SBORNÍK NÁRODNÍHO MUZEA V PRAZE
ACTA MUSEI NATIONALIS PRAGAE
Volumen XXV B (1969), No. 4
REDAKTOR JIŘÍ KOUŘIMSKÝ

ZDENĚK TRDLIČKA

PŘÍSPĚVEK K CHEMISMU PYRARGYRITU A MIARGYRITU Z ČESKOSLOVENSKA

BEITRAG ZUM CHEMISMUS DES PYRARGYRITS UND MIARGYRITS VON DER TSCHECHOSLOWAKEI

Abstrakt: Práce podává výsledky studia chemismu 12 vzorků pyrargyritu a 3 vzorků miargyritu, z nichž 12 pochází z ČSSR, 3 ze zahraničních ložisek obdobných československým. Chemismus pyrargyritu a miargyritu byl zjišťován kvalitativní spektrální analýzou (tabulka 1) a zlato v miargyritu z Kutné Hory — Panské šachty bylo stanoveno kvantitativně neutronovou aktivační analýzou. Dva vzorky pyrargyritu a dva vzorky miargyritu byly analyzovány kvantitativně chemicky (tabulka 2). Miargyrit z Kutné Hory a Příbrami byl detailně určen rentgenograficky (tabulka 3). Spektrálně byly v obou nerostech zjištěny tyto elementy: Ag, Al, As, Au, Ba, Ca, Cd, Co, Cu, Fe, Ge, Hg, Mg, Mn, Ni, Pb, Sb, Si, Sn, Ti a Zn. Z nich je možno považovat za izominerální pouze část As a snad i Hg. Miargyrit z Kutné Hory se liší od miargyritu z Příbrami a od pyrargyritů přítomností zlata.

Ústav nerostných surovin, Kutná Hora

Einleitung

Pyrargyrit und Miargyrit kommen in der Tschechoslowakei in manchen Lagerstätten als weniger häufige bis seltene Mineralien vor. Aus diesem Grund wurde über Pyrargyrit und Miargyrit im Schrifttum hauptsächlich nur mineralogisch berichtet (z. B. J. KUTINA, 1949, 1951; J. H. BERNARD, 1953; J. VTĚLENSKÝ, 1958; Z. TRDLIČKA — J. HAK, 1962; F. NOVÁK — A. TACL — A. BLÜML, 1962; J. KRATOCHVÍL, 1957 — 1964), während ihrem Chemismus keine grössere Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Deshalb soll der Sinn dieser Arbeit sein, ein ausführliches Studium des Chemismus der 9 Pyrargyrit- und der 3 Miargyritproben von der Tschechoslowakei zu bringen. Daneben wurden noch 3 Pyrargyritproben aus den ausländischen, den tschechoslowakischen ähnlichen Lagerstätten zum Vergleich analysiert.

Beschreibung und Lokalisation der Proben

Die studierten Proben stammen vorwiegend aus den Sammlungen des Nationalmuseums von Praha (die Probenbezeichnung NM); nur zwei Miargyritproben von Kutná Hora wurden vom Verfasser dieser Arbeit gesammelt. Das vom Verfasser gesammelte Material wird auch in den Sammlungen des Nationalmuseums von Praha angelegt.

Probe 1: *Příbram* (NM, Inventarnummer 9788). Feinkörniger, kompakter Pyrargyrit mit rosenfarbigem Dolomit.

Probe 2: *Příbram* (NM, Inventarnummer 9773). Mittelkörniger Pyrargyrit mit Calcit und Sphalerit.

Probe 3: *Příbram* (NM, Inventarnummer 9783). Mittel- bis grobkörniger, kompakter Pyrargyrit nimmt mit Calcit, Galenit und Siderit an der Zusammensetzung des Erzganges Teil.

Probe 4: *Ratibořice* (NM, Inventarnummer 9741). Mittelkörniger und wohlkristallisierter Pyrargyrit mit Quarz, Galenit, Dolomit, Sphalerit und Chalkopyrit.

Probe 5: *Ratibořice* (NM, Inventarnummer 9748). Fein- bis mittelkörniger Pyrargyrit mit Quarz, Sphalerit, Galenit und Chalkopyrit.

Probe 6: *Stará Vožice* (NM, Inventarnummer 9754). Feinkörniger und wohlkristallisierter Pyrargyrit mit Galenit, Quarz, Dolomit und Sphalerit.

Probe 7: *Jáchymov* (NM, Inventarnummer 9725). Wohlkristallisierter Pyrargyrit mit Pyrit und Dolomit.

Probe 8: *Jáchymov* (NM, Inventarnummer 9730). Mittelkörniger und wohlkristallisierter Pyrargyrit wächst mit Proustit und Dolomit intim zusammen.

Probe 9: *Banská Štiavnica* (NM, Inventarnummer 9792). Wohlkristallisierter und mittelkörniger Pyrargyrit in den Gangarthohlräumen mit Quarz und Dolomit.

Probe 10: *Freiberg — DDR* (NM, Inventarnummer 9805). Mittelkörniger, stark verwitterter Pyrargyrit mit Limonit, Dolomit, Quarz und Pyrit.

Probe 11: *Andreasberg — DDR* (NM, Inventarnummer 9811). Wohlkristallisierter und mittelkörniger Pyrargyrit mit Calcit, Quarz und Pyrit.

Probe 12: *Guanajuato* — Mexico (NM, Inventarnummer 9821). Feinkörniger, kompakter Pyrargyrit mit Galenit, Polybasit, Calcit, Chalkopyrit, Quarz und Pyrit.

Probe 13: *Kutná Hora, Panská-Schacht, Halde.* (Vom Verfasser gesammelt). Mittelkörniger Miargyrit in Mineralvergesellschaftung von Quarz, Markasit, Pyrit, Pyrrhotin, Sphalerit, Galenit, Arsenopyrit, Chalkopyrit und Stannin (J. VTĚLENSKÝ, 1958).

Probe 14: *Kutná Hora, Hl. Anton de Padua-Stollen, Halde.* (Vom Verfasser gesammelt). Mittel- bis feinkörniger, selten wohlkristallisierter Miargyrit kommt in der Quarzgangart mit Pyrit, Galenit, Sphalerit, Kutnohorit, Chalkopyrit und Pyrargyrit vor (J. KUTINA, 1949; Z. TRDLIČKA — J. HAK, 1962; Z. TRDLIČKA, 1963; Z. TRDLIČKA — J. ŠEVCŮ, 1968).

Probe 15: *Příbram* (NM, Inventarnummer 9589). Mittelkörniger Miargyrit mit Quarz, Argentit und gediegenem Silber.

Diskussion des Chemismus

Der Chemismus von Pyrargyrit und Miargyrit wurde vor allem mit Hilfe der qualitativen Spektralanalyse gelöst. Das Gold im Miargyrit von Kutná Hora (Probe 13) wurde noch quantitativ durch Neutronenaktivationsanalyse[1] bestimmt. Pyrargyrit von Příbram (2 Proben) und

[1] Die Aktivationsanalyse mit radiochemischen Separation wurde vom Ing. J. Kuncíř im Institut für Mineralrohstoffe von Kutná Hora durchgeführt (1966).

Miargyrit von Kutná Hora (2 Proben) wurden quantitativ chemisch analysiert (Tabelle 2).

In den studierten Pyrargyrit- und Miargyritproben wurden folgende Elemente spektrographisch festgestellt (siehe Tabelle 1): Ag, Al, As, Au, Ba, Ca, Cd, Co, Cu, Fe, Ge, Hg, Mg, Mn, Ni, Pb, Sb, Si, Sn, Ti und Zn.

Probe	Ag	Al	As	Au	Ba	Ca	Cd	Co	Cu	Fe	Ge	Hg	Mg	Mn	Ni	Pb	Sb	Si	Sn	Ti	Zn
1	■	○	•		•	●			•	○			•	•		○	■	●			○
2	■	•	•		•	○			•	○			•	•		•	■	○			○
3	■	•	○		•	○	•		●	○			•	•		○	■	○			○
4	■	•	○		•	●	○		■	■	•		○	•	•	■	■	○			●
5	■	•	●		•	●	•		■	●		•	○	•	•	■	■	●			●
6	■	•	•		•	○	•	•	●	●			•	•	•	■	■	●			○
7	■	○	●		•	○			•	○		•	○	•	•	•	■	○			•
8	■	•	■		•	●	?		•	○			○	•		•	■	○			•
9	■	•	•		•	●	•		●	○		○	○	•		○	■	○			○
10	■	○	●		•	●			•	○		•	○	•	•	•	■	●		?	•
11	■	○	•		•	○			•	○		•	•	•		•	■	●			•
12	■	○	●		•	●			○	•		?	•	•		•	■	■			•
13	■	○	?	○	•	●	•		●	●		•	○	•	•	○	■	■	•	•	○
14	■	○	?	•		○	•		●	●		•	•	•		○	■	■			○
15	■	○	?		•	○	•		○	•		○	•	•	•	○	■	○	•	•	•

Ranggruppen der festgestellten Elemente:

■ XO %
■ X %
● 0,X %
○ 0,0X %
• <0,0X %
? problematische Anwesenheit des Elements

Tabelle 1. Qualitative Spektralanalyse des Pyrargyrits und des Miargyrits.

Bemerkung zur Tabelle 1: In allen Proben wurden folgende negative Elemente festgestellt: B, Be, Bi, Cr, Ga, In, K, Li, Mo, Na, Nb, P, Sc, Sr, Ta, Te, Tl, U, V, W, Y, Yb, Zr.

Analytiker: O. Paukner, M. Horáčková, Institut für Mineralrohstoffe, Kutná Hora, 1966. Spektrograph Zeiss Q 24, Gleichstrombogen 10 A, Thyrathrongleichrichter 210 V, dünnwandige zylindrische Graphitelektroden. Die Proben wurden mit dem Graphitpuffer vermischt (1 : 1).

Nach der Gegenüberstellung der analytischen Ergebnisse mit den Literaturangaben und mit dem mikroskopischen Studium unseres Materials ist der weitaus grösste Teil von den sichergestellten Elementen als anisomineral anzusehn (im J. H. BERNARD's Sinne, 1957). Diese Elemente werden in den heterogenen nichtsulfidischen und sulfidischen Beimengungen, die mit Pyrargyrit und Miargyrit sehr oft intim zusammenwachsen und dadurch die vollkommene Separation besonders der körnigen Pyrargyrit- und Miargyritproben unmöglich machen, gebunden. Deshalb ist es notwendig, die Diskussion der einzelnen Elemente in Pyrargyriten und Miargyriten in Anbetracht der oben erwähnten Tatsache zu führen.

As — wird in den mineralogischen Kompendien als ein geläufiges isomorphes Element im Pyrargyrit angegeben. Die höheren Arsengehalte in Pyrargyriten von Jáchymov müssen auch teils an Proustit zurückzuführen sein, denn Proustit sehr oft mit Pyrargyrit intim zusammenwächst. Nur in den Proustitfreien Proben kann man einen isomorphen Einbau des Arsens im Pyrargyritgitter annehmen (siehe auch P. TOULMIN, 1963).

Au — wurde nur in den Spektralanalysen der Miargyritproben von Kutná Hora bestimmt. Das Gold wird in den Elektruminklusionen, die sich auch nach dem mikroskopischen Studium des Miargyrits von Kutná Hora relativ erheblich höher machen, gebunden. Die quantitative Neutronenaktivationsanalyse des Miargyrits von Kutná Hora (Probe 13) ergab 0,0070 % Au.

Cd — wurde in dem grössten Teil von den analysierten Proben als ein Spurenelement festgestellt. Dieses Element muss an Sphalerit zurückzuführen sein, denn die Cd-Konzentrationen mit dem Zinkgehalt in der Regel pararell aufsteigen.

Cu — angesichts der häufigen erhöhten Cu-Konzentrationen stellt das Kupfer einen Bestandteil der heterogenen sulfidischen Cu-Mineralien, von denen Chalkopyrit, Tetraedrit, Polybasit und Stannin identifiziert wurden, dar.

Fe — weil Pyrit, resp. Chalkopyrit und Siderit mit den studierten Mineralien in der Mineralvergesellschaftung stehen, ist es notwendig, das Eisen für anisominerales Element zu halten.

Ge — sein Einbau im Pyrargyrit scheint bisher ganz unklar zu sein. Das Germanium wurde nur in der Probe von Ratibořice als ein Spurenelement sichergestellt. Die Ge-Gehalte im Pyrargyrit führen z. B. F. V. ČUCHROV et al. (1960) und P. TOULMIN (1963) an, ohne eine ausführliche Erklärung anzugeben. Es ist nicht ausgeschlossen, dass das Germanium in den ganz selten Germaniumführenden sulfidischen Mineralien (z. B. im Germanit) gebunden werden könnte; diese Annahme wurde aber bisher nicht weder mikroskopisch oder röntgenographisch bestätigt.

Hg — wurde in manchen Proben in Spurenkonzentrationen festgestellt; im Pyrargyrit von B. Štiavnica (Probe 9) und im Miargyrit von Příbram (Probe 15) erhöht sich die Hg-Konzentration stellenmässig

bis auf 0,0X %. Weil das Quecksilber in den Proben, die keine Hg-Träger enthalten, bestimmt wurde, ist es nicht ausgeschlossen, dass das Quecksilber im Kristallgitter des Pyrargyrits und Miargyrits eingebaut werden könnte (Ag^{1+} 1,26 Å; Hg^{2+} 1,10 Å — L. H. AHRENS, 1952).

Ni — kommt in einigen Pyrargyrit- und Miargyritproben als ein Spurenelement vor und dürfte offensichtlich auf die verschiedenen Sulfidenbeimengungen (wie z. B. Pyrit, Ni-Co-Sulfide) zurückzuführen sein. Auch für den Spurengehalt des in einer Pyrargyritprobe bestimmten **Kobalts** kann man ähnliche Diskussion annehmen.

Pb und **Zn** — weil die studierten Mineralien aus den polymetallischen Pb-Zn-Lagerstätten stammen, muss man — in Einklang mit den Literaturangaben — das Blei und der Zink für anisominerale in den Galenit- und Sphalerit-Beimengung eingebaute Elemente halten.

Se — wurde im Pyrargyrit von Příbram und im Miargyrit von Kutná Hora bestimmt (Tabelle 2). Die Se-Gehalte gehören zu den mittleren Konzentrationen und Selen ersetzt den Schwefel im Kristallgitter dieser Mineralien (siehe auch M. KVAČEK, 1969).

Sn — wurde in den Miargyritproben von Kutná Hora und Příbram (Probe 13 und 15) als ein Spurenelement ermittelt. Das Zinn wird im Falle des Miargyrits von Kutná Hora in dem heterogenen Stannin, der ein typisches Mineral für diese Lagerstätte darstellt, gebunden.

Die Ergebnisse der quantitativen chemischen Analysen von 2 Pyrargyriten (Příbram) und 2 Miargyriten (Kutná Hora) werden in der Tabelle 2 zusammengestellt. Aus 2 Analysen wurden die kristallchemischen Formeln ausgerechnet. In dieser Tabelle wurde auch die chemische Analyse des Pyrargyrits von Jáchymov (F. MRŇA — D. PAVLŮ, 1967) zum Vergleich angereiht. Aus den kristallchemischen Formen kann man entnehmen, dass es sich im Pyrargyrit von Příbram und Jáchymov ein grösserer Überschluss vom Schwefel gibt. Dieses wird wahrscheinlich durch eine kleinere Beimengung von den heterogenen sulfidischen Mineralien verursacht. Die weiteren Pyrargyrit-Miargyrit-Analysen (ausser dem Miargyrit von Kutná Hora, Panská-Schacht) wurden wegen des Probenmangels — nicht komplet ausgeführt und deshalb wurden keine kristallchemischen Formeln aus diesen Ergebnissen ausgerechnet.

Weil Miargyrite von Kutná Hora-Kaňk und von Příbram bisher nicht ausführlich identifiziert worden waren, wurde ihre Identifikation mit Hilfe der Röntgenanalyse durchgeführt (Tabelle 3).

Zur Geochemie von Pyrargyriten und Miargyriten von der Tschechoslowakei

Aus dem ausgeführten Studium kann man — neben dem Chemismus — auch zwei geochemische Gesetzmässigkeiten machen:

1. Beachtenswert ist, dass das Gold nur in den Miargyritproben von Kutná Hora festgestellt wurde, während die anderen Miargyrit- und Pyrargyritproben goldfrei sind, wenn auch z. B. die Erzlagerstätte Freiberg, aus welcher auch Pyrargyrit analysiert wurde, der Kutná Hora--Lagerstätte überaus ähnlich ist (J. H. BERNARD, 1963). Das Gold kommt

Tabelle 2.

Quantitative chemische Analysen und kristallchemische Formeln der Pyrargyrite und Miargyrite von der Tschechoslowakei

	Lokalisation	Ursprüngliche Analysen (in %)							Umrechnung auf 100 %					Kristallchemische Formeln
									Ag	Sb	As	S	Se	
		Ag	Sb	As	S	Se	Unlös. Rückstand	Summe	Atomquotienten					
									Ag	Sb	As	S	Se	
Pyrargyrit	Příbram (Inventarnummer 9788)	55,08	26,04	n. b.	n. b.	n. b.	0,03	—	—	—	—	—	—	—
	Příbram (Inventanummer 9783)	58,54	22,52	n. b.	18,52	0,01	0,66	100,25	58,78	22,62	—	18,59	0,01	$Ag_{3,00}Sb_{1,02}S_{3,19}$
									0,54487	0,18578	—	0,57974	0,00013	
	Jáchymov (F. MRŇA - - D. PAVLŮ, 1967)	54,99	21,56	2,41	17,72	n. b.	n. b.	96,68	56,88	22,30	2,49	18,33	—	$Ag_{3,00}Sb_{1,04}As_{0,19}S_{3,25}$ [2])
									0,52725	0,18315	0,03324	0,57163	—	
Miargyrit	Kutná Hora (Panská - - Schacht)	35,20	39,16	n. b.	21,56	0,01	2,64	98,57	36,69	40,82	—	22,48	0,01	$Ag_{1,00}Sb_{0,99}S_{2,06}$
									0,34010	0,33525	—	0,70105	0,00013	
	Kutná Hora (Hl. Anton de Padua-St.)	35,53	40,15	n. b	n. b.	n. b.	1,90 [1])	—	—	—	—	—	—	—

Bemerkungen zur Tabelle 2: [1]) Wegen des Probemangels wurde die Analyse nur einfach durchgeführt. [2]) Die kristallchemische Formel wird vom Verfasser ausgerechnet.

Analytiker: M. Joukl, J. Mužíková, L. Vavřinová, Institut für Mineralrohstoffe, Kutná Hora, 1969. Arbeitsmethode: Ag — titrimetrisch mit NaCl; Sb — titrimetrisch (manganometrisch); S — gravimetrisch nach Sinterung mit Na_2CO_3+ZnO als $BaSO_4$; Se — kolorimetrisch; unlöslicher Rückstand — gravimetrisch nach der Probelösung in HNO_3 (1:1) + Weinsäure und nach Filtration.

Tabelle 3.

Röntgenographische Identifikation des Miargyrits von Kutná Hora und Příbram

Kutná Hora (Panská-Schacht)		Kutná Hora (Hl. Anton de Padua-Stollen)		Příbram (Inv. Nummer 9589)		Miargyrit (L. G. BERRY R. M. THOPSON, 1962)		Miargyrit (H. E. SWANSON et al., 1967)	
I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å
0,5	4,227	1	4,247	—	—	—	—	4	4,259
10	3,424	10	3,431	10	3,418	9	3,45	81	3,440
5	3,167	6	3,229	5	3,162	2	3,19	31	3,186
5	3,082	8	3,087	5	3,076	2	3,10	30	3,101
3	3,040	3	3,040	3	3,025	—	—	14	3,051
10	2,878	10	2,882	10	2,873	10	2,88	100	2,892
8	2,732	8	2,740	8	2,732	8	2,75	70	2,748
2	2,623	4	2,631	1	2,620	—	—	8	2,639
—	—	—	—	—	—	—	—	<1	2,265
4	2,194	6	2,197	3	2,194	0,5	2,21	9	2,206
3	2,162	4	2,169	2d	2,162	—	—	7	2,174
—	—	1	2,125	—	—	—	—	2	2,131
—	—	—	—	—	—	—	—	3	2,043
7	2,004	7	2,009	6	1,998	4	2,01	38	2,013
7	1,961	7	1,965	6	1,957	4	1,965	27	1,971
—	—	—	—	0,5	1,930	—	—	—	—
4	1,905	6	1,909	5	1,903	3	1,914	22	1,914
0,5	1,865	1	1,868	0,5	1,861	—	—	5 4	1,875 1,871
0,5	1,838	2	1,849	—	—	—	—	2	1,846
5	1,806	6	1,809	4	1,802	1	1,804	18	1,813
5	1,789	7	1,792	3	1,788	2	1,797	20	1,797
—	—	—	—	—	—	—	—	4	1,737
1	1,714	5	1,716	1	1,708	0,5	1,719	8	1,720
—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,699
3d	1,684	3 3	1,689 1,682	2d	1,677	3	1,686	12 14	1,693 1,686
—	—	1	1,667	—	—	—	—	7	1,672
3	1,653	3	1,657	2	1,649	1	1,661	8	1,660
—	—	1	1,631	—	—	0,5	1,629	5	1,635
2	1,586	3	1,590	3	1,583	2	1,590	10	1,593
2	1,544	5	1,548	4d	1,542	2	1,549	9	1,5504
—	—	—	—	—	—	—	—	<1	1,5301
—	—	—	—	—	—	—	—	<1	1,5256
—	—	1	1,492	—	—	0,5	1,492	2	1,4938
2	1,441	2	1,442	2	1,436	0,5	1,449	4	1,4455
3d	1,414	6	1,417	2d	1,411	0,5	1,419	5	1,4200

(Analytiker: Dr. J. Ševců, Institut für Mineralrohstoffe, Kutná Hora, 1969. Guinier — de Wolff's Methode, Cu-Strahlung.)

nicht nur im Miargyrit, sondern auch im Freibergit von Kutná Hora vor, und stellt ein typisches Mikroelement des Kuttenberger Erzreviers dar (Z. TRDLIČKA — J. HAK, 1962).

2. Pyrargyrit und Miargyrit stammen von den Mineralparagenesen, wo sie die jüngsten Mineralien darstellen (Z. TRDLIČKA — J. HAK, 1962). Diese Tatsache wird durch den Quecksilbergehalt (namentlich in der Probe von Banská Štiavnica) geochemisch begründet.

Danksagung

Der Verfasser freut sich, an dieser Stelle Herrn Dr. K. Tuček und Dr. J. Švenek aus dem Nationalmuseum von Praha für die gefällige Gewährung der Proben aus den Sammlungen dieses Museums herzlichen Dank ausdrücken zu können. Herrn O. Paukner und Frau M. Horáčková aus dem Institut für Mineralrohstoffe von Kutná Hora und Herrn Ing. J. Kuncíř aus demselben Institut ist der Verfasser für die Durchführung der qualitativen Spektralanalysen und für die Neutronenaktivationsanalyse sehr zu Dank verpflichtet. Herzlicher Dank gilt auch Herrn M. Joukl und Frauen J. Mužíková und L. Vavřinová aus dem chemischen Laboratorium des oben erwähnten Institutes und Herrn Dr. J. Ševců aus dem röntgenographischen Laboratoriums dieses Institutes für die quantitativen chemischen und röntgenographischen Analysen.

Institut für Mineralrohstoffe, Kutná Hora

LITERATUR

AHRENS L. H. (1952): The use of ionisation potentials. Part 2, Geochim. Cosmochim. Acta, 3, *1 - 30.*

BERNARD J. H. (1953): Geochemie rejského a turkańského pásma v Kutné Hoře. Rozpr. ČSAV, 63, *1 - 59.*

BERNARD J. H. (1957): O isomorfním zastupování prvků ve skupině tetraedritu. Rozpr. ČSAV, 67, *1 - 7.*

BERNARD J. H. (1963): Parallelisation der Evolution von Mineralassoziation an den Erzgängen in Kutná Hora (Böhmen) und Freiberg (Sachsen). Tscherm. min. petr. Mitt., 8, *403 - 416.*

BERRY L. G. — THOMPSON R. M. (1962): X - ray powder data for ore minerals. The Peacock atlas. The Geological Soc. of America, Memoir 85. New York.

ČUCHROV F. V. et alii (1960): Mineraly. I. Moskva.

KRATOCHVÍL J. (1957 - 1964): Topografická mineralogie Čech. I. - VIII. Praha.

KUTINA J. (1949): Chemismus rudních žil ze štoly sv. Antonína Paduánského od Poličan u Kutné Hory na základě spektrálních analys. Rozpr. II. tř. Čes. akad., 95, *1 - 25.*

KUTINA J. (1951): Morfologie miargyritu z Kutné Hory. Rozpr. II. tř. Čes. akad., 61, *1 - 17.*

KVAČEK M. (1969): Distribuce selenu na ložiskách a výskytech v oblasti Českomoravské vrchoviny a Jeseníků. Institut für Mineralrohstoffe, Kutná Hora (unveröffentlicher Bericht).

MRŇA F. — PAVLŮ D. (1967): Ložiska Ag - Bi - Co - Ni - As formace v Českém masívu. Sbor. geol. věd, L. G. 9, 7 - 104.

NOVÁK F. — TACL A. — BLÜML A. (1962): Distribuce india na Rejské žíle u Kutné Hory. Sbor. Geol. věd, T. G. 2, *107 - 154.*

PALACHE CH. — BERMAN H. — FRONDEL C. (1946): The System of Mineralogy of J. D. Dana and E. S. Dana, I. New York.

SWANSON H. E. — McMURDIE H. F. — MORRIS M. C. — EVANS E. H. (1967): Standard X-ray diffraction powder patterns. Section 5. New York.

TOULMIN P. (1963): Proustite-pyrargyrite solid solutions. Amer. Mineralogist, 48, *725 - 736.*

TRDLIČKA Z. (1963): Mineralogický výzkum kutnohoritů. Sborník Nár. muzea v Praze, 19 B, *163 - 174.*

TRDLIČKA Z. — HAK J. (1962): Výskyt zlata na žilách kutnohorského rudního obvodu. Věstník ÚÚG, 37, *191 - 195.*

TRDLIČKA Z. — ŠEVCŮ J. (1968): Chemisches und röntgenografisches Studium des Kutnohorits von Kutná Hora. Acta Univ. Carol. — Geologica 1, *175 - 189.*

VTĚLENSKÝ J. (1958): Příspěvek k mineralogii rudních žil na Kaňku u Kutné Hory. Sborník výzkumných prací Ústavu pro výzkum rud, *19 - 38.*

SBORNÍK NÁRODNÍHO MUZEA V PRAZE — ACTA MUSEI NATIONALIS PRAGAE
Volumen XXV B (1969) No. 4
Redaktor:
Dr. JIŘÍ KOUŘIMSKÝ CSc.
Cena 4,50 Kčs