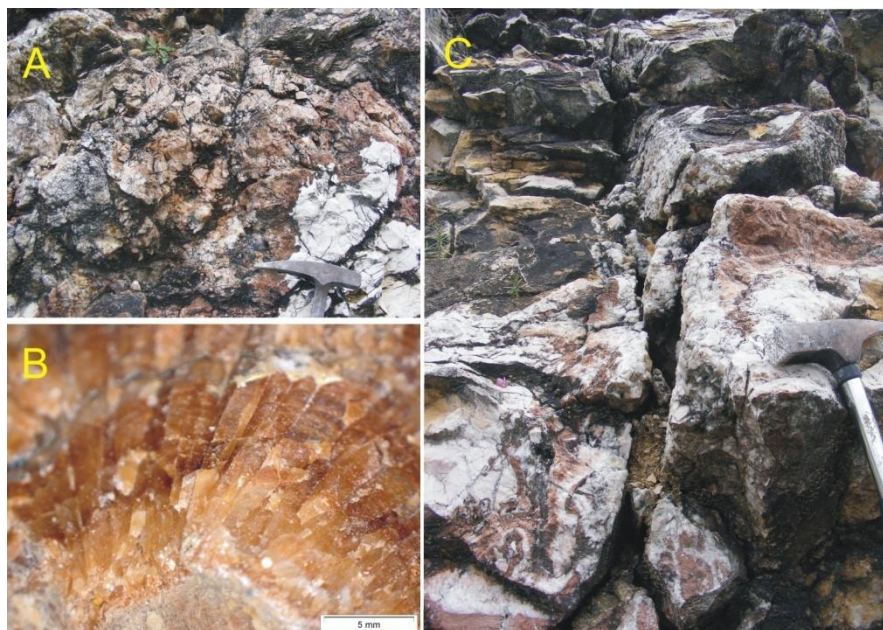
Az üregkitöltések másik típusa nagyon hasonló Strázsa-hegyen megfigyelthez. Az üreget főleg márga, és agyag tölti ki. Az üreg itt szemben a Strázsa-heggyel nem kitöltött. Ásványosodás több formában jelenik meg. Egyrészt a márga rétegeivel közel párhuzamosan, vízszintesen, változón durva pátos, romboéderes vagy szkaloéderes kristályok és vékony tús kristályok váltakozásával. A másik megjelenési mód a barlangi üreg szabálytalan falán fennőtt romboéderes kalcitkristályok. Az üreg oldalában, aljában és tetejében mindent befed a sárgás színű borsókö. A 10. ábrán látható képen az üregkitöltés az aljától a tetejéig a következő: párhuzamosan rétegzett márga - romboéderes kalcit törmelékét tartalmazó mátrixvázú breccsa - vékony márgaréteg - apró tús kalcit-pátos kalcit-borsókö. A törmelékesen megfigyelt kalcitkristályok hasonlóan a Strázsa-hegyi kőfejtőhöz azt jelzik, hogy a barlang fejlődésének több fázisában képződött kalcit.



**10. ábra** Paleokarsztos üregkitöltés a Strázsa-hegyi kőfejtőben

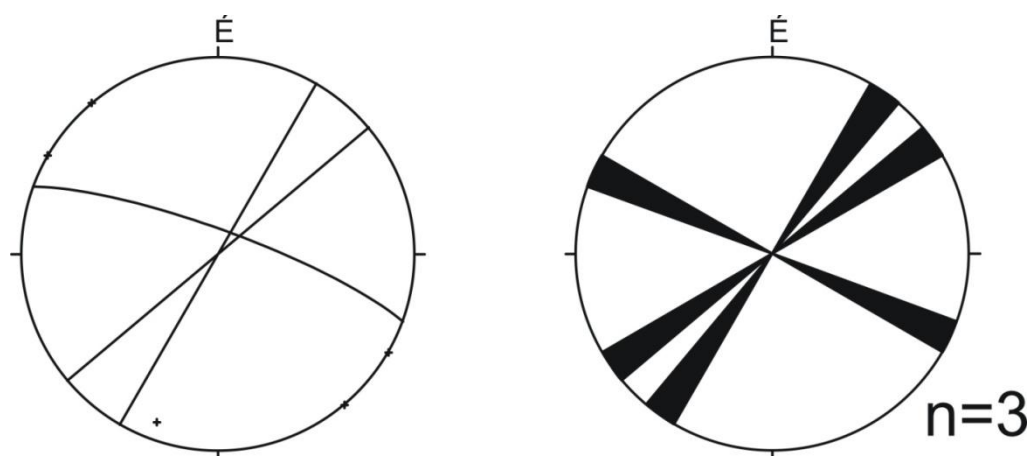
**b) Telérek**

A kőfejtőben kevés helyen, de feltűnően jelennek meg az akár méteres szélességet is elérő vörös kalcit telérek és üregkitöltések (11/A. ábra). Csapásirányt csak kevés esetben lehetett meghatározni, két telér csapása ÉK-DNy-i volt, a harmadiké erre merőleges (12. ábra), így statisztikailag nincs megfelelő számú mérés ahhoz, hogy a telérek jellegzetes csapásirányát megmondhassam. A telérek pereme általában nagyon szabálytalan, de a telérek kontaktusa a mellékkőzettel éles. A telérek szinte mindig teljesen kitöltöttek, bennük üreges részek csak ritkán maradtak. Az üregkitöltő ásványok változóan vörös színűek, leggyakrabban sávozottak, helyenként a vörös színű kiválások ritmikusak (11/B ábra). Általános jellemzőjük, hogy a vörös szín mindig megjelenik, hol gyengébben (az egész halvány rózsaszíntől) az egészen mélyvörösig. A vörös kalcit teléreket és a vörös kalcittal kitöltött paleokarsztos üregeket gyakran metszette át fehér- és sárga kalcittelér (11/C ábra), amiből arra következtettem, hogy a vörös kalcit idősebb képződmény, mint a sárga és a fehér.



**11. ábra** Vöröskalcit kristályok



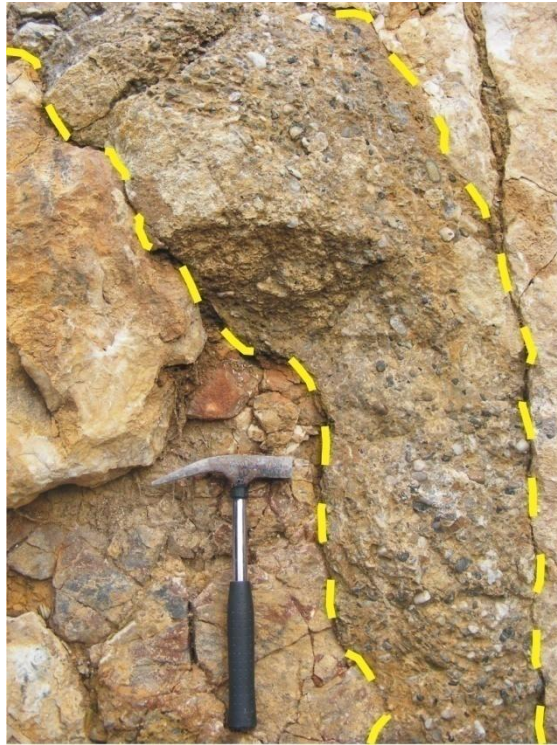


12. ábra Vöröskalcit telérek csapásiránya stereogramon és rózsadiagramon ábrázolva

A kőfejtőben határozott ÉK-DNy-i irányokhoz köthetően fehér-mézsárga színű kalcit és alárendelten kalcit-barit telérek jelennek meg. Ezek érintkezési felülete a mellékkőzettel éles, határukon vasoxidos futtatás, vagy a mellékkőzetben átalakulás nem volt felismerhető. A kalcitok lehetnek sárgák vagy fehérek, ez telérenként változó volt. Kristálymorfológiájukat lásd a következő fejezetben. Határozottan átmetszik az idősebb vörös kalcitteléreket (11.B ábra), illetve egy két esetben megfigyeltem, hogy a vöröskalcit telér közepének felnyílásával jöttek létre. baritot csak egy ponton a kőfejtőben találtam, a barit itt mézsárga kalcitra fennőve jelent meg.

### c) Neptuni „kavicstelér”

A kőfejtő legfelső 5. szintjén egy érdekes képződményt találtam: egy felnyílt vöröskalcit telért durva, gyengén cementált konglomerátum tölt ki (13. ábra). Bár statisztikus mennyiségű kavicsot nem vizsgáltam meg, többségük kvarckavicsnak bizonyult. Figyelembe véve, hogy a Pilisben számos helyen fóltszerűen megmaradt a Hárshegyi Homokkő, az említett kavicsot a Hárshegyi Homokkővel azonosítottam. Számos kérdést felvet a kavicsok megjelenése ilyen neptuni telér formájában. Egyrészt mindenképpen tisztázni kell a kavicsok közettani összetételét, hogy biztosan ki lehessen jelenteni, hogy az a Hárshegyi Homokkő anyaga. Ha valóban az, akkor bizonyíték van arra, hogy a területen az oligocén eleji lepusztulás a triász kőzetekig lehatolt.



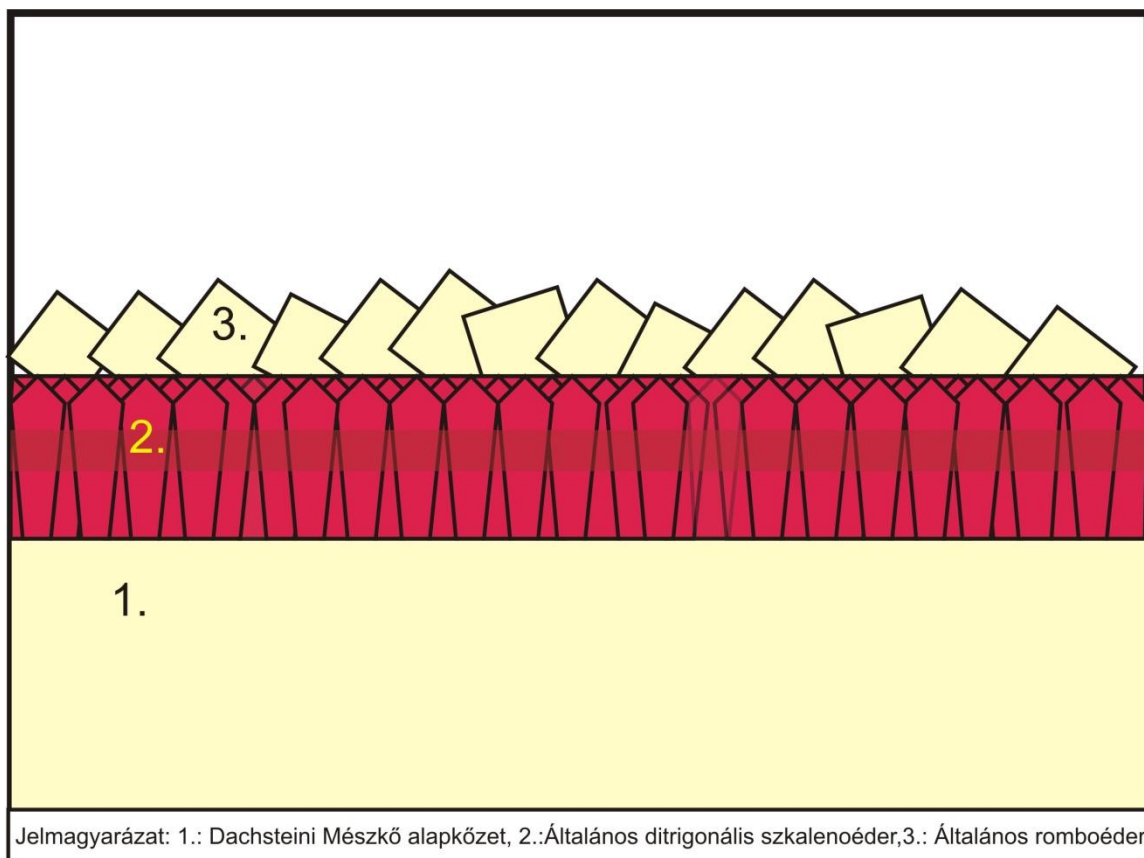
**13. ábra** Konglomerátum, felnyílt vöröskalcit telérben

## B. Laboratóriumi vizsgálatok

### 1. Kristálymorfológia

Ebben a fejezetben ismertetem a begyűjtött mintákon, terepen szabad szemmel, valamint laboratóriumban mikroszkóppal megfigyelt különböző morfológiájú kalcit és barit kristályokat. A legrészletesebb megfigyeléseket a Strázsa-hegyi mintákon tudtam végezni mivel itt találtam legnagyobb mennyiségben olyan mintákat ahol a kristályvégen nem érnek össze. Igyekeztem a lehető legtöbb különböző morfológiájú kalcit illetve barit-kristályt leírni a területen. Mivel a képződmények között nem találtam nagy eltérést a vizsgált kőfejtőkben így a különböző kristályformákat egy-egy mintán mutatom be.

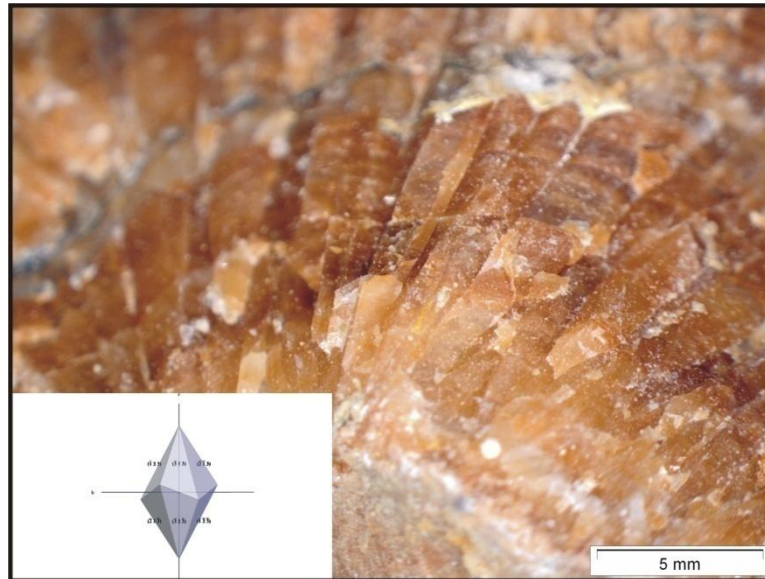
#### a) 1. Vöröskalcit telérek



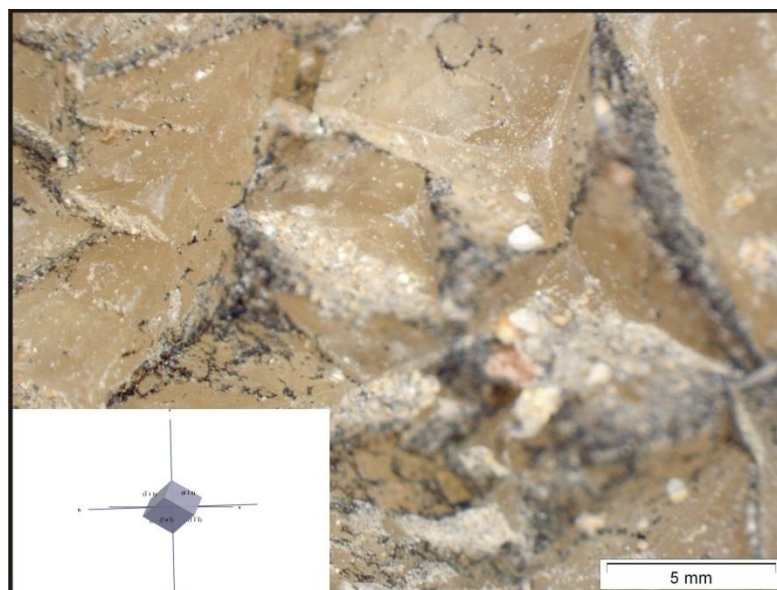
14.ábra A PjF12 jelű minta vázlatos rajza

A vázlatos rajz (14. ábra) a PjF12 jelű mintáról készült, ami a Pilisjászfalui kőfejtőben található. A mintán az ásványparagenezis a következő: kalcit-kalcit. Alapközet és a rajta

kivált kalcit között éles határfelület figyelhető meg. Ezeknek a kristályoknak általános ditrigonális szkaloéder formájuk van (15. ábra). A kristályok c-tengely szerint nyúltak és vörös színűek voltak. Méretük a 0,5 cm-től 7-8 cm-ig változhat, de nem volt ritka a 15-20 cm hosszú kristály sem. Ezeken a kalcitkristályokon találtam meg fennőve a következő romboéder formájú kalcitkristályokat (16. ábra.). Ezek színe fehér volt és a romboéder kristályok élhossza az 1-2 mm-től a 4-5 cm-ig változott. Ezek a kristályformák a legelterjedtebbek a vöröskalcit telérekben.



**15. ábra** Általános ditrigonális szkaloéder

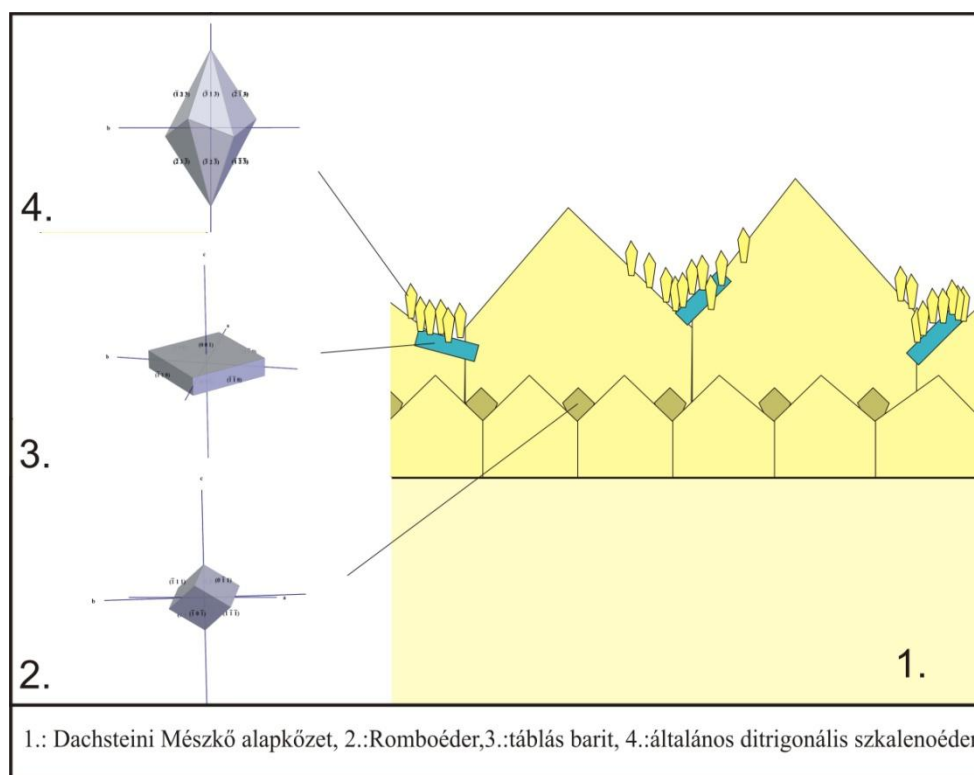


**16. ábra** Romboéder kristályforma

**b) 2. Fehér kalcit, sárga kalcit és barit**

A fehérkalcitok színének esetében befolyásoló tényező volt, hogy az alapkőzeten volt-e vasoxidos kéreg. Ahol volt ott a kalcit áttetsző fehér volt, ahol nem ott tejfehér színű. Amikor volt vasoxidos kéreg az alapkőzeten akkor a kristályok kívülről a telér belseje felé fokozatosan nagyobbodtak, amikor nem volt ilyen kéreg akkor sávonként változott a kristályok nagysága befelé haladva. A sárga kalcitoknál ilyen hatást nem figyeltem meg. A mikroszkópos vizsgálataim alapján négy különböző morfológiájú kalcitkristályt és három különböző morfológiájú barit kristályt különítettem el.

(1) Telérek vasoxidos kéreg nélkül

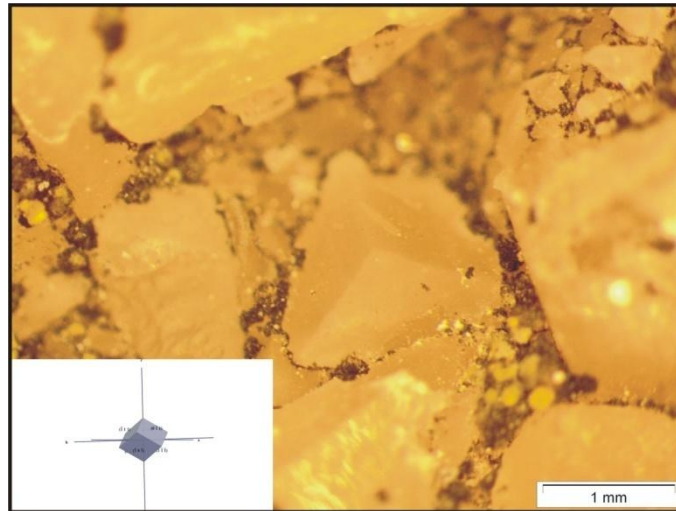


**17. ábra** Az SKPB2/3 jelű minta vázlatos rajza a kalcit és barit kristályokkal feltüntetve

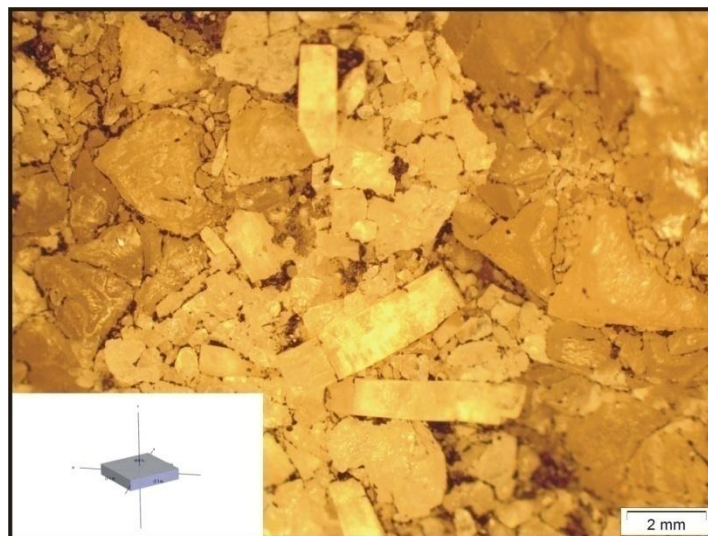
A képen (17. ábra) látható vázlatos rajz az SKPB2/3 jelű mintáról, ami a Nagy-Strázsa-hegyi kis kőfejtőből származik. A mintához tartozó telér dőlés iránya  $300^\circ$  és a dőlésszöge  $80^\circ$ . Ezen a mintán az ásványparagenezis a következő: kalcit-barit-kalcit. Három jellegzetes kristályformát tudtam elkülöníteni. Az alapkőzeten romboédes kalcit (18. ábra) vált ki először. Az ásvány és az alapkőzet között éles határfelület található. A kristályok mérete 1mm-től 1-2cm-ig változhat. Fehér színű, szabályos alakú kristályok jellemzik. Az



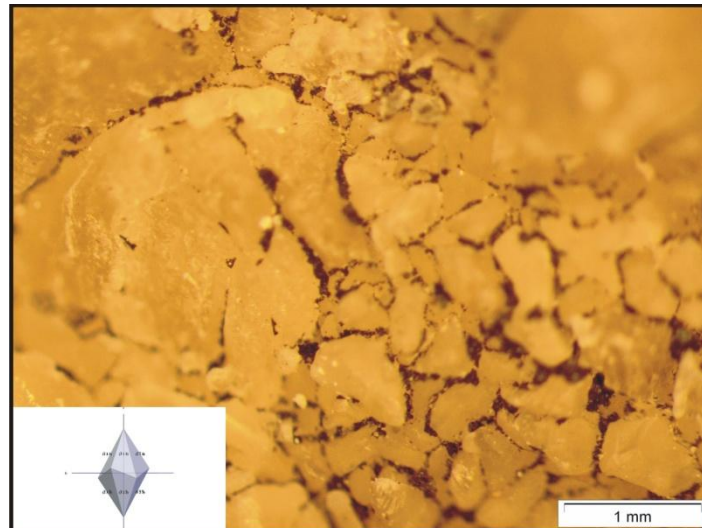
ásványparagenezisben a következő ásvány a táblás barit (19. ábra), ami a kalcitkristályokon fennőve található meg. Az ásvány tejfehér színű, mérete 2 mm-1 cm is lehet. Ez a leggyakoribb kristályformájú barit a területen. A táblás bariton fennőve általános helyzetű szkaloenoéder formájú kalcitot találtam (20. ábra). A kristályok tejfehér színűek és c-tengely szerint nyúltak voltak. Méretük 1 mm és 2 cm között váltakozott. Ez az ásványparagenezis a legelterjedtebb a területen, de a legutolsó általános helyzetű szkaloenoéder forma nem minden esetben található meg.



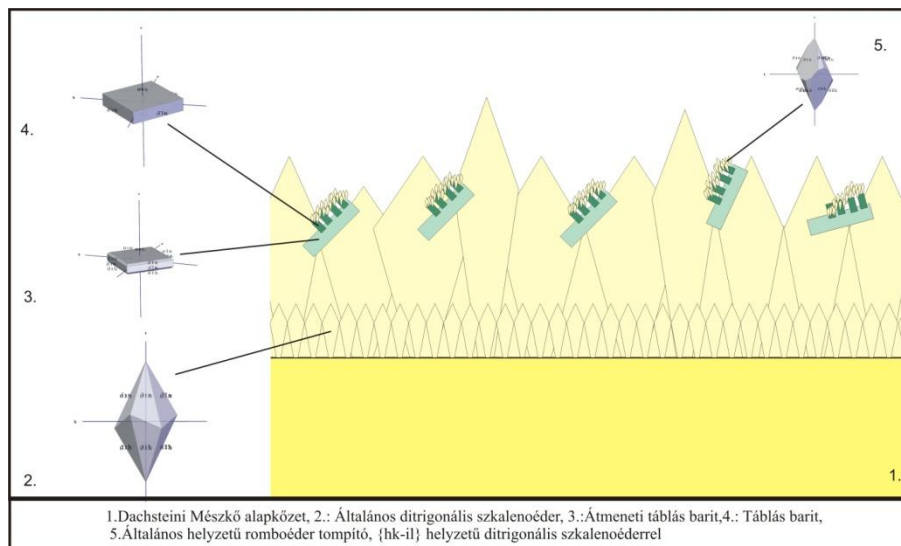
**18. ábra** Szabályos romboéder kristály



**19. ábra** Táblás barit kristályok



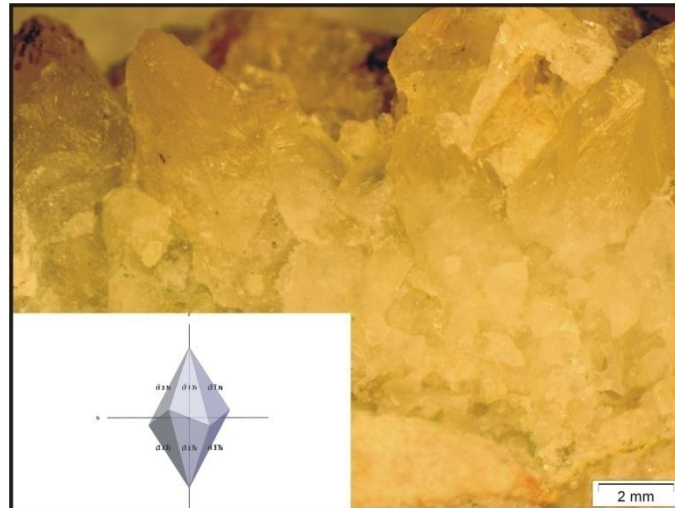
20. ábra Általános helyzetű szkaloóeder



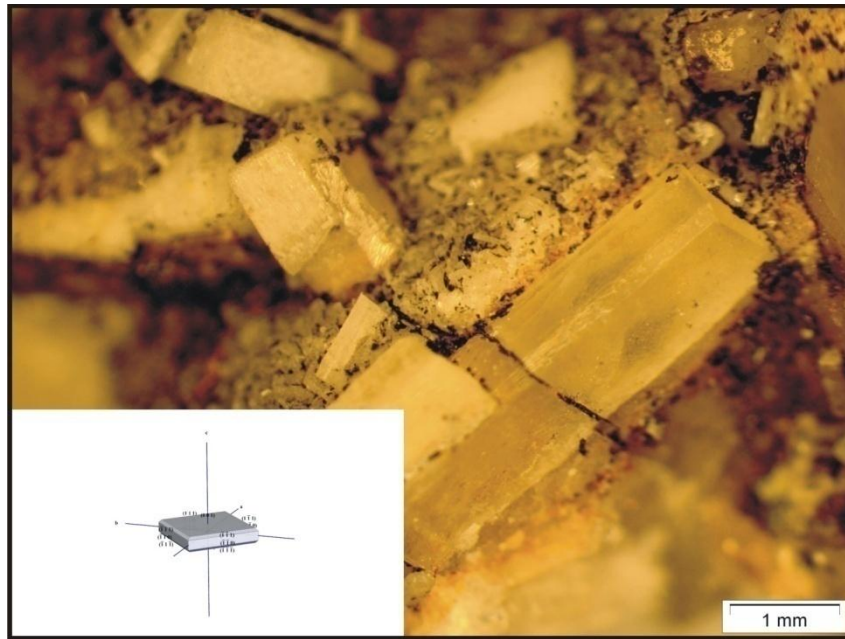
21. ábra Az SKPB5 jelű minta vázlatos rajza a kalcit és barit kristályokkal feltüntetve

Ez a vázlatos rajz (21. ábra) az SKPB5 jelű mintáról készült és a rajta megfigyelt kristályformák vannak feltüntetve. Ez a minta a Nagy-Strázsa-hegyi kőfejtőből van. A mintához tartozó telér dőlés iránya  $293^\circ$  és a dőlés szöge  $60^\circ$ . A mintán a következő ásványparagenezis figyelhető meg: kalcit-barit-barit-kalcit. Ezen a mintán négy különböző kristályformát lehet megfigyelni. Az első ásvány, ami az alapkőzeten megfigyelhető az egy általános helyzetű ditrigonális szkaloóeder formájú kalcit (22. ábra). Az alapkőzet és az ásvány között éles határfelület figyelhető meg. Ebben az esetben fehér színű, c-tengely szerint nyúlt kristályokat találtam, amelyek mérete 2mm és 2cm között változott. A kiválási sorrendben a következő ásvány az átmeneti-táblás formájú barit (23. ábra). Ez a kristályforma egy átmeneti forma az érc-típusú és a rombos-táblás barit között. A kristályok fehér színűek,

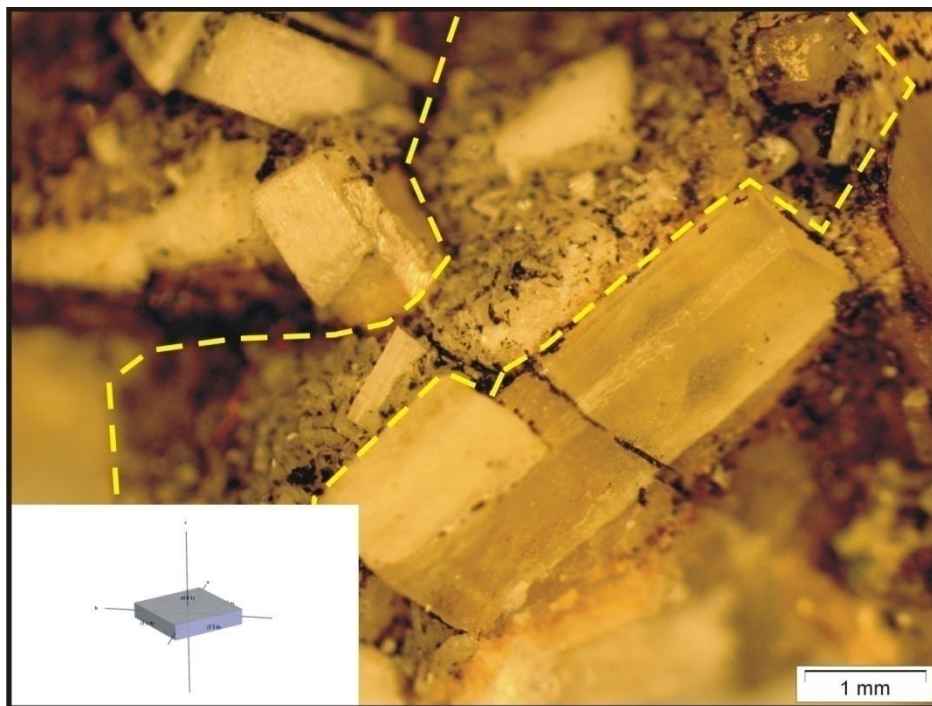
méretük 1 mm-1 cm között váltakozott. Ezek az átmeneti táblás barit kristályokon vált ki fennőve a következő ásvány a kiválási sorból a táblás morfológiájú barit (24. ábra). A kristályok színe tejfehér, méretük pedig 0,5 mm és 1 mm között változik. A következő ásványt ezen a táblás bariton fennőve találtam meg. Ez a forma az általános helyzetű romboéder, tompító {hk-il} helyzetű ditrigonális szkaloéderrel (25. ábra). A kristályok c-tengely szerint nyúltak, tejfehér színűek. A méretük 0,5 mm és 1 mm között változik. Ez a kristályalakok a legelterjedtebbek a három kőfejtőben azonban az ásványparagenezis változhat.



22. ábra Általános helyzetű ditrigonális szkaloéder

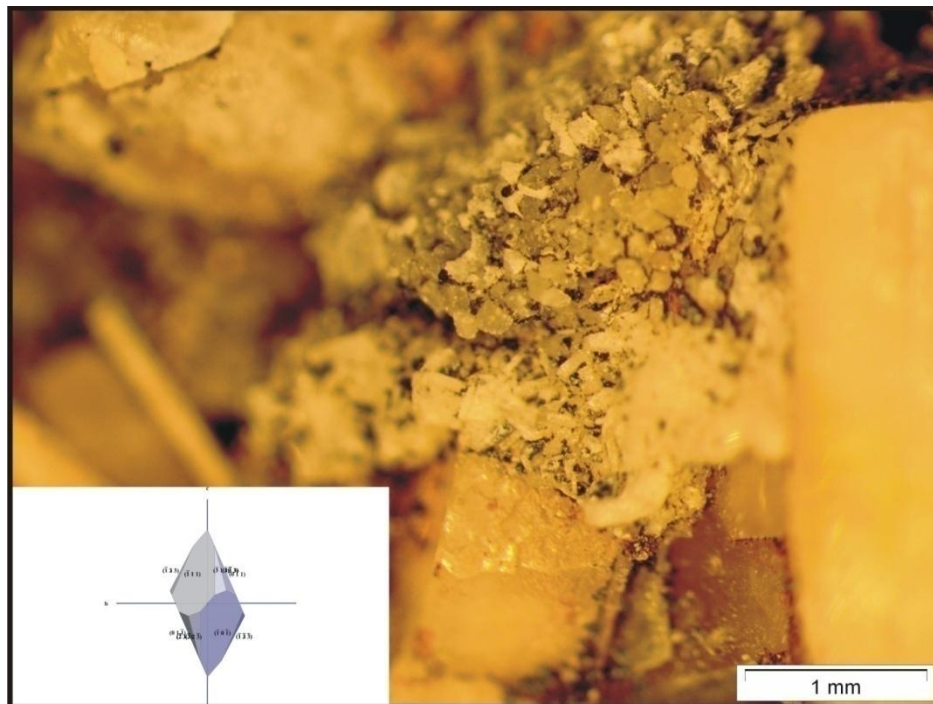


23. ábra Átmeneti-táblás barit



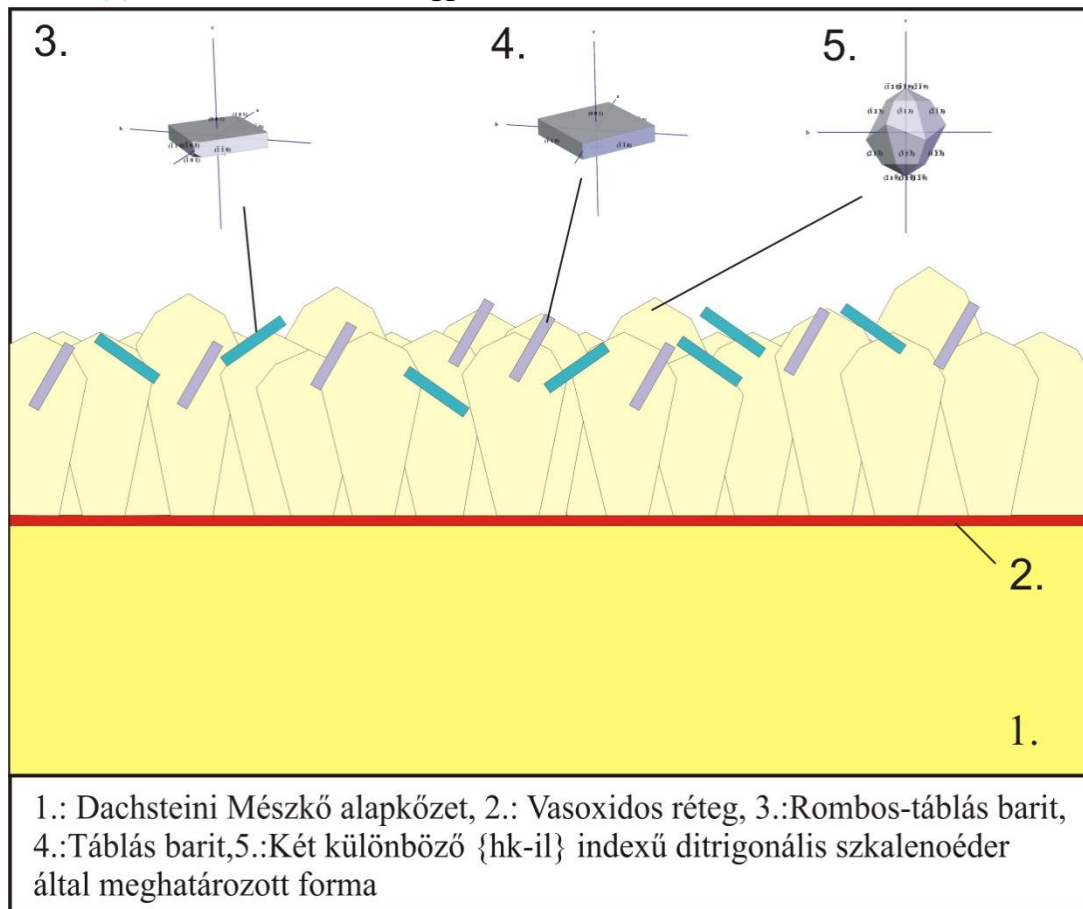
24. ábra Táblás barit az átmeneti táblás bariton fennőve





**25. ábra** Általános helyzetű romboéder tompító, {hk-il} helyzetű ditrigonális szkalenoéderrel

## (2) Telérek vasoxidos kéreggel



**26. ábra** Az SKPB12 jelű mintán megfigyelt kristályformák

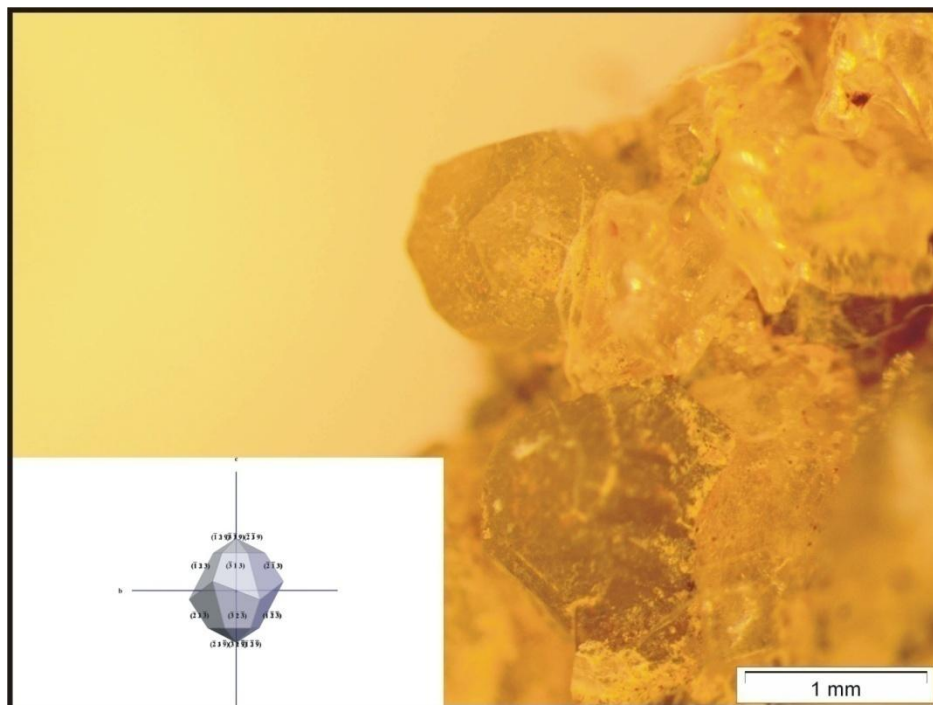
A fenti vázlatos rajz a (26. ábra) az SKPB12 jelű mintáról készült, ami a Nagy strázsa hegyi nagy kőfejtőből származik. A mintához tartozó telér dőlésiránya  $270^\circ$  és a dőlésszöge  $85^\circ$ . Az előző fejezetben tárgyalt mintákhoz képest az a különbség, hogy az alapkőzeten található egy vasoxidos kéreg. Ezen a mintán az ásványparagenezis a következő: Vasoxidos kéreg- kalcit-táblás barit- rombos táblás barit.

Az alapkőzet és a vasoxidos kéreg között éles határfelület található. A vasoxidos kéregre két különböző {hk-il} indexű ditrigonális szkalenoéder által meghatározott formát viselő kalcitkristályok váltak ki (27. ábra). Ezek sárga és fehér színűek illetve áttetszőek lehetnek. A kristályok c-tengely szerint nyúltak, méretük az 1 mm-től a 2-3 cm-ig változhat.

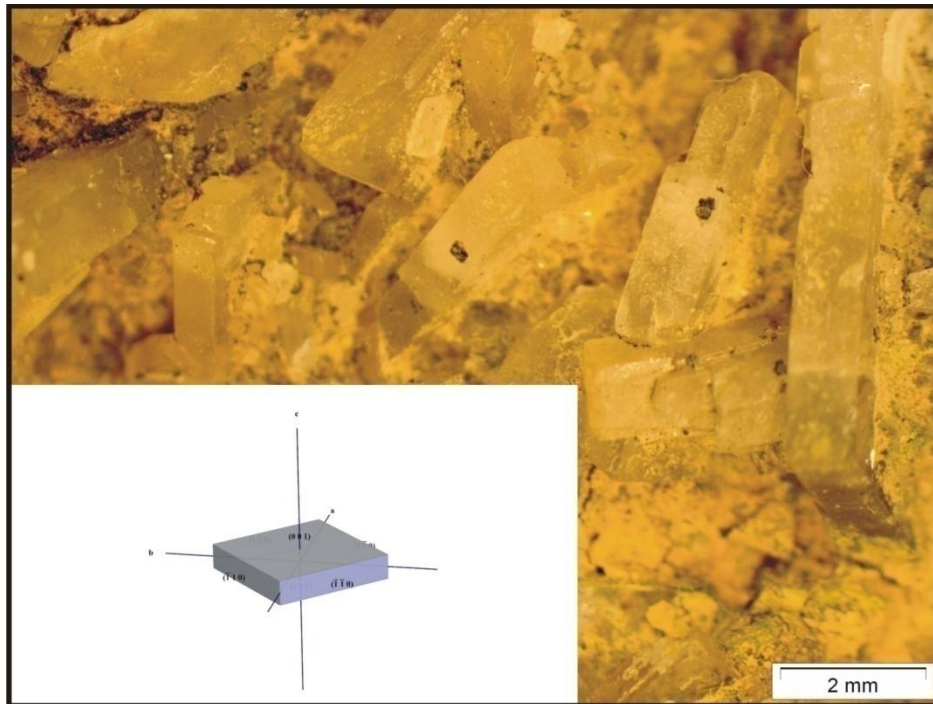
A következő ásvány a táblás barit, amit fennőve találtam meg a kalcitkristályokon (28. ábra). A kristályok fehér színűek, méretük a 2mm-től 2-3 cm-ig változhat.

Ezen a táblás bariton fennőve figyeltem meg a rombos táblás formájú barit kristályokat (29. ábra). Színük fehér, méretük 1mm és 5 mm között változott. Ezek a kristályformák mind a

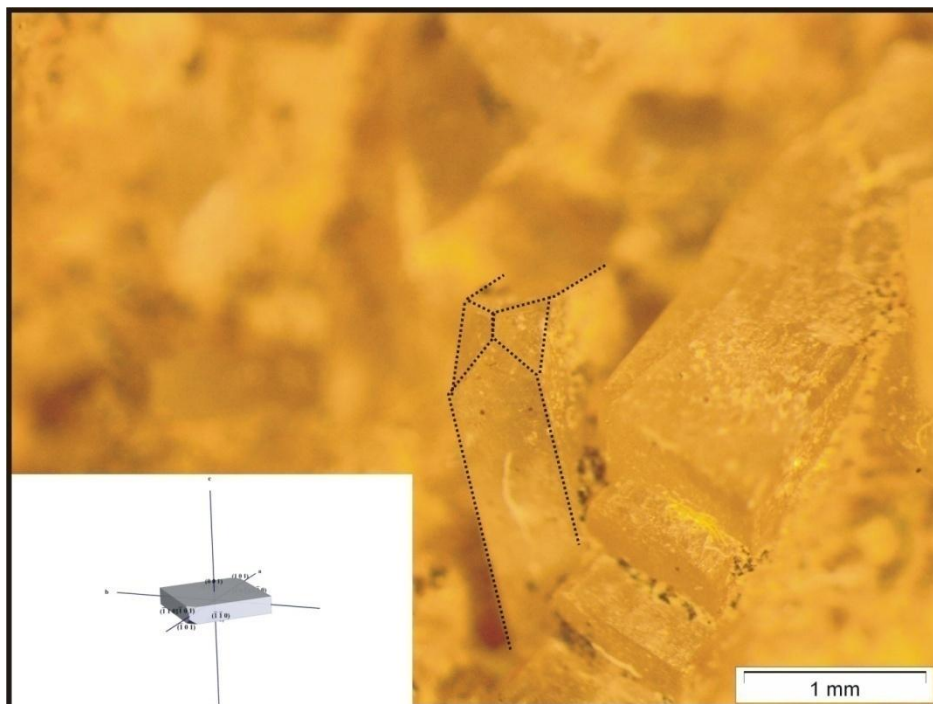
három kőfejtőben egyaránt megtalálhatóak, de ezek közül a rombos táblás barit ritka képződmény.



**27. ábra** Két különböző  $\{hk-il\}$  indexű ditrigonális szkalenoéder által meghatározott forma



28. ábra Táblás barit fennőve kalciton

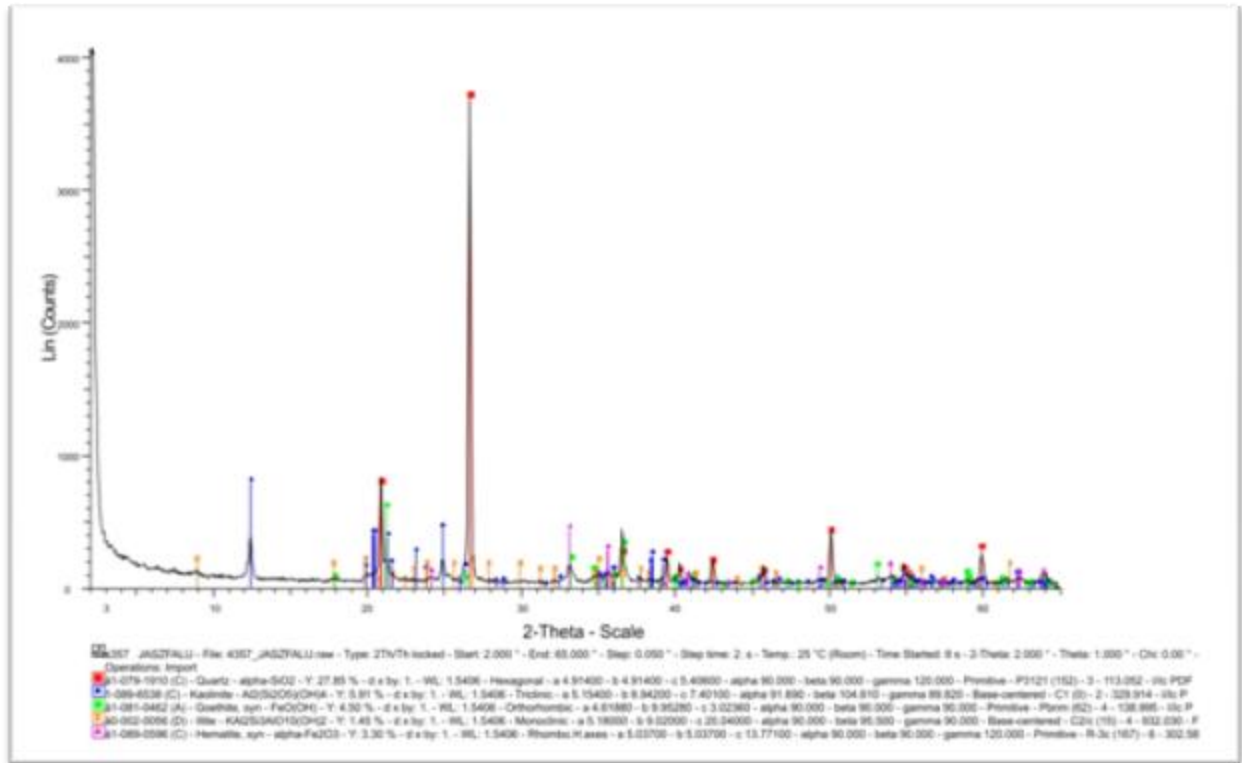


29. ábra Rombos táblás barit fennőve a táblás baritkristályokon



## XRD vizsgálat

A Pilisjászfalui kőfejtőben található vörös-agyagos kitöltés anyagának meghatározása céljából az agyagot megmintáztam és azon röntgen-pordiffrakciós vizsgálat készült. Az agyag összetétele kvarc, kaolinit, illit, goethite, hematit (30. ábra).



**30. ábra** A Pilisjászfalui kőfejtőben megmintázott vörös-agyagos üregkitöltő anyagról készült röntgen-pordiffrakciós vizsgálat képe

## V. Az eredmények értelmezése

A képződmények részletes vizsgálata után, az eredményeimet összehasonlítva a korábban a területről közölt irodalommal, megpróbáltam azokat beilleszteni a terület fejlődéstörténetébe.

Az első karsztos-hidrotermás esemény a kréta korú (Haas et al., 1984) vörös kalcitok képződése előtt következett be. A karsztosodás törésekhez köthető volt, de jelentős, nagyméretű barlangok képződése nem kapcsolódott a karsztosodáshoz. A felnyíló karsztos repedéseket, üregeket vörös kalcitkristályok töltötték ki, szintén a krétában. A vörös kalcittelérek a Dunántúli-középhegységben a késő-kréta kompresszióra merőleges gyűrődésekhez kapcsolódó hajlításos-húzásos repedésekben képződtek, így a kalcittelérek csapása párhuzamos a Dunántúli-középhegység szinklinálisának tengelyével (Kercsmár, 2002). Saját megfigyeléseink ezt a mérések kis száma miatt ezt nem erősítik meg, de nem is cáfolják.

A késő-kréta-eocén kiemelkedéshez kapcsolódóan a terület tovább karsztosodott és jelentős méretű barlangok jöttek létre, amelyek részben a középső eocénben érkező tengerelöntés hatására kitöltődtek.

A terület a kora-oligocénben újra kiemelkedett és lepusztult, ezt a Pilisjászfalui kőfejtőben a Hárshegyi-Homokkő és a Dachsteini Mészke közötti üledékhézag jelzi. A kiemelkedéshez kapcsolódóan az idősebb szerkezetek, pl. a vörös kalcittelérek felnyíltak, és azokat a Hárshegyi Homokkő üledéke töltötte ki. Mivel a felnyílt kalcittelér csapását meghatározni nem lehetett és mivel az egy felújult szerkezeti elem, az oligocén alatt fennálló feszültségtérre a kőfejtők képződményeinek vizsgálata alapján következtetni nem lehet. A Strázsa-hegyen a kiemelkedéshez kapcsolódó lepusztulás csak részben pusztította le az eocén üledéksorozatot, az oligocén kiemelkedéshez kapcsolódó karsztosodás ezen a területen nem hagyott nyomot maga után.

A miocéntől kezdve a terület folyamatosan eltemetődött így karsztosodás a területen nem mehetett végbe. Ebben az időszakban képződhettek az éles peremekkel jellemezhető, kalcittal és barittal kitöltött ásványosodott telérek. A telérek felnyílása időben szakaszos lehetett és a felnyílás mértéke sem volt folyamatos. Első lépésben feltehetően szulfidok válhattak ki. Ezek későbbi oxidációja okozhatja a limonitos bekérgezést a telérek falán. Második lépésben a fehér és a mézsárga kalcit kristályosodott. A színváltozatok pontos okát nem lehet megállapítani, elképzelhető, hogy a sárga kalcitok a kevés CH zárványtól vagy agyag-szennyeződéstől sárgák. A fehér és a sárga kalcitok metsződése nem ismert, azok

egymással párhuzamosak, bizonyítva hogy egy feszültségtérben és egy időben képződhettek. A vékonyabb telérek ezek után teljesen elzáródhattak, így ezeket csak kalcit tölti ki. A hidrotermás oldatok kemizmusának megváltozásával később a kalcit mellett a barit kiválása is megkezdődött. Azokban a repedésekben, amelyek csak később nyílnak fel a kalcit kimarad és a mellékkőzetre egyből barit kristályosodott. A szulfátképződést ezek után újabb karbonátképződési esemény követte, ezt a baritokra ránőtt kalcitkristályok bizonyítják. A kutatásnak ebben a fázisában a kristálymorfológia és a képződési körülmények közti kapcsolatra nem lehet következtetni. Györi (2009) szerint a kristálymorfológiának nincsen köze azok kiválásának körülményeihez, hanem azt a növekedésre fennálló tér (és hiánya) befolyásolta.

A hidrotermás telérek ÉK-DNy irányba nem egyezik meg a Budai-hegységben mért telérirányokkal (É-D és ÉNy-DK), a nagyon hasonló ásványparagenezis (Györi, 2009) és kristálymorfológia viszont rokon képződést feltételez.

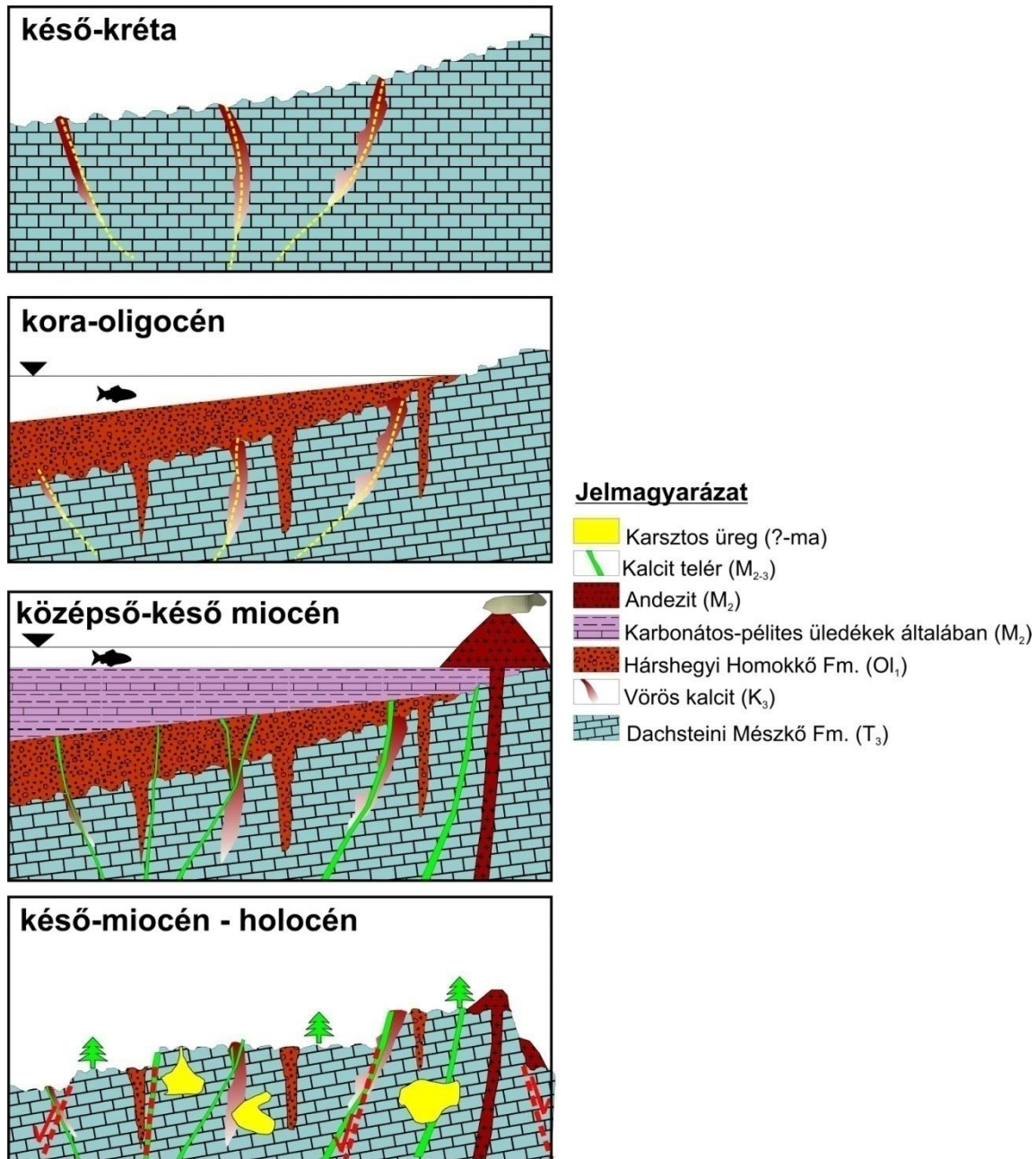
Ha a telérek geometriai adataiból levezethető feszültségtér irányok és a középhegységre jellemző feszültségtér irányok (Márton & Fodor, 2003) összehasonlítása alapján kívánom levezetni a telérek korát, akkor a telérek kora (feltételezve, hogy azok a legkisebb feszültségtér irányokra merőlegesen képződtek), legfeljebb késő-miocén korú lehet. Az azonos ásványparagenezis és kristálymorfológia ugyanakkor a Budai-hegységi középső-miocén telérekkel rokon genetikát valószínűsít.

Az ellentmondás feloldásának többféle módja képzelhető el: 1. lehetséges, hogy a feszültségtér irányok lokálisan eltérőek lehettek, illetve elképzelhető idősebb szerkezetek felújulása, ami nem egyértelműen mutatja a szerkezetalakulást kiváltó feszültségviszonyokat. 2. A középső-miocéntól folyamatosan több fázisban folytatódott a telérek képződése regionálisan, de a Pilis ÉNy-i felében lokálisan csak a késő-miocénben történt a repedések felnyílása. 3. A telérek nem medence eredetű oldatokból képződtek, hanem a középső-miocén magmás tevékenység eredményezte az oldatáramlást és a magmás tevékenység (intrúziók behelyezkedése) befolyásolta a repedések kialakulását.

A poszt-miocén kiemelkedéshez újabb karsztosodás kapcsolódott. Még a karsztvízszint közelében vagy az alatt történhetett az óriás fehérkalcitok kiválása. Már a vadózus zónában történhetett meg a borsókő kiválása is, recens-szubrecens barlangképződéshez kapcsolódóan.

Igen bizonytalan a paleokarsztos üregek kalcittelérekkel, oligocén homokkővel jellemezhető kitöltésének képződése. Bizonyosan csak az oligocén, sőt a miocén teléreképződés után, tehát a pleisztocén kiemelkedés után jöhetett létre. A rétegzéssel

párhuzamos, vastag romboéderez kalkittelérek viszont idősebb képződést feltételeznek. A kérdés megválaszolásához mind a telér mind a befogadó üledék további ásványtani, őslénytani vizsgálatára szükség van. A normálvetők a kőfejtőkben a hegység kiemelkedéshez köthetőek, azok teljesen párhuzamosak a hegység DNy felét követő fő vetővel. További fontos kérdés a vörös, agyaggal kitöltött paleokarsztos kitöltés kora, ennek tisztázása szintén további kutatások tárgya.



31. ábra A Pilis hegység ÉNy-i felének fejlődéstörténete



## VI. Összefoglalás

TDK dolgozatomban a következő újnak tekinthető megállapításokat tettem:

1. A legidősebb karsztosodási esemény a krétában érte a területet. A vörös kalcitok kiválása nem határozott telérekhez, hanem a karsztos üregekhez köthető (bár nyilván azok is tektonikusan preformáltak).
2. A második karsztosodási esemény az eocénhez köthető, ásványkiválást ehhez az eseményhez nem sikerült kötni.
3. Az korai-oligocénben az idősebb képződmények részben vagy teljesen lepusztultak. A vörös kalcit telérek felnyílása során neptuni telérek jöttek létre.
4. A terület késő-miocén eltemetettsége során jöttek létre a változatos ásványtani összetételű és megjelenésű telérek. A teléreknek több csoportját sikerült ásványösszetétel és morfológia alapján elkülöníteni. A morfológiai típusok és a paragenézisek pontos időrendiségének meghatározása és a képződés körülményeinek megismerése későbbi vizsgálatok feladata.
5. A terület a miocén után emelkedett ki, ÉNy-DK csapású normálvetők mentén.
6. A vizsgált területek utolsó jelentős karsztosodása poszt-miocén. Az utolsó karsztosodási esemény bizonyítékai a kaotikus összetételű üregkitöltések, üregkitöltő kalcitok képződése (a freatikus zónában) és borsókő képződés a vadózus zónában.

## VII. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom első sorban témavezetőmnek Dr. Benkó Zsoltnak állhatatos munkájáért. Köszönöm Neki azt a sok dolgot, amit tőle tanulhattam, és ami nélkül ez a dolgozat nem születhetett volna meg. Segítségét és türelmét ez úton is szeretném megköszönni.

Köszönet illeti a Nyugat-magyarországi Egyetem Természettudományi Karának Természetföldrajzi Tanszék minden dolgozóját.

Ez úton szeretném megköszönni Győri Orsolyának és Orbán Richárdnak a röntgen-pordiffrakciós felvétel elkészítésében és kiértékelésében nyújtott segítségét.

Köszönöm Szüleimnek és Bontovics Dórának, hogy mindig támogattak, türelmesek voltak és megteremtették a megfelelő környezetet a dolgozatíráshoz.

A projekt az Európai Unió támogatásával az Európai Unió Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.



## VIII. Irodalomjegyzék

- Báldi, T., Nagymarosy, A. (1976): A Hárshegyi Homokkő kovásodása és annak hidrotermális eredete. - *Földtani Közlöny* 106, 257-275.
- Demény A., Gatter I., Kázmér M. (1997): The genesis of mesozoic red calcite dikes of the Transdanubian Range (Hungary): fluid inclusion thermometry and stable isotope compositions. - *Geologica Carpathica*, 48, 5 315-323.
- Erdélyi J. (1960): Jelentés 1960 június 9-én Csév környékén végzett érckutatásról. - *Kézirat. MÁFI Adattár.*
- Erdélyi J., Noszky J., Vidacs A. (1960): Jelentés 1960. június 30-án a Pilis hegységben Csév-Klastrompuszta-Pilisnyereg közt végzett helyszíni vizsgálatról. - *Kézirat MÁFI Ad.*
- Eröss A. (2010): A Budai termálkarszt fluidumainak vizsgálata a Rózsadomb és a Gellért-hegy környezetében, különös tekintettel a karsztfejlődésben betöltött szerepükre. - *Doktori értekezés, ELTE, Budapest*
- Gál, B., Poros, ZS., Molnár, F. (2008): A Hárshegyi Homokkő Formáció hidrotermális kifejlődései és azok kapcsolata a regionális földtani eseményekhez. - *Földtani Közlöny* 138/1, 49-60.
- Gálné Sólymos K., Józsa S., Gatter I. (2004): A Dunántúli-középhegység felső kréta telérekalcitjainak genetikai vizsgálata. - *OTKA kutatási jelentés*
- Győri O. (2009): Késő-eocén korú kőzeteket ért diagenetikus és azokat felülíró hidrotermális folyamatok vizsgálata a Budai-hegységben. - *TDK dolgozat. ELTE TTK FFI, Budapest.*
- Jakucs, L. (1948): A hévforrásos barlangkeletkezés. - *Hidrológiai Közlöny* 28, 53-58.
- Kercsmár Zs. (2002): A tatabányai vöröskalcit telérek szerkezetföldtani jelentősége. - *Magyar Állami Földtani Intézet Évi jelentése. MÁFI, Budapest.*
- Korpás L. (1998): Magyarázó a Börzsöny és a Visegrádi-hegység földtani térképéhez 1:50000. - *MÁFI térképmagyarázói, MÁFI, Budapest.*
- Kovács, J., Müller, P. (1980): A budai-hegyek hévizes tevékenységének kialakulása és nyomai. - *Karszt és Barlang 1982 II, 93-98.*
- Márton E., Fodor L. (2003): Tertiary paleomagnetic results and structural analysis from the Transdanubian Range (Hungary): rotational disintegration of the Alcapa Unit. - *Tectonophysics* 363, 201-224.
- Miksa M. (1955): A sátozkőpusztai kalcitok. - *Hidrológiai Közlöny* 474-475.
- Poros, Zs., Eröss, A., Mádl-Szőnyi, J., Mindszenty, A., Molnár, F., Ronchi, P. & Csoma, A. É. (2010): Mixing of karstic and basinal fluids affecting hypogene cave formation and mineralization in the Buda Thermal Karst. - *Hungary 20th General Meeting of the IMA, Budapest*
- Sásdi L. (2000): A Pilis karsztjainak fejlődéstörténete. - *Karsztfejlődés V. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely* 77-93.
- Sásdi L. (2006): Az esztergomi Strázsa-hegyek és a Sátozkő-pusztai-barlang fejlődéstörténete. - *Karsztfejlődés XI. 253-274*

- Schafarzik F. (1921): Visszapillantás a budai hévforrások fejlődéstörténetére. – *Hidrológiai Közlöny* 1. 9-14.
- Schréter Z. (1912): A budapesti hévforrások földtani fejlődéstörténete. – *Magyar Balneológiai Értesítő*. 1/5. 2-4.
- Siklósy Z., Demény A., Szabó Cs., Korpás L., Gálné Sólymos K. (2006): A vértesi felsőkréta(?) édesvízi mészkő és vörös kalcitér előfordulások paterográfiai és geokémiai vizsgálata. – *Földtani Közlöny* 136/3 .
- Veress M., Zentai Z., Bauer N. (2005): Paleokarrok a dorogi Strázsa-hegyen. – *Karszt és Barlang*. 2000-2001. 51-62.
- Vojnits A. Nagy S. (2005): A Sátorkőpusztai-barlang ásványkiválásainak vizsgálata. – *TDK dolgozat*. ELTE TTK Ásványtani Tanszék. 1-41.