

KALCIT-BARYTOVÉ KONKRECE Z TĚŠAN, OKR. BRNO-VENKOV: NÁLEZ, DATA A MOŽNÉ DŮSLEDKY

Calcite-barite concretions from Těšany, district Brno-country: Discovery, data and possible consequences

Jindřich Kynický¹, Lucie Sanža², Aleš Bajer¹, Michaela Říháková¹, Dana Richterová³, Markéta Holá⁴

¹Ústav geologie a pedologie, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova lesnická a zemědělská univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno; e-mail: csga@centrum.cz

²Katedra inžinierskej geológie, Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4

³Odbor životního prostředí, KU Jihomoravského kraje, Žerotínovo nám. 3/5, 601 82 Brno, e-mail: RICHTEROVA.DANA@kr-jihomoravsky.cz

⁴Ústav chemie, PřF, Masarykova univerzita, Komenského nám. 2, 662 43 Brno; e-mail: mhola@centrum.cz

(24–43 Šlapanice)

Key words: Těšany, Jurassic carbonate-sulphate concretions, REE, EPMA and LA-ICP-MS data

Abstract

Unique calcite-barite concretions from Těšany (district Brno-country) have been found and studied in detail. These concretions and large limestone boulders are considered to represent material from the Jurassic period and present the only material and opportunity to improve knowledge about these unusual rocks in the studied area. EPMA has been used to constrain complex mineralogy. Results in this study are supplemented by LA-ICP-MS microanalysis. The increased precision is related to combination of different methods (PL, CL and BSE imaging) to distinguish compositionally different calcites as a separate groups investigated by scans of multi-point analyses. Based on microtextural observations and chemical analyses 3 calcite groups are distinguish. This study provides new information for widespread sulphates (5–20 %) and fine-grained quartz (5–35 %) too.

Úvod

Při stavebních pracích v ulici Na famíliích v Těšanech bylo v roce 2007 (v průběhu září) nalezeno několik kulovitých konkrecí (geod). Konkrece byly nalezeny ve výkopu v hloubce cca 2 m pod povrchem v kvartérních deluviofluviálních sedimentech. Konkrece mají zřetelně kulovitý charakter, světle hnědý, v 80 % případů transportem ohlazený povrch a velikost v průměru okolo 10 cm (o maximálních rozměrech 180×200 mm). Dvě z nich byly podrobeny základnímu mineralogickému výzkumu. Struktury, minerální parageneze a vzájemné vztahy mezi jednotlivými minerálními asociacemi byly studovány na zakrytých i leštěných výbrusových preparátech. Základní chemické složení minerálů bylo stanoveno na skenovacím elektronovém mikroskopu Cameca SX 100 v Ústavu geologických věd Přírodovědecké fakulty na Masarykově univerzitě. Detailní chemické analýzy (stopové prvky se zaměřením na REE) vybraných minerálů metodou LA-ICP-MS byly vyhotoveny na Ústavu chemie Přírodovědecké fakulty na Masarykově univerzitě.

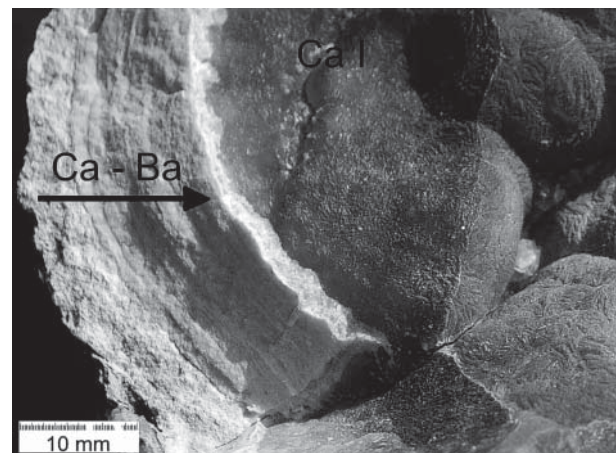
Historie

Při postupném hledání informací mezi občany Těšan o předpokládaných potenciálních nálezích v minulosti se skutečně ukázalo, že se nejedná o první nález tohoto typu ze širšího okolí Těšan. Již od padesátých let minulého století byly konkrece nalézány v blízké asociaci s nepravidelně zaoblenými balvany vápenců, zejména v jižní a jihovýchodní části obce Těšany a k nim přiléhajících polích a v blízkosti lokality Kaplička u Těšan. Jednalo se vždy o náhodné nálezky ve spojitosti se stavební činností

(zakládání vinohradů, terasování, kanalizace, zakládání nových domů, atd.) v těsné blízkosti obce, jakož i na svazích vrchu Kaplička u Těšan. Konkrece se zpravidla nachází v těsné asociaci s bloky a balvany světlých šedožlutých jurských vápenců. Přes tyto nálezky v minulosti nebyly zatím konkrece zkoumány.

Vizuální popis konkrecí

Charakteristický je pro konkrece i jejich tvar a povrch (viz obr. 1). Povrch konkrece je nejčastěji ohlazený



Obr. 1: Struktura kalcit-barytové konkrece z Těšan (FOV 50 mm). Šipka naznačuje směr přirůstání kalcitových a barytových zón směrem do centra konkrece (Ca – kalcit, Ba – baryt).

Fig. 1: Structure of calcite-barite concretion from Těšany (FOV 50 mm). Dart indicates growth accounting of calcite and barite zones from rim to the centre of concretion (Ca – calcite, Ba – barite).

transportem a pokrytý jílovým materiálem na povrchu (stejně jako balvany vápenců), směrem do středu je zřetelné střídání přírůstkových vrstev a charakteristické hrubnutí doprovázené výraznými barevnými přechody, kdy dochází zejména ke ztmavování od světle žlutohnědé k hnědým až černohnědým ledvinitým agregátům uprostřed konkrce. Doposud nalezené a zdokumentované konkrce mají v naprosté většině případů centrální dutinu, obklopenou nejmladšími generacemi kalcitu a barytu. Vnitřní povrch je nepravidelně rozdělen a má ledvinitý charakter. Velmi často jsou na povrchu zřetelné jemné krystaly kalcitu a sádrovce.

Mineralogicko-petrografická charakteristika a studium chemismu minerálů

Již při makroskopickém studiu lze vyčlenit až X0 zón, jež se liší přítomností různých minerálů, popř. barvicích prvků. Detailní mikroskopické studium potvrdilo přítomnost mineralogicky odlišných zón a převládající kalcit-barytové složení konkrce. Konkrce jsou však tvořeny nejen z kalcitu (50–90 obj. %) a barytu (5–15 obj. %), ale k těmto hlavním minerálům přistupují navíc v horninotvorných koncentracích i sádrovec (0–5 %) a jemnozrnny křemen (5–35 obj. %).

Nejrozšířenější minerál konkrce – kalcit je přítomen v řadě drobných přírůstkových zón, které výrazně hrubnou směrem do centra konkrce. Při detailním studiu PL, CL a SEM snímků bylo zjištěno, že koncentrické vrstvy kalcitu vykazují nejen výrazně odlišnou zrnitost a krystalové tvary (směrem do centra se stávají krystaly kalcitu radiálně papsčítými, mají i odlišné složení mikroprvků. K výraznějším změnám chemického složení dochází zejména směrem k samostatným krystalům i monominerálním vrstvičkám barytu a přecházejících do mikroskopicky i makroskopicky zřetelných linií na diskontinuitě přírůstků kalcitových zón. Rovněž bylo doloženo, že baryt prochází podél srůstových ploch kalcitu ve formě mladších kostrovitých krystalových agregátů i všemi přírůstkovými zónami. V blízkosti centrálních partií konkrce přistupují kromě hrubozrnných zón barytu i zóny s krystaly křemene a kryptokrystalického chalcedonu. Jako velmi řídké akcesorie přistupují pyrit, monazit a xenotim (potvrzeno EPMA analýzami). Detailní studium chemismu minerálů se zaměřilo zejména na kalcit a baryt.

Krystaly kalcitu z obou studovaných vzorků konkrce obsahují minoritní příměsi Sr, Mg, Mn a Fe (tab. 1) a dají se rozčlenit do 3 skupin podle automorfie a pozice, jakož i podle chemického složení. Teoretickému vzorci Ca (CO₃) se nejvíce blíží sekundární kalcit (obr. 2, tab. 1, kalcit 3) vyplňující praskliny ve vývojově starším hrubozrnném kalcitu (obr. 2, tab. 1, kalcit 1) v blízkosti centrálních partií konkrce, zatímco tyto hrubozrnné krystaly kalcitu, jakož i jemnozrnné xenomorfně omezené krystaly (obr. 2, tab. 1, kalcit 2) mají zpravidla vysoký obsah Mg (max. 3,6 % MgO) a i více než o řád nižší obsahy SrO. V případě rekrystalizovaného jemnozrnného xenomorfně omezeného kalcitu jsou dokonce obsahy SrO zpravidla pod detekčním limitem použité mikrosondy.

	Kalcit 1	Kalcit 2	Kalcit 3
CaO	52.08	47.31	54.34
FeO	0.15	1.14	bd
MnO	bd	0.13	bd
Al ₂ O ₃	bd	2.26	bd
MgO	3.49	2.96	0.15
K ₂ O	bd	0.26	bd
P ₂ O ₅	0.10	0.10	0.06
SrO	0.13	0.07	0.48
CO ₂	44.98	44.31	44.59
TOTAL	100.93	98.54	99.62
Počítáno na základ 6 anionů			
Ca ²⁺	1.82	1.68	1.98
Fe ²⁺	0.00	0.03	0.00
Mn ²⁺	0.00	0.00	0.00
Al ³⁺	0.00	0.09	0.00
Mg ²⁺	0.17	0.15	0.00
K ⁺	0.00	0.01	0.00
P ⁵⁺	0.00	0.00	0.00
Sr ²⁺	0.00	0.00	0.01
C ⁴⁺	2.00	2.00	2.00
CATSUM	4.00	3.96	3.99
O	6.00	6.00	6.00
(ppm)			
La	2.764	1.755	4.887
Ce	2.454	2.013	3.166
Pr	1.884	1.523	2.325
Nd	2.409	2.129	1.661
Sm	2.238	1.763	1.287
Eu	0.987	0.798	0.767
Tb	1.266	1.390	1.206
Ho	1.179	1.121	1.140
Er	1.028	0.714	1.229
Tm	0.669	0.541	0.832
Yb	0.754	0.682	0.625
Lu	0.807	0.550	0.690

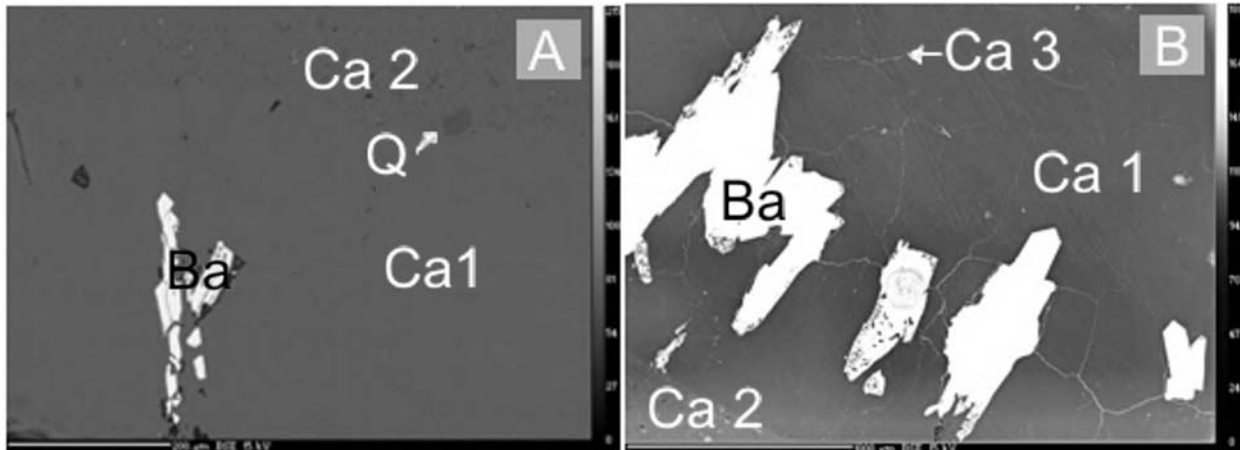
Tab. 1: Chemické mikroanalýzy kalcitu (kombinace EPMA a LA-ICP-MS dat s uveřejněním průměrných hodnot z 10 analýz pro každou skupinu kalcitu v dílčím sloupci).

Tab. 1: Chemical microanalyses of calcite (combination of EPMA and LA-ICP-MS data, each column represents average of 10 analyses for different calcite group).

Jak již bylo naznačeno, u všech studovaných kalcitů je Ca částečně nahrazován Sr a Mg, méně i Mn a Fe. Jak prokázaly chemické analýzy kalcitu hrubozrnnějších zón, směrem do centra konkrce se zvyšují obsahy SrO a poměr SrO/(MgO + MnO + FeO) z 0,01 až na více než 3,6.

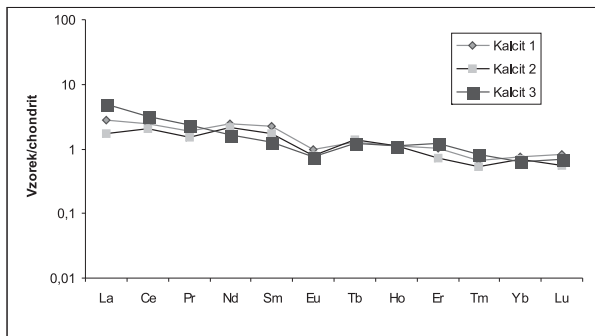
Aktuálně probíhající studium kalcitu s využitím LA-ICP-MS mikroanalýz (laserové ablace) odhalilo velmi zajímavou distribuci nejen na poli REE (normalizace chondritem podle Boytona 1984, viz obr. 3 a tab. 1), ale i dalších petrogeneticky významných prvků. Nejdůležitější se však jeví REE a jejich nízké hodnoty a jen velmi mírně strmé křivky s mírným nabohacením LREE v případě hrubozrnnějších i jemnozrnných zón (kalcit 1 a 2) na straně jedné a výraznější nabohacení v případě novotvořených mladších okrajových zón a zejména pak podél trhlin ve vývojově starším hrubozrnném kalcitu první skupiny (kalcit 3).

Průměrné chemické složení barytu je uvedeno v tab. 2. Baryt i sádrovec jsou ve studovaných vzorcích



Obr. 2: Reprezentativní mikrostruktura kalcit- barytových kongrecí z Těšan. A – Samostatně vystupující krystaly kostrovitého barytu v hrubozrnném kalcitu 1, SEM, FOV 0,7 mm; B – Automorfni krystaly barytu v hrubozrnném kalcitu 1 a těsně blízkosti zóny kalcitu 2, obraz BSE, FOV 2,5 mm (Ca – kalcit, Ba – baryt).

Fig. 2: Representative microstructure of calcite-barite concretions from Těšany. A – Individual skeletal grains of barite in coarse grained calcite 1, SEM, FOV 0,7 mm; B – Automorphic grains of barite in coarse grained calcite 1 near zone of fine grained calcite 2, BSE image, FOV 2,5 mm (Ca – calcite, Ba – barite).



Obr. 3: Distribuce REE v kalcitu normalizovaném chondritem podle Boytona (1984).

Fig. 3: Distribution of REE in calcite, normalized by chondrite after Boyton (1984).

	Baryt 1	Baryt 2
BaO	63.52	64.93
CaO	0.21	bd
SrO	0.32	0.08
Na ₂ O	0.15	bd
SiO ₂	0.03	bd
Al ₂ O ₃	0.63	bd
SO ₂	33.47	34.39
TOTAL	98.33	99.40
Počítáno na základ 4 anionů		
Ba ²⁺	1.114	1.131
Ca ²⁺	0.011	0.000
Sr ²⁺	0.008	0.002
Na ⁺	0.013	0.000
Si ⁴⁺	0.001	0.000
Al ³⁺	0.033	0.000
S ⁴⁺	1.405	1.434
CATSUM	2.585	2.566
O	4.000	4.000

Tab. 2: Chemické analýzy barytu.

Tab. 2: Chemical analyses of barite.

přítomny jako jemné až hrubozrnné agregáty. Pro průhledný automorfni baryt (typ I) je typický zvýšený obsah Ca (max. 0,5 hm. % CaO) a Sr (max. 3,5 hm. % SrO), zatímco zakalený xenomorfne omezený baryt (typ II) v baryt – chalcedonových polohách se blíží svým chemickým složením teoretickému vzorci podobně jako sádrovec. Mikrosondovými analýzami bylo potvrzeno, že směrem k hranici agregátů automorfni krystalů mírně klesá obsah Sr až k mezi detekce. Chemické složení sádrovce odpovídá teoretickému vzorci a proto zde není chemické složení uvedeno.

Diskuze a souhrn

V roce 2007 byly v Těšanech nalezeny kongrece nápadně se podobající svou stratigrafickou pozicí a vzhledem rudickým geodám. S největší pravděpodobností tyto kongrece tvoří nedílnou součást jurského sedimentačního prostoru, který je v širším okolí obce Těšany zaznamenán v podobě nepravidelných kvádrotvých zaoblených bloků jurských vápenců. Nalezené kalcit-barytové kongrece mají podobně tvarové a pravděpodobně i vznikové charakteristiky jako křemenné rudické geody.

Od vlastních rudických geod se však kongrece z Těšan výrazně liší nejen přítomností kalcitu (až 90 obj. %), ale i typickou asociací s hrubozrnným barytem (polohy barytu tvoří celkově až 15 obj. %) a sádrovcem (max. 5 obj. %), zatímco v rudických geodách (tvořených téměř výhradně křemenem, např. Losos et al. 2000) jsou přítomny pouze perimorfózy po kalcitu a velikost mikroskopických sulfátů se pohybuje v intervalu max. prvních desetín mm. Sulfáty navíc tvoří akumulace zejména ve vnějších partiích kongrece a jsou uzavírány v jednotlivých křemenných zrnech. Nejmladší vnitřní křemenné nebo chalcedonové zóny sulfáty zpravidla neobsahují, zatímco u kongrecí z Těšan jsou přítomny v celém objemu a zejména pak s maximem v centrálních partiích kongrece. Chemismus sulfátů je, jak v rudických, tak „těšanských geodách“, blízký teoretickému

vzorci. U barytu z obou lokalit navíc pravidelně přistupují zvýšené koncentrace Sr (0,1–3,5 hm. % SrO).

Doposud byla přítomnost sulfátů v křemeni rudických geod považována za doklad jejich vzniku z anhydritových konkrecí (geody z rudických vrstev, Iráku a Anglie, např. Tucker, 1976), a rovněž se předpokládalo, že geneze všech studovaných konkrecí a geod je podobná. Naše interpretace jsou však v určitém nesouladu s předpokladem předchozích názorů (Tucker 1976, Petránek 1995 či Losos et al. 2000) a doplňují je o možnost existence několika chemicky a mineralogicky odlišných typů výchozích „protolitů“ těchto geod.

Samotný původ z čistě monominerálních anhydritových konkrecí v tak velkém objemu, jako tomu je například u tzv. Rudických vrstev (zbytkových reliktnů přeplavené jury v okolí Rudic a Olomučan) či lokalit v Iráku a Anglii, se zdá být hned z několika důvodů nepravděpodobný. Prvním z argumentů je existence perimorfóz po kalcitu na většině popisovaných lokalit nejen v České republice (v oblasti dnešního Moravského krasu či Krumlovského lesa, Žabčic a Hrušovan, viz např. Mejzlík 1977, Bosák 1978 či Adámek 2005), ale i na jiných místech v zahraničí (např. Bristol v Anglii).

Další z argumentů hovořících proti vzniku pouze z monominerálních konkrecí je i v současnosti se tvořící mono-, bi- až tri-minerální asociace konkrecí z hypersalinních pórových roztoků v sedimentech na okraji moře blížícím se tzv. sabchám.

Významným argumentem proti je i samotný nález zdokumentovaných konkrecí v tomto příspěvku.

Výše zmíněný soubor argumentů hovořících pro původní existenci bi- až tri-minerálních konkrecí, však nevyklučuje, že u části rudických geod mohlo dojít k perimorfózám po monominerálních anhydritových konkrecích.

Kromě výše popisovaných konkrecí se v širším okolí Těšan vyskytují světlé biosparitické vápence. U těchto vápenců se dá obecně předpokládat, že vznikaly na subtorální karbonátové plošině a odtud byly v podobě detritu snášeny do ždánického sedimentačního prostoru (Eliáš – Eliášová 1984).

Jurské sedimenty byly na straně jedné ověřeny na řadě lokalit v podloží příkrovů Západních Karpat, na straně druhé vystupují samostatně v příkrovech flyšového pásma a předhlubně, jako olistolity a tektonické útržky v čele karpatských příkrovů (Adámek 2005).

Výzkum pokračuje detailním studiem karbonátových, karbonát-sulfátových i křemen-chalcedonových a sulfátových konkrecí ze zbývajících lokalit na Moravě, respektive ve střední Evropě a jejich srovnáváním s ostatními zahraničními výskyty.

Poděkování

Za podnětné připomínky k původní práci děkujeme všem recenzentům a konzultantům článku, zejména pak Prof. A. Přichystalovi a Dr. A. Rečnickovi.

Literatura

- Adámek, J. (2005): The Jurassic floor of the Bohemian Massif in Moravia – geology and paleogeography. – Bull. Geosci., 80, 4, 291–305. Praha.
- Bosák, P. (1978): Rudická plošina v Moravském krasu – část III. Petrografie a diagenese karbonátů a silicitů jurského reliktnu u Olomučan. – Čas. Mor. muzea, Vědy přír., 63, 7–28. Brno.
- Boyton, W. V. (1984): Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, R. (ed.): Rare Earth Element Geochemistry – Developments in Geochemistry 2, 89–92, Elsevier, Amsterdam.
- Eliáš, M. – Eliášová, H. (1984): Facies and paleogeography of the Jurassic in the western part of the Outer Flysch Carpathians in Czechoslovakia. – Sbor. geol. Věd, Geol., 39, 105–170. Praha.
- Petránek, J. (1995): Sedimentární acháty. – Bull. min. – petr. odd. NM v Praze, Vol. 3, 100–103. Praha.
- Losos, Z., Přichystal, A., Richterová, D. (2000): Uzavřeniny anhydritu a barytu v jurských konkrecích z Moravy a jejich genetický význam. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1999, 66–68. Brno.
- Mejzlík, Z. (1977): K rozšíření a genezi jurských konkrecí ve střední části Moravského krasu. – Sbor. Okr. vlastivěd. Muz. Blansko, VI–VII (1974–75), 137–146. Blansko.
- Tucker, E. M. (1976): Quartz replaced anhydrite nodules (Bristol diamonds) from the Triassic of the Bristol District. – Geol. Mag. 113 (6), 569–574. Cambridge.