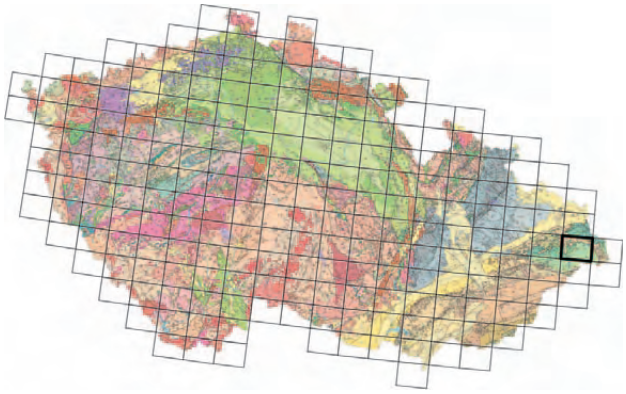
Valanginský anoxický event ve slezské jednotce doložený podle stabilních izotopů uhlíku

Carbon isotope evidence for the Valanginian anoxic event in the Silesian unit

PETR SKUPIEN – ALEXANDRA SMARŽOVÁ

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

(25-22 Frýdek-Místek)



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

Abstract: Stable carbon and oxygen isotopes were studied in the zone of natural outcrops of Lower Cretaceous (Late Valanginian–Early Hauterivian) sediments of the Silesian Unit on the Czech territory (Outer Western Carpathians) in the Morávka River by Skalice. Increased $\delta^{13}C$ value in the Late Valanginian can be correlated with that from other sections of the Tethyan realm. The values of $\delta^{13}C$ increased significantly from a level of 0.43 or 0.75 ‰ to 1.81 ‰. The change in isotopic ($\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$) record could be connected with an intensified freshwater input into the ocean (increase of terrestrial palynomorphs input) in the Late Valanginian. The increase of organic matter storage is connected with the dark grey claystones sedimentation.

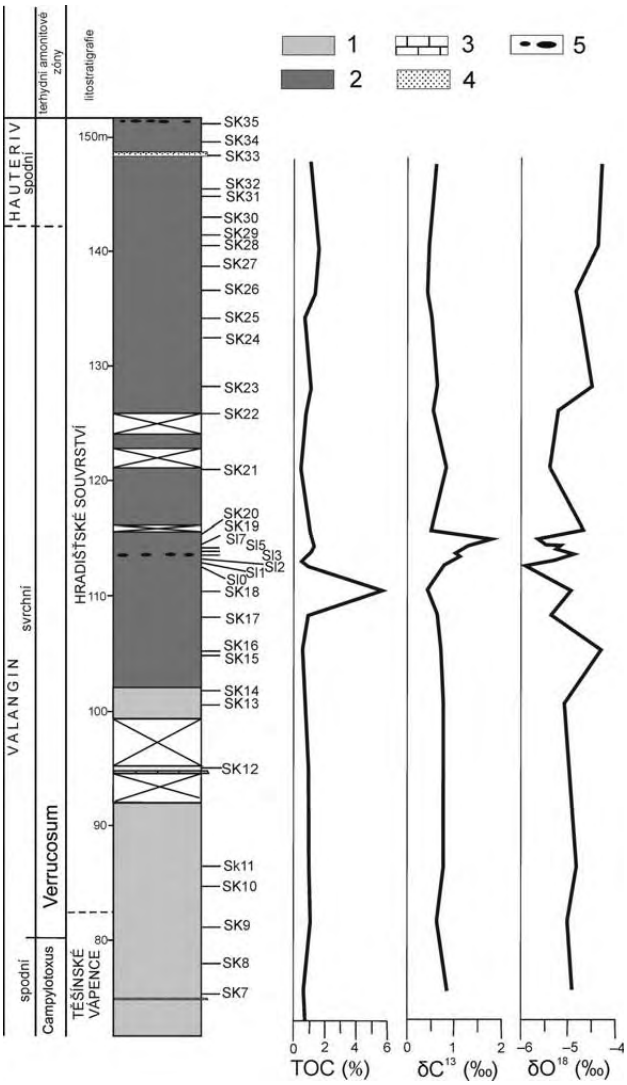
Sedimenty křídy slezské jednotky Vnějších Západních Karpat ve značné míře jsou vyvinuty jako pelitická turbiditní sedimentace. Převládají tmavošedě zbarvené prachovité jílovce, které někdy odpovídají sedimentaci spojené s globálními anoxickými eventy (Kratochvílová et al. 2003, Skupien 2006). Tmavošedé zbarvení je zde všeobecně pokládáno za důsledek dlouhodobého disoxického až anoxického prostředí. Za indicii anoxie bývá považován obsah organického uhlíku vyšší než 2,5 %. Záznam obsahu organického uhlíku v sedimentech je nutno porovnat s mikroskopickým pozorováním organické hmoty. Takto lze určit, zda se jedná o primární produktivitu mořské vody anebo redepozici z kontinentu. Studium této organické hmoty dokumentuje přímou spojitost mezi vlastnostmi hornin a globálními geologickými procesy. Zvýšené koncentrace organického uhlíku jsou spojovány také s termínem C-izotopové eventy. Vztah izotopického složení (poměr izotopů $^{13}C/^{12}C$, tj. těžšího izotopu k lehčímu) obsažené organické hmoty odráží globální změny uhlíkového cyklu, které jsou reakcí na klimatické změny na Zemi. V rámci poměrně monotónní pelitické sedimentace v křídě slezské jednotky lze jednoznačně identifikovat anoxický event v aptu (OAE1). Cílem předložené práce je zjistit, zda na počátku sedimentace s dominancí tmavě zbarvených pelitů ve slezské jednotce je možno sledovat změnu izotopu uhlíku, a tudíž zda tato je odrazem jednoho z globálních uhlíkových eventů.

Materiál

V rámci našeho studia byl vybrán profil Skalice jako jeden z nejúplnějších spodnokřídových profilů zachycujících těšínské vápence a jejich přechod do nadložního souvrství hradišťského (Skupien 2003). Geologicky profil náleží godulskému dílčímu příkrovu slezské jednotky. Studovanou lokalitu tvoří pásmo přirozených výchozů o celkové mocnosti 156 m, nacházejících se v korytě, ale především v levém nárazovém břehu řeky Morávky, 1200 m ssv. od kóty 438 (Strážnice) a 500 m jv. od kóty 435 (Vrchy) při v. okraji obce Skalice, nedaleko Frýdku-Místku (přesná lokalizace s mapou viz Skupien 2003).

Při studiu stabilních izotopů C a O byla pozornost soustředěna na vyšší část profilu, zachycující změnu sedimentace šedých vápnitých jílovců náležejících těšínským vápencům a jejich přechod do tmavě šedě zbarvených jílovců náležejících souvrství hradišťskému.

Ve spodní části studovaného intervalu převládají šedé vápnité, místy skvrnité jílovce až prachovce. Často jsou přítomny polohy šedých slínovců a biodetritických anebo písčitých vápenců. Vzhledem k častému výskytu poloh vápenců je tento úsek začleněn do litostratigrafické jednotky těšínské vápence. Hranice vůči nadložnímu souvrství je neostrá a od vzorku SK7 je možno hovořit o zcela pozvolném přechodu do souvrství hradišťského (obr. 1). Nad vzorkem SK9 přibývá písčitějších poloh. Celý úsek až po přerušení nad vzorkem SK11 tvoří decimetrové rytmy na bázi s písčitými vápenci až vápnitými pískovci rezavě navětrávajícími (jejich maximální mocnost je 5 cm) a se světle šedými a tmavošedými vápnitými jílovci. Místy se ojediněle objevují světle šedé skvrnité slínovce. Po přerušení profil pokračuje centimetrovými až decimetrovými rytmy rezavě zvětrávajících šedých laminovaných jemnozrnných pískovců, šedých vápnitých jílovců a prachovců. Zcela ojediněle se ještě objevují polohy šedých písčitých vápenců. O 3 m výše (tj. nad vzorkem SK14) končí výskyt poloh světle šedých jílovců a převládají pouze tmavé jílovce a prachovce tvořící rytmy s pískovci. Pískovcové polohy



Obr. 1. Litologický profil s křivkami TOC, $\delta^{13}C$ a $\delta^{18}O$. 1 – rytmy tvořené písčitými vápenci, vápnitými pískovci, šedými slínovci, světlešedými a tmavošedými vápnitými jílovci, 2 – rytmy tvořené pískovci, tmavošedými vápnitými a nevápnitými jílovci a prachovci, 3 – mocnější polohy vápenců, 4 – mocnější polohy pískovců, 5 – mocnější polohy pelosideritů.

mají maximální mocnost 10 cm. V úseku nad vzorkem SK17 se nacházejí čočky pelosideritů o maximální mocnosti 7 cm, které se směrem do nadloží několikrát opakují, a to v intervalech 3–5 m. V nejsvrchnější části profilu (interval vzorků SK33–SK35) lze pozorovat 20–30 cm mocné polohy rezavě zvětrávajících šedých jemnozrnných pískovců a jednu polohu pelosideritu mocnou 22 cm.

Podle nevápnitých dinoflagelát studovaná část těšínských vápenců náleží nejvyšší části spodního valanginu (amonitové zóně Campylotoxus). Hradišťské souvrství má stáří svrchní valangin až nejspodnější hauteriv (Skupien 2003).

Metodika

Obsahy organického uhlíku (TOC) byly stejně jako charakteristika změn poměrů izotopů C ($\delta^{13}C$) a O ($\delta^{18}O$) měřeny na vzorcích tmavě zbarvených vápnitých jílovců.

Tabulka 1. Obsah organického uhlíku a poměr izotopů C a O ve vápnitých jílovcích

vzorek	TOC (%)	$\delta^{13}C$ (‰ PDB)	$\delta^{18}O$ (‰ PDB)
SK 33	1,13	0,58	–4,49
SK 28	1,62	0,48	–4,40
SK 26	1,42	0,43	–4,84
SK25	0,70	0,52	–4,75
SK 23	1,09	0,64	–4,51
SK 22	0,82	0,57	–5,23
SK 21	0,47	0,80	–5,39
SK 20	1,10	0,51	–4,69
SK 19	1,00	1,81	–5,63
SL7	1,28	0,91	–5,42
SL5	1,24	0,83	–4,96
SL3	0,91	0,75	–5,10
SL2	0,71	0,81	–4,89
SL1	0,41	0,78	–5,29
SL 0	0,93	0,75	–5,91
SK18	5,76	0,43	–4,94
SK17	0,95	0,64	–5,36
SK16	0,66	0,72	–4,31
SK13	0,85	0,74	–5,01
SK11	0,93	0,62	–4,83
SK9	1,10	0,64	–5,00
SK7	0,65	0,81	–4,93

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

Dosažené výsledky a diskuse

U odebraných vzorků (22 vzorků) byl určen obsah organického uhlíku (TOC), poměr izotopů C ($\delta^{13}C$) a O ($\delta^{18}O$) vápnitých jílovců (tab. 1, obr. 1).

Obsah organického uhlíku v jílovcích (TOC) se pohybuje v rozmezí 0,65–5,76 %. Maxima dosahuje v intervalu, v němž se poprvé objevují polohy pelosideritů a jílovce nebo prachovce nabývají intenzivní tmavě šedé barvy.

Podle mikroskopického studia palynofacií jílovce obsahují dva typy organické hmoty – mořskou (především dinoflageláta a řasy) a terestrickou (organický detrit, bisakátní pylová zrna). Organická hmota je zčásti oxidovaná, přičemž stupeň oxidace je poměrně vyšší v jílovcích těšínských vápenců. Zde jsou cysty dinoflagelát

špatně určitelné a mnohdy silně korodované. Lze předpokládat, že změna ve složení organických facií a stav zachování palynomorf směrem do nadloží, tj. směrem, kterým stoupá podíl tmavě zbarvených jílovců v hradišťském souvrství, odráží změnu oxických podmínek v anoxické. Tato změna byla pravděpodobně vyvolána zvýšeným přínosem živin a tím zvýšenou produktivitou řas a zvýšeným přínosem terestrické organické hmoty (detritický typ anoxie).

Změna ve složení izotopů C ($\delta^{13}C$) se pohybuje v rozmezí 0,43–0,75 ‰, pouze v intervalu nad záznamem zvýšeného obsahu TOC poměr stoupá až k hodnotě 1,81 ‰. Tato změna pravděpodobně odráží změnu v koloběhu uhlíku. Obdobný záznam je znám z pieninského bradlového pásma Západních Karpat (Michalík et al. 1995), z vocontského bazénu ve Francii, z Alp ve Švýcarsku (Lini et al. 1992, Fischer 2003). Ve všech těchto oblastech je obdobný event zaznamenán ve vápencových sedimentech bez přítomnosti tmavě zbarvených sedimentů charakteristických pro anoxické eventy (OAE), tak jak je známe z aptu (OAE1) anebo turonu (OAE2). Dokumentovaný event se na všech známých profilech objevuje ve spodní části svrchního valanginu, a to v amonitové zóně Verrucosum. Z hlediska klimatického je spojován s nástupem klimatu skleníkového typu a s postupným zánikem karbonátových platforem.

Na studovaném profilu je možno změnu izotopů C korelovat se stoupajícím podílem terestrického materiálu. Naopak pokles poměru $\delta^{13}C$ je znatelný v sedimentech s nízkým obsahem organického C (TOC) s oxidovanou organickou hmotou a se zvýšenou přítomností pyritu.

Ve stejném intervalu se mění poměr izotopů O ($\delta^{18}O$), a to z hodnot v rozmezí –4,3 až –5,1 ‰ k výrazně negativním hodnotám –5,91 ‰. Tato změna může odrážet změnu salinity (upwelling vs. zvýšený přínos z kontinentu spojený s vyslazováním povrchových vod).

Závěr

V rámci studia izotopů C a O ve slezské jednotce se nám podařilo identifikovat přítomnost jednoho z anoxických eventů ve spodní křídě. Výsledek podporuje jeho globální význam a přítomnost v nižší části svrchního valanginu. Podle dřívějších palynologických údajů na profilu Skalice lze sledovaný event korelovat s amonitovou zónou Verrucosum, tak jak je interpretován na jiných profilech. Na studovaném profilu koresponduje s litologickým přechodem od šedých pelitických sedimentů s doprovodnými slínovci a vápenci k sedimentaci s dominantním výskytem tmavě šedých pelitů s pískovci a pelosiderity.

Práce na výzkumu byly během roku 2008 prováděny v rámci vědeckého záměru MSM 61989100 19 $DeCO_x$ procesy. Autoři děkují M. Bubíkovi (ČGS, Brno) za připomínky, které usnadnily výslednou úpravu článku.

Literatura

FISCHER, S. H. (2003): Geochemical and sedimentological evidence for environmental changes in the Valanginian (Early Cretaceous) of the Tethys region. PhD thesis. – MS Swiss Fed. Inst. Technol. Zurich, 189 s.

KRATOCHVÍLOVÁ, L. – DOLEJŠOVÁ, M. – SKUPIEN, P. – VAŠÍČEK, Z. (2003): Obsahy organického uhlíku v nejvyšší části hradišťského souvrství a ve veřovickém souvrství (svrchní apt, vnější Západní Karpaty, Česká republika). – Sbor. věd. Prací Vys. Šk. báň. – Techn. Univ., Ř. horn.-geol., 8, 53–64.

LINI, A. – WEISERT, H. – ERBA, E. (1992): The Valanginian carbon isotope event: a first episode of greenhouse climate conditions during the Cretaceous. – Terra Nova, 4, 374–384.

MICHALÍK, M. – REHÁKOVÁ, D. – HLADÍKOVÁ, J. – LINTNEROVÁ, O. (1995): Lithological and biological indicators of orbital changes in Tithonian and Lower Cretaceous sequences, Western Carpathians, Slovakia. – Geol. carpath., 46, 3, 161–174.

SKUPIEN, P. (2003): Souhrn palynologických výsledků z výzkumu nižší části slezské jednotky (český úsek vnějších Západních Karpat). – Sbor. věd. Prací Vys. Šk. báň. – Techn. Univ., Ř. horn.-geol., 8, 107–116.

SKUPIEN, P. (2006): Obsahy organického uhlíku a palynofacie spodní křídy slezské jednotky. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2005, 48–52.