

tění hydrologických a hydrogeologických údajů (stav povrchu deformace, prameny, mokrády, odhad hloubky hladiny podzemní vody atd.), zakreslení rozsahu sesuvu do velkého měřítka (1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000), zákres do mapy 1 : 10 000, podrobný popis sesuvu (tvar deformace, trhliny, odlučná stěna, smyková plocha, okraje a čelo deformace atd.) a návrh případného doplňujícího průzkumu (pomocí přímých metod např. technické odkryvné práce, nebo nepřímých metod, např. geofyzikální práce) s návratem metod stabilizačních a sanačních opatření. Kromě mapových příloh byly požadovány schematické profily sesuvem a názorná barevná fotodokumentace. Pro realizaci prvního kroku byla neocenitelným podkladem prvotní dokumentace sesuvů pořízená zmíněným týmem oblastních geologů (tab. 1). Pro sestavování závěrečných zpráv o inženýrskogeologickém průzkumu tohoto kroku zpracovali zmocněnci MŽP jednotné metodické pokyny (tab. 3).

Druhým krokem je doplňující inženýrskogeologický průzkum, jehož náplň vyplynula z vyhodnocení výsledků prvního kroku průzkumu a který měl být ukončen v lednu 1998. Zároveň probíhají na většině lokalit první okamžité stabilizační práce spočívající zejména v povrchovém odvodnění sesuvů a základních terénních úpravách.

V roce 1998 bude provedeno utřízení a zhodnocení všech materiálů týkajících se příčin vzniku sesuvů, výsledků geologických průzkumů a účinnosti stabilizačních opatření. Úkolem zmocněnců bude průběžné prověřování závěrečných zpráv o výsledcích doplňujících geologických

průzkumů, předkládaných projektů na stabilizaci sesuvů a konečná vyjádření k provedeným stabilizačním opatřením ve smyslu „naléhavého opatření k zamezení dalšího pohybu zemní hmoty po červencových povodních“, jak bylo formulováno v materiálech MF ČR a MŽP ČR.

Svahové pohyby vzniklé jako důsledek zvýšené srážkové činnosti v červenci 1997 byly různého rozsahu od lokálních poruch až po rozsáhlé sesovy dosahující rozměrů několika set metrů. Vzniklé škody se lišily podle druhu zástavby a statického stavu objektů. Svahové pohyby byly predisponovány nejen geologickou a morfologickou stavbou území, ale často i neuvažlivými stavebními zásahy, nevhodnými terénními úpravami, špatnou údržbou toků a povrchu území a v neposlední řadě i živelností při rozvoji území a umístěním staveb do lokalit ohrožených svahovými pohyby. Zhodnocení této skutečnosti bude předmětem prací v roce 1998. Cílem je poskytnout orgánům státní správy podklady pro další územní rozvoj s vyloučením oblastí skýtajících zvýšená nebezpečí vzniku svahových pohybů. Pro stávající zástavbu v těchto oblastech doporučujeme zřídit havarijní fond na průzkum a sanace svahových pohybů, na které bychom měli být v budoucnu již lépe připraveni.

Literatura

- Němcok, A. - Pašek, J. - Rybář, J. (1974): Dělení svahových pohybů. – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 11, 77–97. Praha.
Varnes, D. J. (1984): Landslide hazard zonation. – Unesco.

Český geologický ústav, Klárov 3/131, 118 21 Praha 1

Geochemické zhodnocení horninových komplexů v nově odkryté části středočeského plutonu

Geochemical evaluation of rock complexes in a recently exposed part of the Central Bohemian Pluton

ADOLF SOKOL¹ - KAREL DOMEČKA² - KAREL BREITER³

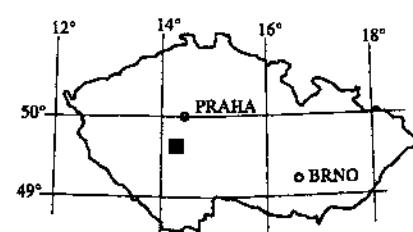
(22-21 Příbram)

Granitoids, Bohemian Massif, Chemical composition, Rock enclaves, Rock differentiation

Úvod

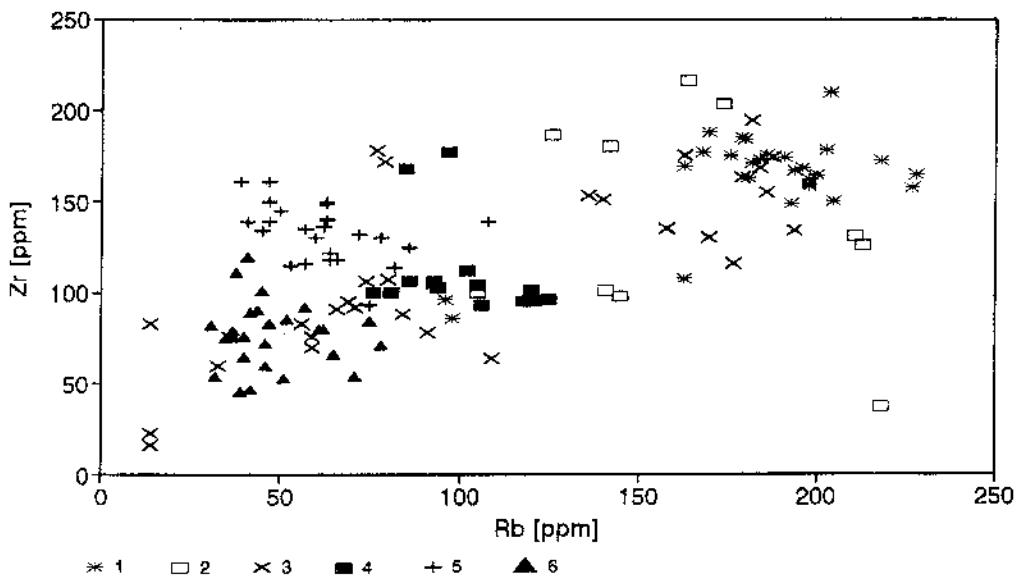
Článek předkládá předběžné výsledky studia chemického složení granitoidů středočeského plutonu zpřístupněných při ražbě kavernového zásobníku plynu (dále jen KZP) na lokalitě Příbram - Háje v hloubce 1000 m pod povrchem. Navazuje na petrologickou charakteristiku popsanou v tomto svazku (Domečka et al.). Výzkum byl podpořen grantem GAČR č. 205/96/0053.

Studovaná oblast o ploše ca 1 km² se nachází ca 1–2 km od kontaktu plutonu s proterozoikem v prostoru, kde na povrchu je mapován tzv. milínský granodiorit (Ledvinková 1995). V prostoru KZP v hloubce 1000 m je geologická si-



tuace podstatně složitější a horniny ekvivalentní milínskému typu zde nalezeny nebyly.

Pro srovnání chemismu hornin z prostoru KZP s ostatními částmi středočeského plutonu byla použita data Čadkové, Hakové a Jakeše (1984) a komplikace Breitera a Sokola (1997).



Obr. 1. Porovnání hornin KZP s hlavními horninovými typy středočeského plutonu:
1 – blatenský typ, 2 – okrajový granit, 3 – sázavský typ, 4 – granity, 5 – tonality, 6 – bazika – horninové komplexy KZP

Základní horninové typy

Horniny zastižené při ražbě KZP lze petrograficky rozdělit do tří komplexů – granity, tonality a kvarcediority s gabroidy. Výsledky geochemického studia petrografické členění potvrdily a dovolily jednotlivé horninové komplexy srovn-

nat se základními horninovými typy středočeského plutonu (obr. 1) a dále je vnitřně diferencovat.

Komplex granitů

Horniny granitového komplexu se svým složením blíží okrajovému typu granitů, mají však i některé rysy blízké blatenskému granodioritu, především jeho varietě (tzv. milínskému typu), která se vyskytuje na povrchu nad studovaným prostorem.

Granitový komplex KZP je charakterizován obsahy SiO₂ v rozmezí 69–72,5 %, K₂O 3–3,7 %, Rb 81–125 ppm, Sr 250–430 ppm a Zr 95–112 ppm.

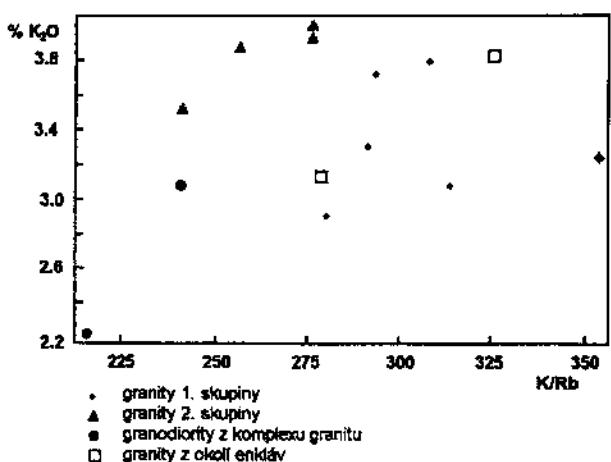
Obsahy K₂O a Rb v granitovém komplexu KZP jsou oproti blatenskému typu (K₂O 4–4,1 %, Rb 155–185 ppm) nižší, ale oproti milínskému granodioritu (K₂O 2,32 %, Rb 80 ppm) vyšší. Není vyloučeno, že milínský typ spíše než varieta blatenského typu představuje méně diferencovanou varietu okrajového typu, zatímco blatenský granodiorit je samostatnou intruzí.

Granitový komplex lze rozdělit do dvou skupin. První má vyšší poměry K/Rb (305 oproti 265) a kromě jiného i vyšší poměry (La/Lu)_{CN} a Eu/Sm vzhledem k druhému typu. Poprvé se ukazuje jev charakteristický pro všechny hlavní horninové typy KZP – horniny s vyššími obsahy K a Rb mají menší poměr K/Rb a zároveň menší poměr LREE/HREE. To znamená, že horniny, které se při frakcionaci obohatily o Rb, mají nižší poměr LREE/HREE, nejvíce způsobený frakcionací apatitu a monazitu.

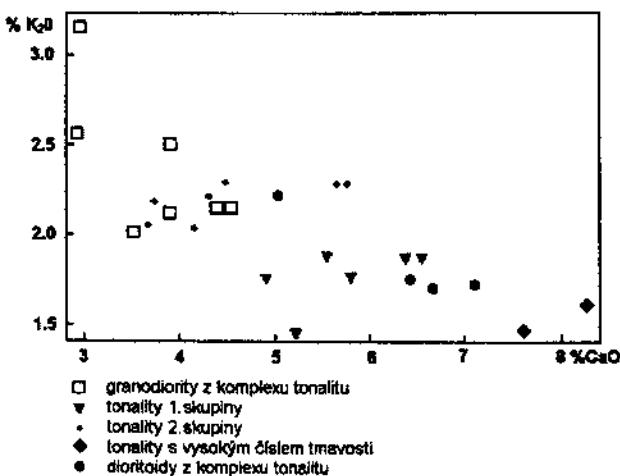
Obr. 2 ukazuje pokles poměru K/Rb od první skupiny granitů KZP přes druhou skupinu KZP ke granodioritům granitového komplexu KZP (K/Rb je 230). Tento poměr je ještě nižší u milínského typu na povrchu (200) a dále klesá v blatenském granodioritu na hodnotu 180. Uvedený sled horninových typů je patrný v prostoru zásobníku a dále na povrchu ve směru od kontaku s proterozoikem do centra plutonu.

Komplex tonalitů

Tonality jsou svým chemismem do určité míry srovnatelné se sázavským typem, ale přesto byly zjištěny určité odliš-



Obr. 2. Variabilita hornin granitového komplexu



Obr. 3. Variabilita hornin tonalitového komplexu

nosti. Tonality KZP mají ve srovnání se sázavským typem (Breiter a Sokol 1997) zvýšené obsahy SiO_2 (prům. 64,1%) a Na_2O (prům. 3,65%), naopak sníženy jsou v KZP obsahy $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{tot}$ (3,5–5,0%), MgO (1–2%), CaO (3–6%) a K_2O (1,5–2,5%). Zřetelné rozdíly byly zjištěny i u stopových prvků: tonality KZP mají při obdobném obsahu Rb (50–100 ppm) podstatně více Zr (130–150 ppm) než sázavský typ ve svém typickém vývoji v Posázaví (50–100 ppm) (obr. 1).

Podobně jako granite, lze i tonalitový komplex rozdělit do dvou skupin. První skupina zahrnující zejména relativně bazičtější horniny tonalitového komplexu má oproti druhé skupině relativně kyselejších součástí komplexu nižší obsahy K_2O (obr. 3) a Rb a vyšší obsahy CaO a vyšší poměr K/Rb , Na/K , $(\text{La/Lu})_{\text{CN}}$ a $(\text{Ce/Yb})_{\text{CN}}$. Nápadnou pozitivní europiovou anomálii u první skupiny ukazuje obr. 4 ($\text{Eu/Sm} = 0,49$ oproti 0,31 v druhé skupině). Horniny této skupiny jsou prostorově vázány na oblasti s vyšším výskytem mafických enkláv a lze předpokládat, že složení těchto tonalitů bylo ovlivněno lokální asimilací bazického materiálu.

Dioritoidní a gabroidní horniny

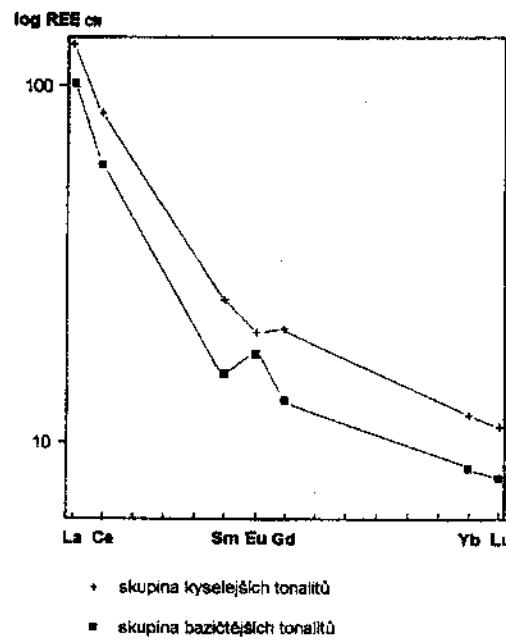
Skupina bazických hornin je zřetelně vymezena vůči horninovým komplexům granitu a tonalitu (obr. 1), ale samá je značně chemicky variabilní. Tato variabilita je podmíněna místem výskytu (enklávy v tonalitech či granitech), velikostí horninového tělesa (X00 metrová tělesa s poikilitickou strukturou nebo 0,X–X metrová tělesa a ostrohranné enklávy se stejnomořně zrnitou strukturou) a tvarem horninového tělesa (oválné vers. ostrohranné enklávy).

Větší tělesa dioritoidů s poikilitickou strukturou jsou charakterizována obsahy SiO_2 50–55 %, $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{tot}$ 8–9 %, K_2O 1,1–1,8 %, Na_2O 2,5–3,0 %, Rb 30–60 ppm, Sr 490–600 ppm, Zr 50–90 ppm.

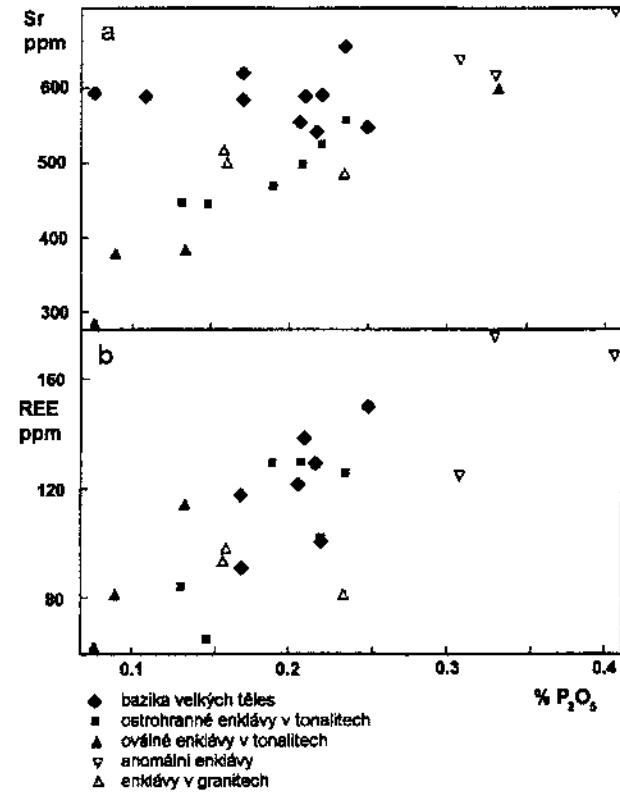
Ostrohranné enklávy v tonalitech (drobnozrnná struktura) mají podobné chemické složení jako větší tělesa dioritoidů. Odlišují se však od nich nižšími obsahy Sr (obr. 5), vyššími obsahy K_2O i Rb a menším poměrem $(\text{La/Lu})_{\text{CN}}$. U ostrohranných enkláv byly zaznamenány dva vzorky, které podle planimetrických analýz obsahují zanedbatelné množství křemene a draselného živce. Tyto vzorky mají vzhledem k ostatním ostrohranným enklávám i větším tělesům vyšší obsahy P_2O_5 , Zr a Sr (obr. 5a). Vzhledem k ostatním dioritoidům mají zvýšené obsahy REE (obr. 5b) a vzhledem k ostrohranným enklávám mají nižší obsahy K_2O a Rb a větší poměr $(\text{Ce/Yb})_{\text{CN}}$.

Od ostatních dioritoidů mají nejvýrazněji odlišný chemismus horniny, které se vyskytují ve formě enkláv v granitech. Vyznačují se vyššími obsahy Na_2O a nižšími obsahy CaO . Menší je poměr K/Rb . U stopových prvků je patrné zvýšení obsahu Rb a nižší obsahy Zr a dále Sr vzhledem k dioritoidům větších těles (obr. 5a). Výrazným rysem této skupiny, spolu se skupinou oválných enkláv v tonalitech, jsou nižší obsahy REE (obr. 5b), především LREE.

Dalším specifickým typem bazik jsou oválné enklávy v tonalitech. Nápadně jsou nízkými obsahy P_2O_5 , Al_2O_3 a SiO_2 . U stopových prvků má tento typ především nižší obsahy Sr (obr. 5a), snížen je obsah Ce i celková suma REE (obr. 5b).



Obr. 4. Reprézentativní křivky obsahů REE v tonalitech



Obr. 5. Variabilita bazických hornin: a – P_2O_5 vers. Sr, b – P_2O_5 vers. REE

Závěr

Předběžné zhodnocení chemického složení studovaného horninového komplexu potvrdilo správnost jeho rozčlenění podle planimetrických analýz. Umožnilo srovnání nového výskytu tonalitů sředočeského plutonu se sázavským typem a přineslo první větší soubor dat o granitech tzv. okrajového typu. Výskyt mafických enkláv v granitech a pře-

devším v tonalitech dovolil uskutečnit jejich předběžnou klasifikaci.

Podrobné zpracování spolu s výsledky dalších aplikovaných metod bude součástí závěrečné zprávy při ukončení grantového projektu.

Literatura

Breiter, K. - Sokol, A. (1997): Chemistry of the Bohemian granitoids: Geotectonic and metallogenetic implications. – Sbor. Věd. ložisk. Geol., 31, 75–96.

Čadková, Z. - Haková, M. - Jakeš, P. (1984): Katalog regionálních geochemických dat. – MS Čes. geol. úst. Praha.

Leďvinková, V. (1995): Geologická mapa 1 : 50000 list 22-21 Příbram. – Čes. geol. úst. Praha.

Sokol, A. (1995): Chemické složení hornin v prostoru ražby zásobníku plynu. In: I. Zemánek (ed.): Zásobník plynu Příbram-Brod, inženýrsko-geologický průzkum III. etapa. – MS SG-Geotechnika Praha.

¹Plynoprojekt a.s., Lublaňská 42, 120 00 Praha 2

²Stavební geologie - Geotechnika a.s., Geologická 4, 152 00 Praha 5

³Český geologický ústav, Klárov 3/131, 118 21 Praha 1