

## Szulfát ásványtársulás Tokodról\*

Papp Gábor\*\*

(2 ábrával, 2 táblázattal és 2 táblával)

**Összefoglalás:** A tokodi altároló bányaterületén az eocén barnaköszén-telep fekvőjében lévő felsőtriász dachsteini mészkő breccsás zónájából – az agyagos mátrix piritjének bomlása révén létrejött – szulfát ásvány-együttes került elő. A röntgen-pordiffrakcióval azonosított másodlagos ásványok: gipsz, epsomit, melanterit, halotrichit, alunogén, nátrójarosít, hidróniumjarosít (?) és goethit. A röntgenelemzés eredményeit fénymikroszkópos, kémiai és termikus vizsgálatok egészítik ki.

A széntelepben a múlt század közepén lelt tschermigit eredeti példányában kísérőásványként a gipszet is sikerült kimutatni. Ugyancsak múzeumi példány igazolja, hogy az epsomit is megjelent a széntelepben. A jelenlegi mintagyűjtés során gipsz- és whewellitartalmú széndarab került elő.

### Bevezetés

A tokodi bányamező ásványai közül a szakirodalomból ez ideig csak a *tschermigit* volt közismert, PETERS, C. F. (1861), valamint LIFFA A.–EMSZT K. (1923) révén. A TÓTH M. (1882) által megadott *halotrichit* is inkább *tschermigit* lehetett, írja KOCH S. (1966), a közölt leírásból kiindulva. KOCH nem említi a tokod-ébszőnybányai külfejtés széntelepéből előkerült alunitot, gipszet, melanteritet, valamint  $\text{FeS}_2$ -ásványokat (VADÁSZ E., 1943).

### Az ásványtársulás megjelenése, általános jellemzése

A tokodi eocén barnaköszén-telep fekvőjében kialakult ásvány-paragenezisre NÁDAI László ásványgyűjtő hívta föl a figyelmet. A lelőhely a tokodi altárolón át közelíthető meg. Szulfátos kivirágzások már az altárolóban befelé haladva láthatók a dachsteini mészkőben lévő – VADÁSZ E. (1960) által „zöldagyag” néven említett – betelepülések mentén. Legnagyobb mennyiségben azonban a transzformátortérből kiinduló, ún. kőszikló +176-os szintjén balra, az első bekötővágatban jelennek meg. E bányarészt VARGA Lajos (Dorogi Szénbányák) közlése szerint az ötvenes években hagyták föl.

A szulfátásványokat a vágat (1987-ben) bejárható részének legvégén, az omlástól visszafelé néhány méteren gyűjtöttük. Itt az erősen összetört mészkő tömbjei közt agyagos sávok húzódnak, illetve a mészkődarabok vastagabb agyagos kitöltésbe ágyazódnak. A térségben nem nagymértékű, de állandó a vízmozgás, amiről a főtén található néhány, rozsdavörösrre festett, pár centiméteres sztalaktit is tanúskodik. Az állandó vízutánpótlás, az agyagban lévő pirites góccok és a jó reakcióképességű mészkő teremti meg a szulfátos ásványképződés feltételeit.

Az agyag zöldesszürke színű. bomló *pirites* foltjaiban *melanterit* keletkezik kevés *gipsz* társaságában. A folyamat végállomását a *goethitből* álló, rozsdabarna színű konkréciók jelentik. Az agyagon *melanterit*- és *halotrichit*-kivirágzások találhatók, a *halotrichit* rost-

\* Elhangzott az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály 1988. február 8-i szakülésén.

\*\* Természettudományi Múzeum, Ásvány- és Kőzettár, 1088 Budapest VIII., Múzeum körút 14–16.

jai önállóan vagy *epsomit*tal társulva jelennek meg. A mészkövet sok helyen epsomitkéreg borítja, de sűrűn találkozunk az epsomit szálás megjelenési formájával is („hajsó”). Nyomokban kimutathatók egyes *jarosit*félék, valamint az *alunogén*. A legnagyobb mennyiségben azonban a gipsznek az agyagot behálózó rostos ereivel találkozunk.

(Az ásványok azonosítása röntgendiffrakcióval történt. Mivel a felvételek a JCPDS-adatkártyákkal gyakorlatilag teljesen megegyeznek, közlésüktől helykímélés céljából eltekinttünk.)

### A mellékközetek ismertetése

A *mészkő* szürkésfehér színű, tömött. Összetétele: CaO 54,61%, MgO 0,73%, CO<sub>2</sub> 44,7%, H<sub>2</sub>O 0,5%, össz.: 100,5%. (Elemző PITTEK Gy., Természetudományi Múzeum Ásvány- és Kőzettár. Az illók mennyiségét derivatogramból határoztam meg.) Repedéseiben, törésfelületein gipszhatryák húzódnak. A mészkő az agyaggal sajátos „reakciószegély” mentén érintkezik: a kőzet szélén lévő, néhány mm vastag rozsdabarna sávban a kalcit rovására gipsz és goethit vált ki. Helyenként e szegély helyett egy lágy, porló mállási kéreg alakult ki, melynek anyaga az üde kőzetével egyezően kalcit.

A mészkőtől rostos gipszkéreg választja el az *agyagot*, amely valószínűleg a felsőbb szintekről kenődött, ill. mosódott be a vetőzónába. Az uralkodóan kaolinit + kvarc összetételű agyagos kőzetet a röntgendiffraktoqramon is jelentkező, kisebb mennyiségű ásványos elegyrészek meghatározása céljából szétiszapoltam, a maradékot mikroszkóp segítségével válogattam négy frakcióra:

1. fehér színű, sugaras, kéregszerű aragonithalmazok;
2. sárgásbarna, porózus, kvarc + goethit anyagú konkréciók;
3. vörösarna goethit-áalakok (valószínűleg markazit után);
4. sugaras gipsztek, közöttük és rajtuk citromsárga bevonattal, utóbbival a fennőtt ásványok közt foglalkozom részletesebben.

(Mindegyik frakció röntgenfelvételén jelentkezett, több-kevesebb kaolinit, kvarc és gipsz is.)

Az agyagban helyenként mikroszkopikus méretű szemcsékből álló pirités góccok mutatkoznak. A piritben és a belőle keletkezett limonitban röntgenszínkép-vizsgálattal kimutatható nyomelemtartalom – eltekintve az igen kevés Mn-től és a Ni-től – nem volt.

### Az ásványkiválások részletes leírása

*Gipsz*: CaSO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O

Vékony hatryái borítják a mészkő repedéseit, s milliméteres-centiméteres vastagságú, rostos kérgeket alkot az agyaggal érintkező mészkő körül, illetve magában az agyagban. Mikroszkopikus méretű tükből álló pamacsai a bomló pirités góccokban melanteritre nőttek rá.

*Epsomit*: MgSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O

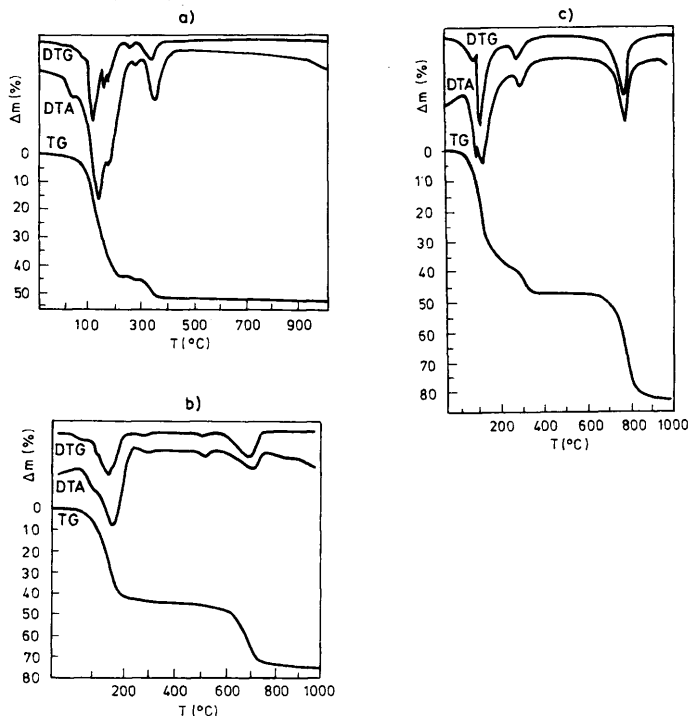
Az epsomitot kétféle kifejlődésben találjuk a lelőhelyen. A mészkővön néhány mm vastag, szintelen, átlátszó, nedves üvegfényű kérget alkot, amely teljesen legömbölyödött, apró kristályokból áll. E kéregből vagy a mészkődarabok közti agyagos sávközből néhány tized mm vastag, de 25 cm hosszát is elérő, esetenként görbült epsomitkétegek nőttek ki (I. tábla, 1.). Ezt az ún. „hajsót” igen vékony, de százszoros nagyításnál határozottan elkülönülő (a halotrichitnél jóval vastagabb) szálak alkotják (II. tábla, 1.). A szálak optikai jellemzőik alapján a c tengellyel párhuzamosak.

A gyűjtött szálak néhány hét, a kérgék néhány hónap után fehér, átlátszatlan, könnyen porló anyaggá alakultak át. Az átváltozást mikroszkópban a homogén kioltás zavarossá válása és tarka interferenciaszínek megjelenése jelzi (II. tábla, 2.). Az epsomit a röntgendiffrakció vizsgálat alapján hexahidritté (MgSO<sub>4</sub> · 6 H<sub>2</sub>O) bomlott. Az átalakulás kezdetei

már a kevéssel a gyújtás után készített felvételen is észlelhetőek voltak. Az epsomit termikus görbéi (1. ábra, a) az irodalmi adatokkal egyezők. A nagy, összetett endoterm csúcs (40–280 °C) 6 molekula, a 340 °C-nál lévő egyszerű csúcs 1 molekula víz eltávozását jelzi.

**Melanterit:**  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

A melanterit a pirites góccokban nedves üvegfényű, legömbölyödött kristályhalmazokat alkot, melyeknek színe a pirithintés miatt szürkének tűnik. Másutt halvány zöldes színű, szálkás kristályaggregátumokat formáz. E halmazok nyúlt, görbült, rosszul fejlett kristály-



1. ábra. Tokodi szulfátok termoanalitikai felvételei. (A felfűtési sebesség mindegyik mintánál 10 °C/perc.) a: epsomit (bemérés: 500 mg; érzékenység: DTG és DTA 1/10); b: melanterit (bemérés: 450 mg); c: halotrichit (bemérés: 300 mg, érzékenység a „b” és „c” mintánál: DTG és DTA 500 mV)

Fig. 1. Thermanalytical curves of sulphate minerals from Tokod. (Heating rate: 10 °C/min.) a: epsomite (sample weight: 500 mg; sensitivity: DTG and DTA 1/10); b: melanterite (sample weight: 450 mg); c: halotrichite (sample weight: 300 mg, sensitivity for b and c samples: DTG and DTA 500 mV)

kákból tevődnek össze. A melaneritcsomókba gyakran fehéres halotrichitrostok keverednek, illetve a halotrichit mintegy „kinő” a melanerithalmazból.

A melanerit szabad levegőn néhány hét alatt törékennyé vált és matt fehérre „fakult”. Az ásvány a röntgendiffrakciós vizsgálat alapján *rozenit*té ( $\text{FeSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ) bomlott. Ez a folyamat tükröződik a részleges kémiai elemzés adatain is (1. táblázat, b), ahol a vízvesztés miatt a vastartalom a melanerit elméleti értékénél magasabb. Az ásvány nyomelemtartalma mintánként eltérő. A pirit mellől válogatott melaneritben jóval kevesebb Ni, Co, Mn volt, mint a halotrichit mellől származóban.

A melanerit termikus görbéi (1. ábra, b) a típusostól eltérnek. A két első endoterm reakcióhoz (260 °C-ig, ill. 260–360 °C közt) tartozó tömegvesztés aránya az ideális 6 : 1-nél nagyobb. Az összes vízvesztés valamivel kisebb, a szulfátbomlás okozta tömegvesztés valamivel nagyobb az elméleti értékénél, ami az ásványnak a mérés előtt már bekövetkezett vízvesztésére utal. A ferro–ferri-átalakulással kapcsolatos exoterm csúcs nem észlelhető.

Tokodi halotrichit és melanerit vegyelemzési adatai  
Chemical analysis of halotrichite and melanterite from Tokod (Hungary)

*1. táblázat – Table 1.*

	a (%)	b (%)
SiO <sub>2</sub>	0,19	...
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,3	0,03
MgO	1,7	0,04
CaO	0,01	0,00
FeO	5,0	30,3
Na <sub>2</sub> O	0,02	0,00
K <sub>2</sub> O	0,01	0,00
SO <sub>3</sub>	35,2	...
H <sub>2</sub> O	45,0	...
össz.	98,4	...

a: halotrichit, b: melanerit vegyelemzési adatai (ALUTERV–FKI; oxidos formára átszámolva és egy, ill. két tizedesre kerekítve). ...: nem mért.

Az összes vas FeO-ként szerepel. A H<sub>2</sub>O-t az izzítási veszteség alapján számítottam.

Analytical data (ALUTERV–FKI) of (a) halotrichite and (b) melanterite (recalculated to oxides and rounded to decimal or centesimal values). ...: not analyzed.

Total Fe is regarded as FeO. H<sub>2</sub>O is calculated on the basis of ignition loss.

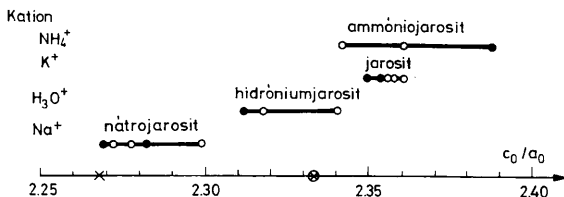
### *Halotrichit:* (Fe, Mg)Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 22 H<sub>2</sub>O

A halotrichit kétféle, bár jellegében kevésbé különböző megjelenést mutat. Az egyik típusba tartoznak a 4–5 cm hosszát is elérő, enyhén sárgásfehér, selymes fényű, rugalmas rostkötegek (I. tábla, 2.). A nyalábok töve sárgásabb színű, merevebb és jobban összeáll. A halotrichit rostkötegei gyakran melaneritből nőnek ki, vagy epsomitszállakat kísérik.

A második típust a néhány cm átmérőjű sárgás pecsétben, foltokban megjelenő (a hosszú nyalábok tövére emlékeztető) rövidebb rostok képviselik. Az egy milliméternél rövidebb szálak lapos, tálszerű vagy szeszélyesen görbült rétegekbe tömörülnek. Több ilyen réteg sorakozik egymás fölött, igen változatos alakzatokat kétrehozva. Az eredetileg e rétegek között húzódó vékony agyaghártyák vagy -lencsék maradványai csak néhol láthatók. A sárgás halotrichithalmaz helyenként sugarasan elhelyezkedő hosszabb (1 cm-t is elérő) szálabból épül föl. E megjelenési forma, illetve a rétegekké tömörülő rövidebb szákkal jellemezhető kifejlődés váltakozva is sorakozhat egymás fölött.

A hosszú, fehér, rostos halotrichit kémiai elemzése (I. táblázat, a) jelentős Mg-tartalmat mutat. A vegyelemzésből számított képlet – a jelentéktelen (0,7 mól) vízfeleslegtől eltekintve –  $\text{Fe}_{0,63}\text{Mg}_{0,37}\text{Al}_{2,02}(\text{SO}_4)_4 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$ . Ugyanezen anyag röntgenszinkkép-elemzéssel meghatározott nyomelemtartalma: Co, Ni, Mn.

A termikus görbék (2. ábra, c) az irodalmi adatokkal egyezők. A szulfátbomlás miatti tömegvesztés megfelel a vegyelemzésből számítottaknak. Az összes tömegvesztés, a rostok közti tapadó víz miatt, néhány százalékkal magasabb a vártnál.



2. ábra. Egyes jarosit-félék tengelyaránya, összehasonlítva a tokodi mintákéval. Pontok: 20 évnél újabb, körök: régebbi adatok; x: az agyagban lévő szemcsék, ⊗: a mészkövön észlelt kivirágzás adata

Fig. 2. Axial ratio value of some jarosite species compared to that of the samples from Tokod. Dots: data younger than 20 years, circles: older data; x: grains in clay, ⊗: efflorescence on limestone

#### Alunogén: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17 \text{H}_2\text{O}$

Az alunogén csak egy mintában, egy mészkődarab szélén – a porló kéreg és a gipszburok közti részen – volt kimutatható. Mikroszkopikus méretű kristályai sárgásfehér színű, néhány mm átmérőjű, félgömb alakú halmazokat alkotnak.

A röntgendiffraktogramokon gipsz-, kaolinit- és kvarccsúcsok is megjelentek. Az alunogén legerősebb reflexiói a következők voltak (Å; zárójelben a relatív intenzitás): 13,2 (28); 4,47 (100); 4,39 (40\*); 4,32 (40\*); 3,967 (16); 3,90 (16); 3,673 (14) stb.

#### Jarosit-félék: $\text{XFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ (X egyértékű kation).

Ide sorolható ásványokat részben az agyagban találtunk (4. frakció), részben a vele érintkező mészkő felületén, a rozsdabarna külső kérgen lévő apró sárga foltok formájában. A kis mintamennyiség miatt a röntgenvizsgálatokon kívül csak részleges kémiai elemzés lehetett végezni.

A diszperz eloszlásban az agyagban lévő, minden bizonnyal annak sárga színét is okozó ásvány már a teljes közetből készült porfelvételen is jelentkezett. A szóba jöhető jarosit-félék közül a Na-jarosit irodalmi röntgenadatai (JCPDS 36–425) voltak a legjobban ráilleszthetők. Ezt támasztja alá a – LOVAS György segítségével – végzett rácsállandószámítás is: a kapott tengelyarány a nátrojarosit jellegzetesen alacsony értékéhez áll közel (2. ábra). Figyelembe véve a 9-nél nagyobb Na/K-arányt is (II. táblázat), megalapozottan állítható, hogy az ásvány nátrojarosit.

A mészkövön lévő kivirágzás esetében a tengelyarány a hidróniumjarosit értéktartományába esik (2. ábra). Az összes alkáliatartalom kisebb, mint az előző esetben (II. táblázat), noha – a röntgendiffrakciós vizsgálat alapján – az elemzett mintában kevesebb volt a kísérvőásvány (gipsz). Ez a tény is a hidróniumjarosit mellett szól.

\* Kaolinnal kis mértékben zavart reflexiók.

Jarosit-féle ásványt tartalmazó tokodi minták adatai  
Data of samples containing jarosite-like minerals from Tokod (Hungary)

II. táblázat – Table II.

	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Na/K	c <sub>0</sub> /a <sub>0</sub>	n
1.	0,36%	2,20%	9,3	2,28	8
2.	0,62%	0,35%	0,9	2,333	14

1. a sárga agyagból szeparált 4. frakció; 2. sárga kivirágzás mészkövön; n: a rácsállandó-számításhoz felhasznált reflexiók száma.

Az elemzéseket PITTER Gy. (TTM Ásvány-Közetár), a rácsállandó-számítást LOVAS Gy. (ELTE Ásványtani tanszék) végezte. A kémiai adatok a sok gipszet is tartalmazó átlagmintára, a tengelyarányadatok a jarosit-féle ásványra vonatkoznak.

1. fourth fraction, separated from the yellowish clay; 2. yellow efflorescences on limestone; n: number of reflections used for cell value calculation.

Chemical analyses were made by Gy. PITTER (Natural History Museum, Mineralogical and Petrological Department), cell value calculations were made by Gy. LOVAS (Eötvös Loránd University, Mineralogical Department). Chemical data refer to the bulk sample containing a considerable amount of gypsum. Axial ratio values refer to the jarosite-like mineral.

## Adalékok a széntelep ásványainak ismeretéhez

A vágatot elzáró törmelékből sikerült az omlás fölötti szénteleges összletből származó mintákat gyűjtenünk. A széndarabokat láthatóan ásványos anyag járta át, mely a röntgen-diffraktogram alapján *gipsznek* bizonyult. Mellette kis mennyiségben, de az 5,94, 3,65 és 2,96 Å-ös reflexióhármás révén jól azonosíthatóan jelentkezett a *whewellit* (CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O) is. A bicske-csordakúti széntelep közvetlen fekvőjéből (az ún. „mellites rétegekből”) a közelmúltban hasonló gipsz + whewellit ásványtársulást mutatunk ki, ami arra utal, hogy ez a paragenézis elterjedt lehet a hazai eocén széntelegekben.

A *tschermigit* [(NH)<sub>4</sub>Al(SO)<sub>4</sub> · 12 H<sub>2</sub>O] korábban ugyancsak a barnaköszénből került elő. Először PETERS (1861) publikálta az 1857-ben FAUSER Antal pesti gyógyszerésztől (meghatározva) vett példány alapján. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem ásványtani gyűjteményében Syst. 298/2; E 935 szám alatt lévő eredeti anyag röntgen-diffrakciós vizsgálata során a *tschermigit* mellett *gipszet* is találtam. PETERS szűkszávú közlését anyiban kell kiegészíteni, hogy e *tschermigitér* 5–15 mm vastag, közel szimmetrikus. Középen sík felületekkel határolt köszénzárványok találhatóak, míg két külső oldalán erősen legömbölyödött kristálylapok (valószínűleg az oktaéder lapjai) mutatkoznak.

Az *epsomit* nemcsak a fekvőben, hanem magában a szénteleben is előfordult. A Természettudományi Múzeum gyűjteményében A 60 1958 számon található egy 1937-ben, SZÉKELY Lajos ajándékeként bekerült anyag, amely egykorú cédulája szerint a „széntelep cerithiumos fedőmárgája alatt lévő cca. 3 éves vágatból” származik. Az eredeti leírás szerint sугарas, tús, azbesztszerű megjelenése volt (csakúgy, mint a most gyűjtött „hajsónak”). ZOMBORY László korabeli minőségi vegyelemzése a sok Mg, szulfát és víz mellett kevés Fe és Cl jelenlétét mutatta ki. Az izittási veszteség az elméletihez (51,16%) igen közeli 51,29% volt.

## Köszönetnyilvánítás

A műszeres vizsgálatok az ELTE TTK Ásványtani, valamint Közettan–Geokémiai tanszékein, a Természettudományi Múzeum Ásvány- és Közetárában és az ALUTERV–FKI-nál készültek. Ez úton köszönöm meg a vizsgálatokat végzők fáradozását. A mintagyűjtésben, fotózásban és a röntgenszínkép-elemzéseknél JÁNOSI Melinda volt segítségemre, míg a termikus vizsgálatokat FÖLDVÁRI Mária értékelte ki. Végül, de nem utolsósorban köszönet illeti NÁDAI Lászlót, aki felhívta a figyelmet az ásványtársulására.

## Irodalom – References

- Crystal Data, III. Ed., Vols. 2, 4. (1973, 1978) JCPDS, NSRDS, Swarthmore, USA.  
 KOCH S. (1966): Magyarország ásványai. Akadémiai Kiadó, Budapest.  
 KOCH S. (1985): Magyarország ásványai (Szerkesztette: Mészösi József). Akadémiai Kiadó, Budapest.  
 LIFFA A.–EMSZT K. (1923): Tschermigit Tokodról – Földt. Közl. I.I–II. pp. 45–51.  
 PETERS, C. F. (1861): Mineralogische Notizen III. Miscellaneen — N. Jb. Miner. pp. 655–666.  
 Mineral Powder Data File Data Book (1986). JCPDS, Swarthmore, USA.  
 TOTH M. (1882): Magyarország ásványai. Budapest.  
 VADÁSZ E. (1943): Szulfátos ásványképződés a tokod-ebbszényi barnaköszén-összetlenben – Bány. Koh. L. LXXVI. pp. 422–424.  
 VADÁSZ E. (1960): Magyarország földtana. Akadémiai Kiadó, Budapest.

A kézirat beérkezett: 1989. V. 16.

## Sulphate mineral assemblage from Tokod (Hungary)

G. Papp\*

## Abstract

The Tokod coal mine (25 km NW from Budapest) has been known from the occurrence of *tschermigit* so far. Recently, other secondary minerals were discovered. The sulphate mineral paragenesis was found in a brecciated zone of the Upper Triassic Dachstein Limestone footwall of the Lower Eocene brown coal deposit. In this brecciated zone pyrite containing clay is abundant. Sulfate formation is promoted by the permanent water supply in the area.

The minerals determined by X-ray powder diffraction are as follows: *gypsum* (white striated veinlets and fine needles); *epsomite* (colourless, fibrous "hairsalt" and thin encrustations); *melanterite* (colourless, granular, or greenish, splintery aggregates); *halotrichite* (yellowish, shorter, or whitish, longer fiber bundles); *alunogene* (rare, whitish globular aggregate of microscopic crystals); *natrojarosite* (yellow, disseminated submicroscopic grains in clay); *hydronium (?) jarosite* (yellow minute efflorescences). Macroscopic, microscopic, chemical properties, and thermal behaviour are discussed. On exposure *epsomite* turned to *hexahydrite* and *melanterite* to *rozenite*.

In a lump of brown coal an infiltration composed of gypsum and a minor amount of *whewellite* was traced. Original *tschermigit* specimen of PETERS, C. (1861) also from the brown coal was reinvestigated and gypsum was found in it as guest mineral. *Epsomite* "hairsalt" from the coal bed was also reviewed on the basis of a sample stored at the Natural History Museum, Budapest.

Manuscript received: 16<sup>th</sup> May, 1989.

## Ассоциация сульфатных минералов с Токодской шахты к северо-западу от г. Будапешт

Габор Пал

В поле штольни на Токодской угольной шахте в зоне брекчирования дахштейнских известняков верхнего триаса, подстилающих залежь бурых углей раннеэоценового возраста и содержащих пиритизированные глины, обнаружена ассоциация сульфатных минералов. Возникновению этих вторичных минералов способствовал постоянный подток грунтовых вод.

Путем анализа с порошковым диффрактометром установлено присутствие в ассоциации следующих минералов: гипса, эпсомита, мелантерита, галотрихита, алуногена, натроярозита и гидрониевого (?) ярозита. Рентгеновые исследования дополнены визуальными, оптическими под микроскопом, термическими и химическими.

В угольной залежи найдены гипс и вевеллит. В музейных образцах, также собранных в залежах углей, наряду с эпсомитом и чермигитом определен гипс.

\* Natural History Museum, Dept. of Mineralogy, 1088 Budapest VIII., Múzeum krt. 14–16.