

**Literatura**

- BARRANDE, J. (1872): Système Silurien du Centre de la Bohême. Vol. I. Supplement. 647 s.
- DENISON, R. H. (1978): Placodermi. In: SCHULTZE, H. P., Ed.: Handbook of Paleichthyology, Vol. 2, 1–128. – Stuttgart: Gustav Fischer.
- FOREY, P. L. – AHLBERG, P. E. – LUKŠEVIČS, E. – ZUPINS, I. (2000): A new coelacanth from the Middle Devonian of Latvia. – J. Vertebrate Paleont., 20, 2, 243–252.
- LUKŠEVIČS, E. (2001a): Bothriolepid Antiarchs (Vertebrata, Placodermi) from the Devonian of the north-western part of the East European Platform. – Geodiversitas, 23, 4, 489–609.
- LUKŠEVIČS, E. (2001b): The orbito-nasal area of *Asterolepis ornata*, a Middle Devonian Placoderm Fish. – J. Vertebrate Paleont., 21, 4, 687–692.
- UPENIECE, I. (2001): The unique fossil assemblage from the Lode Quarry (Upper Devonian, Latvia). – Mitt. Mus. Naturkd. Berlin, Geowiss. Reihe, 4, 101–119.
- UPENIECE, I. – UPENIEKS, J. (1992): Young Upper Devonian antiarch (*Asterolepis*) individuals from the Lode quarry, Latvia. In: MARK-KURIK, E.: Fossil Fishes as living Organisms, 1, 167–176. – Academia. Tallin.

## Silicifikované mikrofosilie z neoproterozických silicitů teplesko-barrandienské zóny při jihovýchodním okraji CHKO Křivoklátsko

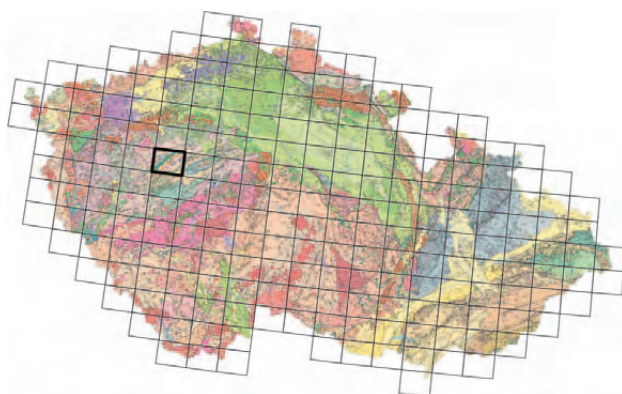
### Silicified microbiota of the Neoproterozoic silicites of the Teplá-Barrandian area near the southeast margin of the Landscape Protected Area of Křivoklát in the Czech Republic

MILADA VAVRDOVÁ<sup>1</sup> – MARCELA STÁRKOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 135, 165 00 Praha 6; vavrdova@gli.cas.cz

<sup>2</sup> Česká geologická služba, Klárov 3, Praha 1; marcela.starkova@geology.cz

(12-32 Zdice)



**Key words :** silicified microbiota, Neoproterozoic black silicites, cyanobacteria

**Abstract:** Neoproterozoic silicites from the Blovice Formation (Kralupy-Zbraslav Group, Teplá-Barrandian Unit) commonly contain microscopic organic remains. Three localities of silicites from the SE margin of the Landscape Protected Area of Křivoklát – Vraní skála, Hudlická skála and Čihadlo localities – have been studied. Thin sections revealed a presence of silicified organic-walled coccoid and filamentous microfossils, most probably derived from the coastal cyanobacterial paleocommunities.

Dominantou a často i místy dalekého výhledu jv. okraje CHKO Křivoklátsko (obr. 1) jsou morfologicky výrazné skalky a suky jemnozrnných šedočerných a tmavošedých silicitů, dříve známých jako buližníky. Vyskytují se ve vrstevním sledu břidlic, drobných vulkanitů blovicekého souvrství. Drobné výskyty silicitů jsou soustředěny v několika pružích protažených sv.-jz. směrem, které sledují hlavní struktury teplesko-barrandienské neoproterozoika. Na

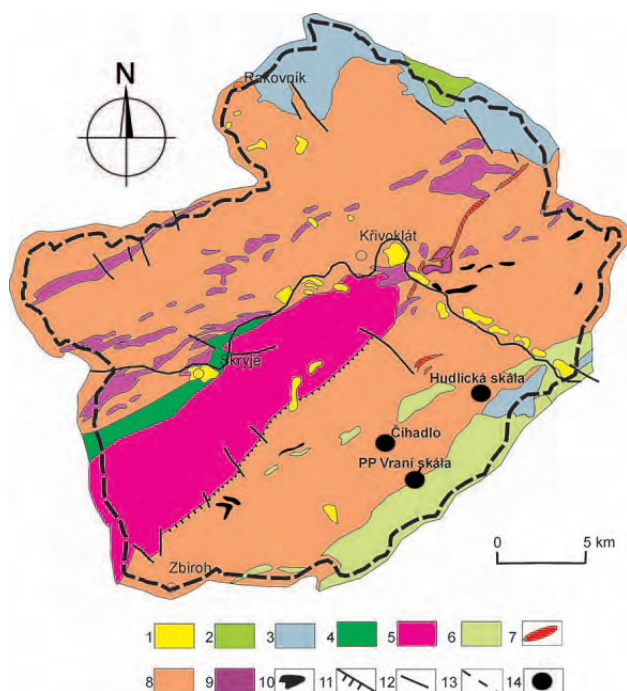
vznik silicitů existuje celá řada teorií: akumulací mikroskopických schránek mřížovců (Rodič 1931); hydrotermálními roztoky vázanými na vulkanická centra; srážením gelu kyseliny křemičité z horkých pramenů za přispění mikroorganismů nebo diagenetickou silicifikací původních vápenců. Pacltová a Pouba (1975) vysvětlují genezi buližníků jako prokřemenělé biohermy mikroorganismů (stromatolity). Planktonické mikrofosilie v neoproterozoických horninách popsali Konzalová (1981) a Fatka a Gabriel (1991). Bentické typy mikrofosilií z neoproterozoických silicitů oblasti teplesko-barrandiensko-proterozoika popsaly Konzalová, Vavrdová a Pacltová (in Pouba et al. 2000) a také Vavrdová (1999).

Nově byly studovány silicity na lokalitách Hudlická skála (obr. 2), Na Čihadle a Přírodní památka Vraní skála při jv. okraji CHKO Křivoklátsko.

#### Petrografický popis silicitů

Silicity obsahují až 98 % SiO<sub>2</sub> a jejich typickou šedou až šedočernou barvu způsobuje jemně rozptýlená amorfní organická hmota a pyrit.

Základní hmotu silicitů tvoří mikrokrytalický křemen, hrubší rekrystalovaná křemenná zrna do sebe laločnatě zapadají a vytvářejí dojem dlaždicovité stavby. Pelitický (sericitický) matrix je často výrazně prostoupen organickou hmotou. Hornina je protkána množstvím drobných křemenných žilek různého směru a různé sukcese. I přes porušení a slabou metamorfózu hornin lze ve výbrusu a v některých místech i makroskopicky sledovat původní vrstevnatost a horizontální laminaci sedimentu, zvýrazněnou střídáním světlých a tmavých lamin. Organika a pyrit se koncentrují v tmavších polohách. Mikrofosilie můžeme pozorovat ve světlejších i v tmavších polohách sedimentu (obr. 3, 4).



Obr. 1. Schematická mapa CHKO Křivoklátsko s lokalitami nových nálezů mikrofosilií. 1 – kenozoické sedimenty, 2 – křída, 3 – karbon, 4 – kambrium, 5 – křivoklátsko-rokycanský vulkanický komplex, 6 – ordovik, 7 – žíly paleozoika, 8 – sedimenty proterozoika, 9 – vulkanity neoproterozoika, 10 – silicity neoproterozoika, 11 – přesmyky, 12 – významné zlomy, 13 – hranice CHKO, 14 – studované lokality silicitů.

Některé partie silicitových skalek mají texturu masivní nebo brekciovitou.

## Mikropaleontologie

Tmavé jemnozrné silicity jsou velmi vhodné medium pro zachování mikrofosilií tvořených chemicky odolnou organickou stěnou. Ve výburech jsou velmi časté aglomeráty několika desítek až několika stovek jedinců, převážně jednoduchých kulovitých tělísek (monád velikosti 3–18  $\mu\text{m}$ ) s tenkou hladkou stěnou. Shluky jsou většinou nepravidelné, ojediněle s náznaky prostorového uspořádání (obr. 5). Méně časté a obvykle značně poškozené jsou tenké filamenty. Mikrofosilie často vyplňuje opakní hmota, nejčastěji pyrit. U zvětralých vzorků jsou schránky limonitizované. Pozorované objekty jsou pozůstatky bentických mikroorganismů, zejména sinic a sinico-řasových porostů. Nepravidelně rozptýlené monády náleží většinou k druhu *Sphaerophycus parvum* Schopf 1968. Aglomerace nepravidelně nahloučených jedinců řadíme k druhu *Glenobotrydium irregulare* Schopf 1968 a některé monády vytvářejí plochá coenobia zařazená k rodu *Ostiana* Hermann 1976.

Vzácnější jsou vláknité formy sinic, většinou fragmenty nevětvených trubicovitých trichomů v různých stadiích mineralizace a degradace (aff. *Siphonophycus kestron* Schopf 1968). Délka trichomů dosahuje až 2 mm, světlost 3–30  $\mu\text{m}$ .

Ve výburech jsme pozorovaly i větší objekty, nápadně hnědavě zbarvené trubicovité útvary s nepravidelně zvládnutým průběhem, na jednom konci kulovitě zduřené (obr. 5, 6). U některých byla patrná pravidelná segmentace.

Tyto objekty nepovažujeme za jednoznačnou součást původní proterozoické mikroflóry, ale s největší pravděpodobností za recentní příměs dnes žijících mikroorganismů, patrně hyfy a mycelia hub (*Fungi Imperfecti* – obr. 6).

## Diskuse

Pozorované fosilní mikroorganismy z českých silicitů jsou velmi podobné nálezům ze silicitů – ftanitů ze severozápadní Francie (Dabard – Loi 1998), které mají nejspíše obdobnou genezi. Korelace mikrofosilií z blovického souvrství s lokalitami francouzského briovérienu uvádí Konzalová (1981).

Analogické asociace mikrofosilií a organogenních textur byly popsány z více než čtyřiceti lokalit tmavých proterozoických silicitů (0,7–2 Ga) zejména z arktické Kanady a z Austrálie (např. Horodyski – Donaldson 1983) a obvykle interpretovány jako příbřežní facie s evapority a stromatolity. Je možné, že některé proterozoické silicity Blovicka (Vavrdová 1999) a dalších lokalit středních Čech jsou obdobné facie. Karbonátové klence zatlačené křemenem (Fatka – Gabriel 1991) spolu s křemennými pseudomorfózami čoček sádrovice a anhydritu byly popsány v proterozoických silicitech na lokalitě Lučičtě u Spáleného Poříčí na Blovicku (Skoček – Vavrdová 1994). Přítomnost dolomitu spolu s Ca sulfáty dokládá rovněž prostředí mělkovodních plošin v nízkých zeměpisných šířkách.

Monospecifické aglomerace až několika set jedinců (obr. 4) nemohly přetrvat dlouhý transport, ale nacházejí se in situ, kde proběhla i jejich mineralizace. Za tohoto předpokladu vznikaly studované silicity v původně mělkovodním sedimentačním prostředí. Vznik silicitů zde mohl souviset s bakteriogenní redukcí sulfátů v hypersalinních bahnech bohatých na organiku.

Geochemické hodnoty REE a především oxidačně-redukčního senzitivního Ce, včetně poměru Ce/La (Ce 11,7; 12,3 ppm; La 7,4; 7,9 ppm) vzorků silicitů odebraných z lokalit Tři skalky a Hudlická skála na jv. okraji Křivoklátska ukazují analogicky s recentními mořskými prostředími také na oxické nebo suboxické prostředí, které předpokládáme spíše v mělkovodnějším prostředí.

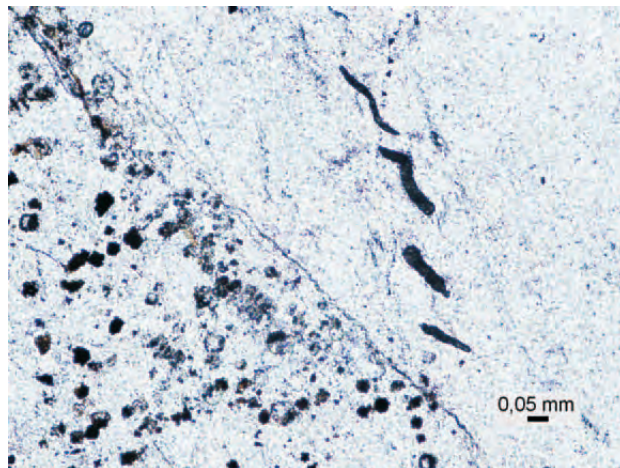
## Závěr

V práci jsou popsány kolonie jednobuněčných mikrofosilií, tvořené organickou hmotou, z lokalit Vraní skála, Na Čihadle a Hudlice. Přítomnost mikroorganismů nenasvědčuje hydrotermálnímu původu silicitů, také jejich bezprostřední souvislost s proterozoickými vulkanity není z geologické mapy patrná (obr. 1). Vzhledem k jejich značnému stáří lze rovněž vyloučit jejich biogenní původ akumulací křemítych schránek mřížovců. Biogenní struktury a textury spolu s geochemickými a mineralogickými daty indikují genezi silicitů v blízkosti pobřežních plošin a svahů.

Vzorky byly odebrány a zkoumány v rámci mapovacího úkolu ČGS 390 007 (součást výzkumného záměru ČGS) a výzkum mikrofosilií byl součástí výzkumného záměru ČAV Z 3013 0516.



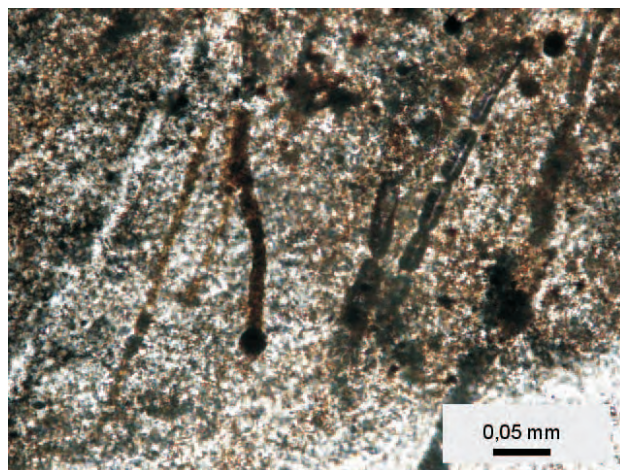
Obr. 2. Vrcholová část Hudlické skály, geologicky významné lokality neoproterozoického silicitu při jv. okraji CHKO Křivoklátsko.



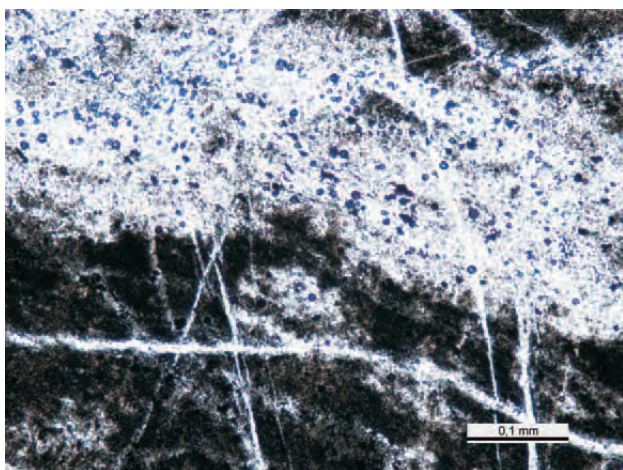
Obr. 5. Průřezy sférických a vláknitých sinic ve světlém silicitu z lokality Na Čihadle.



Obr. 3. Mikrofotografie silicitu Vraní skály s původními náznaky laminace a křemennými žilkami.



Obr. 6. Filamenty s kulovitě zduřenými konci a naznačenou příčnou segmentací v silicitech z Hudlické skály.



Obr. 4. Detail obr. 3 s početnými mikrofosiliemi druhu *Sphaerophycus parvum* Schopf 1968.

## Literatura

DABARD, M. P. – LOI, A. (1998): Environment de depot des formations a phanites interstratifiés du Protérozoïque supérieur armoricain (France):

consequences sur la genese des phanites. – C. R. Acad. Sci Paris, Earth Planet. Sci., 326, 763–69.

FATKA, O. – GABRIEL, Z. (1991): Microbiota from siliceous stromatolitic rocks from the Barrandian Proterozoic (Bohemian Massif). – Čas. Mineral. Geol., 36,2, 143–148.

HORODYSKI, R. J. – DONALDSON, J. A. (1983): Distribution and significance of microfossils in cherts of the Middle Proterozoic Dismal Lakes Group, district Mckenzie, Northwest Territories, Canada. – J. Paleont., 57,2, 271–288.

KONZALOVÁ, M. (1981): Some Late Precambrian microfossils from the Bohemian Massif and their correlation. – Precamb. Res., 15, 43–62.

PAČLTOVÁ, B. – POUBA, Z. (1975): To the origin of Proterozoic stromatolites in the Barrandian. In: Correlation of Proterozoic and Paleozoic stratiform deposits., 3, 25–58. – Přírodověd. fak. Univ. Karl. Praha.

POUBA, Z. et. al. (2000): Neoproterozoic of the Barrandien (Czech Republic). – Bull. Czech Geol. Surv., 75, 3, 173–360.

RODIČ, I. (1931): Radiolarien in Kieselschiefer Mittelböhmens. – Lotos, 79, 1–19.

SCHOPF, J. W. 1968: Microflora of the Bitter Springs Formation, Late Precambrian, Central Australia. – J. Paleont., 42, 651–688.

SKOČEK, V. – VAVRDOVÁ, M. (1994): Quartzose pseudomorphs in Upper Proterozoic sediments of the Blovice Formation. – J. Czech. Geol. Soc., 39, 4, 259–266.

VAVRDOVÁ, M. (1999): Benthic microfossils from the Teplá-Barrandian Late Proterozoic (Blovice Formation, Czech Republic). – J. Czech. Geol. Soc., 44,1–2, 49–50.