Pegmatity s molybdenitem u Skalska na Jílovsku, Česká republika - historie, geologie a mineralogie

The pegmatites with molybdenite near Skalsko on the Jílové area, Czech Republic - history, geology and mineralogy

Petr Morávek[1)], Jiří Litochleb[2)], Jiří Sejkora[2)] a Radek Škoda[3)]

[1)] 1. máje 296, 254 01 Jílové u Prahy
[2)] Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1
[3)] Přírodovědecká fakulta, Masarykova Universita, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Morávek P., Litochleb J., Sejkora J., Škoda R. (2010): Pegmatity s molybdenitem u Skalska na Jílovsku, Česká republika - historie, geologie a mineralogie. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **18/2**, 1-22. ISSN: 1211-0329.

Abstract

This paper summarizes historical knowledge of pegmatite occurrences in the vicinity of the Skalsko near Jílové u Prahy (central Bohemia, Czech Republic) and presents the results of a new field and laboratory research. The granite pegmatites near Skalsko were subject of intensive mining of feldspar for ceramic industry especially during the 19th century. The pegmatites are spatially and genetically bound to western part of Hercynian intrusion of biotitic granodiorite of the Požáry type (I - type granite), which forms a part of Central Bohemian Plutonic Complex. Pegmatites, similary as aplites and aplitic granites, usually form subhorizontal embedded bodies with zonal structure with a predominance of granitic and blocky units. A part of pegmatite veins is characterized by anomalous accumulations of molybdenite (average content of about 0.19 wt. % Mo) and thus represents a unique type of Mo ores in the Bohemian Massif, although having a limited extent.

Pegmatites have relatively simple mineral composition: K-feldspar, albite, quartz, molybdenite, biotite, occasionally muscovite, apatite and rarely tourmaline. The presence of coarse- and fine-grained aggregates of molybdenite and thinly columnar aggregates of apatite is characteristic. The dominant older K-feldspar (with content up to 3.97 wt. % BaO) is intensive replaced by younger much Ba-richer (4.43 - 9.81 wt. % BaO) K-feldspar. Ba-rich K-feldspar also contains very tiny barite grains. The occurrence of abundant monazite-(Ce) and xenotime-(Y) grains (up to 100 μm in size) is characteristic for aggregates of fluorapatite (with various REE contents). The rare zonal garnet corresponds to Mn-rich almadine with higher content of spessartite component (42 - 43 mol. %) in marginal parts of its aggregates. Biotite (annite) contains higher concentration of Ba (about 0.4 wt. % BaO) and low F (about 0.5 wt. %).

The flat to dome embedded pegmatite bodies are formed by predominant older granitic and younger block units, sometimes in asymmetrically repeated positions. The structure of pegmatite bodies indicates their origin in flat fissures with an extense character; sometimes with fuzzy transition between magmatic and hydrothermal stages. Older authors mostly assumed the molybdenite origin in younger hydrothermal stage (and only spatial relation of molybdenite and pegmatites); the results of this new study confirmed that molybdenite is an integral part of pegmatites. Pegmatites from the vicinity of Skalsko has some features of NYF pegmatites (low P in feldspars, elevated Y in garnet) with specified molybdenite enrichment.

Key words: *granitic pegmatites, history, geology, genesis, mineralogy, molybdenite, K-feldspar, apatite, Central Bohemian Plutonic Complex, Požáry type, Skalsko, the Jílové area, central Bohemia, Czech Republic*

Úvod

Výskyty pegmatitů v oblasti středočeského plutonického komplexu hercynského stáří jsou rozmístěny velmi nerovnoměrně - hojně vystupují zejména při jeho jižní okrajové části na Písecku, Horaždovicku aj., zatímco severní část je na pegmatity většinou chudá. Poněkud častěji jsou přítomny pouze v nejmladších intruzívních tělesech celého plutonického komplexu, v požárském granodioritu/trondhjemitu a říčanském granitu. V požárském biotitovém granodioritu jsou výskyty pegmatitů situovány zejména v rozsáhlém hornopožárském lesním komplexu mezi Pohořím, Skalskem a Těptínem, východně od Jílového u Prahy (ve starší literatuře pod označením Skalsko nebo Kněží hora). Zejména v 19. století byla v této oblasti povrchovou těžbou několika pegmatitových těles získávána živcová surovina pro porcelánky. Hojný výskyt molybdenitu na jedné z těchto lokalit západně od Skalska představuje sice ložiskově neperspektivní (Píša et al. 1986), ale zcela ojedinělý typ Mo - rud v Českém masívu a u nás jediné známé pegmatitové ložisko molybdenitu (Bernard 1965; Sattran et al. 1966; Bernard, Pouba et al. 1986). Také Koutek (1964) zdůrazňuje výjimečnost molybdenitového pegmatitu u Jílového (Skalsko). V žádné z významných pegmatitových oblastí Českého masívu s historickou těžbou živcové suroviny se s molybdenitem takřka vůbec nesetkáme (Bernard 1965). Výjimkou jsou hojné, ale jen mineralogické výskyty molybdenitu, jako pozdního hydrotermálního minerálu, v pegmatitech žulovském masivu a jeho pláště v okolí Žulové a Černé Vody ve Slezsku (Staněk, Kalášek 1953; Staněk 1981; Losos et al. 1994, 1998 aj.). Přesto pegmatitům z okolí Skalska byla v odborné literatuře věnována jen malá pozornost - ve starším období byly stručně popsány Reussem (1799),

Babánkem (1872), Klvaňou (1886), Rosickým (1901) a Kratochvílem (1912), jsou evidovány Kratochvílem (1963) a krátce zmiňovány Morávkem (1954, 1961), Lázničkou (1965, 1967), Čechem a Staňkem (1969) a Čechem (1981). Podrobněji se jimi jako potenciálním zdrojem Mo - suroviny zabýval Rus (1955a,b). Nově v rámci své diplomové práce studovala Fenclová (2010) v křemeni blokové jednotky skalských pegmatitů fluidní inkluze.

Vzhledem k postupným aplanacím povrchových pozůstatků po historické těžbě, obtížné dostupnosti starších prací a zejména nepublikovaných zpráv pokládáme za účelné shrnout výsledky dřívějších prací a jejich doplněním o mineralogicko-petrologický výzkum podat o těchto lokalitách ucelený přehled.

Historický přehled

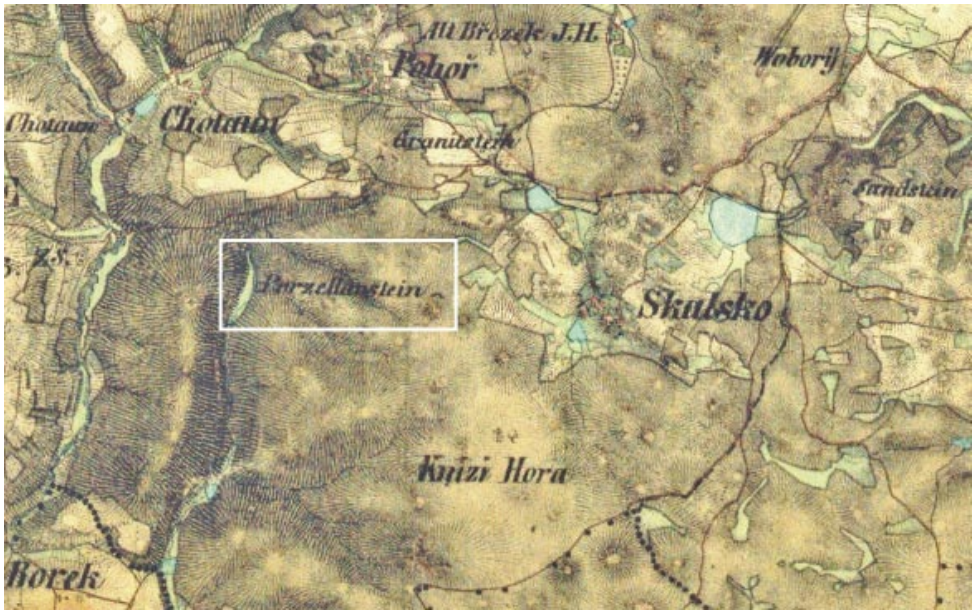
Přestože dodnes zachované povrchové pozůstatky v lesním komplexu v. od Jílového u Prahy v okolí Skalska (obr. 1) svědčí o poměrně velkém rozsahu těžby živcové suroviny z pegmatitových těles, nejsou okolnosti počátku a průběhu dobývacích prací, údaje o množství vytěženého živce, těžařích a odběratelích suroviny z dostupných pramenů úplně známy.

První zpráva o granitoidním území v okolí Kněží hory a nalezištích živce u Skalska a Těptína pochází z konce 18. století. Reuss (1799) popisuje výskyt masově červeného živce v doprovodu stébelnatého „tremolitu“ (patrně apatitu) při cestě z Kněží hory do Těptína a zmiňuje i kutací práce. Z lokality „Radocz“ u Těptína uvádí červený živec, kouřový křemen a biotit. Na historické mapě druhého vojenského mapování z let 1836 - 1852 je v místě Bílé skály z. od Skalska již vyznačen lom s označením *Porzellanstein* (obr. 2). Z práce Bělohoubka (1879) jsou známy i první kvantitativní chemické analýzy (z let 1868 - 1871) kusového načervenalého živce (ortoklasu) z okolí Jílového (vzorek A z Kamenného Přívozu, vzorek B bez bližší lokalizace). Chemické složení živce bylo zkoumáno za účelem jeho využití jako hnojiva v zemědělství. Probíhající těžbu živce na území mezi Skalskem, Kamenným Přívozem a Kamenným Újezdcem popisuje Babánek (1872) včetně zajímavých mineralogických nálezů. Klvaňa (1886) zmiňuje *„při kutění po živci“* nálezy drúzových dutin s velkými krystaly záhnědy a morionu a křemen - ortoklasové žiloviny s vějířovitě lupenitými, né příliš hojnými jemnozrnnými agregáty molybdenitu. Současně připomíná, že velké kusové partie světle červenožlutého živce se vyvážejí na *„dělání porcelánu“*. K ukončení těžby dochází patrně na přelomu 80. a 90. let 19. století, neboť Katzer (1896) ve své studii o českém živcovém průmyslu těžbu na Jílovsku (na rozdíl od ostatních lokalit v Čechách) neuvádí. Rosický (1901) ve své petrografické studii zmiňuje již bývalé lomy poblíže Skalska, *„kdež z hrubozrnných aplitů vybírán byl do nedávna živec značným množstvím a do továren na porculán dodáván“*. Dále v hrubozrnném aplitu opticky a chemicky identifikoval až 1.5 cm dlouhé a tence sloupcovité krystaly zelenavého apatitu (patrně Reussův „tremolit“). Nutno připomenout, že prof. J. L. Barvíř, na svoji dobu velký znalec geologie a petrografie Jílovska, se problematikou pegmatitů v širším okolí Kněží hory téměř nezabýval s výjimkou stručných a okrajových zmínek ve svých článcích z let 1901, 1902 a 1929. Posléze bývalé těžební lokality v okolí Skalska upadají v zapomnění. Vachtl (1934) jen zmiňuje, že staré žulové lomy jsou také j. od Pohoří v lesích Kněží hora a Palečník se špatnou komunikační dostupností. Rozsah zbytků po historické těžbě zachycuje podrobná mapa J. Fiedlera z roku 1950 (obr. 3). Poslední geologicko-průzkumné práce byly provedeny počátkem 50. let 20. století (Rus 1955a,b) a v roce 1960 (Morávek 1961). Podrobnosti jsou uvedeny v dalším textu článku.

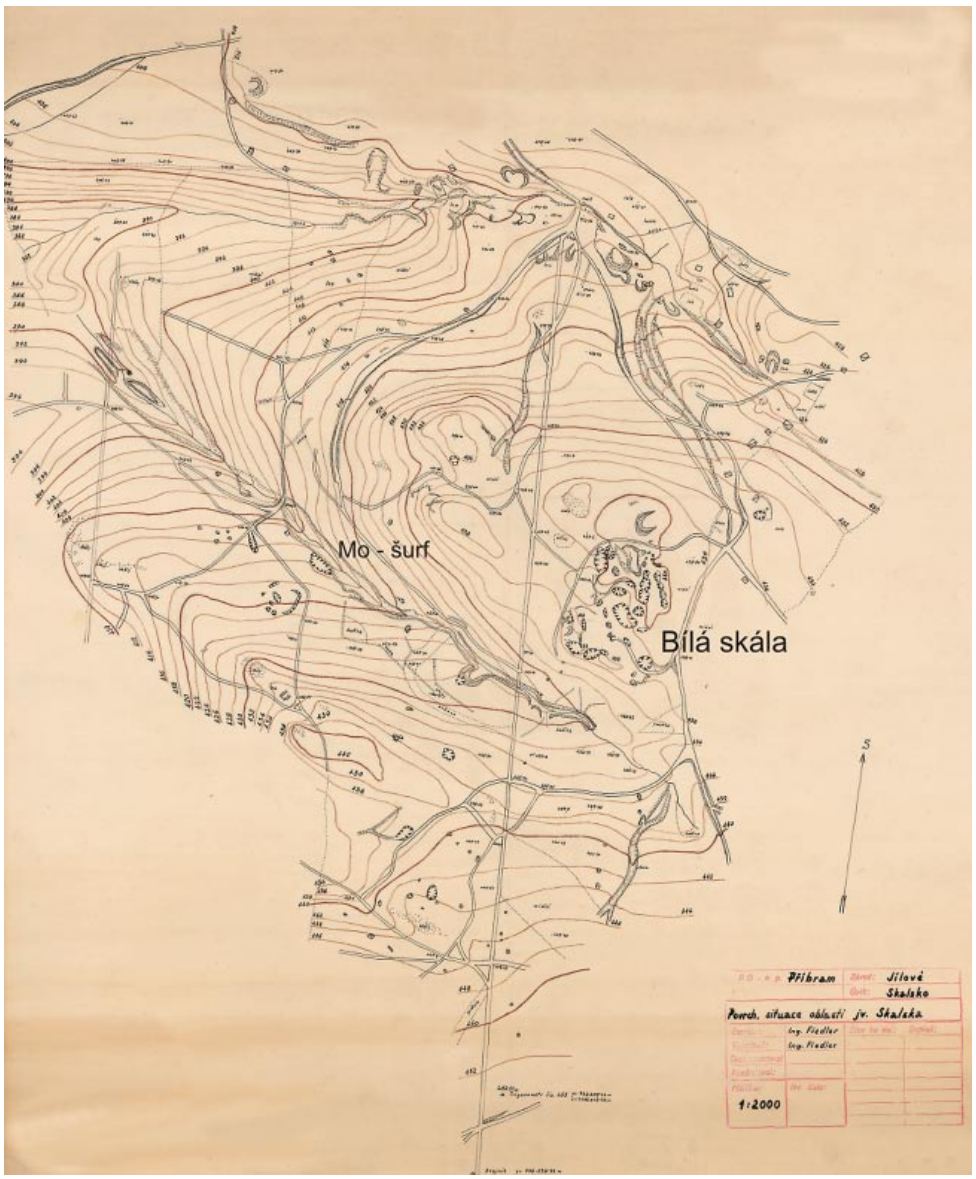
Jednou z neodpovězených otázek je, kam byla vytěžená živcová surovina dodávána. V minulosti byly granitické pegmatity téměř jediným zdrojem glazurového živce. Předmětem zájmu proto byly především hrubozrnné (blokové) živce s vysokým podílem ortoklasové složky. Těžba byla prováděna od konce 18. století povrchovým způsobem s ručním tříděním suroviny (Grym 1983). Koncem 18. a v první polovině 19. století došlo v Čechách k prudkému rozmachu manufakturní výroby keramiky a porcelánu a to i v destinacích často mimo zdroje většiny potřebných surovin, zejména keramických jílů a živce. Do té doby byly výrobky z kameniny a porcelánu z velké části dováženy z ciziny, hlavně z Anglie. V roce 1791 vznikly ve středních Čechách dvě velké manufaktury na kameninu - v Týnci nad Sázavou a Praze.

Týnecká manufaktura byla v roce 1791 založena

Obr. 1 *Území výskytu pegmatitů v okolí Skalska (podle www.mapy.cz).*



Obr. 2 *Bílá Skála - lom Porzellanstein. Výřez z historické mapy z 1. poloviny 19. století (podle www.mapy.cz).*



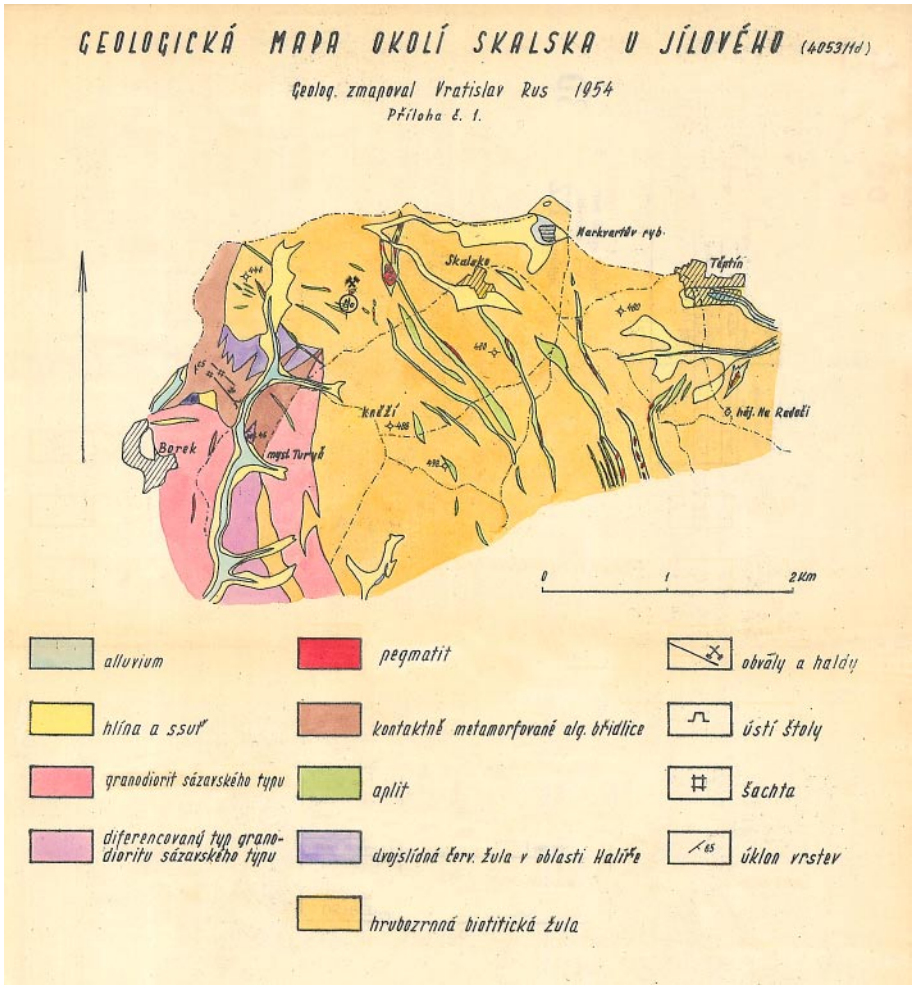
Obr. 3 *Povrchová situace oblasti jv. Skalska s vyznačením zbytků starých těžebních prací na živec (Fiedler 1950 in Rus 1955a).*

Františkem Josefem hrabětem z Vrtby a první provozovny (včetně ručního mlýna na glazuru) byly umístěny v prostorách středověkého týneckého hradu. Podle zmínek v monografii Reusse (1799) lze předpokládat dodávky glazurového živce z okolí Skalska a Těptína právě do nepříliš vzdálené týnecké manufaktury. V roce 1801 manufaktura získala zemské oprávnění (K. k. priv. Graf Fr. Wrtbysche Teinitzer Steingutfabrigue) a v roce 1812 byla vybudována nová rozsáhlá tovární budova (dnes objekt Společenského centra Týnec). Po smrti hraběte z Vrtby v roce 1830 pokračoval ve výrobě kameniny Jan Karel kníže z Lobkowic. Narůstající konkurence, náklady na dopravu surovin i zboží (Týnec neměl v té době přímé silniční spojení s Prahou) a na palivové dřevo vedly od roku 1850 k úpadku výroby a v roce 1865 k ukončení výroby kvalitní týnecké kameniny (Tywoniak 1987; Tywoniak, Herda 1986; Pleva 2005; http://www.tynec.zborenykostelec.cz/kamenina_historie/kamenina_expozice.htm).

Těžba živcové suroviny na lokalitách v komplexu hornopožárského lesa ale pokračovala dále (viz Babánek 1872). Glazurový živec byl patrně dodáván do pražské keramické továrny, zmiňované Katzerem (1896). První pražská továrna na porcelánové zboží byla založena v roce 1791 pražskými měšťany V. a K. Kunerlem, J. I. Langem a J. E. Hübelem. Její existenci potvrdil záchranný výzkum v roce 1980 při stavbě vestibulu stanice metra trasy B Na Florenci (Brzobohatý, Špaček 1983 in Brunnerová 2001). V roce 1842 byla porcelánka přestěhována na Smíchov (majitel K. L. Kriegel) a výroba zde pokračovala až do roku 1896 (viz Katzer 1896). Další továrny na jemnou keramiku vznikly v roce 1820 v Lahovicích a 1821 ve Strnadech u Zbraslavi (kníže Oettingen-Wallenstein) (Brunnerová 2001). Potvrzení výše uvedených úvah o dodávkách živcové suroviny do keramiček v Týnci nad Sázavou a Praze by si vyžádalo podrobné archivní studium nad rámec této práce.

Geologické poměry

Oblast výskytu pegmatitů v širším okolí Skalska leží v západní okrajové části tělesa požárského biotitového granodioritu/trondhjemitu, cca 1 až 4 km od jeho styku s komplexem metamorfovaných vulkanosedimentárních hornin jílovského pásma. V nejvýchodnější části tohoto komplexu vystupuje úzký pruh biotitových rohovců, který se v oblasti Halířů rozšiřuje na cca 1.5 km širokou kru, zakleslou do granitoidů středočeského plutonického komplexu. Tato kra, ve které je situováno nejvýchodnější pásmo zlatonosných křemenných žil jílovského revíru zsz. - vjv. směru (Rus 1955a,b; Morávek 1971; Loun, Kučera 2005), leží na linii rozhraní dvou typů granitoidů - staršího amfibol-biotitového granodioritu až tonalitu sázavského typu v jižní části a mladšího biotitového granodioritu/trondhjemitu požárského typu v severní části. Oba tyto typy jsou odlišné nejen svým stářím a chemickým složením (viz Holub et al. 1997; Breiter, Sokol 1997), ale také doprovodem žilných hornin. Zatímco sázavský granodiorit, náležející do skupiny vápenatoalkalických granitoidů (CA), je pronikaný četnými žilami lamprofyrů a porfyritů převážně v. - z. směru a aplity/pegmatity v něm vystupují zcela ojediněle, požárský granodiorit, náležející do skupiny Ca-bohatých a K-chudých acidních granitoidů (CaG), hostí pouze nehojné tenké žíly minet, zato aplity místy provázené pegmatity jsou v něm mnohem častější (Skalsko, Těptín, Pohoří, Kamenný Přívoz aj.). Požárský granodiorit současně odpovídá čistému I-typu granitoidu (Holub et al. 1997).



Obr. 4 *Geologická mapa okolí Skalska (Rus 1955a).*

Území výskytu aplitů a pegmatitů v okolí Skalska a Těptína mapoval Rus (1955a) v měřítku 1: 25 000 (obr. 4). Aplity a aplitické žuly této oblasti charakterizuje jako ostře ohraničené žíly nebo čočkovitá a smouhovitá tělesa sz. - jv. až ssz. - jjv. směru, místy též s. - j. až sv. - jz. směru s velmi nepravidelným úklonem od strmě upadajícího k Z po plochý až horizontální a s kolísající mocností od několika cm až po desítky m. Na tyto aplity jsou místy vázány výskyty pegmatitů, jejich mocnost je ve srovnání s aplity výrazně menší (nejvýše několik metrů). Obdobná smouhovitá aplitická tělesa, ovšem podstatně menšího rozsahu a s pouze

ojedinělým výskytem pegmatitů, popisují Orlov (1935), Hejtman (1941) nebo Čepek a Koutek (1941) z biotitového granodioritu v požárském lomu. Z lomu „Ve Vrchu" u Prosečnice zmiňují Čepek a Koutek (1941) starší nález pegmatitového hnízda o velikosti cca 1.5 m^3, které obsahovalo velké krystaly černého turmalínu a závalky pyritu a pyrhotinu. Z Požárů jsou též známy i velké krystaly záhnědy (Slavíková 1933). Podle Palivcové et al. (1967) má světlý biotitický typ požárského granodioritu tendenci k vývoji pegmatitových hnízd s turmalínem a také molybdenitem. Je tak nutno opravit konstatování Chába et al. (2008, s. 193), že říčanský biotitický granit je jedinou horninou středočeského plutonického komplexu, která obsahuje pegmatitová hnízda.

Naše revizní práce byly soustředěny na tři nejvýznamnější pegmatitové lokality: Bílou skálu a blízký tzv. „molybdenitový šurf" západně od Skalska (v článku používán původní název lokality z období geologického průzkumu v 50. letech 20. století) a na menší pegmatitové těleso severně od hájovny Na Radoci jižně od Těptína.

Metodika revizního výzkumu

V rámci revizního výzkumu byla provedena rešerše všech dostupných literárních pramenů a archivních materiálů, uložených v Geofondu Praha a ve středisku v Jílovém u Prahy. Souběžně byla uskutečněna terénní revize povrchových pozůstatků po těžbě živce v okolí Skalska a Těptína a odběr vzorků z odvalového materiálu těžebních jam a lůmků (2006 - 2008). Pro texturně paragenetický a laboratorní mineralogický výzkum byly využity sbírkové fondy Národního muzea, Regionálního muzea v Jílovém u Prahy, dokumentační vzorky P. Morávka a vzorky nově odebrané při terénní revizi.

Povrchová morfologie vzorků byla sledována v dopadajícím světle pomocí optického mikroskopu Nikon SMZ1500, který byl vedle separace vzorků na další výzkum použit i k pořízení fotografií. Chemické složení bylo kvantitativně sledováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta, MU Brno) za využití vlnově disperzní analýzy při napětí 15 kV. Jednotlivé skupiny minerálů byly studovány při následujících podmínkách:

živce: proud 10 nA, průměr svazku elektronů 2 μm; použité standardy: Kα: albit (Na), fluorapatit (P), sanidin (Si, Al, K), grossular (Ca), andradit (Fe); Lα: $SrSO_4$ (Sr) a baryt (Ba).

fluorapatit: proud 10 nA, průměr svazku elektronů 6 μm; použité standardy: Kα: albit (Na), almadin (Si), grossular (Al), Mg_2SiO_4 (Mg), fluorapatit (Ca, P), sanidin (K), NaCl (Cl), spessartin (Mn), hematit (Fe), gahnit (Zn), topaz (F), vanadinit (V), $SrSO_4$ (S); Lα: lammerit (As), $SrSO_4$ (Sr), baryt (Ba), YAG (Y), $LaPO_4$ (La), $CePO_4$ (Ce); Lβ: $NdPO_4$ (Nd).

granáty: proud 20 nA, průměr svazku elektronů 1 μm; použité standardy: Kα: albit (Na), spessartin (Al, Mn), sanidin (K), chromit (Cr), titanit (Ti), fluorapatit (P), almadin (Si, Fe), pyrop (Mg), grossular (Ca), vanadinit (V), topaz (F); Lα: YAG (Y).

monazit a xenotim: proud 20 nA, průměr svazku elektronů 2 μm; použité standardy: Kα: $LaPO_4$ (P), spessartin (Si), almadin (Al), brabantit (Ca), rodonit (Mn), andradit (Fe), baryt (S), $ScVO_4$ (Sc); Lα: InAs (As), $SrSO_4$ (Sr), YAG (Y), $LaPO_4$ (La), $CePO_4$ (Ce), $DyPO_4$ (Dy), YErAG (Er); Lβ: NdF_3 (Nd), PrF_3 (Pr), $SmPO_4$ (Sm), GdF_3 (Gd); Mα: brabantit (Th), PbS (Pb) a Mβ: U (U).

slídy: proud 10 nA, průměr svazku elektronů 5 μm; použité standardy: Kα: albit (Na), sanidin (Si, Al, K), Mg_2SiO_4 (Mg), grossular (Ca), chromit (Cr), titanit (Ti), Mn_2SiO_4 (Mn), almadin (Fe), Ni (Ni), NaCl (Cl), topaz (F), vanadinit (V), gahnit (Zn); Lβ benitoit (Ba).

Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulkách, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.02 - 0.05 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Pegmatity na Bílé skále

Pegmatity na této lokalitě byly hlavním místem historické těžby v celé oblasti. Vystupují na nevýrazné terénní kótě 440 m n. m., kde na ploše cca 100 x 70 m byly těženy povrchovým způsobem (obr. 6, 7), v okrajových částech pegmatitového tělesa též krátkými úpadními dobývkami (obr. 8). Užitkovou surovinou byl pouze živec, který byl ručně vybírán z blokové jednotky pegmatitu; podle současníka těžebných prací Babánka (1872) se *„živec vyskytoval ve značně čistých masách a v množství více kubických sáhů*". Množství vytěženého živce ani jeho odběratele se zatím nepodařilo zjistit (viz výše v textu). Křemen byl spolu s nevytříděným křemen - živcovým materiálem deponován jako odpad na postranní odvaly, takže na nich dnes převládá; příležitostně byl též používán na štěrkování okolních lesních cest. Množství křemene na odpadních haldách odhadoval Rus (1955b) na cca 100 t. Důlním závodem SRD Jílové u Prahy bylo v roce 1950 expedováno několik aut ručně tříděného haldového křemene jako suroviny pro výrobu glazur do podniku Concordia v Lesově, menší množství bylo vytříděné také v roce 1960 (obr. 5).

V souvislosti s průzkumem blízkého pegmatitového tělesa s molybdenitem byla počátkem 50. let 20. století

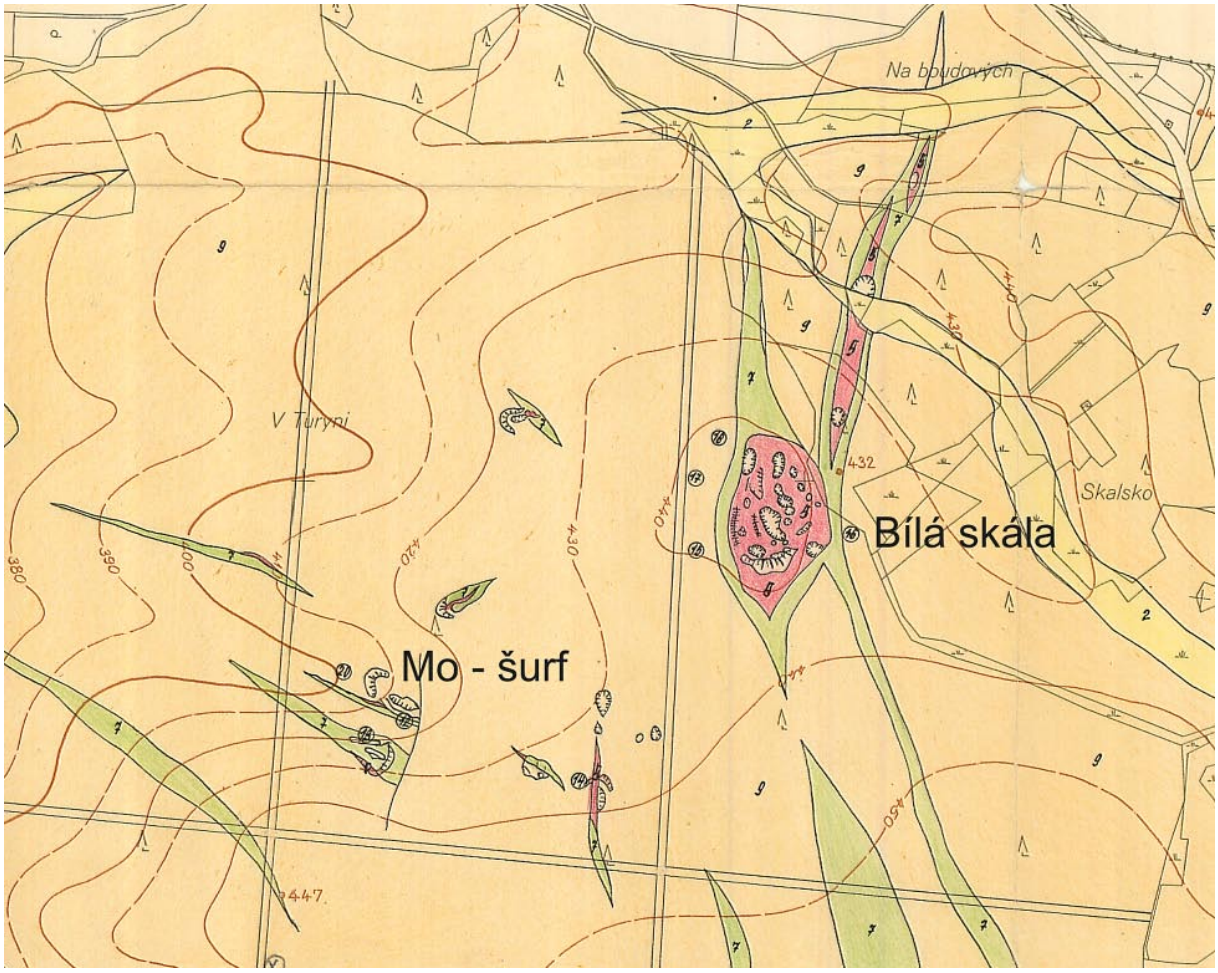
Obr. 5 *Bílá skála - P. Morávek podává instrukce žákům jílovské školy pro třídění křemene z materiálu starých hald, 1960, archiv P. Morávka.*

orientačně zkoumána i lokalita Bílá skála (Rus 1955a,b). Geologickou situaci celé oblasti znázorňuje podrobná mapa (obr. 9). Vedle několika rýh a mělkých sond byly v těsném okolí v minulosti těženého pole na Bílé skále provedeny 4 svislé jádrové vrty do hloubky 11 - 17 m. Tyto ověřovací práce potvrdily téměř úplné vydobytí z povrchu známého pegmatitového tělesa, jeho čočkovitý charakter a velmi ploché až kopulovité uložení s okraji vykliňujícími do stran; celková mocnost pegmatitu byla odhadnuta 5 - 8 m. Další pegmatitové těleso v jeho podloží nebylo provedenými vrty zjištěno. Podle hloubky těžebních jam ve střední části však Rus (l. c.) uvažoval na možnou přítomnost mocnější strmé pegmatitové žíly, jako přívodní dráhy ploše uloženého těženého tělesa. Vzhledem k zájmu průmyslu o křemen vysoké kvality z této lokality provedl závod Rudných dolů v Jílovém u Prahy v roce 1960 několik ověřovacích šachtic a dva jádrové vrty: vrt VS 1 do hloubky 25 m, situovaný ve střední části v minulosti těženého tělesa a vrt VS 2 do hloubky 28.5 m, situovaný při jeho okraji (obr. 10). Zhodnocení zachované dokumentace těchto průzkumných prací (Rus 1955; Morávek 1961), doplněné novým studiem skalních odkryvů v několika dosud částečně přístupných úpadních dobývkách v okrajových částech povrchově těženého tělesa, umožnilo zpřesnění minerálního složení, faciálního vývoje a stavby tohoto hlavního

↑
↑
Obr. 6 *Bílá skála - současná povrchová situace centrální části starého lomu. Foto J. Litochleb, srpen 2006.*

↑
Obr. 7 *Bílá skála - okrajová část starého lomu. Foto J. Litochleb, srpen 2006.*

Obr. 8 *Bílá skála - ústí úpadní dobývky při sz. okraji lomu. Foto J. Litochleb, srpen 2006.*



Obr. 9 *Geologická mapa oblasti lokalit Bílá skála a „molybdenitový šurf" (výsek z geologické mapy 1: 5 000; Rus 1955a). Vysvětlivky viz obrázek 4.*

Obr. 10 *Bílá skála - povrchová situace starých těžebních prací na živec (Fiedler 1950 in Rus 1955a) se situováním jádrových vrtů č. 3, 4, 5 a 6 (Rus 1955b), VS 1 a VS 2 (Morávek 1961) a linie příčného řezu A-A´.*

pegmatitového výskytu v oblasti Skalska.

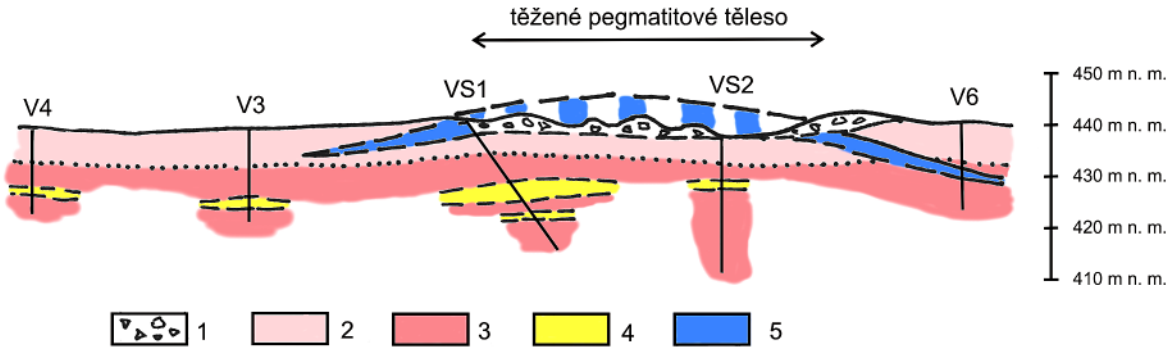
Na stavbě pegmatitového tělesa na Bílé skále se podílejí dvě jednotky: jemně až středně zrnitá aplitická až granitická jednotka a bloková jednotka. Starší aplitická až granitická jednotka je téměř výhradně tvořena ortoklasem pleťové barvy, křemen a drobně lištovité agregáty biotitu tvoří zcela nepodstatnou součást. Místy, zejména v křemeni a někdy i v ortoklasu blokové jednotky, je přítomný apatit světle šedozelené barvy v podobě tence jehlicovitých, někdy paprsčitých nebo hrubě sloupcovitých agregátů o délce až 7 cm (obr. 11). V hlavní mléčně bílé hmotě masívního křemene jsou místy vyvinuté partie téměř bezbarvého, místy až záhnědovitého křemene. Krystaly záhnědy až morionu z období starých těžebných prací (obr. 12) odtud popisuje Babánek (1872). Slídy v blokovém pegmatitu nejsou časté. Biotit tvoří hrubě lupenité agregáty, ojediněle přítomný muskovit v podobě drobně lupenitých paprsčitých agregátů vyplňuje pukliny nebo drobné dutiny v K-živci. Rus (1955b) zmiňuje na této lokalitě i nehojný výskyt molybdenitu, který byl nově nalezen zcela ojediněle. Voštinovité dutiny po jeho supergenní přeměně, hojně přítomné v haldovém materiálu pegmatitového tělesa „molybdenitového šurfu“, nebyly rovněž nalezeny.

Obr. 11 *Sloupcovité krystaly fluorapatitu zarůstající do šedého křemene, Bílá Skála. Šířka obrázku 8 cm, foto J. Sejkora.*

Obr. 12 *Krystal záhnědy z dutiny pegmatitu, Skalsko. Šířka obrázku 12 cm, foto J. Sejkora.*

V křemeni blokové jednotky jsou často patrné až několik mm široké bělavé pruhy s rozplývavými okraji, paralelního průběhu nebo ve dvou až třech vzájemně se křížících směrech, dané nahromaděním plynokapalných uzavřenin, což potvrdil detailní výzkum Fenclové (2010). Pruhy fluidních inkluzí nevykazují sepjetí s mladší tektonikou a jejich tvorba souvisela s podmínkami krystalizace křemenné hmoty.

Uložení obou jednotek v minulosti těžené střední části pegmatitového tělesa bylo téměř horizontální. Úklony zjištěné v jeho okrajových částech - v úpadních dobývkách na SZ s upadáním 5 - 10° k Z a podle situace vrtu č. 6 na V s obdobným upadáním v. směrem - ukazují na kopulovitou stavbu celého tělesa (obr. 13). Bloková jednotka v dnes přístupných okrajových výchozech tvoří v hlavní mase živcového pegmatitu ploše uložené polohy o mocnosti od několika cm do cca 0.5 m; v minulosti těžené střední části tělesa však dosahovala mocnosti několika metrů (Rus 1955a,b; Morávek 1961). Hranice mezi polohami granitické a blokové jednotky je sice výrazná, avšak neostrá. V její blízkosti dochází ke hrubnutí zrn aplitické až granitické jednotky, často za metasomatického vzniku



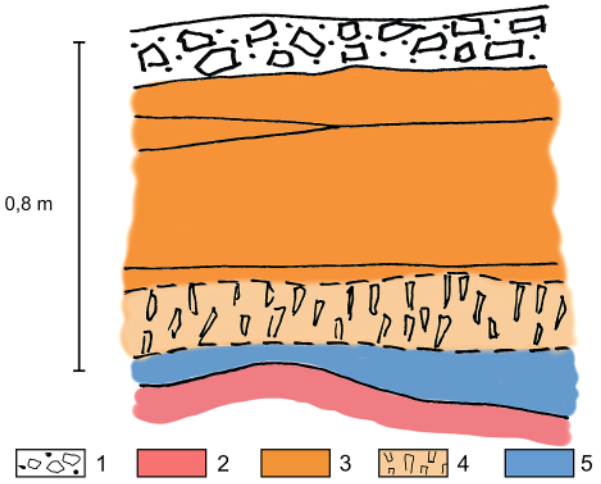
Obr. 13 *Kopulovitá stavba pegmatitového tělesa na lokalitě Bílá skála v linii příčného řezu A - A´.*

ke kontaktu kolmo orientovaných živcových metakrystalů až několik cm velkých, zároveň se zvyšuje podíl křemene. V této přechodové části jsou místy přítomny i výrazné lištovité agregáty biotitu o délce 2 - 3 cm, orientované rovněž kolmo ke kontaktu. Na bezprostředním kontaktu mezi oběma hlavními typy pegmatitu bývá občas vyvinuta zóna hrubě písmenkového pegmatitu, tvořená draselným živcem prorůstaným vertikálně orientovanými ichtyoglypty křemene o délce až několika cm (obr. 14).

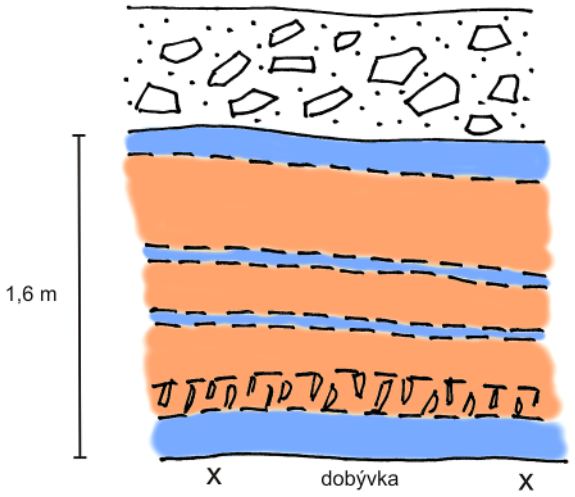
Ve studovaných okrajových částech pegmatitového tělesa převládá jemně až středně zrnitá aplitická až granitická jednotka. Přítomností několika ploše uložených poloh blokového pegmatitu mocných až několik dm získává celé pegmatitové těleso místy téměř paralelní stavbu, která však není symetricky zonální. Výraznější blokové polohy jsou vyvinuty jak ve svrchní, tak i spodní části celého pegmatitového tělesa (obr. 15). Kontakty pegmatitu s okolním granodioritem jsou stávajícími odkryvy zastiženy pouze výjimečně. V úvodní části šikmého vrtu VS 2 postupně přechází nejspodnější část aplitické až granitické jednotky do hrubozrnného granodioritu. Přítomnost několika neostře ohraničených subhorizontálních poloh s hrubě lupenitým biotitem dává i této přechodné zóně paralelní smouhovitou stavbu. I v hlubším podloží hlavního pegmatitového tělesa, v biotitovém granodioritu, byly zjištěny subhorizontální smouhovité zóny s metakrystaly draselného živce mocné až několik metrů.

Svislý jádrový vrt VS 1 o hloubce 25 m, provedený v centru těženého pole, neověřil pegmatit obdobný povrchově těženému tělesu, ani Rusem (l. c.) předpokládanou strmou pegmatitovou žílu. Byl zastižen pouze granodiorit s několika tenkými, neostře omezenými subhorizontálními polohami porfyrického charakteru, obdobně jako ve vrtu VS 2 (viz obr. 13). Podél strmé a zejména ploché puklinatosti je granodiorit místy slabě alterovaný. Ve výplni několika několika strmých i subhorizontálních, ostře omezených pegmatitových/aplitových žilek cm mocnosti byly vedle křemene a draselného živce zjištěny i drobné agregáty magnetitu, pyritu a pyrhotinu (v hloubce 15 - 24 m). Výskyt drobnozrnných agregátů těchto sulfidů, ojediněle v asociaci s molybdenitem a chalkopyritem (1 - 5 mm), byl místy zjištěný i v nepřeměněném biotitovém granodioritu.

Mladší žilky aplitu až drobně zrnitého nebo písmenkového pegmatitu strmého nebo kosého pruběhu s ostře vymezenými okraji nebo až nepravidelně rozplývavého charakteru byly na řadě míst zjištěny i v blokovém pegmatitu hlavního tělesa. Dosahují nejvýše cm mocnosti. Svým minerálním složením jsou obdobné hlavnímu pegmatitu (draselný živec, křemen), místy však mají miaro-



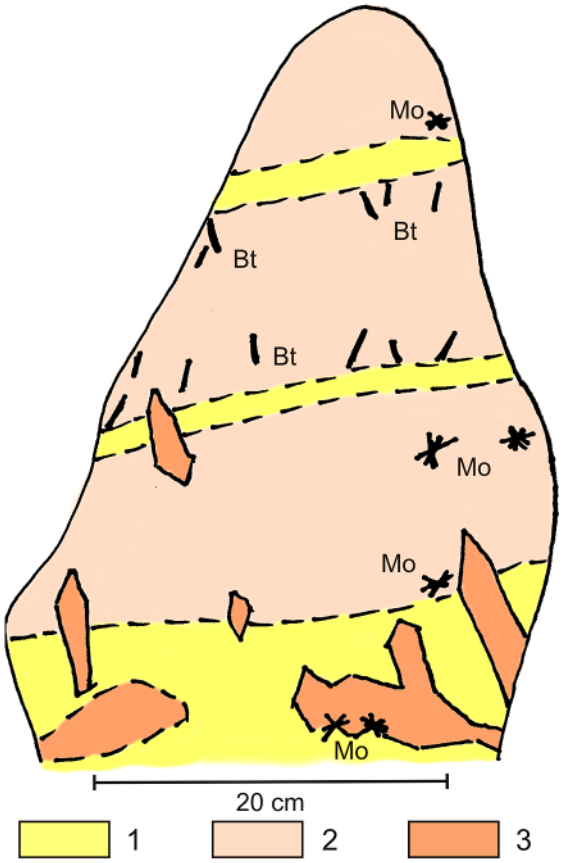
Obr. 14 *Bílá skála - ploše uložená poloha písmenkového pegmatitu na rozhraní aplitické až granitické a blokové jednotky pegmatitu. Dokumentace stěny úpadní dobývky na sz. okraji těženého tělesa. 1- haldový materiál; 2 - granodiorit; 3 - aplitická až granitická jednotka; 4 - písmenková jednotka; 5 - bloková jednotka.*



Obr. 15 *Bílá skála - střídání plochých poloh aplitické až granitické, blokové a písmenkové jednotky pegmatitu. Dokumentace stěny úpadní dobývky při sz. okraji těženého tělesa. Vysvětlivky viz obrázek 14.*

litický charakter s drobnými krystaly ortoklasu a jemně šupinatým muskovitem v drobných dutinkách. Ojediněle byly v jejich střední části zjištěny zrnité agregáty černého turmalínu.

Morfologie hlavního pegmatitového tělesa, charakter jeho výplně a vztahy k okolnímu granodioritu/aplitu odpovídají charakteristické texturní diferenciaci granitických pegmatitů se zonální stavbou, od živcem bohaté aplitické až granitické jednotky pegmatitu k blokovému pegmatitu, místy s přechodnou písmenkovou jednotkou. Albit jako mladší živec nevytváří samostatnou jednotku, ale ve formě drobných metasomatických partií zatlačuje ortoklas a je tak součástí blokového pegmatitu. Asymetrický vývoj zonální stavby hlavního pegmatitového tělesa subhorizontálního uložení ukazuje na působení tlakového napětí v průběhu diferenciace granitické taveniny a na úlohu lokálních tlakových poměrů při vzniku tahových L- puklin, vyplňovaných zbytkovým magmatickým diferenciátem, obohaceným o fluidní fázi. Tento proces patrně probíhal v uzavřeném systému jako výsledek diferenciace *in situ*, a není proto nutné pro vznik subhorizontálního pegmatitového tělesa předpokládat přítomnost strmé přívodní dráhy jako komunikace s hlubším magmatickým zdrojem (Rus 1955b). Breiter a Sokol (1997) vzhledem k velké aciditě a zároveň primitivnímu geochemickému složení předpokládají pro požárský leukokratní biotitový granodiorit až trondhjemit vznik ze zbytkového magmatu po diferenciaci sázavského tonalitu. Pegmatit z Bílé skály (a patrně i ostatní pegmatity v okolí Skalska) by tak mohl představovat konečnou fázi tohoto procesu.



Obr. 16 *„Molybdenitový šurf" - ploše uložené rozplývavé polohy živcového aplitu v granitické jednotce pegmatitu protínané metakrystaly ortoklasu. 1 - živcový aplit; 2 - granitická jednotka; 3 - metakrystaly ortoklasu; Mo - agregáty molybdenitu; Bi - lupenitý biotit.*

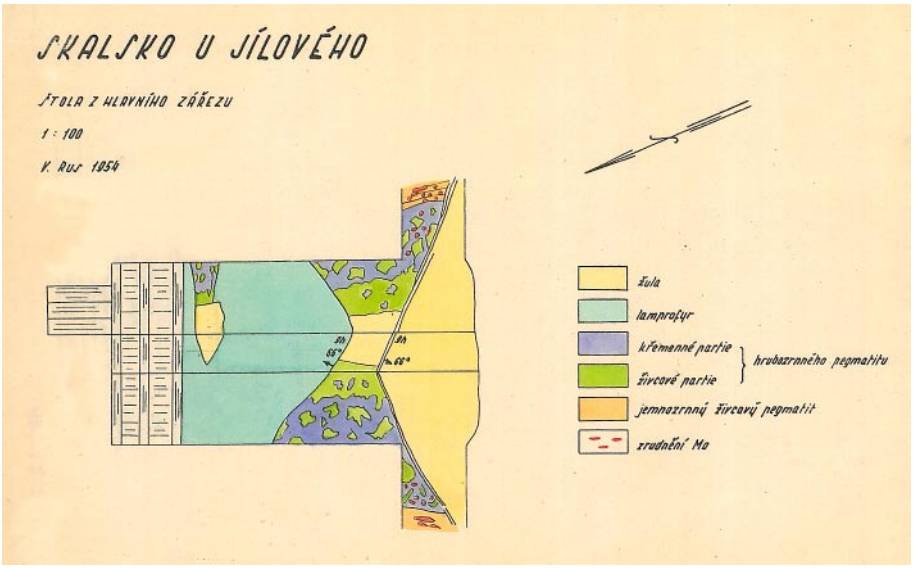
Pegmatity v tzv. „molybdenitovém šurfu" západně od Bílé skály

Pegmatitové těleso, situované v lesnatém terénu cca 400 m zjz. směrem od lokality Bílá skála, bylo v minulosti rovněž povrchově těžené pro získávání živcové suroviny. Počátkem 50. let 20. století však tato lokalita na sebe upoutala pozornost hojným výskytem molybdenitu. Byla proto podrobně zkoumána kutacím zářezem 50 m dlouhým, krátkou štolou (12 m) a hloubením (4 m) (Rus 1955a,b). Úložné poměry pegmatitového tělesa jsou obdobné jako na Bílé skále - subhorizontální průběh a obdobné složení poloh granitické a blokové jednotky, ovšem s tím rozdílem, že oba typy tvoří v tělese pegmatitu samostatné polohy, bez vzájemného střídání.

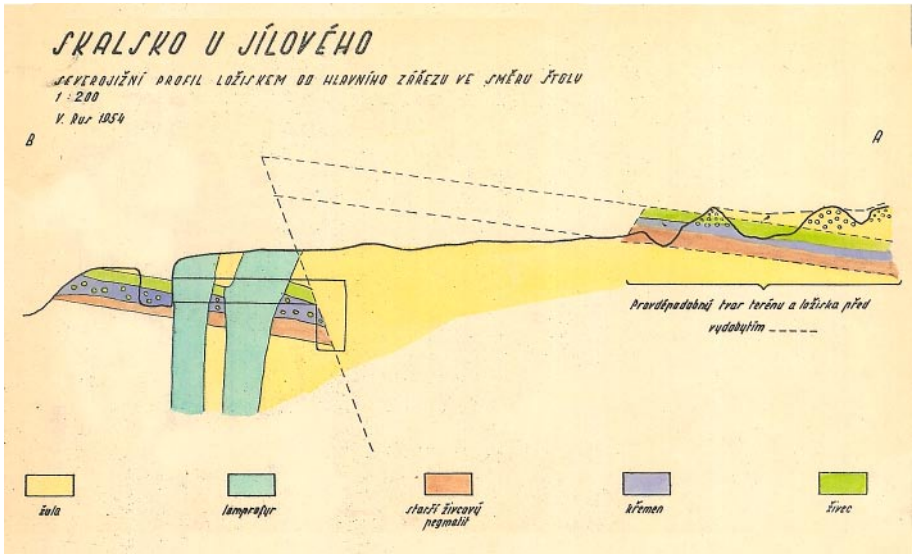
Kutací zářez z 50. let 20. století zastihl podložní granodiorit a spodní část pegmatitového tělesa, tvořenou jemně až hrubě zrnitou aplitickou až granitickou jednotkou s nepatrným podílem křemene a biotitu; tato část nebyla v minulosti těžena. Rus (1955b) zmiňuje lokální nahromadění biotitu v aplitické až granitické jednotce do pásků souběžných s kontaktem, tedy obdobně jako na Bílé skále. Nově byla v této spodní poloze granitické jednotky pegmatitu zjištěna přítomnost značně rozplývavých, jemně až středně zrnitých aplitických poloh plochého uložení, které s největší pravděpodobností (obdobně jako na Bílé skále) představují rezidua základní aplitické výplně plochých extenzních trhlin v granodioritu. Průběh těchto aplitických smouhovitých poloh místy přerušují novotvořené metakrystaly ortoklasu (obr. 16). Základní hmota některých úseků této spodní části pegmatitového tělesa má charakter jemně až středně zrnitého (1 - 5 mm) živcového aplitu, pronikaná a zatlačovaná středně až hrubě zrnitými agregáty a metakrystaly ortoklasu.

Svrchní část pegmatitového tělesa blokového charakteru byla v linii kutacího zářezu v minulosti ze značné části vytěžena. Je tvořena křemenem a draselným živcem pleťové barvy (ortoklas, perthit), na který občas nasedají menší jedinci bělavého albitu. Její celková mocnost (cca 3 m) byla ověřována průzkumnou štolou a slepým hloubením (obr. 17). Důlními díly bylo zastiženo protínání pegmatitového tělesa strmou žilou minety směru cca 130° a jeho následné ukončení tektonickou poruchou shodného směru (obr. 18). V mylonitové výplni této poruchy byl zjištěn ojedinělý výskyt nízkoteplotního hnědavého opálu. Pokračování pegmatitu za poruchou nebylo provedenými pracemi nalezeno, jeho celkový plošný rozsah je tak redukován na cca 40 x 15 m. Přes omezený rozsah si však tento pegmatitový výskyt pro svoji specifičnost zaslouží bližší pozornost. Mapová dokumentace a nově studované vzorky pocházejí v převážné části z doby provádění průzkumu počátkem 50. let 20. století (dokumentace V. Rusa a P. Morávka).

Složení obou jednotek pegmatitu (aplitické až granitické a blokové) je obdobné jako na lokalitě Bílá skála, včetně přítomnosti metasomatického albitu, sloupcovitých agregátů fluorapatitu (obr. 19), fluidních inkluzí v křemeni, strmých žilek mladšího aplitu, nehojné přítomností biotitu (obr. 20) a ještě vzácnějšího muskovitu. Výjimečně byla zjištěna červenohnědá zrna granátu o velikosti až 1 cm. Nejvýznamnější minerál na této lokalitě - molybdenit - je přítomen v obou jednotkách pegmatitu, avšak s odlišnou morfologickou charakteristikou. Zatímco v blokovém pegmatitu tvoří nepravidelné shluky často paprsčitě se sbíhajích hrubě lupenitých agregátů o ploše až mnoha cm^2 zarostlé v křemeni i ortoklasu (obr. 21), ve spodní poloze



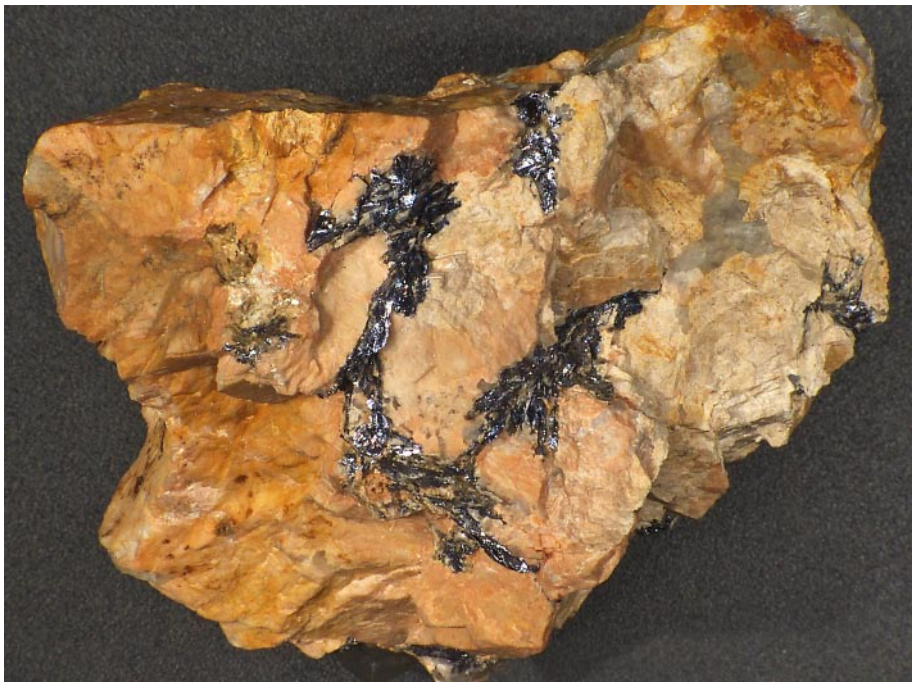
Obr. 17 *„Molybdenitový šurf" - rozvinutá geologická mapa (stěny a strop) štoly z kutacího zářezu a hloubení (Rus 1955b).*



Obr. 18 *„Molybdenitový šurf" - geologický profil pegmatitovým tělesem v linii štoly z kutacího zářezu (Rus 1955b).*

Obr. 19 *Sloupcovité krystaly fluorapatitu v červenavém Ba-ortoklasu a šedém křemeni; Skalsko „molybdenitový šurf". Šířka obrázku 4 cm, foto J. Sejkora.*

Obr. 20 *Lupeny biotitu zarůstající do živce s agregáty molybdenitu; Skalsko „molybdenitový šurf“. Šířka obrázku 8 cm, foto J. Sejkora.*



Obr. 21 *Lupeny molybdenitu zarůstající do živce; Skalsko „molybdenitový šurf“. Šířka obrázku 12 cm, foto J. Sejkora.*

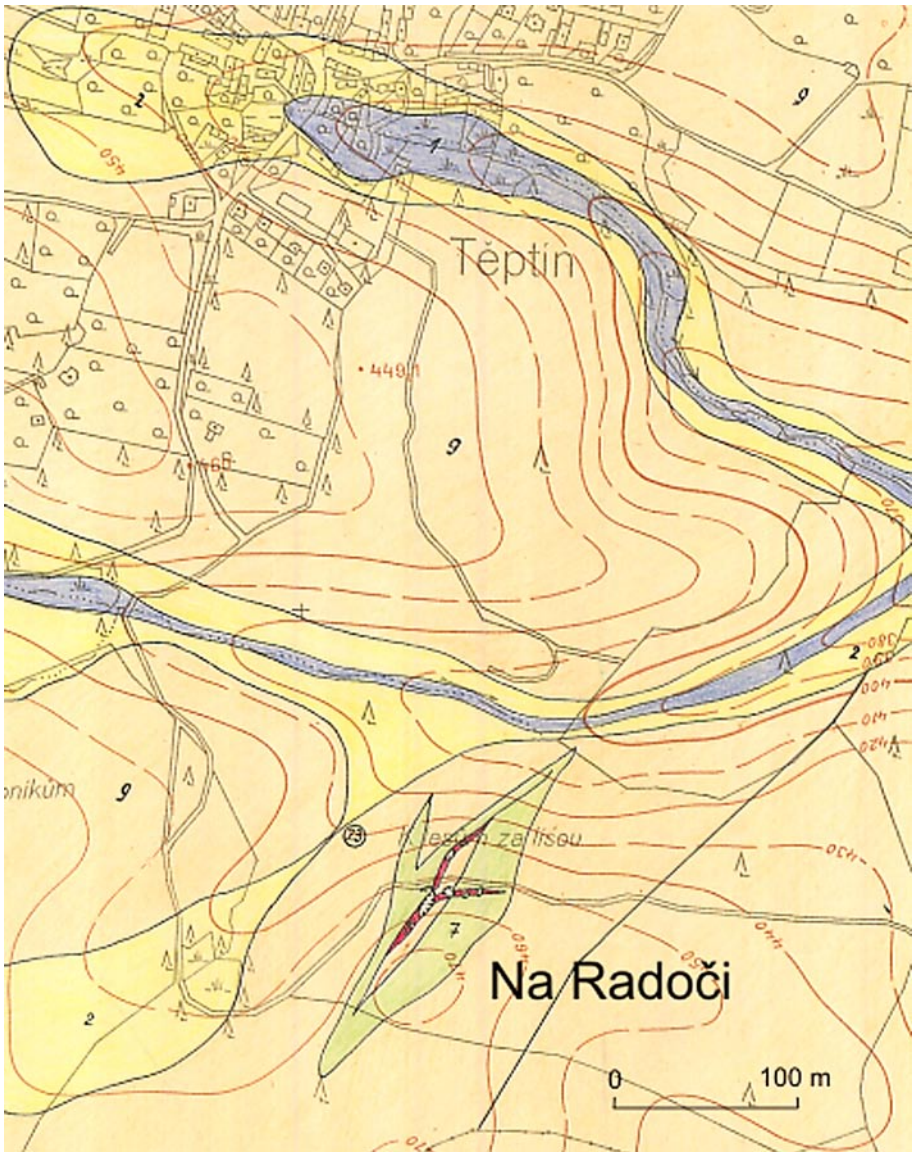
Obr. 22 *Lupeny molybdenitu zarůstající do křemene; Skalsko „molybdenitový šurf“. Šířka obrázku 8 cm, foto J. Sejkora.*

aplitické až granitické jednotky pegmatitu molybdenit tvoří jemně až středně zrnité agregáty převážně smouhovitého charakteru, vázané na živcové proniky základní aplitickou hmotou. Distribuce obou typů výskytu molybdenitu je velmi nepravidelná. Poněkud pravidelnější charakter má Mo - zrudnění při rozhraní aplitické až granitické a blokové jednotky pegmatitu, kde tvoří smouhovité polohy drobně až středně lupenitého molybdenitu v křemeni, pronikající do spodní aplitické až granitické jednotky, a vzhledově připomínající greisen, ovšem beze slíd (obr. 22). Mocnost těchto molybdenitem bohatých smouh většinou nepřesahuje 1 dm a jejich plošný rozsah je nepravidelný. Předpokládané geologické zásoby Mo - rudniny ověřované kutacím zářezem byly vyhodnoceny na cca 6 kt o průměrném obsahu 0.19 % Mo (Rus 1955b). Vzhledem k tomuto výsledku byly další ověřovací práce ukončeny jako neperspektivní. Rus (1955b) předpokládal vznik Mo - zrudnění zdejších pegmatitů na hranici pneumatolytické a hydrotermální fáze, v blízkosti molybdenitových agregátů zmiňuje kaolinizaci živcového pegmatitu. Kaolinizace živců, jako produkt hydrotermální fáze v blízkosti agregátů molybdenitu, nebyla při novém výzkumu zjištěna, dochází k ní však v připovrchových podmínkách při zvětrávání molybdenitu v živci nebo křemeni za vzniku Mo - okrů žlutavé barvy, které pokrývají stěny voštinovitých dutin. Podle výsledků našeho revizního výzkumu se přítomnost molybdenitu v pegmatitech u Skalska nejeví jako „naložená“ hydrotermální fáze, ale představuje integrální součást mladší křemen - živcové fáze jejich vzniku.

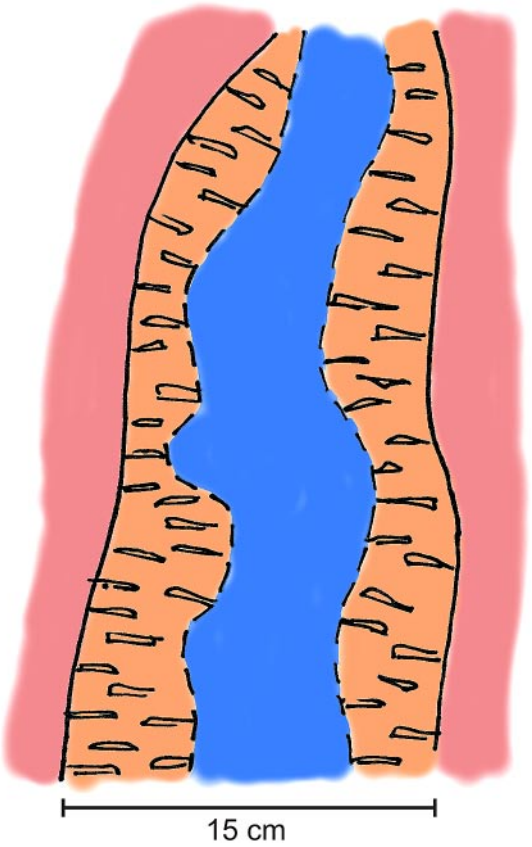
Pegmatity severně od hájovny „Na Radoci” u Těptína

Výskyt pegmatitu na této lokalitě zdaleka nedosahuje rozsahu výše popsaných lokalit u Skalska. Několik pinek seřazených do pásma vsv. - zjz. směru cca 50 m dlouhého však ukazuje, že i zde byla v minulosti prováděna povrchová těžba živce. Rus (1955a) uvádí pro toto pegmatitové těleso mocnost 0.5 - 2 m a strmý úklon, v geologické mapě znázorňuje jeho sepjetí s aplitovou žilou až 100 m mocnou (obr. 23). Na ojedinělých výchozech pegmatitu se jeho strmé uložení nepodařilo nově ověřit, uváděný rozsah aplitu je však pravděpodobně podstatně menší. V těsném okolí pegmatitového tělesa vystupují balvanité výchozy středně zrnitého požárského granodioritu. V haldovém materiálu byla na řadě vzorků zjištěna neostrá hranice pegmatitu, daná hrubnutím živcových zrn v granodioritu. Místy je toto rozhraní provázené několikacentimetrovou zónou drobně písmenkového pegmatitu, tvořené draselným živcem s ichtyoglypty křemene velikosti 1 - 5 mm (obr. 24). Charakter výplně je tedy obdobný jako na lokalitě Bílá skála. Je pravděpodobné, že pegmatity jižně od Těptína tvoří několik smouhovitých těles s neostrým ohraničením a hrubozrnným až blokovým vývojem jejich středních částí.

V obvalovém materiálu pinek, podobně jako na lokalitě Bílá skála, převládá mléčně bílý křemen a úlomky blokového pegmatitu, tvořeného křemenem a K-živcem ve shodném poměru, místy s okrajovými částmi granodioritu nabohacenými biotitem; aplit je nehojný. Bílý křemen s častými přechody do bezbarvého až záhnědovitého křemene místy obsahuje neostré paralelní pruhy s hojnými plynokapalnými uzavřeninami. Živec je představován výhradně ortoklasem pleťově narůžovělé barvy, v zóně písmenkového pegmatitu je světle pleťové barvy. Přítomnost bělavého albitu nebyla zjištěna. Podobně jako na obou lokalitách u Skalska blokový pegmatit u Těptína obsahuje tenké žilky aplitu, které místy mají rozplývavý charakter a tvoří poslední fázi vzniku pegmatitového tělesa. Molybdenit ani apatit nebyly v haldovém materiálu



Obr. 23 *Geologická mapa oblasti pegmatitových výskytů Na Radoci jv. Těptína (výsek z geologické mapy 1: 5 000; Rus 1955a). Vysvětlivky viz obrázek 4.*



Obr. 24 *Pegmatitové těleso Na Radoci - zóna písmenkového pegmatitu lemuje žílu blokového pegmatitu v požárském granodioritu. Vysvětlivky viz obrázek 14.*

nalezeny.

Pegmatity vystupující jižně od Těptína představují ve srovnání s pegmatity u Skalska primitivnější typ bez přítomnosti albitu, apatitu a molybdenitu. Vzhledem k častějšímu výskytu záhnědovitého křemene nelze vyloučit, že až deseticentimetrové krystaly záhnědy spolu s kusovými vzorky průhledného záhnědovitého křemene, uložené v Regionálním muzeu v Jílovém u Prahy a v soukromých sbírkách bez označení bližší lokalizace, mohou zčásti pocházet z této lokality.

Výsledky laboratorního výzkumu

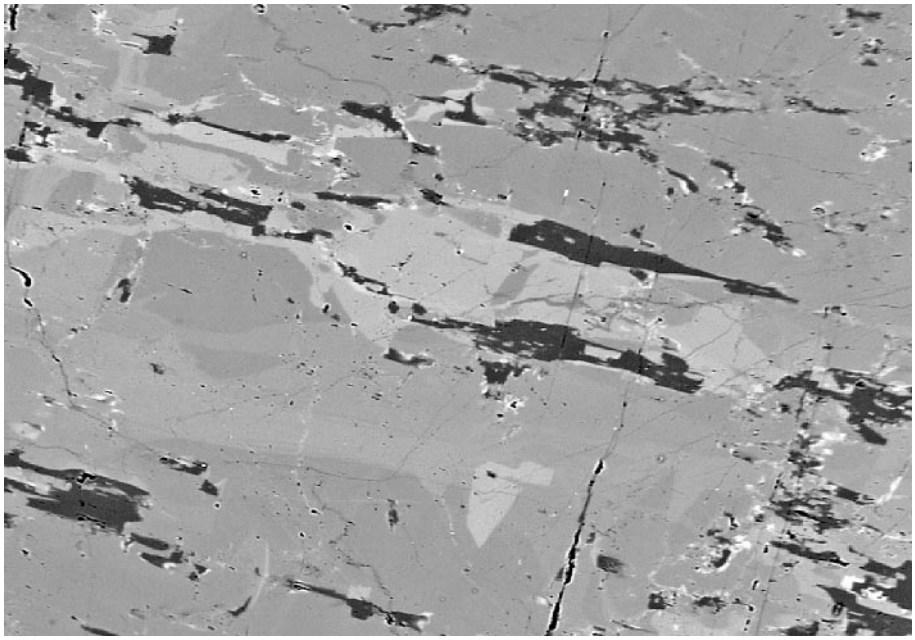
Laboratorní výzkum byl zaměřen na vybraný soubor vzorků z pegmatitových lokalit Bílá skála a tzv. „molybdenitový šurf“, vyznačujících se nejen rozdíly v texturním vývoji pegmatitů, ale zejména přítomností dosud blíže nestudovaných minerálů - živců, fluorapatitu, granátu a slíd. Chemické složení molybdenitu bylo sledováno pomocí ED analýzy a WD scanu, zjištěna byla pouze přítomnost Mo a S.

Ze studia chemického složení živců (tab. 1) vyplývá, že jejich charakter z obou lokalit je prakticky identický, zejména obsah Ba v K-živci. Starší magmatický **K-živec** (do 3.97 hm.% BaO) je zatlačován mladším živcem, výrazně Ba-bohatším (4.43 - 9.81 hm. % BaO) (obr. 25, 26). Chemickým složením **Ba-bohaté živce** ze Skalska (obr. 27) odpovídají **hyalofánu** (Anthony et al. 1995), tj. přechodném členu v řadě ortoklas - celsián. Lokálně byly na trhlinách v asociaci s Ba-nejbohatším živcem pozorovány i velmi drobná (kolem 1 μm) nepravidelně omezená zrna **barytu**. Na obou blíže studovaných lokalitách byl zjištěn poměrně výrazný rozsah albitizace (obr. 28) a to až do partií, kde byl původní K-živec prakticky zcela

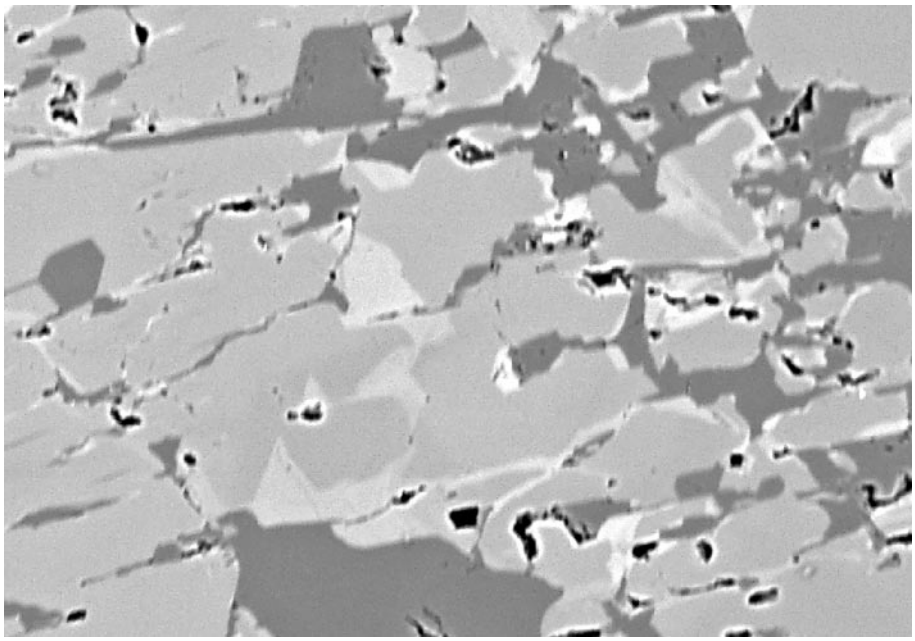
Tabulka 1 *Chemické složení živců z „molybdenitového šurfu“ (M) a Bílé skály (S) (hm. %).*

	K-živce											plagioklasy		
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	M	S
Na_2O	0.82	0.65	1.27	1.06	0.64	0.81	0.93	0.77	0.81	0.70	1.10	9.12	9.73	11.40
K_2O	14.23	12.84	13.49	14.29	13.15	14.28	12.61	15.30	15.86	11.75	14.23	0.42	0.23	0.53
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.16	3.34	0.23
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.08	0.06
BaO	3.97	7.12	4.84	2.16	7.20	4.43	8.24	0.91	0.00	9.81	3.93	0.00	0.00	0.00
SrO	0.09	0.03	0.11	0.04	0.11	0.08	0.06	0.10	0.09	0.16	0.08	0.00	0.00	0.00
Al_2O_3	19.16	19.93	19.70	18.63	19.55	19.10	20.10	18.72	18.65	20.01	18.82	22.82	22.46	20.46
SiO_2	62.03	59.42	61.38	63.82	58.89	62.11	59.03	64.62	65.91	56.23	62.10	64.13	65.15	68.25
P_2O_5	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
total	100.30	99.99	100.81	100.00	99.54	100.81	100.97	100.46	101.32	98.66	100.26	100.74	100.99	100.93
Na	0.075	0.061	0.116	0.096	0.060	0.074	0.087	0.069	0.071	0.068	0.101	0.776	0.824	0.959
K	0.857	0.791	0.812	0.850	0.817	0.859	0.776	0.901	0.921	0.750	0.858	0.024	0.013	0.029
Ca	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.196	0.156	0.011
Fe	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.002
Ba	0.073	0.135	0.090	0.039	0.137	0.082	0.156	0.016	0.000	0.192	0.073	0.000	0.000	0.000
Sr	0.002	0.001	0.003	0.001	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000
subtotal	1.008	0.987	1.021	0.986	1.018	1.017	1.021	0.989	0.995	1.014	1.034	0.999	0.996	1.001
Al	1.066	1.134	1.097	1.024	1.122	1.061	1.143	1.019	1.001	1.180	1.049	1.181	1.156	1.046
Si	2.929	2.869	2.899	2.976	2.869	2.929	2.848	2.983	3.000	2.812	2.936	2.815	2.844	2.962
P	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
subtotal	2.929	2.869	2.900	2.976	2.869	2.929	2.848	2.985	3.000	2.812	2.936	2.815	2.844	2.962

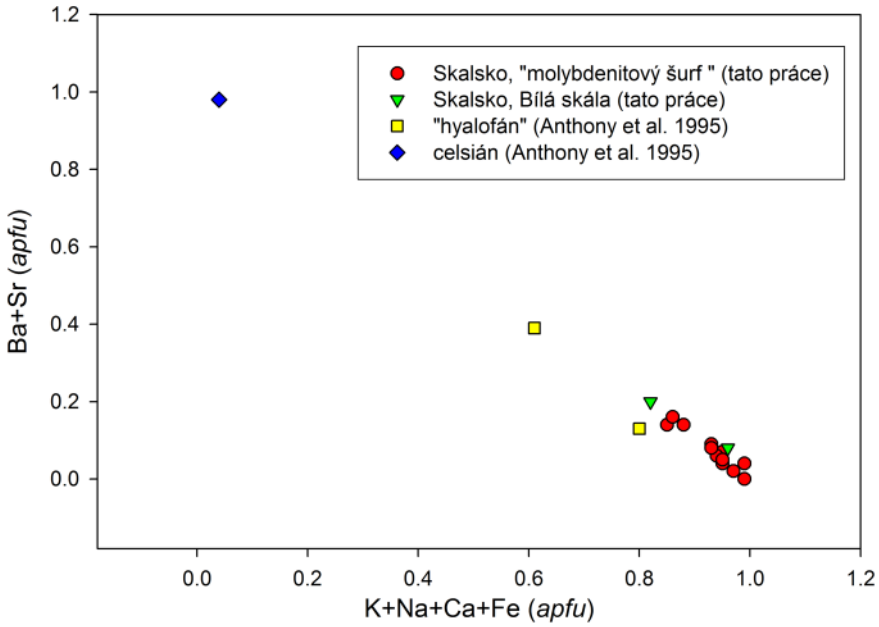
Reprezentativní analýzy K-živců a plagioklasu ze Skalska; koeficienty empirických vzorců počítány na bázi 8 (O).



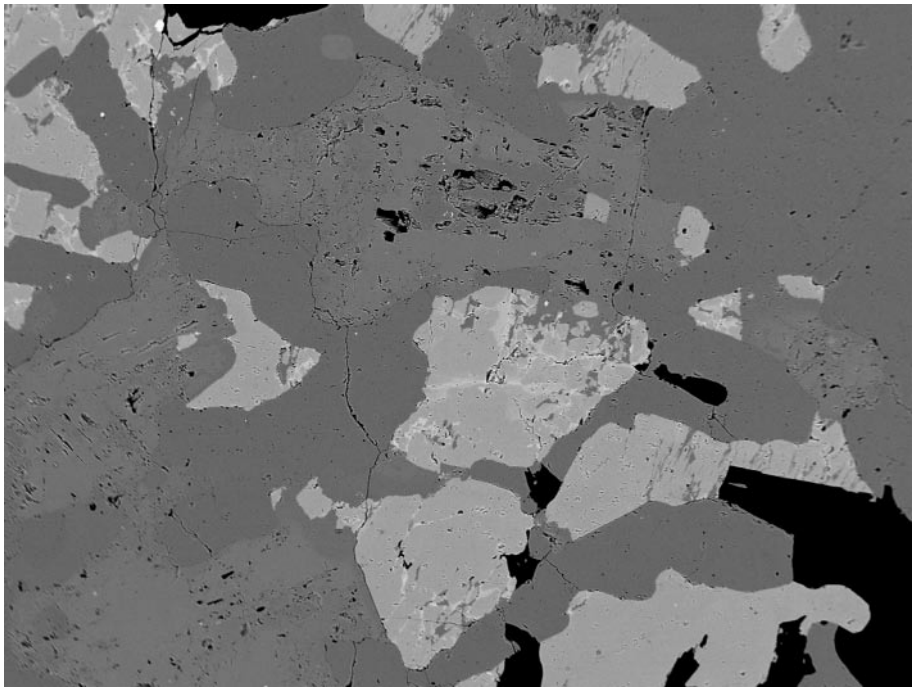
Obr. 25 *Zřetelně zonální zrna ortoklasu (čím světlejší, tím více Ba), křemen (černý) a velmi drobné (kolem 1 μm) inkluze barytu (bílý); Skalsko „molybdenitový šurf". BSE foto (Cameca SX100) J. Sejkora, šířka obrázku 500 μm.*



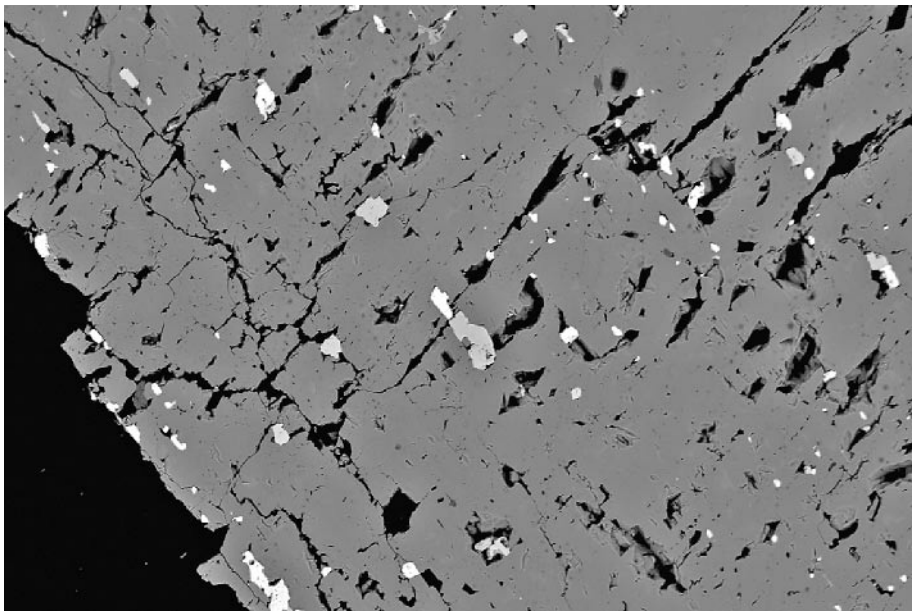
Obr. 26 *Zřetelně zonální zrna ortoklasu (čím světlejší, tím více Ba) a křemen (tmavě šedý); Skalsko „molybdenitový šurf". BSE foto (Cameca SX100) J. Sejkora, šířka obrázku 150 μm.*



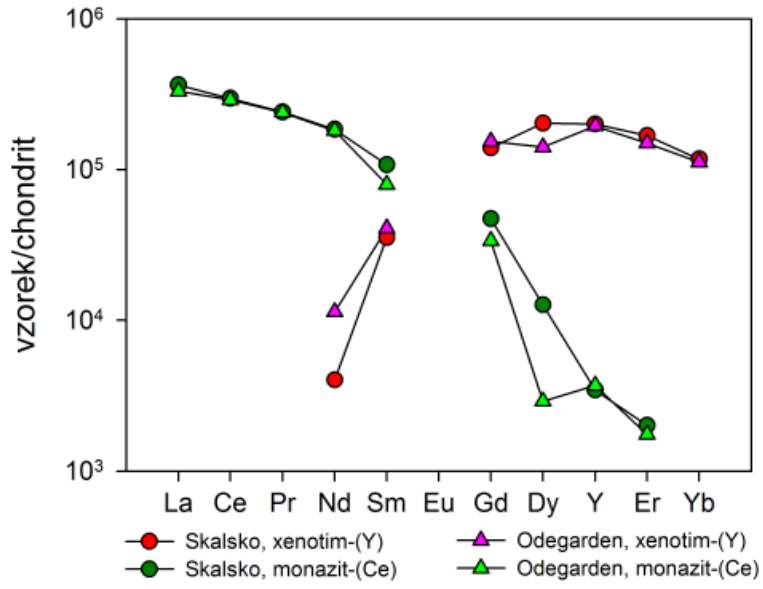
Obr. 27 *Graf Ba + Sr vs. K + Na + Ca + Fe pro barnatý ortoklas ze Skalska.*



Obr. 28 *Agregáty K-živce s různými obsahy Ba (nehomogenní světle šedé) srůstající s křemenem (tmavě šedý) a albitem (šedý s hojnými trhlinami); Skalsko „molybdenitový šurf". BSE foto J. Sejkora, šířka obrázku 1.5 mm.*



Obr. 29 *Zrna monazitu-(Ce) (bílý) a xenotimu-(Y) (šedý) ve fluorapatitu (tmavě šedý); Skalsko - Bílá skála. BSE foto (Cameca SX100) J. Sejkora, šířka obrázku 1 mm.*



Obr. 30 *Křivky REE normalizované na chondrit pro monazit-(Ce) a xenotim-(Y) ze Skalska v porovnání s hodnotami monazitu-(Ce) a xenotimu-(Y) zarůstajícího do chlorapatitu z lokality Ødegården, Norsko (Harlov et al. 2002).*

nahrazen albitem. Při albitizaci K-živce došlo k uvolnění draslíku a barya, vázaných na mladší samostatné fáze - Ba-bohaté K-živce a baryt. Chemické složení mladšího **albitu** z Bílé skály (tab. 1) je $Alb_{0.96}$ a složení Na-živce z „molybdenitového šurfu“ se pohybuje v rozmezí $Alb_{0.78}$ až $Alb_{0.82}$ (tab. 1) a odpovídá kyselému oligoklasu.

Studované vzorky **fluorapatitu** z obou lokalit (obr. 11, 19) vykazují analogické rysy; zejména přítomnost hojných drobných zrn **monazitu-(Ce)** a **xenotimu-(Y)**, pravidelné minoritní obsahy Mn do 0.07 *apfu* a přítomnost dvou typů fluorapatitu - REE-bohatší fluorapatit se zjištěným obsahy Y+La+Ce do 0.04 *apfu* je zatlačován fluorapatitem bez obsahu REE (tab. 2). Harlov et al. (2002) popisují, že termodynamicky méně stabilní Y+REE bohatý apatit bývá za působení hydrotermálních fluid rozpouštěn za následné krystalizace REE fosfátů a čistého apatitu.

Ve studovaných vzorcích fluorapatitu ze Skalska (Bílá skála i „molybdenitový šurf“) byla zjištěna velmi hojná zrna **monazitu-(Ce)** a **xenotimu-(Y)** o velikosti do 80 - 100 μm (obr. 29). Chemické složení obou REE fosfátů je uvedeno v tabulce 3. Křivky obsahů vzácných zemin normalizovaných chondritem (Taylor, McLenann 1985) jsou uvedeny na obrázku 30. Monazit-(Ce) vykazuje výrazné nabohacení o lehké REE, zatímco xenotim-(Y) je nejvíce obohacen o středně těžké LREE s maximem v Dy. Tvary těchto křivek jsou shodné s běžnými monazity a xenotimy z magmatických či metamorfovaných hornin (Bea 1996). Pro srovnání jsou do grafu vyneseny i hodnoty monazitu-(Ce) a xenotimu-(Y) vzniklých podobným způsobem z chlorapatitu z lokality Ødegården, Norsko (Harlov et al. 2002), a jsou s výjimkou mírné negativní Dy anomálie s analýzami ze Skalska prakticky totožné.

Ojedinělé zrno granátu zjištěné v materiálu z „molybdenitového šurfu“ je představováno výrazně zonálním Mn-bohatým **almadinem** (tab. 4); centrální tmavší část zrna obsahuje 33 mol. % spessartinové (Mn) složky, nepravidelná světlejší okrajová část zrna je pak tvořena almadinem s vyšším obsahem spessartinové (Mn) složky v rozmezí cca 42 - 43 mol. %.

Tabulka 2 *Chemické složení fluorapatitu ze Skalska (hm. %)*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Na_2O	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.06	0.10	0.24	0.12	0.09
FeO	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.27	0.26	0.24	0.16
CaO	54.32	54.39	54.74	54.90	54.84	54.92	55.11	53.34	54.81	54.55	52.95	52.98	53.49	54.47
MnO	0.32	0.38	0.32	0.24	0.16	0.21	0.05	0.50	0.24	0.25	0.52	1.05	0.77	0.81
Y_2O_3	0.26	0.08	0.19	0.00	0.00	0.09	0.00	0.26	0.06	0.00	0.29	0.19	0.13	0.00
La_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.07	0.16	0.06	0.08	0.00
Ce_2O_3	0.06	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.38	0.20	0.06	0.00
Nd_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.07	0.25	0.00	0.09	0.31	0.12	0.00	0.00
SiO_2	0.28	0.03	0.11	0.00	0.00	0.12	0.00	0.39	0.06	0.04	0.34	0.10	0.00	0.00
P_2O_5	41.10	41.96	41.40	41.32	41.99	42.11	41.97	41.03	41.43	41.82	40.95	41.86	41.70	42.25
SO_3	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
F	3.00	3.05	3.01	3.63	3.48	3.69	3.40	3.28	3.55	3.53	3.40	3.35	3.32	3.35
Cl	0.13	0.18	0.15	0.10	0.21	0.20	0.03	0.31	0.03	0.08	0.23	0.19	0.12	0.11
H_2O_{calc}	0.30	0.29	0.29	0.00	0.07	0.00	0.16	0.12	0.07	0.08	0.08	0.14	0.16	0.17
O=F+Cl	-1.29	-1.32	-1.30	-1.55	-1.51	-1.60	-1.44	-1.45	-1.50	-1.51	-1.48	-1.45	-1.42	-1.44
total	98.55	99.12	98.95	98.71	99.43	99.75	99.35	99.30	98.79	99.11	98.54	99.28	98.76	99.97
Na	0.013	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.000	0.009	0.017	0.039	0.020	0.015
Fe	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.019	0.019	0.017	0.011
Ca	4.978	4.917	4.999	5.045	4.959	4.934	4.985	4.878	5.010	4.942	4.857	4.791	4.870	4.895
Mn	0.023	0.027	0.023	0.017	0.012	0.015	0.003	0.036	0.017	0.018	0.037	0.075	0.055	0.058
Y	0.012	0.004	0.008	0.000	0.000	0.004	0.000	0.012	0.003	0.000	0.013	0.008	0.006	0.000
La	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.002	0.005	0.002	0.003	0.000
Ce	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.012	0.006	0.002	0.000
Nd	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.002	0.008	0.000	0.003	0.010	0.003	0.000	0.000
subtotal	5.028	4.960	5.031	5.067	4.976	4.953	4.991	5.006	5.030	4.974	4.970	4.944	4.972	4.979
Si	0.024	0.003	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.033	0.005	0.003	0.029	0.009	0.000	0.000
P	2.976	2.997	2.988	3.000	3.000	2.990	3.000	2.965	2.992	2.994	2.968	2.991	3.000	3.000
S	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000
subtotal	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
F	0.811	0.814	0.812	0.985	0.929	0.979	0.907	0.886	0.957	0.945	0.921	0.893	0.892	0.889
Cl	0.018	0.025	0.021	0.014	0.029	0.029	0.004	0.045	0.004	0.012	0.034	0.027	0.017	0.016
H	0.171	0.163	0.165	0.000	0.039	0.000	0.090	0.068	0.040	0.045	0.046	0.079	0.091	0.095
subtotal	1.000	1.002	0.998	0.999	0.998	1.008	1.001	1.000	1.001	1.002	1.000	0.999	0.999	1.000

Reprezentativní analýzy fluorapatitu ze Skalska - Bílé skály (body 1 - 12) a „molybdenitového šurfu“ (body 13 - 14); koeficienty empirických vzorců počítány na bázi P+Si+S = 3 *apfu*.

Při studiu chemického složení **slíd** ze Skalska - „molybdenitového šurfu“ (tab. 5) byly zjištěny zvýšené obsahy Ba v biotitu (**annitu**), kolem 0.4 hm. % BaO. V biotitu bylo dále zjištěno množství F kolem 0.5 hm. %, což typické pro slídy krystalizující z granitické taveniny. Poměr Fe/(Fe+Mg) se pohybuje v úzkém rozmezí kolem hodnoty 0.7. Nízké obsahy F v **muskovitu**, jen kolem 0.1 hm. % F, svědčí pro jeho nízkoteplotní původ.

Další lokality pegmatitů s výskytem molybdenitu na Jílovsku

Severozápadní okrajová část středočeského plutonického komplexu má metalogeneticky zajímavé postavení z hlediska četnosti projevů molybdenitové mineralizace (Bernard 1965). Přítomnost molybdenitu v pegmatitech vázaných na biotitový granodiorit/trondhjemit požárské-

Tabulka 3 *Chemické složení monazitu-(Ce) a xenotimu-(Y) ze Skalska (hm. %)*

	1	2	3	4	5	6	7
PbO	0.02	0.03	0.05	0.36	0.03	0.37	0.34
FeO	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.25	0.14	0.35	0.17	0.15	0.27	0.13
Y_2O_3	0.66	0.93	0.64	42.46	43.96	43.78	43.11
La_2O_3	12.47	15.98	15.04	0.04	0.09	0.00	0.00
Ce_2O_3	31.62	32.81	30.55	0.04	0.13	0.00	0.05
Pr_2O_3	3.68	3.28	3.27	0.00	0.00	0.00	0.00
Nd_2O_3	14.97	11.64	14.74	0.35	0.30	0.20	0.34
Sm_2O_3	3.03	1.73	2.56	0.81	0.86	0.74	0.78
Gd_2O_3	1.77	1.05	1.44	3.95	4.27	4.75	3.77
Dy_2O_3	0.50	0.39	0.42	6.92	6.83	7.54	6.67
Er_2O_3	0.02	0.06	0.06	3.82	4.00	3.59	3.96
Yb_2O_3	0.00	0.00	0.00	2.63	3.50	2.58	3.04
ZrO_2	0.00	0.00	0.00	0.12	0.15	0.03	0.02
ThO_2	0.13	0.55	1.22	0.18	0.18	0.64	0.16
UO_2	0.02	0.17	0.00	1.09	1.02	0.72	0.58
SiO_2	0.16	0.20	0.19	0.34	0.45	0.36	0.46
P_2O_5	30.37	29.91	30.15	35.26	35.15	35.57	35.65
As_2O_5	0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
total	99.75	98.93	100.86	98.53	101.10	101.14	99.07
Pb	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.003	0.003
Fe	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.010	0.006	0.014	0.006	0.005	0.010	0.005
subtotal	0.011	0.006	0.022	0.009	0.006	0.013	0.008
Y	0.014	0.019	0.013	0.748	0.774	0.765	0.749
La	0.178	0.231	0.216	0.001	0.001	0.000	0.000
Ce	0.447	0.470	0.435	0.000	0.002	0.000	0.001
Pr	0.052	0.047	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000
Nd	0.206	0.163	0.205	0.004	0.004	0.002	0.004
Sm	0.040	0.023	0.034	0.009	0.010	0.008	0.009
Gd	0.023	0.014	0.019	0.043	0.047	0.052	0.041
Dy	0.006	0.005	0.005	0.074	0.073	0.080	0.070
Er	0.000	0.001	0.001	0.040	0.042	0.037	0.041
Yb	0.000	0.000	0.000	0.027	0.035	0.026	0.030
subtotal	0.965	0.972	0.974	0.946	0.987	0.969	0.944
Zr	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000
Th	0.001	0.005	0.011	0.001	0.001	0.005	0.001
U	0.000	0.001	0.000	0.008	0.008	0.005	0.004
subtotal	0.001	0.006	0.011	0.011	0.011	0.010	0.006
Si	0.006	0.008	0.007	0.011	0.015	0.012	0.015
P	0.992	0.991	0.993	0.989	0.985	0.988	0.985
As	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
subtotal	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Reprezentativní analýzy monazitu-(Ce) (body 1 - 3) a xenotimu-(Y) (body 4 - 7) ze Skalska - „molybdenitového šurfu“; koeficienty empirických vzorců počítány na bázi P+Si+As = 1 *apfu*.

Tabulka 4 *Chemické složení Mn-bohatého almadinu ze Skalska (hm. %)*

	1	2	3	4
CaO	0.22	0.27	0.29	0.33
FeO	24.12	24.69	28.08	28.27
MgO	0.22	0.24	0.47	0.43
MnO	18.49	18.05	14.77	14.57
Al_2O_3	19.83	20.19	19.85	19.89
Y_2O_3	0.30	0.22	0.28	0.29
TiO_2	0.08	0.07	0.06	0.05
SiO_2	36.08	36.26	36.69	36.56
P_2O_5	0.13	0.15	0.10	0.06
F	0.02	0.04	0.00	0.00
F=O	-0.01	-0.02	0.00	0.00
total	99.47	100.16	100.58	100.45
Ca	0.020	0.024	0.025	0.029
Fe	1.681	1.706	1.933	1.950
Mg	0.027	0.029	0.058	0.053
Mn	1.305	1.263	1.030	1.018
Σ M^{2+}	3.033	3.023	3.047	3.049
Al	1.948	1.966	1.926	1.934
Y	0.013	0.010	0.012	0.013
Ti	0.005	0.004	0.004	0.003
Σ M^{3+}	1.966	1.980	1.942	1.950
Si	3.007	2.996	3.021	3.015
P	0.009	0.011	0.007	0.004
Σ T-site	3.016	3.007	3.028	3.019
F	0.005	0.011	0.000	0.000

Reprezentativní analýzy Mn-bohatšího (body 1 - 2, okraj zrna) a Mn-chudšího (body 3 - 4, střed zrna) almadinu ze Skalska - „molybdenitového šurfu"; koeficienty empirických vzorců počítány na bázi 12 (O,OH).

Tabulka 5 *Chemické složení slíd ze Skalska - „molybdenitového šurfu" (hm. %)*

	biotit	biotit	muskovit	muskovit
Na_2O	0.16	0.20	0.13	0.22
K_2O	9.24	8.98	11.07	11.15
MgO	5.86	5.96	0.19	0.16
MnO	0.74	0.79	0.00	0.06
FeO	26.96	26.12	2.88	2.87
BaO	0.44	0.38	0.09	0.00
Al_2O_3	16.28	15.84	33.25	33.85
TiO_2	2.13	2.33	0.00	0.00
SiO_2	35.09	35.00	47.16	47.25
Cl	0.16	0.14	0.00	0.00
F	0.51	0.51	0.1	0.13
H_2O*	3.54	3.51	4.4	4.42
O=CL	-0.04	-0.03	0.00	0.00
O=F	-0.21	-0.21	-0.04	-0.05
total	100.86	99.51	99.22	100.05
Na^+	0.024	0.031	0.017	0.029
K^+	0.924	0.907	0.953	0.952
Ba^{2+}	0.014	0.012	0.002	0
Mg^{2+}	0.685	0.703	0.019	0.016
Mn^{2+}	0.049	0.053	0	0.003
Fe^{2+}	1.768	1.729	0.163	0.161
Al^{3+}	1.504	1.478	2.644	2.67
Ti^{4+}	0.126	0.139	0	0
Si^{4+}	2.751	2.77	3.182	3.162
Cl^-	0.021	0.019	0	0
F^-	0.126	0.128	0.021	0.028
H^+	1.852	1.854	1.979	1.972
O^{2-}	11.852	11.854	11.979	11.972
Σ kationt	7.845	7.821	6.981	6.993
Σ aniont	12	12	12	12
Fe/(Mg+Fe)	0.72	0.71		

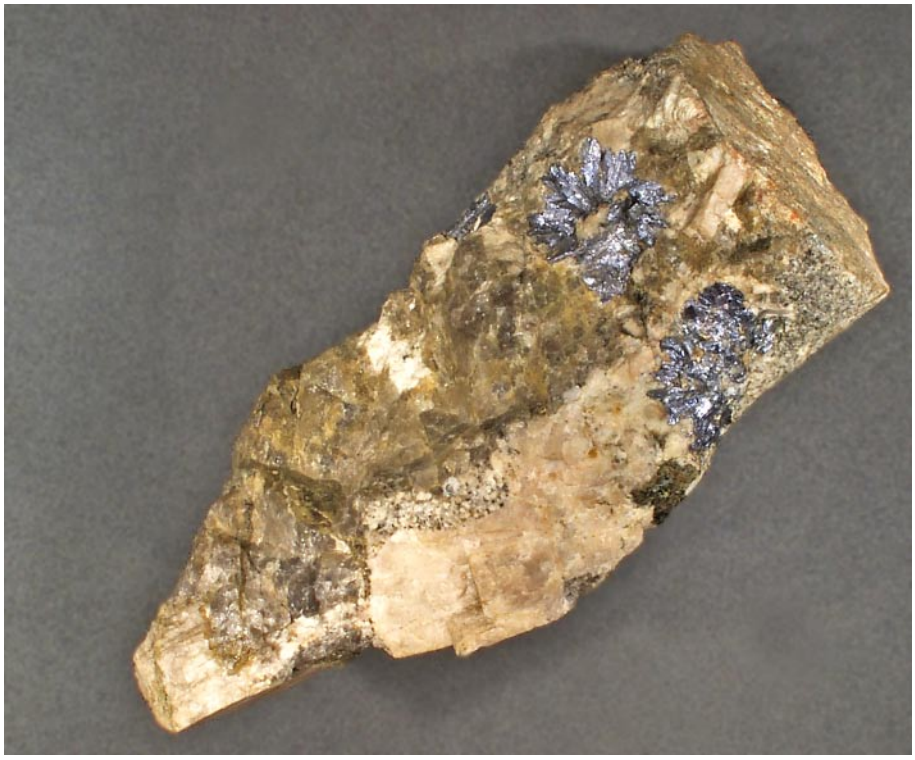
H_2O* - počítáno na základě stechiometrie; přepočty na bázi 12 aniontů.

ho typu není specifická pouze pro okolí Skalska, ale v obdobné pozici byl nalezen molybdenit také v lomech u Kamenného Přívozu, v menší míře v lomech v Požárech nebo u Krhanic (Morávek 1954; Láznička 1963). V Kamenném Přívozu byl navíc zjištěn místy hojný výskyt allanitu (Morávek 1954). Hrubě lupenité agregáty molybdenitu jsou na lokalitě Kamenný Přívoz, podobně jako u Skalska, součástí křemen - živcové (plagioklas) blokové jednotky pegmatitu (obr. 31 a 32). Spolu s magnetitem a sulfidy (pyritem a pyrhotinem) byl molybdenit zjištěn také v tenkých pegmatitových žilkách (křemen, K-živec), vyvinutých ve středních partiích až několikametrových žil aplitu. Molybdenit se rovněž vyskytl jako součást tenkých, „do ztracena" vykliňujících křemenných žilek i jako monominerální výplň nepravidelných puklin nebo spolu se sulfidy (pyrit, pyrhotin, chalkopyrit) jako součást drobnozrnných agregátů ve slabě feldspatizovaném biotitovém granodioritu. I když výskyty molybdenitu u Kamenného Přívozu a Požár jsou svým rozsahem podstatně skromnější než u Skalska, svoji obdobnou charakteristikou ukazují na regionální Mo - specializaci pegmatitů jz. okrajové části tělesa požárského granodioritu.

Závěr

Přítomnost molybdenitu v pegmatitech v okolí Skalska považují Rus (1955b) i Novák (2005) za produkt přechodné hydrotermální fáze, obdobně Čech, Staněk (1969) a Čech (1981) předpokládají sepjetí molybdenitu s pegmatity jako pouze prostorové. Podle Sattrana et al. (1966) je molybdenit vázán na konečnou etapu pegmaticko-pneumatolytické fáze, spjaté s diferenciací granitoidů. Výsledky nového výzkumu potvrzují, že molybdenit tvoří integrální součást pegmatitů, jejich sepjetí je tedy genetické. Přítomnost molybdenitu je charakteristická pro celou širší oblast pegmatitů západní okrajové části tělesa požárského granodioritu.

Pegmatity v požárském biotitovém granodioritu v širším okolí Skalska i jinde na Jílovsku byly dosud řazeny do skupiny granitických pegmatitů asociace ***k*** až ***kn*** ve smyslu Čecha, Staňka (1969) a Čecha (1981), charakterizované přítomností K-živců a nepatrnou až velmi slabou albitizací. Mají často zonální stavbu s texturní diferenciací od granitické jednotky přes grafickou jednotku do hlavní jednotky blokové. Od ostatních pegmatitů oblasti středo-



Obr. 31 *Pegmatit s agregáty molybdenitu; Kamenný Přívoz. Šířka obrázku 21 cm, foto J. Sejkora.*

Obr. 32 *Skupina tabulkovitých krystalů molybdenitu; Kamenný Přívoz. Šířka obrázku 4 cm, foto J. Sejkora.*

českého plutonického komplexu i celého Českého masívu se však skalské pegmatity odlišují častým výskytem molybdenitu, nově prokázanou silnou albitizací a přítomností mladších K-Ba živců. To způsobuje určité problémy podrobnější klasifikace skalských pegmatitů. Vzhledem k výskytu allanitu u Kamenného Přívozu je Novák (2005) zařadil do skupiny pegmatitů vzácných zemin allanitového subtypu - výskyt allanitu je však omezený pouze na lokalitu Kamenný Přívoz a na rozdíl od molybdenitu není pro celou širší oblast charakteristický. Geneticky důležitá však může být přítomnost lokálních akumulací dlouze stébelnatého fluorapatitu se zvýšenými obsahy REE s hojnými inkluzemi monazitu-(Ce) a xenotimu-(Y), pro české pegmatity zcela neobvyklého morfologického vývoje a intenzívní albitová metasomatóza K-živce za vzniku mladších Ba-bohatých K-živců a inkluzí barytu. V Novákově klasifikaci granitických pegmatitů třídy vzácných prvků (Novák 2005) se studované pegmatity blíží skupině NYF typu vzácných zemin (ale jsou příliš primitivní), případně představují smíšený LCT - NYF typ obohacený navíc molybdenitem. Granitoidy I-typu, kterým požárský granodiorit odpovídá, bývají obohaceny inkompaktibilními prvky jako je molybden, pravděpodobně jako výsledek procesu frakcionizace (Atherton, Plant 1985).

Mikrotermická data, získaná studiem fluidních inkluzí v křemeni blokové jednotky pegmatitů ze Skalska

(Fenclová 2010), ukazují na podmínky vývoje těchto pegmatitů od fáze magmatické (T = 630 - 520 °C, P = 900 - 500 MPa) po fázi hydrotermální (T = 320 - 270 °C, P = 350 - 100 MPa) s možností mladší remobilizace fluid.

Pro srovnání pegmatity s molybdenitem z oblasti žulovského masivu ve Slezsku vykazují mnohem silnější tendence k typu NYF, tvoří však jen málo mocné žíly s ostrými kontakty vůči okolnímu granitu a vyznačují se pestřejšími minerálními asociacemi (kromě molybdenitu přítomny sulfidy, REE, Nb, Ta, Ti - oxidy, chlority aj.) (Losos et al. 1994, 1998; Losos, Šimčíková 2003 aj.).

Poděkování

Předložená práce je součástí projektu MK00002327201, finančně podpořeného Ministerstvem kultury ČR. Milou povinností autorů je poděkovat prof. RNDr. M. Novákovi, CSc. (Přírodovědecká fakulta MU Brno) za konzultaci problematiky pegmatitů. České geologické službě - Geofondu děkujeme za poskytnutí dokumentačních materiálů, Pavlovi Borskému z Regionálního muzea v Jílovém u Prahy za technickou pomoc při zpracování obrázků a K. Fenclové za poskytnutí výsledků studia fluidních inkluzí. Poděkování patří i recenzentům za kritické pročtení textu článku a podnětné připomínky.

Literatura

Anthony J. W., Bideaux R. A., Bladh K. W., Nichols M. C. (1995): Handbook of Mineralogy. Volume II, Silica, Silicates, Part 1. 1-446. Mineral data publishing, Tucson, Arizona.

Atherton M. P., Plant J. A. (1985): High heat production granites and the evolution of the Andean and Caledonian continental margins. - In: High Heat Production (HHP) Granites, Hydrothermal Circulation and Ore Genesis, 263-285. Inst. Min. Metall., London.

Babánek F. (1872): Zur Kenntniss der Minerale von Eule in Böhmen. - *Tschermak´s mineralog. petrogr. Mitt. (Wien)*, 239-242 (Turmalin und Bergkrystall im Granite, s. 240-241).

Barvíř J. L. (1901): Úvahy o původu zlata u Jílového a na některých jiných místech v Čechách. - *Archiv přírodověd. Prozk. Čech* **12**, 1, 98 s.

Barvíř J. L. (1902): O nerostech žiloviny skládajících u Jílového. - *Horn. hutn. Listy (Praha)* **3**, 9, 136-138.

Barvíř J. L. (1929): O severní hranici zlatonosného okrsku Jílovského. II. - *Vlt. Proudy (Praha)* **8**, 5, 4-5.

Bea F. (1996): Controls on the trace element composition of crustal melts. - *Transactions of the Royal Society of Edinburgh-Earth Sciences* **87**, 33-41

Bernard J. H. (1965): Uplatnění molybdenitu v čs. části Českého masívu. - *Věst. Ústř. Úst. geol.* **40**, 253-261.

Bernard J. H. , Pouba Z. et al. (1986): Rudní ložiska a metalogeneze československé části Českého masívu. - Vyd. Ústř. úst. geol., Academia, Praha.

Bělohoubek A. (1879): Resultate der chemischen Untersuchungen eines Haematites von Troja und einiger Feldsphate und Kalkgesteine. - *Sitzber. D. kgl. Böhm. Gesell. D. Wiss (Prag)*, 8, 1-7 (Separatsbdruck).

Breiter K., Sokol A. (1997): Chemistry of the Bohemian granitoids; Geotectonic and metallogenic implications. - *Sbor. geol. Věd, Ložisk. Geol., Mineral.* **31**, 75-96.

Brunnerová Z. (2001): Nerostné suroviny. - In: Neživá příroda Prahy a jejího okolí (J. Kovanda ed.), 104-118. Vyd. Academia a Čes. geol. úst., Praha.

Čech F. (1981): Minerály pegmatitů. Pegmatity Čech. Minerály pegmatitů středočeské oblasti. - In: Mineralogie Československa (J. H. Bernard, ed.), 100-109. Academia, Praha.

Čech F., Staněk J. (1969): Pegmatity středočeské oblasti. - In: Mineralogie Československa (J. H. Bernard, ed.), 47-54. Academia, Praha.

Čepek L., Koutek J. (1941): Kamenolomy v Horních Požárech a Mrači v Posázaví. - *Knih. Geol. Úst. pro Čechy a Moravu* **21b**, 3-62.

Fenclová K. (2010): Studium fluidních inkluzí v pegmatitech ze Skalska u Jílového a z Dolních Borů. - MS, Dipl. Práce, Přír. Fak. Univ. Karl., Praha.

Grym V. (1983): Živec a živcové suroviny. - In: Ložiska nerudních surovin ČSR (M. Kužvart, ed.), 61-81. Univ. Karlova, Praha.

Harlov D. E., Forster H. J., Nijland T. G. (2002): Fluid-induced nucleation of (Y+REE)-phosphate minerals within apatite: Nature and experiment. Part I. Chlorapatite. - *Amer. Mineral*. **87**, 245-261.

Hejtman B. (1941): Nástin postupu diferenciace a krystalizace v požárském lomu. - *Rozpr. II. Tř. Čes. Akad.* **51**, 12, 1-15.

Holub F. V., Machart J., Manová K. (1997): The Central Bohemian Plutonic Complex: Geology, chemical composition and genetic interpretation. - *Sbor. geol. Věd, Ložisk. Geol., Mineral.* **31**, 27-50.

Cháb J., Breiter K., Fatka O., Hladil J., Kalvoda J., Šimůnek Z., Štorch P., Vašíček Z., Zajíc J., Zapletal J. (2008): Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu. - Vyd. Čes. geol. služba, Praha.

Katzer F. (1896): Böhmens Feldspathindustrie. - *Österr. Zeitschrift Berg-und Hüttenwwesen (Wien)* **44**, 647-650.

Klvaňa J. (1886): Nerosty Království českého. - Uherské Hradiště (heslo Jílové, Skalsko).

Koutek J. (1964): Geologie československých rudních ložisek. I. Ložiska českého jádra. - Učeb. texty vys. šk., Univ. Karlova v Praze, Přír. Fak. SPN n.p. Praha.

Kratochvíl J. (1912): Nerosty širšího pražského okolí. - In: Výroč. zpr. c. k. stát. reálky na Malé Straně v Praze za škol. rok 1911-1912. Nákl. vlast., 36 s.

Kratochvíl J. (1963): Topografická mineralogie Čech VI. - Nakl. ČSAV, Praha.

Láznička P. (1963): Zpráva o sledování mineralogických výskytů molybdenitu ve středočeském plutonu a masivech stodském a štěnovickém. - *Zpr. geol. Výzk. v R. 1962 (Praha)*, 46-49.

Láznička P. (1965): Nerosty ve vyvřelinách severovýchodní části středočeského plutonu (Benešovsko, Jílovsko, Říčansko). - *Sbor. vlastivěd. Prací z Podblanicka (Jemniště)* **6,** 7-29.

Láznička P. (1967): Mineralogie středočeského plutonu. - Nár. muz. a Společ. Nár. muz., 2, 1-48 (tišť. přednáška).

Losos Z., Hladíková J., Fojt B. (1994): Mineralogy, trace element- and sulphur isotope-geochemistry of sulphide mineralizations related to Hercynian plutonism in the NE margin of the Bohemian Massif (Czech Republic). - In: Metallogeny of Collisional Orogenes (Seltman, Kämpf, Möller, Eds.), 350-356. Czech Geol. Survey, Prague.

Losos Z., Sulovský P., Vávra V. (1998): Sn-, Bi- and Ag-minerals from pegmatites, aplites and quartz veins of Žulová granitic massif (Silesicum, Czech Republic). - *Krystalinikum* **24**, 53-72.

Losos Z., Šimčíková M. (2003): Mineralogická charakteristika a distribuce ilmenitu a titanitu v žulovském masivu. - *Geol. Výzk. Mor. Slez. v R. 2002*, 77-78. MU a Česká geologická služba, Brno.

Loun J., Kučera J. (2005): Revize zlatonosných žil halířského pásma na východním okraji jílovského zlatonosného revíru. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **13,** 154-161.

Morávek P. (1954): Pegmatity z Kamenného Přívozu u Jílového. - *Čas. Nár. Muz., Odd. přírodověd.* **123**, 46-52.

Morávek P. (1961): Výroční zpráva geologicko-průzkumných prací za rok 1960. - MS, Rudné doly, závod Jílové u Prahy, ČGS-Geofond, středisko v Jílovém u Prahy.

Morávek P. (1971): Ložiskové poměry a mineralizace jílovského zlatonosného revíru. - *Sbor. geol. Věd, Ř. LG* **13**, 7-170.

Novák M. (2005): Granitické pegmatity Českého masivu (Česká republika); mineralogická, geochemická a regionální klasifikace a geologický význam. - *Acta Mus. Morav., Sci. geol. (Brno)* **90**, 3-74.

Orlov A. (1935): Zur Kenntnis der Petrochemie des mittelböhmischen Plutons. - *Mineralog. petrogr. Mitt., N. F. (Wien)* **46**, 416-446.

Palivcová M., Beneš K., Zoubek V. (1967): Genesis of Granitoids in the Bohemian Massif. - Int. Geol. Congr., XXIII Ses., Prague 1968, Guide to Excursion 29 AC Czechoslovakia, 3-42. - Publ. Geol. Survey, Prague.

Píša M., Vlašímský P., Kopecký L., Drábek M., Prchlík I., Kolek P., Kvaček M., Vetejška K. (1986): Hlavní výsledky výzkumu molybdenových rud Českého masívu. - In: Sbor. Symp. Horn. Příbram ve vědě a techn., sekce G Ložisková geologie, 110-122. Příbram.

Pleva F. (2005): Sázava milovaná. - Vyd. Nová tiskárna Pelhřimov s.r.o. (Týnecká keramika, s. 305-307). Pelhřimov.

Pouchou J. L., Pichoir F. (1985): "PAP" (φρZ) procedure for improved quantitative microanalysis. - In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104-106.

Reuss F. A. (1799): Mineralogische Beschreibung der Herrschaften Unterbrezan, Kamenic und Manderscheid im Kaurzimer Kreise. Nebst einer Geschichte des ehemaligen und itzigen Betriebes des uralten Goldbergwerkes zu Eule. - Hof.

Rosický V. (1901): O dvou minetách a žule v okolí Jílového. - *Věst. král. čes. Společ. Nauk, Tř. mat.-přírodověd.* **31**, 1-38 (zvl. otisk).

Rus V. (1955a): Závěrečná zpráva o geologickém průzkumu a mapování výskytu molybdenitu u Skalska vých. od Jílového. - MS, ČGS-Geofond Praha, P 6587.

Rus V. (1955b): Závěrečná zpráva o geologickém průzkumu a mapování výskytu molybdenitu u Skalska vých. od Jílového. - MS, ČGS-Geofond Praha, FZ 1480.

Sattran V. a kol. (1966): Problémy metalogeneze Českého masívu. - *Sbor. geol. Věd, Ř. LG* **8**, 7-112.

Slavíková L. (1933): Mineralogické sbírky Národního musea v posledních letech. - *Čas. Nár. Mus., Odd. přírodověd.* **107**, 49-54.

Staněk J. (1981): Minerály pegmatitů žulovského masívu a jeho okolí. - In: Mineralogie Československa - 2. vydání (J. H. Bernard, ed.), 173. Academia Praha.

Staněk J., Kalášek J. (1953): O výskytu molybdenitu v žulovském plutonu. - *Věst. Ústř. Úst. geol.* **28**, 271-273.

Taylor S. R., McLennan S. M. (1985): The Continental Crust: its Composition and Evolution. - 312 pp, Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Tywoniak J. (1987): Týnec nad Sázavou. Z jeho historie a současnosti. - Vyd. Měst. NV Týnec nad Sázavou 56 s.

Tywoniak J., Herda M. (1986): Týnecká kamenina. - Vyd. Středočes. muz. v Roztokách (nestránkováno).

Vachtl J. (1934): Soupis lomů ČSR. Číslo 3. Okres Jílové. - Vyd. Čsl. svaz pro výzkum a zkoušení techn. důležitých látek a konstrukcí a Stát. geol. úst. Republ. Čsl., Praha.

http://www.tynec.zborenykostelec.cz/kamenina_historie/kamenina_expozice.htm. - Týnec nad Sázavou. Hrad. Městské muzeum. Týnecká keramika. Expozice v našem muzeu. Historie týnecké kameniny.