

# Výskyt parkeritu v uranovém rudním revíru Horní Slavkov (Česká republika)

## The occurrence of parkerite at the uranium ore district Horní Slavkov (Czech Republic)

JIŘÍ SEJKORA<sup>1)</sup>, JIŘÍ LITOHLEB<sup>1)</sup> A CTIBOR SÜSSER<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1

<sup>2)</sup> Krajková 158, 357 09 Krajková

SEJKORA J., LITOHLEB J., SÜSSER C. (2009): Výskyt parkeritu v uranovém rudním revíru Horní Slavkov (Česká republika). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 17/1, 29-32. ISSN 1211-0329.

### Abstract

The rare nickel and bismuth sulphide, parkerite, has been found at mine dump of mine No. 11, the uranium ore district Horní Slavkov, Slavkovský les Mountains (Czech Republic). It forms irregular aggregates up to 100 µm in association with bismuthinite intensive replaced older aggregates of native bismuth. Chemical analyses of parkerite yielded the average composition Ag 0.04, Cd 0.11, Ni 27.03, Bi 62.18, As 0.01, S 9.83, total 99.19 wt. %, corresponding to  $(\text{Ni}_{3.02}\text{Cd}_{0.01})_{\Sigma 3.03}\text{Bi}_{1.95}\text{S}_{2.01}$  on the basis of 7 apfu. The origin of parkerite is assumed as product of interaction of late hydrothermal solutions (containing S and Ni) with older solid aggregates of native bismuth.

**Key words:** parkerite, native bismuth, bismuthinite, chemical composition, electron microprobe, uranium ore district Horní Slavkov, Czech Republic

### Úvod

Uranový rudní revír Horní Slavkov je svým rozsahem vázán na rulový plášť jižní části karlovarského žulového masívu. Systém hydrotermálních žil s uranovým zrudněním a „pětiprvkovou“ formací se zde vyskytuje více méně nezávisle na starším Sn-W zrudnění. Těžba probíhala na ložiskách a rudních úsecích Barbora, Ležnice, Zdař Bůh, Pichtova hora, Svatopluk, Bošifany, Nadlesí, Krásná, Vlčí, Čistá a Teplička-Hlinky (Komínek et al. 1994).

O průzkumných i těžebních pracích v revíru v období 1946 - 1960 (hlavní etapa těžby v letech 1953 - 1955) se zachovala jen neúplná archivní dokumentace (např. Kazancev et al. 1959 a likvidační zprávy z let 1959 - 1962). Přesto je však zřejmé, že minerální výplň žil v rámci uranového revíru byla velmi různorodá. Žilné zrudnění vznikalo v několika mineralizačních etapách:

- křemen-fluoritová (křemen, fluorit, pyrit, arsenopyrit, markazit)
- karbonátová (karbonáty, převážně dolomit)
- uran-sulfidická (starší uraninit, karbonáty, mladší sulfidy Zn, Cu, Pb)
- arsenidová (mladší uraninit, komplexní rudy Co, Ni, Bi, Ag, As, křemen, karbonáty)

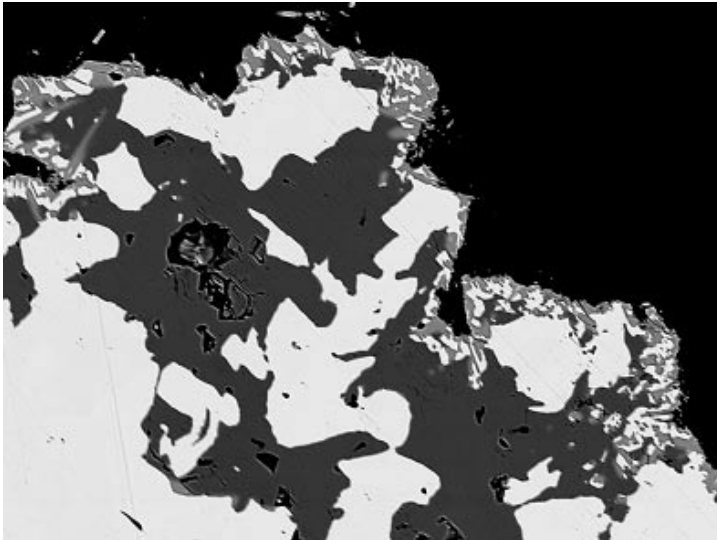
Nejbohatší uranové zrudnění bylo zjištěno převážně na žilách sz. směru s úklonem k JZ, které měly mocnost 5 - 20 cm, ojediněle až 2 m. Na styku s příčnými poruchovými zónami tvořily tyto žíly složité uzly, zejména v centrální části rudního pole. Uranové rudy (uraninit, coffinit a tzv. uranové černě) tvořily na žilách nepravidelné čočky o mocnosti od milimetrů do prvních desítek centimetrů, nejčastěji jen 1 - 5 cm. Plocha čóček se pohybovala od desetin m<sup>2</sup> do desítek až stovek m<sup>2</sup> (jen ojediněle až 2500 m<sup>2</sup>). Zrudnění je vyvinuto od povrchu do hloubky maximálně 450 m (žilný uzel Ležnice a Svatopluk), vždy však pouze do úrovně podložních žul. Stáří uranové-

ho zrudnění bylo stanoveno na 254 až 258 Ma (Veselý 1986, 1988). Výskyty Bi-Co-Ni-Ag rud byly zaznamenány hlavně v žilném uzlu Barbora - Ležnice jv. od Horního Slavkova (např. žíly Br-1 a 1A, L-3, 3A a B, L-4 a L-60) a v žilném uzlu Zdař Bůh - Pichtova hora jz. od města (např. žíly P-9, P-56) (Veselý 1988; Chrt 1999).

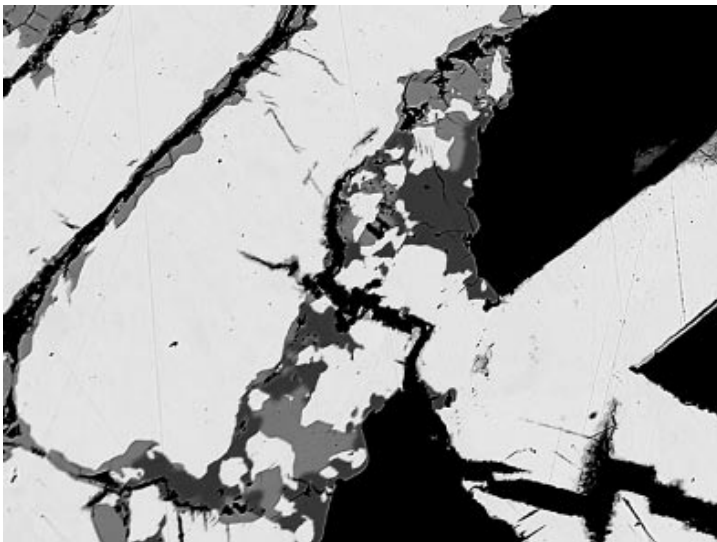
Mineralogie uranového rudního revíru Horní Slavkov nebyla vzhledem k absolutnímu nedostatku studijního materiálu dosud zpracována, většina mineralogických vzorků včetně písemné dokumentace byla odvezena do bývalého SSSR. Pouze Dymkov et al. (1986) publikovali poznatky výzkumu vzorků komplexní uran-arsenidové mineralizace z žíly P-9 (Pichtova hora, kolekce z roku 1951). Kromě uraninitu a coffinitu popisují Ni-Co arsenidy, ryzí stříbro a arsen, proustit, pyrrargyrit, bravoit a pozdně hydrotermální ningyolit. Dosavadní poznatky shrnují Pau-



**Obr. 1** Nález rudniny s ryzím bismutem na haldě dolu č. 11, uranový revír Horní Slavkov. Foto M. Křišťůfek, 2008.



**Obr. 2** Agregáty ryzího bismutu (bílý) zatlačované parkeritem (velmi tmavě šedý), na okrajích agregátů je vyvinut lem bismutinitu (šedý) s hojnými drobnými inkluzemi ryzího bismutu (bílý). BSE foto J. Sejkora, šířka obrázku 300  $\mu\text{m}$ .



**Obr. 3** Ryzí bismut (bílý) zatlačovaný parkeritem (tmavě šedý) a bismutinitem (světle šedý). BSE foto J. Sejkora, šířka obrázku 300  $\mu\text{m}$ .



**Obr. 4** Kostrovité krystaly ryzího bismutu. Foto J. Sejkora, šířka obrázku 6 mm.

liš et al. (2007). Plášil et al. (2006) a Sejkora, Plášil (2008) se soustřeďují zejména na studium supergenních minerálních fází na základě muzejních vzorků a nehojných nálezů v haldovém materiálu. První zmínky o nových nálezech primární Bi, Ag a Ni mineralizace z hald revíru uvádějí Sejkora et al. (2009).

### Charakteristika výskytu

Studované vzorky byly nalezeny pomocí detektoru kovů na jaře roku 2008 (obr. 1) v oblasti bývalého závodu Pichtova hora, který se nachází v západní části uranového revíru Horní Slavkov, Slavkovský les, západní Čechy, Česká republika. Vyraženy zde byly 3 jámy s označením důl č. 7 (1949 - 1960) s konečnou hloubkou 207.5 m, důl č. 11 (1950 - 1955) s hloubkou 162.5 a důl č. 15 (1950 - 1953) s hloubkou jámy 105 metrů. V roce 1956 byl závod Pichtova hora zrušen a zbývající objekty přičleněny k závodu Zdař Bůh. V roce 1958 byla na základě nových poznatků znovu otevřena jáma č. 11 a dokončen průzkum severní a severovýchodní části důlního pole.

Materiál nově nalezený na haldě dolu 11 je představován jemně až středně zrnitou křemennou žilovinou s velmi hojným bismutem, který vytváří vedle zrnitých agregátů i perovitě vyvinuté krystaly o délce až 3 cm. Vzácně jsou v žilovině přítomny i nevelké agregáty nehomogenních Ni(-Co) arsenidů a velmi vzácně i drobné hexaedry galenitu a v nevelkých dutinách žiloviny křemene drobné drátkovité agregáty stříbra. Vzhledem k přítomnosti granitoidních hornin na studovaných vzorcích žiloviny je pravděpodobné, že vzorky pocházejí z nejhlubších partií ložiska.

### Metodika výzkumu

Nábrusy studovaných vzorků byly pro výzkum v odraženém světle a chemické analýzy připraveny standardní leštěním pomocí diamantové suspenze. Optické vlastnosti v odraženém světle byly studovány pomocí mikroskopu Nikon Eclipse ME600 a Amplival Zeiss Jena.

Chemické složení studovaných minerálních fází bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta MU, Brno, analytik R. Škoda a J. Sejkora) za podmínek: WD analýza, 25 kV, 20 nA, průměr svazku elektronů 1  $\mu\text{m}$ , použité standardy: Ag (AgLa), Au (AuLa), Bi (BiM $\beta$ ), CdTe (CdL $\beta$ ), chalkopyrit (SK $\alpha$ ), Co (CoK $\alpha$ ), Cu (CuK $\alpha$ ), FeS<sub>2</sub> (FeK $\alpha$ ), HgTe (HgM $\alpha$ ), pararammelsbergit (NiK $\alpha$ , AsL $\beta$ ), PbCl<sub>2</sub> (ClK $\alpha$ ), PbS (PbM $\alpha$ ), PbSe (SeL $\beta$ ), Sb (SbL $\beta$ ), Tl(BrI) (TlLa) a ZnS (ZnK $\alpha$ ). Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulkách, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsa-



**Tabulka 1** Chemické složení parkeritu z Horního Slavkova (hm. %)

	průměr	1	2	3	4	5	6	7
Ag	0.04	0.05	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.08
Cd	0.11	0.14	0.11	0.08	0.08	0.08	0.14	0.12
Ni	27.03	26.87	27.12	27.06	27.11	26.96	27.07	27.03
Bi	62.18	61.71	61.73	62.42	62.52	62.21	62.15	62.51
As	0.01	0.04	0.01	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00
S	9.83	9.69	9.71	9.83	9.86	9.88	9.90	9.93
total	99.19	98.50	98.75	99.43	99.61	99.14	99.26	99.67
Ag	0.002	0.003	0.005	0.000	0.003	0.000	0.000	0.005
Cd	0.006	0.008	0.006	0.005	0.004	0.005	0.008	0.007
Ni	3.023	3.029	3.045	3.022	3.022	3.016	3.020	3.009
Bi	1.954	1.955	1.947	1.959	1.958	1.955	1.948	1.955
As	0.001	0.003	0.001	0.003	0.000	0.002	0.000	0.000
S	2.013	2.000	1.995	2.010	2.013	2.023	2.023	2.024

Koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 7 apfu

hy byly pod detekčním limitem (cca 0.01 - 0.04 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití software „PAP“ (Pouchou, Pichoir 1985).

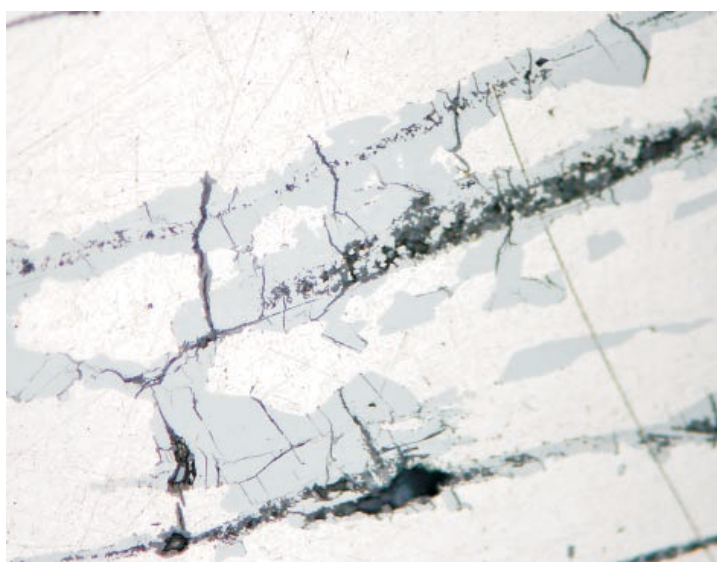
### Charakteristika zjištěné mineralizace

**Parkerit** byl zjištěn jako laločnatě nepravidelné agregáty o velikosti do 100  $\mu\text{m}$  intenzivně zatlačující starší ryzí bismut. V některých případech jsou jeho agregáty obrůstány mladšími útvary bismutinitu a ryzího bismutu (obr. 2), v jiných případech se vznik parkeritu a bismutinitu evidentně časově překrývá (obr. 3). V odraženém světle je krémový s nafialovělým odstínem s odrazností nižší než ryzí bismut a vyšší než bismutinit. Oproti ryzímu bismutu vykazuje vyšší brusnou tvrdost. Ve zkrřížených nikolech se vyznačuje zelenavě šedými až nažloutlými efekty anizotropie.

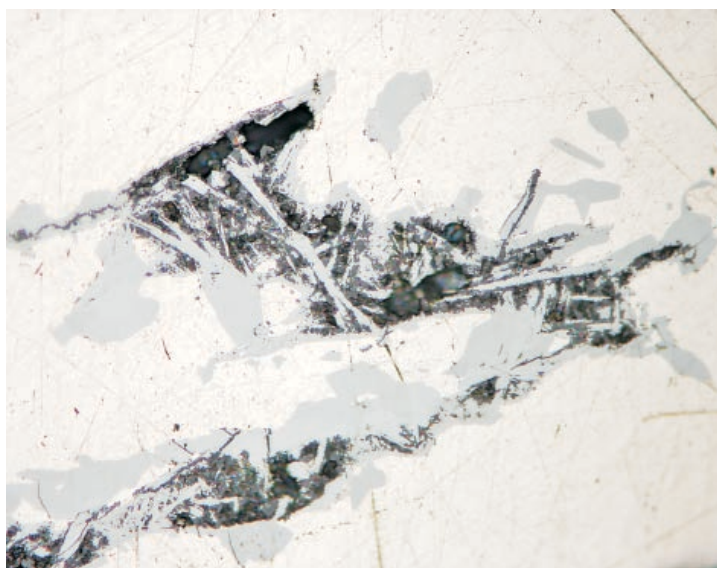
Parkerit je podle BSE obrazu homogenní a jeho chemické složení se blíží ideálnímu vzorci  $\text{Ni}_3\text{Bi}_2\text{S}_2$  (Fleet 1973; Brower et al. 1974). Anthony et al. (1990) uvádějí pro parkerit vzorec  $\text{Ni}_3(\text{Bi,Pb})_2\text{S}_2$  vzhledem k existenci omezené izomorfie v řadě parkerit - shandit (Fleet 1973); parkerit s různými obsahy izomorfního Pb uvádějí Fojt et al. (2008), Ondruš et al. (2003) a Petruk et al. (1969). Spiridonov et al. (2007) popisují z Norilsku vedle Pb-bohatého parkeritu i metakrystaly s minimálními obsahy Pb. Analýzy parkeritu bez obsahu Pb byly publikovány v pracích Petruka et al. (1969) a Grovese, Halla (1978); Sejkora et al. (v přípravě) zjistili v parkeritu z Vepic u Milevska nulové obsahy Pb se současně zvýšeným zastoupením Sb.

Parkerit z Horního Slavkova (tab. 1) neobsahuje Pb a Sb ani v minimálním množství. Zjištěny zde byly jen nepravidelné minoritní obsahy Ag (do 0.005), Cd (do 0.008) a As (do 0.003 apfu). Empirický vzorec studovaného parkeritu (průměr 7 bodových analýz) je možno na bázi 7 apfu vyjádřit jako  $(\text{Ni}_{3.02}\text{Cd}_{0.01})_{\Sigma 3.03}\text{Bi}_{1.95}\text{S}_{2.01}$ .

**Ryzí bismut** je ve studované asociaci zcela převažujícím minerálem, vytváří výrazně kostrovité krystaly o velikosti do 3 cm (obr. 4), stříbřitě nažloutlé barvy a kovového lesku. V odraženém světle je krémově bílý, anizotropní. Od okrajů



**Obr. 5** Agregáty ryzího bismutu (bílý) zatlačované od trhlin bismutinitem (tmavě šedý). Foto v odraženém světle, J. Sejkora, šířka obrázku 200  $\mu\text{m}$ .



**Obr. 6** Agregáty ryzího bismutu (bílý) zatlačované od trhlin bismutinitem, který v trhlinách vytváří jehlicovité krystaly (tmavě šedý). Foto v odraženém světle, J. Sejkora, šířka obrázku 200  $\mu\text{m}$ .

Tabulka 2 Chemické složení ryzího bismutu a bismutinitu z Horního Slavkova (hm. %)

	ryzí bismut								bismutinit					
	průměr	1	2	3	4	5	6	7	průměr	1	2	3	4	5
Cd	0.20	0.20	0.15	0.19	0.26	0.18	0.19	0.21	0.12	0.18	0.12	0.09	0.11	0.11
Bi	99.27	99.93	99.08	98.06	99.47	99.80	99.60	98.92	78.91	78.76	79.29	78.79	78.78	78.92
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.93	18.68	18.96	18.98	19.00	19.03
total	99.46	100.13	99.23	98.26	99.73	99.99	99.78	99.13	97.96	97.62	98.37	97.86	97.89	98.05
Cd	0.004	0.004	0.003	0.004	0.005	0.003	0.003	0.004	0.006	0.008	0.005	0.004	0.005	0.005
Bi	0.996	0.996	0.997	0.996	0.995	0.997	0.997	0.996	1.948	1.961	1.952	1.944	1.942	1.943
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.046	3.031	3.042	3.052	3.053	3.052

Koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 1 (bismut) a 5 apfu (bismutinit)

zrn a podél štěpných trhlin je zatlačován nepravidelnými agregáty bismutinitu, který místy vytváří shluky jehlicovitých krystalů. Jeho chemické složení (tab. 2) je velmi jednoduché, z minoritních příměsí byly zjištěny jen nevelké obsahy Cd, které nepřevyšují 0.005 apfu.

**Bismutinit** zatlačuje od štěpných trhlin (obr. 5) a okrajů agregátů starší ryzí bismut, místy vystupuje v asociaci s parkeritem (obr. 3) nebo v trhlínách žiloviny vytváří jehlicovité krystaly (obr. 6). Velikost agregátů bismutinitu zpravidla nepřesahuje 50 μm. V odraženém světle je v porovnání s ryzím bismutem tmavší, modravě šedý, silně anizotropní (šedé, žlutohnědé nebo šedofialové efekty). Podle BSE obrazu je bismutinit homogenní, z minoritních příměsí (tab. 2) byly zjištěny jen nevelké obsahy Cd (do 0.008 apfu). Jeho empirický vzorec (průměr 5 bodových analýz) je možno na bázi 5 apfu vyjádřit jako  $(\text{Bi}_{1.95}\text{Cd}_{0.01})_{\Sigma 1.96}\text{S}_{3.04}$ .

## Závěr

Nález parkeritu v asociaci s ryzím bismutem a bismutinitem je prvním pro uranový rudní revír Horní Slavkov; podobný výskyt v asociaci s bismutem, bismutinitem, uraninitem a coffinitem je uváděn z uranového revíru Jáchymov (Ondruš et al. 2003). Ve studovaném parkeritu na rozdíl od některých publikovaných dat nebyly zjištěny ani minimální obsahy izomorfního Pb nebo Sb. Vznik parkeritu můžeme předpokládat při interakci pozdních chladnějších hydrotermálních fluid (obsahujících S a Ni) se starším ryzím bismutem.

## Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za spolupráci při studiu na elektronovém mikroanalýzátoru Radku Škodovi (Přírodovědecká fakulta MU, Brno). Předložená práce vznikla v rámci projektu DE07P04OMG004 finančně podpořeném Ministerstvem kultury ČR.

## Literatura

- Anthony J. W., Bideaux R. A., Bladh K. W., Nichols M. C. (1990): Handbook of Mineralogy. Volume I. Elements, Sulfides, Sulfosalts. - Mineral Data Publishing, Tucson, 588 pp.
- Brower W. S., Parker H. S., Roth R. S. (1974): Reexamination of synthetic parkerite and shandite. - *Am. Mineral.* **59**, 296-301.
- Dymkov Ju. M., Bojcov V. E., Preobraženskij A. N., Ivanova O. A. (1986): Ningioit iz gidrotermálních žil Gorní Slavkova (ČSSR). - *Mineral. Ž. (Kijev)* **8**, 6, 34-43.
- Fleet M. E. (1973): The crystal structure of parkerite ( $\text{Ni}_3\text{Bi}_2\text{S}_2$ ). - *Am. Mineral.* **58**, 435-439.
- Fojt B., Dobeš P., Malý K., Škoda R. (2008): Rudní minerály dolomitových žil v hadcích letovického krystalini-

ka. - *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.* **93**, 3-18.

- Groves D. I., Hall S. R. (1978): Argentinian pentlandite with parkerite, joseite A and the probable Bi-analogue of ullmannite from Mount Windarra, Western Australia. - *Can. Mineral.* **16**, 1-7.
- Chrt J. (1999): Rozšíření Bi-Co-Ni-Ag mineralizace v Krušných horách a Slavkovském lese. - *Uhlí, Rudy, Geol. Průzk.* **6**, 7-8, 29-38.
- Kazancev P. A. a kol. (1959): Uranovoje mestorožděníje Horní Slavkov. - MS, archiv DIAMO, s.p., Spr. uran. lož., o.z., Příbram.
- Komínek J., Chrt J., Landa O. (1994): Uranium mineralization in the western Krušné hory Mts. (Erzgebirge) and the Slavkovský les region, Czech Republic. - *Mineral Deposits, Monograph Series* **31**, 209-230.
- Ondruš P., Veselovský F., Gabašová A., Hloušek J., Šrein V., Vavřín I., Skála R., Sejkora J., Drábek M. (2003): Primary minerals of the Jáchymov ore district. - *J. Czech Geol. Soc.* **48**, 19-147.
- Pauliš P., Kopecký S., Černý P. (2007): Uranové minerály České republiky a jejich naleziště 1. část (Horní Slavkov, 70-74). - Vyd. a nakl. Martin Bartoš - Kuttna, Kutná Hora.
- Petruk W., Harris D. C., Stewart J. M. (1969): Langisite, a new mineral, and the rare minerals cobalt pentlandite, siegenite, parkerite and bravoite from the Langis Mine, Cobalt-vowganda area, Ontario. - *Can. Mineral.* **9**, 597-616.
- Plášil J., Sejkora J., Ondruš P., Veselovský F., Beran P., Goliáš V. (2006): Supergene minerals in the Horní Slavkov uranium ore district, Czech Republic. - *J. Czech Geol. Soc.* **51**, 149-158.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985): "PAP" ( $\phi$  pZ) procedure for improved quantitative microanalysis. - In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104-106.
- Sejkora J., Litochleb J., Novák M., Cícha J. (v přípravě): The Ni-(Bi,Ag) mineralization of the pegmatite Vepice near Milevsko, southern Bohemia (Czech Republic).
- Sejkora J., Plášil J. (2008): Minerály uranového revíru Horní Slavkov. - *Minerál, Speciál* 2008, 69-74.
- Sejkora J., Plášil J., Süsser C. (2009): Mineralien des dem Uranrevier Horní Slavkov. - *Lapis* **34**, 63-67
- Spiridonov E. M., Gricenko Ju. D., Ponomarenko A. I. (2007): Metamorfogenno-gidrotermálníj parkerit i asociirujuščije s nim mineraly norilskovo rudnovo polja. - *Zap. Ross. mineral. Obšč.* **136**, 39-49.
- Veselý T. (1986): Uranové ložisko Horní Slavkov. - *Geol. Hydrometalurgie Uranu (Stráž pod Ralskem)* **10**, 1, 5-44.
- Veselý T. (1988): Stavba a význam jednotlivých žilných uzlů uranového ložiska Horní Slavkov. - *Sbor. geol. Věd, Ložisk. Geol., Mineral.* **28**, 57-109.