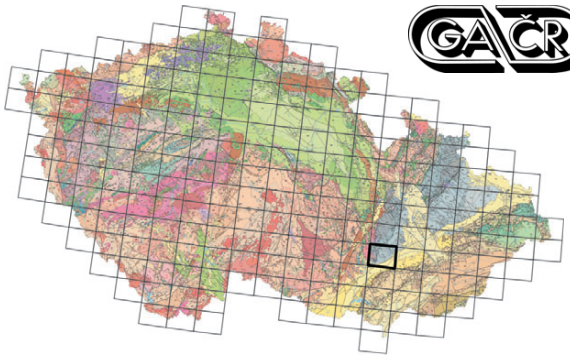
# Izotopové záznamy uhlíku přes hangenberský event (hranice devon-karbon) ve střední a jižní části Moravského krasu

## Carbon-isotope records through the Hangenberg Event (Devonian-Carboniferous boundary) in the middle and southern parts of the Moravian Karst

Tomáš Kumpan [1] – Jiří Kalvoda [1] – Ondřej Bábek [1, 2] – Jiří Frýda [3, 4]

[1] Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno; kumpan.tom@gmail.com
[2] Katedra geologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity J. E. Purkyně, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc; babek@prfnw.upol.cz
[3] Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6; bellerophon@seznam.cz
[4] Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5



(24-41 Vyškov)

***Key words:*** *Moravo-Silesian Zone, Líšeň Formation, Devonian, Carboniferous, carbon isotopes*

***Abstract:*** Stable carbon isotopes were studied at the Devonian-Carboniferous boundary interval in the southern part of the Moravian Karst (Lesní lom and Křtiny sections). Peak of the $\delta^{13}C_{carb}$ values (~4 ‰) in the latest Famennian (middle part of the *Siphonodella praesulcata* conodont Zone) from the Lesní lom section is correlated with similar peaks from other sections all over the world and could be connected with the anoxic phase during the Hangenberg event.

Hranice mezi devonem a karbonem (D-C) je definována prvním výskytem konodonta Siphonodella sulcata v linii od Si. praesulcata. Popisy těchto klíčových taxonů se však překrývají a jejich první výskyty se zdají být faciálně výrazně ovlivněné, což komplikuje přesné a objektivní stratigrafické korelace hranice D-C (Kaiser 2009). Hangenberský event (HBE) zahrnuje výrazné globální environmentální změny v úplném závěru devonu (střední část famenské konodontové zóny Siphonodella praesulcata ) a představuje „přirozenou“ D-C hranici (Walliser 1984). HBE se projevuje nástupem anoxických černých břidlic (facie černých hangenberských břidlic v typové oblasti Rýnského břidličného pohoří či jejich ekvivalenty), hromadným vymíráním, perturbacemi látkových cyklů anebo též přítomností hiátů. Výrazné změny v globálním cyklu uhlíku, spojené s rychlým pohřbíváním izotopově lehčí organické hmoty, způsobují obohacení oceánského ekosystému o izotopově těžší uhlík a tedy pozitivní odchylku poměru stabilních izotopů uhlíku $\delta^{13}C$. Ze střední a svrchní části zóny Si. praesulcata byl doložen růst hodnot $\delta^{13}C_{carb}$ mikritu i $\delta^{13}C_{carb}$ organické hmoty v sedimentech Karnských Alp a Rýnského břidličného pohoří (Kaiser et al. 2006) a růst hodnot $\delta^{13}C$ nízkohořečnatého kalcitu brachiopodů ze sedimentů v Montagne Noire (FR) a Louisianě (Brand et al. 2004). Využití těchto chemostratigrafických dat pomáhá zpřesnit stratigrafické korelace hranice D-C. Proto byl studován vývoj $\delta^{13}C_{carb}$ v karbonátech líšeňského souvrství v jižní a střední části Moravského krasu, kde je zachován sled všech pozdně famenských a raně tournaiských konodontových zón (Kalvoda – Kukal 1987).

## Materiál a metody

V Moravském krasu je hranice D-C zachycena ve dvou faciálně odlišných vývojích líšeňského souvrství. Relativně hlubokovodnější horákovský vývoj je odkrytý na lokalitě Lesní lom (obr. 1) s hádsko-říčskými vápenci svrchního famenu (skeletální kalciturbidity; Kalvoda et al. 1999), vystřídanými v závěru devonu 0,5 m mocnou polohou vápnitých kalovců a siltovců. Od báze karbonu nastupuje sedimentace křtinských vápenců (kalové kalciturbidity; Kalvoda et al. 1999). Ve studované části, mocné 5,8 m, jsou všechny konodontové zóny od svrchní části Palmatolepis gracilis expansa do zóny Si. duplicata s.l. V mělkovodnějším hostěnickém vývoji v lomu u Křtin (obr. 1) tvoří líšeňské souvrství ve famenu i v tournai mikritové křtinské vápence, charakteristické svou hlíznatou texturou. Vzorkovaný interval (5,6 m) zahrnuje svrchní část zóny Pa. gr. expansa do zóny Si. duplicata s.l. Sled je zde značně kondenzovaný.

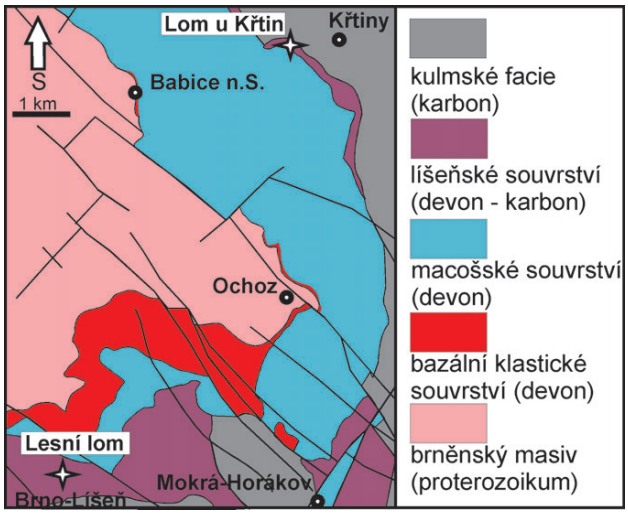
Z obou profilů byly odebrány vzorky z poloh s převahou mikritu, tedy výhradně z vápenců typu lime mudstone či wackestone (obr. 2). Z čerstvého povrchu vzorků bylo vibrační jehlou odvrtáno několik miligramů mikritu, jenž

byl rozetřen v achátové misce. Karbonátový prášek byl po reakci s kyselinou fosforečnou analyzován hmotnostním spektrometrem (Finnigan). Výsledné hodnoty izotopového složení C a O mikritu v ‰ jsou uvedeny vůči standardům V-PDB a NSB19 a vyjádřeny jako $\delta^{13}C_{carb}$ a $\delta^{13}C_{carb}$. Chyba měření ověřená analýzou standardů je menší než ± 0,1 ‰.

## Výsledky

Lesní lom (49°13´ 18,3˝ N; 16°41´ 46,4˝ E)
Vybrané vápence typu lime mudstone a wackestone z hádsko-říčských vápenců (obr. 2a) ve spodní části profilu (zóna spodní Si. praesulcata ) mají průměrné hodnoty $\delta^{13}C_{carb}$ 2,5 ‰. Výše hodnoty rostou a výrazná pozitivní anomálie kulminuje v poloze laminovaného kalcilutitu typu lime mudstone zóny střední Si. praesulcata („laminit“; obr. 2b). Průměrné hodnoty $\delta^{13}C_{carb}$ v této poloze dosahují 3,8 ‰ s maximem 4,3 ‰. V nadloží „laminitu“ jsou polohy kalovců a výše vápnitých siltovců, které náleží zóně střední a svrchní Si. praesulcata. Nehojné karbonátové nodule (zbytky selektivně rozpuštěných vrstev) a průběžněji dochované karbonátové vrstvy, které se v tomto intervalu vyskytují, jsou často dolomitizované a $\delta^{13}C_{carb}$ hodnoty jsou velmi nízké. V nealterovaných vápencích typu wackestone (obr. 3c) od báze zóny Si. sulcata se průměrné hodnoty pohybují okolo 2,4 ‰.

Lom u Křtin (49°17´ 37,3˝ N; 16°44´ 6,3˝ E)
Monotónní sled hlíznatých křtinských vápenců typu lime mudstone a wackestone (obr. 2d) v lomu u Křtin (obr. 1) má při bázi profilu v zóně svrchní Palmatolepis gracilis expansa konstantní hodnoty $\delta^{13}C_{carb}$ kolem (2,1 ‰), které

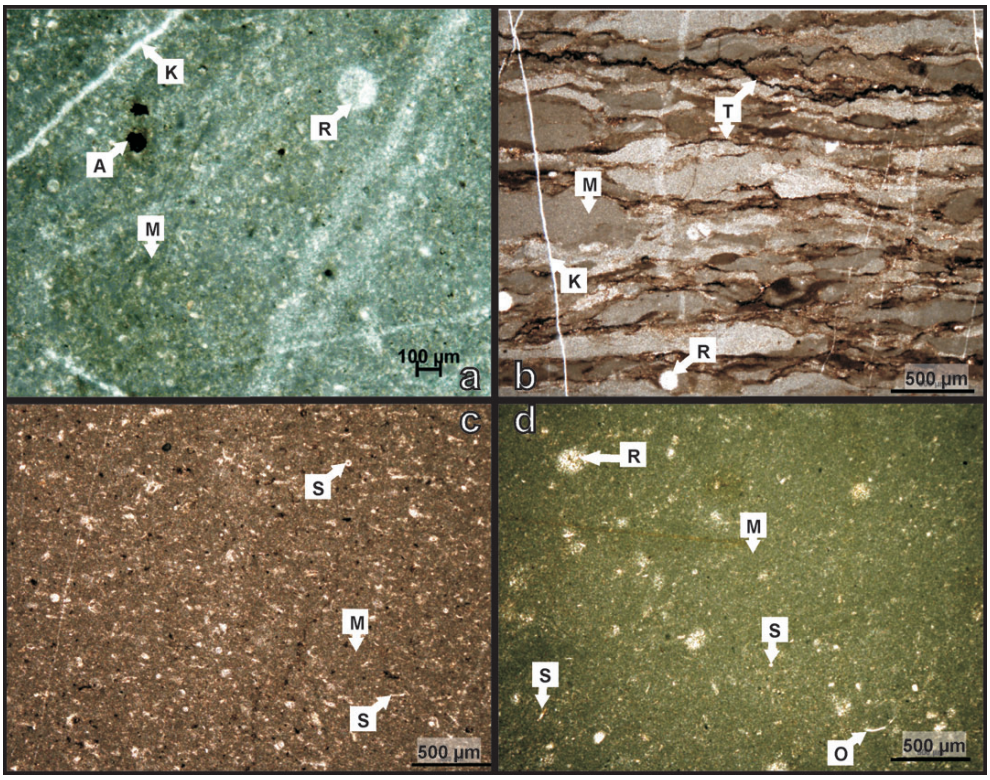



Obr. 1. Generalizovaná geologická mapa zájmové oblasti (bez mezozoického a kenozoického pokryvu, upraveno na základě geologické mapy 1 : 50 000, list Vyškov 24-41, Čtyroká et al. 1995), s vyznačenou polohou studovaných lokalit.

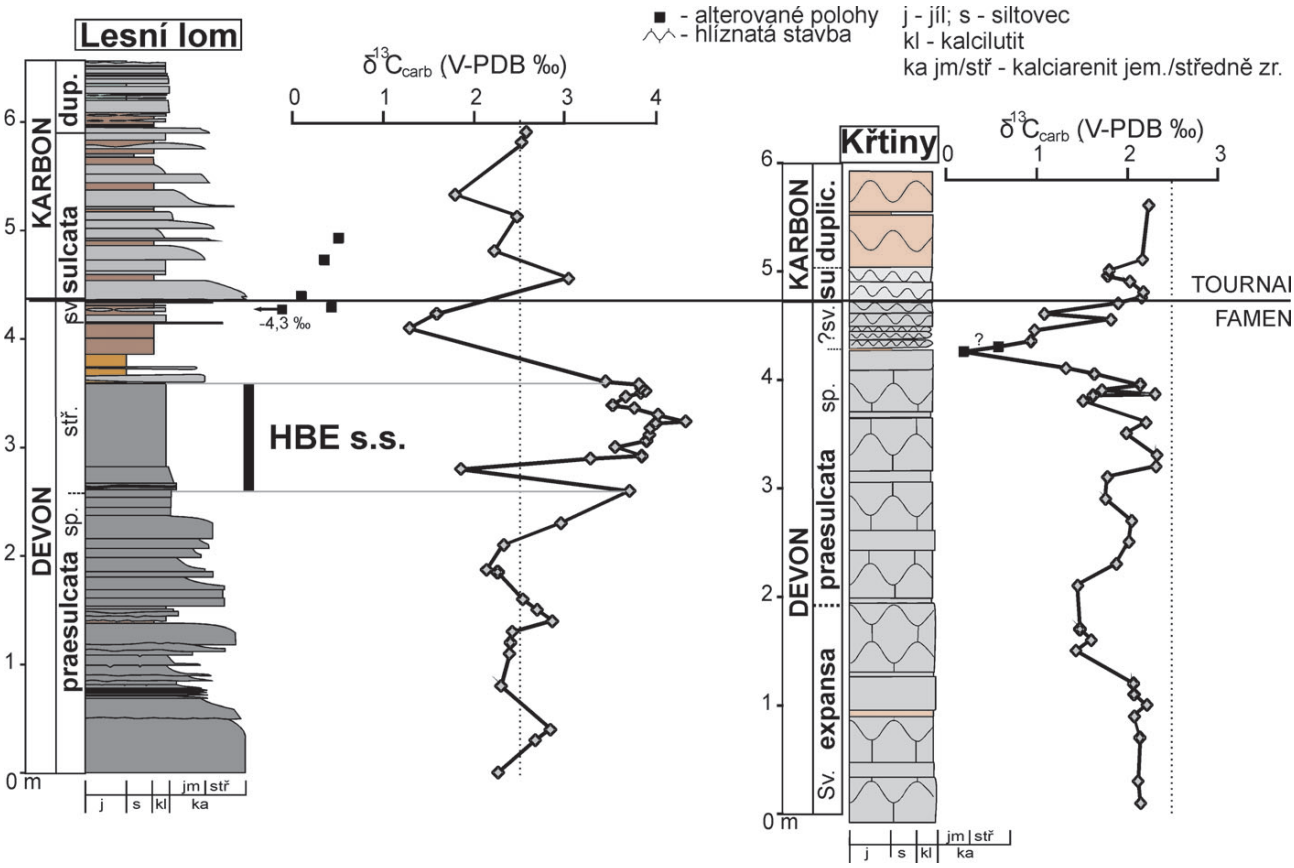
k závěru této zóny klesají (1,4 ‰). Od báze zóny spodní Si. praesulcata rostou k 2,3 ‰. Silně hlíznaté kalcilutity v nejvyšší části famenského sledu (?sv. Si. praesulcata ) nesou výraznou negativní odchylku (0,2 ‰), která je od báze zóny Si. sulcata vystřídána průměrnými hodnotami 2,0 ‰.

## Diskuse a závěr

Nízké hodnoty lineární regrese mezi $\delta^{13}C_{carb}$ a $\delta^{18}O_{carb}$ (Lesní lom $R^2$ = 0,003; lom u Křtin $R^2$ = 0,09) indikují, že




Obr. 2. Analyzované mikrofacie. a – lime mudstone, b – tlakově laminovaný lime mudstone s radiolariemi, c – spikulitový wackestone, d – radiolariový wackestone; a, b, c – Lesní lom, d – lom u Křtin; M – mikrit, R – radiolarie, S – spikula, O – ostrakod, A – opakní minerál, K – kalcitová žilka, T – tlakový šev.




Obr. 3. Litologický profil a křivka $\delta^{13}C_{carb}$. HBE s.s. – anoxická fáze hangenberského eventu.

izotopické složení uhlíku nebylo diageneticky výrazně ovlivněno (Rosales et al. 2001). Výjimkou jsou však intervaly s nízkými $\delta^{13}C_{carb}$ hodnotami, které naopak vykazují vysokou statistickou korelaci s $\delta^{18}O_{carb}$.

Hodnota $\delta^{13}C_{carb}$ kolem 2,5 ‰ odpovídá devonským pozaďovým hodnotám. Výraznou pozitivní anomálii $\delta^{13}C_{carb}$ v Lesním lomu ze zóny střední Si. praesulcata lze korelovat s odchylkou $\delta^{13}C_{carb}$ (dosahující podobných hodnot) a $\delta^{13}C_{carb}$ z profilů v Rakousku, Německu (Kaiser et al. 2006), Louisianě či ve Francii (Brand et al. 2004). Tato anomálie $\delta^{13}C$ je projevem anoxické fáze (HBE s. s.). Její přítomnost v Lesním lomu potvrzuje možnou příslušnost polohy „laminintu" k této fázi HBE (obr. 3), jak předpokládali již Kalvoda a Kukal (1987). Absence izotopické anomálie v lomu u Křtin může být způsobena stratigrafickým hiátem střední části zóny Si. praesulcata v důsledku glacioeustatického pádu hladiny při HBE (Isaacson et al. 2008). Nízké hodnoty v zóně svrchní Si. praesulcata a Si. sulcata (s výraznější statistickou korelací $\delta^{13}C_{carb}$ a $\delta^{18}O_{carb}$) odrážejí alteraci vápenců (především dolomitizaci).

Poděkování. Tento výzkumbyl financován z grantového projektu GAČR(P210/11/1891). První autor je držitelem stipendia „Brno Ph.D. talent".

## Literatura

BRAND, U. – LEGRAND-BLAIN, M. – STREEL, M. (2004): Biochemostratigraphy of the Devonian-Carboniferous boundary global stratotype section and point, Griotte Formation, La Serre, Montagne Noire, France. – Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 205, 337–357.

ČTYROKÁ, J. (red.) – DVOŘÁK, J. – KADLEC, J. – BRZOBOHATÝ, R. (1995): Geologická mapa ČR 1 : 50 000, list 24-41 Vyškov. – Čes. geol. úst. Praha.

ISAACSON, P. – DÍAZ-MARTÍNEZ, E. – GRADER, G. W. – KALVODA, J. – BÁBEK, O. – DEVUYST, F. X. (2008): Late Devonian-earliest Mississippian glaciation in Gondwanaland and its biogeographic consequences. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 268, 126–142.

KAISER, S. I. (2009): The Devonian/Carboniferous boundary stratotype section (La Serre, France) revisited. – Newslett. Stratigr. 43, 195–205.

KAISER, S. I. – STEUBER, T. – BECKER, T. R. – JOACHIMSKI, M. M. (2006): Geochemical evidence for major environmental change at the Devonian-Carboniferous boundary in the Carnic Alps and the Rhenish Massif. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 240, 146–160.

KALVODA, J. – BÁBEK, O. – MALOVANÁ, A. (1999): Sedimentary and Biofacies Record in Calciturbidites at the Devonian-Carboniferous Boundary in Moravia (Moravian-Silesian Zone, Middle Europe). – Facies 41, 141–158.

KALVODA, J. – KUKAL, Z. (1987): Devonian-Carboniferous Boundary in the Moravian Karst at Lesní lom Quarry, Brno – Líšeň, Czechoslovakia. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 98, 95–117.

ROSALES, I. – QUASEDA, S. – ROBLES, S. (2001): Primary and diagenetic isotopic signals in fossils and hemipelagic carbonates: the Lower Jurassic of northern Spain. – Sedimentology 48, 1149 –1169.

WALLISER, O. H. (1984): Pleading for a natural D/C boundary. In: PAPROTH, E. – STREEL, M., ed.: The Devonian-Carboniferous boundary. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 67, 241–246.