

# VÝVOJ DVOJSLÍDNÝCH GRANITŮ V OBLASTI MEZI MRÁKOTÍNEM A ŘÁSNOU

Evolution of two mica granites in the area between Mrákotín and Řásná

Miloš René

Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, 182 09 Praha 8, V Holešovičkách 41, e-mail: rene@irms.cas.cz

(23-41 Třešť, 23-43 Telč)

**Key words:** Moldanubian batholith, two-mica granite, andalusite

## Abstract:

Two-mica granites in the area between Mrákotín and Řásná are part of the Moldanubian batholith. They are divided into the equigranular Mrákotín subtype and the porphyritic Číměř (Řásná) subtype. For both subtypes is characteristic occurrence of andalusite, cordierite or sillimanite. The both ones are peraluminous, fractionated monzogranites with rather uniform major element geochemistry. They have high LREE/HREE ratio, high contents of Rb, U, Th and low concentrations of Nb, Sr, V, Cr and Yb. These two-mica granites were formed by partial melting of crustal metasediments.

## Úvod

V oblasti mezi Mrákotínem a Řásnou, severozápadně od Telče vystupují dvojslídné granity moldanubického batolitu, které jsou rozdělovány často na dva subtypy, lišící se strukturou a velikostí zrna. Dnešní, dosud činné lomy v okolí Mrákotína a Řásné byly založeny v druhé polovině 19. století a poskytly mimo bloků na výrobu unikátních sochařských děl materiál na celou řadu drobnějších kamenických děl a materiál na obklad většího množství budov v celé střední Evropě, včetně materiálu na stále vyhledávané kamenné dlažby.

## Geologická pozice

Z geologického hlediska představuje tato část moldanubického batolitu relativně mělce uloženou část batolitu s četnými zbytky pláště na svém povrchu. Zbytky pláště tvoří nepravidelně omezené kry a „ostrovy“ moldanubických pararul až migmatitů. Ve vlastních granitech se vyskytují xenolity pararulového materiálu, jejichž velikost se pohybuje od několika centimetrů do prvních metrů. Granitový masív je ve zkoumané oblasti porušen disjunktivními strukturami tří směrů: ZSZ-VJV, SSV-JJZ, ploché L-pukliny s mírným upadáním k Z. Pukliny SSV-JJZ směru jsou jednoznačně nejhojnější a mimo puklin vzniklých v průběhu tuhnutí granitového masivu k nim patří rovněž pukliny a málo mocné střížné zóny, které vznikly v extenzní etapě vývoje moldanubika na rozhraní karbonu a permu. Tyto pukliny byly v některých místech vyhojeny křemenými žilami, v nichž se někdy objevuje sulfidická mineralizace. Výjimečně jsou tyto pukliny vyplněné jednoduchými pegmatity s akcesorickým turmalinem.

## Petrografie

Dvojslídné granity mezi Mrákotínem a Řásnou jsou tvořeny jednak drobně až středně zrnitými granity subtypu Mrákotín, jednak středně až hrubě zrnitými porfyrickými granity subtypu Číměř (Řásná). Subtyp Mrákotín byl definován Koutkem (1925). Subtyp Číměř byl vymezen Zoubkem (1949) a granity v okolí Řásné jsou k tomuto typu obvykle přiřazovány nebo jsou někdy vymežovány jako zvláštní subtyp (Tvrdý 1979). V průběhu podrobného geologického mapování v měřítku 1:25 000 bylo zjištěno, že oba typy do sebe pozvolně přecházejí. Pozvolný přechod je spojen se změnou velikosti zrn a zejména s postupným přibýváním vyrostlic K-živce, jejichž množství je v porfyrických granitech v okolí Řásné velmi proměnlivé. Množství vyrostlic se mění velmi nepravidelně a často v rozmezí několika decimetrů. Vyrostlice K-živce, jejichž velikost je někdy až 3-5 cm jsou obvykle přednostně orientované v sv.-jz. směru.

Dvojslídné drobně až středně zrnité granity subtypu Mrákotín jsou šedobělavé, bělošedé až světle šedé horniny, jejichž barva směrem k povrchu přechází do nažloutlých až žlutobílých odstínů. Jedná se o všesměrně zrnité horniny, s hypidiomorfně zrnitou strukturou základní hmoty. Hlavními minerály jsou křemen, K-živce (mikroklin) a plagioklas, jehož průměrná bazicita odpovídá plagioklasu An<sub>14,8-31</sub>. Relativně vzácně je plagioklas zonární s vnější zónou tvořenou albitem (An<sub>3,2-7,9</sub>). Celkové množství biotitu a muskovitu, jejichž kvantitativní poměr je obvykle značně proměnlivý, většinou nepřesahuje 10 %. Akcesorické minerály jsou tvořeny apatitem, zirkonem, monazitem a ilmenitem. Magnetit, který bývá často uváděn v lomařských posudcích (Jonášová et al. 1987) se nepodařilo na mikro-

sondě prokázat. Monazit představuje hlavní koncentrátor prvků vzácných zemin. Velmi hojným akcesorickým minerálem je andalusit, vzácně doplňovaný sillimanitem, případně cordieritem. Množství andalusitu nejčastěji kolísá mezi 0,2-0,8 %. Vzácně se vyskytující cordierit je v některých výbrusech jediným akcesorickým Al-silikátem.

Dvojslídne až muskovit-biotitické granity subtypu Číměř (Řásná) jsou středně zrnité, někdy až hrubě zrnité granity s různě výraznou porfyrickou strukturou a hypidionormálně zrnitou strukturou základní hmoty. V některých vzorcích těchto granitů převládá biotit nad muskovitem a množství biotitu vzrůstá až na 6-7%. Podíl ostatních horninotvorných minerálů je velmi podobný obsahu hlavních minerálů v subtypu Mrákotín, přičemž ve výrazně porfyrických odrůdách často mírně stoupá obsah K-živce na úkor křemene a plagioklasu. Bazicitu plagioklasu je shodná s bazicitou plagioklasu granitů subtypu Mrákotín, včetně přítomnosti zonárních plagioklasů s vnější albitovou zónou. Akcesorické minerály jsou zastoupené podobně jako u předešlého horninového typu apatitem, zirkonem, monazitem, ilmenitem, andalusitem, sillimanitem a cordieritem. Obsah andalusitu v některých vzorcích stoupá až na 2,5%, což je v souladu i se zjištěním D'Amica et al. (1981). Z hlediska klasifikace IUGS představují dvojslídne granity subtypu Mrákotín a Řásná typické monzogranity (obr. 1).

### Chemické složení

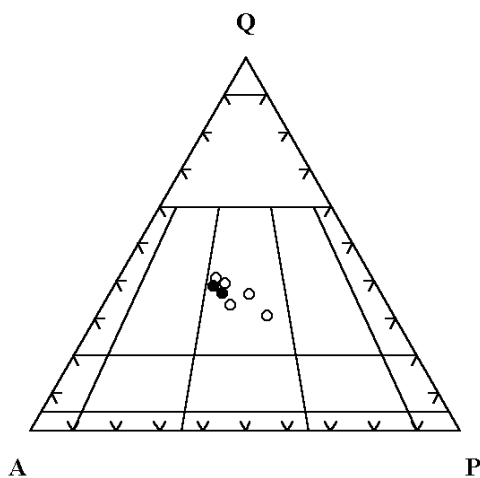
Pro potřeby této studie byly zhotoveny tři nové komplexní chemické analýzy, ve dvou případech včetně stanovení prvků vzácných zemin. Hlavní komponenty a vybrané stopové prvky byly stanoveny standardní rentgenspektrální analýzou na spektrometru PW 1400 (analytik F. Schitter) v Salzburgu (tab. 1). Prvky vzácných zemin byly stanoveny na ICP-MS v laboratoři Actlabs v Kanadě (analytik D'Anna) Analýzy uranu a thoria byly

stanoveny gammaspektrometricky s pomocí mnoho-kanálového gamaspektrometru NT-512 v Geofyzice Brno (analytik M. Škovierová). Dvojslídne granity subtypu Mrákotín a Řásná jsou typické peraluminické granity (obr. 2). Z jejich obsahu Ba, Rb a Sr je patrná méně výrazná diferenciacie. Výraznější diferenciacie se projevuje v obsahu prvků vzácných zemin a lze ji vyjádřit jednak vyšším poměrem  $La_N/Yb_N$ , jednak výraznou negativní Eu anomálií (obr. 3). Pro dvojslídne granity obou subtypů je ve srovnání s průměrným složením svrchní kůry významný vyšší obsah Rb, Th a U a nižší obsah Nb, Sr, V, Cr a Yb (obr. 4).

	Re-1320 lom Řásná	Re-1497 lom Řásná	Re-1498 lom Mrákotín
SiO <sub>2</sub>	72.47	71.5	72.04
TiO <sub>2</sub>	0.2	0.23	0.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.75	15.07	15.39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot.	1.24	1.64	1.53
MnO	0.02	0.02	0.02
MgO	0.36	0.31	0.35
CaO	0.74	0.88	0.88
Na <sub>2</sub> O	3.24	2.77	2.44
K <sub>2</sub> O	5.41	5.82	5.54
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.21	0.22	0.23
ztr.žih.	0.82		
Celkem	99.46	98.46	98.64
Rb (ppm)	408	305	290
Ba (ppm)	409	271	288
Sr (ppm)	88	68	78
Zr (ppm)	148	100	96
U (ppm)	10.8	8.1	6.8
Th (ppm)	19.4	24	17.3

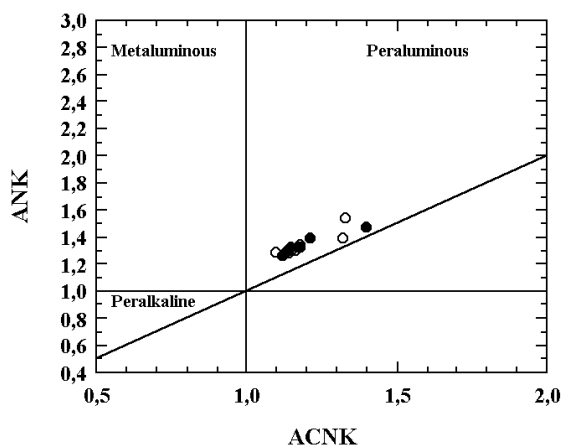
Tab. 1 - Chemické složení dvojslídnych granitů v oblasti mezi Mrákotínem a Řásnou (hmot. %).

Table 1 - Chemical composition of the two-mica granites from the area between Mrákotín and Řásná (wt%).



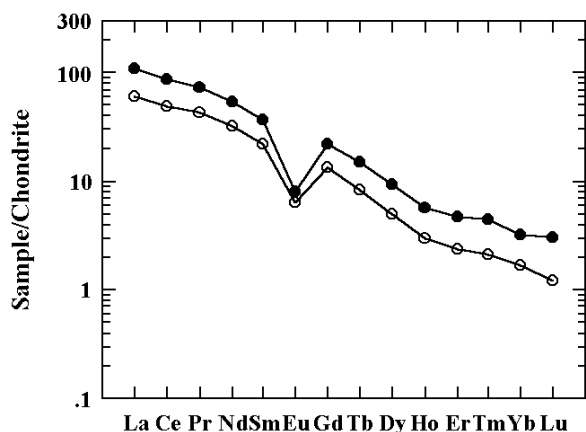
Obr. 1 - Modální složení dvojslídnych granitů v oblasti mezi Mrákotínem a Řásnou. Prázdná kolečka - subtyp Mrákotín, plná kolečka - subtyp Řásná.

Fig. 1 - Modal composition of the two-mica granites in the area between Mrákotín and Řásná. Empty circle - subtyp Mrákotín, full circle - subtyp Řásná.

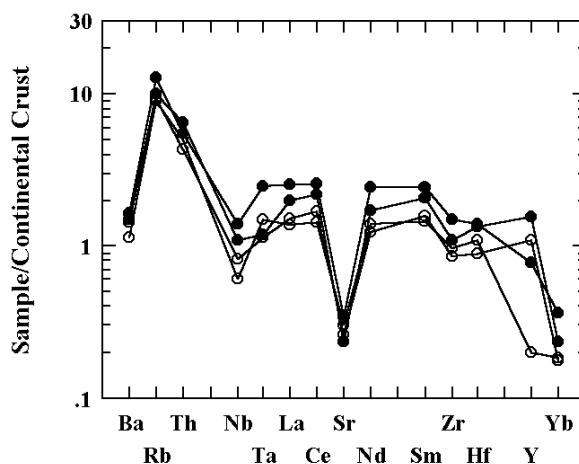


Obr. 2 - Diagram Shandova indexu pro dvojslídne granity v oblasti mezi Mrákotínem a Řásnou podle Maniara a Piccolioho (1989). Symboly viz obr. 1.

Fig. 2 - Diagram of the Shand index for the two-mica granites in the area between Mrákotín and Řásná after Maniara and Piccolio (1989). Symbols see Fig. 1.



Obr. 3 - Distribuce prvků vzácných zemin v dvojslídých granitech z oblasti mezi Mrákotínem a Řásnou. Pro normalizaci byly použity obsahy TR v chondritech podle Taylora a McLennana (1985). Symboly viz obr. 1.  
Fig. 3 - Chondrite normalised REE pattern for the two-mica granites from the area between Mrákotín and Řásná. Normalising values are from Taylor and McLennan (1985). Symbols see Fig. 1.



Obr. 4 - Diagram obsahu vybraných prvků v dvojslídých granitech z oblasti mezi Mrákotínem a Řásnou normalizovaných obsahem ve svrchní kontinentální kůře podle Taylora a McLennana (1985). Symboly viz obr. 1.  
Fig. 4 - Spider-diagram of selected elements normalised to average upper continental crust for two the two-mica granites from the area between Mrákotín and Řásná. Normalising values are from Taylor and McLennan (1985). Symbols see Fig. 1.

### Petrogeneze dvojslídých granitů

Pro dvojslídé granity z oblasti mezi Mrákotínem a Řásnou je významná přítomnost xenolitů pláště, která svědčí pro malou hloubku původního umístění granitů. Malá hloubka umístění je rovněž podporována asociací andalusitu a muskovitu, které patří nepochybně k primárně magmatickým minerálům. Společný výskyt andalusitu a muskovitu ve zkoumaných dvojslídých granitech byl v minulosti diskutován zejména D'Amicem et al. (1981) a Novotným (1987). Z jejich pozorování a z výsledků

experimentů a termodynamických výpočtů nově zhodnocených Kerrickem (1990) vyplývá, že počátek krystalizace granitové taveniny zkoumaných dvojslídých granitů probíhal při teplotě mezi 700-800°C a tlaku 150-350 MPa. Tomu odpovídají i teploty saturace Zr podle Watsona a Harrisona (1983), které jsou na úrovni 770-790°C. Zdrojem zkoumaných dvojslídých granitů byly pravděpodobně metasedimenty svrchní kontinentální kůry.

#### Poděkování:

Předložená práce vznikla za finančního přispění projektu AKTION / KONTAKT - 12/ 1999.

#### Literatura:

- D'Amico, C. - Bottura, A. - Bargossi, G. M. - Nannetti, M.C. (1981): Magmatic genesis of andalusite in peraluminous granites. Examples from Eisgarn type granites in Moldanubicum. - *Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrol.*, 38, 15-25.
- Jonášová, M. et al. (1987): Závěrečný průzkum úkolu Mrákotín III - 01 81 1115. Surovina: dekorační kámen. - MS, Geindustria.
- Kerrick, D. M. (1990): The  $Al_2SiO_5$  polymorphs. - *Reviews in Mineralogy*, 22, 406 s.
- Koutek, J. (1925): O mrákotínské žule. - *Rozpr. Čes. Akad. Věd II tř.*, 34/18. Praha.
- Maniar, P. D. - Piccoli, P.M. (1989): Tectonic discrimination of granitoids. - *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 101, 635-643.
- Novotný, P. (1987): Rozšíření peraluminických minerálů v moldanubickém plutonu. - *Úkoly čs. mineralogie a petrologie po XVII. sjezdu KSC*, 101-107. Brno.
- Taylor, S. R. - McLennan, S.M. (1985): *The continental crust: Its composition and evolution*. - Blackwell, 312 s.
- Tvrđý, J. (1979): Geologický průzkum ložisek kamene v centrálním moldanubickém plutonu. - MS, Geindustria Jihlava.
- Watson, E. B. - Harrison, T. M. (1983): Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magma types. - *Earth Sci. Lett.*, 64, 295-304.
- Zoubek, V. (1949): Zpráva o přehledném geologickém mapování na listu Jindřichův Hradec. - *Věst. Stát. geol. Úst.*, 24, 193-195. Praha.