ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
LXXXVII (2002):137–144, 2002

PŘÍSPĚVEK K POZNÁNÍ PROVENIENCE VALOUNŮ VE SLEPENCÍCH SVRCHNOVISÉSKÉHO STÁŘÍ NA DRAHANSKÉ VRCHOVINĚ: II. KALCITICKÉ MRAMORY

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF PROVENANCE OF PEBBLES FROM THE UPPER VISÉEAN CONGLOMERATES IN THE DRAHANY UPLANDS: II. CALCITE MARBLES

STANISLAV HOUZAR & MILAN NOVÁK

Abstract

Houzar, S., Novák, M. (2002): Příspěvek k poznání provenience valounů ve slepencích svrchnoviséského stáří na Drahanské vrchovině: II. Kalcitické mramory. – Acta Musei Moraviae, Sci. geol., 87:137–144 (with English summary)

Contribution to the knowledge of provenance of pebbles from the Upper Viséean conglomerates in the Drahany Uplands: II. Calcite marbles

The clasts of three distinct types of calcite marbles were distinguished in the Luleč conglomerates, Drahany Uplands: graphite-bearing, (i) silicate-poor and (ii) silicate-rich calcite marbles, and (iii) graphite-free, silicate-poor calcite marbles. The clasts of graphite-bearing marbles (i) and (ii) suggest the presence of rocks from the Vranov and Olešnice Group in the Upper Viséan conglomerates. Provenance of (iii) graphite-free calcite marbles associated with phyllites in matrix of large clasts is very likely related to unspecified low-grade metamorphic unit.

Key words: calcite marbles, mineral assemblages, Luleč Conglomerate, Drahany Culm, provenance, Vranov and Olešnice Group, Moravian Zone.

Stanislav Houzar, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic, e-mail:shouzar@mzm.cz

Milan Novák, Department of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: mnovak@sci.muni.cz

1. Úvod

Slepence představují charakteristickou součást sedimentárního komplexu Drahanské vrchoviny. Jsou polymiktní, někdy značně hrubozrnné, převážně s drobovým pojivem, ale místy přechází drobový tmel do drobnozrnných polymiktních slepenců. Pro podložní račické slepence a především pro nadložní lulečské slepence je typické podstatné zastoupení metamorfovaných hornin ve valounové frakci až více než 90 obj. %. (Štelcl 1960). Za zdrojovou oblast valounového materiálu pokládal Štelcl (1960, 1969) širokou oblast východního okraje moldanubika, „moravské svorové zóny", svrateckého krystalinika a moravika.

V poslední době přinesly nové podněty do studia provenience klastického materiálu lulečských slepenců nálezy některých výjimečných hornin, jako jsou např. granulity se sillimanitem, cordieritem, korundem a diasporem (Vrána a Novák 2000), granátem bohaté granulity (Kotková et al. 2001), různé typy durbachitů (Leichmann a Zachovalová 2001), grafitický kvarcit s vanadovým muskovitem (Houzar a Novák 2001a) a řada dalších hornin (MN nepublikovaná data). Vzhledem k tomu, že byly na více lokalitách nale-

zeny také valouny kalcitických mramorů, rozhodli jsme se pro jejich srovnání s detailně prozkoumanými mramory v předpokládané provenienční oblasti (HOUZAR 1984, NOVÁK 1987, 1988, 1989, HOUZAR a NOVÁK 2001b).

2. Charakteristika valounů mramorů v kulmských slepencích

V oblasti lulečských slepenců zjistil ŠTELCL (1960) valouny mramoru pouze na jediné lokalitě, SZ od Vítovic (lok. č. 47). Charakterizuje je jako jemně zrnité, tmavošedé horniny s patrnou paralelní texturou vyznačenou lupínky chloritu. Kromě převládajícího kalcitu (zrna prům. 0,15 mm velká) dále zjistil pouze albit, limonitizovaný pyrit a světle zelený chlorit.

Nově byly mramory nalezeny jedním z autorů (MN) na několika nových lokalitách (obr. 1, tab. 1). Valouny grafitických mramorů většinou dosahují menších rozměrů (do 10 cm), ale ojediněle velikosti téměř 1 m (obr. 2). V porovnání s valouny jiných doprovodných hornin (např. granulitů) se většinou vyznačují nižším stupněm sféricity (zvláště některé větší valouny jsou ploché až velmi ploché, čepelovitého tvaru). Drobné valouny bílých kalcitických mramorů bez grafitu o velikosti kolem 2 cm, výjimečně až 3,5 cm, pocházejí z hrubozrnné matrix ve tmelu velkých valounů. Vyznačují se nižším stupněm opracování ve srovnání s hrubou valounovou frakcí i s valouny grafitických mramorů. Tento typ je dosud znám pouze z jediné lokality (Opatovice).

Ve čerstvých výchozech činných kamenolomů mají valouny mramorů bílou, světle až tmavě šedou barvu a jsou většinou nenápadné. V opuštěných kamenolomech a na přírodních odkryvech na sebe upozorňují korozívními změnami povrchu a někdy rozpuštěním velké části objemu valounů. Jejich celkové množství lze těžko přesně odhadnout, ale s výjimkou lokalit Pístovice I a Pístovice II jednoznačně nepřevyšuje 1 obj. %, jde tedy o poměrně vzácné horniny. Pouze na lokalitě Pístovice I bylo nalezeno přímo ve stěně lomu několik valounů grafitických mramorů (~5 obj. %). Doprovodnými horninami jsou granátické granulity – 26 obj. %, leukokratní migmatity s biotitem („gfőhlské" ruly) – 18 %, leukokratní migmatity a ruly s muskovitem – 22 %, granity – 16 %, křemen – 4 %, dále kvarcity, fylity, lydity, cordieritický migmatit, durbachit, pegmatit a ryolit v množství 1–2 %.

Tab. 1. Lokality mramorů v lulečských slepencích.
Table 1. Localities of marbles in the Luleč conglomerates

	Lokalita/locality	n	typ/type	X	obj. %, vol. %
1	Ferdinandsko I	1	S	~5	<1
2	Kamenná Chaloupka I	1	K	17	<1
3	Vápenný žleb III	1	K	~5	<1
4	Rychtářov I	2	K	~5	<1
5	Opatovice-lom	2	K,S	11	<1
6	Opatovice	9	N	3,5	<1
7	Luleč-lom	2	K,S	~20	<1
8	Pístovice I	5	K,S	28	5
9	Pístovice II	2	K,S	~100	2–5
10	Vítovice	1	K	~5	<1

n – počet nalezených valounů, X – maximální rozměr valounu v cm, K – šedobílé kalcitické mramory s grafitem, S – tmavošedé kalcitické mramory bohaté silikáty s grafitem, N – bílé kalcitické mramory bez grafitu.
n – number of clasts, X – maximal dimension of clast (cm), K – grayish graphite-bearing silicate-poor calcite marbles, S – dark gray graphite-bearing silicate-rich calcite marbles, N – white graphite-free silicate-poor calcite marbles.

2.1. Petrografie mramorů

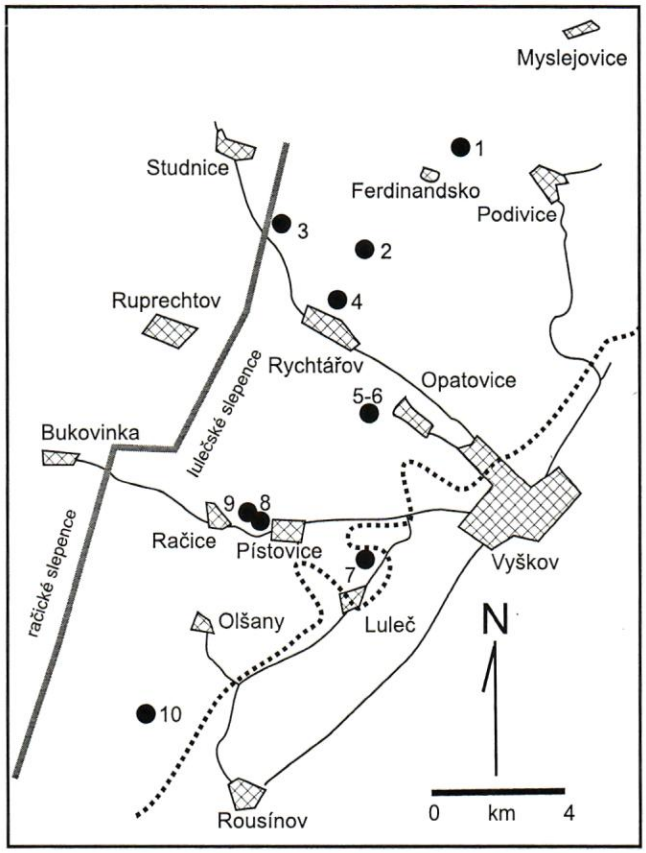
Všechny zjištěné mramory náležejí ke kalcitickým mramorům bez příměsi dolomitu, s různým podílem grafitu a nekarbonátové složky, a lze je rozdělit to tří typů:

a) šedobílé kalcitické mramory s grafitem

b) tmavošedé kalcitické mramory bohaté silikáty s grafitem

c) bílé kalcitické mramory bez grafitu

(a) První typ je představován středně až drobně zrnitými mramory s heteroblastickou strukturou. Kromě převažujících zrn kalcitu obsahují lupínky slíd, převážně flogopitu nebo muskovitu. Lokálně se objevuje křemen v drobných agregátech undulózně zhášejících zrn, deformovaný lištovitý nazelenalý chlorit, zrna více či méně limonitizovaného pyritu a grafit. Z akcesorických minerálů jsou přítomny automorfní drobné krystaly titanitu, dále apatit, rutil a klinozoisit. Grafit náleží ke „kryptokrystalickému" typu a je preferenčně vázán na partie s nekarbonátovými minerály. Pouze v jediném výbrusu (Pístovice I) jsou vyvinuty v rekrystalovaných zrnech kalcitu zřetelné tabulky grafitu až 0,5 mm



Obr. 1. Schematická mapa lokalit valounů mramorů v lulečských slepencích. Čísla lokalit odpovídají tabulce 1, tečkovaně = hranice paleozoických sedimentů, silná linie – hranice račických a lulečských slepenců podle ŠTELCLA (1960), v severní části území upraveno podle nepublikovaných dat (MN).

Fig. 1. Sketch map of localities of marble pebbles in the Luleč Conglomerates. Numbers of localities corresponds to the table 1, dotted line = border of Palaeozoic sediments, heavy line = the border between the Račice and Luleč conglomerates according to ŠTELCL (1960), in the northern part modified according to unpublished data (MN).

velké. Ojediněle byly zjištěny okrouhlé pseudomorfózy muskovitu pravděpodobně po zrnech živců nebo skapolitu. V jednom případě (Luleč) byl zjištěn mramor s titanitem, křemenem, klinozoisitem (X_{Fe} = 0,18). Charakteristickým znakem těchto mramorů jsou drobné zavrásněné útržky grafitických metapelitů (asociace Qtz + Ms + Tur ± Bt, Chl), ojediněle i metabazitů – asociace Chl + Czo + Ttn

(Pozn.: zkratky minerálů jsou uvedeny podle KRETZE 1983).

(b) Druhý typ reprezentují usměrněné drobně zrnité mramory bohatší křemenem, grafitem a s hojnější příměsí fylosilikátů. Větší izometrická zrna karbonátů uzavírají drobnější křemen a vzácně i plagioklas (Opatovice-lom). Častý je lištovitý flogopit s pleochroismem X = světle hnědá, Z = hnědá (Pístovice I). Ojedinělý muskovit tvoří vzácně větší lupínky v kalcitu (Opatovice-lom), hojněji je zastoupen v křemenem bohatých samostatných zvrásněných útržcích, jejichž součástí je vzácně i chlorit a titanit. Grafit tvoří drobné agregáty v muskovitu, flogopitu a křemeni. Typickou akcesorií mramorů je pyrit, apatit, titanit obrůstající rutil, příp. ilmenit, dále turmalín; byl nalezen také sfalerit (Opatovice-lom). Oba typy grafitických mramorů jsou často postižené kataklázou až mylonitizací.

c) Třetí typ představují bílé kalcitické mramory, chudé silikáty, bez grafitické příměsi. Jsou drobně až středně zrnité, tvořené nedeformovanými zrny kalcitu, drobnými oválnými zrny křemene a lupínky muskovitu, ojedinělý je klinozoisit a pyrit. Tento typ mramorů se vyznačuje zřetelně nižším stupněm deformace.

2.2. PTX podmínky minerálních asociací mramorů

Hlavní minerální asociace zjištěné v mramorech: (1) Cal + Qtz + Phl ± Gr ± Ttn; (2) Cal + Ms + Qtz neumožňují příliš přesný odhad podmínek metamorfózy, neboť nemáme žádné vodítko pro určení celkového tlaku. Zajímavý je v tomto směru pouze zvýšený obsah Al v titanitu (až 5,7 hm. %, X_{Al} = 0,22) v porovnání s moldanubickými kalcitickými mramory (NOVÁK et al. 1990). Substituce $Al(OH)Ti_{-1}O_{-1}$ v titanitech je považována za indikátor zvýšeného P (FRANZ a SPEAR 1985), je však nepochybně závislá také na celkové asociaci minerálů a složení fluid (NOVÁK et al. 1990, MARKL a PIAZOLO 1999). Vysoký obsah Al ale rozšiřuje pole stability titanitu do oblasti vyššího X_{CO_2} ve fluidní fázi (např. BROWN et al. 1985).

Porovnáme-li hlavní minerální asociace, uvedené např. v diagramech TRACYHO a FROSTA (1991), nabízejí se dvě odlišné varianty:

(a) V podmínkách nízké aktivity CO_2 (X_{CO2} = 0,2 při P_{celk} = 400 MPa) probíhá při růstu T nejprve reakce Kfs + Dol = Phl + Cal v poli stability Ms+Cal+Qtz a tato asociace se stane nestabilní za T ~ 500 °C, kdy reaguje na Kfs+An ještě v poli stability asociace Cal+Phl+Qtz. Tato asociace má pole stability omezené T ~ 520 °C, kdy z ní vzniká Tr+Kfs.

(b) Za stejných tlakových podmínek, avšak při X_{CO2} = 0,75, se asociace Ms+Cal+Qtz stane nestabilní ještě před vznikem flogopitu při T ~ 510 °C. Asociace Cal+Phl+Qtz je stabilní do T ~ 560 °C. Z křivek reakcí navíc vyplývá, že při P vyšším než zmíněných 400 MPa, určuje reakce hlavně výše teploty a nikoliv celkový tlak, čímž můžeme eliminovat nedostatky v jeho odhadu (TRACY a FROST 1991).

Minerální asociace a texturní vztahy ukazují spíše na první variantu, neboť nebyl zjištěn dolomit, K-živec a tremolit, a alespoň lokálně indikuje ojedinělý výskyt klinozoisitu, příp. i chloritu v asociaci s titanitem vysokou aktivitu H_2O (X_{CO_2} < 0,2).

Reakce Rtl + Cal = Ttn + CO_2, je doložená obrůstáním rutilu titanitem a indikuje podmínky, blízké divariantní křivce. Přestože existují rozdíly ve stanovení PTX podmínek vzniku titanitu podle uvedené rovnice, lze při předpokladu X_{CO2} < 0,5 odhadovat

$T_{max.}$ < 535±10 °C pro P = 345 MPa a T < 580 °C pro P = 500 MPa (HUNT a KERRICK 1977) nebo T < 630 °C (VALLEY a ESSENE 1980, JACOBS a KERRICK 1981).

Na základě uvedených údajů lze pro tlak P = 300–500 MPa a také v závislosti na X_{CO2} odhadnout max. teplotu metamorfózy ~ 500 °C. Tato teplota je zřetelně nižší, než je předpokládána pro mramory moldanubika (NOVÁK a HOUZAR 1996). Pro grafitické mramory olešnické skupiny jsou na základě izotopového termometru grafit-karbonát uváděny T v širokém rozmezí 380–590 °C, většina těchto dat se koncentruje do T < 500 °C. Tyto údaje jsou však pouze orientační povahy, neboť patrně neindikují dosažení rovnovážných podmínek páru grafit-karbonát (KŘÍBEK 1997). Kolísání obsahu Al a Ti ve flogopitech (tab. 2) ukazuje na rozdíly teploty při metamorfóze.

Tab. 2. Reprezentativní analýzy minerálů z valounů mramorů.
Table 2. Representative compositions of minerals from marble clasts.

Mineral Locality	Flogopit Phlogopite Pístovice	Flogopit Phlogopite Kamenná Chaloupka	Muskovit Muscovite Luleč	Muskovit Muscovite Opatovice	Plagioklas Plagioclase Opatovice	Titanit Titanite Luleč	Klinozoisit Clinozoisite Luleč
SiO_2	44,57	42,98	46,74	47,31	59,88	31,17	39,06
TiO_2	0,24	0,92	0,31	0,78		31,47	0,07
Al_2O_3	12,64	15,31	31,79	33,90	26,09	5,72	28,92
FeO	0,63	1,32	1,67	0,39		0,39	5,45
MnO	0,00	0,11	0,03	0,09		0,04	0,04
MgO	26,68	24,08	1,87	2,33		0,32	0,17
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	7,65	28,47	24,73
Na_2O	0,49	0,21	0,41	0,36	7,45	0,00	0,06
K_2O	10,92	11,07	10,83	11,79		0,08	0,00
H_2O*	4,35	4,33	4,41	4,56			1,93
Total	100,52	100,33	98,06	101,51	100,07	97,66	100,51
Si	6,144	5,956	6,361	6,215	2,642	1,031	3,036
Ti	0,025	0,096	0,032	0,077		0,783	0,004
Al	2,054	2,500	5,099	5,249	1,357	0,223	2,649
Fe^{2+}	0,073	0,153	0,190	0,043		0,011	0,354
Mn	0,000	0,013	0,003	0,010		0,001	0,003
Mg	5,483	4,974	0,379	0,456		0,016	0,020
Ca	0,000	0,000	0,000	0,000	0,362	1,009	2,059
Na	0,131	0,056	0,108	0,092	0,637	0,000	0,009
K	1,920	1,957	1,880	1,976		0,003	0,000
OH	4,000	4,000	4,000	4,000			1,000
CatSum	15,830	15,705	14,050	14,120	4,998	3,077	8,138
O	24	24	24	24	8	5	13

*vypočteno ze stechiometrie, calculated from stoichiometry
Elektronová mikrosonda SEM SCAN 4 EDX LINK ISIS software ČGÚ Praha Barrandov, napětí 15 kV a proud 2,5 nA. Analyzovali Z. Kotrba, M. Němečková.
Electron microprobe SEM SCAN 4 EDX LINK ISIS software, Czech Geological Survey Praha Barrandov, potential 15 kV, current 2,5 nA. Analysts Z. Kotrba, M. Němečková.

3. Diskuse provenience mramorů

Karbonátové horniny náležejí obecně k horninám značně nestabilním při transportu, navíc mohou být rozpouštěny během diageneze a především podléhají rychlému zvětrávání v připovrchových podmínkách (např. PETRÁNEK 1963). Přítomnost mramorů v kulm-

ských slepencích proto může být vysvětlena relativně hojným zastoupením těchto hornin v předpokládané provenientní oblasti a/nebo relativně krátkou délkou transportu.

Za zdrojovou oblast klastického materiálu lulečských slepenců je pokládáno především západomoravské krystalinikum (Štelcl 1960, 1969, Čopjaková et al. 2001). Mramory tam vystupují hlavně v oblasti strážeckého moldanubika (zejména okolí Strážku, Dolní Rožínky a Nového Města na Moravě), dále v prostoru západně od třebíčského masivu. Mramory se však vyskytují i v tektonickém podloží hornin gföhlské jednotky u Náměště nad Oslavou a u Senorad (Houzar a Novák 1991). Ve všech těchto případech jde převážně o dolomitické mramory s forsteritem, flogopitem, spinelem, chloritem, pargasitickým amfibolem, příp. klinohumitem. V případě kalcitických mramorů, které se v této oblasti rovněž vzácně vyskytují, jde o typické diopsidové mramory s asociací Cal + Di + Ttn ± Pl ± Kfs ± Grs ± Qtz (např. Houzar 1984, Novák 1987).

Mramory zastoupené ve valounech lulečských slepenců jsou kalcitické, s minerální asociací Cal + Qtz + Phl + Gr ± Ms ± Ttn ± Chl ± Py. Jde o asociaci v moldanubiku neznámou a jiné asociace jsou i v kalcitických mramorech svrateckého krystalinika (Cal + Tr + Phl ± Qtz ± Dol, Novák 1988). Uvedená minerální asociace je typická pro mramory vranovské a olešnické skupiny (Dudek 1960, Sekanina 1965). S těmito mramory se kalcitické mramory shodují nejen v celkové asociaci minerálů, nýbrž i v akcesorickém podílu grafitu, který je často preferenčně soustředěn do partií s nekarbonátovými minerály. Dále je typická přítomnost pyritu a drobných zavrásněných útržků grafitických fylitů až svorů s turmalínem, příp. i chloritem, titanitem a klinozoisitem. Určitým rozdílem je pouze nepřítomnost tremolitu v mramorech valounů, ale tremolitové mramory v olešnické a vranovské skupině jsou omezeny pouze na některé typy mramorů, které se tam vy-

Obr. 2. Zčásti rozpuštěný valoun mramoru, lokalita Pístovice II.
Fig. 2. Partly dissolved pebble of marble, locality Pístovice II.

skytují v omezeném množství (asi 20 % ze všech metakarbonátových hornin). Rovněž obsah Al v titanitu je poněkud nižší (nepublikovaná data autorů).

Absence minerálů patřících k prográdní fázi HT/LP metamorfózy moldanubických mramorů na východním okraji Českého masivu (NOVÁK 1988, NOVÁK a HOUZAR 1996) ve studovaných kalcitických mramorech lulečských slepenců a relativně nízká max. teplota metamorfózy vylučují jejich moldanubický původ. Vzhledem k nepřítomnosti tremolitových typů mramorů, hojnějších v západní části olešnické skupiny (HOUZAR et al. 2000), která navíc lokálně jeví i náznaky vyššího stupně metamorfózy metakarbonátů (NOVÁK, HOUZAR, připravováno), lze původ mramorů ve lulečských slepencích hledat v horninových komplexech velmi podobných dnešní vranovské a olešnické skupině, především v jejich nejvýchodnějších částech.

Původ bílých mramorů bez grafitu s asociací Cal + Ms + Qtz, vyskytujících se ve valounové matrix společně s fylity, není jasný. Jejich minerální asociace jsou podobné grafitickým mramorům, ale vykazují minimální deformaci. Jejich úzká asociace s úlomky fylitů naznačuje jejich původ v blíže nespecifikované geologické jednotce s nízkým stupněm metamorfózy.

Poděkování

Zvláštní dík náleží panu pplk. ing. J. Pavlíkovi, správci Vojenského újezdu Březina, který nám umožnil vědecké výzkumy v tomto prostoru. Autoři děkují M. Němečkové za mikrosondové analýzy. Za kritické pročtení rukopisu jsou zavázáni RNDr. A. Dudkovi, DrSc. Práce byla vypracována s finanční podporou GAČR (grant č. 205/99/0567), GA AV ČR č. A3408902 a Záměru CEZ: J07/98: 143100003.

SUMMARY

The clasts of calcite marbles from several localities in the Luleč conglomerates, Drahany Uplands were studied using various mineralogical and petrological methods. Three distinct types were distinguished: graphite-bearing (i) silicate-poor and (ii) silicate-rich marbles, and (iii) graphite-free silicate-poor marbles. The mineral assemblages of (i) and (ii) marbles include common graphite, phlogopite, muscovite, quartz, pyrite, plagioclase, rare Al-rich titanite, rutile and clinozoisite. Chemical composition of minerals and textural relations are very similar to those of calcite marbles in the Vranov and Olešnice Group but evidently distinct from calcite marbles described from the Moldanubicum. The pebbles of graphite-bearing marbles suggest the presence of rocks from the Vranov and Olešnice Group in the Upper Viséan conglomerates. Provenance of (iii) graphite-free calcite marbles with the assemblage calcite + quartz + muscovite associated with phyllites in matrix of large clasts is very likely related to unspecified low-grade metamorphic unit.

LITERATURA

BROWN, P. E., BOWMAN, J. R., KELLY, W. C., 1985: Petrologic and Stable Isotope Constraints on the Source and Evolution of Skarn-Forming Fluids at Pine Creek, California. – Econ. Geol., 80:72–95.

ČOPJAKOVÁ, R., SULOVSKÝ, P., OTAVA, J., 2001: Provenance of the Lower carboniferous Culm sediments of the Drahany Upland (Czech republic), derived from garnet chemistry. – (MinPet, Wien 2001 conference), Mitt. Österr. Mineral. Gesell., 146, 58–60.

DUDEK, A., 1960: Problém moldanubického nasunutí v severní části dyjské klenby. – MS, Kandidátská disertační práce, Geofond Praha, 275 p.

FRANZ, G., SPEAR, F. S., 1985: Aluminous titanite (sphene) from the eclogite zone, south-central Tauern window, Austria. – Chem. Geol., 50:33–46.

HARTLEY, A. J., OTAVA, J., 2001: Sediment provenance and dispersal in a deep marine foreland basin: the Lower Carboniferious Culm Basin, Czech Republic. – J. Geol. Soc. London, 158:137–150.

HOUZAR, S., 1984: Lokality mramorů a erlánů v moravském moldanubiku. – Přírodovědný sborník Západomorav. muz. 13:9–23, Třebíč.

HOUZAR, S., NOVÁK, M., 2001a: Příspěvek k poznání provenience valounů ve slepencích svrchnoviséského stáří na Drahanské vrchovině: I. Grafitický kvarcit s vanadovým muskovitem. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 86:103–109.

HOUZAR, S., NOVÁK, M., 2001b: Mramory na jihovýchodním okraji Českého masivu (přehled výzkumů). – Vlastiv. Sbor. Vysočiny, Jihlava, 15:3–33.

HUNT, J. A., KERRICK, D. M., 1977: The stability of sphene, experimental redetermination and geological implications. – Geochem. Cosmochem. Acta, 41:279–288.

JACOBS, G. K., KERRICK, D. M., 1981: Devolatization equilibria in H_2O-CO_2 and H_2O-CO_2-NaCl fluids: an experimental and thermodynamic evaluation at elevated pressures and temperatures. – Amer. Mineralogist, 66:1135–1153.

KOTKOVÁ, J., NOVÁK, M., LEICHMANN, J., HOUZAR, S., 2001: Nature and Provenance of the Exotic Rock Types from the Lower Carboniferous Conglomerates (eastern Bohemian Massif). – Geolines, 13:81–82.

KRETZ, R., 1983: Symbols for rock-forming minerals. – Amer. Mineralogist, 68:277–279.

KŘÍBEK, B., 1997: Uhlíkaté formace Českého masivu a jejich mineralizace. – Knih. ČGÚ Praha, 126 p.

LEICHMANN, J., ZACHOVALOVÁ, K., 2001: Gabbros Related to the Durbachites. – (MinPet, Wien 2001 conference), Mitt. Österr. Mineral. Gesell., 146, 171–172.

MARKL, G., PIAZOLO, S., 1999: Stability of high Al-titanite from low pressure calcsilicates in light of fluid and host-rock composition. – Amer. Mineralogist, 84:37–47.

NOVÁK, M., 1987: Metamorfované karbonátové horniny při severovýchodním okraji moldanubika. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 79:5–28, Brno.

NOVÁK, M., 1988: Petrologie metamorfovaných dolomitických hornin při severovýchodním okraji moldanubika. – MS, Kandidátská disertační práce, Př. f. UK Praha. 1–127.

NOVÁK, M., 1989: Metamorfóza dolomitických hornin při severovýchodním okraji moldanubika. – Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 74:7–51, Brno.

NOVÁK, M., HOUZAR, S., 1996: The HT/LP metamorphism of dolomite marbles in the eastern part of the Moldanubicum; a manifestation of heat flow related to the Třebíč Durbachite Massif. – J. Czech Geol. Soc., 41, 3–4:139–146, Praha.

NOVÁK, M., ŠREIN, V., HOUZAR, S., 1990: Chemical composition of titanite from various calc-silicate rocks and associated pegmatites in the eastern part of the Moldanubicum, western Moravia, Czechoslovakia. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 75:3–20, Brno.

PETRÁNEK, J., 1963: Usazené horniny, jejich složení vznik a ložiska. – ČSAV Praha, 720 p.

SEKANINA, J., 1965: Minerály a jejich genetické vztahy k horninám na území geologické mapy 1 : 50 000, list M 33-93-B (Bystřice nad Pernštejnem). – MS, miner. petr. odd. MZM v Brně.

ŠTELCL, J., 1960: Petrografie kulmských slepenců jižní části Drahanské vrchoviny. – Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun., I/1, 103 p.

ŠTELCL, J., 1969: K některým otázkám vzniku a vývoje paleozoických slepenců střední Moravy. – Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun., 10/6:67–89.

TRACY, R. J., FROST, B. R., 1991: Phase equilibria and thermobarometry of calcareous, ultramafic and mafic rocks, and iron formations. – In: Kerrick, M. D. ed.: Contact metamorphism, Reviews in Mineralogy, 26, Mineral. Soc. Amer., 207–289.

VALLEY, J. W., ESSENE, E. J., 1980: Calc-silicate reactions in Adirondack marbles: The role of fluids and solid solutions: Summary. – Bull. Geol. Soc. of America I, 91:114–117.

VRÁNA, S., NOVÁK, M., 2000: Petrology and geochemistry of granulite clasts in the Visean Luleč conglomerate, Kulm in central Moravia, Czech Republic. – Věst. Čes. geol. úst., 75, 4:405–413.