

- Menčík, E. (1960): Přehledný geologický rozbor podslezské a slezské jednotky a jejich vztah k Českému masívu. I. etapa: Východní část Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydí, jejich geologická stavba a otázka jejich živčnosti. - MS Geofond. Praha.
- Menčík, E - Tyráček, J. (1985): Přehledná geologická mapa Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny. - Ústř. Úst. geol. Praha.
- Menčík, E. et al. (1970): Základní geologická mapa 1:25 000 M-34-86-B-c Jablunkov. Vysvětlivky k základní geologické mapě. - MS Geofond Praha.
- Menčík, E. et al. (1983): Geologie Moravskoslezských Beskyd. - Ústř. Úst. geol., 304 str. Praha.
- Pesl, V. et al. (1969): Základní geologická mapa 1:25 000 M-34-85-D-b Bílá. Vysvětlivky k základní geologické mapě. - MS Geofond Praha.
- Pesl, V. (1990): Geologická mapa 1:50 000 25-24 Turzovka. - Čes. geol. Úst. Praha.
- Roth, Z. et al. (1962): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000 M-34-XIX Ostrava. - Nakl. Českoslov. Akad. Věd, 292 str. Praha.
- Roth, Z. et al. (1969): Vrt Staré Hamry 1 A (okres Frýdek - Místek). - MS Geofond. Praha.

UZAVŘENINY ANHYDRITU A BARYTU V JURSKÝCH GEODÁCH Z MORAVY A JEJICH GENETICKÝ VÝZNAM

Anhydrite and barite inclusions in Jurassic geodes from Moravia and their genetic significance

Zdeněk Losos¹, Antonín Přichystal², Dana Richterová²

¹ Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: losos@sci.muni.cz

² Katedra geologie a paleontologie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

(24-41 Vyškov)

Key words: *Jurassic silica geodes, sulphate inclusions, anhydrite, barite, sabkha setting*

Abstract:

The first find of common anhydrite and barite inclusions in Jurassic geodes from Olomučany (Rudice formation) and Žabčice (Pleistocene gravels) in Moravia was determined by EDX- and XRD-analyses. Size of inclusions ranges between 0.X - 0.0X mm. They are concentrated mostly in external parts of the geodes in quartz aggregates. The silica geodes with „cauliflower“ surface originated through replacement of sulphate nodules by SiO₂. This model was proposed for first time by Petránek (1995) according to the morphological similarity of Moravian geodes with some geodes from England and Iraq containing sulphate inclusions. From the paleoclimatic point of view, nodular anhydrite is typical for sediments originating by precipitation from hypersaline groundwaters in marginal marine or continental sabkha or playa situations. Our new results allow to suppose similar sedimentary conditions during the Upper Jurassic in Moravia.

Moravské křemičité geody (mezi sběrateli též zvané rudické geody nebo rudické koule) nepochybně pocházejí z platformních jurských sedimentů, jejichž malé denudační reliikty v současnosti vystupují jednak ve východní části brněnské aglomerace, jednak ve střední části Moravského krasu. Geody jsou však známy pouze ve výskytu jury u Olomučan, jejich nejpěknější a největší kusy pak pocházejí již z jejich druhotného uložení v rudických vrstvách v širším okolí Rudice a Olomučan. Rudické vrstvy (železné rudy, pestré jíly, písky, rohovcové štěrky) představují zvětraliny spodnokřídového stáří, které vznikly během tropického zvětrávání zejména jurských sedimentů a pozdější redepozicí rezidua do depresí krasového reliéfu v oblasti dnešního Moravského krasu. Jejich další nálezy byly v posledních letech zaznamenány ve staromiocenních sedimentech na

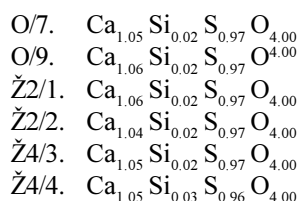
vrcholové plošině Krumlovského lesa, což svědčí o zcela oddělených výskytech jury i v této části Českého masívu. Konečně již vícekrát bylo upozorněno na jejich přítomnost v kvarterních terasových štěrčích např. písčiny v Brně-Černovicích nebo v Žabčicích (podrobně viz Kruřa 1953).

Geody dosahují rozměrů převážně 3-7 cm, ojediněle 10 i více cm. V matečné hornině (křemičité vápence u Olomučan, označení podle Bosáka 1978) se koncentrují v horizontech nebo jsou roztroušeny nepravidelně. Mívají centrální dutinu, obklopenou nejmladšími generacemi chalcedonu (často v bílé varietě kašolong) nebo krystaly křemene (variety křišťál, ametyst nebo citrín). Charakteristický je pro geody jejich vnější povrch, jenž se velmi často podobá hlávce kvěťáku.

| Sample Elements | O/7 (wt.%) | O/9 (wt.%) | Ž2/1 (wt.%) | Ž2/2 (wt.%) | Ž4/3 (wt.%) | Ž4/4 (wt.%) |
|-----------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ca | 30,62 | 30,81 | 29,79 | 29,6 | 29,38 | 29,76 |
| S | 22,52 | 22,51 | 21,93 | 22,05 | 21,88 | 21,83 |
| Si | 0,42 | 0,37 | 0,3 | 0,38 | 0,31 | 0,68 |
| O | 46,41 | 46,43 | 45,06 | 45,27 | 44,84 | 45,34 |
| Suma | 99,97 | 100,12 | 97,08 | 97,3 | 96,41 | 97,61 |

Tab. 1 - Chemismus inkluzí anhydritu z geod na lokalitách Klepačov u Olomučan a Žabčice. Stanoveno EDX-analýzami (V. Vávra).

Tab. 1 - Compositions of anhydrite inclusions from geodes determined by EDX-analyses (analyst V. Vávra). Localities Klepačov near Olomučany and Žabčice.



Empirické vzorce anhydritu (empirical formulas of anhydrite).

V jurských geodách z primárního výskytu u Klepačova z. od Olomučan a ze sekundárního uložení v syrovicko-iváňské terase u Žabčic byly mikroskopicky, bodovými EDX-analýzami a práškovými RTG-analýzami identifikovány četné drobné inkluze anhydritu. V relativně menším množství se vyskytují i uzavřené barytu, určené bodovými EDX-analýzami. Velikost uzavřenin obou sulfátů se pohybuje v intervalu 0.X-0.0X mm. Ve většině případů lze prokázat rovnoběžné zhášení vzhledem k jejich protažení. Inkluze se koncentrují především ve vnějších partiích geod a jsou uzavřeny v jednotlivých křemenných zrnech. Jejich distribuce je většinou nepravidelná, objevují se ale také kulovité shluky v jádrech některých křemenných zrn. Nejmladší vnitřní křemenné nebo chalcedonové zóny inkluze sulfátů obvykle neobsahují.

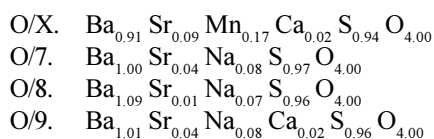
Chemismus anhydritových uzavřenin dobře odpovídá krystalochemickému vzorci. Stejně tak je tomu u barytu, který navíc pravidelně obsahuje malé koncentrace stroncia (0,3-3,5 hm. %). Přítomnost anhydritu vedle převládajícího křemene byla rovněž prokázána práškovými RTG-analýzami 3 vzorků z vnějších částí geod na lokalitách Olomučany a Žabčice (obr. 1). Byly jednoznačně identifikovány 2 nejsilnější difrakce anhydritu - 3,499/100 a 2,849/10 (d/Ir).

Původ rudických geod je od druhé poloviny 19. století vysvětlován silicifikací mořských živočišných hub - Porifera (Wankel 1882). Uvedený výklad se traduje v odborné i populární literatuře dodnes (např. Mejzlík 1977). Autoři tohoto příspěvku měli k dispozici jednu geodu houbovitěho tvaru se „stopkou“ o velikosti 9 x 6 cm z lokality Žabčice (geody takového tvaru jsou velmi vzácné vzhledem k běžnému kulovitému typu). Na příčných

| Sample Elements | O/X (wt.%) | O/7 (wt.%) | O/8 (wt.%) | O/9 (wt.%) |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|
| Ba | 53,35 | 58,7 | 61,69 | 57,63 |
| Sr | 3,46 | 1,36 | 0,3 | 1,28 |
| S | 12,87 | 13,27 | 12,61 | 12,79 |
| Na | - | 0,77 | 0,62 | 0,8 |
| Ca | 0,25 | - | - | 0,37 |
| Mn | 4,04 | - | - | - |
| O | 27,39 | 27,23 | 26,34 | 26,52 |
| Suma | 101,36 | 101,33 | 101,56 | 99,39 |

Tab. 2 - Chemismus inkluzí barytu z křemenných geod lokality Klepačov u Olomučan. Stanoveno EDX-analýzami (V. Vávra).

Tab. 2 - Compositions of barite inclusions from geodes, determined by EDX-analyses (analyst V. Vávra). Locality Klepačov near Olomučany.



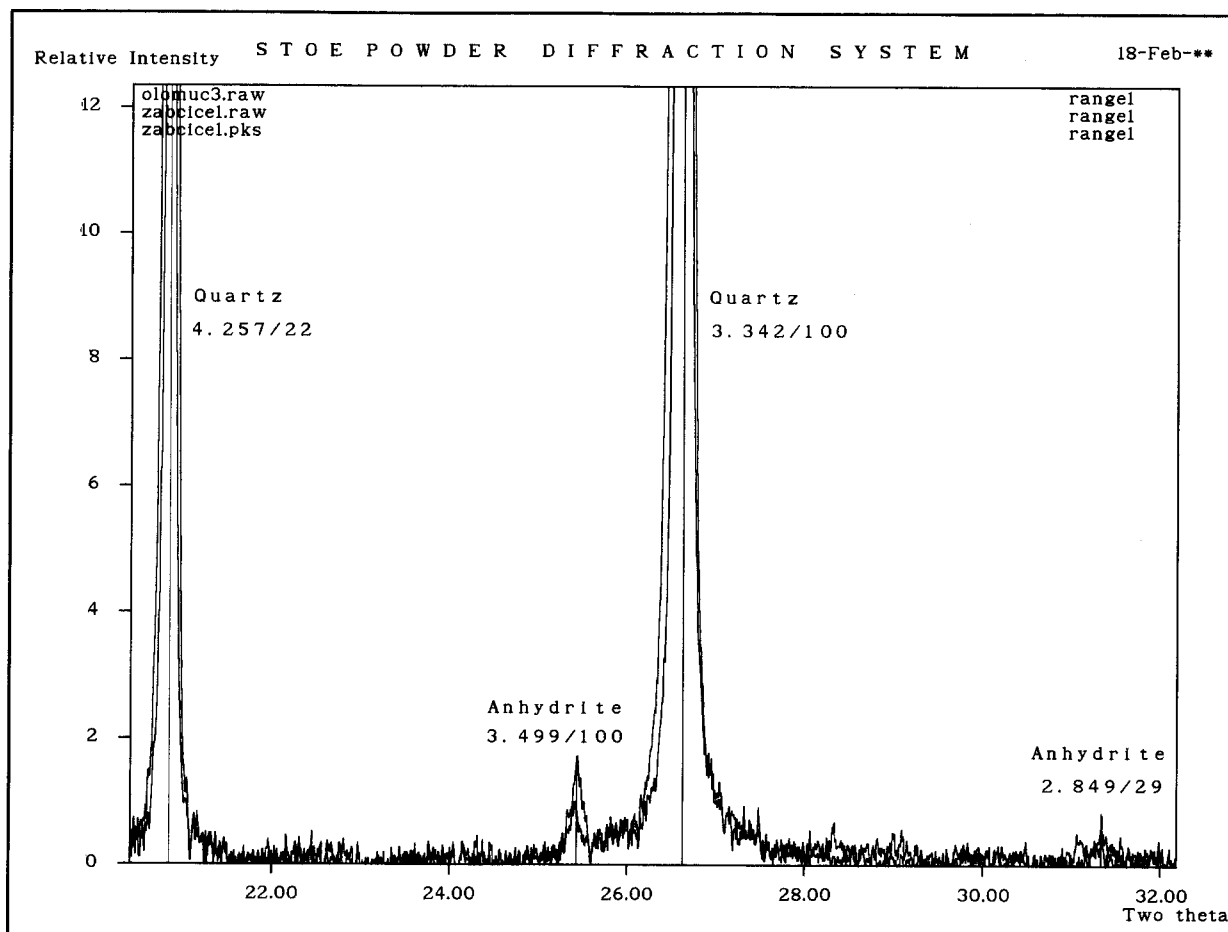
Empirické vzorce barytu (empirical formulas of barite).

naleštěných řezech nebyly nalezeny ani nejmenší stopy po skeletu houby či jiného organismu.

Přítomnost hojných inkluzí anhydritu a barytu v křemenu geod naopak ukazuje na jejich vznik nahrazením anhydritových kongregací. Naše interpretace je v souladu s předpokladem Petránka (1995), který si všiml nápadné morfologické podobnosti (květákovitý povrch) rudických geod s geodami v Iraku - Rutby a Anglii - Bristolu. V iráckých a anglických geodách byly již dříve anhydritové inkluze prokázány (Tucker 1976), a proto je velmi pravděpodobné, že geneze všech studovaných geod je podobná. Tím ale nevylučujeme, že v ojedinělých případech mohly geody vzniknout i jako pseudomorfózy po živočišných zbytcích (viz Mejzlík 1977).

Nález hojných inkluzí sulfátů v křemenných geodách jsou významné z hlediska paleoklimatologického. Tvorba anhydritových kongregací v sedimentu indikuje existenci hypersalinních pórových roztoků v sedimentech na okraji moře, pravděpodobně za podmínek jeho regrese. Sedimentační prostředí nejspíše odpovídalo tzv. sabchám. K pseudomorfování anhydrit - barytových kongregací fázemi SiO₂ došlo při následných intenzivních silicifikačních procesech, které jsou v rudických vrstvách dokumentovány.

Na základě našich výsledků se domníváme, že ve svrchní juře na Moravě existovalo podobné sedimentační prostředí jednak u Olomučan, jednak v prostoru Krumlovského lesa. Výzkum pokračuje studiem geod ze zbývajících lokalit na Moravě a jejich srovnáváním se zahraničními výskyty.



Obr. 1 - RTG-difrakční analýzy rudických geod z Olomučan a Žabčice. Transmisní difraktometr STADI-P fy. STOE, záření $\text{CuK}\alpha_1$, digitalizovaný záznam počítačem, výstup zpracován pomocí firemního software Visual X^{Pow} (Z. Losos).
Fig. 1 - XRD-powder analyses of Rudice geodes from Olomučany and Žabčice. (analyst Z. Losos). Transmission diffractometer STADI-P fy. STOE, radiation $\text{CuK}\alpha_1$, digitalised record by computer, evaluation by software Visual X^{Pow}.

Literatura:

- Bosák, P. (1978): Rudická plošina v Moravském krasu - část III. Petrografie a diagenese karbonátů a silicítů jurského reliktu u Olomučan. - Čas. Mor. muzea, Vědy přír., 63, 7-28. Brno.
- Mejzlík, Z. (1977): K rozšíření a genezi jurských geod ve střední části Moravského krasu. - Sbor. Okres. vlastivěd. muz. v Blansku VI-VII (1974-1975), 137-146. Blansko.
- Petránek, J. (1995): Sedimentární acháty. - Bull. min. - petr. odd. NM v Praze, Vol. 3, 100-103. Praha.
- Tucker, E. M. (1976): Quartz replaced anhydrite nodules („Bristol diamonds“) from the Triassic of the Bristol District. - Geol. Mag. 113 (6), 569-574. Cambridge.
- Přichystal, A. - Losos, Z. - Richterová, D. (1999): Genesis of Jurassic silica geodes in Moravia. - Berichte der Deutsch. Miner. Gesell., Beihefte zum Europ. J. of Miner., Vol.11, 183. Stuttgart.
- Wankel, H. (1882): Bilder aus der Mährischen Schweiz und ihrer Vergangenheit. - Wien. (Český překlad MVS v Brně a OM v Blansku 1988).