

# IZOTOPY UHLÍKU V ORGANICKÉ HMOTĚ SVRCHNOKŘÍDOVÝCH SEDIMENTŮ SLEZSKÉ JEDNOTKY

Carbon stable isotopes of the organic matter from the Upper Cretaceous of the Silesian Unit

**Petr Skupien, Alexandra Smaržová**

Institut geologického inženýrství, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava – Poruba;  
e-mail: petr.skupien@vsb.cz

(25–23 Rožnov pod Radhoštěm)

*Key words: Silesian Unit, organic Carbon, stable isotopes, Cretaceous*

## Abstract

Organic carbon content and stable organic carbon isotopes were studied in the complete section across the change anoxic to oxic sedimentation in the Bystrý potok stream by Trojanovice (in the vicinity of Frenštát p. R., Czech Republic). Pelitic deposits of the higher Lower Cretaceous and the lower Upper Cretaceous of basinal sedimentation in the Godula development of the Silesian Unit of the Western Carpathians outcrop here. TOC values in the black shales of the Late Albian and Early Cenomanian Lhoty Formation is higher (3.59 %). The  $\delta^{13}\text{C}$  isotopic values of claystones show positive excursion in the lower part of the Mazák Formation (Upper Cenomanian, ?OAE2) and lower part of the Godula Formation (Upper Santonian).

## Úvod

Pro podrobné studium poměru izotopů C v organické hmotě ( $\delta^{13}\text{C}$ ) byl vybrán profil svrchnokřídových sedimentů v Bystrém potoce poblíž Trojanovic u Frenštátu p. R. Profil byl podrobně dokumentován Skupienem a Vašíčkem (2003). Profil zahrnuje několik vrstevních členů slezské jednotky. Stratigraficky dokumentovaná část odpovídá nejvyšší úrovni spodní křídly (svrchnímu albu) zastoupené lhoteckým souvrstvím, pokračuje přes mazácké souvrství a končí ve svrchní křídě nástupem mocného a souvislého pásma písčitého flyše godulského souvrství. Celková studovaná mocnost profilu přesahuje nepatrně 300 m (obr. 1). V rámci celého profilu byla již dříve sledována distribuce nevápnných dinoflagelát a foraminifer (Bubík et al. 2008, Skupien et al. v tisku).

Dokumentace profilu začala ve svrchní části lhoteckého souvrství. Toto souvrství je na studovaném profilu charakteristické facií skvrnitých jílovců, které z převážné části zřejmě představují nevápnné autochtonní hemipelagické uložení. Do těchto jílovců se vkládají občasné tenké polohy distálních turbidit, které mohou mít na bázi pískovce. Stratigraficky náležejí svrchnímu albu. V nejvyšší části se sedimentace lhoteckého souvrství mění ve facií s převahou světle šedých, za čerstva nazelenalých, nevápnných jílovců. Občas se objevují tenké horizonty tma-vošedých jílovců, v nižší části sekvence často markantně obohacené pyritem. Tmavě zbarvené horizonty naznačují krátká anoxická období v pánvi. Celá sekvence dosahuje mocnosti téměř 11 m. Stratigraficky náleží nejvyššímu albu až střednímu cenomanu. Uvedená facie je v nadloží vystřídaná červeně zbarvenými jílovcí, kterými začíná mazácké souvrství v typickém vývoji.

Mazácké souvrství, charakteristické polohami červeně zbarvených jílovců, je rozděleno souborem písčitého flyše na spodní a svrchní část. Litologie odráží nástup oxi-

dačních podmínek ve slezském pánevním sedimentačním prostředí. Podle dinoflagelát a aglutinovaných foraminifer pravděpodobně náleží vyššímu střednímu cenomanu až svrchnímu turonu.

V pokračování profilu se objevují pelity charakteristické převahou jílovců šedé barvy, které jsou v některých částech prokládané tenkými, místy i výraznějšími polohami jílovců, které lze označit jako pestré (červenošedé až hnědošedé barvy). Tato část sedimentárního sledu náleží ke spodnímu oddílu godulského souvrství. Pelitická sedimentace je ve dvou úsecích přerušena mocnými polohami hrubě rytmického písčitého flyše. Asociace dinocyst a foraminifer nasvědčují coniaku až spodnímu campanu.

V nejvyšší části profilu je pelitická sedimentace vystřídaná mocnými uloženinami písčitého flyše středního úseku godulského souvrství.

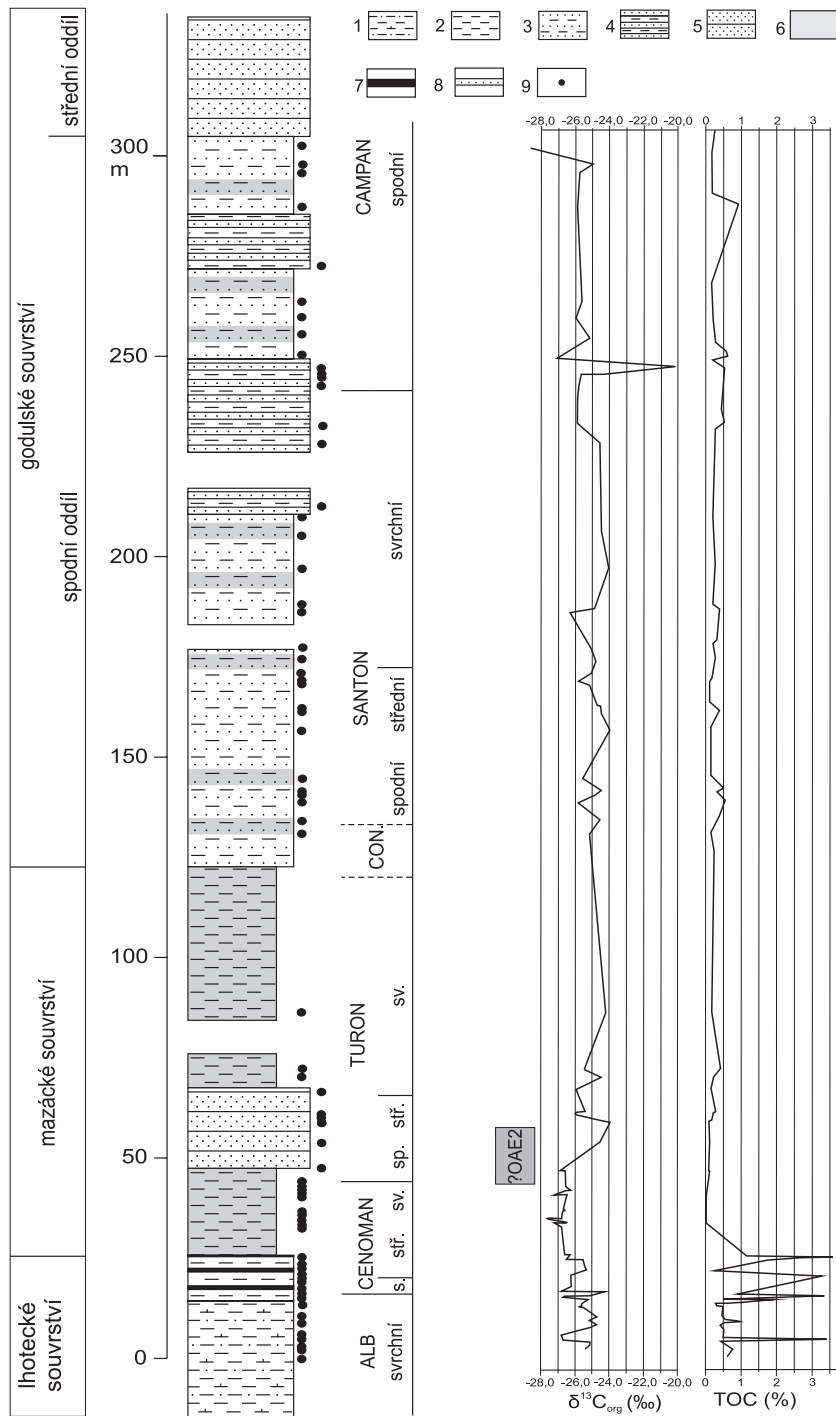
## Metodika

Obsahy organického uhlíku (TOC), stejně jako charakteristika změn poměrů izotopů C v organické hmotě ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ), byly měřeny na vzorcích jílovců.

Měření TOC odebraných vzorků jílovců bylo provedeno na Institutu geologického inženýrství VŠB – TU Ostrava (laborantka M. Laborová) na přístroji EuroEA 3000 (Eurovector Elemental Analyzer). Izotopy C byly měřeny v laboratořích České geologické služby v Praze. Hodnoty v tabulkách jsou přepočteny k standardu VPDB (Vienna Pee Dee Belemnite).

## Dosažené výsledky a diskuze

Vysoké obsahy organického uhlíku se objevují v tmavě zbarvených jílovcích lhoteckého souvrství a především v černých horizontech nejvyšší části souvrství cenomanského stáří. Hodnoty TOC stoupají až na 3,59 %. Uvedené



Obr. 1: Křivka TOC a  $\delta^{13}C_{org}$  na profilu Bystrý. 1 – prachovcovo-jílovcový flyš, 2 – nevápnité jílovce, 3 – drobně rytmický pískovcovo-jílovcový flyš, 4 – hrubě lavicový pískovcovo-jílovcový flyš, 5 – hrubě lavicový pískový flyš, 6 – červené a pestré jílovce, 7 – horizonty černých jílovců (hypoxické), 8 – izolované pískovcové lavice, 9 – vzorky.  
 Fig. 1: Curves of TOC and  $\delta^{13}C_{org}$  in the Bystrý section. 1 – siltstone-shale flysch, 2 – non-calcareous shale, 3 – thin-bedded sandstone-shale flysch, 4 – thick-bedded sandstone-shale flysch, 5 – thick-bedded sandstone flysch, 6 – red and variegated shale, 7 – black shale horizons (hypoxic), 8 – isolated sandstone beds, 9 – samples.

hodnoty pravděpodobně indikují lokální anoxický event OAE1d (nejvyšší alb–spodní cenoman, Strasser et al. 2001).

V pestrých jílovcích mazáckého souvrství je podíl organického uhlíku minimální, v jeho spodní části méně než 0,04%. V souvislosti se zvýšeným podílem turbiditů obsah TOC stoupá na 0,5%. V šedých jílovcích godulské-

ho souvrství je obsah uhlíku opět nepatrný (většinou pod 0,5%) a to přesto, že jílovce místy nabývají až tmavě šedé barvy a obsahují bohaté organické facie. Rovněž zde je možno sledovat zvýšený obsah TOC ve spojitosti se zvýšeným podílem turbiditů. Nízké hodnoty TOC v pestré zbarvených sedimentech odpovídají sedimentaci v prokysličeném prostředí působícím oxidací organické hmoty.

Změny izotopu organického uhlíku  $\delta^{13}C_{org}$  vykazují výrazný negativní posun ve lhoteckém souvrství. Rozsah hodnot  $\delta^{13}C_{org}$  se pohybuje od -19,55 do -26,7 ‰. Výrazně negativní hodnoty jsou patrné v jílovcích s výrazným přínosem terestrické organické hmoty a s přítomností pyritu. S nástupem sedimentace pestrých jílovců mazáckého souvrství v cenomanu poměr  $\delta^{13}C_{org}$  nápadně klesá a nabývá hodnot až -27,4 ‰. Trend změny ve složení organického uhlíku odpovídá křivce publikované Hasegawou (2003) pro terestrický organický uhlík v Asii. Stejně jako na námi studovaném profilu Hasegawa uvádí posun k negativním hodnotám během středního a svrchního cenomanu. Minimum (nebo maximální pokles) popisuje těsně pod hranicí cenoman/turon. Kolem hranice se poměr  $\delta^{13}C_{org}$  posouvá ke kladnějším číslům. Obdobný trend vykazují změny izotopů uhlíku v organické hmotě z Colorada (Pratt 1985). Změnu izotopického složení organického uhlíku je možno v hrubých rysech korelovat se standardní křivkou izotopu karbonátového uhlíku  $\delta^{13}C_{carb}$  (Jarvis et al. 2006). Proto lze spodní část mazáckého souvrství, na základě změn izotopů  $\delta^{13}C_{org}$ , korelovat s hraničním intervalem cenoman/turon (kolem metrů 47 až 58 m), který je spojován s anoxickým eventem OAE2 (viz obr. 1). Současně je nutno uvést, že přítomnost OAE2 se prozatím na studovaném profilu nepodařilo prokázat, jelikož zde chybí charakteristický horizont černých jílovců. Podle dosavadních poznatků je sedimentace spjatá s OAE2 zastřena možnou erozí turbiditními proudy. To se projevuje náhlým nástupem mocných turbiditů s až 0,5 m mocnými polohami pískovců.

chybí charakteristický horizont černých jílovců. Podle dosavadních poznatků je sedimentace spjatá s OAE2 zastřena možnou erozí turbiditními proudy. To se projevuje náhlým nástupem mocných turbiditů s až 0,5 m mocnými polohami pískovců.

Ve střední části mazáckého souvrství složení izotopů C ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ) nabývá hodnot v rozmezí od -24,0 do -26,3 ‰ a tento trend pokračuje až do spodní části godulského souvrství. Pokles  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  nápadně koresponduje s přítomností mocnějších poloh turbiditů.

Velmi výrazný posun  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  k pozitivním hodnotám (až na -20 ‰) je možno sledovat v godulském souvrství kolem hranice santon/campan. Směrem do nadloží dochází k rychlému poklesu poměru (-25,0 až -28,56 ‰). Tato výrazná změna není doprovázena výraznou akumulací organické hmoty (TOC 0,16–0,94 %). Trend ve změnách složení izotopů C v intervalu turon až campan je korelova- telný s údaji z východního Ruska (Hasegawa et al. 2003). Rovněž tam je výrazný posun  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  k pozitivním hodnotám patrný kolem hranice santon/campan.

Podle Hasegawy (2003) trend  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  terestrické organické hmoty odráží změnu atmosférického  $\text{CO}_2$ . Podle Kumpa a Arthura (1999) negativní posun  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  mořské organické hmoty může odrážet zvýšenou vulkanickou produkci  $\text{CO}_2$  anebo snížení zvětrávání silikátů (rovněž vedoucí ke zvýšení  $\text{CO}_2$ ). Podle jiných autorů (Arthur et al. 1988) má stejný efekt výrazná oxidace dřívě uložené organické hmoty, kdy dochází ke zvýšení koncentrace  $\text{CO}_2$  v oceánu.

## Závěr

Výrazná změna sedimentace nejvyšší části lhoteckého souvrství je zřetelná nejen v litologickém záznamu, ale rovněž v záznamu  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ , který se posouvá do negativních hodnot poté, když dochází k nástupu sedimentace pestrě zbarvených jílovců spojených s výrazně prokysličeným prostředím. Křivka  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  je korelovatelná s křivkami  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  nejen terestrického či mořského původu, ale rovněž s křivkou  $\delta^{13}\text{C}$  karbonátového C. Stejně jako na jiných lokalitách lze sledovat negativní posun v nejvyšším cenomanu a nejvyšším santonu. První z nich lze spojovat s oceánským anoxickým eventem OAE2.

*Výzkum byl proveden v rámci vědeckého záměru MSM 61989100 19 DeCO<sub>x</sub> procesy.*

## Literatura

- Arthur, M. A. – Dean, W. E. – Pratt, L. M. (1988): Geochemical and climatic effects of increased marine organic carbon burial at the Cenomanian/Turonian boundary. – *Nature*, 335, 714–717. London.
- Bubík, M. – Skupien, P. – Švábenická, L. (2008): Stratigrafie křídových pestrých oceánských vrstev karpatského flyše na Moravě. – *Geologické výzkumy na Moravě a Slezsku v roce 2007*, 46–52. Brno.
- Hasegawa, T. (2003): Cretaceous terrestrial paleoenvironments of northeastern Asia suggested from carbon isotope stratigraphy: Increased atmospheric  $\text{pCO}_2$ -induced climate. – *Journal of Asian Earth Sciences*, 21, 849–859. Taipei.
- Hasegawa, T. – Pratt, L. M. – Maeda, H. – Shigeta, Y. – Okamoto, T. – Kase, T. – Uemura, K. (2003): Upper Cretaceous stable carbon isotope stratigraphy of terrestrial organic matter from Sakhalin, Russian Far East: a proxy for the isotopic composition of paleoatmospheric  $\text{CO}_2$ . – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1, 97–115. Amsterdam.
- Jarvis, I. – Gale, A. S. – Jenkyns, H. C. – Pearce, M. A. (2006): Secular variation in Late Cretaceous carbon isotopes. – *Geological Magazine*, 143, 561–608. London.
- Kump, L. R. – Arthur, M. A. (1999): Interpreting carbon-isotope excursions: carbonate and organic matter. – *Chemical Geology*, 161, 181–198. Amsterdam.
- Pratt, L. M. (1985): Isotopic studies of organic matter and carbonate in rocks of the Greenhorn marine cycle. – In: Pratt, L. M. – Kauffman, E. G. – Zelt, F. B. (eds): *Fine-Grained Deposits and Biofacies of the Cretaceous Western Interior Seaway: Evidence of Cyclic Sedimentary Process*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Field Trip Guidebook, SEPM, 38–48. Tulsa.
- Skupien, P. – Vašíček, Z. (2003): Litostratigrafické a biostratigrafické poznatky z profilu Bystrý potok u Frenštátu p. R. (svrchní křída, slezská jednotka, Vnější Západní Karpaty). – *Sborník vědeckých prací Vysoké Školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Řada hornicko-geologická*, 49, monografie 8, 65–93. Ostrava.
- Skupien, P. – Bubík, M. – Švábenická, L. – Mikuláš, R. – Vašíček, Z. – Matýšek, D. (v tisku): Cretaceous Oceanic Red Beds in the Outer Western Carpathians of Czech Republic. – *SEPM Special Publication*.
- Strasser, A. – Caron, M. – Gjermeri, M. (2001): The Aptian, Albian and Cenomanian of Rotel Sattel, Romandes Prealps, Switzerland: a high resolution record of oceanographic change. – *Cretaceous Research*, 22, 173–199. Amsterdam.