ACTA MUSEI MORAVIAE
ČASOPIS MORAVSKÉHO MUZEA
LXXII • 1987
Scientiae naturales *Vědy přírodní*

METAMORFOVANÉ KARBONÁTOVÉ HORNINY PŘI SEVEROVÝCHODNÍM OKRAJI MOLDANUBIKA

METAMORPHOSED CARBONATE ROCKS
AT THE NORTH-EASTERN MARGIN OF THE MOLDANUBICUM

MILAN NOVÁK
Mineralogicko-petrografické oddělení, Moravské muzeum, Brno

Abctract

Metamorphosed carbonate rocks (marbles) were studied in the north-eastern margin of the Moldanubicum in the regions of the Strážek Moldanubicum, Svratka crystalline complex and Polička crystalline complex. On the basis of their geological setting, lithology, mineral assemblages and chemical composition the marbles were divided into different groups.

Úvod

Metamorfované karbonátové horniny se poměrně často objevují v metamorfovaných komplexech, většinou spolu s metabazity, kvarcity, pyroxenickými rulami a jinými horninami. V posledních letech jim byla věnována značná pozornost, hlavně minerálním reakcím a jejich využití pro zónografii a přesnější odhad metamorfních podmínek. V menší míře bylo sledováno také jejich chemické složení. Ve francouzských hercynidách je studoval Debrabant (1970), v oblasti Connemara v Irsku Leake et al. (1975), v oblasti Grenville v Kanadě Kretz (1980), v severozápadním Norsku Sauter (1983) a mramory prekambria studoval Predovskij (1970). Izotopickým složením kyslíku a uhlíku v mramorech se zabývali např. Lattanzi et al. (1980).

V Českém masívu dosud podrobnější studie o chemickém složení a minerálních asociacích mramorů chybí. Svoboda (1955) a Krutský (1971a, 1971b) uvádějí řadu chemických analýz z oblasti Krkonoš a Jizerských hor, resp. z moldanubika v okolí Sušice a Strakonic, k podrobnějšímu studiu litologie však tyto analýzy využity nebyly. Jenček a Vajner (1968) a Suk (1974) se zabývali litologií moldanubických hornin, ale mramorům se věnovali jen v omezené míře. Podobně byly jen v malé míře studovány také minerální asociace metamorfovaných karbonátových hornin. Přehled prací zabývajících se minerálními asociacemi dolomitických mramorů v Českém masívu uvádí Novák (1986a).

Předložená studie rozšiřuje znalosti o chemickém složení mramorů, jejich litologii a minerálních asociacích v oblastech strážeckého moldanubika,

svrateckého krystalinika a poličského krystalinika a ukazuje na možnost využití těchto znalostí k přesnějšímu rozlišení jednotlivých litologických, resp. metamorfních jednotek.

Metody studia

Všechny vzorky metamorfovaných karbonátových hornin byly studovány jednotným způsobem. Odběr vzorků jsem prováděl na jednotlivých lokalitách tak, aby k analýze byla použita typická hornina s nízkým obsahem silikátů. U těch lokalit, které se mi nepodařilo v terénu nalézt (Mostiště, Hluboké u Víru), nebo kde nebyly vzhledem k velmi špatným odkryvům získány vhodné vzorky hornin (Martinice, Strážek I, Mirošov I, Žďár nad Sázavou II, Ubušínek), byly k analýze použity také vzorky ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně. V menší míře byly analyzovány také metamorfované karbonátové horniny s větším podílem silikátů, které jsou, jak metasomatického původu (Novák 1986b), tak produkty metamorfózy silikáty silně znečištěných karbonátových hornin.

U všech analyzovaných vzorků hornin bylo ve výbrusech studováno jejich mineralogické složení. Chemické analýzy byly provedeny v laboratořích Geologického průzkumu Ostrava, závod Brno, Polní 23/25 kolektivem pracovníků vedeným ing. Jílkovou následujícím postupem: SiO_2 a H_2O^+ bylo stanoveno vážkově, Al_2O_3 chelatometricky — indikátor xylenolová oranž, celkové Fe_2O_3 fotometricky s kyselinou sulfosalicylovou, FeO titračně s manganistanem draselným, TiO_2 fotometricky s tironem, P_2O_5 fotometricky jako fosfovanadomolybdenový komplex, MnO, CaO, MgO, Sr a Zn atomovou absorpční spektrofotometrií, K_2O a Na_2O emisní plamenovou fotometrií a CO_2 jako ztráta žíháním zmenšená o H_2O^+. U části analýz je celkové Fe uváděno jako FeO a CO_2 pouze jako ztráta žíháním. Z jednotlivých analýz byly vypočítány Niggliho parametry a celý soubor analýz byl zpracován pomocí počítače.

V předložené práci jsou pro metamorfované karbonátové horniny užívány jen termíny kalcitický mramor a dolomitický mramor, i když to v některých případech neodpovídá zcela definici (např. Hejtman 1962). Protože většina chemických analýz odpovídá kalcitickému nebo dolomitickému mramoru a nebo se jim blíží (obr. 2), upustil jsem od užívání termínů jako kalcitickodolomitický mramor, aj.

Geologické poměry studované oblasti

Oblast, v níž byly studovány metamorfované karbonátové horniny, je tvořena směrem k SV třemi geologickými jednotkami, strážeckým moldanubikem, svrateckým krystalinikem a poličským krystalinikem (obr. 1).

Ve strážeckém moldanubiku jsou zastoupeny, jak jednotvárná, tak pestrá skupina, která je plošně poněkud rozsáhlejší. Území je rozděleno křídelským zlomem na dvě dílčí kry, které vykazují poněkud rozdílné rozmístění a zastoupení obou skupin. Pestrá skupina je charakterizována značným rozšířením metabazitů dvou typů (Klápová 1978), dále jsou k ní řazeny granulitové horniny, část ultrabazik, pyroxenické ruly (erlány), mramory a skarny. V nadloží pestré skupiny se objevují horniny svorového charakteru, které zřejmě odpovídají horninám přilehlého svrateckého krystalinika (Zrůstek 1973). Strážecké moldanubikum je metamorfováno převážně v amfibolitové facii a lze zde rozlišit dva metamorfní cykly (Cháb a Suk 1977). Starší metamorfóza kyanit-staurolitového typu byla překryta mladší hercynskou metamorfózou sillimanit-cordieritového typu, jejíž intenzita klesá směrem k SV (Cháb a Suk 1977, Němec 1968a). Horniny strážeckého moldanubika místy podlehly silné migmatitizaci, která pravděpodobně předcházela mladší metamorfózu

sillimanit-cordieritového typu (Novák 1985a). Hranice mezi strážeckým moldanubikem a svrateckým krystalinikem není přesně vymezena a je více či méně konvenční.

Metamorfované karbonátové horniny nebyly ve strážeckém moldanubiku podrobně studovány. Jenček a Vajner (1968) a Suk (1974) uvádějí, že v moldanubiku výrazně převládají kalcitické mramory nad dolomitickými, z oblasti strážeckého moldanubika však Zrůstek (1973) popisuje především dolomitické mramory s forsteritem. Novější chemické analýzy mramorů z této oblasti byly publikovány jen výjimečně (Němec 1963a).

Svratecké krystalinikum se liší od strážeckého moldanubika především nižším stupněm metamorfózy, který odpovídá kyanit-staurolitovému typu a jen v menší míře se zde uplatnila mladší metamorfóza sillimanit-almandinového typu (Němec 1968a, Cháb a Suk 1977). Rozdílné je také horninové složení a typickými horninami jsou zde především migmatity, „červené ortoruly" a dvojslídné lepidoblastické ruly až svory. V menší míře se zde objevují metabazity, pyroxenické ruly (erlány), skarny a mramory. Křídelským zlomem je svratecké krystalinikum rozděleno na dvě kry, z nichž jižní se od severní liší větším zastoupením ultrabazik, skarnů a mramorů. Hranice s poličským krystalinikem je petrograficky poměrně ostrá, mizí zde horniny svorového charakteru a objevují se jemnozrnné biotitické ruly (Mísař 1960).

V této oblasti byla mramorům věnována poněkud větší pozornost a Němec (1963b, 1968b) zde zjistil kalcitické a dolomitické mramory často v asociaci se skarny (Fe a Ca skarny). Jiné výskyty dosud podrobněji studovány nebyly.

Poličské krystalinikum odpovídá svým metamorfním stupněm zhruba svrateckému krystaliniku, přičemž intenzita metamorfózy klesá směrem k S. Horninové složení je poněkud jiné, typické jsou biotitické až dvojslídné ruly a usměrněná tělesa křemenných dioritů. Dále se zde objevují tělesa metabazitů, mramorů a v jižní části leží velké těleso dvojslídných ortorul (Jelínek et al 1985). Hranice se svrateckým krystalinikem je zvýrazněna zlomovým pásmem a místy i výskyty intruzívních hornin (Šouba a Duda 1975).

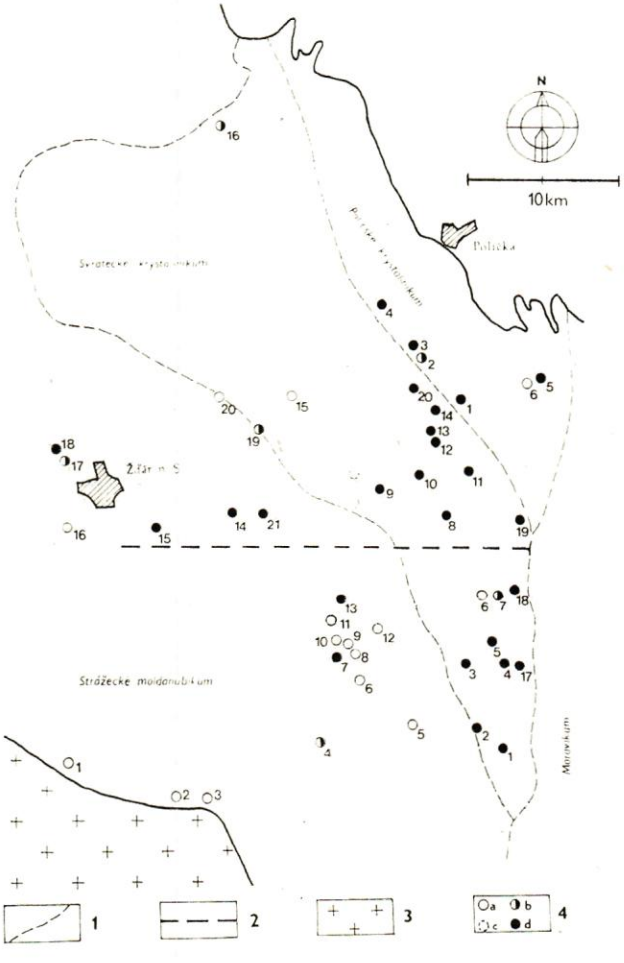
Metamorfované karbonátové horniny byly podrobněji studovány pouze v rámci geologického průzkumu mramorů v okolí Trhonic a Sedliště poblíž Jimramova (Vocilka 1956). Autorem uváděné chemické analýzy však nelze využít, neboť byl stanoven jen malý počet oxidů a analyzovány byly zásekové a technologické vzorky.

Metamorfované karbonátové horniny

Výzkum metamorfovaných karbonátových hornin jsem zaměřil v prvé řadě na revizi všech známých výskytů mramorů při využití všech dostupných mapových podkladů (Suess 1906, Rosiwal 1915, Stárková a Zrůstek 1973). Při terénním výzkumu jsem nalezl většinu vymapovaných lokalit mramorů s výjimkou Mostiště, Hlubokého u Víru, Vojtěchova, Míchova a Daňkovic. Nově byly nalezeny mramory na lokalitách Olešinky, Strážek II, Jívoví, Vrtěříž, Rovné a Slavkovice (obr. 1). Výchozy mramorů jsou ve většině případů velmi špatné. Některá tělesa byla zcela vytěžena, velká část lokalit je situována na polích a tak zde byly získány vzorky mramorů pouze ze suti. Z těchto důvodů nebylo většinou možno studovat detailní uložení mramorů, okolní horniny a případně rozmístění jednotlivých typů mramorů v celém tělese.

Ve strážeckém moldanubiku převažují dolomitické mramory. Tvoří čočkovitá tělesa uložená většinou v biotitických rulách. Jejich mocnost kolísá od několika decimetrů do 50 metrů a na styku s okolní horninou nebyly zjištěny

žádné reakční lemy. Dolomitické mramory jsou drobně až středně zrnité, křídově bílé až světle šedé, masivní, většinou jen s náznaky foliace. Kalcit je v nich rozmístěn pravidelně jako velmi drobná izolovaná zrna mezi většími individui dolomitu. Stupeň znečištění mramorů silikáty je různý, některá tělesa jsou velmi čistá téměř bez silikátové příměsi (Dolní Rožínka), jindy se v dolomitických mramorech objevují hojné polohy a nepravidelné smouhy bohaté silikáty (Studnice). V některých mramorech v oblasti Z od rudního pole Rožná-Olší byly popsány zonální metasomatické reakční žíly (Mg-skarny), složené z diopsidu, forsteritu, serpentinu, tremolitu a kalcitu (N o v á k 1986b).



Obr. 1. Schematická mapa lokalit metamorfovaných karbonátových hornin.
Fig. 1. Schematic map of localities of metamorphosed carbonate rocks.

1 — hranice studovaných geologických jednotek (podle přehledné geologické mapy 1 : 200 000), 2 — křídelský zlom, 3 — třebíčský masív, 4 — lokality metamorfovaných karbonátových hornin, a — dolomitický mramor, b — dolomitický a kalcitický mramor, c — dolomitický mramor (stanoveno barvící metodou), d — kalcitický mramor.
1 — boundary of geological units under (according to geological study map 1 : 200 000), 2 — Křídla fault, 3 — Třebíč massif, 4 — localities of metamorphosed carbonate rocks, a — dolomite marble, b — dolomite and calcite marbles, c — dolomite marble (determined by the staining method), d— calcite marble.

Označení lokalit:

Designation of localities:

Strážecké moldanubikum — 1 — Blízkov, 2 — Mostiště, 3 — Martinice, 4 — Horní Libochová, 5 — Mitrov, 6 — Strážek I a II, 7 — Mirošov II, 8 — Blažkov II, 9 — Blažkov I, 10 — Mirošov I, 11 — Olešinky, 12 — Dolní Rožínka, 13 — Zvole, 14 — Slavkovice, 15 — Jámy, 16 — Budeč, 17 — Žďár nad Sázavou I, 18 — Žďár nad Sázavou II, 19 — Studnice, 20 —Fryšava,21—Petrovice. Svratecké krystalinikum — 1 — Litava, 2 — Olší, 3 — Věžná, 4 — Pernštejn, 5 — Býšovec, 6 — Věchnov, 7 — Vrtěříž I a II, 8 — Ždánice, 9 — Bohuňov, 10 — Písečné, 11 — Hluboké u Víru, 12 — Dalečín I, 13 — Dalečín II, 14 — Unčín, 15 — Kuklík, 16 — Krouna I a II, 17 — Nedvědice, 18 — Kozlov, 19 — Vír, 20 — Strachujov. Poličské krystalinikum — 1 — Ubušínek, 2 — Trhonice, 3 — Sedliště, 4 — Borovnice, 5 — Bystré I, 6 — Bystré II.

Na styku dolomitického mramoru a okolní migmatitizované ruly bylo v jednom případě zjištěno nahrazení dolomitu kalcitem. Výjimečně byly polohy nebo drobné proužky kalcitických mramorů nalezeny uvnitř dolomitových těles.

Kalcitické mramory tvoří většinou samostatná tělesa. Jejich mocnost kolísá od několika centimetrů do 40 metrů (Zvole, Žďár nad Sázavou II) a jsou také uloženy v biotitických rulách, ojediněle v amfibolitu (Mirošov II). Kalcitické mramory jsou většinou velmi čisté, bílé s různými odstíny až tmavě šedé, většinou mají hrubší zrno než dolomitické mramory. U málo mocných těles byly na styku s okolní alumosilikátovou horninou pozorovány zonální metasomatické reakční lemy (Ca-skarny), tvořené granátem řady grossular-andradit, pyroxenem řady diopsid-hedenbergit, vesuvianem a wollastonitem (Novák 1985a, b).

Ve svrateckém krystaliniku převažují kalcitické mramory a na základě geologické pozice a minerálních asociací lze vyčlenit dvě odlišné skupiny mramorů: mramory svrateckého krystalinika s. s. a nedvědické mramory.

Mramory svrateckého krystalinika s. s. tvoří protáhlá tělesa mocnosti od několika centimetrů do 20 metrů. Převládající kalcitické mramory jsou většinou uloženy ve svorech a svorových rulách, výjimečně doprovází skarnová tělesa (Fe-skarny — Býšovec). Mramory jsou většinou velmi čisté jen s malým množstvím silikátů, foliace je poněkud zřetelnější než v mramorech strážeckého moldanubika a v mramorech doprovázejících skarnová tělesa byly místy zjištěny drobné budiny těchto skarnů (Býšovec). Na styku drobných poloh kalcitických mramorů a okolních alumosilikátových hornin byly pozorovány úzké metasomatické reakční lemy (Ca-skarny), vždy méně mocné než ve strážeckém moldanubiku (Němec 1963b, Novák 1985a). Dolomitické mramory byly ve svrateckém krystaliniku nalezeny jen v omezené míře, většinou poblíž styku se strážeckým moldanubikem, někdy doprovází tělesa Fe-skarnů (Němec 1963b).

Nedvědické mramory tvoří úzký nesouvislý pruh výhradně kalcitických mramorů, který lemuje V a SV okraj svrateckého krystalinika od Černvíru přes Nedvědici, Ujčov, Vír až ke Strachujovu u Jimramova. Protáhlá tělesa mramorů až 30 metrů mocná jsou uložena ve svorových rulách (Zoubek 1946) a místy obsahují budiny nebo protáhlé polohy skarnových hornin chudých železem (Ca-skarny), tvořené hlavně diopsidem, grossularem, vesuvianem a wollastonitem (Němec 1968b, Novák nepubl. data). Jižně od křídelského zlomu jsou polohy metamorfovaných karbonátových hornin obou skupin hojnější a dosahují větších mocností.

V poličském krystaliniku jsou metamorfované karbonátové horniny přítomny ve dvou samostatných oblastech.

Poblíž hranice se svrateckým krystalinikem leží místy až souvislý pruh mramorů od Ubušínku přes Trhonici a Sedliště u Jimramova až k Borovnici — trhonické mramory. Tělesa mramorů mají mocnost až 45 metrů (Trhonice) a značnou směrnou délku (kolem 2 kilometrů). Převládají zde kalcitické mramory, méně často byly zjištěny i drobné polohy dolomitických mramorů uvnitř těles kalcitických mramorů. Tělesa metamorfovaných karbonátových hornin obsahují hojné proplástky silikátových hornin a místy i sulfidy (sfalerit, pyrhotin, pyrit) a oxidy (spinely, magnetit, hematit). Trhonické mramory mají výraznou foliaci.

Mramory z okolí Bystrého jsou velmi čisté, masivní, jen s náznaky foliace. Tělesa dosahují mocnosti až 30 metrů a jedno z těles je tvořeno dolomitickým mramorem. Zde byly zjištěny několik centimetrů mocné polohy nebo ložní žíly tvořené tremolitem, diopsidem, flogopitem a kalcitem, pravděpodobně metasomatického původu.

Ze srovnání tří studovaných oblastí, strážeckého moldanubika, svrateckého krystalinika a poličského krystalinika vyplývají tyto závěry:

1. Ve všech studovaných oblastech patří mramory k relativně málo rozšířeným horninám, i když v některých dílčích oblastech (okolí Studnice, Nedvědice a Jimramova) jsou hojné. Většinou tvoří sledovatelné pruhy paralelní s ostatními litologicky odlišnými horninami (metabazity aj.). Mocnost těles ve všech jednotkách kolísá od několika centimetrů nebo decimetrů do několika desítek metrů, pouze v poličském krystaliniku jsou dosud známa jen relativně mocná tělesa. Tvar těles mramorů se pohybuje od mírně protáhlých čoček, kde poměr směrné délky a mocnosti bývá až 3 : 1 (menší tělesa dolomitických mramorů ve strážeckém moldanubiku), až k velmi protáhlým pruhům, kde tentýž poměr bývá až 40 : 1 (nedvědické mramory, trhonické mramory). Lze říci, že poměr délky a mocnosti těles mramorů a stupeň usměrnění (foliace) mramorů rostou směrem k SV. Výjimku tvoří v obou případech mramory v okolí Bystrého.

2. Mineralogické složení mramorů se v jednotlivých oblastech liší. Pro strážecké moldanubikum jsou typické dolomitické mramory, zatímco kalcitické mramory jsou méně časté. Ve svrateckém krystaliniku a v poličském krystaliniku převládají výrazně kalcitické mramory, dolomitické mramory jsou jen ojedinělé. Detailnější diskuse minerálních asociací a chemického složení mramorů bude uvedena v následujících kapitolách.

3. Pro všechny studované mramory je typická úplná nebo téměř úplná nepřítomnost grafitu a v menší míře také sulfidů, které byly zjištěny poněkud ve větším množství v trhonických mramorech a výjimečně i na některých lokalitách strážeckého moldanubika (Strážek I a II, Mirošov II) a svrateckého krystalinika (Býšovec). Na všech uvedených lokalitách byly pozorovány také metasomatické horniny (Mg-skarny, Ca-skarny a Fe-skarny).

4. Smouhy nebo protáhlé polohy silikátů se nepříliš často objevují na některých lokalitách strážeckého moldanubika (Studnice) a jen ojediněle v některých mramorech svrateckého krystalinika s. s. (Býšovec). Poměrně časté jsou polohy a budiny alumosilikátových hornin v nedvědických mramorech. Silikáty nejvíce znečištěné jsou trhonické mramory, mramory v okolí Bystrého jsou většinou velmi čisté.

Minerální asociace metamorfovaných karbonátových hornin

Minerální asociace metamorfovaných karbonátových hornin jsou v současné době předmětem detailního studia a jejich výzkumu ještě není ukončen.

Většinou jde o nerovnovážné minerální asociace a v této práci je uveden jen jejich stručný přehled.

Ve strážeckém moldanubiku je pro kalcitické mramory typická minerální asociace —

kalcit + flogopit + tremolit ± diopsid

V dolomitických mramorech se s rostoucím stupněm metamorfózy od SV k JZ objevují postupně následující minerální asociace —

dolomit + kalcit + flogopit + tremolit + forsterit ± chlorit

dolomit + kalcit + flogopit + forsterit + spinel ± chlorit

dolomit + kalcit + forsterit + klinohumit + spinel ± flogopit ± chlorit.

Ve svrateckém krystaliniku jsou pro kalcitické mramory typické následující minerální asociace: pro mramory svrateckého krystalinika s. s. —

kalcit + flogopit + tremolit ± diopsid

pro nedvědické mramory —

kalcit + diopsid + grossular + vesuvian ± wollastonit ± křemen ± ± albit ± flogopit

V dolomitických mramorech se objevuje minerální asociace —

dolomit + kalcit + flogopit + tremolit ± diopsid

V poličském krystaliniku byly v trhonických mramorech zjištěny tyto minerální asociace: v kalcitických mramorech —

kalcit + amfibol + biotit + gahnit ± živec ± křemen

v dolomitickém mramoru —

dolomit + kalcit + tremolit + flogopit + diopsid + forsterit

V okolí Bystrého mají kalcitické mramory minerální asociaci —

kalcit + flogopit + tremolit ± křemen

dolomitické mramory —

dolomit + kalcit + tremolit + flogopit ± diopsid

Výsledky chemického studia

V předešlých kapitolách byly na základě geologické pozice a minerálních asociací vyčleněny samostatné skupiny metamorfovaných karbonátových hornin, a to i v rámci jednotlivých geologických jednotek. Hlavním úkolem chemického studia pak bylo karbonátové horniny těchto jednotek blíže charakterizovat a zjistit, zda a do jaké míry se liší také svým chemickým složením. Protože výzkum nebyl prováděn s geochemickým záměrem, nebyly podrobně studovány také stopové prvky.

Celkově bylo analyzováno 75 metamorfovaných karbonátových hornin a z literatury byly převzaty 4 chemické analýzy. Pro podrobnější zpracování byly vybrány pouze ty chemické analýzy, které splňovaly následující kritéria:

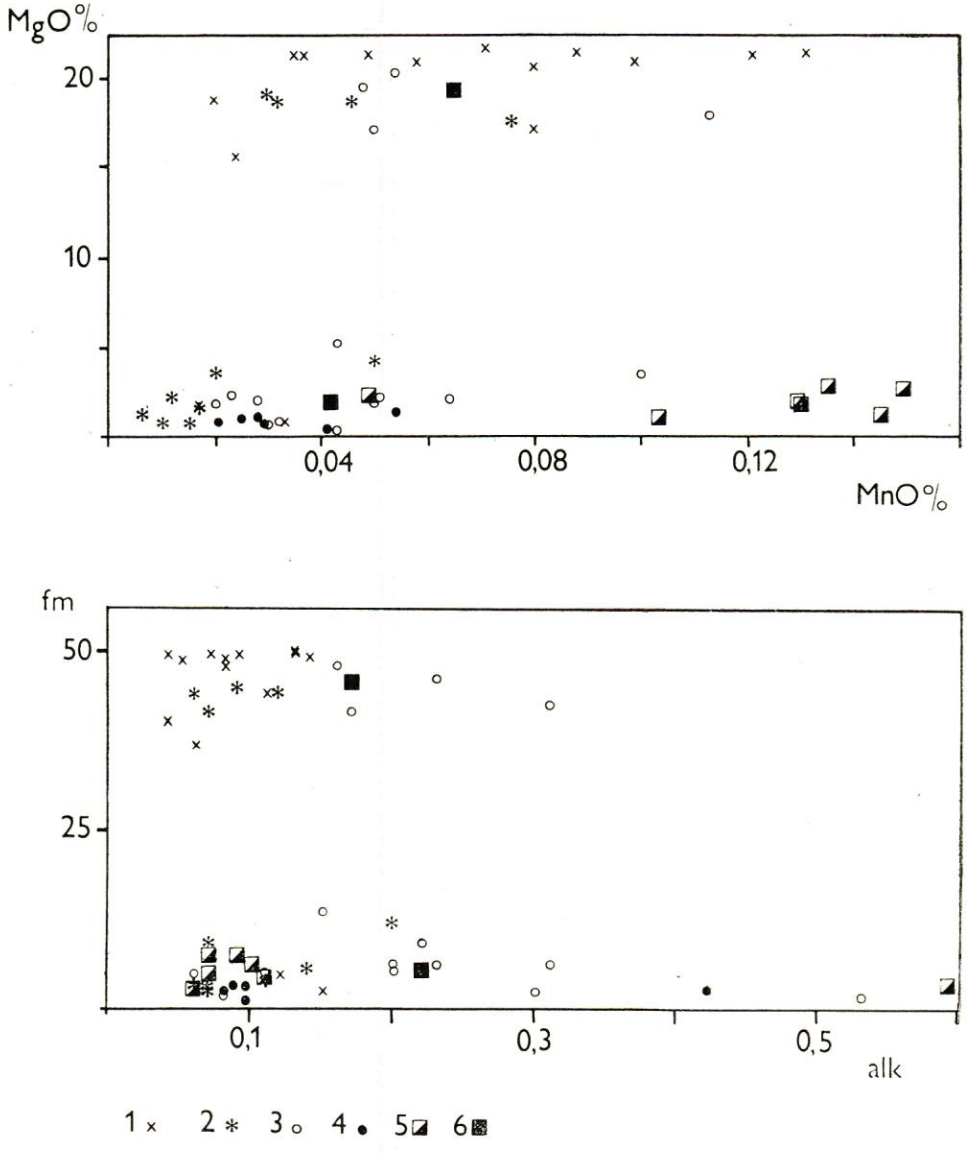
1. Nízký obsah silikátové příměsi, tak aby hodnota si byla menší nebo jen nepatrně vyšší než 10.

2. Nízký obsah Sr, méně než 250 ppm. Větší množství tohoto prvku bylo vždy nalezeno u těch mramorů, kde bylo možno jednoznačně prokázat metasomatické pochody, a také Kretz (1980) uvádí zvýšené obsahy Sr v metasomaticky postižených kalcitických mramorech v oblasti Grenville v Kanadě. Toto kritérium nebylo použito pro nedvědické mramory, neboť by se počet využitelných analýz velmi snížil.

3. Ze souboru byly vyřazeny chemické analýzy hornin, u nichž byly prokázány metasomatické pochody, i když vyhovovaly předešlým kritériím (analýzy č. 61, 62, 65, 69, 70). 56 chemických analýz, které vyhovovaly uvedeným kritériím, bylo zařazeno do tabulek 1.—5. a vyneseno do grafů (obr. 2—5). Zbylých 23 chemických analýz je uvedeno v tab. 6. a pro další diskusi jsou

využívány jen v omezené míře, i když většinou také potvrzují zjištěné závislosti.

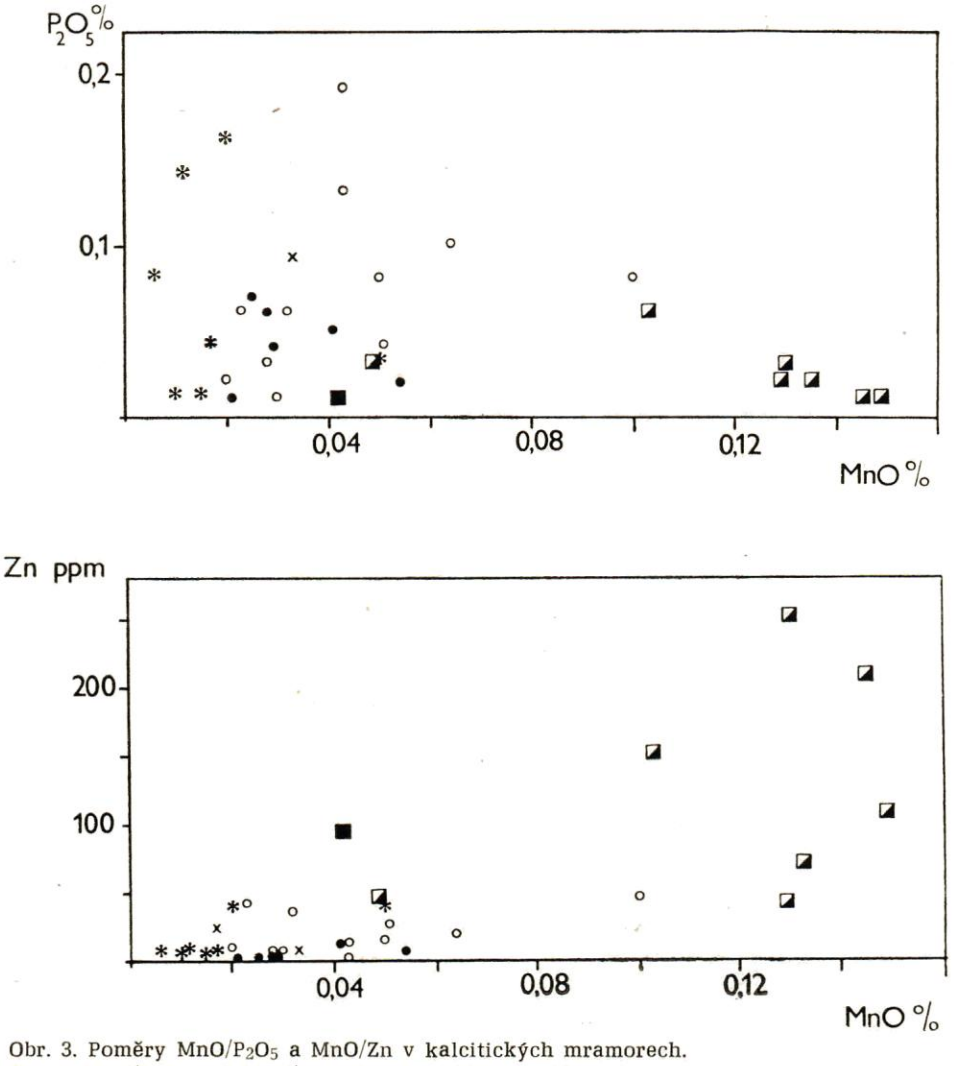
Pro rozlišení jednotlivých skupin mramorů byly jako nejvýhodnější zvoleny obsahy: MgO, MnO a Zn, pro detailnější členění také hodnoty alk, fm a obsah P_2O_5.



Obr. 2. Poměry MnO/MgO a alk/fm v kalcitických a dolomitických mramorech.
Fig. 2. MnO/MgO and alk/fm ratios in calcite and dolomite marbles.
1 — strážecké moldanubikum — jih, 2 — strážecké moldanubikum — sever, 3 — mramory svrateckého krystalinika s. s., 4 — nedvědické mramory, 5 — trhonické mramory, 6 — mramory z okolí Bystrého.
1 — Strážek Moldanubicum, South, 2 — Strážek Moldanubicum, North, 3 — Marbles of the Svratka crystalline complex s. s., 4— Nedvědice Marbles, 5 — Trhonice Marbles, 6 — Marbles from the environs of Bystré.

Strážecké moldanubikum

Mramory z této oblasti byly rozděleny do dvou skupin. Jižně od křídelského zlomu výrazně převládají většinou velmi čisté dolomitické mramory s 20—22 procenty MgO (obr. 2 a 4). Poněkud nižší obsah MgO byl nalezen u mramoru z Martinic (anal. č. 4), kde byly jako na jediné lokalitě v celé studované oblasti zjištěny úzké pásky kalcitického mramoru v dolomitickém mramoru. Dále byl poněkud nižší obsah MgO nalezen v Mirošově I (anal. č. 11) a v Dolní Rožínce (anal. č. 13). Posledně uvedená lokalita leží v SV části této oblasti a svým obsahem MgO odpovídá spíše dolomitickým mramorům z oblasti S od křídelského zlomu. Hodnota fm je u dolomitických mramorů téměř rovna 50 (obr. 2), ale nikdy ne vyšší. Z toho je zřejmé, že v mramorech nebyl přítomen magnezit.

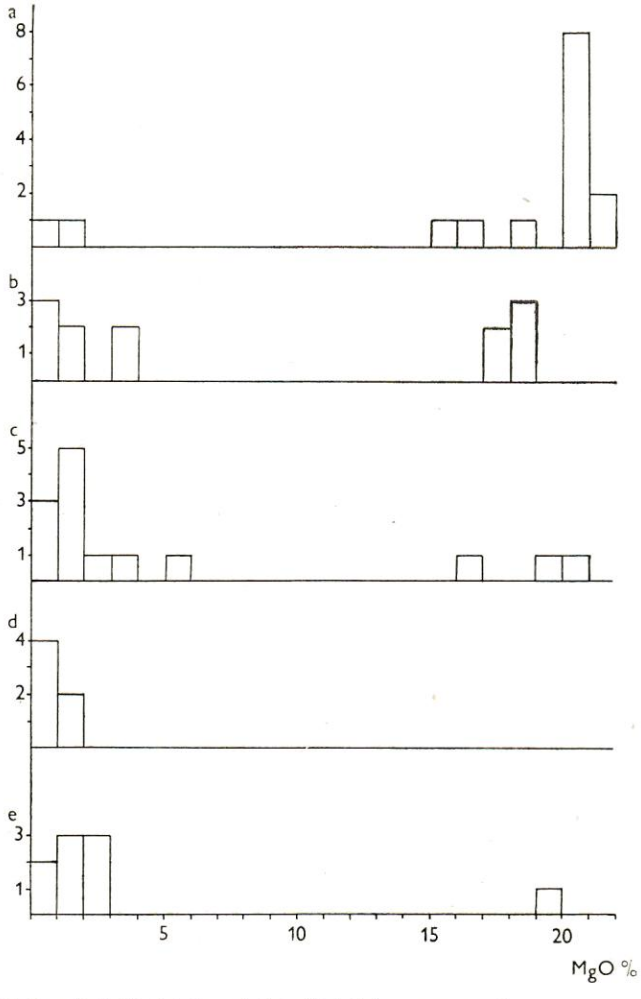


Obr. 3. Poměry MnO/P_2O_5 a MnO/Zn v kalcitických mramorech.
Fig. 3. MnO/P_2O_5 and MnO/Zn ratios in calcite marbles.
Vysvětlivky jako u obr. 2. — Key as for Fig. 2.

Kalcitické mramory tvoří velké těleso u Zvole (anal. č. 15) a ve větší míře byly zjištěny i u Horní Libochové (anal. č. 14). Jinak jsou v J části strážeckého moldanubika velmi vzácné.

V oblasti S od křídelského zlomu je množství dolomitických a kalcitických mramorů přibližně stejné (obr. 4). Dolomitické mramory jsou poněkud chudší na obsah MgO, průměrně kolem 18 %. Kalcitické mramory jsou známy z více těles a od kalcitických mramorů v J části se nijak zřetelně neliší.

Celkově je pro strážecké moldanubikum typická výrazná převaha dolomitických mramorů. Chemicky se od dolomitických mramorů jiných geologických jednotek liší jen poněkud nižší hodnotou alk (obr. 2). Kalcitické mra-



Obr. 4. Obsah MgO v kalcitických a dolomitických mramorech.
Fig. 4. Content of MgO in calcite and dolomite marbles.
a — strážecké moldanubikum — jih, b — strážecké moldanubikum — sever, c — mramory svrateckého krystalinika s. s. (Kuklík byl přeřazen do strážeckého moldanubika — sever), d — nedvědické mramory, e — poličské krystalinikum.
a — Strážek Moldanubicum, South, b — Strážek Moldanubicum, North, c — Marbles of the Svratka crystalline complex s. s. (locality Kuklík was included in the Strážek, Moldanubicum, North), d — Nedvědice Marbles, e — Polička crystalline complex.

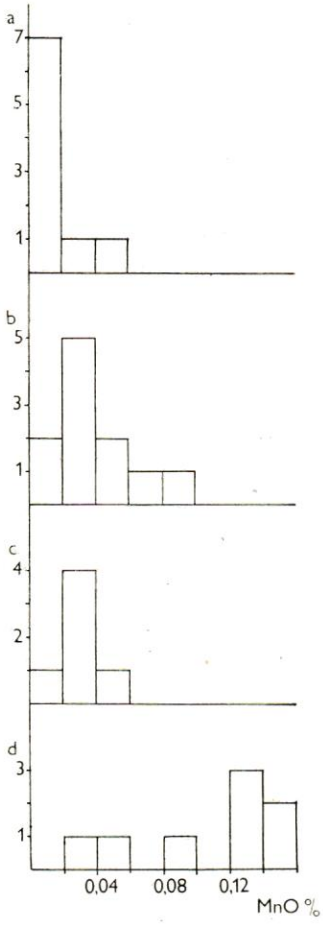
mory strážeckého moldanubika se od kalcitických mramorů ostatních geologických jednotek liší nižším obsahem MnO (obr. 3 a 5).

Svratecké krystalinikum

V oblasti svrateckého krystalinika byly na základě geologické pozice a minerálních asociací vyčleněny dvě skupiny mramorů, mramory svrateckého krystalinika s. s. a nedvědické mramory.

V první skupině výrazně převládají kalcitické mramory. Dolomitické mramory jsou vzácné a kromě ojedinělého výskytu u Vrtěříže (anal. č. 31) mají minerální asociace odpovídající strážeckému moldanubiku (Kuklík, Krouna) a budou diskutovány v následující kapitole.

V nedvědických mramorech byly zjištěny pouze kalcitické mramory, které se od kalcitických mramorů svrateckého krystalinika s. s. liší jen poněkud



Obr. 5. Obsah MnO v kalcitických mramorech.
Fig. 5. Content of MnO in calcite marbles.
a — strážecké moldanubikum, b — mramory svrateckého krystalinika s. s., c — nedvědické mramory, d — poličské krystalinikum.
a — Strážek Moldanubicum, b — Marbles of the Svratka crystalline s. s., c — Nedvědice Marbles, d — Polička crystalline complex.

nižším obsahem MgO (obr. 2 a 4), nižší hodnotou alk (obr. 2) a nižšími obsahy Zn (obr. 3).

Celkově převládají ve svrateckém krystaliniku výrazně kalcitické mramory, které se od kalcitických mramorů strážeckého moldanubika liší poněkud vyšším obsahem MnO (obr. 3 a 5) a také vyšší hodnotou alk (obr. 2). Dolomitické mramory svrateckého krystalinika mají proti dolomitickým mramorům strážeckého moldanubika vyšší hodnotu alk (obr. 2).

Poličské krystalinikum

V poličském krystaliniku se metamorfované karbonátové horniny vyskytují ve dvou oddělených oblastech.

V trhonických mramorech převládají poměrně čisté kalcitické mramory, vzácně byl v Trhonicích zjištěn dolomitický mramor (anal. č. 79), i když Vocilka (1956) uvádí značný počet parciálních chemických analýz mramorů z okolí Trhonice a Sedliště a podle něj kolísá chemické složení zdejších mramorů v celém rozsahu kalcitický-dolomitický mramor. V daném případě však jde o chemické analýzy zásekových a technologických vzorků, které lze jen těžko srovnávat. Také některé minerální asociace mramorů ukazují na vysoký podíl dolomitu. Trhonické mramory se od všech studovaných mramorů zřetelně liší především vysokým obsahem MnO (obr. 2, 3 a 5) a velmi vysokým obsahem Zn (obr. 3). Typický je také relativně nízký obsah P_2O_5 (obr. 3).

Další oblast výskytu mramorů leží v okolí Bystrého a od trhonických mramorů se výrazně liší. Byly zde zjištěny kalcitické i dolomitické mramory a jejich chemické složení je blízké mramorům svrateckého krystalinika s. s. (obr. 2 a 3).

Diskuse lokalit mramorů s odlišným chemickým složením

Strážecké moldanubikum

Typickými metamorfovanými karbonátovými horninami jsou pro tuto oblast dolomitické mramory. Postavení kalcitických mramorů není jasné, jsou mnohem hojnější na území S od křídelského zlomu, kde jsou relativně mnohem více rozšířeny horniny svorového charakteru, které podle Zrůstka (1973) odpovídají svrateckému krystaliniku. To by naznačovalo, že kalcitické mramory, nebo alespoň jejich velká část, jsou ekvivalentní kalcitickým mramorům svrateckého krystalinika s. s. Rozdíly v chemickém složení nejsou příliš výrazné, minerální asociace jsou stejné, a tak při současném stavu výzkumu nelze tento problém spolehlivě vyřešit.

Svratecké krystalinikum

V této oblasti jasně převládají kalcitické mramory. V mramorech svrateckého krystalinika s. s. byly vedle kalcitických mramorů zjištěny na několika lokalitách také dolomitické mramory, které neodpovídají svrateckému krystaliniku jak svým chemickým složením, tak zčásti i svými minerálními asociacemi. Lokalita Kuklík (anal. č. 38) leží poblíž hranice se strážeckým moldanubikem (obr. 1) a odpovídá mu také svojí minerální asociací (dolomit + kalcit + flogopit + tremolit + forsterit). Lze tedy předpokládat, že patří do strážeckého moldanubika a že v oblasti SV od Nového Města na Moravě se posouvá hranice mezi oběma jednotkami směrem k SV, tak jak to předpokládal Zrůstek (1973), a jak to potvrzují další dva nové výskyty dolomitických mramorů v této oblasti (obr. 1), jejichž chemické složení však bylo stanoveno

jen na základě barvících zkoušek. Další výskyt dolomitických mramorů leží v S části svrateckého krystalinika, poblíž hranice s poličským krystalinikem a hlineckou zónou (obr. 1) u obce Krouna (anal. č. 40 a 41). Také zdejší mramor odpovídá svým chemickým složením a minerální asociací (dolomit + + kalcit + flogopit + forsterit + spinel) strážeckému moldanubiku a je zcela odlišný od všech mramorů svrateckého a poličského krystalinika. Geologická pozice tohoto mramoru není jasná a vyžaduje detailnější geologický výzkum celé této oblasti.

Další dva výskyty dolomitických mramorů ve svrateckém krystaliniku leží J od křídelského zlomu v centru svrateckého krystalinika (Věchnov — anal. č. 73, Vrtěříž — anal. č. 31). Dolomitický mramor z Vrtěříže odpovídá chemicky spíše dolomitickým mramorům strážeckého moldanubika, minerální asociace (dolomit + kalcit + flogopit + tremolit + diopsid) je však odlišná. Nepřítomnost forsteritu, typického minerálu dolomitických mramorů strážeckého moldanubika (Novák nepubl. data), ukazuje na nižší stupeň metamorfózy, která by mohla odpovídat svrateckému krystaliniku. Zda patří tento mramor do svrateckého krystalinika také stratigraficky, nelze zatím rozhodnout.

Poličské krystalinikum

V oblasti poličského krystalinika jsou přítomny dvě zcela odlišné skupiny mramorů, trhonické mramory a mramory v okolí Bystrého. Nejspíše jde o litologicky a zřejmě i stratigraficky odlišné jednotky v rámci poličského krystalinika.

Závěr

Chemické studium potvrdilo rozdělení metamorfovaných karbonátových hornin v jednotlivých geologických jednotkách, provedené na základě geologické pozice a minerálních asociací, a také větší či menší rozdíly mezi jednotlivými geologickými jednotkami.

Strážecké moldanubikum se vyznačuje převahou dolomitických mramorů, kalcitické mramory se objevují hlavně S od křídelského zlomu a jsou velmi podobné kalcitickým mramorům svrateckého krystalinika s. s.

Ve svrateckém krystaliniku byly vyčleněny dvě samostatné skupiny mramorů. Mramory svrateckého krystalinika s. s. jsou převážně kalcitické a podobají se kalcitickým mramorům strážeckého moldanubika. Dolomitické mramory vyskytující se vzácně v této skupině mramorů byly zčásti přiřazeny ke strážeckému moldanubiku a zčásti není jejich pozice jasná. Výhradně kalcitické nedvědické mramory jsou především na základě jejich geologické pozice a minerálních asociací jasně odlišné od mramorů svrateckého krystalinika s. s., chemicky je tento rozdíl méně výrazný.

V poličském krystaliniku byly vyčleněny dvě skupiny mramorů, trhonické mramory a mramory v okolí Bystrého. Obě skupiny se od sebe liší velmi výrazně geologickou pozicí, litologií, minerálními asociacemi a také chemicky, přičemž trhonické mramory představují zcela odlišnou skupinu v rámci celé studované oblasti. Mramory v okolí Bystrého se naopak svým chemismem a minerálními asociacemi podobají mramorům svrateckého krystalinika s. s.

Velmi výrazné rozdíly v chemickém složení, litologii a minerálních asociacích trhonických mramorů jsou zajímavé a je zřejmé, že trhonické mramory nejsou pokračováním nedvědických mramorů, jak to uvádějí Svoboda et al. (1962), a těžko je lze přiřazovat ke svrateckému krystaliniku (Svoboda et al. 1964). Spíše by mohly být součástí západosudetské oblasti, což pro poličské krystalinikum předpokládali Kodym a Svoboda (1950) a Svoboda

a Zoubek (1950), a kam bylo poličské krystalinikum zařazeno v návrhu regionálně geologické klasifikace Českého masívu (Svoboda et al. 1976). Potvrzení této domněnky však vyžaduje podrobné studium mramorů také v západosudetské oblasti, neboť těmto horninám zde byla věnována jen malá pozornost (Svoboda 1955, Pleinerová-Hladká 1959, Kočandrle a Opletal 1985). Podobně i přiřazení trhonických mramorů v rámci poličského krystalinika do středočeské oblasti (Mísař et al. 1983) vyžaduje detailní studium metamorfovaných karbonátových hornin v této oblasti, kde však jsou tyto horniny, s výjimkou většinou slabě metamorfovaných staropaleozoických oblastí, velmi vzácné.

SUMMARY

Metamorphosed carbonate rocks of the north-eastern margin of the Moldanubicum (Strážek Moldanubicum, Svratka crystalline complex and Polička crystalline complex) were divided into different groups on the basis of their geological setting, lithology, mineral assemblages and chemical composition.

Dolomite marbles are the typical metamorphosed carbonate rocks of the Strážek Moldanubicum. They form lens-shaped bodies laying mostly in biotitic gneisses. The following, mostly nonequilibrium, mineral assemblages are characteristic: dolomite + + calcite + phlogopite + tremolite + forsterite ± chlorite; dolomite + calcite + phlogopite + forsterite + spinel ± chlorite, dolomite + calcite + forsterite + clinohumite + spinel ± phlogopite ± chlorite. They change gradually from the border with the Svratka crystalline complex in the south-western direction. Dolomite marbles are very often pure with small admixture of silicates, rarely they are rich in silicate bands. Their chemical composition is very close to pure dolomite (20—22 % MgO) in the southern part of this region. Dolomite marbles in the northern part have small admixture of calcite and contain about 18 % MgO.

Calcite marbles occur mainly in the northern part of this unit. Their mineral assemblages are very simple: calcite + phlogopite + tremolite ± diopside. The mineral assemblage, calcite + diopside + grossular + vesuvianite ± wollastonite appears in small bodies of metasomatic reaction skarns. Calcite marbles are very similar to marbles of the adjacent part of the Svratka crystalline complex.

Two individual groups of marbles were distinguished in the Svratka crystalline complex. The Marbles of the Svratka crystalline complex s. s. are mostly very pure calcite marbles. Mineral assemblages are the same as in calcite marbles of the Strážek Moldanubicum and their chemical composition is very similar, too. They differ from them in rather higher content of MnO and higher alk. Dolomite marbles are very rare, their mineral assemblage, dolomite + calcite + phlogopite + tremolite ± diopside is different from the Strážek Moldanubicum. The dolomite marbles occurring in Krouna in the northernmost part of the Svratka crystalline complex near the border with the Polička crystalline complex and the Hlinsko Zone have the same mineral assemblage and chemical composition as the dolomite marbles of the Strážek Moldanubicum. This locality is very remarkable and its geological setting in the Svratka crystalline complex is not clear.

The Nedvědice Marbles form a narrow belt of the pure calcite marbles along the eastern and north-eastern border of the Svratka crystalline complex. Their chemical composition is similar to the calcite marbles of the Svratka crystalline complex s. s., they only contain more MnO and less Zn. The mineral assemblage is different: calcite + diopside + grossular + vesuvianite ± wollastonite ± quartz ± albite ± phlogopite.

In the Polička crystalline complex two different groups of marbles were found.

The Trhonice Marbles form a narrow belt of calcite, rarely dolomite, marbles along the border with the Svratka crystalline complex. The mineral assemblage of calcite marbles, calcite + amphibole + biotite + gahnite ± feldspar ± quartz, and their chemical composition, high content of MnO and Zn and low content of P_2O_5, are very different from all marbles studied. The mineral assemblage of dolomite marble, dolomite + calcite + tremolite + phlogopite + diopside + forsterite, is similar as in other do-

lomite marbles of the Svratka and Polička crystalline complexes, but its chemical composition is marked by a very high content of Zn. There are very frequent thin bands rich in silicates in the Trhonice Marbles.

Very pure calcite and dolomite marbles occur near Bystré in the Polička crystalline complex. Their mineral assemblages and chemical composition are very similar to the Marbles of the Svratka crystalline complex s. s.

The Trhonice Marbles are very different from all marbles studied. They cannot be compared with the Nedvědice Marbles and it is hardly possible to include them in the Svratka crystalline complex. It is impossible to decide if the Trhonice Marbles belong to the Lussatian region or to the Middle Bohemian region.

LITERATURA

DEBRABANT, P., 1970: Typologie géochimique des calcaires, aplication a l'étude de origine des calcaires metamorphiques dans les Massifs hercyniens Francais. *Ann. Soc. géol. Nord,* 90:463—494.

FREJVALD, M., 1965: Styk svorové zóny a svratecké klenby jihovýchodně od Víru na Moravě. *Sbor. geol. Věd, Geol.,* 7:37—57.

HEJTMAN, B., 1962: Petrografie metamorfovaných hornin. Nakl. ČSAV, Praha.

CHÁB, J., SUK, M., 1977: Regionální metamorfóza na území Čech a Moravy. Knih. Ústř. Úst. geol., 50. Praha.

JELÍNEK, E., SOUČEK, J., BOWES, D. R., 1985: Geochemie rul z východního okraje Českého masívu. MS ÚGV UK Praha.

JENČEK, V., VAJNER, V., 1968: Stratigraphy and relations of the groups in the Bohemian part of the Moldanubicum. *Krystalinikum,* 6:105—124.

KLÁPOVÁ, H., 1978: Rudní minerály a magnetická susceptibilita metabazitů strážeckého moldanubika. *Čas. Mineral. Geol.,* 23:401—407.

KODYM, O., SVOBODA, J., 1950: Zpráva o geologických výzkumech širšího okolí Jevíčka, Letovic a Poličky. *Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ.,* 25:115—120.

KOČANDRLE, J., OPLETAL, M., 1985: Srovnání jaderných jednotek východního a západního křídla orlicko-kladské klenby. *Sbor. geol. Věd, Geol.,* 40:63—99.

KRETZ, R., 1980: Occurrence, mineral chemistry and metamorphism of Precambrian carbonate rocks in a portion of the Grenville province. *J. Petrology (Oxford),* 21:573—620.

KRUTSKÝ, N., 1971a: Petrografie krystalických vápenců Sušicka. *Čas. Mineral. Geol.,* 16:23—35.

KRUTSKÝ, N., 1971b: Příspěvek k petrografii krystalických vápenců na Strakonicku. *Sbor. Jihočes. Muz. (Č. Budějovice), přír. Vědy,* 11:1—13.

LATTANZI, P., RYE, D. M., RICE, J. M., 1980: Behaviour of ^{13}C and ^{18}O in carbonates during contact metamorphism at Marysville, Montana: Implications for isotope systematics in impure dolomitic limestones. *Amer. J. Sci.,* 280:890—906.

LEAKE, B. E., TANNER, P. W. G., SENIOR, A., 1975: The composition and origin of the Connemara dolomitic marbles and ophicalcites, Ireland. *J. Petrology (Oxford),* 16:237—277.

MÍSAŘ, Z., 1960: Mapování krystalinika v okolí Jimramova. *Zpr. geol. Výzk. v roce 1958,* :106—108.

MÍSAŘ, Z., DUDEK, A., HAVLENA, V., WEISS, J., 1983: Geologie ČSSR I, Český masív. SPN Praha.

NĚMEC, D., 1963a: Der Skarnkörper bei Budeč bei Žďár. *Sitz.-Ber. Akad. Wiss. (Wien),* 172:402—408.

NĚMEC, D., 1963b: Asociace skarnů s karbonátovými horninami ve svratecké antiklinále. *Sbor. geol. Věd, Geol.,* 2:101—119.

NĚMEC, D., 1968a: Die Metamorphose der NE-randes des Kernes der Böhmischen Masse. *Verh. Geol. Bundesanst. (Wien),* :187—203.

NĚMEC, D., 1968b: Paragenetische Verhältnisse der Kalksilikatfelse von Nedvědice (Westmähren) und ihre Genese. *Neu. Jb. Mineral., Abh.,* 108:52—68.

NOVÁK, M., 1985a: Metasomatické procesy v metamorfovaných karbonátových horninách strážeckého moldanubika. MS ÚGV UK Praha.

NOVÁK, M., 1985b: Zonální reakční skarn mezi mramorem a amfibolitem z Mirošova u Strážku, západní Morava. *Čas. Morav. Muz. (Brno), Vědy přír.*, 70:7—23.
NOVÁK, M., 1986a: Minerální reakce v dolomitických mramorech. Práce k aspirantskému minimu, MS ÚGV UK Praha.
NOVÁK, M., 1986b: Metasomatic reaction veins in dolomitic marbles of the Strážek Moldanubicum. *Čas. Morav. Muz. (Brno), Vědy přír.*, 71:5—14.
PLEINEROVÁ-HLADKÁ, N., 1959: Mineralogicko-petrografické poměry na Vápenném vrchu u Raspenavy. *Sbor. Ústř. Úst. geol. Odd. geol.*, 24:169—207.
PREDOVSKIJ, A. A., 1970: Geochimičeskaja rekonstrukcija pervičnogo sostava metamorfizovannych vulkanogenno-osadočnych obrazovanij dokembria. AN SSSR Apatity, 1—65.
ROSIWAL, A., 1915: Geologische Spezialkarte Polička und Neustadt. Reichsanst. Wien.
SAUTER, P. C. C., 1983: Metamorphism of siliceous dolomites in the high-grade Precambrian of Rogaland, SW Norway. *Geologica ultraiect.*, 32:1—143.
STÁRKOVÁ, I., ZRŮSTEK, V., 1973: Geologická mapa žďársko-strážeckého moldanubika 1 : 50 000. MS UP Liberec.
SUESS, F. E., 1906: Geologische Spezialkarte G. Meseritsch. Reichsanst. Wien.
SUK, M., 1974: Lithology of Moldanubian metamorphics. *Čas. Mineral. Geol.*, 19:373—389.
SVOBODA, J., 1955: Vápence Krkonoš a Jizerských hor. *Geotechnica (Praha)*, 21:7—66.
SVOBODA, J., ET AL., 1962: Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000, M-33-XXII, Česká Třebová, Geofond v nakl. ČSAV Praha.
SVOBODA, J., ET AL., 1964: Regionální geologie Československa I. Český masív 1. Krystalinikum, Ústř. úst. geol., Praha.
SVOBODA, J., ET AL., 1976: Návrh regionálně geologické klasifikace Českého masívu. *Čas. Mineral. Geol.*, 21:1—21.
SVOBODA, J., ZOUBEK, V., 1950: Zpráva o orientačním výzkumu rozhraní moldanubické, moravské a lužické stavby. *Věst. St. geol. Úst. Čs. Republ.*, 25:301—323.
ŠOUBA, M., DUDA, V., 1975: Charakter styku svratecké antiklinály a poličského krystalinika severozápadně od Jimramova. *Sbor. geol. Věd, Geol.*, 27:83—97.
VOCILKA, M., 1956: Průzkum vápence 1956. Trhonice. MS Nerudný průzkum, n. p., Brno.
ZOUBEK, V., 1946: Stratigrafie krystalinických sérií při rozhraní moravika a moldanubika v západní části svratecké klenby (Příspěvky ke stratigrafii krystalinika českého masívu I). *Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ.*, 13:463—481.
ZRŮSTEK, V., 1973: Geologická stavba a perspektivy rozšíření uranu v oblasti žďársko-strážeckého moldanubika. MS Geofond Praha.

STRUČNÝ POPIS ANALYZOVANÝCH HORNIN A STUDOVANÝCH LOKALIT

1. Blízkov, 379/81; světle šedobílý středně zrnitý mramor, z polí V od obce, při polní cestě ke Kochánovu.
2. Blízkov, 479/82; světle šedý středně zrnitý mramor.
3. Mostiště, 373/81; bílý středně zrnitý mramor, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně. Výskyt mramorů poblíž Mostiště uvádí v geologické mapě (Suess 1906), při terénním výzkumu však nebyl nalezen.
4. Martinice, 372/81; bílý středně zrnitý mramor, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně pochází z opuštěného jámového lomu V od obce.
5. Horní Libochová, 371/81; bílý středně až hrubě zrnitý mramor, místy se serpentinizovaným forsteritem, z polí při JV okraji obce.
6. Mitrov, 550/82; světle šedobílý středně zrnitý mramor, ze zašlého stěnového lomu na pravém břehu Strážeckého potoka J od obce.
7. Strážek I, 378/81; bílý středně zrnitý mramor, ze zbytků velkého lomu při SZ okraji obce u Librova mlýna.
8. Strážek II, 551/82; bílý středně zrnitý mramor, z výchozů na pravém břehu Strážeckého potoka v obci.
9. Blažkov II, 487/82; světle šedý středně zrnitý mramor, z malého lomu na levém břehu Bobrůvky vlevo od silnice Blažkov-Mirošov (Novák 1986b).

10. Blažkov I, 369/81; bílý středně zrnitý mramor, ze zašlého lomu ve stráni vpravo nad silnicí Blažkov-Mirošov (N o v á k 1986b).
11. Mirošov I, 370/81; bílý středně zrnitý mramor, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Mor. muzea v Brně, z opuštěného lůmku u Nového mlýna.
12. Olešinky, 476/82; bílý středně zrnitý mramor, z výchozů v polní cestě při SZ okraji obce.
13. Dolní Rožínka, 447/82; bílý středně zrnitý mramor, z velkého jámového lomu při silnici na Zvole.
14. Horní Libochová, 478/82; světle šedý středně až hrubě zrnitý mramor.
15. Zvole, 549/82; světle šedý drobně zrnitý mramor, ze zašlého lomu v polích Z od obce.
16. Studnice, 494/82; bílý drobně zrnitý mramor, z jámového lomu v polích JV od obce (N o v á k 1986b).
17. Studnice, 377/81; bílý středně až drobně zrnitý mramor.
18. Fryšava, 495/82; světle šedý drobně zrnitý mramor, ze zarostlých hald poblíž zašlého lomu u hráze Medlovského rybníka.
19. Žďár nad Sázavou I, 537/83; světle šedý drobně zrnitý mramor místy s klinohumitem, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně, z polí v trati Stará Vápenice.
20. Studnice, 380/81; světle šedý hrubě zrnitý mramor s flogopitem.
21. Žďár nad Sázavou I, 486/82; světle šedý drobně zrnitý mramor s klinohumitem, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně.
22. Žďár nad Sázavou II, 552/82; bílý až světle šedý drobně zrnitý mramor, ze zarostlých hald poblíž zatopeného jámového lomu v Pilském lese SZ od Žďáru n. S.
23. Žďár nad Sázavou II, 375/81; bílý středně zrnitý mramor, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně.
24. Žďár nad Sázavou II, 538/83; světle šedý drobně zrnitý mramor.
25. Jámy, 536/83; bílý drobně zrnitý mramor, z polí SZ od obce.
26. Slavkovice, 541/84; bílý středně zrnitý mramor místy s flogopitem a chondroditem, vzorek z haldy UD Dolní Rožínka.
27. Pernštejn, 543/84; šedý drobně zrnitý mramor místy s flogopitem, ze zašlého lomu JV od obce Smrček.
28. Pernštejn, 544/84; bílý hrubě zrnitý mramor.
29. Býšovec; mramor s malým množstvím křemene (N ě m e c 1963b).
30. Věžná, 542/84; světle šedý drobně zrnitý mramor místy s flogopitem, ze zašlého lomu ve stráni J od obce.
31. Vrtěříž I, 545/84; světle šedý drobně zrnitý mramor s tremolitem a flogopitem, z výchozů v lesní cestě Z od obce.
32. Hluboké u Víru, 557/82; světle šedý drobně zrnitý mramor, vzorek ze sbírek mineralogického oddělení Moravského muzea v Brně. Výchoz mramorů uvádí v geologické mapě (R o s i w a l 1915), při terénním výzkumu však nebyl nalezen.
33. Písečné, 484/82; světle šedý drobně zrnitý mramor z pole při S okraji obce.
34. Dalečín I, 482/82; světle šedý drobně zrnitý mramor místy s flogopitem, z výchozů na SV okraji obce.
35. Dalečín I, 383/81; světle šedý drobně zrnitý mramor.
36. Dalečín II, 549/84; bílý drobně zrnitý mramor, z výchozů na levém břehu Svratky JV od obce.
37. Unčín, 480/82; bílý středně zrnitý mramor s flogopitem a tremolitem, z volného balvanu v obci.
38. Kuklík; bílý mramor místy s tremolitem a flogopitem (N ě m e c 1963b).
39. Krouna I, 558/84; šedý drobně zrnitý mramor místy s flogopitem, ze zarostlé haldy u zašlého jámového lomu V od obce.
40. Krouna II, 559/84; bílý drobně zrnitý mramor, ze zarostlé haldy u zatopeného a zcela zašlého lomu V od obce.
41. Krouna II, 560/84; světle šedý drobně zrnitý mramor se serpentinizovaným forsteritem.
42. Nedvědice, 544/83; světle šedý celistvý mramor, z tzv. Obecního lomu na SZ okraji obce.

43. Kozlov, 547/84; bílý celistvý mramor, z lomu v lese SV od obce.
44. Vír, 556/82; středně zrnitý světle šedý mramor místy s flogopitem, z výchozu na okraji lesa J od obce.
45. Vír, 540/83; světle šedý celistvý mramor.
46. Strachujov, 541/83; světle šedý celistvý mramor, ze suti v lese na levém břehu Svratky S od obce.
47. Strachujov, 542/83; bílý středně zrnitý mramor s diopsidem.
48. Ubušínek, 481/82; světle šedý drobně zrnitý mramor, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně pochází ze zašlého lomu SV od obce.
49. Trhonice, 382/81; bílý středně až hrubě zrnitý mramor místy s flogopitem, z lomu v pravo od silnice Jimramov—Polička Z od obce.
50. Trhonice, 555/84; bílý drobně zrnitý mramor.
51. Trhonice, 556/84; narůžovělý středně zrnitý mramor.
52. Sedliště, 553/84; bílý středně zrnitý mramor, z lomu v obci.
53. Sedliště, 554/84; světle šedý drobně zrnitý mramor místy s flogopitem.
54. Borovnice, 485/82; světle šedý drobně zrnitý mramor s flogopitem a spinelem, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně.
55. Bystré I, 492/82; světle šedý drobně zrnitý mramor s flogopitem, z lomu u vápenky JV od obce.
56. Bystré II, 493/82; bílý drobně zrnitý mramor s tremolitem, z lomu v Panském lese Z od obce.
57. Blízkov, 559/82; bílý středně zrnitý mramor s hojným serpentinizovaným forsteritem.
58. Blažkov I, 558/82; světle šedý středně zrnitý mramor na styku mezi dolomitickým mramorem a migmatizovanou rulou.
59. Blažkov I, 490/82; kalcit-forsteritová zóna z lemu diopsidové žíly (Novák 1968b).
60. Blažkov II, 488/82; kalcit-forsteritová zóna z lemu diopsidové žíly (Novák 1986b).
61. Mirošov II, 483/82; tmavě šedý středně až hrubě zrnitý mramor na styku s reakčním skarnem, z amfibolitového lomu (Novák 1985b).
62. Mirošov II, 364/81; totéž.
63. Zvole, 381/81; šedý středně zrnitý mramor s flogopitem a grafitem, z žíly v drobně zrnitém mramoru.
64. Studnice, 560/82; bílý středně zrnitý mramor s hojným forsteritem.
65. Studnice, 561/82; světle šedý drobně zrnitý mramor s hojným flogopitem a místy se spinelem a klinohumitem.
66. Studnice, 562/82; světle šedý středně zrnitý mramor s hojným forsteritem a flogopitem.
67. Studnice, 563/82; světle šedý středně zrnitý mramor s hojným flogopitem.
68. Studnice, 566/82; bílý hrubě zrnitý mramor s hojným spinelem a klinohumitem.
69. Žďár nad Sázavou II, 376/81; šedý drobně zrnitý mramor s chondroditem ze žíly v mramoru.
70. Žďár nad Sázavou II, 554/82; totéž.
71. Budeč; mramor s flogopitem (Němec 1963a).
72. Petrovice, 365/81; bílý drobně zrnitý mramor na styku s reakčním skarnem, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně pochází z hald uranového dolu v obci.
73. Věchnov; mramor s pyroxenem a anortitem (Němec 1963b).
74. Litava, 368/81; bílý středně zrnitý mramor na styku s reakčním skarnem, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně pochází z vrtu Uranového průzkumu.
75. Věžná, 367/81; světle šedý hrubě zrnitý mramor s diopsidem a skapolitem, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně.
76. Ždánice, 336/81; světle šedý drobně zrnitý mramor na styku s reakčním skarnem, vzorek ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského muzea v Brně pochází z vrtu Uranového průzkumu.
77. Bohuňov, 548/83; bílý drobně zrnitý mramor s diopsidem na styku s reakčním skarnem, z vrtu Uranového průzkumu.

78. Vrtěříž II, 546/83; šedý středně zrnitý mramor, z výchozů v lesní cestě Z od obce poblíž lokality Vrtěříž I.
79. Trhonice, 557/83; bílý středně zrnitý mramor s tremolitem.

Tab. 1. Chemické složení mramorů ze strážeckého moldanubika, jih.
Tab. 1. Chemical composition of marbles from the Strážek Moldanubicum South.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO_2	0,97	0,80	0,80	2,49	3,56	1,52	1,15	1,22
TiO_2	0,02	0,03	0,01	0,04	0,06	0,04	0,02	0,03
Al_2O_3	0,18	0,48	0,21	0,61	0,95	0,40	0,26	0,51
Fe_2O_3	n.d.	0,13	n.d.	n.d.	n.d.	0,20	n.d.	0,09
FeO	0,26	0,19	0,18	0,33	0,30	0,09	0,27	0,15
MnO	0,128	0,096	0,055	0,021	0,077	0,085	0,046	0,032
MgO	20,99	20,56	20,58	15,20	20,29	21,06	20,98	20,91
CaO	30,97	31,09	31,32	37,74	31,59	30,67	30,82	30,81
Na_2O	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03
K_2O	0,01	0,04	0,02	0,02	0,05	0,07	0,03	0,08
P_2O_5	0,03	0,02	0,01	0,03	0,23	0,05	0,04	0,06
CO_2	45,90	44,71	45,95	42,76	41,98	44,00	45,71	44,60
H_2O^+	n.d.	1,34	n.d.	n.d.	n.d.	1,56	n.d.	0,50
H_2O^-	0,09	0,10	0,10	0,13	0,13	0,08	0,07	0,06
Σ	99,55	99,60	99,24	99,39	99,22	99,86	99,41	99,08
Sr	110	90	70	110	60	80	110	40
Zn	110	1250	430	230	50	440	320	620
al	0,16	0,44	0,19	0,56	0,86	0,36	0,24	0,47
fm	48,63	47,94	47,80	36,14	47,00	48,85	48,70	48,44
c	51,18	51,55	51,96	63,24	52,07	50,67	51,00	50,96
alk	0,03	0,07	0,04	0,05	0,07	0,12	0,06	0,13
si	1,50	1,24	1,24	3,89	5,48	2,34	1,78	1,88
k	0,35	0,54	0,52	0,37	0,73	0,59	0,47	0,62

Tab. 1. pokračování (continuation)

	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
SiO_2	1,24	0,76	1,03	0,87	1,00	0,94	2,21
TiO_2	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,05	0,02
Al_2O_3	0,42	0,30	0,33	0,46	0,35	0,31	0,53
Fe_2O_3	0,18	n.d.	n.d.	0,11	0,14	0,17	0,21
FeO	0,13	0,17	0,30	0,26	0,07	0,04	0,04
MnO	0,068	0,034	0,077	0,118	0,017	0,014	0,030
MgO	21,32	20,98	16,77	20,86	18,43	1,47	0,55
CaO	30,71	30,81	35,97	30,67	33,48	53,12	53,59
Na_2O	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
K_2O	0,09	0,01	0,01	0,05	0,07	0,05	0,08
P_2O_5	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,04	0,09
CO_2	44,26	46,03	44,91	44,87	44,57	42,55	41,97
H_2O^+	1,59	n.d.	n.d.	1,01	1,32	0,45	0,41
H_2O^-	0,11	0,04	0,21	0,08	0,07	0,09	0,15
Σ	100,16	99,18	99,69	99,40	99,56	99,32	99,91
Sr	70	60	140	60	110	160	200
Zn	740	490	70	1250	220	210	40
al	0,38	0,27	0,30	0,42	0,32	0,31	0,53
fm	49,11	48,63	39,51	48,69	43,34	3,97	1.76
c	50,38	51,07	60,16	50,81	56,23	95,62	97,57
alk	0,12	0,03	0,03	0,08	0,10	0,11	0,14
si	1.90	1,18	1,61	1,35	1,57	1,58	3,76
k	0,73	0,35	0,35	0,60	0,68	0,51	0,62

Tab. 2. Chemické složení mramorů ze strážeckého moldanubika, sever.
Tab. 2. Chemical composition of marbles from the Strážek Moldanubicum North.

	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
SiO_2	0,72	0,86	2,32	6,24	0,37	3,22	0,48
TiO_2	0,01	0,01	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01
Al_2O_3	0,09	0,26	0,36	0,47	0,18	0,18	0,21
Fe_2O_3	0,32	n.d.	0,17	0,31	n.d.	0,19	0,05
FeO	0,15	0,40	0,30	0,15	0,13	0,07	0,04
MnO	0,027	0,029	0,043	0,073	0,014	0,017	0,009
MgO	18,67	18,37	18,28	17,27	1,21	3,24	1,86
CaO	33,41	33,83	33,28	35,50	54,07	51,04	53,38
Na_2O	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,04
K_2O	0,03	0,02	0,06	0,03	0,03	0,02	0,06
P_2O_5	0,01	0,02	0,02	0,05	0,04	0,16	0,14
CO_2	44,08	45,70	42,97	38,35	43,42	40,71	42,83
H_2O^+	1,76	n.d.	1,53	0,82	n.d.	0,65	0,51
H_2O^-	0,07	0,13	0,08	0,18	0,06	0,11	0,15
Σ	99,37	99,64	99,48	99,49	99,57	99,63	99,76
Sr	150	140	150	140	200	200	120
Zn	620	70	710	30	40	360	50
al	0,08	0,24	0,33	0,43	0,18	0,18	0,21
fm	44,01	43,23	43,49	40,54	3,21	8,43	4,73
c	55,83	56,48	56,07	58,96	96,51	91,34	94,93
alk	0,08	0,05	0,11	0,06	0,10	0,06	0,13
si	1,12	1,34	3,65	9,67	0,62	5,38	0,80
k	0,38	0,37	0,55	0,47	0,32	0,37	0,48

Tab. 2. pokračování (continuation)

	23.	24.	25.	26.
SiO_2	0,25	0,75	0,14	4,64
TiO_2	0,01	0,01	0,01	0,03
Al_2O_3	0,14	0,14	0,12	0,68
Fe_2O_3	n.d.	0,03	0,02	0,17
FeO	0,05	0,12	0,04	0,78
MnO	0,003	0,012	0,007	0,047
MgO	0,98	0,47	0,43	3,93
CaO	54,96	54,48	54,85	49,26
Na_2O	0,02	0,02	0,02	0,03
K_2O	0,01	0,02	0,02	0,13
P_2O_5	0,08	0,01	0,01	0,03
CO_2	43,02	43,03	43,72	39,41
H_2O^+	n.d.	0,46	0,13	0,47
H_2O^-	0,09	0,18	0,14	0,11
Σ	99,61	99,73	99,65	99,71
Sr	90	230	110	130
Zn	40	20	20	360
al	0,14	0,14	0,12	0,67
fm	2,48	1,40	1,23	11,17
c	97,34	98,40	98,59	87,97
alk	0,05	0,06	0,06	0,19
si	0,41	1,26	0,23	7,73
k	0,23	0,37	0,37	0,74

Tab. 4. Chemické složení nedvědických mramorů.
Tab. 4. Chemical composition of the Nedvědice Marbles.

	42.	43.	44.	45.	46.	47.
SiO_2	3,30	1,57	0,66	0,46	4,41	2,04
TiO_2	0,03	0,01	0,01	0,02	0,05	0,02
Al_2O_3	0,48	0,20	0,17	0,23	0,87	0,80
Fe_2O_3	0,08	0,04	0,14	0,04	0,24	0,10
FeO	0,15	0,07	0,04	0,12	0,15	0,12
MnO	0,022	0,038	0,051	0,018	0,025	0,026
MgO	0,90	0,35	1,27	0,87	1,08	0,65
CaO	52,35	54,79	53,71	53,91	52,14	53,23
Na_2O	0,07	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02
K_2O	0,26	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
P_2O_5	0,07	0,05	0,02	0,01	0,06	0,04
CO_2	41,06	42,56	42,72	42,97	39,61	41,70
H_2O^+	0,56	0,10	0,77	0,46	0,61	0,47
H_2O^-	0,14	0,06	0,19	0,14	0,21	0,27
Σ	99,47	99,90	99,81	99,29	99,51	99,51
Sr	220	970	100	130	690	850
Zn	20	120	70	20	30	20
al	0,49	0,20	0,17	0,22	0,88	0,80
fm	2,65	0,84	3,47	2,43	3,35	2,00
c	96,45	98,87	96,28	97,28	95,68	97,12
alk	0,41	0,09	0,08	0,07	0,09	0,07
si	5,67	2,65	1,10	0,77	7,55	3,47
k	0,70	0,33	0,38	0,47	0,38	0,47

Tab. 5. Chemické složení mramorů z poličského krystalinika.
Tab. 5. Chemical composition of marbles from the Polička crystalline complex.

	48.	49.	50.	51.	52.	53.	54.	55.	56.
SiO_2	0,43	0,30	2,03	5,03	0,25	0,53	0,74	2,92	2,51
TiO_2	0,02	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Al_2O_3	0,25	0,14	0,22	1,12	0,22	0,25	0,39	1,23	0,34
Fe_2O_3	0,18	n.d.	0,00	0,27	0,11	0,20	0,28	0,33	0,13
FeO	0,07	0,27	0,36	0,21	0,07	0,07	0,19	0,12	0,19
MnO	0,046	0,126	0,132	0,100	0,142	0,127	0,146	0,039	0,062
MgO	2,06	1,56	2,43	0,79	0,82	1,43	2,23	1,72	19,04
CaO	52,83	53,65	51,95	50,56	54,50	53,37	52,15	51,71	32,18
Na_2O	0,03	0,03	0,02	0,05	0,02	0,02	0,03	0,08	0,05
K_2O	0,04	0,01	0,03	0,44	0,02	0,03	0,03	0,07	0,08
P_2O_5	0,03	0,02	0,02	0,06	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
CO_2	43,07	43,61	42,38	40,44	43,64	43,56	42,96	41,12	43,10
H_2O^+	0,51	n.d.	0,08	0,38	0,06	0,09	0,60	0,62	1,50
H_2O^-	0,07	0,05	0,06	0,22	0,14	0,07	0,16	0,10	0,09
Σ	99,63	99,77	99,72	99,73	100,01	99,78	99,92	100,08	99,30
Sr	100	140	140	120	100	110	90	140	180
Zn	460	420	3900	1500	2080	2520	1070	930	450
al	0,25	0,14	0,22	1,16	0,22	0,25	0,38	1,23	0,32
fm	5,50	4,39	6,76	2,90	2,49	4,29	6,87	4,98	45,23
c	94,16	95,41	92,96	95,36	97,24	95,40	93,16	93,59	54,30
alk	0,09	0,06	0,06	0,58	0,05	0,06	0,08	0,21	0,16
si	0,72	0,50	3,39	8,85	0,42	0,88	1,23	4,93	3,95
k	0,45	0,17	0,50	0,85	0,40	0,50	0,38	0,36	0,50

Tab. 3. Chemické složení mramorů svrateckého krystalinika s. s.
Tab. 3. Chemical composition of the Marbles of the Svratka crystalline complex s. s.

	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.	34
SiO_2	2,02	0,74	5,28	1,61	6,18	2,19	2,78	1,56
TiO_2	0,03	0,01	0,09	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01
Al_2O_3	0,66	0,24	1,01	0,60	0,71	0,44	0,51	0,39
Fe_2O_3	0,08	0,04	0,27	0,09	0,09	0,11	0,25	0,28
FeO	0,18	0,06	0,25	0,13	0,36	0,04	0,07	0,13
MnO	0,040	0,027	0,04	0,020	0,047	0,025	0,029	0,097
MgO	5,05	0,43	0,15	2,12	16,88	1,85	0,60	3,22
CaO	48,45	54,80	53,21	52,13	32,42	52,41	53,40	50,84
Na_2O	0,06	0,03	0,16	0,04	0,08	0,05	0,08	0,05
K_2O	0,04	0,02	0,22	0,15	0,17	0,10	0,14	0,12
P_2O_5	0,13	0,01	0,19	0,06	0,01	0,03	0,06	0,08
CO_2	41,99	43,00	39,52	42,37	42,21	41,99	41,19	42,33
H_2O^+	0,76	0,24	0,36	0,33	0,02	0,47	0,56	0,49
H_2O^-	0,16	0,12	0,05	0,11	0,16	0,19	0,16	0,11
Σ	99,65	99,76	100,86	99,96	99,37	99,90	99,84	99,70
Sr	130	150		130	90	140	170	140
Zn	120	50		400	740	60	340	440
al	0,65	0,24	1,02	0,59	0,69	0,44	0,51	0,38
fm	12,99	1,25	1,14	5,65	42,12	4,88	1,98	8,67
c	86,22	98,44	97,32	93,54	56,89	94,49	97,22	90,74
alk	0,14	0,07	0,52	0,22	0,30	0,19	0,29	0,21
si	3,36	1,24	9,01	2,69	10,12	3,68	4,72	2,60
k	0,29	0,29	0,55	0,73	0,58	0,56	0,53	0,60

Tab. 3. pokračování (continuation)

	35.	36.	37.	38.	39.	40.	41.
SiO_2	0,49	1,41	2,12	3,08	2,96	1,57	4,14
TiO_2	0,02	0,02	0,02	0,09	0,04	0,03	0,05
Al_2O_3	0,23	0,26	0,49	0,22	0,83	0,56	1,08
Fe_2O_3	n.d.	0,09	0,32	0,53	0,18	0,14	0,07
FeO	0,13	0,07	0,26	0,39	0,29	0,18	0,34
MnO	0,017	0,047	0,061	0,11	0,048	0,051	0,045
MgO	1,64	1,66	1,88	17,64	1,96	20,09	19,24
CaO	53,93	53,42	51,71	35,96	51,82	31,17	31,70
Na_2O	0,03	0,02	0,04	0,07	0,16	0,02	0,02
K_2O	0,05	0,02	0,11	0,06	0,04	0,12	0,20
P_2O_5	0,02	0,08	0,10	0,05	0,04	0,04	0,06
CO_2	43,36	42,71	41,72	41,72	40,66	44,17	40,28
H_2O^+	n.d.	0,10	0,61	0,52	0,52	1,65	2,32
H_2O^-	0,06	0,08	0,15	0,07	0,18	0,15	0,13
Σ	99,97	99,98	99,59	100,51	99,72	99,94	99,67
Sr	170	150	160		120	60	100
Zn	80	140	170		260	550	600
al	0,23	0,26	0,49	0,20	0,82	0,51	1,00
fm	4,25	4,42	5,60	41,15	5,63	47,37	45,62
c	95,42	95,27	93,27	58,49	93,25	51,97	53,16
alk	0,10	0,05	0,19	0,16	0,30	0,15	0,22
si	0,81	2,35	3,59	4,68	4,98	2,45	6,48
k	0,51	0,40	0,63	0,35	0,13	0,81	0,88

Tab. 6. Chemické složení ostatních metamorfovaných karbonátových hornin.
Tab. 6. Chemical composition of the remaining metamorphosed carbonate rocks.

	57.	58.	59.	60.	61.	62.	63.
SiO_2	10,99	3,50	14,03	14,35	2,79	1,45	0,25
TiO_2	0,06	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,01
Al_2O_3	0,79	0,43	0,47	0,56	0,52	0,81	0,15
Fe_2O_3	0,78	0,32	0,26	0,44	0,22	n.d.	n.d.
FeO	0,22	0,11	0,34	0,37	0,21	0,60	0,16
MnO	0,220	0,045	0,109	0,074	0,038	0,044	0,102
MgO	12,54	1,41	19,35	20,66	0,70	0,86	3,63
CaO	37,85	52,15	33,30	31,80	53,15	53,45	51,30
Na_2O	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,06	0,03
K_2O	0,04	0,04	0,10	0,04	0,08	0,12	0,02
P_2O_5	0,01	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03	0,05
CO_2	31,83	40,62	29,19	28,09	41,47	41,87	43,77
H_2O^+	4,15	0,78	2,30	3,08	0,38	n.d.	n.d.
H_2O^-	0,53	0,22	0,30	0,18	0,12	0,06	0,11
Σ	100,05	99,71	99,82	99,71	99,75	99,39	99,58
Sr	200	1190	50	70	140	110	500
Zn	570	70	780	1060	70	70	60
al	0,77	0,43	0,42	0,50	0,52	0,80	0,15
fm	32,35	4,22	44,93	47,75	2,41	3,05	9,27
c	66,78	95,23	54,50	51,67	96,91	95,92	90,51
alk	0,11	0,11	0,14	0,07	0,16	0,23	0,07
si	18,09	5,96	21,43	21,76	4,75	2,43	0,41
k	0,38	0,38	0,67	0,54	0,56	0,56	0,29

Tab. 6. pokračování (continuation)

	64.	65.	66.	67.	68.	69.	70.	71.
SiO_2	8,43	5,64	13,75	19,99	5,93	0,80	3,83	27,51
TiO_2	0,05	0,13	0,13	0,29	1,74	0,02	0,07	0,26
Al_2O_3	0,72	1,97	2,37	5,22	1,39	0,41	0,96	4,11
Fe_2O_3	0,27	0,28	0,40	0,48	0,52	n.d.	0,12	1,35
FeO	0,37	0,74	0,37	0,78	0,52	0,14	0,26	0,82
MnO	0,036	0,031	0,024	0,023	0,045	0,004	0,017	0,12
MgO	18,19	17,43	16,96	15,14	13,31	4,44	13,94	14,72
CaO	34,18	32,68	33,37	29,09	38,09	50,39	39,22	27,65
Na_2O	0,06	0,10	0,13	0,52	0,04	0,02	0,03	0,22
K_2O	0,24	0,49	1,16	1,98	0,08	0,01	0,03	0,88
P_2O_5	0,06	0,05	0,07	0,09	0,02	0,20	0,49	0,20
CO_2	34,99	38,28	30,01	22,94	33,49	42,88	38,98	18,42
H_2O^+	1,94	1,31	1,41	1,77	1,16	n.d.	1,48	3,46
H_2O^-	0,07	0,09	0,17	0,34	0,08	0,11	0,16	0,65
Σ	99,60	99,22	100,32	98,65	96,71	99,42	100,12	100,37
Sr	200	200	230	190	270	100	80	
Zn	90	70	20	30	100	70	70	
al	0,65	1,83	2,19	5,19	1,31	0,40	0,89	4,29
fm	42,60	42,31	40,52	39,58	33,16	11,05	33,10	43,20
c	56,42	55,21	55,93	52,29	65,38	88,51	65,93	51,18
alk	0,33	0,65	1,36	2,97	0,15	0,05	0,08	1,33
si	12,99	8,89	21,51	33,53	9,50	1,31	6.01	45,96
k	0,72	0,76	0,85	0,71	0,56	0,23	0,38	0,72

Tab. 6. pokračování (continuation)

	72.	73.	74.	75.	76.	77.	78.	79.
SiO_2	6,22	21,26	1,51	14,00	8,67	2,15	11,56	14,59
TiO_2	0,08	0,07	0,02	0,09	0,08	0,02	0,11	0,01
Al_2O_3	1,79	2,53	0,28	2,74	1,90	0,52	2,52	0,49
Fe_2O_3	n.d.	0,17	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	0,53	0,35
FeO	0,60	0,54	0,37	1,12	0,77	0,22	0,57	1,11
MnO	0,088	0,04	0,039	0,065	0,413	0,044	0,096	0,208
MgO	1,04	13,01	1,17	2,99	0,76	0,89	1,16	17,68
CaO	34,18	32,68	33,37	29,09	38,09	50,39	39,22	27,65
Na_2O	0,13	0,08	0,49	0,21	0,13	0,07	0,23	0,02
K_2O	0,15	0,06	0,02	0,54	0,20	0,06	0,60	0,06
P_2O_5	0,03	0,09	0,05	0,09	0,05	0,04	0,06	0,06
CO_2	37,90	25,95	42,59	32,27	37,02	41,87	36,11	30,89
H_2O^+	n.d.	0,34	n.d.	n.d.	n.d.	0,07	0,05	2,06
H_2O^-	0,09	0,15	0,08	0,10	0,09	0,31	0,15	0,22
Σ	99,61	100,38	99,95	99,94	99,90	99,74	99,68	99,63
Sr	1000		1120	170	1250	970	330	80
Zn	80		150	150	60	120	180	31 000
al	1,80	2,38	0,27	2,85	1,97	0,52	2,80	0,46
fm	3,64	33,02	3,86	9,63	3,74	2,77	5,09	44,68
c	94,18	63,85	95,05	86,55	93,85	96,64	90,97	54,77
alk	0,38	0,75	0,82	0,97	0,45	0,17	1,14	0,09
si	10,62	34,36	2,51	24,73	15,24	3,63	21,84	23,38
k	0,43	0,83	0,03	0,63	0,50	0,35	0,64	0,67