

- jednotky magurskiej Karpat i ich znaczenie stratygraficzne. – Prace geol. (Warszawa), 50, 77 str. Warszawa.
- KAMINSKI, M.A. - GEROC, S. (1993): A revision of foraminiferal species from the Grzybowski collection. – In: KAMINSKI, M. A., GEROC, S. and KAMINSKI, D. (Eds): The origins of applied micropalaeontology: the school of Józef Grzybowski. – Grzybowski Foundation Special Publication 1, Alden Press, 336 + XI pp. Oxford.
- KAMINSKI, M. A. - GRADSTEIN, F. M. et al. (in prep.): Cenozoic cosmopolitan deep-water agglutinated foraminifera (Part I - Paleogene). – Bulletin des Centres de recherches exploration-production Elf-Aquitaine, Mem.
- LISZKA, S. - LISZKOWA, J. (1981): Revision of J. Grzybowski's paper (1896) „Foraminifera of the red clays from Wadowice”. – Roczn. Pol. Tow. Geol., 51, 1/2, 153–208. Krakow.
- MASLAKOVA, I.N. (1955): Stratigrafija i fauna melkich foraminifer paleogenovych otloženij vostočnych Karpat. – Materialy po biostratigrafii zapadnych oblastej USSR, 132 str. Moskva.
- MJATLIUK, E. V. (1970): Foraminifery fliševych otloženij Vostočnych Karpat (mel – paleogen). – Trudy VNIGRI, Vyp. 282, 360 str. Leningrad.
- NOTH, R. (1912): Die foraminiferen der roten Tone von Barwinek und Komarnók. – Beitr. Paläont. Geol. Österr.-Ungarns Orients., 25, 1, 1–24.
- PLATON, E. (1997): Coiling modes in the family Plectrocurvoididae (Foraminifera). – Ann. Soc. Geol. Polon., 67, 2–3, 339–343. Krakow.
- SOLIMAN, H. A. (1972): New Upper Cretaceous foraminifera from Soviet Carpathian (USSR). – Rev. Micropaléont., 15, 1, 35–44. Paris.

## ŽILNÉ HORNINY V PODZEMNÍM ZÁSOBNÍKU PLYNU HÁJE (PŘÍBRAM)

### Dyke rocks in the underground gas reservoir at Háje near Příbram

FRANTIŠEK V. HOLUB<sup>1</sup> - MILAN LANTORA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta (Ústav petrologie a strukturní geologie), Albertov 6, 128 43 Praha

<sup>2</sup>DIAMO, s.p., o.z. Správa uranových ložisek Příbram, 261 13 Příbram

(22-21 Příbram)

*Key words: Central Bohemian Plutonic Complex, dyke rocks, tholeiitic, calc-alkaline, ultrapotassic, lamprophyres, chemical composition*

## ÚVOD

Středočeský plutonický komplex (SPK) je oblastí abnormálního rozšíření žilných hornin velmi rozmanitého složení. Význačné jsou zejména zhruba východozápadní (V-Z až VJV-ZSZ) žilné roje, v nichž se soustřeďuje naprosto převažující počet i objem horninových žil a zároveň i většina jejich petrografických typů. V nedávné době jsme měli výjimečnou příležitost studovat horniny sz. okraje středočeského plutonického komplexu včetně žilných rojů při stavbě podzemního zásobníku plynu (dále PZP), který je vybudován cca 5 km jv. od Příbrami v hloubce téměř 1000 m (na úrovni 21. patra bývalých Uranových dolů). Jeho složitý systém chodeb celkové délky zhruba 46 km umožnil získat informace o geologické stavbě a vztazích horninových těles a typů takové podrobnosti, která je na povrchu nedosažitelná. Výzkum žilných hornin probíhal za finanční podpory Grantové agentury ČR (v rámci grantu č. 205/96/0272 „Zdroje a mechanismy umístění žilných rojů středočeského plutonického komplexu”).

## GEOLOGICKÁ SITUACE

Granitoidy sz. okraje SPK tvoří v prostoru PZP dvě základní skupiny: (1) Skupina tzv. okrajového granitu (většinou narůžovělého až červenavého, lokálně však světle šedého

zbarvení), s velmi variabilním obsahem mafických enkláv od téměř nulového do extrémně vysokého; tyto horniny tvoří zhruba 0,7 km širokou příkontaktní zónu na styku se svrchním proterozoikem a početné kry ve větších vzdálenostech. (2) Komplex šedých tonalitů až granodioritů, blízkých sázavskému typu, které jsou velmi těsně spjaty s mafickými horninami (biotit-amfibolickými kvarcagabrodiority, kvarcdiority až kvarcmonzodiority) tvořícími nejen abnormálně hojné enklávy, ale také polohy a masívky. Tato asociace má povahu maficko-acidní zvrstvené intruze – Masli ve smyslu Wiebe (1996), v níž se střídají polohy tonalitových granitoidních kumulátů, mafických hornin nebo granitoidů s vysokým podílem mafických enkláv a partie poměrně homogenních tonalitů až granodioritů (HOLUB - LANTORA 1997, HOLUB 1998a,b).

Plutonity jsou kromě aplitických a pegmatitických žilek proráženy petrograficky velmi rozmanitými žilnými horninami, které jsou většinou mafické, z menší části acidní. Většina těchto dajek tvoří součást významných žilných rojů, známých z povrchu, některé jsou však geologickým vystupováním i složením odlišné. Mafické typy zahrnují hlavně diabasy, spessartity, spessartické dioritové až tonalitové porfyry, kersantity a hojné minety. Acidní typy představují aplitické leukogranity až aplity, světlé granitové porfyry, které však tvoří žilky jen nepatrných mocností, a poměrně světlé granodioritové porfyry. Přechodný charakter mají smíšené dajky mikrotonalitu až mikrogranodioritu s enklávami i většími partiemi mikrodioritu až spessartitu.

## GEOLOGICKÉ VYSTUPOVÁNÍ, PETROGRAFIE A ČASOVÉ VZTAHY ŽILNÝCH HORNIN

Amfibolický kersantit má samostatné postavení a byl zjištěn pouze v komplexu granitů okrajového typu. Tvoří jednoduché dajky mocností 0,1 až 1,7 m nebo celé jejich svazky s mnohočetnými granitovými septy a celkovou mocností až kolem 5 m. Na rozdíl od jiných typů mafických žilných hornin je jejich průběh směrově silně variabilní, s významným uplatněním směru S-J až SV-JZ. Sklony jsou buď velmi strmé nebo kolem 60° k SZ. Přes typický vzhled a tvary žilných intruzí tento kersantit svou strukturou odpovídá kontaktně metamorfovaným horninám.

Další samostatnou skupinou jsou smíšené dajky mikrotonalitu až mikrogranodioritu (netypického porfyritu) a biotit-amfibolického mikrodioritu až spessartitu, který tvoří polštářovité až nepravidelné enklávy nebo vzácněji i lokální partie dajek. Tyto dajky jsou vázány na prostor Maslí, kde tvoří samostatný tah směru zhruba SV-JZ. Z jiných míst SPK zatím nejsou známy.

Ostatní typy mafických žilných hornin tvoří zejména tři význačné dílčí roje směrově subparalelních dajek orientovaných ve směru 100–120° se sklony 45–80° k J, minety jsou však často i vertikální. Mezi charakteristické rysy patří velmi frekventované případy primárního odsazování a směrného i vertikálního vyklíňování a nasazování. Časté rozmršování žil do velmi tenkých odžilků, bajonetové struktury a běžný výskyt mřístí i velmi plochých septů okolních hornin v mnoha žilách svědčí o tom, že mafická magmata s nízkou viskozitou intrudovala mechanismem „magma-fractingu“ do trhlin ve zcela křehkých plutonitech. Dilatace těchto trhlin při pronikání magmat obvykle probíhala bez střížné složky deformace, jak je patrné také na průběhu zvrstvení okolních granitoidů a mafických hornin, aplitických žilek apod.

Většina těchto dajek svými strukturami a zrnitostí odpovídá mělce intruzivním, subvulkanickým horninám a má typické zchlazené okraje (chilled margins). Diabasy a některé minety mohou v základní hmotě obsahovat produkty devitifikace skla. V jednom případě má tenká a rozmrštěná dajka minety dokonce dobře zachovalou hemikrystalickou strukturu s hnědým sklem silně draselného složení. Pozorované nebo nepřímě odvozené časové vztahy intruzí v prostoru PZP shrnuje tabulka 1.

## LÁTKOVÉ SLOŽENÍ ŽILNÝCH HORNIN

Variabilitu chemického složení žilných rojů v PZP ukazuje deset silikátových analýz v tabulce 2. Acidní žíly mají silně acidní granitické složení, přičemž granitový porfyr s vyšším CaO i MgO a menší převahou K<sub>2</sub>O nad Na<sub>2</sub>O se jeví jako primitivnější než relativně starší aplitický leukogranit. Mafické dajky, které VLAŠIMSKÝ (1976) souhrnně pokládal za deriváty tholeiitového magmatu, představují ve skutečnosti velmi rozdílné typy magmat od tholeiitických přes vápenatoalkalické po ultradraselné.

Tabulka 1. Posloupnost intruzí a pozorované geologické vztahy v PZP Příbram

	Horninový typ	Geologické vztahy
0	předplutonní dajky	viz Vlašimský (1971)
1	granity okrajového typu	tvoří endokontaktní zónu SPK, pronikány celou škálou žilných intruzí včetně šedých granitoidů
2	amfibolické (meta)kersantity	směrově variabilní, dajky chybějí v šedých granitoidech; termicky rekrystalované mikrostruktury
3	šedé granitoidy s baziky	tvoří zvrstvený komplex s opakovanými proniky mafického magmatu do granitoidního magmatického krbu; uzavírá kry okrajového granitu inkorporované mechanismem stopingu
4	smíšené dajky mikrotonalitu / spessartitu	pronikají do křehkých šedých tonalitů až granodioritů; směrově se liší od všech ostatních dajek; jsou přetínány aplitickým leukogranitem
5	aplitické leukogranity	přetínají smíšenou dajku; jsou přetínány granitovým porfyrem a mafickými dajkami
6	světlé granitové porfyry	přetínají aplitické granity a pegmatity; většinou mírné a proti dajkám 7a-c i 8 opačné sklony; jsou přetínány minetou; časový vztah s diabasy a spessartit-porfyry neznám
7a	spessartity - odinity	nejasné vztahy k 7b a 7c, s nimiž jsou paralelní; holokrystalické
7b	spessartit-porfyry až dioritové porfyry	mladší než aplitický leukogranit a starší než minety; petrograficky blízké spessartitu, ale silně zchlazené kontakty
7c	diabasy	nejasné vztahy k 7a a 7b; zčásti obsahovaly sklo

Amfibolický (meta)kersantit je značně bazický a zároveň silně draselný, proti minetám má zejména výrazně vyšší Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a sumu oxidů Fe. Mezi dosavadními analytickými daty horninových žil z SPK srovnatelný typ chybí.

Diabas odpovídá draselnému bazaltickému trachyandezitu (blízkému trachybazaltu) a podobá se některým draslíkem bohatým členům asociace kontinentálních tholeiitů. Oproti ostatním mafickým dajkám má podstatně zvýšené TiO<sub>2</sub> a silně sníženou mg-hodnotu, odpovídající mafickým magmatům v pokročilém stadiu frakcionace. Ve shodě se svou strukturou zapadá do VLAŠIMSKÉHO (1971) skupiny mandlovcovitých diabasů, jejíž členy bývají v SPK označovány také jako diabasové nebo gabrové porfyry (např. ŽEŽULKOVÁ 1982). Spessartitické porfyry až amfibolické dioritové porfyry jsou i při poměrně vysokém obsahu SiO<sub>2</sub> značně primitivní a jejich chemismus se podobá vápenatoalkalickým magnezialním andezitům až bazaltickým andezitům spjatým se subdukčními zónami. Tonalitový až granodioritový porfyr č. 6 evidentně představuje diferenciat stejného typu magmatu.

Minety jsou horniny typicky ultradraselné, velmi silně hořečnaté a bohaté Cr; obsahují hojné pseudomorfózy po Mg-olivínu s inkluzemi chromitu. Obě analýzy s MgO nad 11 % představují absolutně nejhořečnatější zatím analyzované minety z oblasti SPK. Odpovídají velmi primitivním

Tabulka 2. Reprezentativní analýzy žilných hornin z podzemního zásobníku plynu Příbram

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	45,59	76,92	74,52	56,16	56,01	60,24	51,35	48,92	52,67	52,08
TiO <sub>2</sub>	0,87	0,04	0,11	0,64	0,74	0,88	2,04	0,65	0,86	0,77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,68	12,63	13,47	15,22	15,31	16,19	16,41	9,72	12,08	11,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,97	0,43	0,89	1,34	0,82	2,25	2,66	2,28	1,85	1,30
FeO	10,11	0,25	0,73	5,45	6,06	3,99	5,95	4,62	4,02	4,19
MnO	0,360	0,016	0,041	0,175	0,181	0,174	0,189	0,134	0,113	0,109
MgO	8,84	0,12	0,46	7,05	6,64	2,78	4,40	11,47	11,28	8,17
CaO	7,94	0,76	2,12	7,71	8,10	6,62	6,90	10,16	3,79	6,79
Li <sub>2</sub> O	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	0,007	0,011	0,010
Na <sub>2</sub> O	1,99	3,32	3,32	1,91	2,10	3,09	3,27	1,01	1,18	1,19
K <sub>2</sub> O	3,29	5,09	3,75	1,86	1,63	2,00	2,33	4,90	5,21	4,91
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,551	0,015	0,042	0,092	0,101	0,180	0,807	0,663	0,778	0,721
CO <sub>2</sub>	0,75	0,05	0,07	0,22	0,16	0,19	0,18	3,16	0,26	4,62
H <sub>2</sub> O+	2,77	0,36	0,52	2,19	2,08	1,56	3,41	2,37	3,78	3,06
F	0,38	0,048	0,047	0,075	0,073	0,076	0,09	0,138	0,199	0,186
S	0,005	<0,005	0,025	0,19	0,415	0,077	0,072	0,064	0,021	0,020
H <sub>2</sub> O-	0,15	0,10	0,11	0,20	0,15	0,17	0,48	0,27	1,94	0,33
Suma*	100,11	100,14	100,20	100,41	100,45	100,43	100,32	100,50	99,96	100,05
mg**	57,0	25,1	34,8	65,4	63,5	45,1	48,4	75,4	77,9	73,1

\* po odečtení kyslíkových ekvivalentů F a S; \*\* mg = 100Mg/(Mg + tot.Fe) (z molárních hodnot)

1 – amfibolický (meta)kersanit, rozrážka RZ9 J16XXI-6; 2 – aplitický leukogranit, zásobníková chodba ZV 33; 3 – granitový porfyr pronikající leukogranitem, ZV 33; 4, 5 – biotit-amfibolický dioritový porfyr, chodby Z 56 a Z 32; 6 – amfibolický tonalitový až granodioritový porfyr, chodba Z 18; 7 – řídké mandličkovitý diabas, chodba ZV 51; 8 – mineta bohatá klinopyroxenem a sekundárním karbonátem, přetínající leukogranit č. 2 a granitový porfyr č. 3, chodba ZV 33; 9 – mineta, chodba ZV 13; 10 – mineta částečně karbonatizovaná, spojka RZ12 J16XXI-6. Analyzoval ing. Šíkl a kol., laboratoře Českého geologického ústavu, Praha.

až primárním magmatům z draslíkem obohacených domén litosférického pláště.

Stavba sz. okrajové části středočeského plutonického komplexu, její složitý magmatický vývoj, charakter žilných intruzí a časové vztahy širokého spektra chemického složení zúčastněných magmat neodpovídají Rajlichově (1988) zjednodušené představě o tektonickém vývoji na styku SPK s bohemikem a o postavení rojů minetových žil v tomto vývoji.

## Literatura

HOLUB, F. V. (1998a): Stratified magma chambers versus granitization in the Central Bohemian Plutonic Complex (CBPC). – *Geolines*, 6, 24-25. Prague.

HOLUB, F. V. (1998b): The Central Bohemian Plutonic Complex: a multi-generation intrusive complex with locally developed mafic-silicic layered magma chambers. – *Acta Univ. Carol. Geol.*, 42, 265-266. Prague.

HOLUB, F. V. - LANTORA, M. (1997): Vývoj vzájemných vztahů mafických a granitických magmat při kontaktu středočeského plutonického komplexu s barrandienskou oblastí na Příbramsku. – *Sbor. II. semináře České tektonické skup.*, Ostrava 1997, 25-27. Čes. geol. společnost a Inst. geol. inženýrství VŠB-TU, Ostrava.

RAJLICH, P. (1988): Tektonika sz. okraje středočeského plutonu a variská transprese v bloku bohemika. – *Sbor. geol. Věd, Geol.*, 43, 9-81. Praha

VLAŠIMSKÝ, P. (1971): Žilné horniny v příbramské rudní oblasti. – *Sbor. geol. Věd., Geol.*, 21, 83-108. Praha

VLAŠIMSKÝ, P. (1976): Development of dyke rocks in the Příbram area. – *Acta Univ. Carol., Geol.*, 1976, 377-401. Prague.

ŽEŽULKOVÁ, V. (1982): Žilné horniny jižní části středočeského plutonu. – *Sbor. geol. Věd, Geol.* 37, 71-102. Praha