

tečné vzrůstá s obsahem K₂O. Obsahy některých HFS prvků (Zr 23–60 ppm, Nb 1–6 ppm, Ta 0,1–0,5 ppm, TiO₂ 0,02–0,07 hmot. %, P₂O₅ max 0,03 hmot. %), stejně jako LREE (La 2–6,6 ppm, Ce 3,5–13,2 ppm) jsou nízké až velmi nízké. Koncentrace Y a REE silně závisí na obsahu granátu. Granite s vyšším obsahem granátu obsahují poměrně vysoké koncentrace Y (48 ppm) a HREE (Yb 7,68 ppm). Granite s velmi nízkým obsahem granátu vykazují koncentrace Y pouze 6,9 ppm a Yb 0,72 ppm, tedy 7–10% nižší ve srovnání s granátem bohatými typy. Je proto pravděpodobné, že koncentrace Y a HREE byly výrazně ovlivněny procesy krystalové kumulace granátu v časných fázích krystalizace magmatu.

Obrázek 1 přináší PRIM normalizované diagramy distribuce vzácných zemin a stopových prvků. V diagramech jsou pro srovnání vyneseny rovněž biotitické pararuly, do kterých neintruzivní typy granitů přecházejí a které je proto možno považovat ze jejich potenciální protolit. Ze srovnání koncentrací stopových prvků granitů a jejich potenciálního protolitu vyplývá, že granite jsou obohaceny o Rb, K a U. Obohacení některých vzorků granitů o HREE je pravděpodobně způsobeno kumulací granátu. Nízké až velmi nízké koncentrace Zr, P, LREE v granitech indikují, že tavení rulového protolitu bylo relativně nízkoprocentní (BEA 1996, O'HARA et al. 2001) a že minerály jako zirkon, apatit, monazit, jako nositelé hlavního podílu stopových prvků, jím nebyly ve větší míře postiženy. Tato interpretace celohorninové geochemie je v dobrém souladu s minera-

logickými pozorováními (MATULA 2001), kdy bylo zjištěno, že monazit jako hlavní nositel U, Th a LREE v mateřských rulách se v průběhu jejich parciálního tavení a vzniku migmatitů (KRIEGSMAN 2001) přeměňuje na allanit. Novotvořený allanit vykazuje ale řádově nižší koncentraci U. Zirkon a apatit se v průběhu migmatitizace nemění. Je proto pravděpodobné, že proces parciálního tavení metapelitů je odpovědný za primární uvolnění uranu z monazitu a jeho následnou koncentraci do extrahované granitické taveniny.

Výzkum byl proveden v rámci projektu GAČR 205/00/0212 a CEZ:J07/98:143100004.

Literatura

- BEA, J. (1996): Residence of REE, Y, Th and U in Granites and Crustal Protholiths; Implications for the Chemistry of Crustal Melts. – *J. Petrology*, 37, 521–552.
 KRIEGSMAN, L. M. (2001): Partial melting, partial melt extraction and partial back reaction in anatetic migmatites. – *Lithos*, 56, (1) 75–96.
 LEICHMANN, J. – HOLECZY, D. – MATULA, M. (2001): The role of biotite dehydration melting in the formation of the uranium deposit Rožná. – *J. Conf. Abstracts*, 6, 1, 548, Strasbourg.
 MATULA, M. (2001): Dehydratační tavení biotitických metapelitů: jeho vliv na genezi uranového ložiska Rožná. Diplomová práce. – MS MU. Brno.
 O'HARA, M. J. – FRY, N. – PRICHARD, H. M. (2001): Minor Phases as Carriers of trace Elements in Non-Modal Crystal-Liquid Separation Processes I: Basic Relationships. – *J. Petrology*, 42, 10: 1869–1885.

NOVÉ POZNATKY O ICHNOSTAVBĚ KVÁDROVÝCH PÍSKOVCŮ ČESKÉ KRÍDOVÉ PÁNVE

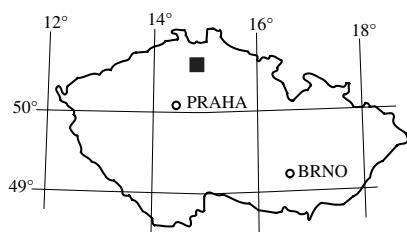
New information on the ichnofabric of thick-bedded quartzose sandstones of the Bohemian Cretaceous Basin (Czech Republic)

RADEK MIKULÁŠ¹ – JAN MERTLÍK²

¹ Geologický ústav Akademie věd České republiky, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6

² Správa CHKO Český ráj, Dvořákova 294, 511 01 Turnov

(03-32 Turnov)



Key words: Cretaceous, Ichnofossils, Czech Republic, shallow-marine environment

Abstract: Bedding planes of thick-bedded quartzose sandstones of the Bohemian Cretaceous Basin are rarely observed, though numerous (both artificial and natural exposures) exist. Exceptional possibility to study sedimentary structures of the bedding planes provided a pseudokarst cave in the Český ráj area, building stones from the area of east Bohemia, and historic underground

objects in Prague. The spectrum of observed ichnofossils includes *Cruziana problematica*, *Selenicnites* isp., *Gordia* isp., *Planolites* isp., *Helminthopsis* isp., *Thalassinoides* isp., *Piscichnus* isp. a.o.

Úvod

Ichnofosilie a styl biogenního přepracování (ichnostavba) sedimentů české krídové páne zatím nebyly souborně studovány, což platí i o facii hrubě lavicovitých křemenných pískovců (kvádrových pískovců). K dispozici jsou pouze dřílčí zmínky, popisy a interpretace (např. FRITSCH 1885, MIKULÁŠ 1993, KÜHN 1994, ULIČNÝ 2001, ADAMOVIC – MIKULÁŠ 2001, MIKULÁŠ 2002). Vesměs jde o komentáře k ichnorodům *Ophiomorpha* a *Thalassinoides*. Přirozeně i umělé odkryvy kvádrových pískovců jsou zejména ve

„skalních městech“ Labských pískovců, Ralské pahorkatiny, Českého ráje a Broumovska nesmírně rozsáhlé, takže se nezdá pravděpodobné, že by některý makroskopický, běžnému pozorování přístupný prvek jejich stavby nebyl dosud znám. Při detailnější úvaze však musíme připustit, že druhotně nezměněné a vhodně vypreparované vrstevní plochy jsou odkryty velmi zřídka. V lomech a skalních městech převládají vertikální stěny, povrchy skal jsou zablolené nebo jinak modelované fyzikálními procesy. „Střechovité“ převisy mívaly bohatou voštinovou výzdobu nebo jiné struktury vzniklé zejména solnou erozí. Při někdejší lomové činnosti, získávající lokální stavební materiál, byly vrstevní plochy málokdy používány jako výrazný prvek zachovalý na výrobcích (na rozdíl např. od devítikřížského pískovce triasového stáří).

Výjimečně příznivě vypreparované vrstevní plochy kvádrových pískovců byly v r. 2001 nalezeny v jeskyni pod Raisovou vyhlídkou v oblasti Kozlova v Českém ráji (MIKULÁŠ et al. 2001). Tento nález nás vedl k úvaze, že podzemní prostory, do značné míry uchráněné před solnou a mrazovou erozí, by mohly podobně nálezy umožňovat častěji, což potvrdily následně objevené ichnofosilie v historickém podzemí v Praze-Šárce. Příznivě vypreparované vrstevní plochy hrubozrnných křemenných pískovců byly dále nalezeny na vnějším obkladu budovy ČSOB v Praze 1 v ulici Na příkopě. Cílem předložené zprávy je popsat výše uvedené případy a ilustrovat na nich dosud neznámé prvky ichnostavby kvádrových pískovců.

Popis lokalit

Jeskyně pod Raisovou vyhlídkou na Kozlovec. Skalní město Kozlovo asi 5 km j. od Turnova tvoří křemenné pískovce hruboskalského kvádu (teplické souvrství), střední velikosti zrna. Pískovcová deska vytvářející výchozy je mocná pouze asi 20 m; v jejím podloží jsou slínovce (které nejsou trvale odkryty) a patrně další polohy pískovců, které netvoří souvislé výchozy. Oblasti dominuje v severní části hřeben Kozlov (Chlum) s malým, ale pravidelně a instruktivně vyvinutým skalním městem na temeni, s bloky obdélníkového či čtvercového půdorysu, nepříliš od sebe vzdálenými (většinou vzdálenosti v metrech, max. desítkách metrů). Vrcholové partie skal přecházejí směrem do severního úbočí v reliéf modelovaný převážně gravitačními skluzovými pohyby – jsou patrné věžovité bloky vzdálené až desítky metrů od místa jejich předpokládaného oddělení od masivů. Dále ve svahu jsou bloky nejčastěji o rozmezí několika metrů, jejichž mikrorelief (např. orientace voštin) svědčí o opakovacích gravitačních pohybech v horizontu posledních staletí. Poměrně rozsáhlá puklinová jeskyně byla nalezena asi v polovině výšky severní strany hřbetu pod tzv. Raisovou vyhlídkou. Je vyvinuta v obrovském bloku pískovce, jehož vrstevní plochy jsou v dnešní poloze kolmé; pomocí sedimentárních biogenních a mechanických struktur lze doložit, že boční stěny jeskyně, vzdálené od sebe asi 2 m, představují negativ a pozitiv též vrstevní plochy. Bloková akumulace je natolik mocná, že blok s jeskyní vůbec nevychází na dnešní povrch (MIKULÁŠ

et al. 2001). NA BOČNÍCH STĚNÁCH JESKYNĚ BYLY NALEZENY KONVEXNÍ HYPORELIÉFY ICHNOFOSILIE *Thalassinoides* isp., konkávní i konvexní reliéfy ichnofosilií *Cruziana problematica*, *Piscichnus* isp., *Gordia* isp. a ?*Selenichnites* isp.

Obklad budovy ČSOB v Praze 1 (Na příkopě). Kamenný obklad budovy pochází z Boháňky v. od Hořic a je cenu-manského stáří. Z hořických pískovců je to nejtvrdší a nejtrvanlivější typ (tzv. boháňský pískovec; BŘEZINOVÁ et al. 1996), a proto byly při jeho opracování ponechány ve velké míře původní plochy odlučnosti. Na vrstevních plochách byly zjištěny rozsáhlé systémy *Thalassinoides suevicus* a dále izolovaní jedinci *Spongeliomorpha* isp., *Ophiomorpha* isp., *Conichnus* isp., *Chondrites* isp. a *Planolites* isp.

Historické podzemí v Praze-Šárce. Lokalitu stručně popisuje CÍLEK (2001) jako „podzemí polního letiště SS – v Praze-Šárce“. Jde o profily korycanských vrstev, event. svrchní části peruckého souvrství. Vesměs jemnozrnné křemenné pískovce obsahují polohy železivců. Ve stropě štol lze na několika místech pozorovat ichnofosilie zachovalé jako nízké konvexní hyporeliéfy, nálezející ichnodruhům *Planolites* isp. a *Helminthopsis* isp.

Systematická ichnologie

Chondrites STERNBERG, 1833

Chondrites isp.

Tabule I, obr. 1, 2 (viz příl. II)

Materiál: Jeden nález na obkladovém zdivu ČSOB v Praze 1 – Na příkopě (původní lokalitou je Boháňka u Hořic).

Popis: Vějířovitě uspořádaný svazek větvících se žlábků (konvexní hyporeliéf). V distální části lze pozorovat osm žlábků. Šířka žlábků kolem 5 mm, rozměr celé struktury asi 60 mm.

Poznámky: Pro detailní popis, diskusi a synonymiku viz práci FU (1991).

Conichnus MYANILL, 1966

?*Conichnus* isp.

Materiál: Jeden nález na obkladovém zdivu ČSOB v Praze 1 – Na příkopě (původní lokalitou je Boháňka u Hořic).

Popis: Vertikálně orientovaný kužel (konvexní hyporeliéf) o průměru báze 25 mm a výšce 20 mm, zdobený mělkými, radiálně uspořádanými nepravidelnými laloky a hřbitíky širokými 3–7 mm.

Poznámky: Pro detailní popis, diskusi a synonymiku viz práci PEMBERTONA et al. (1988).

Cruziana d'ORBIGNY, 1842

Cruziana problematica (SCHINDEWOLF, 1921)

Tabule II, obr. 1–3 (viz příl. III)

Materiál: Šest nálezů (konvexní hyporeliéfy) na spodní vrstevní ploše kvádrového pískovce v jeskyni pod Raisovou vyhlídkou na Kozlovec.

Popis: Mělké, mírně zakřivené či zvlněné oblé dvouločné hřebeny (původně brázdy v nezpevněném sedimentu). Šířka 10–12 mm, délka zachovalých úseků až 20 cm. Zakončení jsou obvykle ostrá, obloukovitá. Povrch je hladký, místy s nepatrným náznakem příčných hrubolků na bo-

cích „hřebenů“.

Poznámky: Stopy ichnorodu *Cruziana* byly řadou předchozích generací ichnologů pokládány za výlučně mělko-mořské, paleozoického stáří, a jako jejich jediní potenciální původci byli uváděni trilobiti. Později byly stopy obdobné morfologie, většinou však menších rozměrů, nelezeny i v mezozoických usazeninách, a to i v nemořských prostředích (podrobnější komentář k ichnotaxonu viz BROMLEY 1996).

Gordia EMMONS, 1844

Gordia isp.

Materiál: Jediný nález (konvexní hyporeliéf) na spodní vrstevní ploše kvádrového pískovce v jeskyni pod Raisovou vyhlídkou na Kozlovech.

Popis: Jednoduchá, hladká povrchová stopa žlábkovitého průřezu, vytvářející charakteristickou nepravidelnou „smyčku“. Délka asi 20 cm, šířka kolem 8 mm.

Poznámky: Pro detailní popis, diskusi a synonymiku viz práci UCHMANA (1998).

Helminthopsis HEER, 1887

Helminthopsis isp.

Materiál: Asi deset jedinců zjištěných na stropech v historickém podzemí v Praze-Šárce.

Popis: Hladké, nevětvené, nepravidelně zvlněné horizontální „pásy“ žlábkovitého průřezu, široké 5–10 mm a dlouhé do 30 cm.

Poznámky: Pro detailní popis, diskusi a synonymiku viz práci UCHMANA (1998).

Ophiomorpha LUNDGREN, 1891

Ophiomorpha isp.

Materiál: Několik krátkých segmentů tunelů na obkladovém zdivu ČSOB v Praze 1 – Na příkopě (původní lokalitou je Boháňka u Hořic).

Popis: Horizontální a subhorizontální segmenty tunelů kruhového průřezu (plné reliéfy) pozorovatelné na odlučných plochách blízkým směru vrstevnatosti. Průměr 10–20 mm, délka 5–10 cm. Charakteristické je vyztužení stěn oválnými, okolo 1 mm velkými tělesky vzniklými aglutinací okolního substrátu.

Poznámky: Pro detailní popis, diskusi a synonymiku viz práci UCHMANA (1998).

Piscichnus FEIBEL, 1987

Piscichnus isp.

Tabule II, obr. 2, 3, 5 (viz příl. III)

Materiál: Pět nálezů (konvexní hyporeliéfy a konkávní epi-reliéfy) na vrstevních plochách kvádrového pískovce v jeskyni pod Raisovou vyhlídkou na Kozlovech.

Popis: Mělké, kruhové až elipsovité nebo mírně nepravidelné důlky (v hyporeliéfu hrbolky), v okrajových částech hladké, místy s nízkým koncentrickým ornamentem, v centrální části obvykle nepravidelně zprohýbané. Průměr důlků je 4–6 cm.

Poznámky: Pro detailnější komentář k ichnotaxonu viz práci EKDALEHO a LEWISE (1991).

Planolites NICHOLSON, 1873

Planolites beverleyensis (BILLINGS, 1862)

Materiál: Asi deset jedinců zjištěných na stropech v historickém podzemí v Praze-Šárce. Nejméně deset nálezů na obkladovém zdivu ČSOB v Praze 1 – Na příkopě (původní lokalitou je Boháňka u Hořic).

Popis: Přímé nebo zakřivené, horizontální nebo šikmě tunely s hladkým povrchem, bez výztuže stěny (konvexní hyporeliéfy přecházející v plné reliéfy). Výplň tunelů je petrologicky obvykle odlišná od okolní horniny. Průměr tunelů kolem 10–20 mm, délka zachovalých segmentů až několik dm.

Poznámky: Systematické zařazení popsaných nálezů vyplývá z práce PEMBERTONA a FREYE (1982).

Selenichnites HARDY, 1970

?*Selenichnites* isp.

Tabule II, obr. 4 (viz příl. III)

Materiál: Dva nálezy (konvexní hyporeliéfy) na spodní vrstevní ploše kvádrového pískovce v jeskyni pod Raisovou vyhlídkou na Kozlovech.

Popis: Nízké, pravidelné elevace srpovitého tvaru, široké přibližně 12, resp. 15 mm. Ve středu většího ze „srpků“ je kruhová elevace, z níž vybíhá krátký, prstovitě zaoblený hřbitek s výraznými příčnými rýhami.

Poznámky: Detailnější komentář k ichnotaxonu je v práci MIKULÁŠE et al. (2002).

Spongeliomorpha SAPORTA, 1887

?*Spongeliomorpha* isp.

Tabule I, obr. 4 (viz příl. II)

Materiál: Jeden nález na obkladovém zdivu ČSOB v Praze 1 – Na příkopě (původní lokalitou je Boháňka u Hořic).

Popis: Fragment oválného tunelu s nepravidelně uspořádanými podélnými rýhami a hřbitky. Průměr 55 mm, délka 10 cm.

Poznámky: Detailní komentář k ichnotaxonu je v práci SCHLIRFA (2000); s názorem tohoto autora, že *Thalassinoides* a *Ophiomorpha* jsou mladšími synonymy ichnorodu *Spongeliomorpha*, se však neztotožňujeme.

Thalassinoides EHRENCBERG, 1944

?*Thalassinoides* cf. *suevicus* (REITH, 1932)

Tabule I, obr. 1–3 (viz příl. II)

Materiál: Několik rozsáhlých, příznivě zachovalých systémů tunelů na obkladovém zdivu ČSOB v Praze 1 – Na příkopě (původní lokalitou je Boháňka u Hořic).

Popis: Horizontální síť tunelů tvořená z části uzavřenými, ze zbyvající části otevřenými či neúplnými pětibokými a šestibokými oky. Tunely v každém systému jsou zhruba konstantního průměru (15–20 mm), jejich povrch je hladký nebo jemně granulovaný, úseky mezi větveními jsou přímé nebo velmi mírně zakřivené. Maximální zjištěný celkový rozměr síť je 80 cm. Větvení chodeb ve tvaru písmene „Y“ buď vůbec nejsou spojena s rozšířením jejich průměru, nebo ve velmi malé míře.

Poznámky: *Thalassinoides suevicus* je popisován celou řadou autorů zejména ze sedimentů křídového stáří. Pro detailní popis, diskusi a synonymiku ichnorodu a ichnod-

ruhu viz práci UCHMANA (1998).

Thalassinoides isp.

Tabule II, obr. 6 (viz příl. III)

Materiál: Desítky až stovky krátkých segmentů na spodní vrstevní ploše kvádrového pískovce v jeskyni pod Raisovou vyhlídkou na Kozlovec.

Popis: Hladké kruhové tunely o průměru obvykle 15–18 mm, horizontální nebo subhorizontální, nacházené v asociaci s polokulovými nebo vejčitými hrabolky obdobného průměru (konvexní hyporeliéfy a z malé části plné reliéfy). Tyto biogenní textury téměř kompletně pokrývají spodní vrstevní plochu pískovce. Lze usoudit, že tunely nalezejí patrně 2–3 následným „generacím“ nepravidelných, široce otevřených trojrozměrných síťí.

Poznámky: Viz předchozí ichnotaxon.

Závěr

Vrstevní plochy kvádrových pískovců ukazují na výše popsaných lokalitách zcela jinou část ichnologického spektra, než která byla dosud zjištěna. Pokud jde o ichnofaciální charakteristiku vrstevních sledů kvádrových pískovců, znamená to, že jsou poměrně bohatě zastoupeny i stopy charakteristické pro kruzianovou ichnofaciю ve smyslu klasického Seilacherova paradigmatu (viz např. FREY – PEMBERTON 1984). Jeví se tak pravděpodobné, že by ichnologický materiál – pokud by se podařilo získat i informaci zachovanou na vrstevních plochách – mohl přispět k odlišení areálů a úrovní s různým režimem fyzikální energie vlnění a proudění v rámci zdánlivě monotónní facie kvádrových pískovců.

Poděkování: Práce je součástí výzkumného záměru GIÚ AVČR č. CEZ: Z3 013 912. Za upozornění na ichnofosilie na obkladovém zdivu ČSOB děkujeme Radvanovi Hornému, za upozornění na lokalitu v Praze-Šárce Václavovi Cílkovi.

Literatura

ADAMOVÍČ, J. – MIKULÁŠ, R. (2001): Geologické zajímavosti bývalých VVP Ralsko a Mladá. (Remarkable geological features in the Ralsko and Mladá former military training areas). – Příroda, 8, 7–12. Praha.
BROMLEY, R. G. (1996): Trace Fossils – Biology and Taphonomy. – London, Chapman & Hall, 361 pp.

- BŘEZINOVÁ, D. – BUKOVANSKÁ, M. – DUDKOVÁ, I. – RYBAŘÍK, V. (1996): Praha kamenná. Přírodní kameny v pražských stavbách a uměleckých dílech. – Národní muzeum. Praha, 240 str.
- CÍLEK, V. (2002): Výskyty železivců a železitých hornin mimo oblast české křídové pánve. – Pseudokrasový sborník 2, 64–69. Knih. Čes. Speleolog. Společ. 37, 72 str. Praha.
- EKDALE, A. A. – LEWIS, D. W. (1991): Trace fossils and palaeoenvironmental control of ichnofacies in a late Quaternary gravel and loess fan delta complex, New Zealand. – Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 81, 253–279. Amsterdam.
- FREY, R. W. – PEMBERTON, S. G. (1984): Trace fossil facies models. In: WALKER, R. G. (ed.): Facies Models, 2nd ed., Geoscience Canada Reprint Series. 189–207.
- FRITSCH, A. (1885): Studie v oboru křídového útvaru v Čechách. III. jižerské vrstvy. – Arch. Přírodověd. Prozk. Čech, 5, 2, 1–129.
- FU, S. (1991): Funktion, Verhalten und Einteilung fucoider und lophocoider Lebensspuren. – Institut Senckenberg. Courier Forschung, 135, 1–79.
- KÜHN, P. (1994) : Skalní hřiby ve Vranovských skalách. – Bezděz, 1994, 101–110. Česká Lípa.
- MIKULÁŠ, R. (1993): Geologické zajímavosti připravované NPR Hradčanské stěny (severní Čechy). – J. Czech Geol. Soc., 38, 3–4, 221–224. Praha.
- MIKULÁŠ, R. (2002): Stopy po činnosti bezobratlých (ichnofosilie) v horninách křídového stáří na Českém Švýcarsku. – Bezděz, 10 (2001). Česká Lípa.
- MIKULÁŠ, R. – CÍLEK, V. – ADAMOVÍČ, J. (2001): Geologicko-geomorfologický popis skalních měst Českého ráje (součást podkladů pro zprávu, na jejímž základě bude rozhodováno o zapsání skalních měst Českého ráje do Seznamu světového dědictví UNESCO). – MS Geologický ústav Akademie věd ČR a Správa chráněných krajinných oblastí ČR, Praha, 36 str., 10 tabulí.
- MIKULÁŠ, R. – MACH, K. – DVOŘÁK, Z. (2002): Bioturbation of claystones of the Most Basin in the Bílina Quarry (Miocene, Czech Republic). – Acta Univ. Carol., Geol.
- PEMBERTON, S. G. – FREY, R. W. (1982): Trace fossil nomenclature and the Planolites – Palaeophycus dilemma. – J. Paleont., 56, 4, 843–881. Tulsa.
- PEMBERTON, S. G. – FREY, R. W. – BROMLEY, R. G. (1988). The ichnotaxonomy of Conostichus and other plug-shaped ichnofossils. – Canad. J. Earth Sci., 25, 886–892.
- UCHMAN, A. (1998): Taxonomy and ethology of flysch trace fossils: Revision of the Marian Ksiazkiewicz collection and studies of complementary material. – Annales Societatis Geologorum Poloniae, 68, 105–218.
- ULIČNÝ, D. (2001): Depositional systems and sequence stratigraphy of coarse-grained deltas in a shallow-marine, strike-slip setting: the Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic. – Sedimentology, 48. Amsterdam.

Fotografie ichnofosilií jsou v příloze II a III.

