Bohutínský tonalitový peň – příklad malé intruze s vysokým stupněm horninové diferenciace

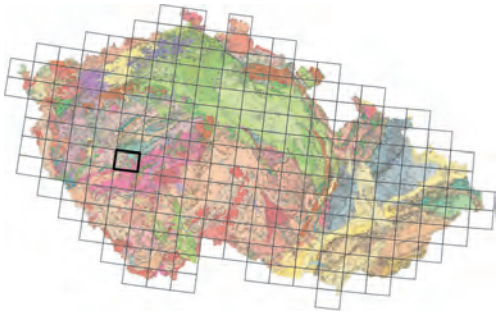
Bohutín Tonalite Stock – An example of the small intrusion with high degree of the rock differentiation

Josef Klomínský

Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1

Key words: *Bohemicum, Bohutín Tonalite Stock, rock typology, chemical classification, age determination*

Abstract: Bohutín Tonalite Stock is the largest satelite body of the Central Bohemian Pluton ca. 6 km from its NW margin. The stock has intruded into the Neoproterozoic and Cambrian sediments of Bohemicum. Its Variscan age similar to the Central Bohemian Pluton is also supported by Ar/Ar dating. The stock occupies the area of 3.6 km^2 in erosion level and has a shape of subvertical flatten cylinder plunging in NE direction under the Neoproterozoic sediments. The stock was opened by underground workings up to the depth of almost 1,400 m in the 25th February Mine (Bohutín Mine – now abandoned). High degree of the rock differentiation is one of the outstanding features of the Bohutín stock. Main volume of the body consists of the tonalite to quartzdiorite and upper part of the stock is occupied by granodiorite to trondhjemite with frequent large mafic enclaves.



(22-12 Březnice)

Bohutínský tonalitový peň je největší satelitní těleso středočeského plutonu zhruba 6 km od jeho sz. kontaktu v prostoru bohemika. Tento malý peň patří v Českém masivu k nejhlouběji hornicky prozkoumaným intruzím. Stářím i litologickou variabilitou je tento peň srovnatelný se sázavskou svitou (Janoušek et al. 2000) středočeského plutonu.

Horninové prostředí

Těleso proniká jak do neoproterozoických břidlic patřících ke spilitové sérii, tak do sedimentů spodního kambria a je mladší než okolní roj diabasových žil pravděpodobně svrchně kambrického stáří. Kambrické horniny jsou polymiktní slepence žitecko-sádeckého souvrství, které přechází do sádeckých vrstev pískovců a drob (obr. 1).

Velikost erozního řezu a tvar bohutínského pně

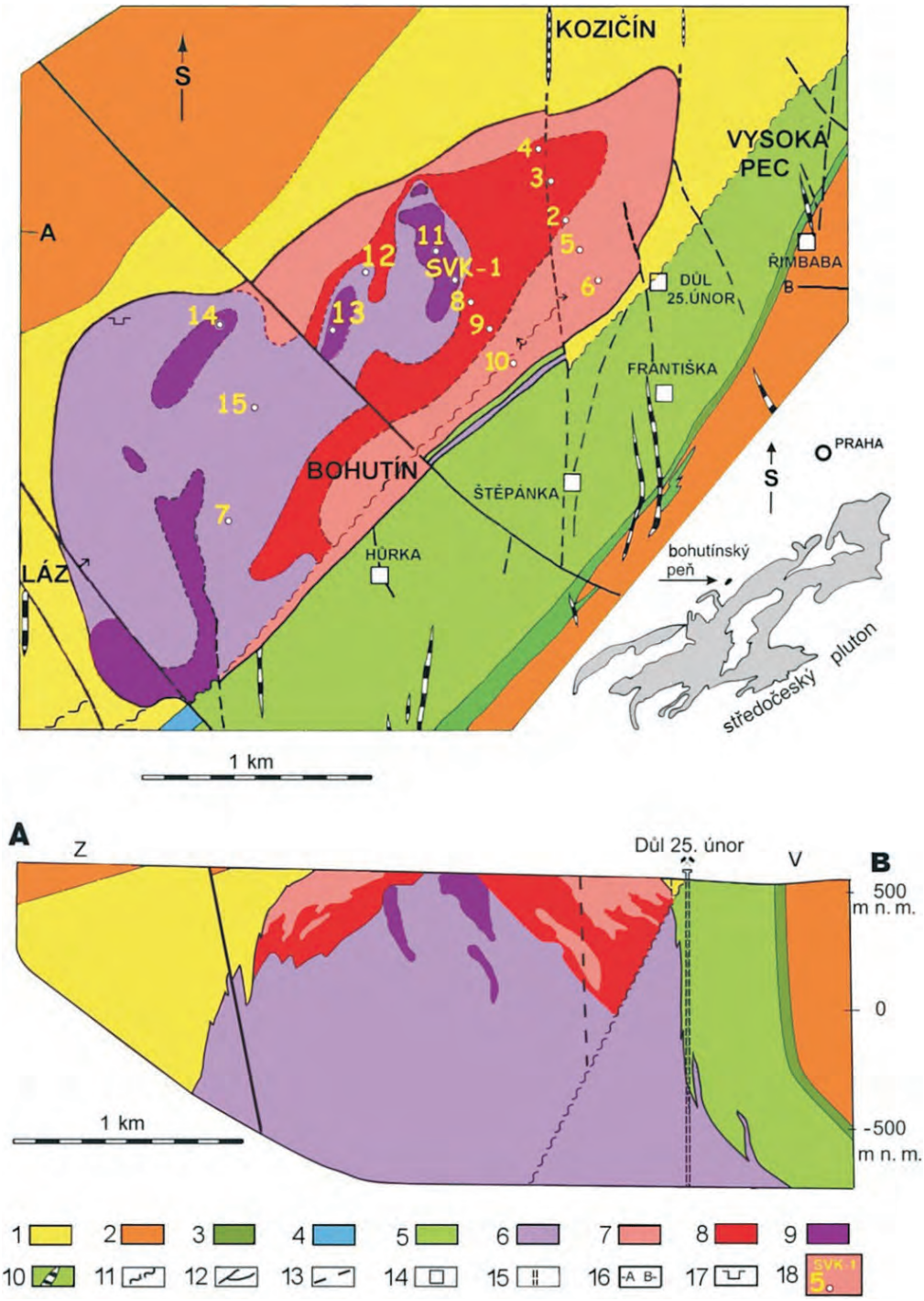
V geologické mapě (obr. 1) peň zaujímá plochu ca 3,6 km^2, která má tvar dlouze protáhlé elipsy s delší osou orientovanou ve směru SV-JZ. Těleso situované v ploché pánvovité depresi je zakryté mocným pokryvem (okolo 20 m) písčitohlinitých deluviálních sedimentů. Na povrch vychází bohutínský peň pouze v jediném odkryvu (v pískovně) při jeho sz. kontaktu. V relativně největším laterálním i vertikálním rozsahu do hloubky 1400 m je peň intenzivně rozfárán důlními pracemi na ložisku Bohutín, zejména v dnes opuštěném Dole 25. únor. Podle gravimetrického obrazu má bohutínský peň tvar subvertikálního, velmi zploštělého válce (dokumentovaného do hloubky 1400 m), který se směrem k SV ponořuje pod neoproterozoické sedimenty.

Kontaktní metamorfóza okolních hornin

Plocha kontaktního dvora bohutínského pně je v mapové projekci značně větší než jeho vlastní erozní řez. Rozsah aureoly indikuje ponořování tělesa k JV, popř. k SV pozvolnější, než je tomu v ostatních směrech. Kontaktní metamorfóza se projevuje v exokontaktu tělesa biotitickými rohovci, dále od kontaktu vznikem skvrnitých břidlic. Nejvíce jsou termicky postiženy kambrické sádecké vrstvy a hořické slepence. Jejich charakteristické černošedé zbarvení je způsobeno novotvořeným magnetitem.

Tektonická síť

Jednou z nejvýznamnějších tektonických linií v prostoru bohutínského pně je směrné poruchové pásmo, označované jako „jílová rozsedlina“. Příčné poruchy výrazně segmentují struktury jak proterozoika a kambria, tak i těleso bohutínského tonalitu a dokonce i polymetalické (Pb-Zn-Ag) rudní žíly. V převážné míře jde o zlomy s převládající vertikální složkou pohybu, které peň rozdělují do několika



Obr. 1. Odkrytá geologická mapa bohutínského pně a jeho profil. 1 – neoproterozoické břidlice; kambrické sedimenty: 2 – žitecké slepence, 3 – sádecké souvrství (droby), 4 – holšinské slepence, 5 – hořické pískovce; bohutínský peň: 6 – tonalit, 7 – granodiorit, 8 – trondhjemit, 9 – diorit a gabrodiorit; 10 – žíly diabasu, 11 – zlomové pásmo „jílové rozsedliny", 12 – ostatní zlomy, 13 – rudní žíly, 14 – šachty, 15 – průběh šachty Dolu 25. únor (v geologickém profilu), 16 – linie geologického profilu (A-B), 17 – opuštěná pískovna, 18 – povrchové průzkumné vrty.

schodovitě uspořádaných bloků. Nestejná výšková úroveň jednotlivých bloků se projevuje ve změně látkového složení tělesa. Směrem k SV jsou zachovány apikálnější partie tělesa.

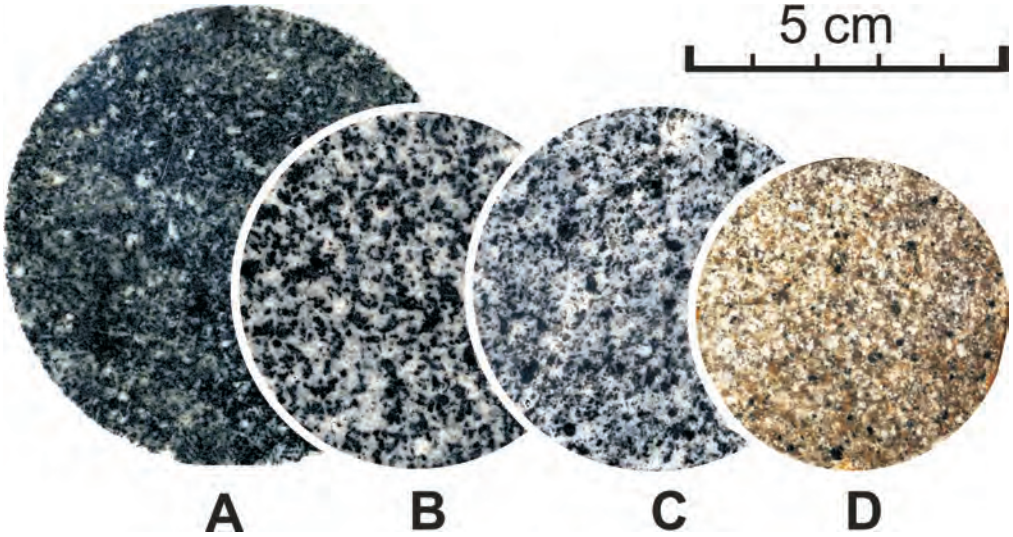
Horninové typy

Již práce Stočese (1917), Urbana (1937) a Dudka a Fediuka (1956) prokázaly zřetelnou petrografickou variabilitu bohutínského pně obsahujícího následující horninové typy:

1. středně zrnitý biotit-amfibolický tonalit – křemenný diorit (hlavní typ),
2. středně zrnitý biotitický granodiorit,
3. středně zrnitý biotitický trondhjemit (apikální a/nebo okrajová facie hlavního typu),
4. středně zrnitý biotit-amfibolický diorit až gabrodiorit (včetně enkláv).

Tato horninová klasifikace je založena na modálních analýzách, které odpovídají klasifikaci IUGS.

Makroskopický vzhled jednotlivých horninových typů je zřejmý z obr. 2. Hlavním horninovým typem je biotit-amfi-



Obr. 2. Leštěné nábrusy hlavních horninových typů bohutínského pně z jader povrchových vrtů (viz obr. 1). A – diorit (vrt 13), B – tonalit (vrt 7), C – granodiorit (vrt 3), D – trondhjemit (vrt 5).

bolický tonalit až křemenný diorit. Tvoří podstatnou část povrchového výchozu západní poloviny pně a nejlépe je odkryt v důlních dílech Dolu 25. únor. Variantou kontaktní facie hlavního typu je hybridní melatonalit až gabrodiorit.

V 70. letech minulého století byl proveden vrtný průzkum písčitého eluvia bohutínského pně. Tehdy byly navrtány v hloubce 30–40 m čerstvé horniny tohoto pně (obr. 1).V některých vrtech byly zastiženy zčásti granitizované xenolity konglomerátů pravděpodobně odpovídající žitecko-sádeckému souvrství. Velká mafická uzavřenina, zastižená vrtem SVK-1 a vrtem 11, má tvar nepravidelného deskovitého tělesa o mocnosti 17 m s úklonem 85° k JV. Ve vrtu SVK-1 dioritové až gabrodioritové uzavřeniny pozvolna přecházejí do okolního hlavního typu tonalitu. Podobné horniny byly také odkryty na Dole 25. únor. Podle Dudka a Fediuka (1956) odpovídají dioritům až gabrodioritům.

Geochemická klasifikace hornin

Celkem 46 chemických analýz (Klomínský et al. 2010) hornin bohutínského pně pochází jednak z Dolu 25. únor, jednak z povrchových vrtů (obr. 1). V diagramech geochemických klasifikací (Janoušek et al. 2006) charakteristická rozptylová pole dokládají značné rozpětí látkové diferenciace bohutínského tělesa (obr. 3). V diagramu AFM (obr. 3A) padají všechny analýzy do pole vápenato-alkalické série. V TAS diagramu (obr. 3B) jsou body rozděleny na shluk ležící v dioritovém a gabrodioritovém sektoru a klastr, který se nachází v poli granodioritu až granitu. Rozptylové pole bodů v P-Q diagramu (obr. 3C) reprezentuje téměř souvislou diferenciační řadu od pole křemenného dioritu až po hranici monzogranitového pole. V R_1-R_2 diagramu (obr. 3D) body tvoří pole s rozptylem od gabrodioritu po granodiorit. Rozptylové pole bodů v B-A diagramu se skládá ze dvou samostatných rojů, jeden zcela v metaluminickém sektoru a druhý v převážně v peraluminickém sektoru. V Harkerových diagramech (obr. 3F) rozptylová pole bodů jsou vesměs rozdělena opět do skupin indikujících jak značné látkové rozpětí, tak i zřetelnou diskontinuitu v diferenciační řadě hornin bohutínského pně mezi skupinou bodů gabrodioritu až tonalitu a skupinou hornin granodioritového až trondhjemitového složení.

Zonálnost

Asymetrická kompoziční zonálnost je dokumentována ve východním segmentu pně, kde hlavní horninový typ – biotit-amfibolický tonalit – směrem do nadloží postupně přechází ubýváním tmavých součástek a přibýváním K-živce v apikální facii, tvořenou biotitickým granodioritem – trondhjemitem. Ve vertikálním řezu pně (obr. 1) je znázorněna pozice jednotlivých horninových typů. Pozvolný přechod hlavního horninového typu do apikální facie zvýrazňuje zonální stavbu povrchové části bohutínského pně.

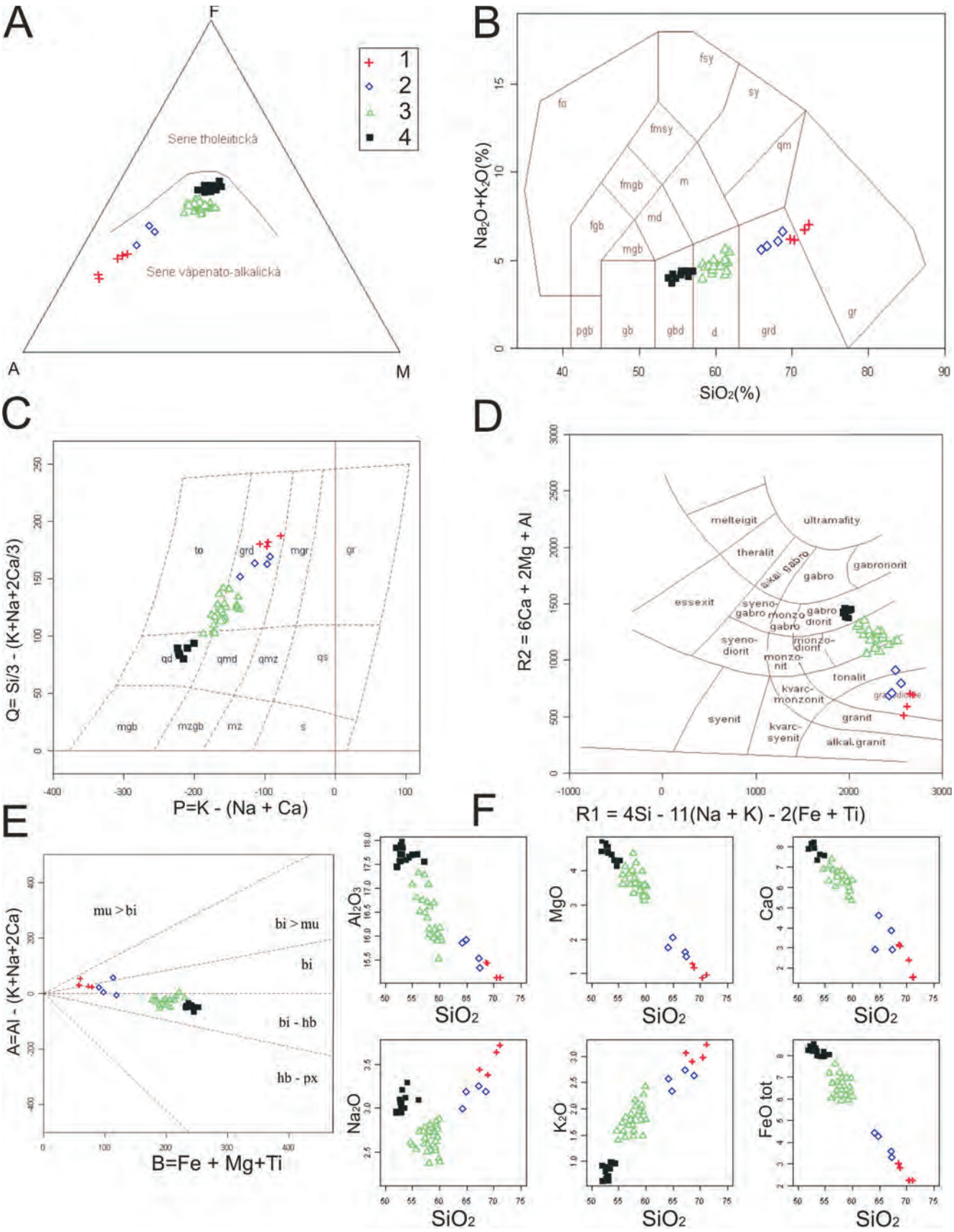
Stáří bohutínského pně

Geologické stáří bohutínské intruze je zčásti definováno biostratigraficky. Intruze proniká a kontaktně metamorfuje sedimenty spodního kambria (obr. 1). Podle Havlíčka (1977) jsou valouny těchto kontaktních rohovců kambrických hornin v devonských konglomerátech. Ar/Ar datování biotitu bohutínského tonalitu 348,5 ± 0,5 let (Žák et al. 1998) dobře koresponduje se stářím hlavní části středočeského plutonu.

Poděkování. Autor děkuje recenzentům doc. A. Dudkovi a doc. F. Holubovi za cenné připomínky.

Literatura

De la Roche, H. – Leterrier, J. – Grandclaude, P. – Marchal, M. (1980): A classification of volcanic and plutonic rocks using R1 and R2 diagram and major-elements analyses; its relationship with current nomenclature. – Chem. Geol. 29, 183–210.


A
F
A
M
1
2
3
4
Serie tholeiitická
Serie vápenato-alkalická
B
Na2O+K2O(%)
SiO2(%)
fo
fsy
sy
fmsy
qm
fmgb
m
fgb
md
mgb
pgb
gb
gbd
d
grd
gr
C
Q= Si/3 - (K+Na+2Ca/3)
P=K - (Na + Ca)
to
grd
mgr
gr
qd
qmd
qmz
qs
mgb
mzgb
mz
s
D
R2 = 6Ca + 2Mg + Al
R1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)
melteigit
ultramafity
therálit
alkal. gabro
gabro
gabronorit
essexit
syeno-gabro
monzo gabro
gabro diorit
syeno-diorit
monzo-diorit
monzo-nit
tonalit
kvarc-monzonit
syenit
kvarc-syenit
granit
alkal. granit
E
A=Al - (K+Na+2Ca)
B=Fe + Mg+Ti
mu > bi
bi > mu
bi
bi - hb
hb - px
F
Al2O3
MgO
CaO
Na2O
K2O
FeO tot
SiO2

DEBON, F. – LE FORT, P. (1988): A cationic classification of common plutonic rocks and their magmatic association, principles, methods, applications. – Bull. Mineral. 111, 493–510.

DUDEK, A. – FEDIUK, F. (1956): Bohutínský křemenný diorit. – Acta Univ. Carol., Geol. 2, 2, 149–169.

HAVLÍČEK, V. (1977): The Palaeozoic (Cambrian-Devonian) in the Rožmitál area. – Věst. Ústř. Úst. geol. 52, 81–94.

IRVINE, T. N. – BARAGAR, W. R. A. (1971): A guide to chemical classification of the common volcanic rocks. – Canad. J. Earth 8, 253–248.

JANOUŠEK, V. – BOWES, D. – ROGERS, G. – FARROW, C. M. – JELÍNEK, E. (2000): Modelling diverse processes in the petrogenesis of a composite batholith: the Central Bohemian Pluton, Central European Hercynides. – J. Petrology 41, 511–543.

JANOUŠEK, V. – FARROW, C. M. – ERBAN, V. (2006): Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: Introducing geochemical data toolkit (GCD kit). – J. Petrology 47, 1255–1259.

KLOMÍNSKÝ, J. – JARCHOVSKÝ, T. – RAJPOOT, G. (2010): Atlas of plutonic rocks and orthogneisses in the Bohemian Massif. – 609 s. Czech Geol. Survey.

MIDDLEMOST, A. K. (1994): Naming materials in the magma/igneous rock system. – Earth Sci. Rev. 37, 215–224.

STOČES, B. (1917): Studie o rudním obvodu bohutínském. Část I. Křemitý diorit biotiticko-amfibolický z Bohutína. – Rozpr. Čes. akad. Věd, Tř. II 26, 12.

URBAN, K. (1937): Geologie rudního ložiska v Bohutíně u Příbramě a jeho okolí. – Věst. St. geol. Úst. Čs. Republ., 106–146.

ŽÁK, K. – VLAŠÍMSKÝ, P. – SNEE, L.W. (1998): Datování vybraných hornin příbramské rudní oblasti metodou $^{40}Ar/^{39}Ar$ a otázka stáří polymetalické hydrotermální mineralizace. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 1997, 172–173.

←

Obr. 3. Rozptylové pole hornin bohutínského pně v chemických klasifikačních diagramech. A – AFM diagram (Irvine – Baragar 1971), B – TAS diagram (Middlemost 1994), C – P-Q diagram (Debon – Le Fort 1988), D – R_1-R_2 diagram (De la Roche 1980), E – B-A diagram (Debon – Le Fort 1988), F – Harkerovy diagramy. Horninové typy bohutínského pně: 1 – trondhjemit, 2 – granodiorit, 3 – tonalit až křemenný diorit, 4 – diorit a gabrodiorit. Zkratky názvů horninových polí v diagramech B, C a E: grd – granodiorit, mgr – monzogranit, to – tonalit, qd – křemenný diorit, qmd – křemenný monzodiorit, qmz – křemenný monzonit, gbd – gabrodiorit, d – diorit, gr – granit, mu – muskovit, bi – biotit, hb – amfibol, px – pyroxen.