

# Naumannit z uranového ložiska Labská u Špindlerova Mlýna, Krkonoše (Česká republika)

## Naumannite from the uranium deposit Labská near Špindlerův Mlýn, Krkonoše Mountains (Czech Republic)

JIŘÍ SEJKORA<sup>1)\*</sup> A PAVEL ŠKÁCHA<sup>1)2)</sup>

<sup>1)</sup>Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice;

\*e-mail: jiri\_sejkora@nm.cz

<sup>2)</sup>Hornické muzeum Příbram, náměstí Hynka Kličky 293, 261 01 Příbram VI

SEJKORA J., ŠKÁCHA P. (2016) Naumannit z uranového ložiska Labská u Špindlerova Mlýna, Krkonoše (Česká republika). *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha) 24, 2, 252-255. ISSN 1211-0329.*

### Abstract

The Ag-selenide, naumannite, was found at samples from the vein P-10 at the abandoned uranium deposit Labská near Špindlerův Mlýn, Krkonoše Mountains (Czech Republic). Naumannite occurs as irregular corroded grains up to 0.5 mm across in heterogeneous tabular aggregates of Cu-uranyl-arsenates (probably zeunerite) with tiny (up to 5 µm in size) grains of selenium-free Cu-sulfide (probably covellite). Chemical composition of naumannite is possible to express on the basis of 3 *apfu* by empirical formula  $(\text{Ag}_{1.96}\text{Cu}_{0.03})_{\Sigma 1.99}(\text{Se}_{0.97}\text{S}_{0.03}\text{As}_{0.01})_{\Sigma 1.01}$ . After the Černý Důl locality, the Labská ore deposit is the second occurrence of selenides in the area of Krkonoše Mountains.

**Key words:** *naumannite, chemical composition, uranium mineralization, Labská near Špindlerův Mlýn, Krkonoše Mountains, Czech Republic*

Obdrženo: 16. 11. 2016; přijato 22. 12. 2016

### Úvod

Přestože krkonošské uranové ložisko Černý Důl bylo první lokalitou, kde byly v České republice zjištěny výskyty selenidů (tiemannit - Johan 1960) a později zde byla zjištěna zajímavá asociace selenidů zahrnující bukovit, clauthalit, hakit a klockmannit (Kopecký et al. 2010), na ostatních výskytech uranové mineralizace v Krkonoších dosud výskyty selenidové mineralizace nebyly známy. Vzácný výskyt supergenního seleničitanu guilleminitu na uranovém ložisku Labská u Špindlerova Mlýna (Pauliš et al. 2016) indikoval možnost výskytu primární selenidové mineralizace na tomto ložisku, která byla nově ověřena nálezem selenidu stříbra - naumannitu.

### Charakteristika ložiska Labská

Opuštěné uranové ložisko Labská (někdy nazývané „Přehrada“) leží při silnici z Vrchlabí do Špindlerova Mlýna, asi 2 km jz. od Špindlerova Mlýna (10 km severně od Vrchlabí) v těsné blízkosti údolní přehrady na Labi. Ložisko bylo objeveno v roce 1951 gama průzkumem, další anomálie pak byly nalezeny emanačním průzkumem na pravém i levém břehu Labe. Průzkumné povrchové práce zjistily první tři struktury s uranovou mineralizací, které byly dále ověřovány důlními pracemi ze štol. V letech 1952 - 1953 bylo na ložisku otevřeno 25 žil, z nichž 15 obsahovalo uranové zrudnění a čtyři žíly byly těžitelné. Štoly č. 1, 4 a 5 otvíraly žíly na západním břehu Labe, štoly č. 2 a 3 pak na východním břehu. Štoly č. 1 a 4 dosáhly hloubky kolem 50 m pod povrchem, štola č. 5 otevřela ložisko na druhém patře asi 100 m pod povrchem (obr. 1). Po převzetí ložiska těžebnou organizací v roce 1953 byla ze štoly č. 5 vyhloubena slepá jáma dosahující 50 m pod

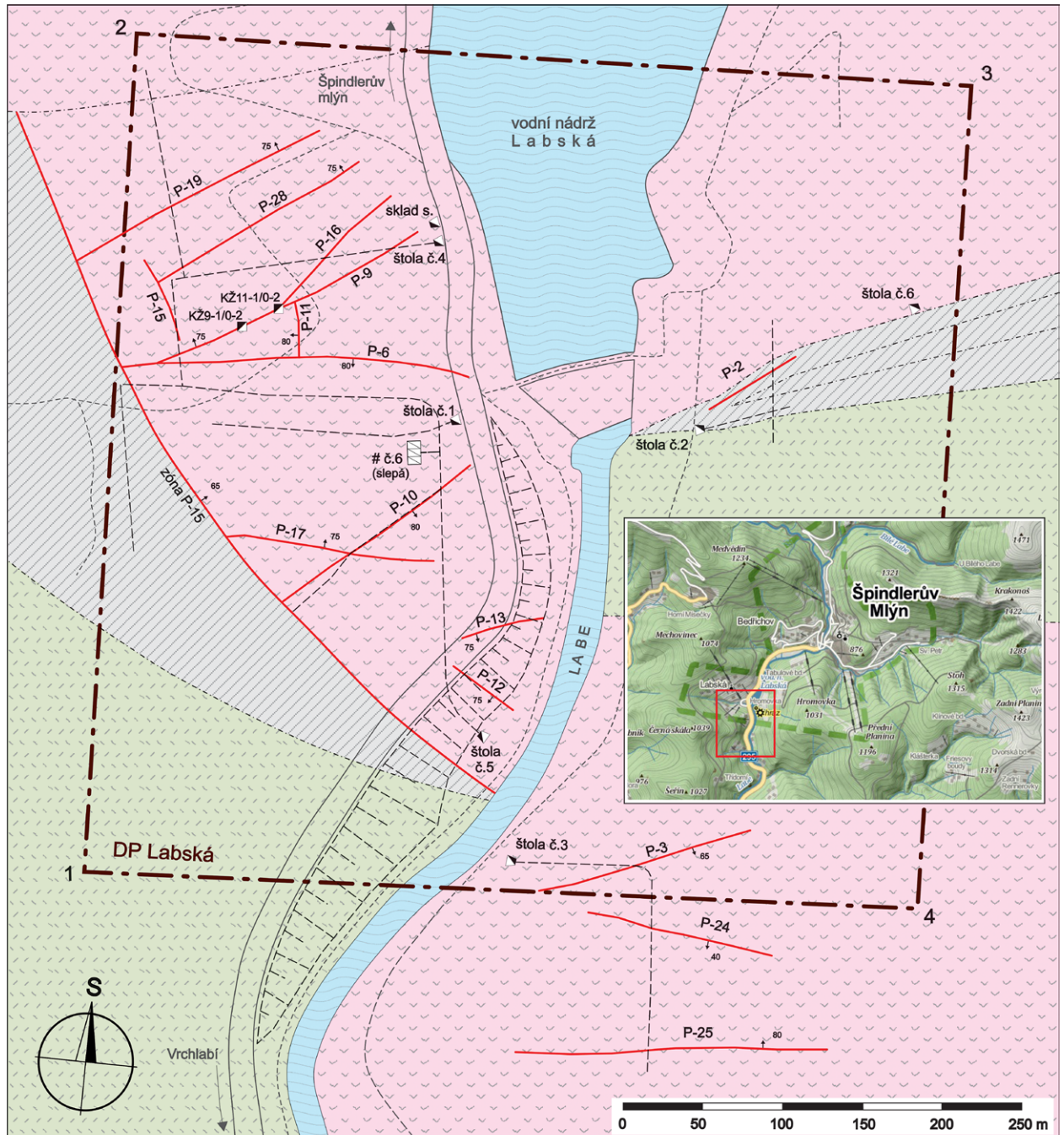
úroveň štoly. Hornické práce na západním břehu Labe byly ukončeny v roce 1955, na východním břehu o dva roky později. Celkově bylo na ložisku vyraženo 4471 m důlních chodeb (Veselý 1982) a získáno 16.6 t U z hloubky do 150 m pod povrchem (Kolektiv 2003).

Ložisko Labská je lokalizováno 3.5 km jižně od krkonoško-jizerského plutonu v krystaliniku budovaném svory, grafitickými břidlicemi a ortorulami. Rudní žíly ložiska převažujícího severozápadního směru jsou vyvinuty v tektonicky omezeném tělese ortorul v pruhu o šířce 250 m a v délce 800 m (obr. 1).












Hlavní strukturou ložiska je zóna P15, která tvoří tektonický styk ortorul s grafitickými břidlicemi s mocností do 1.5 m. Obsahuje tektonický jíl a drcené okolní horniny. Její jihovýchodní pokračování na levém břehu Labe nebylo zjištěno. V ortorulách směrem k zóně dochází k intenzivní chloritizaci a sericitizaci a mocnost pásma hydrotermálních přeměn dosahuje až třicet metrů. V grafitických břidlicích je v těsné blízkosti zóny vyšší podíl grafitu. Většina žil ložiska má směr 250 - 290° s úklonem na S i J. Délka mineralizovaných struktur se pohybovala mezi 50 a 160 m. Dislokace byly vyplněny tektonickým jílem a křemenem. Uranové zrudnění se vyskytovalo v nadloží zóny P15 v pruhu o mocnosti 70 až 100 m v čóčkách o velikosti do první stovky plošných metrů (obr. 1). Ve výplni žil byla zjištěna, vedle uraninitu a jeho relikťů, i hojná uranová supergenní mineralizace. Zrudnění je provázáno prokřemeněním okolních hornin a impregnací hornin arsenopyritem a pyritem. Nejvýznamnější rudní strukturou byla žíla P6, otevřená na 1. a 2. patře v délce 165 m. Má směr 270 - 280° s úklonem k J. Její mocnost se pohybuje od 10 do 150 cm (Veselý 1982).

Ze supergenních minerálů jsou z oblasti ložiska Labská uváděny drobné krystaly autunitu, torbernit a uranocircit (Šita, Bradna 1972). Pauliš (1992) popisuje žlutozelené, až 3 mm velké lupínkovité krystaly metauranocircitu a zelené tabulky metatorbernitu. Nověji byla

zjištěna unikátní asociace tvořená žlutými sloupcovitými až tabulkovitými krystaly dumontitu a hügelitu, žlutými paprčitými agregáty seleničitanu guilleminitu, drobnými agregáty parsonsite s fosfuranylitem (P. Škacha, *nepublikovaná data*).



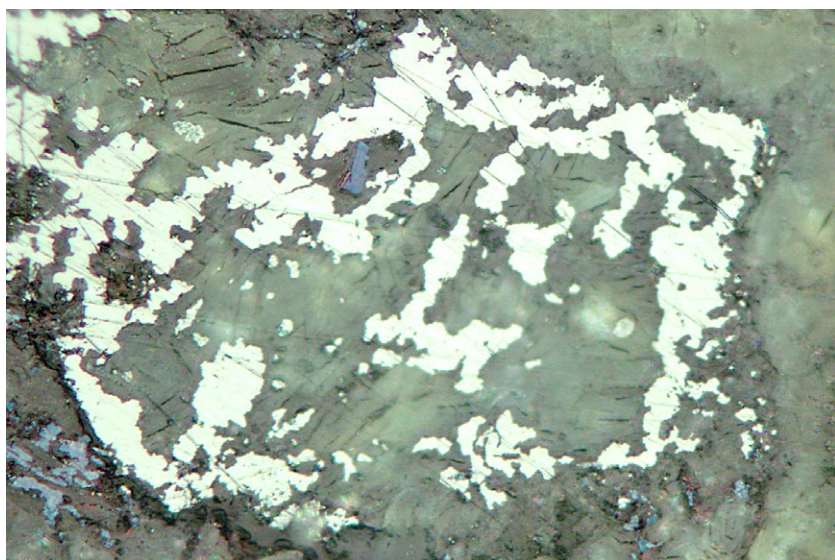
#### LEGENDA:

	sídlnaté svory		tektonické poruchy		odvaly (a-stávající, b-aplanované)
	graftické břidlice		tektonické poruchy s uranovým zrudněním		průběh hlavních otvirkových důlních děl
	ortoruly		hranice dobývacího prostoru		povrchové objekty (a-silnice, b-cesty, c,d-dobovy)
			hlavní důlní díla (1-jámy, 2-šachtice/šurfy, 3-komíny, 4-štolý)		vodní plochy a toky (Labe)

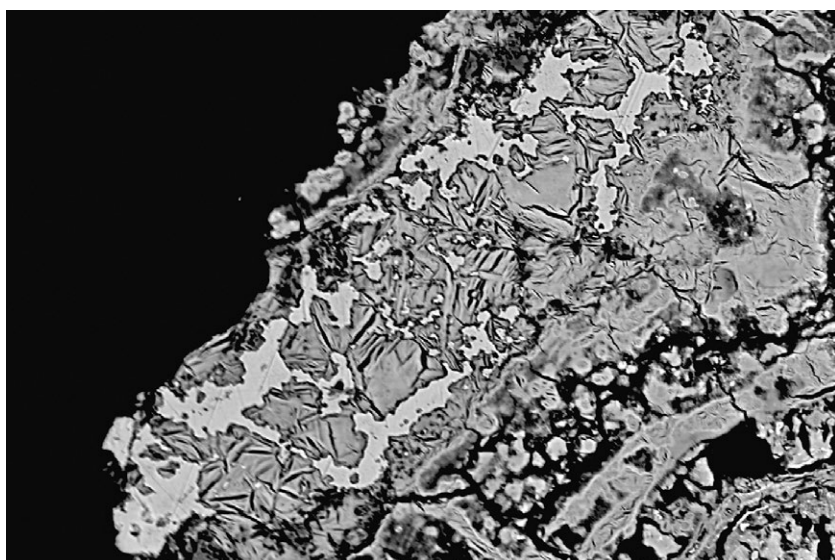
Obr. 1 Strukturně - geologické schéma ložiska Labská u Špindlerova Mlýna. Podle podkladů Dolina (1954), Veselý (1982), archivu DIAMO s.p. a ČGS - Geofondu upravil Karel Babka. Geologická situace je vztažena k přípoверхové části.



**Obr. 2** Kovově šedé agregáty naumannitu vtroušené v supergenně alterovanou žilovinu, Labská, šířka záběru 2.5 mm, foto P. Škácha.



**Obr. 3** Agregáty naumannitu (světlý) v supergenně alterované žilovině, v asociaci vystupují nevelká zrna Cu-sulfidu (modrý), Labská, šířka záběru 140  $\mu\text{m}$ , foto v odraženém světle (jeden nikol) J. Sejkora.



## Metodika výzkumu

Povrchová morfologie vzorků byla sledována v dopadajícím světle pomocí optického mikroskopu Nikon SMZ25, fotografie byly pořízeny pomocí kamery Canon 5DSR s mikroobjektivem. Nábrusy studovaných vzorků byly pro výzkum v odraženém světle a následné chemické analýzy připraveny standardním leštěním pomocí diamantové suspenze. Optické vlastnosti v odraženém světle byly studovány pomocí mikroskopu Nikon Eclipse ME600.

Chemické složení bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 25 kV, proud 20 nA, průměr svazku 2  $\mu\text{m}$ , použité standardy: Ag (AgLa), Bi (BiM $\beta$ ), CdTe (CdLa), Co (CoKa), CuFeS<sub>2</sub> (CuKa), FeS<sub>2</sub> (FeKa, SKa), HgTe (HgMa), Mn (MnKa), NaCl (ClKa), NiAs (AsLa), Ni (NiKa), PbS (PbMa), PbSe (SeLa), PbTe (TeLa), Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (SbLa) a ZnS (ZnKa). Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulkách, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.03 - 0.08 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

## Výsledky

Studované vzorky byly odebrány z boku sledné chodby v oblasti žíly P-10 na úrovni štoly č. 5 ložiska Labská a jsou představovány supergenně alterovanou žilovinou s ččkami světle zeleného supergenního uranového minerálu charakteru tzv. *gummitu* o mocnosti kolem 1 cm. Místy je v ččkách ještě patrná polokulovitá struktura původního uraninitu.

Naumannit zde vytváří velmi jemnozrnné navětralé černé agregáty relativně hojně zejména v okrajových částech čocky. Jen ojediněle byly zjištěny hrubozrnnější agregáty naumannitu s kovovým leskem o velikosti do 0.5 mm (obr. 2) vzhledově připomínající argentit. V odraženém světle je

**Obr. 4** Korodovaná zrna naumannitu (bílý) zarůstající do supergenně alterované žiloviny, Labská, šířka záběru 300  $\mu\text{m}$ , BSE foto J. Sejkora.

naumannit bílý s nažloutlým odstínem (obr. 3) a vykazuje pozorovatelnou anizotropii v šedých až šedorůžových odstínech. Zrna naumannitu jsou výrazně korodovaná (obr. 4) a vystupují v nehomogenních rozpraskaných tabulkovitých agregátech (obr. 5) Cu-uranyl-arsenátu (pravděpodobně zeuneritu) s minoritními obsahy Pb, Ca, Fe a Si, které jsou heterogenního původu. V asociaci s naumannitem byla pozorována i lokálně hojná zrna Cu-sulfidu (bez obsahu Se) o velikosti do 2 - 5  $\mu\text{m}$ , podle optických vlastností pravděpodobně covellinu.

Při studiu chemického složení naumannitu (tab. 1) byly v kationtu zjištěny vedle převládajícího Ag i minoritní obsahy Cu (do 0.06 *apfu*) a Pb (do 0.02 *apfu*); v aniontu je pak dominantní Se v nevelké míře izomorfně zastupován S (do 0.07 *apfu*) a As (do 0.01 *apfu*). Chemické složení naumannitu z Labské (průměr sedmi bodových analýz) lze na bázi 3 *apfu* vyjádřit empirickým vzorcem  $(\text{Ag}_{1.96}\text{Cu}_{0.03})_{\Sigma 1.99}(\text{Se}_{0.97}\text{S}_{0.03}\text{As}_{0.01})_{\Sigma 1.01}$ .

## Závěr

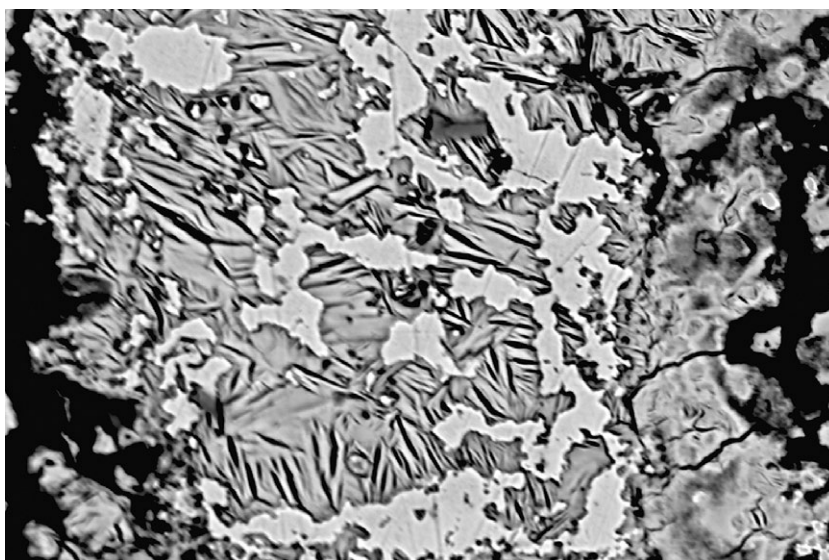
Nález naumannitu na opuštěném uranovém ložisku Labská u Špindlerova Mlýna je teprve druhým potvrzeným výskytem selenidu v uranových mineralizacích krkonošské rudní oblasti. Vystupuje zde v supergenně přeměněných čočkách po původním uraninitu, složených z chemicky a opticky heterogenního Cu-uranyl arsenátu; v asociaci byla zjištěna i mikroskopická zrna Cu-sulfidu (bez obsahu Se), která náleží pravděpodobně covellinu.

## Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za spolupráci při laboratorním studiu Radku Škodovi z Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity (Brno) a Karlu Babkovi (Praha) za laskavé poskytnutí strukturně - geologického schématu ložiska. Předložená práce vznikla za finanční podpory Grantové agentury ČR v rámci projektu 14-27006S.

## Literatura

- Dolina V. I. (1954) Úsek Přebrada - mapa geologicko-průzkumných prací, 1:10 000. MS, archiv ČSÚP, Příbram.  
 Johan Z. (1960) Předběžná zpráva o výskytu tiemannitu - HgSe, v Černém Dole v Krkonoších. Čas. Mineral. Geol. 5, 1, 65-66.  
 Kolektiv (2003) Rudné a uranové hornictví České republiky. Anagram, Ostrava.  
 Kopecký S., Pauliš P., Škoda R. (2010) Nový nález selenidů na výskytu uranových rud Černý Důl v Krkonoších (Česká republika). Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 18, 2, 43-49.



Obr. 5 Korodovaná zrna naumannitu (bílé) zarůstající do nepravidelně tabulkovitě rozpraskaných agregátů Cu-uranyl-arsenátu, Labská, šířka záběru 150  $\mu\text{m}$ , BSE foto J. Sejkora.

Tabulka 1 Chemické složení naumannitu z Labské (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7
Ag	71.87	71.49	72.95	71.97	72.79	71.32	71.06	71.54
Pb	0.30	1.10	0.28	0.00	0.09	0.00	0.00	0.61
Cu	0.64	0.96	0.17	0.46	1.25	0.35	0.39	0.89
As	0.24	0.28	0.15	0.22	0.28	0.24	0.21	0.26
Se	26.05	25.00	26.27	26.77	25.84	26.28	26.49	25.73
S	0.31	0.77	0.09	0.18	0.34	0.12	0.20	0.48
total	99.41	99.60	99.91	99.60	100.59	98.31	98.35	99.51
Ag	1.959	1.935	1.993	1.959	1.953	1.971	1.958	1.942
Pb	0.004	0.015	0.004	0.000	0.001	0.000	0.000	0.009
Cu	0.030	0.044	0.008	0.021	0.057	0.016	0.018	0.041
$\Sigma$	1.992	1.995	2.005	1.980	2.011	1.987	1.976	1.991
As	0.009	0.011	0.006	0.009	0.011	0.010	0.008	0.010
Se	0.970	0.924	0.981	0.995	0.947	0.992	0.997	0.954
S	0.029	0.070	0.008	0.016	0.031	0.011	0.019	0.044
$\Sigma$	1.008	1.005	0.995	1.020	0.989	1.013	1.024	1.009

Mean - průměr sedmi bodových analýz; koeficienty empirických vzorců počítány na bázi 3 *apfu*.

- Pauliš P. (1992) Nové nálezy druhotných uranových minerálů v ČSR. Čas. Mineral. Geol. 37, 1, 87-88.  
 Pauliš P., Babka K., Sejkora J., Škácha P. (2016) Uranové minerály ČR a jejich nejvýznamnější naleziště. Kuttana, Kutná Hora, 557 s.  
 Pouchou J. L., Pichoir F. (1985) "PAP" ( $\phi\rho Z$ ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104-106.  
 Veselý T. (1982) Malá uranová ložiska krystalinika Českého masivu, III. část: Oblast severozápadních a severních Čech. Geol. Hydrometalurg. Uranu 6, 3, 3-46.  
 Šita F., Bradna J. (1972) Některé uranové nerosty ze Špindlerova Mlýna. Acta Mus. Reginaehradec., Sér. A, 13, 39-40.