

## MINERALOGIE, PETROLOGIE A GEOCHEMIE

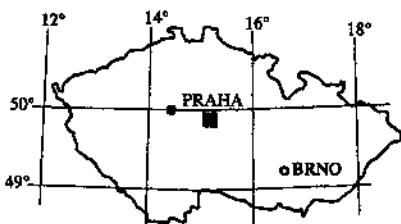
### ZPRÁVA O VÝZKUMU SKARNU U HOLŠIC V POSÁZAVÍ

#### Skarn bodies near Holšice, Moldanubicum, Bohemian Massif

PETR DRAHOTA – JIŘÍ DOHNAL – ZDENĚK JÁNĚ – ZDENĚK PERTOLD

*Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Albertov 6, 128 43 Praha 2*

(13-34 Zruč nad Sázavou)



**Key words:** moldanubian complex, regionally metamorphosed skarn, geothermobarometers

**Abstract.** The Holšice regionally metamorphosed cpx-gar skarn occurs in the north of the Moldanubian zone. A few new skarn bodies were found out by detailed mapping in the vicinity, and three kinds of skarns were distinguished among them. The Holšice skarn consists of cpx-gar, and calc-silicate gneiss bands (cm). Two generations of garnet have been distinguished. Older grossular-rich garnet equilibrated at 840 °C, younger garnet under 650 °C (gar-cpx geothermometer). Secondary mineral of the hisingerite-neotocite series is new for this locality. The second type of skarn, at the Zliv locality, is massive and contains magnetite (high anomalies in magnetometry) and no calc-silicate gneiss. Its gar-cpx, cpx, amph-gar and amph skarn types are poor in Al (hedenbergite, andradite, ferro-actinolite, grunerite). Grossular-almandine rich garnet from the amph-gar skarn equilibrated at 670 °C. Hedenbergite from the andradite-hedenbergite assemblage yielded minimum pressure of 10 kbar. The third type of skarn occurs as a narrow contact zone (only 5 cm wide) between marble and orthogneiss and contains sulphides, and spessartite-rich garnet.

Skarnové výskyty v okolí obce Holšice (mezi Zručí nad Sázavou a Kácovem) jsou studovány v rámci diplomové práce (P. D.) a výzkumného záměru CEZ: J 13/98: 113100005 „Látkové a energetické toky ve svrchních vrstvách Země“. KOUTEK (1952) ve své zprávě z této lokality uvádí výskyt granát-pyroxenického skarnu s četnými křemennými pásky. Domnívali jsme se, že studium tohoto skarnu neobvyklého složení by mohlo přispět k objasnění P-T podmínek vzniku skarnu a přispět k diskusi o genezi regionálně metamorfovaných skarnů Českého masivu.

Holšický skarn se nachází v severní větví moldanubika, 10 km jižně od Ratajské zóny. Je situován v sillimanit-biotitických pararulátech s vložkami erlánů, krystalického vápence, amfibolitů, podél jižního okraje ortorulového tělesa. Mapovacími pracemi v měřítku 1 : 100 000 byl zjiš-

těn výskyt několika těles skarnů, které se od sebe liší velikostí, geologickou pozicí, minerální paragenezí a chemismem jednotlivých minerálů. Kromě několika skarnových výskytů ve směrném pokračování holšického tělesa bylo nově zjištěno těleso skarnu u Zlivu (1 km SSZ od skarnu v Holšicích), které se výrazně liší od holšického. Další typ skarnu byl zjištěn v drobné (cm) poloze (na lokalitě Vápenka, 200 m V od tělesa u Zlivu) na kontaktu ortoruly s krystallickým vápencem. Ortorulové těleso má ve své západní části komplikovaný tvar, obsahuje často zbytky pláště parasérie. Kromě nově zjištěných pestrých vložek hornin v parasérii je zajímavý nový nález beryl-kolumbitového pegmatitu s andaluzitem, apatitem, berylem, bertranditem, columbitem, farmakosideritem, granátem, kasiteritem, lölingitem aj.

Skarnová hornina holšického tělesa (asi 750 m délky) je páskovaná, střídají se pásky granát-pyroxenické, křemenné a pestré erlánové ruly. Skarn je složen z pyroxenu, granátu, a mladších minerálních fází – křemen, albit, ortoklas, epidot. Analyzované pyroxeny náleží především skupině ferosalit a hedenbergit. Méně hojně jsou jejich ekvivalenty obsahující trojmcné železo – ferriferosalit a ferrihedenbergit. Obsah  $TiO_2$  okolo 0,18 mol. %,  $Na_2O$  0,60 mol. % a  $K_2O$  0,10 mol. % je velmi nízký. Podobně tomu je i u  $Al_2O_3$  (0,42–3,94 mol. %) a  $MnO$  (0–1,16 mol. %). Obsah  $MgO$  (1,25–8,6 mol. %) je vyšší než u granátů. V granátu převažuje grosulárová složka (43–73 mol. %) nad almandinovou (22–25,8 mol. %) a andraditovou (0–30 mol. %). Zastoupení pyropové (0–1,4 mol. %) a spessartinové složky (0–6,5 mol. %) je minoritní. Nejhojnější horninou holšického tělesa je páskovaná erlánová rula, která někdy obsahuje pásky křemenné. Je tvořena pyroxenem stejného složení jako ve skarnech, amfibolem, plagioklasem (bazický oligoklas a kyselý andezín), křemenem a granátem. Akcesorii je titanit, apatit, zirkon a sekundární minerály řady hisingerit-neotokit (nový minerál pro lokalitu). Granát tvoří dvě chemicky odlišné fáze. První typ se svým chemismem přibližuje více granátům skarnu, avšak na rozdíl od nich má méně složky andraditové. Druhý typ granátu obsahuje výrazně vyšší podíl almandinové složky (až 47 mol. %) a spessartinové (až 9,3 mol. %) na úkor složky grosulárové. Obsah spessartinové složky (1,1–9,3 mol. %) a pyropové složky (0–3,9 mol. %) je o něco vyšší než u granátů skarnů, ale přesto je minoritní. První typ granátu je starší, což lze dokumentovat v některých případech, kdy grosulárový granát tvoří jádro zrna a mladší almandinový

granát ho lemuje a po prasklinách do něj vniká. Amfiboly vznikají amfibolizací pyroxenů a patří do skupiny hastingsitu a ferroedenitu. Vodnaté železito-manganaté křemičitany řady *neotokit-hisingerit* se vyskytují uzavřené v pyroxenech, v křemenných páscích nebo obklopují hydroxidy železa a mangantu.

Nově objevené skarnové těleso na lokalitě Zliv, asi 70 m dlouhé, je převážně tvořeno pyroxenickým skarem, méně granát-pyroxeňským, granát-amfibolickým, pyroxen-amfibolickým skarem a nejméně granátovcem a amfibolickým skarem. Na rozdíl od skaru u Holšic nebyly zjištěny pásky pestré erlánovité ruly. Makroskopicky byl v pyroxenickém skaru ve formě rozptýlených zrn zjištěn magnetit, jehož přítomnost byla potvrzena magnetometrickým měřením. Maximální amplituda zjištěné magnetické anomálie v prostoru Zlivského skaru dosahovala až 140 nT. Oproti tomu nad skarnovým tělesem v Holšicích se projevila pouze nevýrazná anomálie  $\Delta T$  s maximem 12 nT a lze tedy předpokládat, že neobsahuje magnetit ani pyrhotin. Chemismem minerální paragenese zlivský skarn obsahuje oproti lokalitě Holšice většinou velmi málo hliníku – granáty granát-pyroxeňských skarů jsou téměř čisté andradity. Granáty granát-amfibolických skarů tvoří dvě chemicky odlišné fáze. Hojnější typ je bohatý almandinovou (60–65 mol. %) a méně grossulárovou složkou (21–30 mol. %), nezanedbatelný je i obsah pyropové (4,5–7 mol. %) a spessartinové složky (0,7–3,5 mol. %). Druhý typ je bohatý grossulárovou složkou (75–79 mol. %), méně obsahuje almandinovou (20 mol. %) a jen do 1 mol. % spessartinovou a pyropovou složku. Živec není přítomen, pyroxeny mají méně Al než pyroxeny na lokalitě Holšice, ale obsahují až 1,9 mol. %  $\text{Na}_2\text{O}$  a tedy až 12,6 % jadeitové komponenty. Amfiboly granát-amfibolického skaru mají chemismus hastingsitu a ferropargasitu, pyroxen-amfibolického skaru odpovídá ferroaktinolitu a v případě amfibolického skaru cummingtonitu a gruneritu. Vedlejším minerálem je *křemen*, *chlorit*, akcesorii je *apatit*.

Skarn na kontaktu mezi ortorulou a krystalickým vápencem tvoří polohu o mocnosti 4–6 cm, přechází do erlánu a je tvořen *křemem*, *plagioklasem*, *granátem*, *amfibolem* (ferropargasit, ferroedenit, ferrohornblend, magneziohornblend), méně *titanitem* a *sulfidy* (pyrhotin, pyrit, chalkopyrit a sfalerit). Akcesorii je *scheelit* a mladší *ortoklas* a *chlorit* s *kalcitem*. Složením granátu se tento skarn odlišuje od těles u Zlivi a Holšic, neboť má vysoký obsah spessartinové (8–26 mol. %), almandinové (35–54 mol. %) a pyropové složky (4–10 mol. %). Obsah grosulárové (5–29 mol. %) a andraditové (0–36 mol. %) složky již není tak vysoký.

Metamorfní břidličnatost hornin parasérie má V–Z směr a generelně upadá k severu pod středními úhly (35–60°). Osy otevřených vrás v ortorule generelně upadají k SZ pod úhly 40–50°. Na lokalitě Vápenka se vyskytuje mladší zvlnění ploch foliace ortoruly, jehož osy upadají pod úhlem 30° k VSV. V holšickém skaru se místy podařilo zjistit izoklinální vrasy dle rozměru, jejichž osy upadají k SV až VSV pod středními úhly 30–60°, jejich směrová a geometrická obdoba se v jiných horninách nevyskytuje.

Geotermometrem založeným na distribuci Fe a Mg mezi

granátem a klinopyroxenem (POWELL, 1985), granátem a biotitem (WILLIAMS – GRAMBLING, 1990) a granátem a amfibolem (GRAHAM – POWELL, 1984) byly počítány teploty vzniku těchto asociací.

Při užití granát-biotitového termometru (WILLIAMS – GRAMBLING, 1990) byly v biotitických pararulách s granátem a v biotitické ortorule s granátem zjištěny teploty ekvilibrium okolo 670 °C (starší metamorfická událost) a převážně v rozmezí 550–600 °C (mladší retrográdní metamorfóza).

Po vyloučení dat neodpovídajících podmínkám termometru gar-cpx (Powell, 1985) se rozptyl teplot pro skaru na lokalitě Holšice pohybuje mezi 820–870 °C s maximem okolo 840 °C (starší granát), pro páry s mladším granátem (s vyšším obsahem almandinové složky) okolo 650 °C. Teplota 840 °C vypovídá s největší pravděpodobností o nejstarší metamorfické události, teplota 650 °C o mladší regionální metamorfóze, charakteristické pro okolní metasedimenty a metavulkanity. Křemenné pásky a sekundární amfiboly jsou pravděpodobně produkty téhož eventu regionální metamorfózy, živce (albit a ortoklas) s epidotem jsou produkty retrográdní metamorfózy ve facii zelených břidlic. Nově identifikovaný minerál řady *neotokit-hisingerit* vznikl rozkladem vodnatých minerálů železa a mangantu a také přímým srážením z roztoků nasycených kyselinou křemičitou a ionty železa v připovrchových podmínkách.

Zlivský skarn také odráží polyfázový vývoj. Geotermometrem gar-amf (GRAHAM – POWELL, 1984) byly pro granát-amfibolický skarn zjištěny teploty s maximem okolo 660 °C, které velmi dobře korespondují s teplotami vzniku mladších granátů pestrých erlánovitých rul na lokalitě Holšice. Asociace andradit a klinopyroxen z granát-pyroxeňského skaru je pravděpodobně starší a snad vznikla za vysokoteplotních podmínek, podobně jako v holšického skaru. Na základě obsahu jadeitové komponenty v pyroxenech zlivského skaru byly odvozeny minimální tlaky vzniku (GASPARICK – LINDSLEY, 1980) okolo 10 kbar. Mladší regionálně metamorfická událost (550–600°), která převažuje v minerální asociaci okolní parasérie, dává vznik lamelárním odmíšeninám v amfibolech amfibolického a pyroxen-amfibolického skaru. Chloritové minerály pravděpodobně vznikly během pozdních fází této mladší retrográdní metamorfózy.

Na lokalitě Vápenka byla v drobné poloze granát-amfibolického skaru (na kontaktu ortoruly s krystalickým vápencem) při použití geotermometru gar-amf (GRAHAM POWELL, 1984) a gar-biot (WILLIAMS – GRAMBLING, 1990) zjištěna tři maxima – okolo 470 °C, 560 °C a 670 °C. Tato poloha představuje kontaktní nebo reakční typ skaru, který vznikl vzájemnou interakcí fluid ortoruly a karbonátu. Vysoký obsah spessartinové složky granátu skaru korespondeje s podobným chemismem v granátu v ortorule.

Skarnové lokality okolí Holšic spolu s okolními horninami parasérie svými minerálními asociacemi dobře odrážejí řadu metamorfických pochodů (např. nejstarší minerální asociace holšického skaru odpovídají podmínkám vysokoteplotní metamorfózy ve spodní části kontinentální kůry), které tyto horninové asociace v oblasti prodělaly. Prekur-

zory těchto skarnů je proto nutné hledat v horninách starších než HP-HT metamorfóza moldanubika, nebo s ní současných. Skarn na kontaktu mezi ortorulou a krytalickým vápencem se odlišuje od ostatních skarnových výskytů v paraserii zvýšeným obsahem spessartinové složky v granátech a obsahem scheelitu a sulfidů.

### Literatura

GASPARICK, T. – LINDSLEY, D. H. (1980): Phase equilibria at high pressure of pyroxenes containing monovalent and trivalent ions. – In: C. T. PREWIT (ed.), Pyroxenes. Mineral. Soc. Am. Rev. Mineral., 7, 309–339. Washington.

- GRAHAM, C. M. – POWELL, R. (1984): A garnet-hornblende geothermometer: calibration, testing, and application to the Pelona schist, southern California. – Journal of Metamorphic Geology, 2(1), 13–31. USA.  
 KOUTEK, J. (1952): Skarn v Holštejně u Káčova v Posázaví. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 1952, 45–46. Praha.  
 MELÍN, M. – KUNST, M. (1992): Mincalc – Geological Software verze 2.1. – MS Akademie věd ČR Praha.  
 POWELL, R. (1985): Regression diagnostics and robust regression in geothermometer/geobarometer calibration: the garnet-clinopyroxene geothermometer revisited. – Journal of Metamorphic Geology, 2, 33–42.  
 RICHARD, L. R. (1997): Minpet Geological Software. – 146 Du Chateau, Masson-Angers. Québec.  
 WILLIAMS, M. L. – GRAMBLING, J. A. (1990): Manganese, ferric iron, and the equilibrium between garnet and biotite. – Amer. Mineralogist, 75, 886–908. Washington.

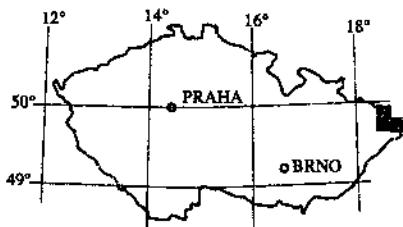
## SEDIMENTOLOGIE A MIKROFACIE SPODNÍCH TĚŠÍNSKÝCH VRSTEV

### Sedimentology and microfacies of the Lower Těšín Member

MOJMÍR ELIÁŠ – HELENA ELIÁŠOVÁ

Mexická 5, 101 00 Praha 10; e-mail: elias@cgu.cz

(Karviná 15-44, Valašské Meziříčí 25-14, Frýdek-Místek 25-22, Jablunkov 26-11)



**Key Words:** Silesian Unit, Lower Těšín Member, Upper Jurassic, Berriasian, Sedimentology, Microfacies

**Abstract:** The Lower Těšín Member (Oxfordian–Berriasian) is composed predominantly of dark grey limy claystone and argillaceous limestone with calcified rhaxa and spicules of sponges. These rocks belong to the spiculite microfacies (SMF 1). In the succession of these rocks there are intercalations of biomicrite, biointramicrite and micrite belonging to the microfacies of "fine detrital limestone" (SMF 2) and alloclastic limestone (SMF 4). These intercalations are more frequent in the upper part of the stratigraphic succession. In the uppermost part of the Lower Těšín Member massive slump bodies (the Ropice horizon up to 30 m thick and similar horizons) are developed. The Lower Těšín Member can be differentiated from the overlying beds in the area, where only the Těšín Limestone is developed (the eastern part of the Silesian unit between the Olše and Ostravice rivers). In the western part of this unit the Lower Těšín Member represents the lower part of the succession of the Těšín-Hradiště Formation.

Spodní těšinské vrstvy jsou nejstarším lithostratigrafickým celkem slezské jednotky. Popsal je ve své klasické práci HOHENEGGER (1861) jako „spodní těšinské břidlice“ z povođí Olše, kde jsou nejvíce rozšířeny. Chronostratigraficky je kladl do nejvyšší jury.

Spodní těšinské vrstvy jsou naspodu omezeny tektonicky. Jejich svrchní hranice se klade pod bázi těšinských vápenců v kalové (mikritové) facii. V nejvyšší části intenzivně zvrásněných spodních těšinských vrstev, jejichž mocnost se odhaduje na 300–400 m, je na Těšínsku vyvinuté 0–30 m mocné skluzové těleso – ropický horizont (MENČÍK et al., 1983).

Ve studovaných profilech v okolí Třince, Českého Těšína, Bystrice nad Olší a Nýdku (ELIÁŠ 1970, ELIÁŠ – ELIÁŠOVÁ 1984) naprostě převažují jílovité vápence (asi 85–90 % mocnosti profilu) nad vápnitými jílovci (10–15 %). Jsou černošedé, tmavě šedé až šedohnědé, složené z jílové substance (illit a minerály ze skupin montmorillonitu a kaolinitu) pigmentované organickou substancí a z jemně až velmi jemně zrnitého mikritového nebo mikrosparitového kalcitu (40–70 %). Zhruba stejně je zaštoupena jílová substancia. 2–4 % horniny skládá biogenní podíl, hlavně rhaxy s paprčitou strukturou, méně monoaxonální jehlice hub, radiolarie, foraminifery, stomiosferidy, saccocomy, fragmenty schránek mlžů, netříděné úlomky ostnokožců a „vlákna“. Ojediněle byly nalezeny ooidy (1–3 %). Častá jsou povlečená zrnka. Jako akcesorie byly nalezeny klastický křemen, muskovit, dále glaukonit, pyrit a fosfátová zrnka. Vzácná je silicifikace.

Ze stomiosferid byly určeny *Parastomiosphaera malmica* (BORZA), *Colomisphaera fortis* ŘEHÁNEK, *Colomisphaera* sp., *Carpistomiosphaera* cf. *titonica* NOWAK, *Cadosina semiradiata* WANNER.

Podle WILSONOVY (1975) klasifikace standardních mikrofacií (SMF) řadíme tyto horniny do „standardní mikrofacie pánevních spikulit“ (SMF 1), usazených za hemipelagických nebo pelagických podmínek v nedostatečně větraném prostředí.

Vápnitné jílovce až jílovité vápence jsou zvrstveny homo-