

## SÍTINY – VLČÍ HŘBET

**Druh horniny:** serpentinit

**Souřadnice místa odběru:** 50.0364081N, 12.7423672E

**Lokalizace a základní popis lokality:**

Drobné výchozy tzv. mnichovského hadce o velikosti do cca 4 x 2 m, nacházející se na severozápadním úbočí Vlčího hřbetu, přibližně 1,7 km sz. od kostela Panny Marie Pomocné v Sítinách a asi 1,3 km sv. od kóty 883 m Vlčí kámen.

**Geologická a petrografická charakteristika:**

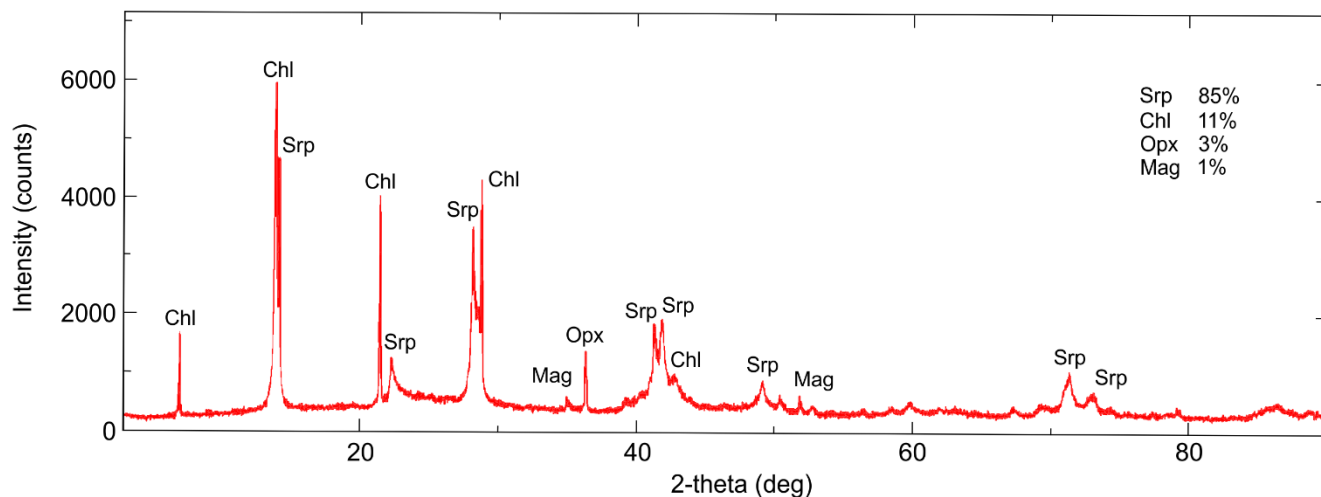
Lokalita je součástí přibližně 8 km dlouhého a až 2 km širokého, ve směru SV-JZ protaženého serpentinitového tělesa Vlčího hřbetu, náležejícího k mariánskolázeňskému metabazitovému komplexu střeďočeské oblasti. Zdejší hadec je hornina tmavě zelená až černozelená, s celistvou, masivní texturou, místy poměrně výrazně navětralá. Horninotvorné součástky jsou představovány zejména minerály serpentinové skupiny, v menší míře bývá přítomen chlorit, reliktní ortopyroxen (bronzit) a opakní fáze reprezentovaná magnetitem. Na puklinách se občas vyskytují drobné povlaky opálové hmoty. Mnichovský hadec byl v minulosti těžen jako stavební a dekorativní kámen a používán k výrobě obkladových a stolních desek, parapetů, náhrobků a drobných užitečných i upomínkových předmětů.



**Makroskopický vzhled horniny**



**Fotodokumentace lokality**



**RTG-difrakční spektrum vzorku horniny**

**Vybraná literatura:**

- Databáze významných geologických lokalit: 2404 [online]. Praha: Česká geologická služba, 1998. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/2404>.
- Databáze významných geologických lokalit: 365 [online]. Praha: Česká geologická služba, 1998. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/365>.
- Rybařík V. 1993. Mnichovský hadec. *Geol. Průzk.*, 35(11-12): 365-366.
- Rybařík V. 1994. *Ušlechtilé stavební a sochařské kameny České republiky*. Nadace Střední průmyslové školy kamenické a sochařské v Hořicích, Hořice, 218 s.

## Výsledky zkoušky na přítomnost azbestových vláken v horninové matici

Výsledky kvalitativních analýz optickou polarizační mikroskopií (OPM) a elektronovou transmisní mikroskopií (TEM) byly převzaty z protokolů o zkoušce na přítomnost azbestových vláken vydaných akreditovanou zkušební laboratoří AD-LAB Environment, odštěpný závod Ostrava. Kvantitativní analýza azbestových vláken nebyla prováděna.

| <b>Identifikace vzorku</b>        |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| <i>Název vzorku</i>               | serpentinit - hornina |
| <i>Identifikační číslo vzorku</i> | 17008/60/sp           |
| <i>Datum odběru vzorku</i>        | 3. 8. 2021            |
| <i>Lokalita odběru vzorku</i>     | Sítiny - Vlčí hřbet   |

| <b>Technické informace</b>        |                                               |                            |                            |                         |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <i>Analytický popis materiálu</i> | <i>Typ drcení použitý při přípravě vzorků</i> | <i>Počet preparátů OPM</i> | <i>Počet preparátů TEM</i> | <i>Počet mřížek TEM</i> |
| materiál pevný, zelený, černý     | hmoždíř                                       | 6                          | 3                          | 6                       |

| <i>Typ azbestu</i>   | <i>Analytická metoda</i> | <i>Výsledek zkoušky</i> |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| azbestová vlákna     | OPM + TEM                | nedetekována            |
| chryzotilový azbest  | OPM + TEM                | nedetekován             |
| aktinolitový azbest  | OPM + TEM                | nedetekován             |
| amositový azbest     | OPM + TEM                | nedetekován             |
| antofylitový azbest  | OPM + TEM                | nedetekován             |
| crokydolitový azbest | OPM + TEM                | nedetekován             |
| tremolitový azbest   | OPM + TEM                | nedetekován             |

## Přehled a popis zkušebních metod

### *Vyhledávání azbestu pomocí OPM*

Provádí se v souladu s návodem HSG 248 (příloha 2) a normou NF ISO 22262-1 (relevantní části).

Vizuální a stereomikroskopické pozorování umožňují popsat vzorek. Analýza OPM dovoluje detekovat pouze opticky pozorovatelná vlákna, to jsou ta, která mají průměr větší než 0,2  $\mu\text{m}$ .

Negativní výsledek při analýze OPM, tedy bez detekovaných azbestových vláken, znamená, že vzorek neobsahuje opticky rozpoznatelná vlákna s obsahem vyšším, než je hranice detekovatelnosti. Negativní výsledek z OPM musí být potvrzen analýzou TEM. Příprava na analýzu OPM je povinná. Negativní výsledek je uzavřen po minimálně třech přípravách OPM na odlišitelnou složku.

### *Metoda přípravy vzorků pro analýzu TEM*

Příprava vzorků se provádí podle pracovního postupu „HORNINY/Příprava pro analýzu TEM“. Hlavními etapami přípravy jsou: mechanické drcení (škrábání skalpelem, drcení špachtlí nebo drcení v hmoždíři), ultrazvuková

lázeň, nakapání a schnutí na mikroskopických mřížkách pro analýzu TEM. Pro každou oddělitelnou vrstvu se provádějí nejméně tři přípravy na odlišitelnou složku.

#### **Pozorování azbestu pomocí TEM**

K identifikaci azbestových vláken dochází analýzou TEM (morfologie, chemické složení, difrakce) podle normy NF X 43-050 (relevantní části). Analýza TEM se dle potřeby opírá rovněž o petrografické zásady a mineralogickou klasifikaci IMA (Hawthorne et al. 2012), a to pokud jde o chemické složení amfibolů.

Podlouhlé minerální částice, které jsou během analýzy zohledňovány, odpovídají definici vlákna dle normy NFX 43-050, to znamená „všechny částice, jejichž okraje jsou částečně rovnoběžné nebo stupňovité, a jejichž délka je minimálně 0,5  $\mu\text{m}$  a poměr délka/šířka minimálně 3“. Při analýze TEM nelze měřit odolnost vůči tažnosti a ohebnosti vláken, tyto vlastnosti tedy nejsou zohledňovány.

Analýza TEM bere v úvahu všechna vlákna klasifikovaná nebo identifikovaná jako azbest podle normy NF X 43-050 (chryzotil, amosit, krokydolit, tremolitový azbest, aktinolitový azbest, antofylitový azbest).

Negativní výsledek analýzy TEM, tedy takový, který nedeklaruje přítomnost azbestu, může znamenat, že vzorek obsahuje množství pod hranicí garantované detekovatelnosti. Negativní výsledek TEM je uzavřen po pozorování alespoň dvou mřížek na přípravek TEM a po vyhodnocení výsledků všech provedených příprav, pokud je to možné.

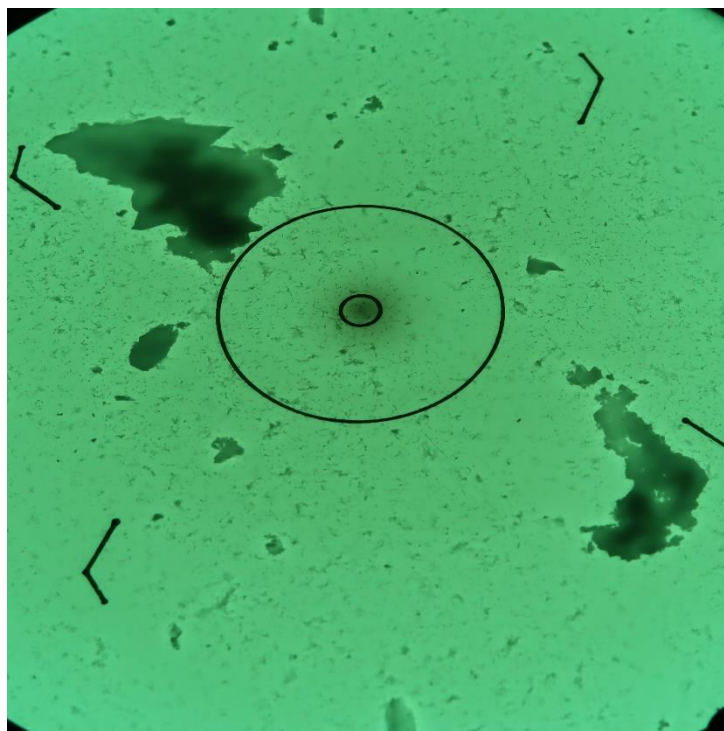
Laboratoř garantuje pozitivní výsledek pro pozorovaná vlákna, pokud je jejich množství ve vzorku vyšší nebo rovno 0,1 % celkové hmotnosti, dle intervalu spolehlivosti 95 %. V případě, že ve vzorku byla identifikována přítomnost vláken, ale jejich množství nepřesahuje 0,1% celkové hmotnosti, jde o stopové množství.

#### **Citovaná literatura**

- Hawthorne FC, Oberti R, Harlow GE, Maresch WV, Martin RF, Schumacher JC, Welch MD. 2012. Nomenclature of the amphibole supergroup. *American Mineralogist*, 97 (11-12): 2031-2048.
- NF ISO 22262-1:2012(fr) Qualité de l'air — Matériaux solides — Partie 1: Échantillonnage et dosage qualitatif de l'amiante dans les matériaux solides d'origine commerciale; Air quality — Bulk materials — Part 1: Sampling and qualitative determination of asbestos in commercial bulk materials, Afnor, France.
- NF X 43-050:2021 Détermination de la concentration en fibres d'amiante par microscopie électronique à transmission, Afnor, France.
- HSG 248:2021 Asbestos, The analysts' guide for sampling, analysis and clearance procedures, HSE, UK.

---

#### **Fotodokumentace vzorku**



**Obr. 1** Mikrofoto TEM vz. 17008/60/sp, úlomky horniny. Zvětšeno 2500x, průměr vnitřního terče je 1,9  $\mu\text{m}$ .

## SÍTINY – VLČÍ HŘBET

**Druh horniny:** amfibolová skalina

**Souřadnice místa odběru:** 50.0369528N, 12.7428658E

### Lokalizace a petrografická charakteristika:

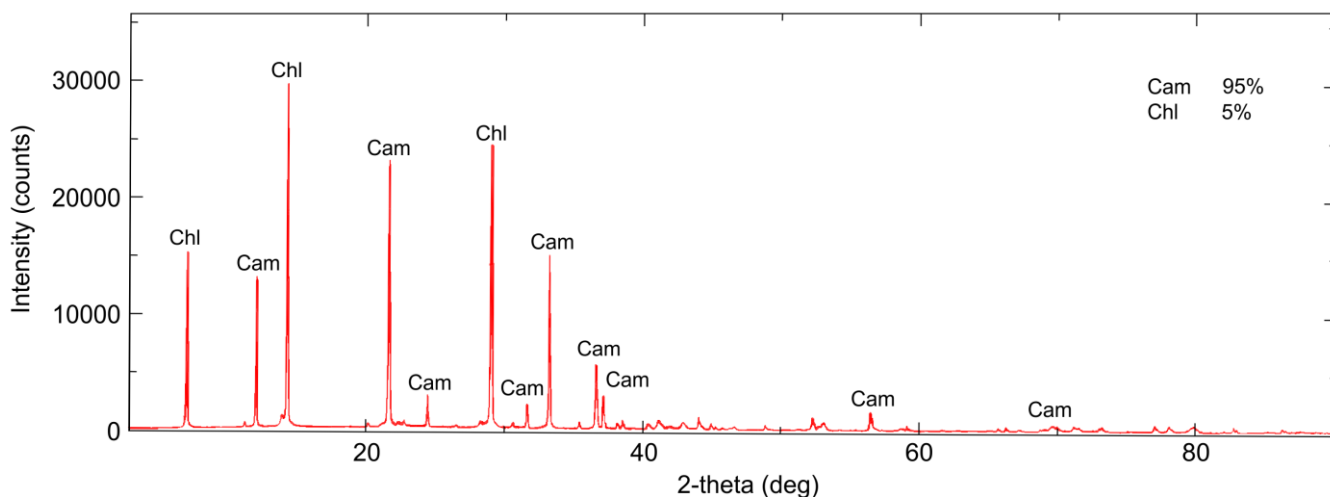
Kromě hadců na lokalitě vystupují, v omezené míře, také drobné polohy amfibolovými minerály bohatých hornin, vyznačujících se tmavě zelenou, místy až šedozelenou, po navětrání okrovou až rezavě hnědou barvou, všesměrnou texturou a nematoblastickou strukturou. Mineralogicky jsou tvořeny zejména sloupečky až jehličkami monoklinického amfibolu řady tremolit-aktinolit o délce až 0,5 – 1 cm, ve velmi malé míře byl identifikován také chlorit.



**Makroskopický vzhled horniny**



**Fotodokumentace lokality**



**RTG-difrakční spektrum vzorku horniny**

## Výsledky zkoušky na přítomnost azbestových vláken v horninové matrici

Výsledky kvalitativních analýz optickou polarizační mikroskopií (OPM) a elektronovou transmisní mikroskopií (TEM) byly převzaty z protokolů o zkoušce na přítomnost azbestových vláken vydaných akreditovanou zkušební laboratoří AD-LAB Environment, odštěpný závod Ostrava. Kvantitativní analýza azbestových vláken nebyla prováděna.

| <b>Identifikace vzorku</b> |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| Název vzorku               | amfibolová skalina - hornina |
| Identifikační číslo vzorku | 17008/60/as                  |
| Datum odběru vzorku        | 3. 8. 2021                   |
| Lokalita odběru vzorku     | Sítiny - Vlčí hřbet          |

| <b>Technické informace</b>   |                                        |                     |                     |                  |
|------------------------------|----------------------------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| Analytický popis materiálu   | Typ drcení použitý při přípravě vzorků | Počet preparátů OPM | Počet preparátů TEM | Počet mřížek TEM |
| materiál pevný, zelený, šedý | hmoždíř                                | 6                   | 3                   | 6                |

| Typ azbestu          | Analytická metoda | Výsledek zkoušky |
|----------------------|-------------------|------------------|
| azbestová vlákna     | OPM + TEM         | detekována       |
| chryzotilový azbest  | OPM + TEM         | nedetekován      |
| aktinolitový azbest  | OPM + TEM         | nedetekován      |
| amositový azbest     | OPM + TEM         | nedetekován      |
| antofylitový azbest  | OPM + TEM         | nedetekován      |
| krokydolitový azbest | OPM + TEM         | nedetekován      |
| tremolitový azbest   | OPM + TEM         | detekován        |

## Přehled a popis zkušebních metod

### Vyhledávání azbestu pomocí OPM

Provádí se v souladu s návodem HSG 248 (příloha 2) a normou NF ISO 22262-1 (relevantní části).

Vizuální a stereomikroskopické pozorování umožňují popsat vzorek. Analýza OPM dovoluje detekovat pouze opticky pozorovatelná vlákna, to jsou ta, která mají průměr větší než 0,2  $\mu\text{m}$ .

Negativní výsledek při analýze OPM, tedy bez detekovaných azbestových vláken, znamená, že vzorek neobsahuje opticky rozpoznatelná vlákna s obsahem vyšším, než je hranice detekovatelnosti. Negativní výsledek z OPM musí být potvrzen analýzou TEM. Příprava na analýzu OPM je povinná. Negativní výsledek je uzavřen po minimálně třech přípravách OPM na odlišitelnou složku.

### Metoda přípravy vzorků pro analýzu TEM

Příprava vzorků se provádí podle pracovního postupu „HORNINY/Příprava pro analýzu TEM“. Hlavními etapami přípravy jsou: mechanické drcení (škrábání skalpelem, drcení špachtlí nebo drcení v hmoždíři), ultrazvuková

lázeň, nakapání a schnutí na mikroskopických mřížkách pro analýzu TEM. Pro každou oddělitelnou vrstvu se provádějí nejméně tři přípravy na odlišitelnou složku.

#### **Pozorování azbestu pomocí TEM**

K identifikaci azbestových vláken dochází analýzou TEM (morfologie, chemické složení, difrakce) podle normy NF X 43-050 (relevantní části). Analýza TEM se dle potřeby opírá rovněž o petrografické zásady a mineralogickou klasifikaci IMA (Hawthorne et al. 2012), a to pokud jde o chemické složení amfibolů.

Podlouhlé minerální částice, které jsou během analýzy zohledňovány, odpovídají definici vlákna dle normy NFX 43-050, to znamená „všechny částice, jejichž okraje jsou částečně rovnoběžné nebo stupňovité, a jejichž délka je minimálně 0,5  $\mu\text{m}$  a poměr délka/šířka minimálně 3“. Při analýze TEM nelze měřit odolnost vůči tažnosti a ohebnosti vláken, tyto vlastnosti tedy nejsou zohledňovány.

Analýza TEM bere v úvahu všechna vlákna klasifikovaná nebo identifikovaná jako azbest podle normy NF X 43-050 (chryzotil, amosit, krokydolit, tremolitový azbest, aktinolitový azbest, antofylitový azbest).

Negativní výsledek analýzy TEM, tedy takový, který nedeklaruje přítomnost azbestu, může znamenat, že vzorek obsahuje množství pod hranicí garantované detekovatelnosti. Negativní výsledek TEM je uzavřen po pozorování alespoň dvou mřížek na přípravek TEM a po vyhodnocení výsledků všech provedených příprav, pokud je to možné.

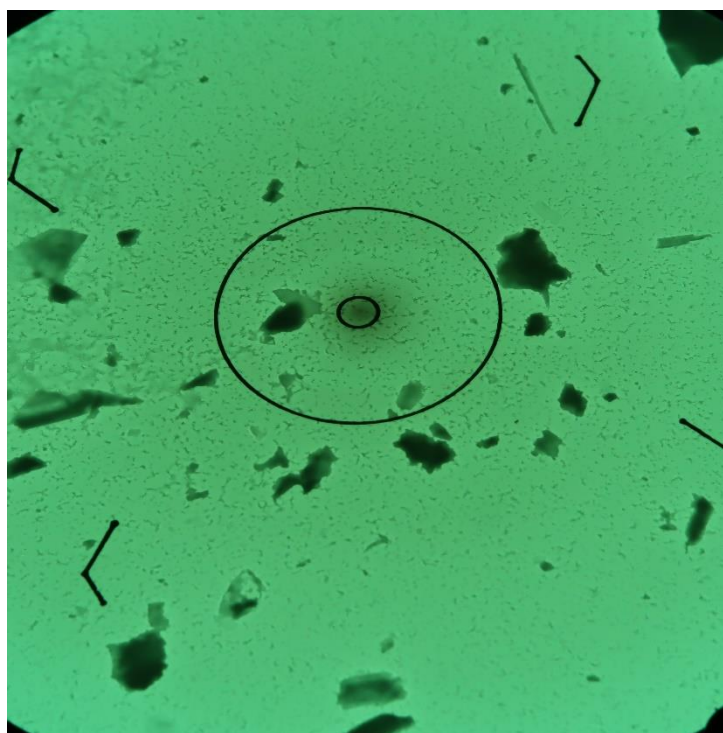
Laboratoř garantuje pozitivní výsledek pro pozorovaná vlákna, pokud je jejich množství ve vzorku vyšší nebo rovno 0,1 % celkové hmotnosti, dle intervalu spolehlivosti 95 %. V případě, že ve vzorku byla identifikována přítomnost vláken, ale jejich množství nepřesahuje 0,1% celkové hmotnosti, jde o stopové množství.

#### **Citovaná literatura**

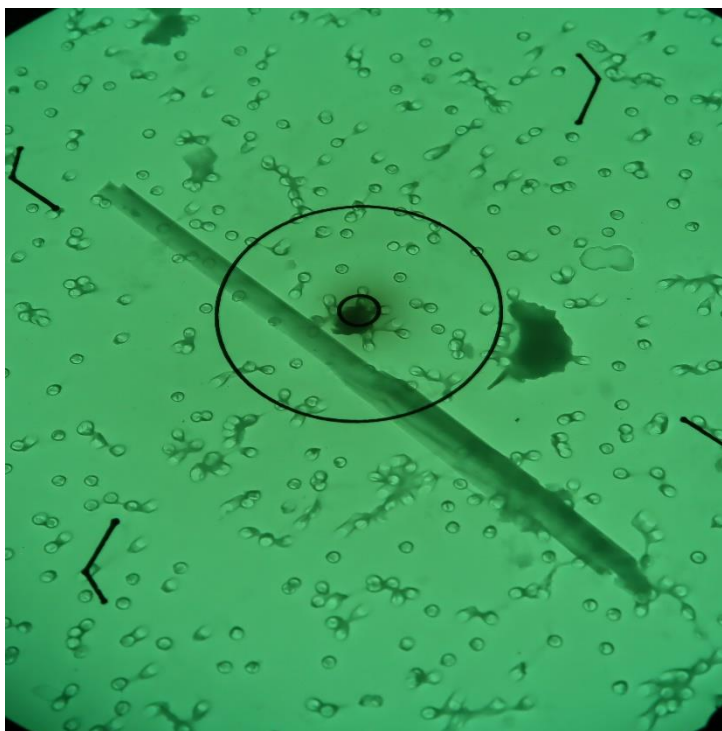
- Hawthorne FC, Oberti R, Harlow GE, Maresch WV, Martin RF, Schumacher JC, Welch MD. 2012. Nomenclature of the amphibole supergroup. *American Mineralogist*, 97 (11-12): 2031-2048.
- NF ISO 22262-1:2012(fr) Qualité de l'air — Matériaux solides — Partie 1: Échantillonnage et dosage qualitatif de l'amiante dans les matériaux solides d'origine commerciale; Air quality — Bulk materials — Part 1: Sampling and qualitative determination of asbestos in commercial bulk materials, Afnor, France.
- NF X 43-050:2021 Détermination de la concentration en fibres d'amiante par microscopie électronique à transmission, Afnor, France.
- HSG 248:2021 Asbestos, The analysts' guide for sampling, analysis and clearance procedures, HSE, UK.

---

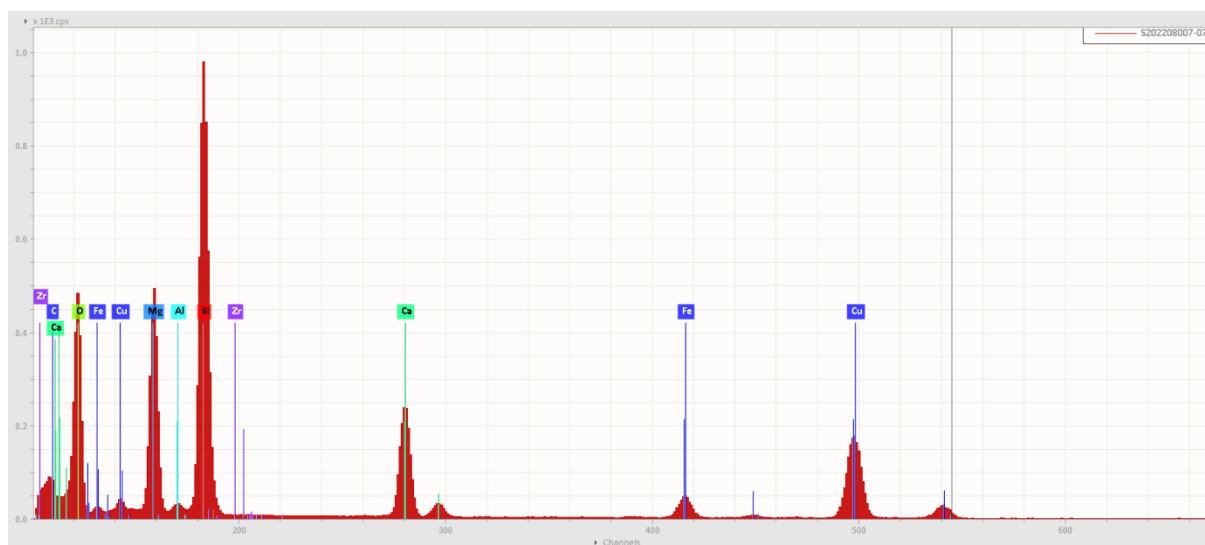
#### **Fotodokumentace vzorku**



**Obr. 1** Mikrofoto TEM vz. 17008/60/as, úlomky horniny. Zvětšeno 2500x, průměr vnitřního terče je 1,9  $\mu\text{m}$ .



**Obr. 2** Mikrofoto TEM vz. 17008/60/as, azbestové vlákno. Zvětšeno 13500x, průměr vnitřního terče je 0,4  $\mu\text{m}$ .



**Obr. 3** EDS spektrum tremolitového azbestového vlákna, vz. 17008/60/as.