

# PETROLOGIE A RUDNÍ PARAGENEZE VÁPENATO-SILIKÁTOVÝCH HORNIN KEPRNICKÉ SKUPINY SILESICA

Petrology and ore assemblages of calc-silicate rocks of the Keprník Group in the Silesicum

Miroslav Veselý<sup>1</sup>, Zdeněk Losos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GEOMIN družstvo, Znojemska 78, 586 56 Jihlava, e-mail: [geomini@geomini.cz](mailto:geomini@geomini.cz)

<sup>2</sup>Katedra mineralogie, petrologie a geochemie PŘF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: [losos@sci.muni.cz](mailto:losos@sci.muni.cz)

(14-24 Bělá pod Pradědem)

**Key words:** *Silesicum, Keprník Group, calc-silicate rocks, Ca-Mg skarns, ore mineralization*

## Abstract:

*The calc-silicate rocks (skarns) of the Keprník Group in the Silesicum were influenced by regional metamorphism in the amphibolite facies and contain mineral assemblage: diopside - quartz - plagioclase - calcite - dolomite - titanite ± hornblende ± microcline ± biotite (phlogopite) ± chlorite ± minerals of zoisite-epidote group. From the accessory minerals are current rutile, apatite, zircon and locally ore minerals. All present calcareous inosilicates and phyllosilicates have Mg-rich and Fe-poor composition.*

*The sulphidic mineralization connected with calc-silicate rocks (localities Hučivá Desná, Mlýnky a Bezný) is represented by two different ore types. The first ore type of disseminated or cluster structure are Fe-sulphides (pyrrhotite, pyrite) such as common accessories in rocks at localities Hučivá Desná and Mlýnky. Only at locality Bezný were founded Fe-sulphides of massive structures and rarely implications of banded structures too. The second ore type mainly of cluster structure is represented by galena with sphalerite, locally accompanied by pyrite and chalcopyrite. This ore type is adherent to the carbonate parts (in Hučivá Desná) or quartz veins (in Mlýnky) which are connected with calc-silicate rocks. The succession of ore minerals generally conforms with the sequence of sulphides in metamorphogenic ores. Genesis of individual ore assemblages is similar in all localities. Ore mineralizations were probably connected with volcano-sedimentary protoliths of rocks and with later metamorphogenic and hydrothermal processes which caused their mobilization and subsequent accumulation.*

V krystaliniku keprnické skupiny se na několika místech vyskytují vložky vápenato-silikátových hornin, které bývají lokálně slabě zrudněny. Rudní parageneze spjaté s těmito horninami jsou především Fe-sulfidické, méně běžné je zrudnění polymetalické. Blíže byly studovány lokality Hučivá Desná (také jako Vřesová Studánka či západní svah Červené hory), Mlýnky a Bezný (západně od Adolfovic) v severní části keprnické skupiny - obr. 1 (diplomová práce Veselého 2000).

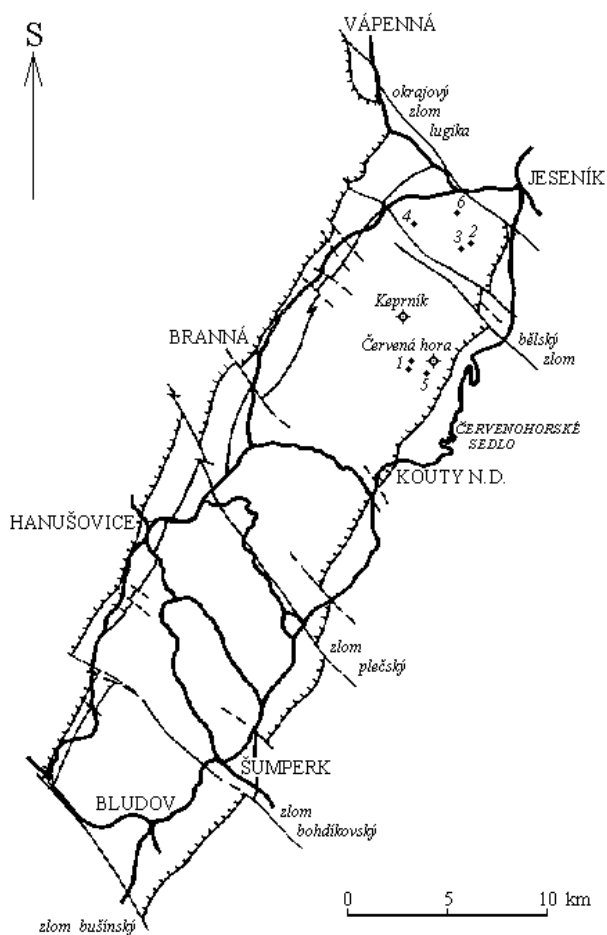
Metamorfóza hornin keprnické skupiny byla polyfázová. Starší metamorfní fáze spadají do kadmického geotektonického cyklu svrchně proterozoického stáří (480 až 570 MA - Van Breemen et al. 1982). Variská metamorfní etapa s metamorfózou barovienského typu byla provázána rozsáhlými granitizačními a migmatitizačními procesy. Její stáří datovali Maluski et al. (1995) na 300 až 310 MA. Metamorfóza vykazuje trend nárůstu od JV k SZ. Projevuje se v řadě fází sledem metamorfních zón od chloritové a biotitové zóny přes granátovou a staurolitovou až po zónu sillimanitovou (Koverdinský 1993). Retrográdními metamorfními pochody (v prostředí bohatém na H<sub>2</sub>O) pak dochází např. k chloritizaci biotitu, uralitizaci pyroxenu či saussuritizaci plagioklasu a k následné tvorbě sekundárních karbonátů.

Vápenato-silikátové horniny („calc-silicate rocks“) prodělaly složitý metamorfní vývoj, za podmínek amfibol-

litové facie. Původně se pravděpodobně jednalo o vrstvy a čočky nečistých (slinitých) vápenců (zčásti dolomitických) v mělkovodním prostředí, které byly později regionálně metamorfovány (Misař 1957). Dnes jsou složeny převážně z křemene, silikátů a karbonátů. Obsah těchto komponent je variabilní, při převaze karbonátů má hornina charakter mramoru, při převaze křemene a silikátů se jedná o pyroxenické ruly. V dřívějších pracích se setkáváme u popisovaných hornin s termínem erlan (Šitavanc - Souček 1988).

Chemické analýzy vápenato-silikátových hornin keprnické skupiny ukazují, že nejvíce SiO<sub>2</sub> (až 80 %) a nejméně CaO (kolem 3 %) obsahují horniny od Mlýnků, což může být způsobeno procesy silicifikace (prokřemeněním), neboť na této lokalitě se nachází též hojně křemenné žíly se zrudněním patrně hydrotermálního původu, které se na ostatních lokalitách nevyskytují. Naopak, nejméně SiO<sub>2</sub> (kolem 35 %) a nejvíce CaO (27 %) obsahuje hornina z Bezného. Nejvíce Fe<sup>2+</sup> a stejně tak MnO a TiO<sub>2</sub> obsahují horniny z lokality Hučivá Desná (kromě zrudněného vzorku z Bezného), a to se odráží i v poměrně nízkém stupni oxidace w, což je poměr oxidů [2Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(2Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO)]. Naopak, nejvíce Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> obsahují horniny z lokality Mlýnky a zvláště z Bezného.

Obsahy síry odrážejí přítomnost především Fe-sulfidů v erlanech. Nejvíce síry (téměř 20 %) obsahují



Obr. 1 - Schematická mapka keprnické skupiny s vyznačenými lokalitami vápenato-silikátových hornin: 1 - koryto potoka Hučivá Desná pod Červenou horou, 2 - Mlýnky, 3 - Bezný; 4 a 5 jsou výskyty vápenato-silikátových hornin zpracované Šitavancem a Součkem (1988): 4 - u lesní cesty pod Sněhulákem, 5 - 200 m od cesty na Vřesovou Studánku. Lokalita Bezný (3) a Dolní Lipová (6) byly studovány Čermákem - Fojtem (1983).

Fig. 1 - Schematic map of the Keprník Group with locality of calc-silicate rocks marked: 1 - river bed of Hučivá Desná at Červená hora, 2 - Mlýnky, 3 - Bezný; 4 and 5 - occurrences described by Šitavanc - Souček (1988): 4 - woods road at Sněhulák Hill, 5 - road to Vřesová Studánka. Locality Bezný (3) and Dolní Lipová (6) were studied by Čermák - Fojt (1983).

zrudněné horniny z Bezného. Horniny z lokality Hučivá Desná obsahují maximálně 0,16 % S a horniny z Mlýnků neobsahují téměř žádnou síru, což je v souladu s mikroskopicky pozorovaným množstvím sulfidů v těchto horninách.

Geochemicky je zajímavý poměr alkálií  $\text{alk} (\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O})$ . U hornin z lokality Hučivá Desná je tento poměr (až na jednu výjimku) menší než 1, kdežto u hornin z ostatních lokalit je tomu naopak. To může ukazovat na míru K-metasomatózy těchto hornin. Zvýšený obsah  $\text{K}_2\text{O}$  v horninách Hučivé Desné také potvrzuje vyšší zastoupení biotitu a K-živce v těchto horninách.

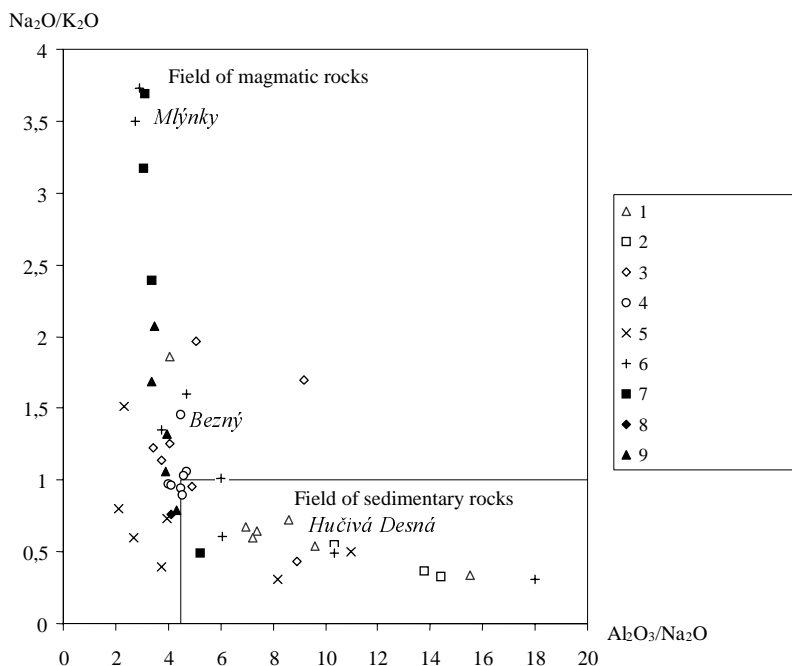
Obsahy  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  a  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a jejich poměry lze také využít k indikaci protolitu vápenato-silikátových hornin.

Podle Šitavance a Součka (1988) je kritériem pro sedimentogenní horniny poměr  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} < 1$  a zároveň  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O} > 4,5$ . Pro horniny magmatogenní platí poměr  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 1$  a zároveň  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O} < 4,5$ . Na obr. 2 jsou podle uvedené kritérií graficky vyhodnoceny všechny dostupné analýzy vápenato-silikátových hornin keprnické skupiny. Z grafu je patrné, že analýzy hornin z lokality Hučivá Desná spadají do pole sedimentogenních hornin, stejně jako fylity, svory a většina rul keprnické skupiny, což je v souladu s úvahami o jejich sedimentogenním původu. Analýzy hornin z Mlýnků a Bezného však do určeného pole nespádají především v důsledku relativně vysokého poměru  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  a zároveň nízkého poměru  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}$ . Tyto poměry jsou charakteristické pro typicky magmatogenní a nebo silně metamorfně ovlivněné horniny keprnické skupiny. Domníváme se proto, že vápenato-silikátové horniny z Bezného a Mlýnků byly do určité míry postiženy metamorfně-hydrotermálními procesy, doprovázenými Na-metasomatózou. Rovněž zastoupení K-živce (mikroskopicky určeného jako mikroklin) v popisovaných horninách lze připsat draselné metasomatóze, jež může být prostorově a látkově odvozena od keprnických ortorul.

V grafické projekci kompozičního složení minerálů metamorfovaných vápenato-silikátových hornin v diagramu - obr. 3, lze vymezit dvě oblasti geochemicky rozdílných typů hornin. Oblast (1) představuje pole složení dolomitů a dolomitických mramorů. Veškeré analýzy vápenato-silikátových hornin spadly do pole (2) kalcitických mramorů a různých druhů vápenato-silikátových hornin, jako jsou například Ca-Si rohovce, silikátové mramory nebo diopsidické ruly (erlany). V diagramu jsou zobrazeny také body, které představují ideální složení přítomných minerálů, které se běžně nacházejí v těchto horninách (např. křemen, diopsid, tremolit, dolomit, kalcit, apod.).

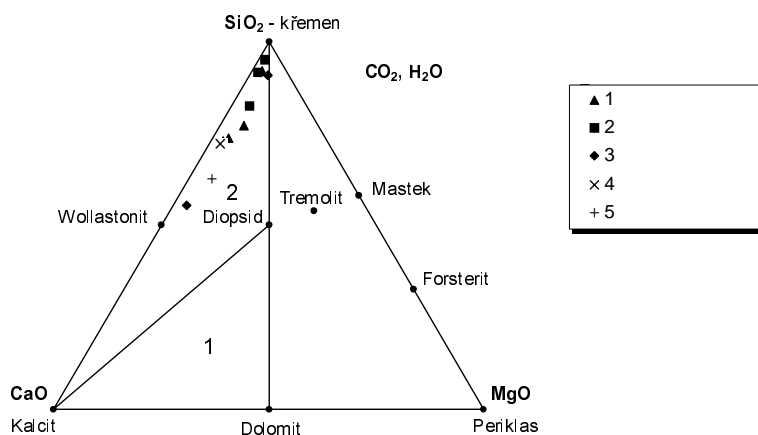
U hlavních horninotvorných minerálů vápenato-silikátových hornin keprnické skupiny na studovaných lokalitách jsme stanovili jejich chemické složení. V silikátech a karbonátech převládá většinou hořčík nad dvojmocným železem (výjimkou je nález Mg-chamositu z lokality Bezný). Charakteristickou minerální asociací je diopsid - plagioklas (oligoklas až andezín) - křemen - kalcit - dolomit - titanit ± amfibol (tremolit - aktinolit) ± K-živce (mikroklin) ± biotit-flogopit ± chlorit (klinochlor) ± minerály zoisit-epidotové skupiny. Složení klinopyroxenů odpovídá dle klasifikace Morimota (1989) diopsidům a je uvedeno v tab. 1. Nepotvrzený zůstává výskyt granátu a vesuvianu, které byly společně nalezeny a identifikovány z jednoho vzorku z koryta Hučivé Desné Maškem (1957). Z dalších minerálů vápenato-silikátových hornin keprnické skupiny Burkart (1953) uvádí fluorit, mastek, epidot, prehnit, K-živce (adulár), zoisit a zeolity (chabazit, desmin, heulandit, laumontit, skolezit). Pravděpodobně se ale jedná o minerály na alpských žilách, které jsou v této oblasti hojně popisovány (Kruťa 1966). V jeho výčtu minerálů však chybí titanit, plagioklasy, apod.

Ve vápenato-silikátových horninách jsme studovali dva parageneticky a texturně rozdílné typy zrudnění. První typ představují Fe-sulfidy z vtroušeninových textur (pyrit,



Obr. 2 - Složení vápenato-silikátových hornin studovaných lokalit (vlastní výsledky) v porovnání s jinými horninami keprnické skupiny (Šitavanc - Souček 1988). Vysvětlivky: 1 fylit a fylonit, 2 staurolitický svor, 3 ruly, 4 keprnická ortorula, 5 mramor, 6 vápenatosilikátové horniny, 7 migmatit, 8 aplit z migmatitu, 9 granitoidy.

Fig. 2 - Composition of calc-silicate rocks of the studied localities (our results) in correlation with other rocks from Keprník Group studied by Šitavanc - Souček (1988). Annotations: 1 phyllite and phyllonite, 2 staurolitic mica schist, 3 gneiss, 4 Keprník gneiss, 5 marble, 6 calc-silicate rocks, 7 migmatite, 8 aplite from migmatite, 9 granitic rocks.



Obr. 3 - Složení metamorfovaných vápenato-silikátových hornin. Analýzy z lokalit Vřesová Studánka a Sněžulák byly převzaty od Šitavance a Součka (1988). Lokality: 1 Hučivá Desná, 2 Mlýnský, 3 Bezný, 4 Vřesová Studánka, 5 Sněžulák.

pyrhotin, lokálně chalkopyrit), jako běžné akcesorické součásti ve vápenato-silikátových horninách všech studovaných lokalit. Na lokalitě Bezný vystupují Fe-sulfidy až ve formě masivních rud a odtud byly také popsány náznaky rudních textur páskovaných (Fojt - Čermák 1983). Tento typ zrudnění má podle všech znaků metamorfní původ.

Druhý typ zrudnění je zastoupen polymetalickou asociací sfalerit-galenit (lokálně doprovázený chalkopyritem či pyritem) v hnězdovitých texturách v karbonátových polohách (lokalita Hučivá Desná) nebo v křemenných žilách

(Mlýnský). Obsahy Ag v galenitech se pohybují pod mezí detekce EDX-analýzy. Sfalerity z lokality Hučivá Desná obsahují více Fe (6.78-7.32 hm.%), než sfalerity z výskytu Mlýnský (2.29-2.67 hm.%). Na další prvky jsou velmi chudé, Cd je buď pod mezí detekce EDX-analýz nebo se pohybuje mezi 0.1-0.2 hm. %. Sfalerity podobného chemismu jsou typické pro zrudnění rul u České Vsi v plášti žulovského masivu, které prokazatelně vzniklo polyfázovou metamorfózou sedimentárních Zn-Fe rud (Losos - Fojt - Hladíková 1986). Pb-Zn typ rudní mineralizace vápenato-silikátových

Vzorek číslo:	Lokalita	Vzorce klinopyroxenů
98/2	Hučivá Desná	$(Ca_{0,97} Mg_{0,61} Fe_{0,37} Mn_{0,01}) (Al_{0,02} Si_{2,01}) O_{6,00}$
98/2	Hučivá Desná	$(Ca_{0,97} Mg_{0,59} Fe_{0,39} Mn_{0,01}) (Al_{0,02} Si_{2,00}) O_{6,00}$
98/2	Hučivá Desná	$(Ca_{0,97} Mg_{0,62} Fe_{0,36} Mn_{0,02}) (Al_{0,02} Si_{2,00}) O_{6,00}$
98/6	Hučivá Desná	$(Ca_{0,97} Mg_{0,89} Fe_{0,08} Mn_{0,01}) (Al_{0,05} Si_{1,99}) O_{6,00}$
99/1	Mlýnky	$(Ca_{0,94} Mg_{0,67} Fe_{0,31} Mn_{0,01}) (Al_{0,05} Si_{2,00}) O_{6,00}$
99/1	Mlýnky	$(Ca_{0,94} Mg_{0,66} Fe_{0,32} Mn_{0,01}) (Al_{0,06} Cr_{0,01} Si_{1,99}) O_{6,00}$

Tab. 1 - Empirické vzorce analyzovaných klinopyroxenů z vápenato-silikátových hornin lokality Hučivá Desná a Mlýnky.  
 Tab. 1 - Empirical formulae of analysed clinopyroxenes of calc-silicate rocks from localities Hučivá Desná and Mlýnky.

hornin keprnické skupiny silesika je geneticky spjat patrně s hydrotermálně-metamorfními procesy, v případě lokality Mlýnky zřetelně nízkoteplotními. Mikrochemismus galenitu a sfaleritu indikuje látkovou souvislost s procesy meta-

morfní mobilizace kovů z protolitu vápenato-silikátových hornin keprnické skupiny, respektive z jiných hornin pravděpodobně devonského patra keprnické skupiny.

#### Literatura:

- Burkart, E. (1953): Mährens Minerale und ihre Literatur. - Nakl. Čs. Akad. Věd., 342-345. Praha.
- Fojt, B. - Čermák, F. (1983): Mineralogie rudních výskytů Bezný a Dolní Lipová. - Scr. Univ. Purkyn. brun., 13, 5, 203-222.
- Konopásek, J. - Schulmann, K. - Štípská, P. - Klápová, H. (1998): Metamorfní petrologie. - Scripta UK, Karolinum, Praha.
- Koverdinský, B. (1993): Geologické problémy silesika. In Geologie Moravy a Slezska, Sborník příspěvků k 90. Výročí narození prof. dr. K. Zapletala, sekce geol. věd PřF MU a MZM v Brně.
- Kruťa, T. (1966): Moravské nerosty a jejich literatura 1940-1965. - Morav. Zem. Muz. v Brně. Brno.
- Losos, Z. - Fojt, B. - Hladíková, J. (1986): Mineralogická charakteristika sulfidického zrudnění u České Vsi u Jeseníku. - Scr. Univ. Purkyn. brun., 16, 3, 143-170. Brno.
- Maluski, H. - Rajlich, P. - Souček, J. (1995): Pre-variscan, Variscan and Early Alpine thermo-tectonic history of the north-eastern Bohemian Massif: An  $^{40}Ar/^{39}Ar$  study. - Geol. Rundsch., 84, 345-358.
- Mašek, J. (1957): Erlany na východním svahu Klínové v Hrubém Jeseníku. - Čas. Mineral. Geol., 2, 3, 344-346. Praha.
- Mísař, Z. (1957): Příspěvek ke stratigrafické poloze a metamorfóze erlanů v keprnické klenbě. - Věst. Ústř. Úst. geol., 33, 3, 187-192. Praha.
- Morimoto, N. (1989): Nomenclature of pyroxenes : Report of the subcommittee on pyroxenes of the International Mineralogical Association, commission on new minerals and mineral names. - Canad. Min., 27, 143-156.
- Šitavanc, D. - Souček, J. (1988): Geochemie hornin keprnické klenby. - Čas. Mineral. Geol., 33, 2, 149-170.
- Van Breemen, O. - Aftalion, M. - Bowes, D. - Dudek, A. - Mísař, Z. - Povondra, P. - Vrána, S. (1982): Geochronological studies of the Bohemian massif, Czechoslovakia, and their significance in the evolution of Central Europe. - Earth Sci., 73, 89-108. Edinburgh.
- Veselý, M. (2000): Mineralogie vápenato-silikátových hornin keprnické skupiny. - MS, Diplomová práce, PřF MU. Brno.