

## Výskyt laumontitu v katastri obce Píla (Pohronský Inovec, stredné Slovensko)

### Occurrence of laumontite at the Píla village (Pohronský Inovec Mts., Central Slovakia)

ŠTEFAN FERENC<sup>1)\*</sup>, ĽUBOŠ POLÁK<sup>1)</sup>, TOMÁŠ MIKUŠ<sup>2)</sup> A ADRIÁN BIRŇ<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Katedra geografie a geológie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, Slovenská republika; \*e-mail: stefan.ferenc@umb.sk

<sup>2)</sup>Ústav vied o Zemi SAV - pracovisko Banská Bystrica, Ďumbierska 1, 974 01 Banská Bystrica, Slovenská republika

FERENC Š., POLÁK Ľ., MIKUŠ T., BIRŇ A. (2016) Výskyt laumontitu v katastri obce Píla (Pohronský Inovec, stredné Slovensko). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 24, 1, 56-59. ISSN 1211-0329.*

#### Abstract

Laumontite was found in the altered, Miocene pyroxenic andesite at the Píla village (Žarnovica district), Pohronský Inovec Mts. It forms white, fine-crystalline fillings of cracks (up to 3 mm thick) in andesite. Laumontite crystals have prismatic or tabular shape, their average size ranges about 0.3 - 0.5 mm (sporadically occur in size of 1 - 3.5 mm). It was identified by powder XRD analysis, the main diffraction maxima with intensities are: 9.441(100), 6.836(41), 4.153(55), 3.504(35), 3.266(19), 2.875(13), 2.438(12). Unit cell parameters are:  $a = 14.741(1)$  Å,  $b = 13.075(1)$  Å,  $c = 7.553(1)$  Å,  $\beta = 111.964(4)^\circ$ ,  $V = 1349.9(1)$  Å<sup>3</sup>. Diffraction pattern, just like the unit cell parameters, indicate partial dehydration of this laumontite (its transformation to leonhardite). Chemical composition of studied zeolite is close to the normal laumontite formula. Admixtures in mineral structure are represented by slightly increased contents of Fe, Na and K (together ~ 0.28 apfu).

**Key words:** zeolites, laumontite, leonhardite, X-ray diffraction data, Pohronský Inovec Mts., Píla, Slovak Republic

Obdrženo: 14. 3. 2016; prijato: 15. 4. 2016

#### Úvod

Laumontit je na Slovensku pomerne rozšíreným zeolitom. Najčastejšie sa vyskytuje na puklinách alterovaných neogénnych andezitov (napr. Banská Štiavnica, Pukanec, Breziny, Vyšná Šebastová, Fintice a množstvo iných lokalít), kde vzniká v rámci postmagmatických hydrotermálnych procesov. V neogénnych až kvartérnych bazaltoch je známy z Banského Studenca a Hajnáčky. Vystupuje však aj na puklinách granitov tatrického kryštalinika (Vrútky), vo veporiku je známy z puklín amfibolitov pri Muráni (prehľad napr. in Koděra et al. 1989 - 1990; Duďa, Ozdín 2012).

Zeolitová mineralizácia reprezentovaná chabazitom sa v katastroch obcí Píla a Horné Hámre (resp. Župkov) spomína bez bližšej lokalizácie na pozemku Jána Koruntu (Liszky 1877; Tóth 1882), iné zmienky o výskyte zeolitov z katastra týchto obcí doposiaľ nie sú známe. V ich blízkosti bol novšie zistený výskyt heulanditu-Ca v lome Kalvária pri Žarnovici (Ozdín, Majzlan 1996). Predložený príspevok rozširuje poznatky o zeolítovnej mineralizácii v stredoslovenských neovulkanitoch a je venovaný doteraz neznámemu výskytu laumontitu na svahoch Jazarca v katastri Píly (okres Žarnovica).

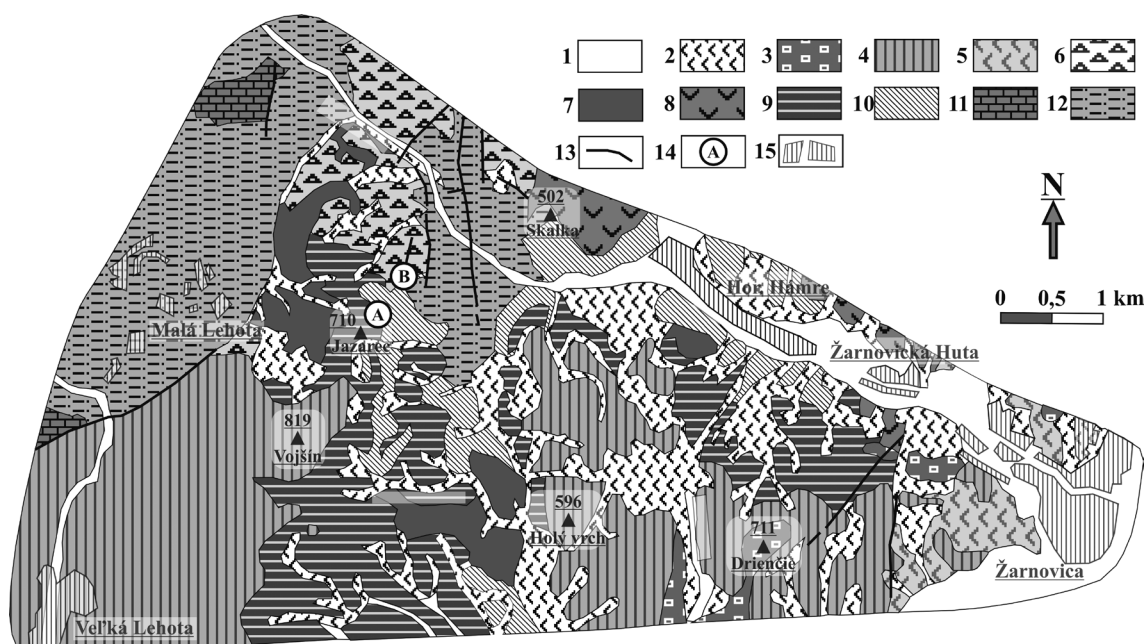
#### Lokalizácia a geologická stavba

Výskyt laumontitu na Jazarci sa nachádza v s. časti Pohronského Inovca, asi 3.4 km z. od obce Horné Hámre (miestnej časti Brod). Laumontit bol nájdený na dvoch miestach (obr. 1) a to: I) v záreze lesnej cesty, 350 m na SSV od kóty Jazarec (710 m), v nadmorskej výške 620

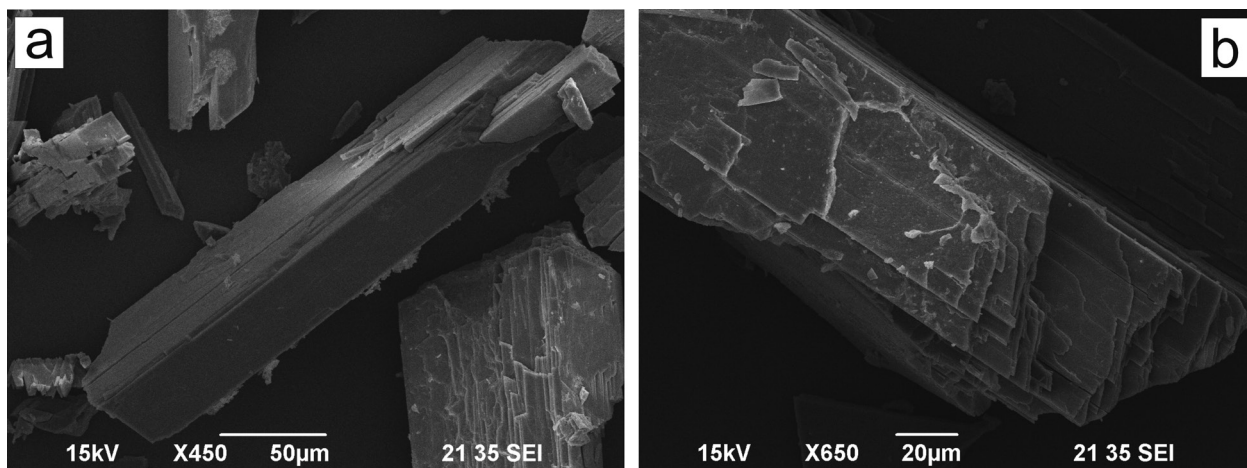
m (výskyt A, obr. 1), geografické koordináty lokality sú N: 48° 29' 47.4"; E: 18° 36' 23.6", II) na puklinách andezitových úlomkov v sutine, 900 m na SV od Jazarca, 420 m z. od kóty Šarkan (505 m), v nadmorskej výške okolo 520 m (výskyt B, obr. 1), geografické koordináty lokality sú N: 48° 30' 00"; E: 18° 36' 46.2".

Hoci sa opisovaný výskyt po geografickej stránke nachádza v pohorí Pohronský Inovec, geologicky leží v západnej časti vulkanického aparátu štiavnického stratovulkánu. Podložie neogénnych vulkanitov v tejto oblasti je tvorené najmä mladopaleozoickými, menej mezozoickými sekvenciami hronika, ktoré na povrch vystupujú v s. a s. časti územia, medzi Pílou, Malou Lehotou a Hornými Hámrami (obr. 1). Podstatná časť neovulkanitov je zastúpená zložitým komplexom prúdov, extrúzií a intrúzií andezitov stredno- až vrchnobádenského veku. Tento komplex reprezentuje periférnu vulkanickú zónu spodnej stratovulkanickej etáže štiavnického stratovulkánu (sensu Konečný et al. 1998a, b). Stredná stratovulkanická etáž je tvorená extrúziami pyroxénicko-biotiticko-amfibolického andezitu (vrchný báden až spodný sarmat ?) studenskej formácie a vrchná etáž prúdmi obdobných andezitov (spodný až stredný sarmat) sitnianskeho komplexu. Vulkanická činnosť tu bola ukončená objemovo menším ryolitovým vulkanizmom jastrabskej formácie vo vrchnom sarmate (Konečný et al. 1998b).

Samotné výskyty laumontitu sú priestorovo viazané na alterované prúdy pyroxénických andezitov spodnej vulkanickej etáže štiavnického stratovulkánu (obr. 1).



**Obr. 1** Schéma geologickej stavby územia medzi Žarnovicou a Malou Lehotou, s vyznačením výskytov laumontitu (podľa Konečný et al. 1998a). **Vysvetlivky:** 1 - sedimenty riečnych a dolinných nív, fluviálne terasové sedimenty (holocén-pliocén), 2 - nečlenené svahoviny (kvartér), 3 - extruzívne dómy, prúdy plagioklasových ryolitov (vr. sarmat), 4 - prúdy biotiticko-amfibolicko-pyroxénických andezitov (sp.-str. sarmat), 5 - extrúzie pyroxénicko-biotiticko-amfibolického andezitu (vr. bádén-sp. sarmat?), 6 - vulkanické brekcie, konglomeráty a pieskovce andezitov (str.-vr. bádén), 7 - intrúzie pyroxénicko-amfibolických andezitov (str.-vr. bádén), 8 - extruzívne dómy a prúdy pyroxénicko-amfibolických andezitov (str.-vr. bádén), 9 - prúdy augiticko-hypersténických andezitov (str.-vr. bádén), 10 - prúdy augiticko-hypersténických andezitov (str.? bádén), 11 - mezozoikum hronika - prevažne dolomity a vápence, menej pieskovce, zlepenca a bridlice, 12 - mladšie paleozoikum hronika - pieskovce, bridlice, zlepenca, lokálne tenké telesá intermediálnych vulkanitov a ich vulkanoklastík, 13 - tektonické štruktúry, 14 - výskyt laumontitu, 15 - zástavba.



**Obr. 2** a) Štiepny agregát laumontitu prizmatického tvaru. b) Detailný pohľad na štiepatelnosť laumontitu. Oba obrázky vyhotovené v BSE. Foto: T. Mikuš.

### Metodika

Laumontit bol identifikovaný práškovou rentgenovou difrakčnou analýzou na prístroji D8 Bruker Advance (Ústav vied o Zemi SAV, Banská Bystrica) za použitia žiarenia CuK $\alpha$  (1.540562 Å). Práškový preparát bol nanesený v acetónovej suspenzii na nosič (monokryštál Si) a následne boli získané difrakčné dáta v režime step-scanning (krok 0.02° 2 $\theta$ /1.3 s, rozsah merania 2.0 - 65.0° 2 $\theta$ ). Difrakčný záznam bol vyhodnotený pomocou programu ZDS (Ondruš 1993). Jednotlivé difrakčné reflexy boli indexované na základe teoretických záznamov laumontitu resp. leonhardtitu vypočítaných programom v Databáze zeoli-

tových štruktúr (Baerlocher, McCusker 1996). Parametre základnej bunky boli vypočítané z RTG difrakčného záznamu metódou najmenších štvorcov, pomocou softvéru UnitCell (Holland, Redfern 1997).

Fotografie laumontitu sa vyhotovili v sekundárnych elektrónoch (BSE) na elektrónovom mikroskope JEOL JSM-6390LV (Ústav vied o Zemi SAV, Banská Bystrica). Na neštandardizované kvalitatívne analýzy minerálu bol použitý EDS detektor (OXFORD INSTRUMENTS INCA x-act) za nasledujúcich podmienok: urýchľovacie napätie 15 kV, prúd 15 nA, pracovná vzdialenosť 10 mm a priemer lúča 1  $\mu$ m.

## Laumontit

Vytvára monominerálne výplne drobných puklín v pyroxénickom andezite. Hrúbka laumontitových žiliek, dosahuje max. do 3 mm a ich dĺžka, sa pohybuje od prvých mm do 20-25 cm. Plošný rozsah žiliek je max. 400 cm<sup>2</sup>. Laumontit tvorí na puklinách jemnokryštalické masy bielej farby, pričom priemerná veľkosť jednotlivých prizmatických a tabuľkovitých kryštálov sa pohybuje okolo 0.3-0.5 mm, zriedkavejšie aj 1 mm (obr. 2). Ojedinele boli pozorované prizmatické kryštály s dĺžkou 3.5 mm (pri hrúbke 0.3 mm). Lokálne sú laumontitové kryštáliky usporiadané do vejárovitých agregátov. Opis laumontitu platí pre oba vyššie spomenuté výskyty (A, B).

V priestorovej asociácii s laumontitovými žilkami sa vyskytujú v andezite aj samostatné puklinky (hrúbka okolo 2 mm), ktoré sú vyplnené výlučne SiO<sub>2</sub> hmotami, konkrétne tehlovočerveným *jaspisom* s monotónnou tex-

túrou. Väčšie úlomky takéhoto *jaspisu* (veľké do 5 cm), tak isto bez pozoruhodnejšej textúry, sa nachádzajú na viacerých miestach v svahových a aluviálnych sedimentoch v dolinke ležiacej východne od lokality A.

Laumontit bol identifikovaný pomocou práškovej rentgenovej difrakčnej analýzy. Difrakčný záznam laumontitu z lokality Jazarec (tab. 1) dobre koreluje s doteraz publikovanými údajmi pre tento minerál, ktoré sú uvedené v databáze kryštalových štruktúr dostupnej na internete (Downs, Hall-Wallace 2003), ako aj s teoretickým záznamom podľa databázy zeolitových štruktúr (Baerlocher, McCusker 1996). Vypočítané mriežkové parametre základnej bunky sú v porovnaní s inými publikovanými údajmi pre laumontit (resp. *leonhardtit*) uvedené v tabuľke 2.

Chemické zloženie laumontitu z Jazarca (tab. 3) sa blíži normálnemu zloženiu laumontitu. Z prímiesí boli identifikované iba nevýrazne zvýšené obsahy Fe, Na a K (spolu 0.66 hm. % oxidov; 0.28 *apfu*).

**Tabuľka 1** Záznam práškovej rentgenovej difrakčnej analýzy laumontitu z Jazarca

h	k	l	d <sub>obs.</sub>	l <sub>obs.</sub>	d <sub>calc.</sub>	h	k	l	d <sub>obs.</sub>	l <sub>obs.</sub>	d <sub>calc.</sub>
1	1	0	9.441	100.0	9.427	0	6	0	2.179	3.9	2.177
2	0	0	6.836	40.6	6.810	6	2	0	2.151	8.3	2.144
0	2	0	6.534	1.5	6.531	-3	5	2	2.089	2.5	2.089
-2	0	1	6.189	6.5	6.182	-6	0	3	2.060	0.9	2.061
1	1	1	5.041	9.8	5.040	-7	1	2	2.041	1.1	2.035
2	2	0	4.721	17.3	4.713	4	2	2	1.9894	2.0	1.9860
-2	2	1	4.494	14.1	4.489	-5	5	1	1.9569	6.2	1.9521
3	1	0	4.304	2.4	4.288	1	3	3	1.9427	1.8	1.9456
1	3	0	4.153	55.1	4.147	2	6	1	1.9317	0.7	1.9297
-1	3	1	3.764	2.4	3.764	2	2	3	1.9065	1.5	1.9084
-4	0	1	3.657	18.4	3.647	5	5	0	1.8901	1.7	1.8853
0	0	2	3.504	34.9	3.511	-7	1	3	1.8682	2.8	1.8635
1	3	1	3.406	7.8	3.405	0	6	2	1.8504	3.3	1.8501
-3	1	2	3.358	9.3	3.362	5	1	2	1.8254	1.6	1.8253
0	4	0	3.266	18.8	3.265	-5	1	4	1.8004	0.8	1.8008
-3	3	1	3.197	12.0	3.194	3	5	2	1.7597	1.7	1.7589
3	3	0	3.149	11.8	3.142	-3	7	1	1.7312	0.5	1.7341
-4	0	2	3.089	1.5	3.091	2	4	3	1.7090	2.3	1.7027
4	2	0	3.029	19.1	3.019	8	0	0	1.7025	1.2	1.7024
2	4	0	2.947	2.1	2.944	-6	2	4	1.6795	0.6	1.6809
-5	1	1	2.875	13.2	2.866	-3	7	2	1.6429	0.4	1.6443
-4	2	2	2.795	7.9	2.793	-7	1	4	1.6354	3.2	1.6328
2	0	2	2.731	1.5	2.731	-7	5	2	1.6221	3.5	1.6177
-5	1	2	2.645	0.9	2.641	-6	6	2	1.5994	1.5	1.5968
3	3	1	2.629	3.7	2.626	0	8	1	1.5903	1.4	1.5902
2	4	1	2.573	11.3	2.571	-2	8	1	1.5755	1.4	1.5785
1	3	2	2.539	3.3	2.540	7	5	0	1.5652	4.9	1.5604
2	2	2	2.518	6.9	2.520	-3	5	4	1.5336	1.4	1.5330
-2	4	2	2.461	3.0	2.461	2	8	1	1.5222	4.4	1.5202
-4	4	1	2.438	12.1	2.433	-2	0	5	1.4926	1.5	1.4904
0	4	2	2.390	0.7	2.391	-4	8	1	1.4874	1.5	1.4901
4	4	0	2.361	5.9	2.357	4	4	3	1.4827	1.5	1.4799
5	3	0	2.313	0.4	2.309	4	8	0	1.4751	1.8	1.4721
3	5	0	2.267	3.4	2.264	-1	1	5	1.4455	1.0	1.4448
-4	4	2	2.242	0.5	2.245	7	5	1	1.4356	0.8	1.4346
-6	2	2	2.215	2.9	2.211						

**Tabuľka 2** Parametre základnej bunky laumontitu (pre monoklinickú priestorovú grupu C2/m)

	táto práca	Coombs (1952)	Liou (1971)	Sunderman (1983)	Fridriksson et al. (2003)		
		Lmt	Leo	Lmt	Leo	Lmt*	
a [Å]	14.741(1)	14.90(5)	14.75(3)	14.73(2)	14.63(2)	14.74820(1)	
b [Å]	13.075(1)	13.17(2)	13.10(2)	13.066(2)	12.87(3)	13.0698(8)	
c [Å]	7.553(1)	7.55(5)	7.55(1)	7.550(3)	7.54(2)	7.55869(7)	
β [°]	111.964(4)	111.5(5)	112.0(2)	111.9(2)	110.824(4)	111.876(3)	112.014(1)
V [Å <sup>3</sup> ]	1349.9(1)	1378.5	1352.6	1348.9	1393.73	1341.89	1350.76(2)

Lmt - laumontit      Leo - *leonhardtit*

\* parametre pri p(H<sub>2</sub>O) = 22.53 kPa, T = 27.6 °C (čiastočne dehydratovaný laumontit)



## Záver

Nález laumontitu na puklinách andezitu v katastri obce Píla, pri Žarnovici, dopĺňa pohľad na jeho topografické rozšírenie v stredoslovenských neovulkanitoch. Popri puklinách vyplnených laumontitom sa na lokalite Jazarec vyskytujú aj pukliny vyplnené  $\text{SiO}_2$  hmotami (*jaspis*). Keďže oba minerály vznikli v rámci postmagmatického hydrotermálneho (nízkotermálneho) procesu, ich samostatné vystupovanie na puklinových systémoch možno zdôvodniť kryštalizáciou puklinovej výplne pri odlišných teplotách.

Známost varietou laumontitu je tzv. *leonhardit*, ktorý je charakterizovaný nižším obsahom zeolitovej vody a tiež aj substitúciou Na, K  $\rightarrow$  Ca (Fersman 1908). Vplyvom dehydratácie laumontitu dochádza k zmenám rozmerov jeho základnej bunky. Rentgenový difrakčný záznam laumontitu z Jazarca je lepšie korelovateľný s teoretickým záznamom *leonharditu*, ako so záznamom plne hydratovaného laumontitu (Baerlocher, McCusker 1996). Rovnako aj objem základnej bunky laumontitu (Jazarec) zodpovedá lepšie *leonharditu*, resp. čiastočne dehydratovanému laumontitu (tab. 2). Jeho dehydratácia teda plne zodpovedá prechodu laumontit  $\rightarrow$  *leonhardit* pri „normálnych“ podmienkach:  $p=100$  kPa,  $T = 25$  °C (sensu Neuhoff, Bird 2001). Výraznejšia substitúcia Na, K  $\rightarrow$  Ca (sensu Fersman 1908), nebola orientačnými analýzami preukázaná (tab. 3).

## Pod'akovanie

Tento príspevok mohol vzniknúť vďaka finančnej podpore grantu VEGA 1/0650/15. Za pripomienky ktoré pomohli k skvalitneniu práce sme veľmi vďační recenzentom Petrovi Paulišovi a Martinovi Števkovi.

## Literatúra

- Baerlocher Ch., McCusker L. B. (1996) Database of Zeolite Structures. Prístup 3. februára 2016 na adrese <http://www.iza-structure.org/databases/>
- Coombs D. S. (1952) Cell size, optical properties and chemical composition of laumontite and leonhardite. *Am. Miner.* 37, 10, 812-829.
- Downs R. T., Hall-Wallace M. (2003) The American Mineralogist crystal structure database. *Am. Miner.* 88, 247-250.
- Đuda R., Ozdín D. (2012) Minerály Slovenska. 1-480, Granit, Praha.
- Fersman A. E. (1908) Materialien zur untersuchung der zeolite Russlands. I. Leonhardit und laumontit aus der umgebung von Simferopol (Krim). *Trav. de Museé géol. Pierre le Grand pr. l' Acad. Imp. de Science St Pétersbourg.* 2, 103-150.
- Fridriksson T., Bish D. L., Bird K. D. (2003) Hydrogen-bonded water in laumontite I: X-ray powder diffraction study of water site occupancy and structural changes in laumontite during room-temperature isothermal hydration/dehydration. *Am. Miner.* 88, 277-287.
- Holland T. J. B., Redfern S. A. T. (1997) Unit cell refinement from powder diffraction data: the use of regression diagnostics. *Miner. Mag.* 61, 65-77.
- Koděra M., Andrusovová-Vlčeková G., Belešová O., Briatková D., Dávidová Š., Fejdiová V., Hurai V., Chovan M., Nelišerová E., Ženiš P. (1989-1990): Topografická mineralógia Slovenska, I-III. 1-1590, Veda - vydavateľstvo SAV, Bratislava.

Tabuľka 3 Orientačné chemické zloženie študovaného laumontitu (priemer 5 analýz)

$\text{SiO}_2$	54.78
$\text{Al}_2\text{O}_3$	20.10
CaO	11.00
FeO	0.22
$\text{Na}_2\text{O}$	0.24
$\text{K}_2\text{O}$	0.20
hm. %	86.54
vzorec (48 kyslíkov)	
Si	16.70
Al	7.23
$\Sigma$ T	23.93
Ca	3.59
Fe	0.06
Na	0.14
K	0.08
$\Sigma$ cat.	3.87
Si/Al	2.31
$T_{\text{Si}}$	0.70

- Konečný V., Lexa J., Halouzka R., Dublan L., Šimon L., Stolár M., Nagy A., Polák M., Vozár J., Havrila M., Pristaš J. (1998a) Geologická mapa Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca, M 1: 50 000. MŽP SR – GSSR, Bratislava.
- Konečný V., Lexa J., Halouzka R., Hók J., Vozár J., Dublan L., Nagy A., Šimon L., Havrila M., Ivanička J., Hojstričová V., Mihaliková A., Vozárová A., Konečný P., Kováčiková M., Filo M., Marcin D., Klukanová A., Liščák P., Žáková E. (1998b) Vysvetlivky ku geologickej mape Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca (štiavnický stratovulkán), M 1: 50 000. Vol. I, II. 1-473, GSSR, Bratislava.
- Liou J. G. (1971) Stilbite-laumontite equilibrium. *Contr. Mineral. Petrol.* 31, 171-177.
- Liszky G. (1877) A tetradymit lehelyéről Zsupkón. Zsarnoca vidéki fémtelpek. Az asbestnek agy új lelhelyéről. *Pyrolusitek Tiszolcon. Tiszolci márványfajok. Földt. Közl.* 7, 9, 255-263.
- Neuhoff P. S., Bird D. K. (2001) Partial dehydration of laumontite: thermodynamic constrains and petrogenetic implications. *Miner. Mag.* 65, 1, 59-70.
- Ondruš P. (1993) ZDS - A computer program for analysis of X-ray powder diffraction patterns. *Materials Science Forum*, 133-136, 297-300, EPDIC-2. Enchede.
- Ozdín D., Majzlan J. (1996) Nové výskyty zeolitov v stredoslovenských neovulkanitoch. *Minerál 4*, 2, 135-136.
- Sunderman R. G. (1983) An X-ray study of unit cell parameter variation in laumontite and leonhardite. *Senior thesis. The Ohio State University, Columbus.*
- Tóth M. (1882) Magyarország ásványai különös tekintettel termőhelyeik megállapítására. 1-509, Nyomatott a Hunadi Mátyás intézetben, Budapest.