

## GEOLOGICKÉ MAPOVÁNÍ LUŽICKÉHO MASIVU NA ŠLUKNOVSKU V MĚŘÍTKU 1 : 25 000

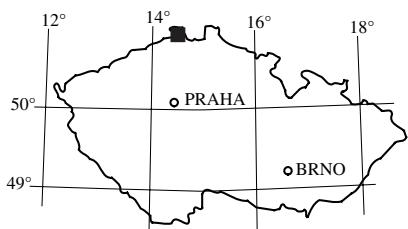
### Geological mapping of the Lusatian Massif in the Šluknov area on a scale of 1 : 25 000

MOJMÍR OPLETAL<sup>1</sup> – MARIE ADAMOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Česká geologická služba, Klárov 3/131, 118 21 Praha 1

<sup>2</sup> Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5

(02-21 Dolní Poustevna, 02-22 Varnsdorf, 02-24 Nový Bor)



**Key words:** geological mapping, Lusatian Massif, granitoids, vein rocks, geochemistry

**Abstract:** Geological mapping in the scale 1 : 25 000 of the Šluknov area has been proceeding since 1998 and was finished in the year 2002. The mapping and geochemical study of Lusatian granitoid complex show that boundaries of various granitoids are mostly tectonic. Petrographical and geochemical data indicate a gradual sequence from Lusatian granodiorite (the Herrnhut type) over the Václavice granodiorite (to granite) and the Brtníky granite to the Rumburk granite. The Neoproterozoic to very early Cambrian Lusatian granodiorites may be interpreted as pre-plate collision and post-collision uplift granitoids. Other Cambrian to Ordovician granitoids are rather syn-collisional up to post-orogenic.

### Úvod

Geologické mapování lužického masivu má jak na německé, tak na české straně dlouhou tradici. Na konci 19. století bylo území mapováno v měřítku 1 : 25 000 a tyto „saské“ mapy s vysvětlivkami byly tištěny v období 1888–1894. Z deseti vydaných map z pohraničního území uvádíme jen list Hinterhemendorf – Daubitz, který sestavili HERRMANN a BECK (1894) a doplnili vysvětlivkami (1897). Po II. světové válce bylo české území mapováno Přírodovědeckou fakultou UK – FEDIUK et al. (1958). Následovala etapa mapování pro Geologickou mapu 1 : 200 000 – list Děčín (LORENC et al. 1963) – doplněnou Vysvětlivkami (KOPECKÝ et al. 1963). KLEIN et al. (1967) dokončili mapu 1 : 25 000 s textem Chřibská, DOMEČKA (1970) a DOMEČKA s OPLETALEM (1973) mapovali v okolí Rumburku, Varnsdorfu, Krásné Lípy a Jiřetína pod Jedlovou. Ložiskový výzkum prováděli na nebilančním ložisku fluoritu a barytu v Krásné Lípě OPLETAL a POŠMOURNÝ (1973) a OPLETAL, POŠMOURNÝ a REICHMANN (1976). Petrografickým studiem granitoidů se zabývali OPLETAL, DOMEČKA a VAVŘÍN (1983). Byly také vytiskeny geologické mapy 1 : 50 000 Dolní Poustevnu a Varnsdorf (OPLETAL et al. 1995, 1996).

V rámci úkolu Českého geologického ústavu „Geologické mapy 1 : 25 000“ začalo v r. 1998 mapování Šluknov-

ska, které bylo ukončeno v r. 2001. Postupně byly dokončeny listy: Dolní Podluží (převážně křídový list – VALEČKA et al. 2000 – 110 km<sup>2</sup>), Varnsdorf (90 km<sup>2</sup>) + Jiříkov (30 km<sup>2</sup> – OPLETAL et al. 2001a), Mikulášovice (90 km<sup>2</sup>) + Dolní Poustevna (OPLETAL et al. 2001b – 5 km<sup>2</sup>) a Šluknov (60 km<sup>2</sup>) + Horní Poustevna (30 km<sup>2</sup> – OPLETAL et al. 2002). Celkem bylo zmapováno 415 km<sup>2</sup>, z toho ca 300 km<sup>2</sup> bylo v krystaliniku. Mapy byly digitalizovány a jsou doprovázeny čtyřmi textovými vysvětlivkami, které obsahují kapitoly: Geologický vývoj, Geofyzika, Tektonika, Inženýrská geologie, Hydrogeologie, Geochemie, Ložiska, Životní prostředí a Literatura. V rámci mapování byly odebírány vzorky na petrografický a geochemický výzkum. V článku jsou prezentovány hlavní výsledky geologického mapování, tektonického a z části i geochemického výzkumu.

### Geologie a petrologie

Většina mapovaného území náleží k lužickému masivu (plutonu), který patří mezi středně velké masivy. Němci jej nazývají „Lausitzer Granitoide Komplex (LGK)“, protože obsahuje granitoidy tří etap – kadomské, kambricko-ordovické (starokaledonské) a variské. Granitoidy jsou součástí velké antiklinorní struktury nazývané německými autory „lužická antiklinální zóna“. Granitoidy jsou odděleny od české křídové tabule lužickým přesmykem (zlomem či liníí), který má směr SZ-JV a úklon 80–45° k SV. Podél lužického přesmyku jsou u Doubice a Brtníků na několika místech vyvlečeny z podloží jurské a permické horniny.

V lužickém masivu jsme na našem území vydělili tyto hlavní horninové typy:

1. plášť masivu tvořený kontaktně metamorfovanou drobou, fylitickou drobou a amfibolitem,
2. středně zrnitý biotitický granodiorit – lužický,
3. drobně až středně zrnitý dvojslídny hybridní granodiorit – anatexit,
4. drobozrnný porfyrický biotitický až dvojslídny granodiorit od Rožan a Lipové,
5. hrubožrnný a drobně zrnitý porfyrický biotitický granit – rumburský,
6. středně zrnitý biotitický granit až granodiorit – václavický,
7. hrubožrnný až drobně zrnitý biotitický granit – brtnický,
8. žilné horniny: dolerity, dioritové až granodioritové porfyry, granitové porfyry až aplity a křemenné žily.

Ad. 1. Horniny pláště jsou zachovány především na německém území; od nás je známo několik reliktů metasedimentů, např. u Jiřetína pod Jedlovou, Vilémova a nově nalezený amfibolit u Lipové. Staré metasedimentů bylo

určeno na dobu mezi 650 až 570 Ma. V granitoidech jsou místy četné xenolity hornin pláště.

Ad. 2. Ve vysvětlivkách k listu Děčín – KOPECKÝ et al. (1963) byl lužický granodiorit rozdělen na dva typy: kadomský zavidovský (východolužický) a variský demický (západolužický). Nyní se v Německu upustilo od tohoto rozdělení a všechny lužické granodiority z našeho území patří k typu, který Němci nazývají jako subtyp Herrnhut. Současné geochronologické studie hornin pomocí metod U-U a U-Pb na zirkonech a Nd-Sr KRÖNERA et al. (1994, 1999) potvrzují, že lužické granodiority jsou kadomské a intrudovaly v rozmezí 542–587 Ma. Výše uvedené údaje potvrzují také práce KRAUSSE et al. (1992), HAMMERA et al. (1999) a SCHUSTA (2000). Granodiorit je středně až hrubě zrnitý, biotitický, někdy s muskovitem nebo amfibolem. Je nevýrazně porfyrický, všeobecně zrnitý, jen místy nevýrazně usměrněný, především v drcených zónách s kataklázou, které mají směr V-Z (např. mezi Jiříkovem a Královnstvím). Poměrně často obsahuje ostrohranné i zčásti natavené xenolity kontaktně metamorfované droby (až rohovcového vzhledu), vzácně i erlanu nebo křemenné nodule. Granodiorit je většinou silně zvětralý a eluvia nebo zvětralé horniny jsou mocné i několik metrů. Toto zvětrávání je typické pro periglaciální oblasti, k nimž naše území v chladnějších obdobích kvartérnu patřilo. Z eluví vyvětrávají až několik metrů velké kulovité až bochníkovité balvany. Granodiorit se vyskytuje v s. a z. části šluknovského výběžku. Od bloku mladších granitoidů (o stáří ca 500 Ma), v okolí Krásné Lípy a Rumburku, je oddělen tektonicky; zatímco ve starších mapách je hranice intruzivní. Hranici mezi oběma skupinami graniotidů tvoří „křemený val“ mezi Rumburkem a Filipovem, který má směr SZ-JV a mocnost až 100 m. Další důležité zlomy, které oddělují lužický granodiorit od mladších granitoidů (typy: Rumburk, Brtníky a Václavice), probíhají sz. od Starých Křečan a Brtníků.

Ad. 3. Drobně až středně zrnitý dvojslídny hybridní granodiorit tvoří přechod mezi lužickým granodioritem a pláštěm LGK. EBERT (1935) prokázal, že nejde o čistou intruzivní horninu, ale o hybridní granodiorit, který je též nazývaný anatecký či kontaminovaný. Je velmi proměnlivý – někdy je bližší lužickému granodioritu, jindy pláštovým horninám, především rulám. Přitom se jednotlivě, někdy dosti rozdílné horniny střídají i v rámci jednoho výchozu a většinou mají neostré hranice. Tvoří plášť nejen lužického granodioritu, se kterým má pozvolné přechody, ale i mladšího granodioritu typu Lipová-Rožany. V tomto druhém případě jsou však hranice ostré. Hybridní granodiorit se vyskytuje v z. části šluknovského výběžku. Je to silně nehomogenní hornina, pro niž jsou typické šmouhy a šliry. Je středně zrnitý až drobně zrnitý, vzácně i nevýrazně porfyrický, přičemž se střídají zóny lišící se zrnitostí, texturou a strukturou. Častěji než u lužického granodioritu obsahuje xenolity jemnozrnných drobových rul, migmatitizovaných rul, rohovců nebo křemenných nodulí či biotitových šmouh.

Ad. 4. Drobnozrnný porfyrický biotitický až dvojslídny granodiorit od Rožan a Lipové byl popsán HERRMANEM (1893), který správně poznal, že patří k mladší intruzivní

fázi a proniká do obou předešlých typů v podobě ostře omezených drobných těles a pňů. Vyskytuje se v okolí Rožan a mezi Lipovou, Vilémovem a Lobendavou. Granodiorit je většinou drobně zrnitý a porfyrický, převážně biotitický, místy dvojslídny a jen výjimečně leukokratní. Podobně jako ostatní kadomské granitoidy je místy v zónách v.-z. směru kataklasticky podrcen, např. v okolí Císařského (z. od Šluknova).

Ad. 5. Pro skupinu spodně paleozoických (starokaledonských) granitoidů je charakteristický především rumburský granit. Rumburskemu granitu jsou blízké václavický granit až granodiorit a brtnický granit. Tento blok hornin má společného jmenovatele. Jak dokazují především práce KRÖNERA (KRÖNER et al. 1994a, 1994b, 1997, v tisku), i práce OPLETALA (1997, 1999) navazující na starší publikace DOMEČKY (1970) a OPLETALA, DOMEČKY a VAVŘINA (1983), vznikly následující horninové typy na hranici mezi kambriem a ordovikem. Při intruzi rumburského granitu dochází pravděpodobně k anatexi spojené s asimilací kadomských členů lužického masivu, hlavně lužického granodioritu. Vzniká tak řada: zavidovský granodiorit – václavický granodiorit – brtnický granit – rumburský granit. Na rozdíl od rumburského granitu nebyly ostatní uvedené typy dosud analyzovány a jejich kambro-ordovické stáří je pouze předpokládáno – viz např. OPLETAL (1999), OPLETAL et al. (2001a, b), KOZDRÓJ, KRENTZ a OPLETAL eds., (2001). Dříve intruzivní hranice mezi jednotlivými typy granitoidů byly později v řadě případů přepracovány zlomy.

Rumburský granit rozdělil DOMEČKA (1968, 1970) na dva základní typy: hrubě zrnitý, místy porfyrický a drobně zrnitý porfyrický. Již EBERT (1943) poznal, že je rumburský granit mladší nežlužický granodiorit. Podle několika publikací (hlavně KRÖNER et al. 1994, 2001, KOZDRÓJ – KRENTZ – OPLETAL, eds., 2001) je zřejmé, že rumburský granit intrudoval do kadomských granitoidů na hranici kambria a ordoviku. Analýzy zirkonu metodou U-U a U-Pb potvrzují, že stáří rumburského granitu je ca 500 Ma. O málo mladší drobnozrnný typ proniká do hrubě zrnitého v podobě neostře ohraničených těles a žil. Styk obou typů je doprovázený leukokratní zónou vzniklou patrně v pneumatolitické fázi. Rumburský granit vystupuje především v širším okolí Rumburku, odkud pokračuje až k lužickému povrchu do okolí Jiřetína pod Jedlovou a Krásné Lípy, kde se vyskytuje v tektonicky omezených blocích. Jižně od Kunratic vystupuje v tektonické hrásci lužického směru, která probíhá v lužickém granodioritu, a na níž je vázáno i několik terciérních vulkanitů. Rumburský granit je všeobecně až do velkozrnného, kdy idiomorfni draselný živec má velikost v průměru 3–1,5 cm a max. až 15–7 cm. Má silně albitezované K-živce a pinitizovaný cordierit v podobě sloupečkovitých vyrostlic. Také u drobnozrnného porfyrického typu jsou vyrostlice křemene a K-živce namodralé a mají velikosti X mm – 2 cm.

Ad. 6. Typ Václavice popsali EBERT (1943), CHALOUPSKÝ (1962) a DOMEČKA (1970) u Hrádku nad Nisou a Frýdlantsku jako „facii rumburské žuly“. V mapě 1 : 50 000, list Varnsdorf (OPLETAL et al. 1996) jsou v okolí Krásné Lípy

vyznačeny „nerozlišené granodiority lužického masivu“. OPLETAL, DOMEČKA a VAVŘÍN (1983) upozornili, že se tyto granodiority liší složením a stavbou od lužických granodioritů a podobají se typu Václavice. Ale teprve nové mapování umožnilo zde přesně vymezit tento horninový typ, který tvoří zlomy omezený blok mezi Rumburkem, Starými Křečany, Krásnou Lípou a Varnsdorfem. Území s typem Václavice je přičnými zlomy rozčleněno na menší tektonické bloky ohrazené lužickou poruchou a s ní souběžnými nebo přičnými zlomy. Tento přechodní horninový typ je dosti nehomogenní a místy je blízký rumburskému granitu, jindy lužickému granodioritu a někde i hybridnímu dvojslídnému granodioritu. Obsahuje biotit, vzácně amfibol a muskovit. Má střední, vzácně až hrubé zrno, stejnoměrně zrnitou strukturu, místy s náběhem k porfyrické. Je dosti nehomogenní a obsahuje šmouhy světlejší či tmavší, s různým poměrem tmavých a světlých minerálů a velikostí součástek.

Ad. 7. Brtnický „granitit“ popsal již JOKÉLY (1859), který píše, že je mladší nežlužický granodiorit. HERRMANN a BECK (1897) rozlišili dva typy „Granititu von Zeidler (Brtníky)“: hrubozrnný a drobně zrnitý. Granit má červenavou barvu a v detailu čerstvé horniny lze rozeznat namodralý křemen, červenavý K-živec a krémový plagioklas. Takto pěkně zbarvená hornina byla výborným dekoracním kamenem, ale ECKHARDT (1992) zjistil, že je pro tyto účely hornina nevhodná, vzhledem k velmi intenzivnímu a hluškému zvětrávání a silnému tektonickému postižení. ECKHARDT (1992) rozlišil tři typy brtnického granitu: drobně zrnitý, středně až hrubě zrnitý a středně zrnitý kataklazovaný, a toto rozdělení bylo použito i pro naše mapy. Proti rumburskému granitu se liší nejen barvou, ale i zvýšenou bazicitou plagioklasu ( $An_{8-13}$ ) a málo vyšším obsahem biotitu. Baueritizovaný biotit má často sericitizované plagioklasy a albitizovaný K-živec. V asociaci těžkých minerálů silně převládá apatit nad zirkonem, hojně je zastoupen i magnetit a monazit. Pro brtnický granit jsou typické z méně zastoupených těžkých minerálů turmalín, titanit a rutil.

Ad. 8. V celém území Šluknovského výběžku se poměrně hojně vyskytují žilné horniny velmi pestrého petrografického složení. Byly vymezeny následující žilné horniny: dolerity, dioritové až granodioritové porfyry, granitové porfyry až aplity a křemenné žíly. Dobře je popsali FEDIUK et al. (1958), OPLETAL, PošMOURNÝ a REICHMANN et al. (1976) a OPLETAL, DOMEČKA s VAVŘÍNEM (1983).

Dolerit je nejhojnější žilnou horninou. Ve starší literatuře byl pro tuhorninu používán termín „diabaz“, někdy také „lamprofyr“. Je to petrograficky pestrá skupina hornin od dioritového porfytu, přes žilná gabru až k horninám s olivinem – noritům. Tvoří relativně četné žíly, které pronikají podle všech směrů puklin všemi typy granitoidů; jsou většinou mocné jen několik metrů, ale v lomech v Rožanech a Severní mají mocnost nad 50 m. Podle KRAMERA et al. (1977) intrudovaly žilné horniny v době kolem 400 Ma. Ale podle KRAUSSE et al. (1992) jsou dolerity dvojího stáří. Starší „mikro-gabra až diority“ mají místo stáří mezi 400–360 Ma a mladší amfibolické dolerity údajně jen 200 Ma; ještě mladší jsou lamprofry, které však na našem území nikde nebyly zjištěny. Dolerity místy obsahují rudní

minerály s obsahem Cu a Ni a byly na několika místech i dobývány, zvláště na ložiskách Kunratice (Schweidrich) a Rožany. Poslední prospekční práce prováděl OCMAN (1964). Velký žilní roj doleritů směru V-Z se vyskytuje především mezi Mikulášovicemi a Vilémovem a zde byly na několika místech těženy. U osad Kopec a Tomášov se kolem doleritů vyskytují staré dobývky (pinky a štoly). Ploše uložená žila doleritu zaujímá u Tomášova plochu ca 400–250 m. Dolerity jsou většinou drobně zrnité s masivní texturou. Místy jsou až středně zrnité, s ofitickou strukturou a mají vzhled až gabry. Nejmladší jemnozrnné dolearity byly někdy omylem považovány za terciérní bazalty, na což upozornili FEDIUK, OPLETAL a VAVŘÍN (2001).

Žily granodioritového porfytu se vyskytují na celém území, ale na několika místech tvoří žilné roje, např. z. od Krásné Lípy a j. od Lipové. Mocnosti jsou obvykle 1–2 m, výjimečně až 4 m. Místy přecházejí úbytkem K-živce do křemendioritových porfyrů, nebo se střídají s žilami granitových porfyrů či aplitických granitů. Horniny mají obvykle jemnozrnné základní hmoty s vyrostlicemi plagioklasů, křemene, biotitu či amfibolu.

Žilný křemen vyplňuje zlomy a tektonické zóny. Mohutný křemenný val s. od Rumburka má „lužický“ směr (SZ-JV), mocnost až 100 m (včetně drcené prokřemenělé zóny) a délku na našem území 5 km. Tektonická struktura, vyplněná křemennou žilovinou s baryto-fluritovou mineralizací, má směr S-J a probíhá od Krásné Lípy na Staré Křečany. Toto nebilanční ložisko fluoritu a barytu (o mocnosti až 17 m) bylo nalezeno při geologickém mapování (OPLETAL – PošMOURNÝ 1973) a podrobně popsáno OPLETALEM, PošMOURNÝM a REICHMANNEM (1976). Na mylonitovou prokřemenělou zónu směru VSV-ZJZ jsou jv. od Tomášova vázány pinky a patrně i dávno opuštěné štoly (OPLETAL – NOVÁK – SKÁČELOVÁ 1997). Řada drobných křemenných žil sleduje zlomy a pukliny různých směrů.

## Tektonika

Nejstaršími tektonickými strukturami jsou drcené zóny směru V-Z, které zmiňuje už CHALOUPSKÝ (in KOPECKÝ et al. 1963) a dobře vymapoval KAFKA (1991). Jsou starší nežlužické doleritové žíly, které je místy využily k intruzi. Generelně se dá říci, že žilné horniny i terciérní bazalty využily k intruzi staré zlomy. Řada zlomových struktur ale byla několikrát zmlazena. Dokončené mapy ukazují poměrně velké množství zlomů, které se projevují zvláště v blízkosti lužického přesmyku. Vzhledem k obloukovitému průběhu přesmyku u Brtníků mají zde přičné zlomy vějířovité uspořádání. Zlomy lze rozdělit do tří kategorií: předkřídové v granitoidech, předkřídové kopírující se do křídy a pokřídové. Po lužickém přesmyku má největší význam zlom směru SV-JZ, který zapříčinil jeho ohyb téměř o 90°. Tento zlom s levostranným horizontálním pohybem (strike-slip) probíhá z území SRN do sz. okolí Brtníků a lužická porucha jej zde kopíruje. Severně od Brtníků je ale tento zlom posunut pravostranným horizontálním posunem směru SZ-JV o 4 km. Pak pokračuje sz. od obce Staré Křečany zase ve směru SV-JZ až ke křemennémuvalu u Rumburku.

## Geochemie

Při mapování bylo nově odebráno 70 vzorků různých typů hornin a výsledky studia byly prezentovány na konferenci v Bautzenu (ADAMOVÁ – OPLETAL 2001). Byly analyzovány nejen granitoidy, ale i žilné horniny, vulkanity a křídové sedimenty. Zde jsou ale prezentovány pouze výsledky studia 40 analyzovaných granitoidů.

Ze sledování obsahů poměru vybraných prvků granitoidů v řadě rumburský granit – brtnický granit – václavický granit (-granodiorit) – lužický granodiorit (subtyp Herrnhut) vyplývají tyto vztahy:

1. Dochází k poklesu obsahů  $\text{SiO}_2$  a  $\text{K}_2\text{O}$  a vzrůstu obsahu  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MgO}$  a  $\text{CaO}$ . Jen v lužickém granodioritu jsou si obsahy  $\text{K}_2\text{O}$  a  $\text{Na}_2\text{O}$  blízké, při slabé převaze  $\text{Na}_2\text{O}$ . Brtnické granite mají nejvyšší sumu alkálí (7,51–8,47 %), zejména  $\text{Na}_2\text{O}$ . Podle parametru A/CNK patří všechny horniny k peraluminiovému typu. Podle TAS diagramu (Cox et al. 1979, WILSON 1989) spadají rumburské a václavické granitoidy do pole granitu, brtnické granite do pole granitu a zčásti alkalického granitu. Lužické granodiority jsou v poli křemenných dioritů a granodioritů.

2. Srovnáním poměru  $\text{Zr}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Hf}/\text{Al}_2\text{O}_3$  a  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  s obecnými hodnotami pro granite a granodiority (WANG et al. 1986) vidíme, že všechny granitoidy jsou ochuzeny o Zr; rumburské a brtnické granite a částečně i václavické granite také o Ti. Většina lužických granodioritů odpovídá poměrem  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  hodnotám WANGA et al. (1986). Poměr  $\text{Hf}/\text{Al}_2\text{O}_3$  pro lužické granodiority (0,40–0,44) ukazuje, že jsou ochuzeny nejen o Zr, ale i o Hf a hodnotami odpovídají granitům.

3. Poměr  $\text{K}/\text{Rb} = 123$  pro rumburské granite je výrazně nižší než pro průměrné granite – 167 (RÖSLER – LANGE 1972). Poměr  $\text{K}/\text{Rb}$  (i  $\text{K}/\text{Cs}$ ) klesá se stoupající diferenciací hornin a bývá používán jako indikátor posledních stadií diferenciace; u granitoidů je okolo 230 a klesá pod 160 u tzv. diferenciovaných granitů. Nejvyšší hodnoty mají lužické granodiority – 193–298 (m = 248), zatímco brtnický granit 190–221 (m = 205).

4. Koncentrace Cr, Ni, Co, V, Cu a Zn jsou nízké v rumburských a brtnických granitech, ale zvyšují se v lužickém granodioritu. Stejný trend je patrný také u Zr, Ti a Ba. Granitoidy václavického typu jsou silně proměnlivé. Část vzorků má koncentrace stopových prvků (Zr, Y, V, Zn, Ni, Cr, Cu, Nb, Sb, Bi, Ba, Sr) odpovídající rumburským a brtnickým granitům a druhá je bližší bazičtějším lužickým granodioritům. Vzrůstající hodnoty poměru  $\text{Ti}/\text{Zr}$ ,  $\text{Zr}/\text{Nb}$  a  $\text{Ti}/\text{Nb}$  odrážejí stoupající bazicitu ve směru od rumburského granitu k lužickému granodioritu; nízké hodnoty  $\text{Ti}/\text{Nb}$  odpovídají více diferenciovaným horninovým typům. Výrazný rozdíl mezi graniotidy studované řady se projevuje také v poměru  $\text{Rb}/\text{Zr}$ . Rumburský granit má hodnotu  $\text{Rb}/\text{Zr} = 1,8$ , brtnický 1,3–1,35 a lužický granodiorit 0,42–0,83, při průměru 0,63. U václavického typu má granit hodnotu  $\text{Rb}/\text{Zr} = 1,53$ , zatímco bazičtější vzorek, bližší ke granodioritu má poměr 0,97.

5. Diagramy  $\text{Nb}$  vs  $\text{Y}$ ,  $\text{Rb}$  vs  $\text{Nb} + \text{Y}$  (podle PEARCE et al. 1984) a diskriminační diagram podle BACHELORA a BOWDENA (1985), používané při studiu tektonického prostředí,

řadí studované horniny k synkolizním granitoidům, event. granitoidů vulkanických oblouků.

6. Koncentrace Th a U v několika vzorcích granitoidů lužického masivu zhruba odpovídají klarkovým hodnotám pro daný litologický typ (ČADEK – MOLDAN 1983), event. jsou nepatrně nižší.

Celkově lze říci, že václavický typ je bližší lužickému granodioritu, zatímco brtnický granit rumburskému. Nejvíce homogenním typem je lužický granodiorit. Výsledky geochemického studia potvrzují názory OPLETALA, DOMECKÝ a VAVŘINA (1983), kteří předpokládali, že mladší rumburský granit pronikal do lužického granodioritu. Kontaminaci a resorpci tak vznikla řada lužický granodiorit – václavický granodiorit (až granit) – brtnický granit – rumburský granit. Hranice mezi jednotlivými typy graniotidů byly původně přechodního charakteru, ale dnes jsou většinou tektonické.

V uvedených publikacích lze nalézt další v článku použité citace.

## Literatura

- ADAMOVÁ, M. – OPLETAL, M. (2001): New geological mapping in the Czech part of the Lusatian Massif and its tectonic and geochemical implications. – Spec. Vol. „Tectonics & Magma 2001“ – Z. geol. Wiss., 29, 5/6, 445–453. Berlin.
- BATCHELOR, R. A. – BOWDEN, P. (1985): Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. – Chem. Geol., 48, 43–55. Amsterdam.
- COX, K. G. – BELL, J. D. – PANKURST, R. J. (1979): The interpretation of igneous rocks. – George, Allen and Unwin, London.
- ČADEK, J. – MOLDAN, B. (1983): Geochemické rozdělení prvků. In: SVOBODA, J. et al. (1983): Encyklopédický slovník geologických věd. – Academia, Praha.
- DOMECKA, K. (1968): Zpráva o geologickém mapování okolí Rumburka. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 1967, 52–54. Praha.
- (1970): Předvariské granitoidy Západních Sudet. – Sbor. geol. Věd., Geol., 18, 161–191. Praha.
- EBERT, H. (1935): Hornfelsbildung und Anatexis im Lausitzer Massiv. – Z. dt. geol. Ges., 87, 129–147. Berlin.
- EBERT, H. (1943): Das granitische Grundgebirge der östlichen Lausitz. – Hirzel, Leipzig.
- ECKHARDT, P. (1992): Vymezení výskytu brtnické žuly a její posouzení z hlediska použití pro dekorativní účely. – Dipl. práce, MS Karl. Univ. Praha.
- FEDIUK, F. – LOSERT, J. – RÖHLICH, P. – ŠILAR, J. (1958): Geologické poznámy území podél lužické poruchy ve Šluknovském výběžku. – Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd, 6. Praha.
- FEDIUK, F. – OPLETAL, M. – VAVŘÍN, I. (2001): Bazaltoidní žily v lipovském granodioritu na Šluknovsku – terciérní či kadomské? – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2000, 100–102. Praha.
- HAMMER, J. – EIDAM, J. – RÖBER, M. – EHLING, B. C. (1999): Prävariskischer und variskischer granitoider Magmatismus am NE-Rand des Böhmischen Massivs – Geochemie und Petrogenese. – Z. geol. Wiss., 27, 5–6, 401–415. Berlin.
- HERRMANN, O. (1893): Erläuterungen zur geologischen Karte von Sachsen im Maßstab 1 : 25 000. Nr. 70. Blatt Schirgiswalde – Schluckenau. – Leipzig.
- HERRMANN, O. – BECK, R. (1887): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Königreichs Sachsen. Section Hinterhermsdorf – Daubitz, Blatt 86. – 1–53. Leipzig.
- CHALOUPSKÝ, J. (1962): Konglomeráty v krkonošském krystaliniku. – Sbor. Ústř. geol., Geol., 28, 143–190. Praha.
- JOKÉLY, J. (1859): Verhältnisse der nordwestlich Ausläufer des Riesengebirges und der Gegend von Rumburg und Hainspach. – Jb. Geol. Reichanst. Wien.