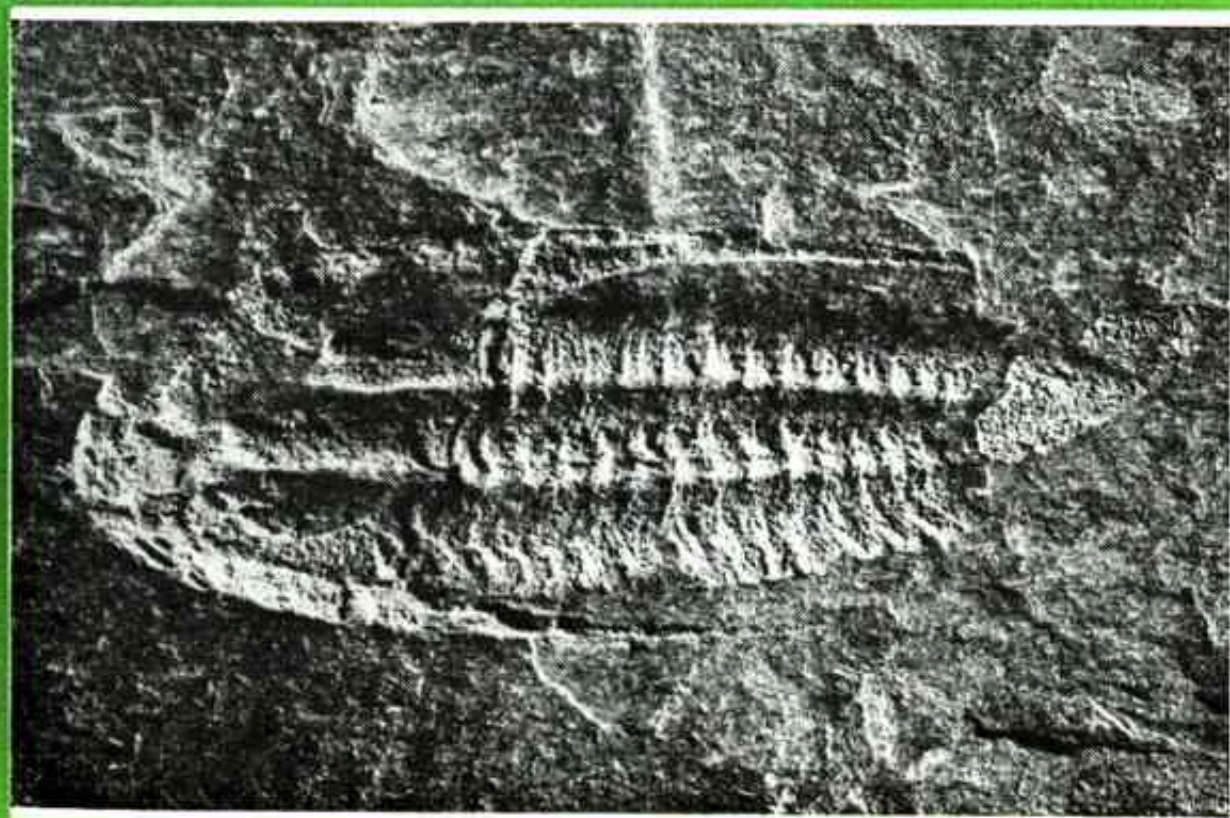
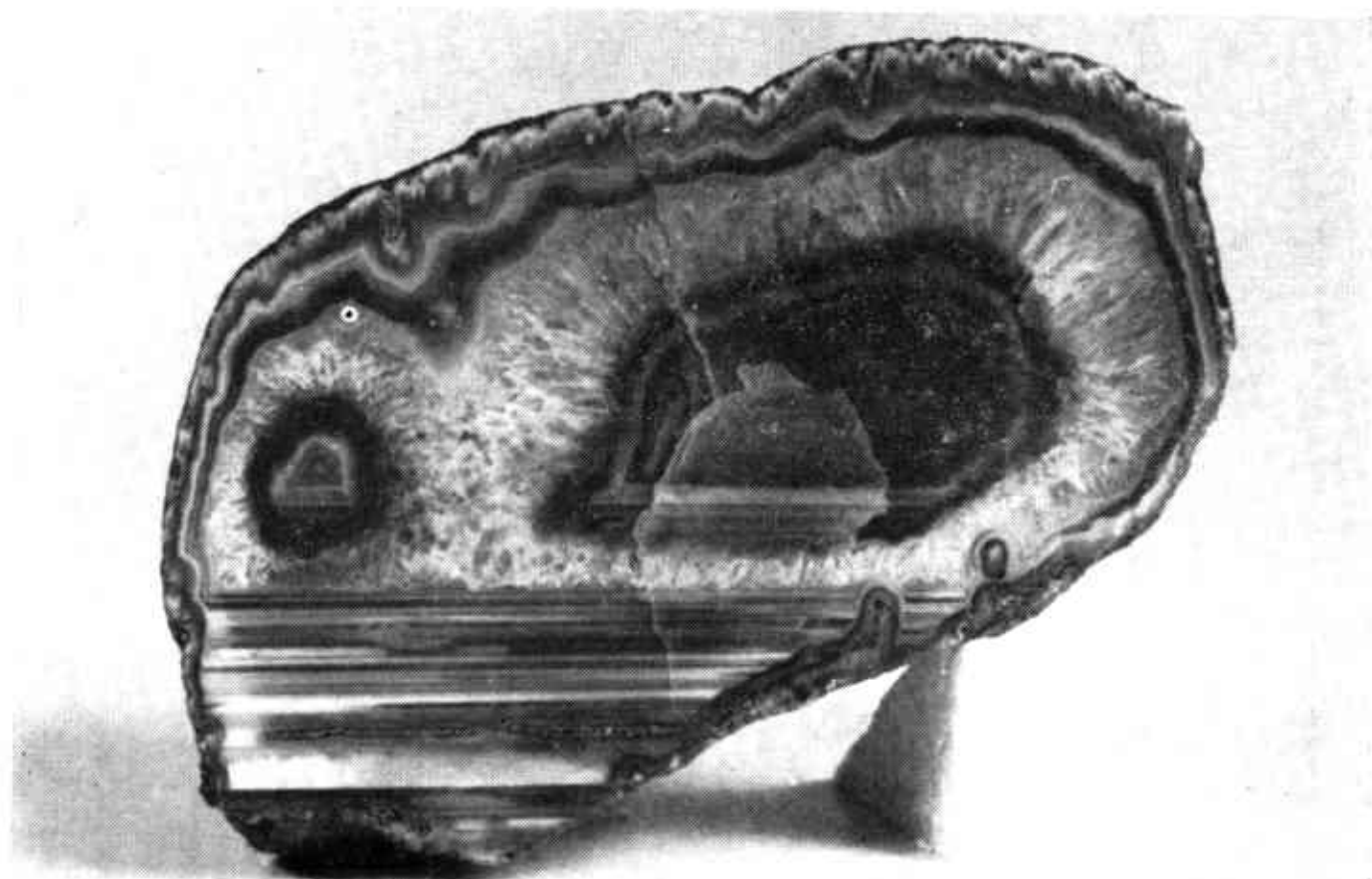
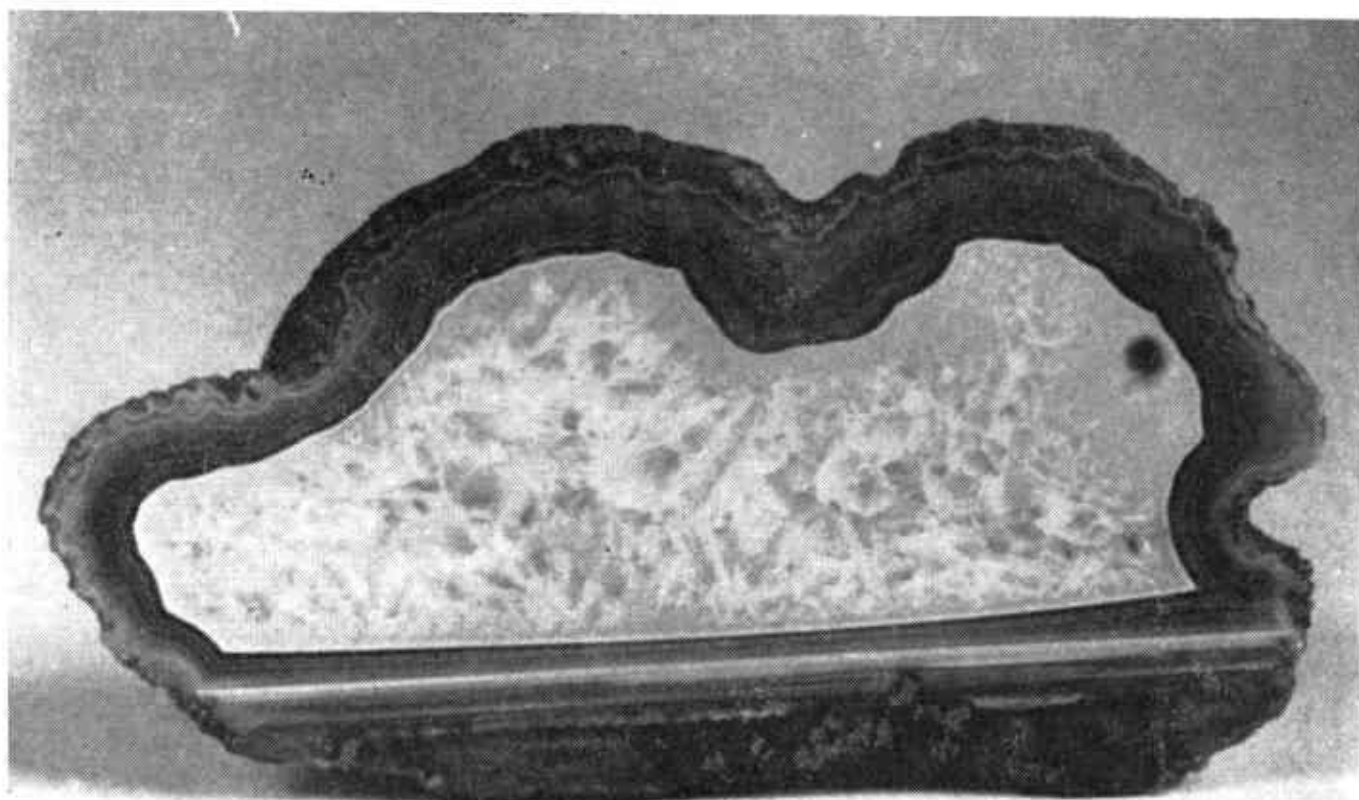


261 zprávy '89

KRAJSKÉHO
VLASTIVĚDNÉHO MUZEA
V OLOMOUCI





Acháty z Mongolska

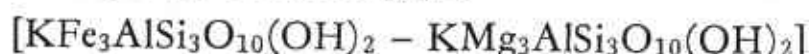
Foto R. Morávek

Vladimír S l i v k a

METAMORFNÍ BIOTITY DESENSKÉ SKUPINY THE METAMORPHIC BIOTITES OF THE DESNÁ UNIT

Ú v o d

Trioktaedrické slídy řady annit-flogopit



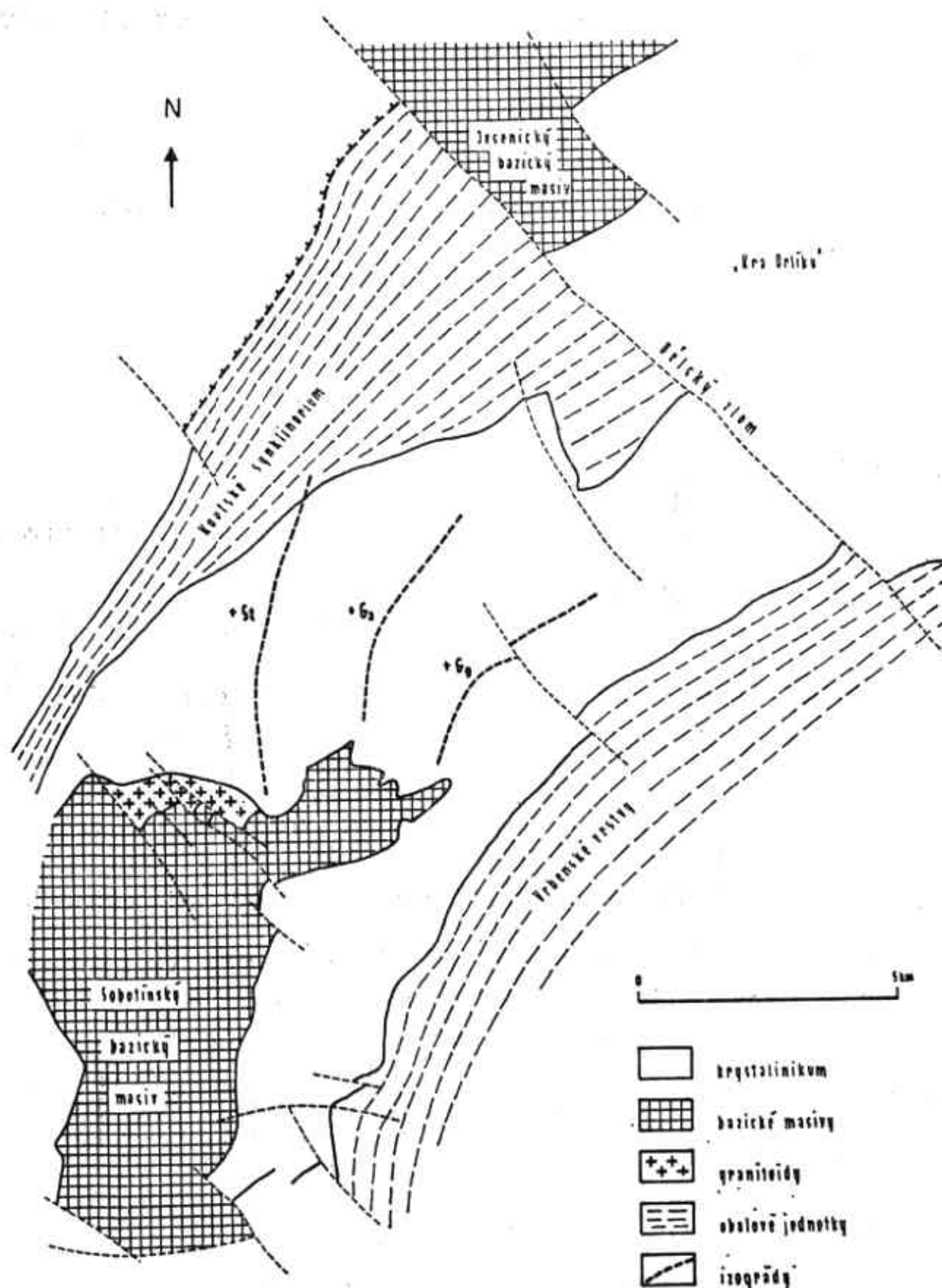
patří mezi dominantní mafické minerály rulových hornin desenské skupiny, které jsou reprezentovány biotitickou okatou rulou, retrográdně metamorfovanou okatou rulou, páskovanou biotitickou rulou, drobnozrnnou biotitickou rulou, fylonitizovanou rulou a metagranitoidy (SLIVKA, 1986). Vymezení jednotlivých petrografických typů je v základních rysech shodné se členěním starších autorů, nejlépe pak odpovídá pozorováním CHÁBA et al. (1984). Podrobné petrografické studium minerálních asociací ve vztahu ke stavbě rulových hornin umožnilo vymezit ve studované oblasti metamorfní izogrady vymežující biotitovou až staurolitovou zónu (obr. č. 1). Metamorfní izogrady mají konvenční charakter a odpovídají prvnímu výskytu příslušného indexového minerálu. Na základě existence dvou typů granátu, potvrzených studiem chemického složení pomocí mikroanalyzátoru, byla granátová zóna rozdělena na dvě zóny:

1. Granát almandinová zóna s převahou reliktních spessartin almandinových porfyroblastů.
2. Granát grosulárová zóna s převahou drobných izometrických zrn spessartin almandinových granátů se zvýšenou grosulárovou komponentou.

Poněkud netradiční členění granátové zóny na dvě „podzóny“ umožnilo podrobné studium granátů a jejich vztahu k celkové stavbě rulových hornin. Je také odrazem složitého polymetamorfního vývoje studované oblasti, kdy právě v oblasti granátové až staurolitové zóny došlo ke sblížení intenzity starších a mladších metamorfních cyklů.

1. Petrografická charakteristika biotitu

Jak již bylo uvedeno je biotit dominantním fylosilikátem rulových hornin. Výjimku tvoří pouze skupina fylonitizovaných (či mylonitizovaných) rul, kde byl biotit účinky polyfázové retrográdní metamorfózy přeměněn na chlorit, případně až muskovit. Proces chloritizace biotitu je typický především pro



Obr. č. 1 – Schéma metamorfních zón v krystaliniku „Kry Pradědu“ – omezených izográdami indexových minerálů.

biotitovou zónu, kde se často setkáváme v horninách s homoaxiálně srostlými lamelami biotitu a chloritu. Podle typu rulové horniny se mění jak velikost šupin, tak stupeň přeměny biotitu, který je reprezentován projevy mechanického drcení, rotací do ploch nově se tvořící foliace, rozpouštěním a opětovnou krystalizací. Z pohledu pleochroismu lze vyčlenit dva mezní typy, mezi nimiž existuje celá řada přechodů. Prvním typem je biotit s výrazným pleochroismem barvy světle hnědé až tmavě hnědé, který je typický pro drobnozrnou biotitickou a okatou rulu. Druhým typem je biotit s pleochroismem barvy světle zelené až zelenohnědé, jehož výskyt je vázán především na retrográdně metamorfovanou okatou rulu a částečně na rulu páskovanou, kde se setkáváme s celou řadou přechodů v pleochroismu mezi vymezenými typy. Bližší vymezení generací biotitu je velmi obtížné.

2. Chemické složení biotitů

Doposud známé variace v chemickém složení biotitu v závislosti na stupni metamorfózy, předurčují biotity k jejich podrobnému studiu. Základní otázkou zůstává, zda studovat chemické složení bodově, za pomoci mikroanalýzátoru, nebo na separovaných biotitových koncentrátech. Oba způsoby mají řadu předností, ale také nedostatků. Pro získání maximálního množství informací je nezbytné využít obou možností.

2.1. Chemické složení bodově analyzovaných biotitů

Soubor bodově analyzovaných biotitů mikroanalýzátozem ARL – SEMQ v laboratořích Ústředního ústavu geologického byl vybírán především s ohledem na jejich využití k výpočtu teplotních podmínek metamorfních pochodů na základě Fe-Mg distribuce mezi koexistujícím biotitem a granátem. Tomu i odpovídá množství analyzovaných biotitů z jednotlivých metamorfních zón. Z celkového počtu 23 vzorků plných 18 je z granátové zóny, čtyři ze zóny staurolitové a pouze jeden ze zóny biotitové (tab. č. 1). U většiny vzorků byl analyzován vždy biotit z přímého kontaktu s granátem a biotit z horniny (matrix). Ze srovnání takto analyzovaných biotitů vyplývá, že biotity z kontaktu vykazují, až na malé výjimky, vyšší obsah železa. Opačný trend, avšak méně výrazný, vykazuje hořčík. Hodnoty hliníku (Al^{VI}) se pohybují v rozmezí od 0,57 do 1,28 na šest oktaedrických pozic a X_{Mg} ($X_{Mg} = Mg / (Mg + Fe)$) tvoří řadu od 0,31 po 0,60. Zjištěná rozmezí jsou v souladu se závěry Labotky (1983), který pro biotity z typických muskovit obsahujících pelitů vymezuje hodnoty Al^{VI} od 0,7 do 1,0 a X_{Mg} od 0,3 po 1,0. Nižší hodnoty Al^{VI} spojuje s nepřítomností muskovitu v hornině. Z celkového studovaného souboru vykazují hodnotu $Al^{VI} < 0,7$ pouze vzorky DK-66, 68 a 30, které skutečně obsahují pouze do 2 % muskovitu z celkového modálního složení horniny. Obsahy titanu se pohybují v rozmezí 0,15 až 0,37/chem. vzorec, přičemž se předpokládá, že dochází k substituci Ti pouze v oktaedrických

Tabulka č. 4 B i o t i t

Číslo vzorku	68 H	1a H	3 K	7 H	8 H	30 H	50 H	54 K	59 H	69 H	72 K
metamorfnní zóna	biotit- tová z.	granát - grossulárová zóna									
SiO ₂	38,14	36,91	35,64	37,39	38,25	36,56	35,93	35,75	35,78	33,58	39,91
Al ₂ O ₃	18,17	19,04	18,15	19,74	20,35	18,65	18,50	17,93	19,89	19,13	21,20
TiO ₂	1,42	1,91	3,06	1,56	1,50	2,26	2,57	1,67	2,53	2,25	1,63
FeO	16,96	15,52	21,97	17,72	17,99	21,74	22,54	23,41	18,99	20,48	20,08
MgO	14,47	11,41	9,58	10,66	10,97	8,45	8,28	8,26	9,29	9,23	8,31
MnO	0,18	0,21	0,26	0,15	0,16	0,39	0,29	0,11	0,21	0,22	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₂ O	8,72	8,80	8,21	8,45	8,88	9,31	8,93	10,25	8,26	9,15	10,37
Na ₂ O	0,09	0,13	0,09	0,07	0,05	0,06	0,06	0	0,07	0,02	0,15
t o t a l	98,32	93,98	96,98	95,75	98,18	97,46	97,10	100,00	95,02	91,80	100,65
p ř e p o č t e n o n a 2 2 O ₂											
Si	5,51	5,55	5,36	5,34	5,48	5,48	5,43	5,49	5,40	5,28	5,67
Al	2,49	2,45	2,64	2,46	2,52	2,52	2,57	2,51	2,60	2,72	2,33
Al	0,60	0,93	0,58	0,99	0,95	0,78	0,70	0,69	0,94	0,83	1,28
Ti	0,15	0,26	0,35	0,17	0,16	0,26	0,29	0,18	0,28	0,27	0,17
Fe	2,05	1,95	2,76	2,20	2,18	2,85	2,85	3,02	2,40	2,69	2,15
Mg	3,11	2,56	2,15	2,35	2,37	1,88	1,86	1,83	2,09	2,16	1,80
Mn	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,02	0,03	0,03	0
Ca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	1,61	1,69	1,57	1,59	1,64	1,78	1,72	2,01	1,59	1,82	1,89
Na	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0	0,02	0,01	0,03
X Mg	0,60	0,57	0,44	0,52	0,52	0,40	0,39	0,38	0,47	0,45	0,46

Tabulka č. 1 - pokračování

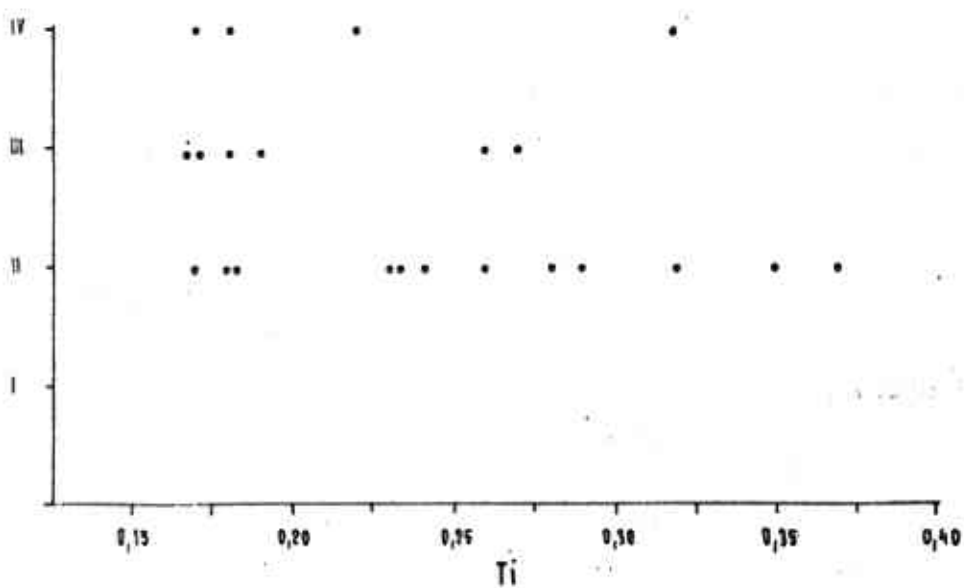
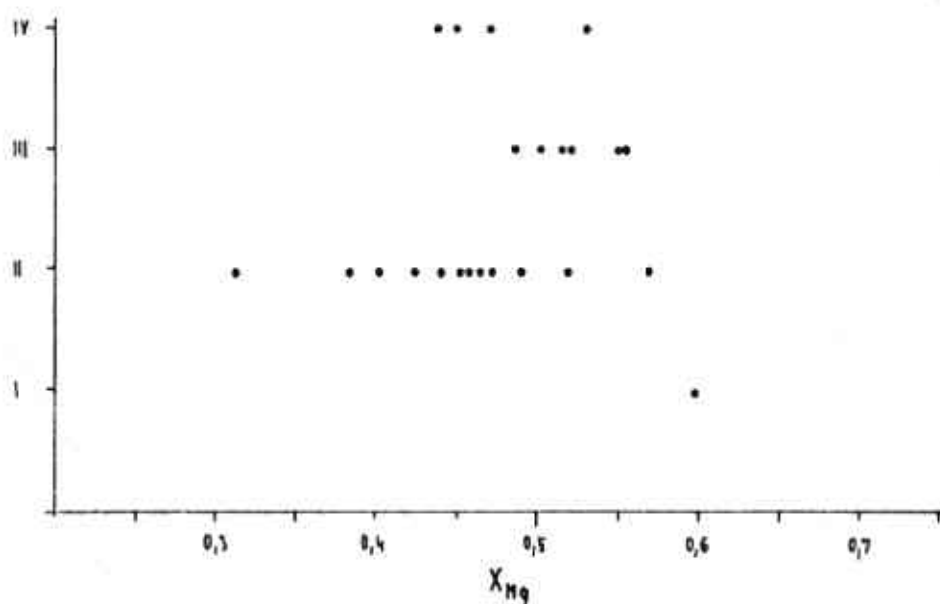
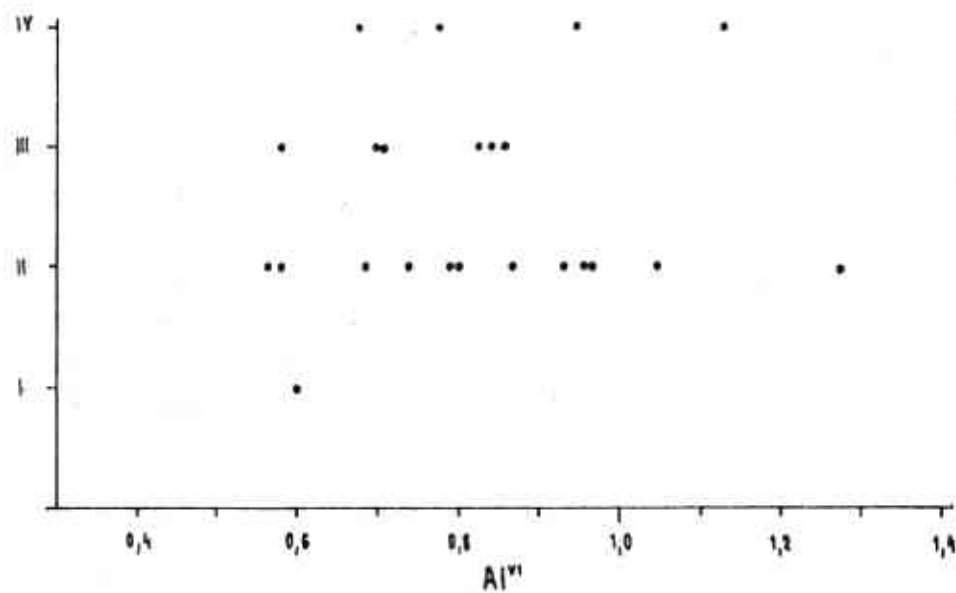
Číslo vzorku	H	14	K	H	17	K	H	19	K	21	H	24	K	26	H	43	K	45	H	73
metamorfická zóna	granát-almadinová zóna										stauroilitová zóna									
SiO ₂	36,52	36,89	36,19	36,05	37,69	36,74	36,76	37,57	35,35	35,35	35,19	36,10	34,45	37,83	36,96	38,98				
Al ₂ O ₃	18,79	18,64	19,64	19,55	19,61	18,90	18,53	19,14	17,60	18,70	18,93	19,53	19,28	19,50	18,59	21,09				
TiO ₂	1,46	1,64	1,57	1,67	1,74	1,62	2,41	2,31	3,52	2,03	1,35	2,81	2,65	1,68	2,16	1,56				
FeO	19,46	19,18	17,94	19,20	17,25	17,40	19,17	17,18	26,96	19,44	20,97	20,33	20,62	16,26	16,50	18,95				
MgO	11,49	11,58	11,19	11,03	11,79	11,75	10,84	11,71	5,92	9,91	9,52	8,82	9,02	10,44	10,61	9,83				
MnO	0,15	0,14	0,10	0,11	0,13	0,16	0,30	0,29	0,14	0,17	0,07	0,49	0,56	0,22	0,21	0				
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
K ₂ O	9,79	9,39	8,90	8,77	7,94	8,76	8,55	6,32	10,45	9,09	9,20	10,91	10,68	6,52	6,67	9,00				
Na ₂ O	0,12	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,11	0,04	0,07	0,17	0,15	0,05	0,06	0,30	0,26	0,44				
t o t a l	97,85	97,59	95,63	96,50	95,97	95,48	96,73	96,62	100,00	96,21	95,60	99,02	97,65	95,00	94,48	100,00				
p ř e p o č t e n o n a 2 2 O ₂																				
Si	5,41	5,45	5,42	5,37	5,52	5,59	5,47	5,51	5,45	5,49	5,37	5,35	5,21	5,62	5,57	5,55				
Al	2,59	2,55	2,58	2,63	2,48	2,41	2,53	2,49	2,55	2,51	2,63	2,65	2,79	2,38	2,43	2,45				
Al	0,70	0,70	0,87	0,82	0,91	0,81	0,71	0,63	0,58	0,80	0,78	0,72	0,65	1,04	0,87	1,14				
Ti	0,16	0,18	0,18	0,19	0,19	0,18	0,27	0,26	0,37	0,23	0,18	0,31	0,32	0,20	0,24	0,17				
Fe	2,41	2,37	2,25	2,40	2,11	2,17	2,36	2,11	3,14	2,44	2,68	2,52	2,61	2,03	2,08	2,22				
Mg	2,54	2,52	2,50	2,45	2,58	2,61	2,40	2,56	1,38	2,22	2,16	1,95	2,04	2,32	2,43	2,05				
Mn	0,03	0,03	0,04	0,06	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0,02	0	0,06	0,07	0,03	0,03	0				
Ca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
K	1,85	1,77	1,70	1,67	1,49	1,67	1,63	1,56	2,03	1,74	1,73	2,06	2,10	1,62	1,67	1,70				
Na	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03	0,01	0,01	0,05	0,04	0,01	0,02	0,09	0,07	0,12				
X _{Mg}	0,51	0,52	0,53	0,51	0,55	0,55	0,50	0,55	0,31	0,48	0,45	0,44	0,44	0,53	0,54	0,48				

pozicích. Z literatury jsou známy práce (GORBATSCHEV, 1972; EVANS and RAFTERY, 1980), v nichž autoři popisují v biotitech i trojmocný Ti, který se zastupuje s Si v tetraedrických pozicích. Většina autorů pak předpokládá růst obsahu Ti se vzrůstajícím metamorfním stupněm. Jak prokázal GUIDOTTI et al. (1977), je tento předpoklad platný pouze v případě, že se v hornině vyskytuje biotit spolu s ilmenitem nebo rutilem, neboť tyto minerální fáze jsou schopny zajistit saturaci biotitu titanem. Závislost obsahů Ti, Al^{VI} a X_{Mg} na stupni metamorfózy je znázorněna na obr. 2, z něhož je zřejmé, že analyzované biotity nevykazují zákonité chování sledovaných komponent ve vztahu k intenzitě metamorfózy. Nezřetelné trendy v antipatickém chování X_{Mg} a Ti ve vztahu ke stupni metamorfózy jsou především ovlivněny nestejnou váhou analyzovaných souborů z jednotlivých metamorfních zón.

2.2. Chemismus separovaných biotitů

Omezenost použití bodových analýz k hlubšímu studiu variací v chemismu biotitu a jejich krystalochemických aspektů vedla k nutnosti studovat tyto důležité vlastnosti na separovaných biotitech. Pro separaci byla vybrána skupina 29 vzorků zahrnujících horniny ze všech metamorfních zón. Vzorky byly nejdříve rozduženy v těžkých kapalinách (Bromoform) a následně elektromagneticky separovány na separátoru firmy Cook. Čistota získaných biotitových koncentrátů byla ověřena RTG difrakcí. Z obdržných difraktoqramů bylo zjištěno, že 16 vzorků reprezentuje téměř čistý biotitový koncentrát bez příměsí jiných minerálních fází. Zbývající vzorky obsahují příměs chloritu, který se nepodařilo během separace odstranit, neboť v mnoha případech proces chloritizace probíhá v rámci jedné šupiny biotitu (homoaxiálně srostlé lamely biotitu a chloritu). Největší znečištění chloritem vykazují vzorky z biotitové zóny. Pro kvantifikaci obsahů chloritu v těchto vzorcích bylo použito programu XQPA (WEISS et al. 1983). Získané výsledky jsou uvedeny v tab. č. 2, kde jsou rovněž prezentovány použité standardy. V závorkách uvedené hodnoty standardní odchylky (1–2 ‰ chloritu) dokumentují vhodnost použité metody. Znečištění biotitového koncentráту u extrémních vzorků se pohybuje od 7 do 19 ‰ chloritu. Tato skutečnost je zohledněna v níže uváděných interpretacích.

Biotitové koncentráty byly analyzovány rentgenofluorescenční metodou v laboratořích ČSUP ve Stráži pod Ralskem. Mimo majoritní prvky byly v biotitech stanoveny tyto minoritní prvky: Rb, Sr, Li, Ba, Co, V, Cr, Ni, Zn a Cu (Li a Cu stanoveny metodou AAS) tab. č. 3. Soubor stopových prvků byl rozšířen o amoniiovou skupinu NH_4^+ , neboť biotit patří mezi důležité nositele této skupiny. Význam stanovení obsahu amoniiové skupiny v biotitech popsala celá řada autorů. URANO (1971), ITIHARA a HONMA (1979) ukázali, že obsah NH_4^+ metamorfovaných hornin se systematicky mění s charakterem původních hornin a předpokládají, že amoniiová sku-



Obr. č. 2: Závislost Al^{VI} , X_{Mg} a Ti na stupni metamorfózy u bodově analyzovaných biotitů. I – biotitová zóna; II – granát grossulárová zóna; III – granát almandinová zóna; IV – staurolitová zóna.

pina je stabilní chemickou komponentou během vysokoteplotních procesů a tudíž může být využita jako prostředek k řešení petrologických problémů. Na rozdíl od výše citovaných autorů, kteří ke stanovení obsahu NH_4^+ použili analytickou metodu STEVENSONA (1960), založenou na rozkladu vzorku digescí s koncentrovanou kyselinou sírovou v zatavené trubici, byla použita metoda K l i k y (rukopis). Tato metoda pro rozklad používá tavidel Na_2CO_3 , NaCl a NaOH , NaCl a NaOH snižují podstatně bod tání tavidla a umožňují dobré protavení vzorku. Hlavní výhoda tkví v nahrazení dlouhodobé digesce (2 hod.) několikaminutovým tavením, které umožňuje rozložit i rezistentní vzorek.

Tabulka č. 2

Výsledky kvantitativní analýzy provedené programem XQPA (WEISS et al., 1983) u chloritizovaných biotitů.

Vzorek	% biotitu	% chloritu
DK-65	89 (1) ¹	11 (1) ²
DK-68	81 (1) ¹	19 (2) ³
DK-71	91 (1) ¹	11 (1) ⁴
DK-76	93 (1) ¹	7 (1) ⁴
DK-78	88 (1) ¹	12 (1) ²

1. Jako standard byl užit model biotitu Bi-16
 $\text{K}_{0.9}\text{Na}_{0.1}(\text{Mg}_{2.0}\text{Fe}_{0.5}\text{Al}_{0.5})(\text{Si}_{3.0}\text{H}_{0.75}\text{Fe}_{0.25})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
2. Jako standard byl užit model chloritu s chemickým složením
 $(\text{Mg}_{2.05}\text{Fe}_{0.25}\text{Al}_{0.70})(\text{Mg}_{1.55}\text{Fe}_{0.75}\text{Al}_{0.7})(\text{Si}_{2.6}\text{Al}_{1.4})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$
3. $\text{Mg}_{2.301}\text{Al}_{0.699}(\text{Mg}_{2.301}\text{Al}_{0.699})(\text{Si}_{2.6}\text{Al}_{1.4})\text{O}_{10}(\text{OH})_3$
4. $(\text{Mg}_{0.465}\text{Fe}_{1.845}\text{Al}_{0.59})(\text{Mg}_{0.465}\text{Fe}_{1.845}\text{Al}_{0.59})(\text{Si}_{2.6}\text{Al}_{1.4})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$

V závorkách jsou uvedeny vypočítané standardní odchylky

Ze srovnání majoritních prvků obdržených bodovými analýzami a rentgen-fluorescenční metodou vyplývá, že u posledně jmenovaných analýz došlo k podhodnocení obsahů draslíku. Tento fakt nepříznivě ovlivňuje možnosti interpretace, neboť nelze například použít dehydratačního indexu $\text{H}_2\text{O}^+/\text{K}_2\text{O}$ jako významného indikátoru stupně progresivní metamorfózy. Kladem naopak je, že v kombinaci s metodou AAS (použitá pro stanovení Fe^{2+}) byly stanoveny obsahy dvojmocného a trojmocného železa, což bodová analýza neumožňuje. Srovnáním poměrů $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ v biotitech a horninách, zjistí-

Tab.č. 3 Chem. analýzy majoritních a minoritních prvků biotitů stanovených rentgenfluorescenční metodou

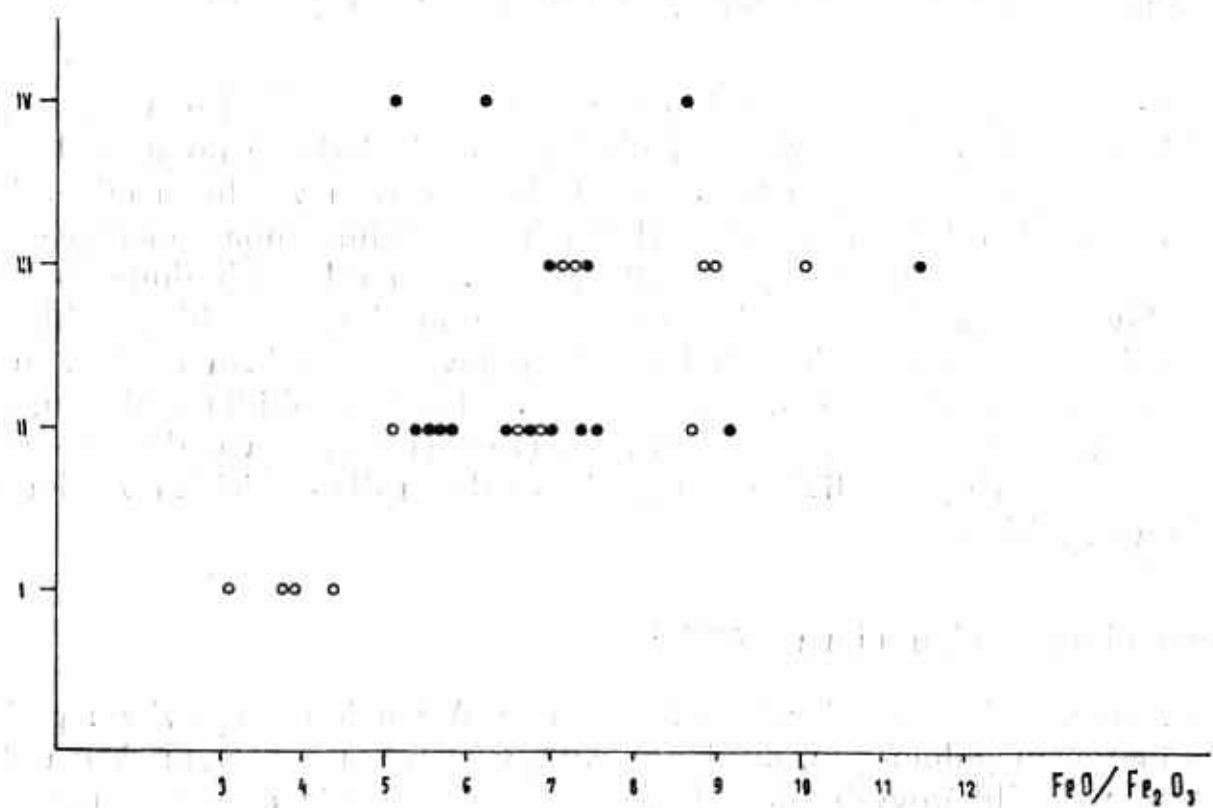
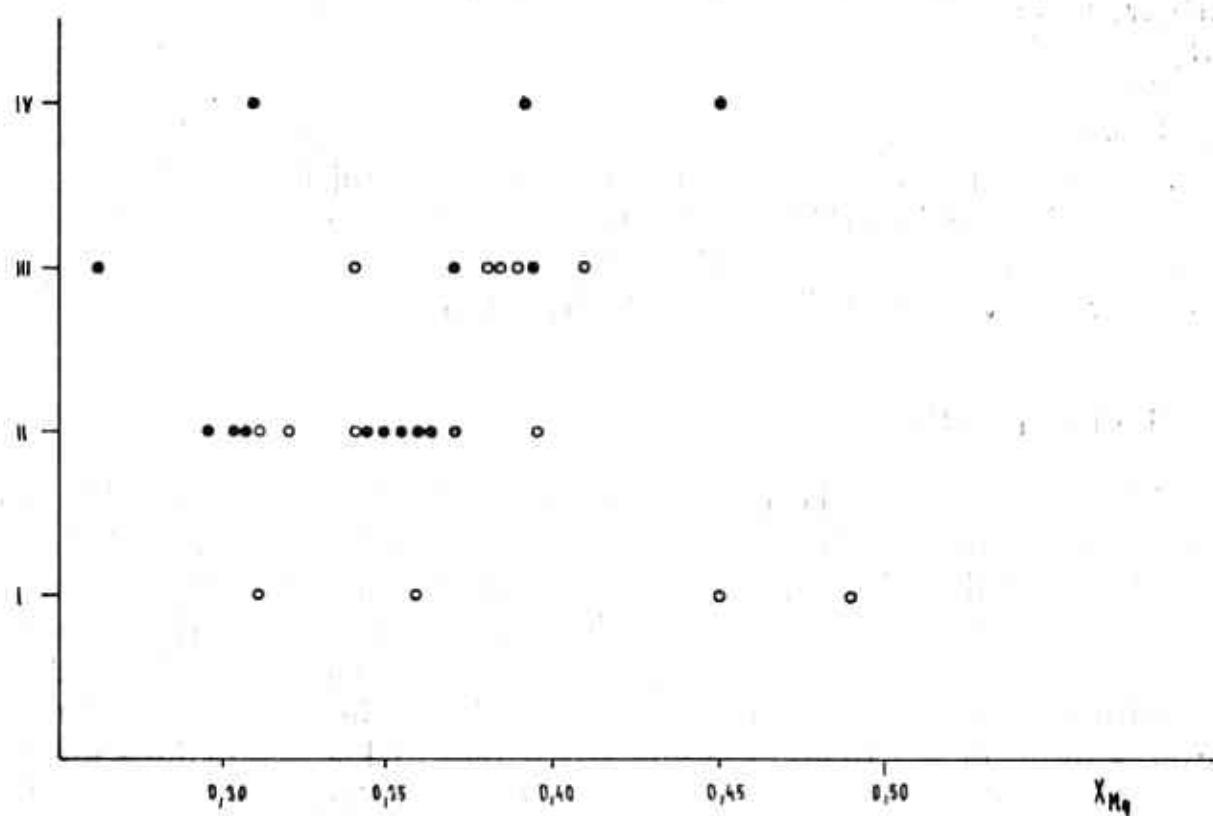
Číslo vzorku	65	66	71	75	3	7	8	9	10	26	30	59	50	54	55	57	60	72
Met. zóna	Granát grossulárová zóna																	
SiO ₂	30,58	33,07	32,83	35,61	35,82	36,73	38,39	38,46	37,10	36,98	35,27	37,72	38,00	36,56	35,90	36,30	38,31	37,20
Al ₂ O ₃	17,47	18,75	19,37	18,67	15,43	18,44	18,44	19,08	18,09	18,39	18,93	16,74	18,93	18,36	16,94	18,98	16,04	16,38
TiO ₂	2,45	1,95	3,37	1,71	2,14	2,41	2,11	2,08	2,41	2,91	1,67	2,25	2,07	2,31	3,23	2,29	2,95	2,38
Fe ₂ O ₃	5,01	4,53	4,02	3,55	3,26	2,39	2,54	2,39	3,44	2,66	2,62	1,87	2,63	2,45	3,94	2,12	2,40	2,95
FeO	19,33	13,69	17,68	14,48	17,84	16,76	18,59	15,33	17,87	16,24	19,23	17,16	16,29	18,52	16,71	18,44	17,75	16,54
MgO	8,99	13,46	10,09	11,95	9,43	9,89	8,93	9,69	7,83	7,63	6,87	9,40	9,30	9,45	8,52	9,61	7,05	9,67
MnO	0,62	0,33	0,36	0,30	0,86	0,49	0,31	0,23	0,83	0,57	1,31	0,25	0,34	0,25	0,27	0,22	0,35	0,49
CaO	0,54	2,96	0,54	1,02	0,70	0,62	0,50	0,47	1,15	0,88	0,48	0,45	0,50	0,36	1,12	0,30	0,45	0,37
K ₂ O	4,54	2,82	3,98	4,41	6,59	7,09	6,97	6,68	6,13	6,84	4,20	7,21	6,43	6,90	6,53	6,32	7,05	7,28
Na ₂ O	0,4	0,42	0,4	0,56	0,4	0,4	0,4	0,64	0,53	0,59	0,48	0,48	0,47	0,4	0,44	0,41	0,4	0,4
P ₂ O ₅	0,07	0,06	0,10	0,08	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,09	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05
Ch ⁺	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
F ⁻	0,13	0,16	0,13	0,14	0,16	0,20	0,19	0,15	0,18	0,16	0,16	0,16	0,24	0,16	0,16	0,15	0,12	0,20
H ₂ O ⁺	2,7	5,7	4,9	5,1	2,1	2,2	2,4	3,3	2,3	1,8	3,6	2,0	2,5	1,8	1,6	2,4	1,8	2,2
Rb	153	126	131	154	325	269	259	289	252	260	199	256	254	313	255	330	345	294
Sr	20	211	20	84	24	9	35	18	43	52	7	15	29	12	56	12	26	5
Li	120	110	100	100	170	110	140	150	150	140	180	140	170	140	150	130	150	140
Ba	620	304	50	50	444	589	669	275	1067	1392	212	3152	753	631	1048	489	634	747
Ce	27	37	26	14	39	27	35	30	30	32	27	34	32	31	34	36	32	32
V	256	274	127	121	167	260	202	218	243	263	200	256	243	313	343	242	220	156
Cr	192	249	83	71	144	164	126	120	158	182	140	154	156	161	155	159	139	174
Ni	55	50	50	69	60	50	58	63	50	50	50	57	53	50	59	50	55	50
Zn	224	244	192	173	331	169	318	269	239	223	263	170	210	305	218	316	229	202
Cu	60	100	120	70	110	80	40	60	240	60	40	50	130	50	40	30	90	110
NH ₄	137	38	169	-	20	98	110	-	124	164	-	143	114	28	91	121	61	55
X Mg	0,31	0,49	0,36	0,45	0,35	0,37	0,35	0,39	0,31	0,28	0,32	0,35	0,36	0,34	0,31	0,34	0,31	0,36
X Mg ^H	0,38	0,36	0,30	0,45	0,34	0,35	0,33	0,36	0,29	0,30	0,33	0,42	0,46	0,40	0,36	0,22	0,45	0,33
O.r	3,85	3,07	4,40	3,76	5,44	7,02	6,53	6,66	5,14	6,66	6,82	9,16	5,76	7,86	5,50	8,70	7,40	5,61
O.r	4,30	2,13	4,27	3,46	2,35	6,05	9,89	10,76	-	16,64	-	6,35	3,59	3,93	3,18	6,27	2,63	4,00

Pokršťování tab. 3

Číslo vzorků	12	17	19	21	66	74	76	77	43	45	73
Met. zóna	Granát almandinová zóna										
SiO ₂	35,06	35,93	37,17	36,40	37,47	35,14	33,92	34,05	36,27	36,44	36,43
Al ₂ O ₃	18,83	19,06	19,34	16,56	17,69	10,55	19,48	19,59	18,50	18,40	18,79
TiO ₂	2,83	2,41	2,07	2,68	3,19	1,95	1,53	1,45	2,66	1,69	1,74
Fe ₂ O ₃	2,55	2,04	2,16	1,53	2,71	1,79	2,48	1,99	2,13	3,06	2,74
FeO	16,62	16,16	16,04	17,61	16,78	16,06	16,15	17,70	16,33	15,16	17,01
MgO	9,63	9,69	10,49	10,19	6,73	11,01	11,80	12,64	6,14	12,48	10,99
MnO	0,71	0,54	0,25	0,34	0,42	0,17	0,26	0,26	0,79	0,24	0,14
CaO	0,59	0,52	0,25	0,20	0,55	0,24	0,28	0,26	0,40	0,21	0,27
K ₂ O	5,62	6,12	7,24	7,92	6,66	6,07	5,01	4,78	7,99	7,23	7,10
Na ₂ O	0,4	0,4	0,4	0,4	0,46	0,4	0,4	0,4	0,4	0,63	0,4
P ₂ O ₅	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,03	0,06	0,07	0,06	0,06
Ch	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
F ⁻	0,22	0,22	0,21	0,33	0,16	0,12	0,11	0,21	0,16	0,22	0,12
H ₂ O ⁺	2,7	2,6	2,5	1,9	2,2	3,3	4,2	4,5	1,96	2,2	2,1
Rb	207	242	296	316	143	266	263	267	341	415	261
Sr	13	16	5	5	18	10	8	9	11	5	6
Li	140	160	170	190	140	90	110	110	210	160	90
Ba	780	783	776	776	50	625	239	59	380	391	1341
Co	30	32	27	30	20	38	40	31	30	42	32
V	316	323	244	253	172	254	174	205	152	196	282
Cr	236	199	168	177	52	208	112	131	166	127	266
Ki	51	250	57	55	250	95	64	50	50	92	75
Zn	312	340	350	240	101	319	355	347	244	126	204
Cu	40	70	40	20	110	70	30	30	100	120	70
NH ₄	136	106	97	110	170	163	60	96	80	30	80
X _{Mg}	0,34	0,36	0,39	0,37	0,26	0,36	0,39	0,42	0,31	0,45	0,39
X _{Mg} ^H	0,35	0,34	0,35	0,32	0,28	0,26	0,32	0,34	0,45	0,41	0,37
O.r	7,30	6,80	7,43	11,51	6,93	10,10	7,32	8,59	5,61	5,05	6,21
O.r	5,30	6,96	31,93	36,5	-	4,36	2,74	4,09	4,36	2,36	2,32

me, že v biotitech vykazuje tento poměr zcela pravidelné chování ve vztahu k intenzitě metamorfózy. Na obr. č. 3 je dobře vidět, že dochází od biotitové po granát almandinovou zónu k nárůstu $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$. Ve staurolitové zóně pak tento poměr poněkud klesá. Pokles v této zóně může být důsledkem vstupu většího množství Fe^{2+} do minerální struktury staurolitu než do koexistujícího biotitu. Hodnoty $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ horniny nevykazují žádný vztah k hodnotám biotitu a jsou velice variabilní, což je zřejmě důsledkem různého stupně navětrání odebraných vzorků. Rovněž ze srovnání hořenatosti (X_{Mg}) biotitu a horniny nevyplynou žádné zákonité vztahy. Z průměrných hodnot pro jednotlivé zóny lze pouze konstatovat, že v biotitové a granát almandinové zóně je hodnota X_{Mg} biotitu větší než v hornině a v zóně granát grossulárové a staurolitové je tomu právě naopak. Nepravidelnost v chování X_{Mg} biotitu ukazuje obr. č. 3, z kterého je zřejmý rozptyl X_{Mg} i v rámci jednotlivých zón.

Význam naměřených hodnot stopových prvků biotitu je umocněn skutečností, že v literatuře, zabývající se chováním stopových prvků během meta-



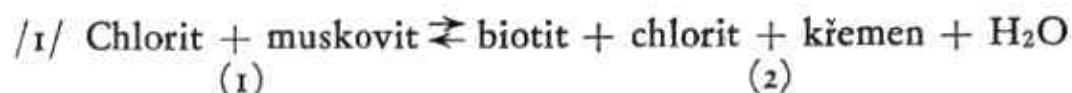
Obr. č. 3: Závislost X_{Mg} a FeO/Fe_2O_3 na stupni metamorfózy u biotitů analyzovaných rentgen-fluorescenční metodou (○ – vzorky částečně chloritizované; ● – čisté biotity). I, II, III, IV viz obr. č. 2.

morfózy, nejlépe shrnuté v příslušných kapitolách WEDEPHOLA (1969 až 1978), není dostatečná pozornost věnována stadiím nižší a střední metamorfózy. Obrázky č. 4–7 ukazují trendy obsahů stopových prvků v závislosti na stupni metamorfózy, reprezentované vymezenými metamorfními zónami. Jednotlivé zóny jsou na ose x označeny římskými číslicemi I až IV. Rozptýl hodnot v rámci zóny je vyjádřen plnými čárkami, které reprezentují hodnotu $\delta/\sqrt{n}$, kde δ je standardní odchylka a n se rovná počtu analýz v zóně.

Nyní se podívejme na chování jednotlivých minoritních prvků.

Rubidium – Rb

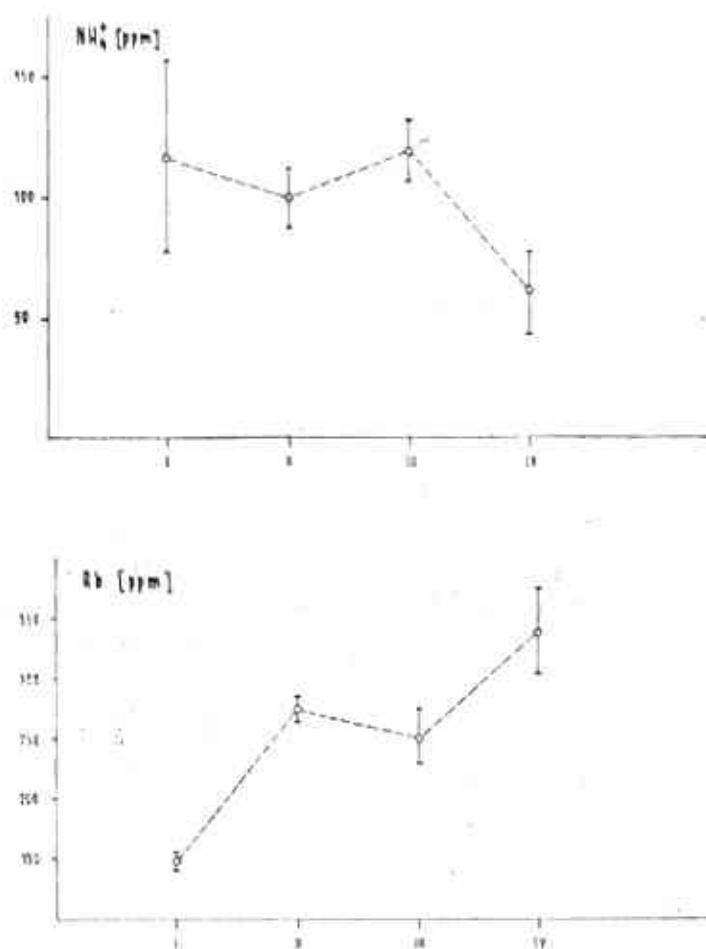
Podobnost iontů rubidia a draslíku předurčuje skutečnost, že rubidium je obsaženo v K-minerálech a tvoří své vlastní minerály. Nejdůležitějšími minerály obsahujícími Rb jsou slídy a K-živce. Iont Rb^+ je větší než K^+ a je obsažen v mezivrstevních pozicích slíd. V metamorfovaných horninách dochází ke ztrátě Rb během vysokého stupně metamorfózy, kdežto důkazy pro ztrátu v nížce až středně metamorfovaných horninách jsou sporné (KRE-MENETSKIY et al. 1979). Obsahy Rb v biotitu koexistujícím s muskovitem jsou dvakrát větší než v muskovitu. To znamená, že všechno uvolněné rubidium během reakce



se lépe váže na nově tvořený biotit než v dřívějším chloritu a muskovitu (HAACK et al. 1984). Vyrůstající obsahy Rb od biotitové po staurolitovou zónu (obr. č. 4) ukazují, že biotit se zdá být opravdu vhodným minerálem, přijímajícím Rb během reakcí nízkého a středního stupně metamorfózy. Fakt, že studované biotity jsou z plagioklasových rul, neobsahujících K-živce, dává předpoklad k vazbě Rb pouze v muskovitu a hlavně biotitu. Vyrůstající tendenci obsahů Rb lze pak spojovat s úbytkem muskovitu od biotitové po staurolitovou zónu a asociací uvolněného rubidia v biotitu. Obsahy Rb v biotitu se pohybují v rozmezí (128–415) ppm a malé standardní odchylky v rámci jednotlivých zón svědčí o silném diadochickém vztahu mezi Rb a K v biotitech.

Amoniová skupina – NH_4^+

Jednomocná iontová skupina NH_4^+ ($1,43 \text{ Å}^0$) nahrazuje prvky s podobným iontovým poloměrem, mezi něž patří především K^+ ($1,33 \text{ Å}^0$) a Rb^+ ($1,48 \text{ Å}^0$). V silikátových minerálech NH_4^+ se zastupuje s draslíkem v mezivrstevních pozicích slíd a v draselných živcích. Obsahy amoniové skupiny mezi koexistujícími minerály metamorfovaných hornin lze seřadit v následující řadu: biotit, muskovit, K-živce, plagioklas a křemen. Obsah NH_4^+



Obr. č. 4: Distribuce Rb a NH_4^+ v biotitech v závislosti na metamorfním stupni. I – biotitová zóna; II – granát grossulárová zóna; III – granát almandinová zóna; IV – staurolitová zóna.

v biotitu je 3–4krát větší než v koexistujícím muskovitu (HONMA and ITIHARA, 1981). Velká část NH_4^+ je v biotitu zděděna z původního sedimentu, kdy NH_4^+ vstupuje do struktury biotitu během časného stadia metamorfózy (ITIHARA and HONMA, 1979).

Nepravidelně klesající tendence v obsazích NH_4^+ s narůstajícím metamorfním stupněm (obr. č. 4) je v souladu se závěry ITIHARY a HONMY (1979), kteří stejný trend pozorovali v rozmezí nízké až vysoké amfibolitové facie. Tito autoři však nepravidelně klesající obsahy NH_4^+ nespojovali s nárůstem metamorfního stupně. Skutečnost, že námi studované biotity jsou součástí plagioklasových rul (minimum K-živce), které vznikly z původně homogenních sedimentů, u nichž lze předpokládat stejné obsahy NH_4^+ , vede k předpokladu, že úbytek NH_4^+ by mohl být funkcí metamorfního stupně. Tuto domněnku podporuje i vysoký záporný korelační vztah mezi NH_4^+ a Rb $r = -0,736$, patrný i z obr. č. 4, předpokládající diadochické zastupování amoniové skupiny rubidiem s narůstajícím stupněm metamorfózy.

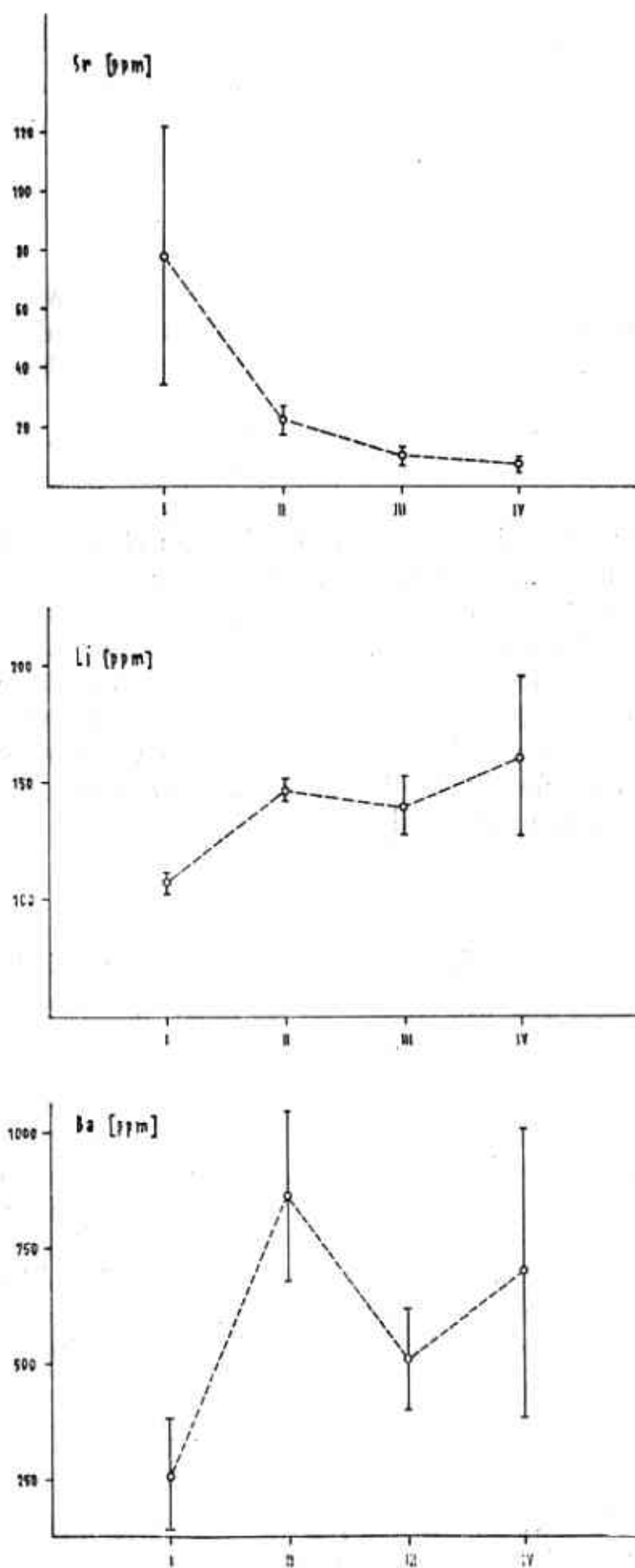
Stroncium – Sr

Nepatří mezi příliš mobilní prvky během metamorfózy. ENGEL a ENGEL (1958) a FRODERSEN (1973) nenašli významnou ztrátu nebo přírůstek Sr v metamorfních profilech. SHAW (1954) popisuje snížení obsahu Sr od facie zelených břidlic po facii amfibolitovou. Distribuce Sr v silikátových minerálech je obecně kontrolována diadochií s draslíkem a vápníkem, ačkoli iontové poloměry nejsou velmi podobné. Největší obsahy Sr jsou vázány v K-živcích a plagioklasech. Nízká hladina koncentrací Sr ve slídách je důsledkem „dvanáctičetné koordinace“ K v těchto minerálech. Tato pozice je pro stroncium zjevně velká. Při existenci biotitu společně s muskovitem ve fylitech a rulách má muskovit 10 až 20krát větší obsahy Sr než koexistující biotit (HAACK et al., 1984). Tito autoři dále poukazují na skutečnost, že během reakce $/1/$ 50–80 % Sr předtím obsaženého v muskovitu a chloritu nepřechází do nově se tvořícího biotitu. WEDEPOHL (1969–1978) naopak uvádí, že vyšší obsahy Sr se zdají být vázány na minerální fázi, která vznikla později.

Klesající trend obsahů Sr (obr. č. 5) je v souladu s pozorováním SHAWA (1954). Podobně jako v jeho práci, studované biotity zahrnují facii zelených břidlic až facii amfibolitovou. Stanovené koncentrace Sr se pohybují v rozmezí (5–211) ppm. Vysoká hodnota standardní odchylky v biotitové zóně je s největší pravděpodobností důsledkem různého znečištění biotitu chloritem ve vzorcích této zóny.

Baryum – Ba

Baryum se vyskytuje ve stejných strukturních pozicích jako draslík. Proto můžeme očekávat, že během metamorfózy bude distribuce barya v horninách paralelní s K. Mezi nejdůležitější silikátové minerály, které jsou nositeli Ba patří, K-živce a slídy. Baryum se koncentruje jak v biotitech, tak muskovitech, přičemž obsahy Ba v muskovitech jsou 1,3–2,5krát větší, než obsahy Ba v koexistujícím biotitu. Nižší obsahy Ba vykazují pouze slídy z pegmatitů. Koncentrace barya v metamorfovaných horninách vykazují široké variace v rámci jednotlivých horninových typů. Z obr. č. 5 je zřejmé, že široké variace nevykazují pouze obsahy Ba v hornině, ale také v nich obsažené biotity. Obsahy Ba v jednotlivých zónách kolísají od 50 do 3152 ppm; přičemž hodnoty Ba pro jednotlivé zóny mají „zigzag“ charakter, který je jen obtížně interpretovatelný z dosavadních poznatků o chování barya v biotitech. Nepravidelné chování barya během metamorfózy v biotitech je pravděpodobně odrazem stejného charakteru Ba v hostitelských horninách. V pracích ENGLA and ENGLA (1958) a EVANSE (1964) a HAACKA et al. (1984) byly sice vysloveny úvahy o poklesu Ba v horninách s narůstajícím metamorfním stupněm, ale další autoři (LONKA 1967; TUREKIAN and PHINNEY 1962) nenalezli závislost mezi stupněm metamorfózy a obsahem



Obr. č. 5: Distribuce Sr, Li a Ba v biotitech v závislosti na metamorfním stupni. I, II, III, IV viz obr. č. 4.

Ba v horninách. Nejpravděpodobnější se však jeví závěry HAACKA et al. (1984), kteří sledovali chování normalizovaného Ba vzhledem k draslíku. Normalizace stopového prvku majoritním elementem, který je nahrazován, nejlépe vystihuje chování Ba během metamorfózy.

L i t i u m – Li

Známa diadochie iontu Li^+ a Al^{3+} , Fe^{2+} a zejména Mg^{2+} je podmíněna podobnými poloměry těchto iontů. V horninotvorných minerálech se uplatňuje především u klinopyroxenů a slíd. Ve slídách dochází k nahrazování prvků v oktaedrických pozicích.

Chování Li v horninách, respektive v biotitech během metamorfních pochodů je v dosavadní literatuře věnována velmi malá pozornost. Příčinou může být zjištěná nepravidelnost v závislosti mezi stupněm metamorfózy a koncentrací litia v horninách. Podíváme-li se na chování Li v biotitech zóny biotitové až staurolitové (obr. č. 5), zjistíme, že obsahy Li mají s narůstajícím metamorfním stupněm stoupající trend. Nízká hodnota standardní odchylky svědčí o malých variacích v rámci biotitové a granátové zóny. Velikost variací výrazně narůstá ve staurolitové zóně. Z nízkých variací v prvních třech zónách lze usuzovat na pravidelnost v chování Li v biotitech těchto zón. Průměrné hodnoty Li se pohybují od 108 (5) ppm v biotitové zóně po 160 (36) ppm v zóně staurolitové. Z toho vyplývá, že celkové variace v obsazích Li jsou v poměrně malých mezích.

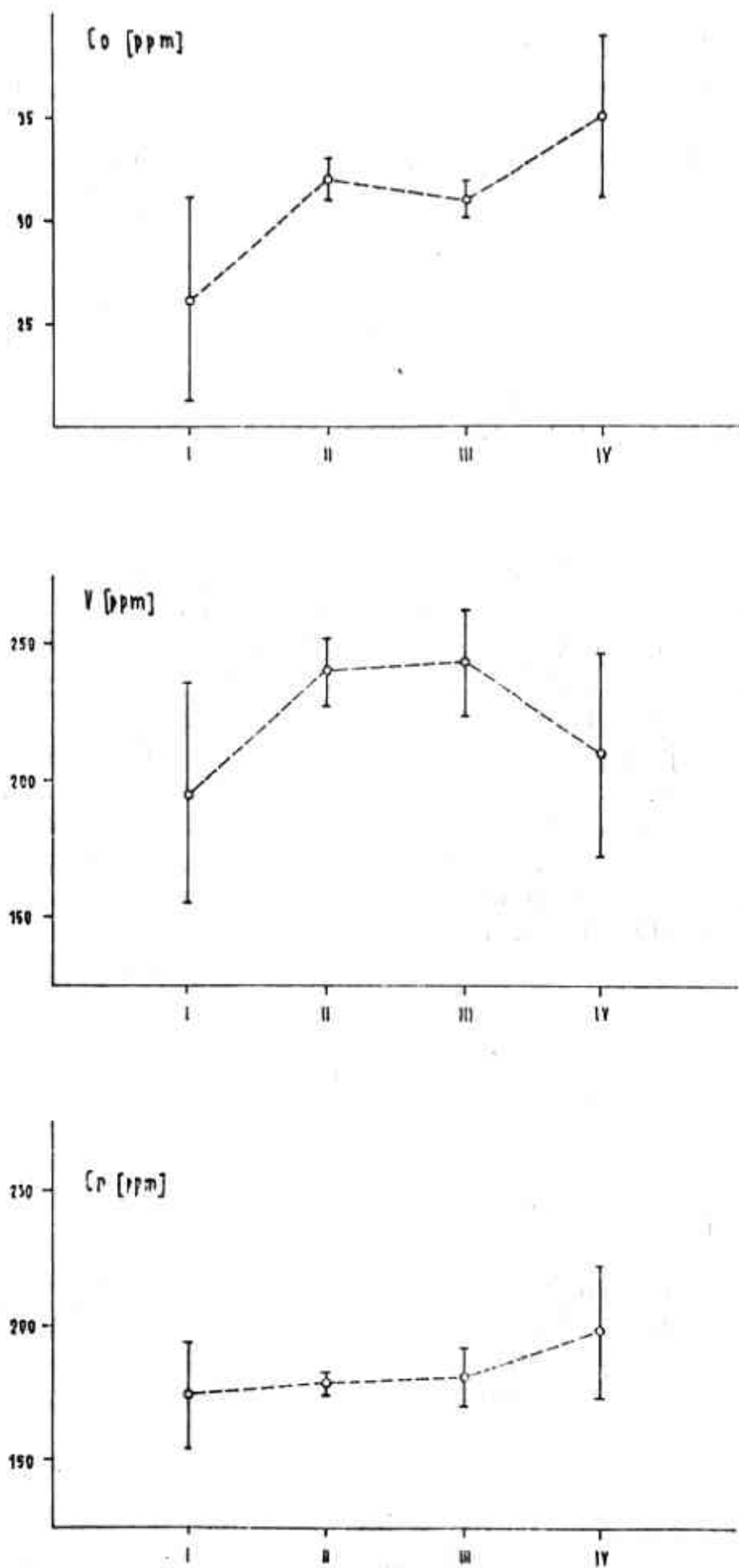
K o b a l t – Co

Elektronová konfigurace iontu Co^{2+} je taková, že v iontových sloučeninách je stabilní v oktaedrických a tetraedrických koordinacích (BURNS, 1976). Iontový poloměr v oktaedrické koordinaci je 0,735 Å⁰ a leží mezi Mg^{2+} (0,72 Å⁰) a Fe^{2+} (0,77 Å⁰).

Kobalt vykazuje malé variace v mafických minerálech metamorfovaných hornin, což je důsledkem silné koherence kobaltu a hořčíku. V biotitu nahrazuje Co, Mg a Fe v oktaedrických pozicích. Ve studovaných biotitech kolísá v rozmezí (0–42) ppm a vykazuje vzrůstající trend se zvětšujícím se metamorfním stupněm (obr. č. 6). V biotitové a staurolitové zóně však existují velké variace v koncentracích Co. Mírně vzrůstající trend je v souladu s pozorováním provedeným REILLYM a SHAWEM (1967). Naopak invariantní chování Co v rámci granátové až kyanitové zóny popisuje TUREKIAN a PHINNEY (1962).

V a n a d – V

V magmatických a metamorfovaných horninách je vanad hlavně v trojmocném stavu. Oktaedrický poloměr iontu V^{3+} je většinou identický s Fe^{2+} ,



Obr. č. 6: Distribuce Co, V a Cr v biotitech v závislosti na metamorfním stupni.
I, II, III, IV viz obr. č. 4.

což vede k nahrazování železa vanadem. V silikátových minerálech je V obsažen ve stopových množstvích v pyroxenu (zvláště egirínu), amfibolu a biotitu.

V kyselých metamorfitech je V vázán především na muskovit (roscolit) a biotit. Průměrná hodnota v krystalických horninách je uváděna 59 ppm (EADE and FAHRIG, 1973). Tito autoři rovněž vyslovili předpoklad o imobilním chování vanadu během metamorfózy. Z obr. č. 6 je ilustrativně vidět, že variace v obsahu V v jednotlivých zónách vykazují široké meze, a tudíž nelze přisuzovat znázorněnému trendu větší váhu. Můžeme se pouze omezit na konstatování, že zjištěné hodnoty V v nížce až středně metamorfovaných horninách v našem případě kolísají v rozmezí (127–343) ppm a vykazují spíše invariantní chování v závislosti na stupni metamorfózy.

Chrom – Cr

Trojmocný chrom, jehož iontový poloměr je $0,69 \text{ \AA}$, nahrazuje prvky se srovnatelným iontovým poloměrem, mezi které patří Al^{3+} ($0,50 \text{ \AA}$), Fe^{3+} ($0,64 \text{ \AA}$), Fe^{2+} ($0,67 \text{ \AA}$), Mg^{2+} ($0,65 \text{ \AA}$) a Ti ($0,68 \text{ \AA}$). V biotitech Cr nahrazuje především prvky v oktaedrických pozicích s šestičetnou koordinací. Vyšší obsahy Cr jsou charakteristické pro Mg bohaté variety (flogopit). Obsahy Cr biotitu jsou přímo závislé na obsazích Cr v hornině (WEDEPOHL 1969–1978). Hodnoty Cr v biotitu rulových hornin jsou (24–652) ppm (HAACK, 1969). Hodnoty Cr v metamorfovaných horninách facie zelených břidlic a facie amfibolitové nejsou výrazně odlišné od hodnot z metamorfovaných sedimentů. K významnému zvýšení koncentrací Cr dochází v granulitové facii (WEDEPOHL 1969–1978). Během metamorfózy do amfibolitové facie zůstává koncentrace Cr v hornině konstantní (HARRISON and HAMILTON, 1971).

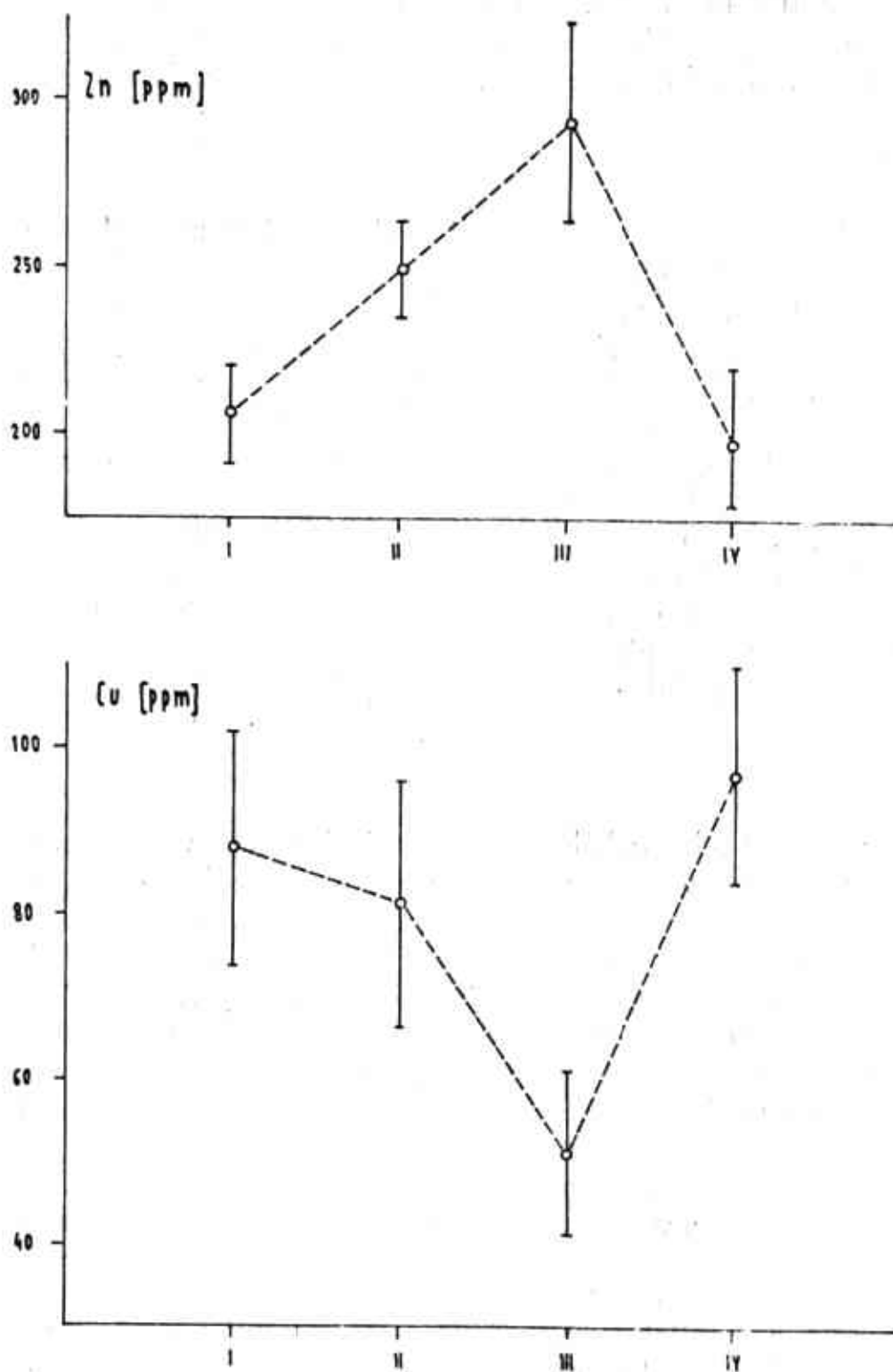
Z obr. č. 6 lze zjistit, že rovněž obsahy Cr v biotitu zůstávají v rozmezí facie zelených břidlic až facie amfibolitové v podstatě konstantní, což zároveň podporuje předpoklad, že obsahy Cr v biotitu jsou přímo závislé na obsahu Cr v hornině.

Zinek – Zn

V metamorfovaných horninách zinek preferenčně nahrazuje Fe^{2+} a Mg v oktaedrických pozicích s OH-ligandy v chloritu, muskovitu, biotitu a amfibolu. Obsah zinku v různých minerálech je funkcí minimálně dvou parametrů. Koncentrace Zn v předmetamorfni hornině a schopnosti krystalové struktury přijímat zinek za daných teplotních a tlakových podmínek (WEDEPOHL 1969–1978). Největší Zn koncentrace (až několik procent) byly nalezeny ve staurolitech. HAACK et al. (1984) provedl normalizaci Zn vůči ($\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}$), neboť zinek velice dobře koreluje se sumou ($\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}$) (HEINRICHS et al., 1980). Takto normalizovaný Zn vykazuje v oblasti niž-

ší a střední metamorfózy stoupající tendenci a v oblasti vysokého stupně prudce klesá.

Srovnáme-li prezentované poznatky s obr. č. 7, můžeme říci, že stejné chování, jako bylo pozorováno Haackem et al. (1984) v hornině, vykazuje také



Obr. č. 7: Distribuce Zn a Cu v biotitech v závislosti na metamorfním stupni. I, II, III, IV viz obr. č. 4.

Zn v biotitu a to i přesto, že nebyla provedena normalizace Zn ve vztahu k sumě ($\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}$). Stoupající trend od biotitové po granát almandinovou zónu je vysvětlitelný úbytkem chloritu (od zóny I do zóny III), který má koncentrace Zn 2–4násobně větší než koexistující biotit. To znamená, že během reakce /1/ se uvolněné množství Zn zaniknuvšího chloritu koncentrovalo v nově vzniklém biotitu. Prudký pokles koncentrace Zn v biotitu staurolitové zóny je pak s největší pravděpodobností výsledkem vyvázání rozhodujícího množství Zn do krystalové struktury staurolitu.

Měď – Cu

Měď nevykazuje výraznou diadochii v silikátových minerálech a její distribuce je značně nepravidelná (HAACK et al., 1984). V biotitu je Cu zastoupena ve formě iontu Cu^{2+} . Iontový poloměr Cu^{2+} (0,70–0,72) Å⁰ umožňuje zastupování s Fe^{2+} . Nepravidelná distribuce Cu se odráží i ve studovaných biotitech ve velikosti standardní odchylky. Koncentrace Cu v biotitové až granát almandinové zóně klesají a v staurolitové zóně prudce rostou (obr. č. 7). Interpretace zjištěného trendu je ztížena nejen značnou variací v rámci zón, ale také dosavadními znalostmi o chování Cu jak v horninotvorných minerálech, tak v metamorfovaných horninách. HAACK et al. (1984) zjistil v chloritu 3krát menší obsahy Cu než v muskovitu. To znamená, že klesající trend do granát almandinové zóny nemůže být spojován s úbytkem chloritu či muskovitu. Pravděpodobnější vysvětlení poskytuje existence dobré záporné korelace mezi mědí a zinkem, která je patrná i z obr. č. 7.

Závěry

Výsledky studia chemického složení biotitu bodovými analýzami jsou v souladu se závěry uváděnými v literatuře pro stejný typ metamorfovaných hornin. Za významné lze považovat zjištění, že ve většině případů jsou biotity z kontaktu s granátem bohatší železem, než biotity z matrix. Zvýšený obsah Fe^{2+} v biotitech sousedících s granátem, lze vysvětlit existencí výměnných reakcí mezi biotitem a granátem v procesu chladnutí. Proto lze předpokládat, že vrcholové teplotě krystalizace biotitu odpovídá chemické složení biotitů z matrix. Toto zjištění je v souladu se závěry INDARES a MARTIGNOLE (1985), kteří došli k obdobným závěrům u biotitů z granulitové facie. Rovněž potvrzení Labotkových závěrů (LABOTKA, 1983) o existenci závislosti mezi obsahem oktaedrického hliníku a přítomnosti muskovitu v hornině významně mění pohled na využití biotitů pro geotermometrii, neboť právě obsahy Al^{VI} v titanu jsou považovány za rozhodující pro hodnověrnost vypočtených teplot.

Studium chemického složení separovaných biotitů poskytlo v rámci majoritních prvků možnost studovat vztah mezi $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ a stupněm metamorfózy, který ukazuje na zvyšující se obsahy od biotitové po granátovou zónu

a na pokles v zóně staurolitové, který je vysvětlitelný vstupem většího množství Fe^{2+} do minerální struktury staurolitu, než do biotitu.

Význam stanovených stopových prvků a amoniové skupiny (NH_4^+) v biotitech je dán skutečností, že v literatuře, zabývající se sledováním stopových prvků v biotitech během metamorfózy, nebyla doposud dostatečná pozornost věnována stadiím nízké a střední metamorfózy. Z obdržených výsledků lze učinit několik obecných závěrů:

1. S rostoucí intenzitou metamorfózy dochází ke zvyšování obsahu rubidia v mezivrstevních pozicích biotitu. Antitetický charakter obsahu NH_4^+ a vysoký záporný korelační vztah mezi NH_4^+ a Rb podporují předpoklad, že s narůstajícím stupněm metamorfózy dochází k diadochickému zastupování amoniové skupiny rubidiem.
2. Klesající trend obsahu Sr od biotitové po staurolitovou zónu odporuje v literatuře uváděným názorům na minimální mobilitu Sr během metamorfózy. Je však v souladu se závěry SHAWA (1954) o chování Sr ve facii zelených břidlic až facii amfibolitové. Opačný trend než Sr vykazuje Li. Nízké hodnoty standardních odchylek podporují předpoklad o zákonitém chování Li ve studovaných metamorfních zónách. Obsahy baria v biotitové až staurolitové zóně výrazně a nepravidelně kolísají.
3. Kobalt, vanad a chrom nevykazují pravidelné chování v závislosti na stupni metamorfózy.
4. Nárůst hodnot Zn od biotitové po granát almandinovou zónu a jejich následný pokles v zóně staurolitové je v souladu s chováním Zn v metamorfovaných horninách. Pokles Zn ve staurolitové zóně je výsledkem vstupu rozhodujícího množství Zn do krystalové struktury staurolitu. Antitetický průběh vůči Zn vykazuje měď.

Literatura:

BURNS R. G. (1976): The uptake of cobalt into ferromanganese nodules, soils, and synthetic manganese (IV) oxides. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 40, 95.

EADE K. E. and FAHRIG W. F. (1973): Regional, lithological and temporal variation in the abundances of some trace elements in the Canadian Shield. *Geol. Surv. Canada*, 46-72, 1.

ENGEL A. E. J. and ENGEL C. C. (1958): Progressive metamorphism and granitization of the major paragneiss, Northwest Adirondack Mountains. New York, Part. I. *Geol. Soc. Am. Bull.* 69, 1369.

EVANS B. W. (1964): Fractionation of elements in the pelitic hornfelses of the Cashel - Lough. Wheelaun intrusion, Connemara, Eire. *Geochim. Cosmochim. Acta* 28, 127.

EVANS B. W. and RAFTERY E. (1980): X-ray photoelektron studies of titanium in biotite and phlogopite. *Clays and Clay Minerals* 15, 209-218.

FRODERSEN S. (1973): Trace elements in a Precambrian gabbro intrusion, Hiosen, Bamble area, South Norway. *Norsk. Geol. Tidsskr.*, 53, 1.

GORBATSCHEV R. (1972): Coexisting varicolored biotites in migmatitic rocks and some aspects of element distribution. *N. Jahrb. Mineral. Abh.* 118, 1-22.

GUIDOTTI C. V. et al. (1977): Distribution of titanium between coexisting muscovite and biotite in pelitic schists from Northwestern Maine. *Am. Mineral.* 62, 438-448.

- HAACK U. (1969): Spuzenelemente in Biotiten aus graniten und gneisen. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 22, 83.
- HAACK U. et al. (1984): Loss of metals from pelites during regional metamorphism. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 85, 116-132.
- HARRISON J. E. and HAMILTON J. C. (1971): Minor-element changes in pelitic Belt rocks caused by metamorphism in the Pend Orville area, Idaho - Montana. *U. S. Geol. Surv. Profess.*, 750 - B, 82.
- HEINRICHS H. et al. (1980): Terrestrial geochemistry of Cd, Bi, TL, Pb, Zn and Rb. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 44, 1519.
- HONMA H., ITIHARA Y. (1981): Distribution of ammonium in minerals of metamorphic and granitic rocks. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, pp. 983-988.
- CHÁB J. et al. (1984): Problémy tektonického a metamorfního vývoje východní části Hrubého Jeseníku. *Sbor. geol. věd*, G-39, st. 27-72, Praha.
- INDARES A. and MARTIGNOLE J. (1983): Biotite-garnet geothermometry in granulite - facies rocks: evolution of equilibrium criteria. *Canadian Min.*, 23, 187-193.
- ITIHARA Y. and HONMA H. (1979): Ammonium in biotite from metamorphic and granitic rocks of Japan. *Geochimica et Cosmochimica Acta.*, 43, 503-509.
- KREMENETSKIY A. A. et al. (1979): Geochemistry of the rare alkalis in regional metamorphism. *Geochem. Intern.* 16, 106.
- LABOTKA T. C. (1983): Analysis of the compositional variations of biotite in pelitic hornfelses from Northeastern Minnesota. *Am. Mineral.* 68, 900-914.
- LONKA A. (1967): Trace elements in the Finnish Precambrian phylites as indicators of salinity et the time of sedimentation. *Bull. Comm. Géol. Finlande*, 228.
- REILLY G. A. and SHAW D. M. (1967): An estimate of the composition of part of the Canadian Shield in northwestern Ontario. *Canad. J. Earth Sci.* 4, 725.
- SHAW D. M. (1954): Trace element in pelitic rocks. I, II. *Geol. Soc. Am. Bull.* 65, 1151-1167.
- SLIVKA V. (1986): Petrologie a geochemie rulových hornin kry Pradědu desenské skupiny. *Kand. diser. prac.*, MŠ VŠB, Ostrava.
- STEVENSON F. J. (1960): *Analyt. Chem.* 32, 1704-1706.
- TUREKIAN K. K. and Phinney W. C. (1962): The distribution of Ni, Co, Cr, Cu, Ba and Sr between biotite garnet pairs in a metamorphic sequence. *Am. Mineral.*, 47, 1434.
- URANO H. (1971): Geochemical and petrological study on the origins of metamorphic rocks and granitic rocks by determination of fixed ammoniacal nitrogen. *J. Earth. Sci. Nagoya Univ.* 19, 1-24.
- WEDEPOHL K. H. (1969-1978): *Handbook of Geochemistry*, Springer-Verlag Berlin, Printed in Germany.
- WEISS Z. et al. (1983): A computer X. ray quantitative phase analysis. *J. Appl. Cryst.*, 16, 493-497.

S U M M A R Y

High contents of biotite in the metamorphic rocks from the green schists to the granulite facies is of great significance for the study of bulk-composition variations of biotite in the relation to the grade of metamorphism. The employment of data from both microprobe analyser and biotite concentrate analyses made possible a complex geochemical study of biotite from the Desná Unit. The obtained results are more important in that only little attention is paid to the study of biotite from the greenschist to the amphibolite facies. The consequence of the major elements variations related to the grade of metamorphism which are used for geothermometry and geo-

barometry is that biotites from the contacts with garnets have larger contents of Fe^{2+} which is the results of the exchange reaction during cooling. The presence of muscovite in the rock affects the contents of Al^{VI} in biotite, which is of the same importance for the use of biotite for geothermometry and geobarometry.

From the study of trace elements it appears that from the greenschists to the amphibolite facies the NH_4^+ contents are affected by the grade of metamorphism and that NH_4^+ is substituted by Rb in interlayer positions as the grade of metamorphism increases.

Adresa autora: ing. Vladimír Slivka, CSc., Vysoká škola báňská Ostrava, katedra geologie a mineralogie, tř. 17. listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba

Zprávy Kraj. vlastiv. muz. Olomouc, č. 261, 23—26, 1989

Jiří Hudeček, Jiří Šírek

RACEK BĚLOHLAVÝ (*LARUS CACHINNANS*), NOVÝ ČLEN AVIFAUNY NA SEVERNÍ MORAVĚ

Racek bělohavý (*Larus cachinnans* PALLAS 1811) má dva areály svého rozšíření: 1 – poloostrov Kanin a Kola, Archangelsk, Baltické moře (Skanadinávie, jz. Norsko, Karelo – Finská SSR, Finsko), Botnický záliv, Ladožské jezero, Bílé moře, 2 – Černé moře, Kaspické moře, Aralské jezero, Azovské moře, dolní toky Dněpru a Volhy, jz. Sibiř po 56° s. š., sev. Kazachstán, Turkestán, Dalai-Nor, Bajkal, Issyk-Kul, Mongolsko po úbočí velkých jezer (sev. Gobi), pobřeží a ostrovy Středozemního moře (Azory, Madeira, Kanárské ostrovy, sz. Španělsko, Portugalsko), Biskajský záliv, Atlantské břehy Maroka a španěl. Sahary, Balkánský poloostrov (WHITHERBY 1965, IVANOV 1976, GLUTZ von Blotzheim a BAUER 1982). Je známo pronikání racka bělohavého i do vnitrozemí střední Evropy. V Polsku zahníždila na střední Wisle malá populace asi 6 párů v roce 1981 (BUKACIŃSKI et al., v tisku). V roce 1983 zahníždil také na Slovensku (DUFFEK a KUBÁN 1983). Podle polských autorů pronikl tento racek na Slovensko a do Polska pravděpodobně od Černého moře. ŠTOLLMANN (1970) píše, že se populace rozptyluje do vnitrozemí, svědčí o tom častý výskyt např. v Maďarsku (KEVE 1960, GLUTZ von Blotzheim a BAUER 1982).

V ý s k y t r a c k a b ě l o h l a v ě h o v Č S F R.

Názory čs. autorů nejsou v literatuře zcela jednoznačné co do otázky výskytu jednotlivých subspecií racka bělohlavého – *Larus cachinnans michabellis* J. F. NEUMANN 1840, *Larus cachinnans cachinnans* PALLAS 1811 a *Larus cachinnans omissus* PLESKE 1928. Je ale jisté, že tento druh racka byl na území ČSFR znám již dříve.

Poprvé jej předpokládal v exempláři z Polomky na východním Slovensku pod synonymem *Larus leucophaeus* LICHTENSTEIN TSCHUSI (1878). Jeho další výskyt v uvedené oblasti ve zvýšeném počtu (viz VOSKÁR 1978) předpokládá i MOŠANSKÝ (1979). SOUDEK (1929) znal druh ze Šamorína. Jiní autoři předpokládají jeho výskyt na Dunaji (MATOUŠEK 1962, FERIANC 1977, KLEINER 1940, ČERNÝ 1946, ŠTOLLMANN 1970, HUDEC et al. 1977). Prvá konkrétní zpráva je až z r. 1983, kdy u Piešťan zahnízdil pár racka bělohlavého a je tam znám i zvýšený výskyt patrně i tohoto druhu v mimohnízdním období (KUBÁN a DUFFEK 1985, 1987). Všechny tyto znalosti stručně shrnuli GLUTZ von Blotzheim a BAUER (1982), kteří racka bělohlavého charakterizují jako druh, protahující i ve větších skupinách na Dunaji, Váhu u Piešťan a v Potiské nížině.

Na severní Moravě nebyl dosud vůbec racek bělohlavý znám (KUX et al. 1955, HUDEC et al. 1966).

V roce 1988 jsme racka bělohlavého nacházeli mezi racky stříbřitými (*Larus argentatus* PONTOPPIDAN 1763) v oblasti Ostravské pánve, a to na důlních propadlinách a nádržích dolů v Karviné-Dolech a na odkalovacích nádržích dolů v Havířově-Suché v okrese Karviná. Počty racků stříbřitých tam dosahovaly maxima až 275 exemplářů (Š í r e k a H u d e č e k). Podle sdělení STAWARCZYKA (in litt.) je dostatečným důkazem určení racka bělohlavého zjištění žlutých nohou u dospělých exemplářů. Námi sledovaní ad. jedinci se od racka stříbřitého, pozorovaného současně, lišili tmavším pláštěm, silnější hlavou, rozložitější hrudí, mohutnějším, více žlutým zobákem a kratšíma, jasně žlutýma nohama. Otázkou zůstává původ těchto racků na Ostravsku. Podle HUDCE (in litt.) to mohou být podunajští ptáci (ssp. *michabellis*, *cachinnans*) nebo i východoevropská ssp. *omissus*.

Na základě níže uvedených výskytových údajů, pokládáme racka bělohlavého za nového člena avifauny severní Moravy i Slezska.

Přehled pozorování:

H o r n o m o r a v s k ý ú v a l – Tovačov, okres Přerov, 27. 10. 1979
1 ad., se žlutýma nohama (BUREŠ in litt.).

O s t r a v s k á p á n e v – Karviná-Doly, 26. 7. 1988, 6 ad., 18. 8. 1988, 14 ad., 11. 11. 1988, 1 ad. (H u d e č e k), 27. 8. 1988, 1 ad. (H u d e č e k, Š í r e k). Havířov-Suchá, 26. 7. 1988, 2 ad., 31. 7. 1988, 8 ad. (H u d e č e k), 27. 8. 1988, 1 ad. (H u d e č e k, Š í r e k).

V čs. literatuře (např. ČERNÝ 1980, BALÁT 1986) chybí popis, který by

sloužil k určování racka bělohlavého v přírodě. Uvedeme proto důležité znaky k určování ad. jedinců (podle sdělení S t a w a r c z y k a). Podrobný popis jednotlivých subspecií uvedli GLUTZ von Blotzheim a BAUER (1982). Racek bělohlavý má žluté nohy, hřbet tmavší než racek stříbřitý (*Larus argentatus*), podobný do zbarvení hřbetu u racka bouřního (*Larus canus*), více černého má na konci křídla, má nízkou siluetu s větší šíjí a ploskou hlavou, jeho křídla přesahují 5 až 7 cm přes ocas. Hlava ad. je pozdě na podzim a v zimě bílá bez tmavých skvrnek.

Děkujeme závěrem ing. S. Burešovi, dr. K. Hudcovi, CSc., dr. T. Stawarczowi a dr. V. Špačkové za jejich pomoc.

Literatura:

- BALÁT, F., (1986): Klíč k určování našich ptáků v přírodě. Praha.
- BUKACIŇSKI, D., NAWROCKI, P., STAWARCZYK, T., (v tisku): Gniazdowanie mew białogłowych (*Larus cachinnans*) na środkowej Wiśle, ich status taksonomiczny oraz problemy z rozpoznawaniem podgatunków *L. c. michahellis*, *L. c. cachinnans* a *L. c. omissus*. Notatki ornit.
- ČERNÝ, W., (1980): Ptáci. Praha.
- DUFFEK, K., KUBÁN, V., (1983): Chránená študijná plocha Slňava má 25 rokov. Pamiatky a príroda, Bratislava, 13: 3 – 7.
- FERIANC, O., (1977): Vtáky Slovenska. 1. Bratislava.
- GLUTZ von Blotzheim, U. N., BAUER, K. M., (1982): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 8/1. Charadriiformes (3. Teil). Wiesbaden.
- HUDEC, K., ČERNÝ, W., et al., (1977): Fauna ČSSR, sv. 21. Ptáci – Aves. Díl 2. Praha.
- HUDEC, K., KONĎELKA, D., NOVOTNÝ, I., (1966): Ptactvo Slezska. Opava.
- IVANOV, A. I., (1976): Katalog ptic SSSR. Leningrad.
- KEVE, A., (1960): Magyarország madarainak névjegyzéke – Nomenclator avium Hungariae. Budapest.
- KLEINER, E., (1940): Mitteilungen über die Ornithologie der mittleren Donau. Folia zoologica et hydrobiologica, Riga, 10: 450 – 779.
- KUBÁN, V., DUFFEK, K., (1985): Prvé zahniezdenie čajky striebristej (*Larus argentatus*) v Československu. Zborník Slov. nár. múzea, Bratislava, 31: 193 – 197.
- KUBÁN, V., DUFFEK, K., (1987): Zimovanie vtáctva na vodnej nádrži „Slňava“ v okolí Piešťan. Tichodroma, Bratislava, 1: 10 – 81.
- KUX, Z., SVOBODA, S., HUDEC, K., (1955): Přehled moravského ptactva. Čas. Morav. musea, Brno, 40: 156 – 219.
- MATOUŠEK, B., (1962): Faunistický přehľad slovenského vtáctva. Zborník Slov. nár. múzea, Bratislava, 8: 3 – 93.
- MOŠANSKÝ, A., (1979): Avifauna východného Slovenska a katalóg ornitologických zbierok Východoslovenského múzea. 2. časť (Non-Passeriformes). Zborník Východoslov. múzea, Košice, 19: 67 – 179.
- SOUDEK, Š., (1929): Doplnky k seznamu slovenského ptactva. Sborník Vysoké školy zemědělské, Brno, sign. D 12.
- STOLLMANN, A., (1970): Výskyt čajky striebristej (*Larus argentatus*) na československom úseku Dunaja. Ochrana fauny, Bratislava, 4: 173 – 176.
- TSCHUSI, V., (1978): Zum Vorkommen der Silbermöwe (*Larus argentatus*) in Ungarn. Mittheilungen des ornithologischen Verein., Wien, 2: 67.
- VOSKÁR, J., (1978): Avifauna Chránenej študijnej plochy Podvihorlatská nádrž – Zemplínska Širava. Výskumné práce z ochrany prírody, Bratislava, 1: 179 – 247.

Zusammenfassung

Der Weisskopfmöwe (*Larus cachinnans*), ein neues Glied in der Avifauna an nördlichen Mähren

Wir führen die erste Bemerkungen der Weisskopfmöwe an nördlichen Mähren und im Schlesien an. Das unterscheidendes Zeichen von Silbermöwe (*Larus argentatus*) bei ad. Vögeln war ein dunkler-grauer Mantel und gelbe Füße. Der Weisskopfmöwe führt von GLUTZ von Blotzheim und BAUER (1982) als selbständige Art ist ein neues Glied in der Avifauna nördlichen Mähren an.

Adresy autorů: Jiří Hudeček, 742 83 Klimkovice 230,
ing. Jiří Šírek, Tyršova 1227, 752 01 Kojetín.

Poznámka:

V posledním desetiletí se změnil názor na skupinu „stříbřitých“ racků (*Larus argentatus*). Z rámce této superspecie vydělil J. HAFFER (GLUTZ v. BLOTZHEIM a BAUER 1982) dva druhy, *Larus argentatus* (s poddruhy *L. a. argentatus*, *L. a. argenteus*) a *Larus cachinnans* (s poddruhy *L. c. michabellis*, *L. c. cachinnans*, *L. c. omissus*). Jako druh je *Larus cachinnans* obecně stále šířeji akceptován, zejména při stále nových důkazech, že oba druhy (*L. argentatus*, *L. cachinnans*) ve společných koloniích se nekříží (BRUNS, Orn. Mitt., 36/1984: 22–23, GARVE, Königstedt, Longbehn, Orn. Mitt., 39/1987: 301–308, BRUNS, Orn. Mitt., 40/1988: 221–226, BUKACIŃSKI et. al., Not. ornit., v tisku, aj.).

Přesto je v Evropě dosud nejednotnost názorů na problém obou druhů. Ve Velké Británii je *Larus „cachinnans“* uváděn jako poddruh *L. argentatus* (např. GRANT, Brit. Birds, 77/1984: 476–479, VINICOMBE, Brit. Birds, 77/1984: 457). V ČSFR byli ptáci, hnízdící na Slovensku uvedeni jako poddruh téhož zmíněného druhu (KUBÁN a DUFFEK 1985, FERIANCOVÁ-MASÁROVÁ, in litt.).

ILIČEV a FLINT (1988: Pticy SSSR. Moskva) sice pro SSSR popisují *Larus argentatus* v širokém objemu jeho subspecií, ale nevylučují návrat k dřívějšímu rozdělení S. A. Buturlina na samostatné druhy – *Larus argentatus*, *Larus vegae*, *Larus fuscus*, *Larus taimyrensis* včetně *Larus cachinnans* (str. 48–49).

V naší zprávě, připustíme-li, v takovém případě právo na různost názorů k uvedené problematice, s vědomím dalších možných změn v taxonomii *Larus argentatus*, opíraje se o shora uvedené prameny, posuzujeme tyto racky jako samostatný druh – *Larus cachinnans*.

Astrid Kupková

DEVONSKÁ FAUNA Z LOKALITY ČELECHOVICE NA HANĚ VE SBÍRKÁCH KRAJSKÉHO VLASTIVĚDNÉHO MUZEA V OLOMOUCI

Tento příspěvek je součástí závěrečné práce tematického úkolu U-5: „Výzkum a záchranný sběr devonské fauny na lokalitě Čelechovice“, který probíhal v letech 1980—1986. Cílem tohoto úkolu bylo komplexní geologicko-paleontologické zpracování a záchranný sběr devonské fauny. Práce podává ucelený soubor informací o jedné z nejzávažnějších lokalit středního devonu v Českém masívu. Přesto, že opěrný profil v Čelechovicích má význam mezinárodní, nebyla dosud celému areálu věnována odpovídající pozornost, jak z hlediska výzkumu, tak ochrany. Ve své práci jsem shrnula publikované práce o výzkumu čelechovického devonu. Během výzkumu byla věnována pozornost paleoekologii čelechovického devonu a srovnání s devonem eifelským. Byla vypracována podrobná topografická situace Růžičkova lomu. Dále byl zpracován seznam dosud popsaných taxonů z této lokality.

Z devonských výskytů Hornomoravského úvalu přísluší největší význam tzv. čelechovickému devonu, který vystupuje severně od obce Čelechovice u Čelechovické Kaple a Slatinek na východní straně Kosíře, hřbetu tvořeného kulmskými drobami. Severní okolí Čelechovic patří k nejbohatším nalezištím devonských zkamenělin na Moravě. Ke skupině starých lomů patří největší a nejznámější Růžičkův lom. Jde o klasickou lokalitu středního devonu, známou již od poloviny minulého století, kdy ji mj. navštívil i slavný J. Barrande.

V roce 1974 Rada ONV v Prostějově vyhlásila dvě chráněná území: Růžičkův lom a státní lom u Čelechovic. Ve státním lomu se jedná jen o jeho levou část, kde se nacházejí červené slítné vrstvy korálové přímo pod povrchem a vytrácejí se postupně ke středu lomu. Kromě Růžičkova a státního lomu, kde je možno ještě provádět povrchový sběr, existovaly další lomy, ve kterých se dala sbírat devonská fauna. V těchto lomech se již po desítky let nepracuje. Lomy jsou opuštěné, zarostlé nebo zasypané.

V rámci úkolu se uskutečnil povrchový sběr zejména v Růžičkově lomu. Největší množství fosilií se vyskytuje v tzv. červených vrstvách. Jsou to tmavě šedé, téměř vodorovně uložené jemnozrné, bituminózní vápence s vložkami pestrých (červenofialových a naze-

lenalých) slínovců. Především se zde vyskytují kolonie stromatopor a deskatých korálů, často v původní biologické pozici. Červené vrstvy jsou 6 až 7 m mocné. V jejich nadloží jsou vyvinuty lavice až desky zřetelně vrstevnatých vápenců s korály, stromatoporami a mechovkami. Ty přecházejí do vápenců s vložkami břidlic, které obsazují tentakulity. Množství nahromadění fosilií nasvědčuje velmi příznivým životním podmínkám v mělkém, dobře protepleném a okysličeném moři.

Lokality čelechovické oblasti. (Růžičkův lom, státní lom, Kaple) obsahují velice hojnou a druhově pestrrou faunu. Tato pochází ze sedimentů porýnské facie — tj. střední devon, prokazující biofacioní vztahy k německému, eifelskému devonu.

Fosilní zbytky vyskytující se v areálu čelechovického devonu, pochází většinou z červených vrstev Růžičkova lomu. Nejčastěji se vyskytují zde: koráli — *Keriophyllum tabulatum* (GUENST.), *Acanthophyllum moravicum* (KETTNEROVÁ), *Phacellophyllum caespitosum* (GOLDF.), *Digonophyllum* cf. *schulzi* (WEDEKIND), *D. multifossulatum* (KETTNEROVÁ) *Calceola sandalina westfalica* LOTZE, *Moravophyllum ptenophylloides* KETTNEROVÁ, *M. semiseptatum* KETTNEROVÁ, *Favosites nicholsoni* FRECH, *Syringoporella moravica* (ROMER), *Favosites goljussi* DÓRB., *Coenites remesi* KETTNER, *Aulopora* sp., *Alvoelites* sp., stromatopory — *Stromatopora concentrica* NICH., *Amphipora ramosa* (PHILL.), *Trupestroma curiosa curiosa* (BARGADSKY), *Anostylostroma* sp., *Stromatoporella* sp. aj. ramenonožci — *Stringocephalus burtini* DEFR., *Bornhardtina skalensis* BIERNAT, *Ilmenia* sp., aj. Dále zástupci mechovek, mlžů, plžů — např. *Straparollus* (*Euomphalus*) sp., vzácní loděnkovití hlavonožci též ostrakodi, trilobiti — např. *Dechenella rittbergensis* (ZIMM.), *Schizoproetus celehovicensis* (SM), lilijice a tentakuliti. Na zpracování čelechovické fauny se podíleli zejména J. Felix, F. Ficner, V. Havlíček, I. Chlupáč, M. Kettnerová, M. Pradáčová, V. Pokorný, M. Remes, F. Smyčka aj.

Během výzkumu bylo provedeno geo-detické zaměření a byla zhotovena topografická mapa Růžičkova lomu. Nadmořská výška lomu je 279 m, délka lomu je 150 m, šířka lomu 85 m, severovýchodní stěna lomu s deskovitými vápenci je vysoká 8,5 m, jižní stěna lomu je vysoká 9,5 m.

Čelechovické lomy patří mezi významné přírodní výtvoř, zejména Růžičkův lom je jednou z nejvýznamnějších lokalit Československa. Vedle své dokumentační hodnoty mají i cenu historickou, a proto je nutná jejich ochrana. Bohaté a pestré formy života by měly zůstat zachovány pro budoucí odborníky a všechny zájemce o geolo-

gii a přírodní vědy vůbec. V zájmu věcí je potřebné, aby se pokračovalo v záchranném sběru dále, protože paleontologický výzkum čelechovického devonu není dosud ukončen.

V paleontologickém sbírkovém fondu KVMO z lokality Čelechovice je nejvíce zastoupena korálová fauna. Kromě vlastních sběrů získávaných během mého výzkumu jsou zde i starší sběry získané jednak od členů bývalého Vlastivědného spolku muzejního a také materiál novější získaný řadou odborných pracovníků.

V seznamu uvádíme pouze část známých taxonů z Čelechovic. U některých kusů kolekce nejsou uvedena bližší taxonomická označení, protože tato jsou vesměs zastaralá a dosud chybí potřebné moderní systematické zpracování zde se vyskytujících skupin.

STROMATOPOROIDEA:

Materiál: 4 ks. Jeden pěkně zachovalý velký exemplář. Délka 95 cm, šířka 42 cm, výška 17 cm.

Výskyt: Červené slínité vrstvy.

Poznámky: Velké masívní trsy vzájemně přes sebe přerůstají. Často bývají ovětrány a obroušeny. Velice často povlékají cizí předměty, zvláště pak trsy tabulárních korálů, nebo théky rugos. Nejčastější jsou porosty *Alveolites* a *Coenites*. Poměrně hojně se vyskytují i porosty na *Favositech* a na *Heliolitech*.

RUGOSA:

Materiál: 133 ks + desítky špatně určitelných fragmentů.

Určené druhy:

Digonophyllum latiseptatum VOLLBRECHT

1 ks s kalycinálním pučením

Ptenophyllum sp.

Kerriophyllum tabulatum (GUENSTEDT)

Glossophyllum multifossulatum n. sp.

Acanthophyllum celechovicense (KETTNEROVÁ) = *Ptenophyllum celechovicense* n. sp.

Phacelophyllum caespitosum (GOLDFUSS)

Calceola sandalina westfalica LOTZE

Acanthophyllum (syn. *Leptoinophyllum*) *moravicum* (KETTNEROVÁ)

Výskyt: Červené slínité vrstvy

Poznámky: Hlavní výskyt *Rugos* je vázán na poměrně měkká slínitá dna. Lze pozorovat, že větší formy (*Leptoinophyllum*, *Ptenophyllum*) se zpočátku přichycují na cizí předměty, kdežto formy malé (*Glossophyllum*) asi vyrůstají přímo na slinitém dně, protože spodky jejich kalichů jsou ostré bez plošek po přichycení. V Růžičkově lomu se v hojném počtu vyskytují *Acanthophyllum*

TABULATA:

Materiál: 27 ks + desítky fragmentů

Určené druhy:

Suringoporella moravica (ROEMER)

Favosites goldfussi d'ORBIGNY

Favosites nicholsoni FRECH

Heliolites porosus GOLDFUSS

Coenites remesl KETTNER

Výskyt: červené slítné vrstvy

Poznámky: V hojném počtu se vyskytující *Favosites goldfussi* d'ORBINY. Kolonie mají obvykle kulovitý, hlízovitý nebo hruškovitý tvar. Často porůstají jiné korály, hlavně rod *Cyathophyllum*, *Spinophyllum*. Známa je kulovitá kolonie *Favosita* v kalichu *Calceola sandalina* (Tab. I., obr. 3). Sami bývají často podkladem pro porosty jiných živočichů, nejčastěji tabulátů rodu *Alveolites*.

Coenites remesl KETTNER velmi často porůstá drobný detrit. Tvoří plátovité, listovité a korovité kolonie nebo povlaky na jiných předmětech, zejména často na tetrakorálech rodu *Cyatophyllum*.

Syringoporella moravica (RORNER). Vyrůstá obvykle na poměrně mělkém dně. Známý je obrázek kulovité kolonie (KETTNER, 1934), která byla přerostlá 4 vrstvami *Aulopor* a ty opět přerůstaly *Syringoporellou*. *Helio-lites porosus* GOLDFUS. Tvoří obvykle deskovité nebo polokulovité kolonie menších rozměrů. Jen zřídka porůstá jiné zkameněliny. Velmi často je však sám podkladem pro růst jiných organismů.

BRACHIOPODA:

Materiál: 32 ks

Určené druhy:

Athyris cingulata sp. n. S

Sponatrypa (Isospinatrypa) soetenica (STUVE)

Becmania minor minor (SCHUR)

Emanuella sp. *Glyptula* sp.

Schizophoria schuri STURE

Výskyt: tmavé vápence, červené slítné vrstvy

Poznámky: Brachiopodi jsou nejlépe zachováni z červených vrstev. Jednotlivé exempláře z těchto vrstev jsou většinou zachováni s oběma miskami.

BIVALVIA:

Materiál: 25 ks — jádra

Výskyt: Červené slítné vrstvy

Poznámky: Mži z čelechovických lomů se většinou vyskytují zachováni jako vnitřní jádra, což neumožňuje jejich přesné druhové určení.

GASTROPODA:

Materiál: 132 ks — jádra

Výskyt: tmavé vápence, červené slítné vrstvy

Poznámky: Gastropodi se vyskytují v Čelechovicích poměrně hojně. Většinou jsou zachováni jako vnitřní jádra.

TRILOBITA:

Materiál: 11 ks — izolované pygidia, kranidia, líce.

Určené druhy:

Schizoproetus celechoviensis (SMYČKA, 1895)

Dechenella rittbergensis ZIMMERMANN, 1892

Výskyt: Černé vápence, červené slítné vrstvy

Poznámky: Z uvedeného počtu jsou 3 ks vlastní nálezy, získané z hald v Růžičkově lomu. Jedná se o pygidia, největší má délku 9 mm (část je vsazena v slítné vrstvě), šířka 11 mm. Nejmenší nález pygidia délka 6 mm, šířka 5 milimetrů.

CRINOIDEA:

Materiál: desítky stonků

Výskyt červené slítné vápence

Poznámky: V kolekci KVMO jsou zastoupeny části stonků nebo jednotlivá columalia. Podle předběžného hodnocení se jedná o několik různých druhů snad i rodů.

Literatura

BARTH V. (1958): Historický přehled geologických výzkumů v Hornomoravském úvalu. Sbor. Vys. šk. pedagog. v Olomouci, Přír. vědy 5, Praha.

BARTH V. a kol. (1971): Geologická exkurze do Hornomoravského úvalu a okolí. Přírodověd. fakulta UP v Olomouci.

FICNER F. (1961): Nové geologické průzkumy a paleontologické nálezy v čelechovickém devonu. Sborn. Vlastivěd. muz. v Prostějově, odd. přírodověd., 29—51, Prostějov.

FICNER F. — HAVLÍČEK V. (1978): Middle Devonian brachiopods from Čelechovice, Moravia. Sbor. geol. věd, Ř. P: 49—106. Praha

HAVLÍČEK V. (1951): A paleontological study of the Devonian of Čelechovice. Brachiopods (Pentameracea, Rhynchonellacea, Spiriferacea). Sbor. ústř. úst., odd. paleont., 18, 1—25, Praha.

KETTNER R. (1934): Paleontologické studie z čelechovického devonu. Část V. O některých alcyonariích. Čas. Vlasten. mus. Spol. v Olomouci, 47, 1—15, Olomouc.

KETTNEROVÁ M. (1932): Paleontological studies of the Devonian of Čelechovice (Moravia). Pt. 4, Rugosa. Práce geol. — paleont. Úst. Karl. Univ. v Praze, Praha.

KUPKOVÁ A. — PEK I. (1985): Typový materiál ve sbírkách Krajského vlastivědného muzea v Olomouci. Trilobita — Krajské vlast. muzeum v Olomouci.

KUPKOVÁ A. (1986): Výzkum a záchranný sběr devonské fauny na lokalitě Čelechovice. Krajské vlastivěd. muzeum 1—50. M. S. KVMO Olomouc.

PRADÁČOVÁ M. (1938): Příspěvek k poznání čelechovické fauny korálové. Čas. Vlast. spol. mus. v Olomouci, 51, Olomouc.

REMEŠ M. (1939): Některé vzácné nálezy v čelechovickém devonu. Čas. Vlast. spol. muz. v Olomouci, 19, 52, Olomouc.

ŘEHOŘ F. — ŘEHOŘOVÁ M. — VAŠÍČEK Z. (1978): Za zkamenělinami severní Moravy. Ostravské muzeum, 116—119, Ostrava.

SMYČKA F. (1895): Devonští trilobiti u Čelechovic na Moravě. Rozpr. Čes. Akad. Věd Cís. Františka Josefa Vědy Slovesn. Umění. Tř. 2 math.-přírodn., 4, Praha.

SMYČKA F. (1904): Novější nálezy v čelechovickém devonu. Věstn. Klubu přírodověd. v Prostějově (za rok 1904). Prostějov.

ZAPLETAL J. (1982): Čelechovice na Hané — světoznámé naleziště devonské fauny. Zpravodaj muzea Prostějovska v Prostějově, 1/82: 11—14. Prostějov.

ZUKALOVÁ V. — CHLUPÁČ I. (1982): Stratigrafická klasifikace nemetamorfovaného devonu moravskoslezské oblastí. Čas. Mineral. geol., 27, 3: 225—241. Praha.

Summary

Devonian fauna from the locality Čelechovice na Hané in the collections of the Regional Museum of National History and Arts in Olomouc.

In frame of the departemental research work U-5 there was executed paleontologic preservation research in localities of Devonian fauna of Čelechovice na Hané. The preservation collections were carried out the localities of the Růžičkův lom quarry and the Státní lom quarry.

In the paleontologic material that was assembled in the course of these collection works there predominate corals (*Rugosa*, *Tabulata*) and further there are present brachiopods, stromatoporids, crinoids, bivalves, trilobites (the mentioned groups are arranged here according to their quantitative representation in the collection). The list of taxa is given in the Czech text (page ...). All this material is deposited in the collection of the Regional Museum for National History in Olomouc. The systematic treatment of this material is new object of further studies.

Adresa autora: Astrid K u p k o v á, Krajské vlastivědné muzeum Olomouc, náměstí Republiky 5, 771 73 Olomouc

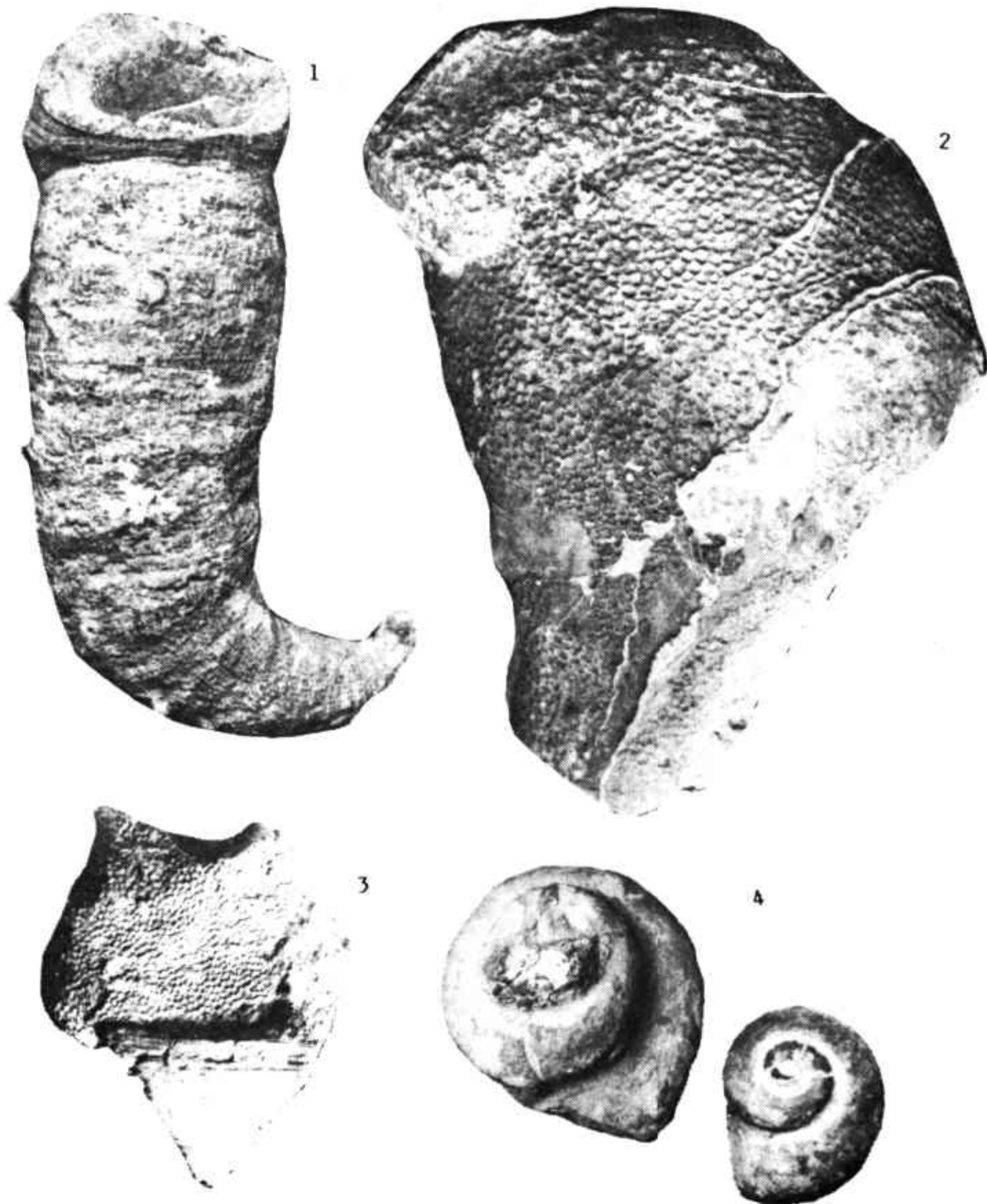
TAB. I.

Obr. 1 *Acanthophyllum celechovicense* (KETTNEROVÁ, 1932) 1X.

Obr. 2 *Favosites goldfussi* d'ORBINY, 1850 1X

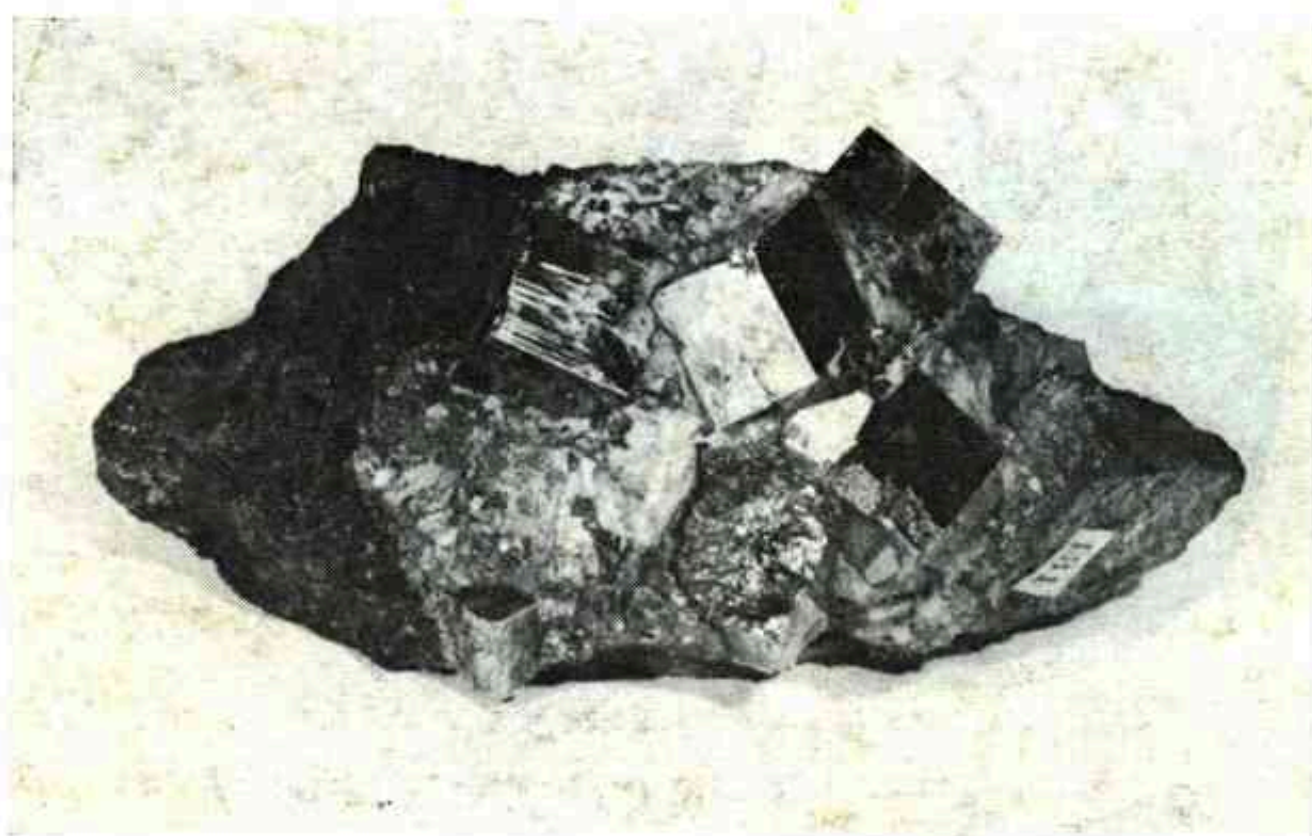
Obr. 3 *Calceola sandalina vestfalica* LOTZE, 1928 1X

Obr. 4 *Straparolus (Euomphalus)* sp. 1X.



Obsah:

Slivka V.: Metamorfní biotity Desenské skupiny	1—23
Hudeček J., Šírek J.: Racek bělohlavý (<i>Larus cachinnans</i>), nový člen avifauny na severní Moravě	23—26
Kupková A.: Devonská fauna z lokality Čelechovice na Hané ve sbírkách Krajského vlastivědného muzea v Olomouci	27—31



Pyrit z mineralogických sbírek KVMO

Foto V. Bittner

Zprávy Krajského vlastivědného muzea v Olomouci č. 261

Vydalo Krajské vlastivědné muzeum v Olomouci, nám. Republiky 5

Odpovědný redaktor: dr. Vlastimil Tlusták, CSc.

K tisku připravil: dr. Vlastimil Tlusták, CSc.

Grafická úprava: Ludvík Buryšek

Vytiskly: Moravské tiskárny, Studentská 5, Olomouc

reg. zn. RM 9