

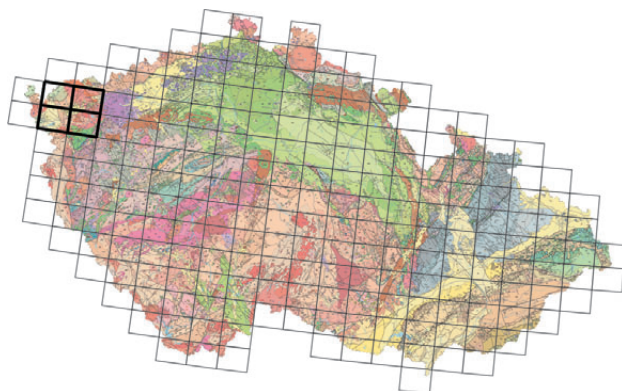
VYUŽITÍ AKCESORICKÝCH MINERÁLŮ KE KLASIFIKACI GRANITŮ Z PODLOŽÍ SOKOLOVSKÉ PÁNVE

Accessory minerals: a tool for classification of altered granites

KAREL BREITER

Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5

(11-12 Kraslice, 11-14 Cheb, 11-21 Karlovy Vary, 11-23 Sokolov)



Key words: granite classification, apatite, monazite, zircon, granite

Abstract: Comprehensive study of chemical composition of accessory minerals apatite, monazite and zircon, was conducted in order to classify the strongly altered Variscan granites below Tertiary filling of the Sokolov basin. This was necessary for construction of a new geological map of the basin footwall. We compared mineral grains from altered granites from borehole cores and from kaolinised granites from china-clay pits with those from fresh granites cropping out in the surrounding Krušné hory Mts. and Slavkovský les Mts.

Zircon is the most stable mineral in the intensively kaolinised granites. Statistically, contents of Al, P, U, Ca are higher in zircons from the younger intrusive complex (YIC) in comparison with zircons from the older intrusive complex (OIC), but zircon composition in each granite sample is very variable. Thus, the use of zircon for classification of individual granite samples is problematical.

Chemical composition of apatite and monazite from both granite units is different. Apatite from the YIC is relatively enriched in Mn and Fe, monazite from the YIC is enriched in Th.

Based on the mineral data, all studied samples from boreholes were classified as the older granites (OIC).

Pro sestavení geologické mapy podloží sokolovské pánve bylo třeba alespoň přibližně určit příslušnost zvětralých a

kaolinizovaných granitoidů z podloží terciéru. Byly k dispozici jednak vzorky z řídkých vrtů do podloží, jednak vzorky z těžeben na kaolin, v nichž jsou odkryty silně kaolinizované granity pod skrytým terciérním nadložím. Protože všechny horninotvorné minerály jsou silně zvětřené a změněné v podstatě na směs kaolinu, jílových minerálů, reliktní křemene a reliktní silně pozměněných slídků, bylo naším cílem použít při klasifikaci granitů akcesorické minerály, které jsou během zvětřovacích procesů stabilní. Zirkon, monazit a někdy i apatit jsou i v silně zvětřalých horninách dostatečně zachovalé.

Metodika výzkumu spočívala ve třech krocích:

1. analýza typických vzorků granitů z okraje pánve pro získání základních dat o vývoji minerálů v plutonu,
2. analýza minerálů z vrtných jader a kaolinových lomů,
3. porovnání analýz ze známých hornin s daty z vrtů a kaolinizovaných granitů.

Materiálem ke studiu byly:

1. vzorky z výchozů typických čerstvých horských (OIC) a krušnohorských (YIC) granitů z okrajů sokolovské a chebské pánve (nejdecký masiv, smrčinský masiv a masiv Slavkovského lesa),
2. vzorky silně kaolinizovaných granitů v podloží pánve, které jsou v současné době těženy jako zdroj kaolinu v lomech firmy Sedlecký kaolin,
3. vzorky alterovaných granitů z vrtů do podloží terciérní výplně pánve, odebrané dr. Mlčochem.

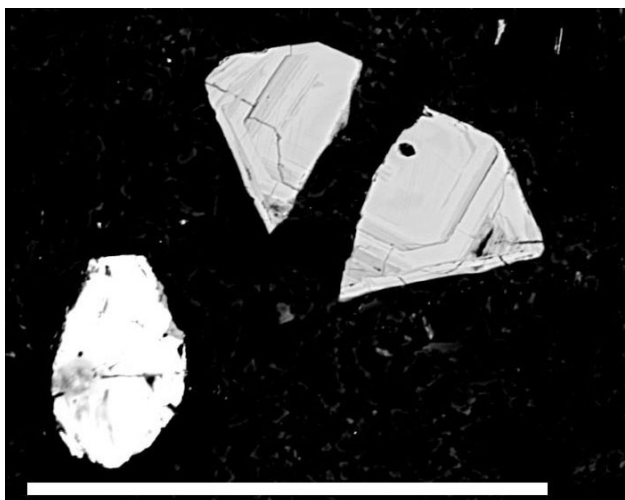
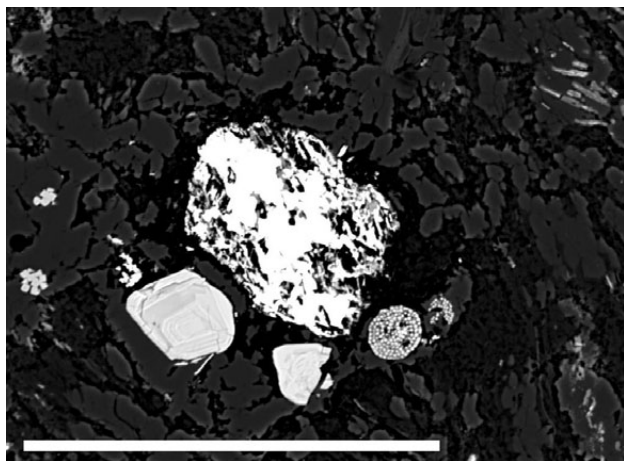
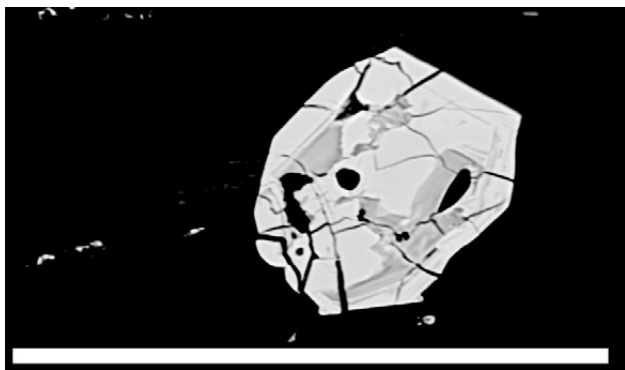
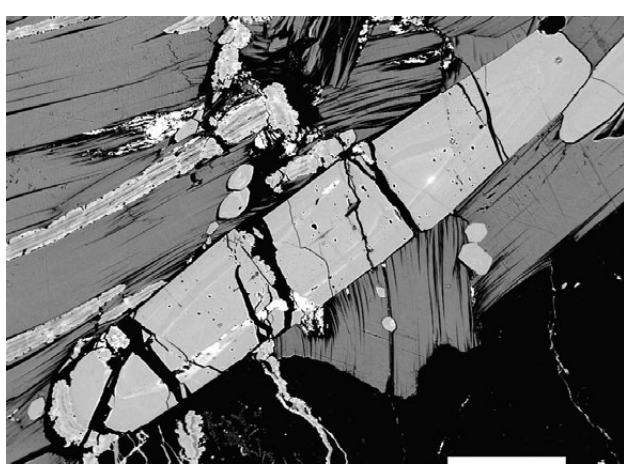
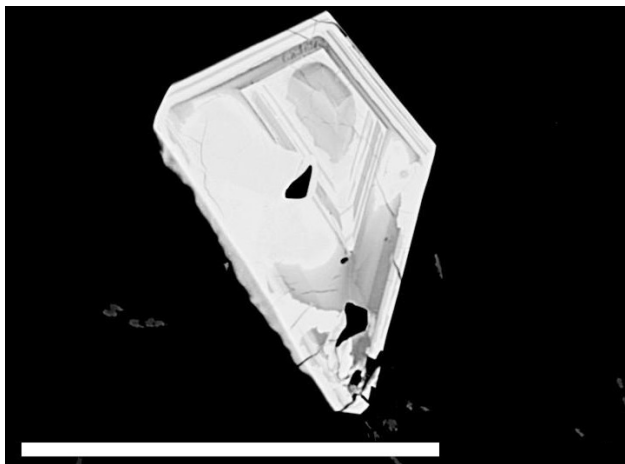
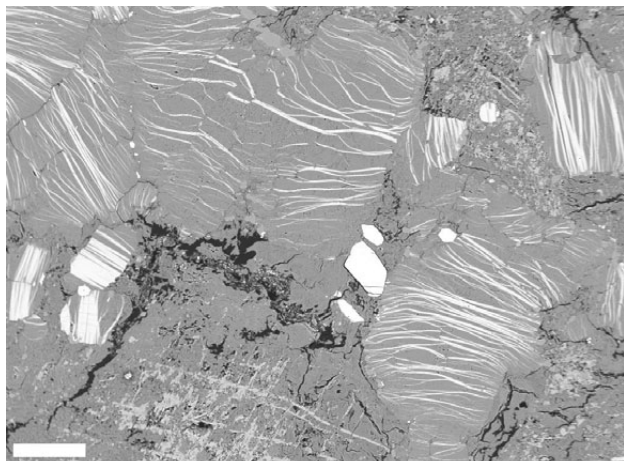
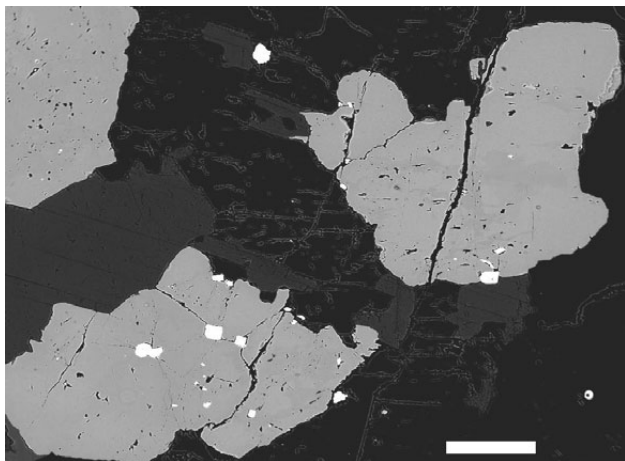
Ze vzorků byly připraveny leštěné výbrusy, které byly analyzovány na mikrosondě na společném pracovišti České geologické služby a Masarykovy univerzity v Brně.

Výsledky a diskuse

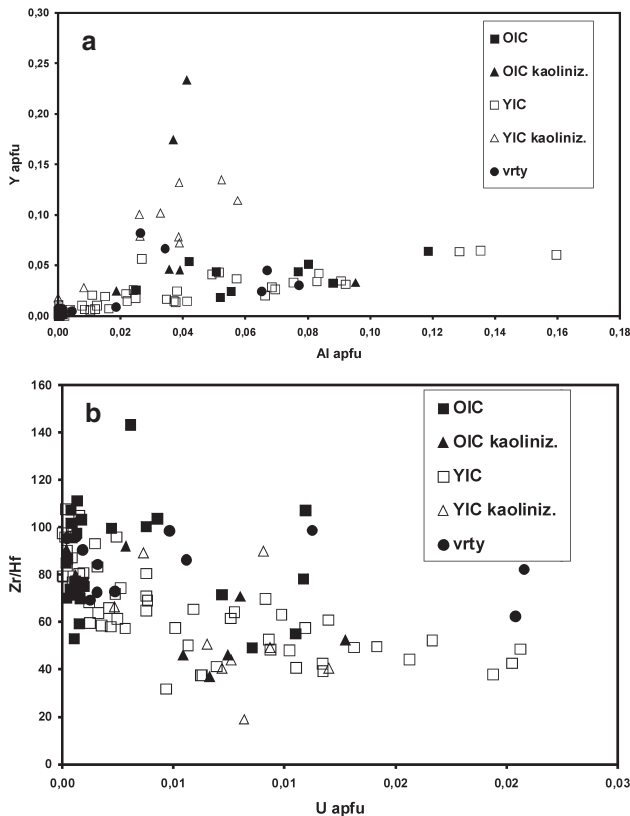
Fotografie (obr. 1) dokumentují typické akcesorie ve vzorcích silně zvětřalých granitů z podloží terciéru. Zirkon jako velmi odolný minerál je přítomný ve všech studovaných vzorcích. Ani proces intenzivní kaolinizace nebyl schopen zirkon efektivně atakovat. Naproti tomu apatit je dobře zachován jen ve zvětřalých vzorcích z vrtů, ale ve vzorcích

→

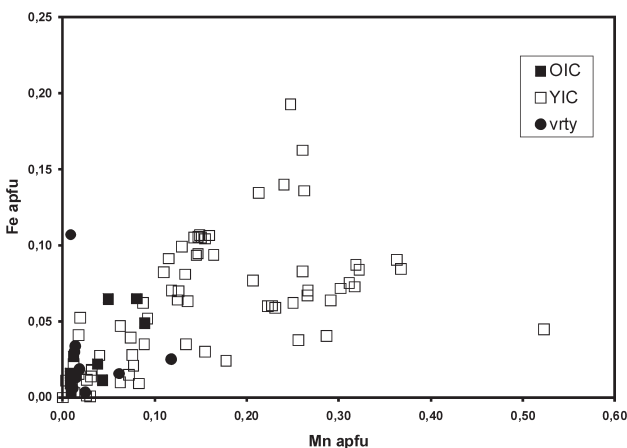
Obr. 1a. Vrt HV-14, hloubka 374 m. Asociace akcesorických minerálů obvyklá v peraluminických granitech: větší nepravidelná zrna apatitu (šedý) obsahují četná uzavřená zrna zirkonu (světle šedý, většinou krystalově omezený) a monazitu (bílý, nepravidelný). Obr. 1b. Vrt KP-59, hl. 96 m. Relikty biotitu rozloženého převážně již na jílové minerály. Drobná šedá zrna jsou krystalky apatitu, bílé zrno je monazit. Obr. 1c. Vrt KP-59, hl. 96 m. Zonální krystal zirkonu. Tmavé zóny jsou účinkem vyššího obsahu uranu metamiktizované. Obr. 1d. Vrt HS-14, hl. 307 m. Sloupcovitý krystal apatitu uzavřený v muskovitizovaném biotitu. Světlé drobné uzavřeniny v apatitu jsou zrna monazitu. Obr. 1e. Vrt HS-14, hl. 307 m. Výrazně zonální krystal zirkonu. Tmavé zóny jsou účinkem vysokého obsahu uranu metamiktizované (krystalová mřížka se rozpadá). Vyšší obsah uranu v zirkonu nasvědčuje, že mateřský granit patřil k více frakcionovaným typům. Obr. 1f. Vrt GS-7, hloubka 248 m. V silně rozloženém granitu jsou perfektně zachované krystaly zirkonu (šedý, zonální), kdežto monazit (bílý) je silně alterován a postupně měněn zejména na hydrokarbonáty REE. Okrouhlý útvar složený z drobných terčiků je novotvořený pyrit organogenního původu. Obr. 1g. Vrt GS-7, hloubka 248 m. V silně kaolinizovaném granitu je tentokrát poměrně zachovaný monazit (bílý). Krystal zirkonu byl během zvětřování roztržen na 2 části, což dokládá nejen krystalový tvar, ale i návaznost vnitřní zonálnosti mezi oběma fragmenty. Mechanismus rozbití krystalu zatím není jasný. Měřitko ve všech případech 0,1 mm.



a	b
c	d
e	f
g	



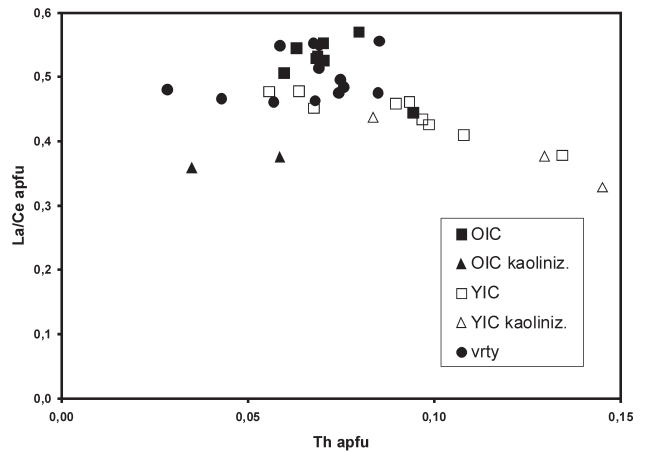
Obr. 2 a, b. Chemické složení zirkonů z granitů v okolí pánve a jejím podloží. Během frakcionace granitové taveniny obecně roste obsah Al a U a klesá poměr Zr/Hf v krystalizujícím zirkonu. V zirkonu roste i obsah Y, které do mřížky vstupuje jako komponenta YPO_4 (= xenitim), která je izostrukturální se $ZrSiO_4$ (zirkon).



Obr. 3. Obsah Mn a Fe v apatitu se v případě granitů sokolovské pánve ukazuje jako nejcitlivější indikátor příslušnosti horniny. Apatity horských granitů (OIC) jsou vždy na Fe- i Mn-chudé, kdežto apatity krušnohorských granitů jsou převážně o Fe a Mn výrazně obohacené.

granitů prošlých kaolinizací již většinou chybí. To platí i pro další fosfáty – monazit a xenitim.

Zirkon je díky své velké odolnosti zachován ve všech studovaných vzorcích granitů. Zdál se proto být ideálním klasifikačním minerálem. Podle obecně akceptovaných představ (HANCHAR a HOSKIN 2003) by obsahy vedlejších prvků (Hf, U, Th, Y, REE, Al aj.) v zirkonu měly odrážet složení taveniny, z níž zirkon krystaloval. To se, bohužel, v námi studo-



Obr. 4. Obsah Th a poměr La/Ce v monazitu. Obsah Th se zdá být použitelným indikátorem příslušnosti granitů k vývojové etapě plutonu.

vaných vzorcích granitů z oblasti sokolovské pánve nepotvrdilo. Přestože se obsahy jmenovaných prvků v průběhu frakcionace granitových plutonů dramaticky měnily, rozptýly obsahů Th, U, Hf, Al i P v zirkonech různého původu se překrývají (viz obr. 2). Statisticky jsou sice obsahy všech vedlejších prvků v zirkonech z mladších krušnohorských granitů vyšší, tak jak předpokládá krystalochemická teorie, ale v každém ze vzorků krušnohorských granitů jsou i chemicky primitivní zirkony s nepatrnými obsahy příměsí.

Zirkon patří k prvním minerálům, které z granitové taveniny krystalují, a často tvoří krystalizační základ, kolem něhož krystaluje apatit nebo biotit. Mladší krušnohorské granity tak obsahují zirkony vznikající během velmi dlouhého procesu frakcionace – jak rané zirkony, které byly v rovnováze s taveninou ještě poměrně chudou na stopové prvky, tak zirkony relativně pozdní, které vznikaly již z taveniny geochemicky pokročilé. Z toho plyne velký rozptyl v chemismu zirkonových krystalů v každém výbrusu a tedy praktická nemožnost použít zirkon jako klasifikační minerál.

Apatit reaguje citlivě na frakcionaci peraluminické granitové taveniny zvyšováním obsahů Mn a Fe. Je to důsledek nedostatku vápníku v tavenině, protože vápník byl již v raných stádiích krystalizace spotřebován na tvorbu plagioklasu. Obrázek 3 ukazuje, že apatit ze starších granitů obsahuje Fe i Mn pouze v nepatrném množství, kdežto mladší krušnohorské granity obsahují apatity s větším množstvím Mn a Fe. Z tohoto hlediska se apatit jeví být velmi dobrým klasifikačním minerálem. Bohužel, není použitelný v silně kaolinizovaných horninách, v nichž se nezachoval.

Monazit se ve studovaných horninách vyskytuje v podstatně menším množství než apatit nebo zirkon, proto i analýz je méně (obr. 4). Ty však naznačují, že obsah Th v monazitu by mohl být dobrým klasifikačním kritériem.

Zařazení vzorků z vrtů do vývojového schématu plutonu

Vrt HV-14 u Kaceřova – složení všech akcesorií se pohybuje v zóně překryvu OIC a YIC granitů nejdeckého masivu, což je v souladu s postavením dvojslídnych granitů

Smrčín, které časově patří mezi YIC granity, ale chemicky jsou poměrně primitivní.

Vrt KP-59 u Královského Poříčí – apatit lze na základě velmi nízkých obsahů Mn i Fe klasifikovat jako příslušný k OIC, složení zirkonu a monazitu tomu neodporuje.

Vrt GS-7 u Královského Poříčí – apatit se nezachoval. Zirkon je velmi primitivní, bez stopových prvků, ale monazit je poměrně bohatý na thorium. Mohlo by jít o granit příslušný k pozdním doplňkovým intruzím staršího komplexu (OIC), které jsou známy i z výchozů v zářezu železniční trati v. od Královského Poříčí.

Vrt HS-14 u Nového Sedla – monazit má více Th, ale apatit i zirkon jsou chemicky velmi primitivní. Granit lze poměrně s jistotou zařadit ke staršímu intruzivnímu komplexu (OIC).

Závěr

Apatit a monazit se ukazují být potenciálními klasifikačními minerály pro vývojová stadia granitových plutonů Krušných hor. Jejich použití je však omezeno na čerstvé a

slabě zvětralé horniny. Pro kaolinizované horniny je využití nelze, protože se během kaolinizace rozkládají.

Zirkon byl zachován ve všech vzorcích a je stabilní i v silně kaolinizovaných horninách. V každém vzorku má však velmi proměnlivé složení, proto ho pro klasifikaci vývojových stadií plutonu nelze použít.

Pravděpodobné zařazení všech vzorků granitu z vrtů do podloží ke staršímu intruzivnímu komplexu (OIC) je v souladu s představou, že výrazně převažující část dna pánve je tvořena granity horského typu (staršího intruzivního komplexu).

Poděkování

Výzkum byl financován Ministerstvem životního prostředí v rámci projektu „3D modelování reliéfu podloží sokolovské a chebské pánve. Vytvoření datového souboru pro digitální modelování z databáze ČGS Geofondu“. Autor děkuje R. Čopjakové a R. Škodovi za pomoc při analýzách na mikrosondě.

Literatura

HANCHAR, J. M. – HOSKIN, P. W. O., Eds (2003): Zircon. – Reviews in mineralogy and geochemistry, 53. – Mineral. Soc. Amer. Washington.

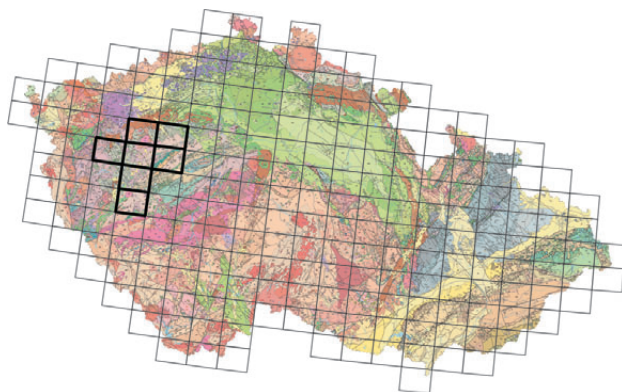
TYPY A CHEMISMUS INTRUZIVNÍCH HORNIN V SZ. ČÁSTI BARRANDIENSKÉHO PROTEROZOIKA

Intrusive rocks in the Barrandian Proterozoic and their chemical composition

DAVID DOLEJŠ

Bayerisches Geoinstitut, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth, Bundesrepublik Deutschland

(11-42 Mančetín, 12-13 Jesenice, 12-14 Rakovník, 12-31 Plasy, 12-32 Zdice, 12-33 Plzeň, 22-11 Přeštice)



Key words: *small intrusions, dyke rocks, tholeiitic, calc-alkaline, alkaline, basalt, lamprophyre, porphyry, magma differentiation*

Abstract: Intrusive clusters, stocks and dyke swarms emplaced in the Neoproterozoic basement of the northwestern Barrandian reveal four tectonomagmatic events during the Paleozoic era: (1) tholeiitic gabbros and norites of the Mladotice complex, which are similar to Kdyně, Poběžovice and Bechlín bodies of Cambrian age; (2) medium- to high-K calc-alkaline quartz diorites to

granodiorites of the Kožlany intrusive zone, which are geochemically comparable to the 2nd extrusive phase of the Křivoklát-Rokyčany volcanic belt; (3) mafic stocks and dyke swarms ranging from subalkaline to alkaline types with appinitic and lamprophyric textures, whose chemical composition resembles that of Ordovician or Silurian volcanics of the Barrandian; (4) calc-alkaline quartz diorite to granodiorite porphyries, which appear to be related to the Čistá granodiorite pluton. Intermediate extrusives and intrusives are often accompanied by spatially restricted occurrences of granite, aplite, rhyolite or spessartite dykes.

Vulkanosedimentární sekvence proterozoika v sz. části Barrandienu proráží řada intruzivních hornin nejrůznější petrografické povahy. Základní petrografický výzkum drobných výskytů provedl SLAVÍK (1902), na jehož práci navazují příspěvky PAUKA (1930), KRATOCHVÍLA (1968, 1969) a dalších. V souvislosti s podrobným petrologicko-geochemickým studiem drobných bazických těles v okolí čistecko-jesenického plutonu (ULRYCH et al. 1976, FEDIUŠKOVÁ – FEDIUŠKA 1978) vznikla koncepce satelitního uspořádání drobných bazických intruzí kolem čisteckého tělesa tohoto plutonu (např. FEDIUŠKOVÁ – FEDIUŠKA 1989). Následující výzkum drobných intruzí a žilných hornin v západočeském proterozoiku vedl podle geologicko-petrografických kritérií k vymezení intruzivních zón, drobných