Česká geologická služba / Czech Geological Survey, Praha 2011 / ISSN 0514-8057, ISBN 978-80-7075-769-7

Organická hmota sedimentů křídy Vnějších Západních Karpat a její vztah ke vzniku uhlovodíků

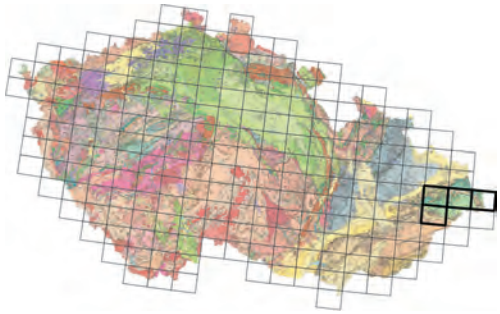
Organic matter in the Cretaceous deposits of the Outer Western Carpathians and their source potential for oil and gas

Petra Kubicová – Petr Skupien

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

Key words: *Western Carpathians, Silesian Unit, Cretaceous, organic carbone, source rocks*

Abstract: The analysis of possibility to find Cretaceous source rocks in the outer Western Carpathians was the subject of present paper. In the study area there are deposits rich on the organic carbone material (Upper Valanginian – 5.76 % C_{org}, Upper Aptian – 3.7 % C_{org}, Albian – 2.94 % C_{org}), mostly darkly coloured claystones and siltstones, which settled in the anoxic conditions. Source rocks character of sediments was studied on the basis of structure of the organic material and degree of their transformation. Vendryně and Hradiště Formations are potentially source rocks for oil. Veřovice Fomation has a potential for gas.



(25-21 Nový Jičín, 25-22 Frýdek-Místek, 25-23 Rožnov pod Radhoštěm, 26-11 Jablunkov)

Součástí litologické stavby slezského příkrovu, který tvoří podstatnou část Moravskoslezských Beskyd, jsou sedimenty bohaté na organickou hmotu (obsah organické hmoty je až 5 %). Jde převážně o tmavě zbarvené jílovce a prachovce, které sedimentovaly v anoxických (bezkyslíkatých) podmínkách nejvyšší jury a spodní křídy (Menčík et al. 1983, Kratochvílová et al. 2003, Skupien 2006) a reprezentují vendryňské, hradišťské a veřovické souvrství (Vašíček 2003). Podle Golonky a Píchy (2006) a Golonky et al. (2008) je možno v oblasti Západních Karpat sedimenty nejvyšší jury a spodní křídy považovat za potenciální zdrojové horniny uhlovodíků.

V rámci pilotní analýzy byl porovnán obsah organického uhlíku, typ kerogenu stanovený palynologickou metodou a stupeň přeměny této organické hmoty vybraných sedimentů spodní křídy. Výsledkem je stanovení vztahu sedimentů k možnému vzniku uhlovodíků, a to poměrně jednoduchou metodou.

Zpracovávaný materiál pochází z deseti lokalit (tab. 1): Jahodná (vzorky s označením JAHA, JAHB), Skalice (SK), Nová Dědina (ND), Lichnov (Lich), Sobešovice (SO), Frenštát pod Radhoštěm (FV), Kunčice pod Ondřejníkem (KN), Satina (S) a Pindula (L, La). Podrobnější lokalizace je uvedena v pracích Skupiena (1999) a Vašíčka (2003).

Metodika

Obsah organické hmoty byl stanoven na Institutu geologického inženýrství VŠB – TU Ostrava na přístroji EuroEA 3000 (Eurovector Elemental Analyzer).

Typ kerogenu je stanoven podle metodiky používané pro palynologii. Pro účely zhodnocení organického materiálu je organický materiál v preparátech rozdělen na amorfní černé částice (zaoblené černé částice), černé hranaté částice, hnědé částice (hnědá hmota rostlinného původu), žluté částice (kutikuly rostlin), pylová zrna, spory, řasy a výstelky foraminifer. Z každého vzorku bylo v ploše preparátu spočteno 1000 organických zbytků. Složení organického materiálu charakterizuje organickou facii, genezi organické hmoty a typ kerogenu. Hodnocení vychází z metodiky používané k charakteristice ropomatečných hornin (Batten 1996).

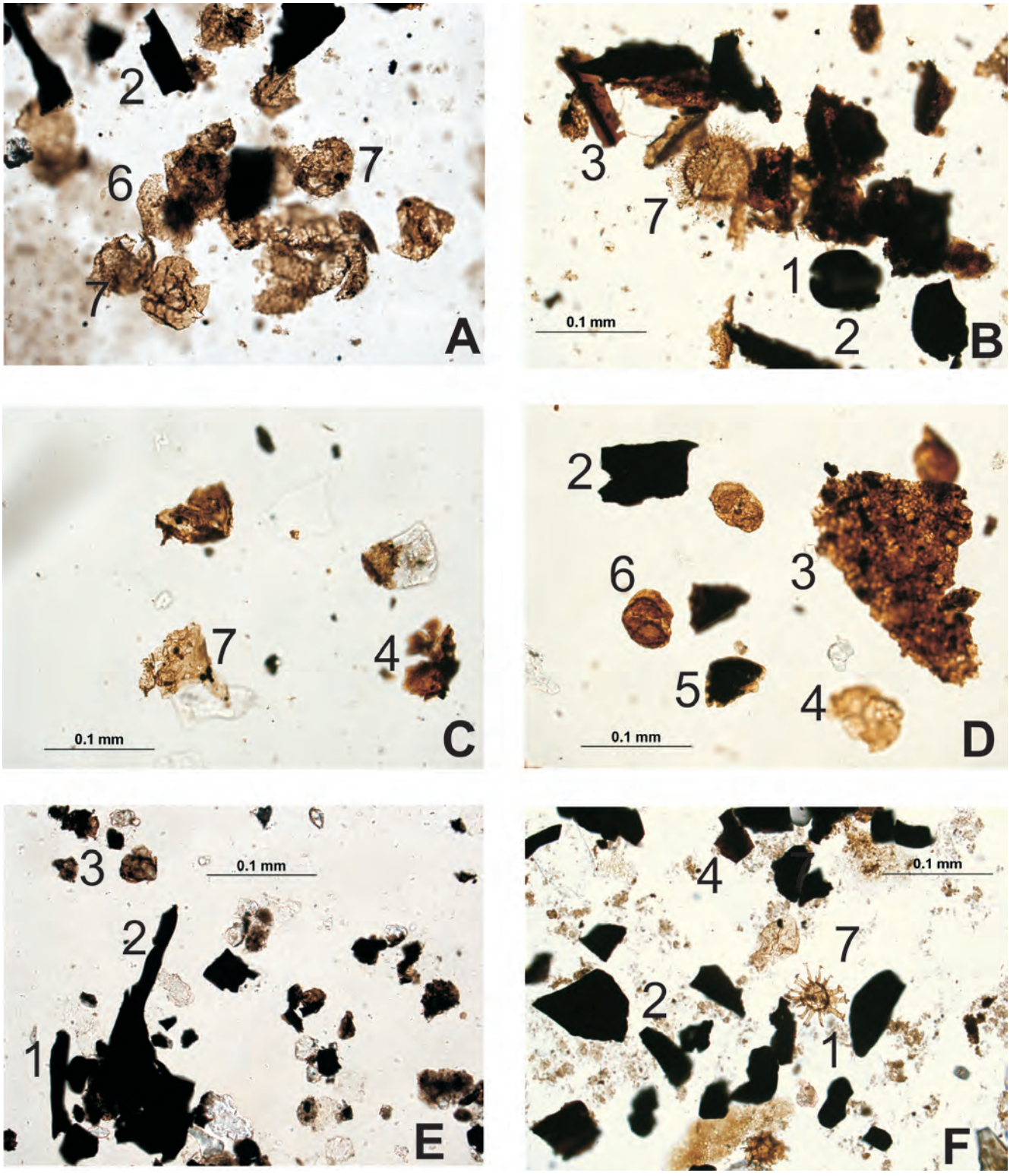
Charakteristika teplotní přeměny organické hmoty je hodnocena podle stupnice teplotních změn organické hmoty TAS (Thermal Alteration Scale, Batten 1996). Metodika je založena na optickém pozorování barvy palynomorf, a to cyst dinoflagelát.

Vyhodnocení

Pro zjištění procentuálního obsahu organického uhlíku, kvantitativního podílu organické hmoty a přeměny organické hmoty bylo zpracováno 39 vzorků (tab. 1). Sedimenty spodně křídových litostratigrafických jednotek slezského příkrovu lze charakterizovat následovně:

Vendryňské souvrství

Organickou hmotu vendryňského souvrství tvoří především zaoblené černé částice (téměř 37 %), dále to jsou kutikuly



Obr. 1. Palynofacie: A – vzorek SKb 15, B – SK 8, C – SK 35, D – SO 1, E – L 23, F – L 40. 1 – zaoblené černé částice, 2 – černé protáhlé částice, 3 – hnědé částice, 4 – kutikuly, 5 – pylová zrna, 6 – spory, 7 – řasy.

(max. 33,4 %) a řasy (max. 23 %). Protáhlé černé částice se vyskytují v menším množství (max. 1,2 %), stejně tak i pylová zrna (max. 1,4 %) a hnědá dřevitá hmota (max. 4,4 %). Jde o kerogen typu II, tj. terestricko-akvatický typ.

Palynomorfy mají tmavě hnědou barvu (index TAS 4–5, teplota zahřátí 80–120 °C). Vendryňské souvrství je charakteristické obsahem organické hmoty nad 1 % (1,1–2,6 %). Podle stupně přeměny jsou to podmínky příznivé pro vznik

Tabulka 1. Přehled vzorků, obsah organické hmoty, stupeň přeměny organické hmoty a složení organické hmoty

stratigrafie		litostratigrafie	vzorky	C_{org} (%)	stupeň přeměny organické hmoty	zaoblené černé částice (%)	protáhlé černé částice (%)	hnědé částice (%)	kutikuly (%)	spory (%)	pylová zrna (%)	řasy (%)	foraminifery (%)
alb	svrchní	lhotecké souvrství	La 6	1,33	5	47,31	11,18	9,38	18,56	0,40	0,00	13,17	0,00
			La 3	0,5	3–4	46,60	21,36	9,39	8,80	0,23	0,00	13,62	0,00
			L 40	0,7	5	59,20	19,60	7,40	6,40	0,00	0,00	7,40	0,00
			L 37	0,7	3–4	32,40	10,60	18,60	22,20	0,00	0,20	16,00	0,00
			L 35	0,6	3–4	44,27	15,42	5,53	28,46	0,40	0,40	5,53	0,00
	střední		L 33	0,7	3–4	37,40	13,40	13,80	30,60	0,00	0,00	4,80	0,00
	spodní		L 31	0,71	3–4	30,49	14,95	12,04	26,21	0,78	0,19	15,15	0,19
apt	svrchní	veřovické souvrství	L 28	3,7	5	46,61	5,98	7,77	35,46	0,80	0,60	2,79	0,00
			L 23	3,2	6	31,55	8,53	11,51	43,06	1,39	1,39	2,58	0,00
		hradišťské souvrství	L 22	2,1	6	54,84	13,47	11,76	10,44	1,14	1,33	7,02	0,00
	spodní		S 29	2	3–4	35,20	7,40	5,20	30,00	0,40	0,20	21,60	0,00
			S 30	1,9	3–4	39,09	9,11	8,73	26,38	0,38	0,00	16,32	0,00
			L 19	1,2	5	38,52	13,37	10,38	17,96	0,20	0,20	19,36	0,00
barrem	svrchní		FV 333	1,37	6	42,45	10,57	15,09	19,62	0,00	0,00	12,26	0,00
			KN 11	1,89	5	41,20	13,00	14,20	29,40	0,00	0,00	2,20	0,00
			KN 7	0,77	7	72,93	6,63	9,39	9,39	0,00	0,00	1,66	0,00
	spodní		SO 1	2,37	3	18,80	4,40	11,20	19,20	8,40	26,80	11,20	0,00
hauteriv	svrchní		Lich 4	0,81	6	60,80	19,40	8,20	10,20	0,20	0,20	1,00	0,00
			ND 18	1,17	6	48,64	5,43	9,88	32,17	0,00	0,00	3,88	0,00
			ND 2	0,06	5	58,81	6,90	2,11	28,54	0,00	0,00	3,64	0,00
	spodní		SK 35	1,01	3–4	35,46	1,31	5,63	38,09	1,88	2,81	14,82	0,00
			SK 32	1,13	6	70,80	1,60	8,80	15,20	0,00	0,40	3,20	0,00
			SK 30	0,596	5	52,18	3,57	8,13	23,81	0,79	1,59	9,92	0,00
valangin	svrchní		SK 29	1,6	3	8,04	0,78	12,94	43,73	1,18	4,90	28,43	0,00
			SK 26	1,42	3–4	33,59	0,78	23,24	20,51	0,98	2,73	18,16	0,00
			SK 22	0,82	5	46,00	2,40	11,20	22,80	1,80	2,80	13,00	0,00
			SK 18	5,76	5	65,21	1,59	8,55	16,30	0,40	0,99	6,96	0,00
			SK 16	0,66	5	39,57	2,17	11,22	22,44	1,77	1,97	20,87	0,00
			SK 12	0,71	3–4	33,47	1,79	5,58	22,91	0,80	6,37	28,88	0,20
	spodní		SK 8	1,01	3–4	38,40	6,60	31,60	7,40	0,20	1,60	14,20	0,00
			SK 1	1,28	3–4	47,97	3,87	16,63	14,12	0,77	0,77	15,86	0,00
			SKb 1	0,9	5	47,23	2,57	21,74	11,46	0,20	0,79	16,01	0,00
berrias	svrchní	těšínské vápence	SKb 15	0,65	5	55,20	8,36	14,50	11,52	0,00	0,00	10,41	0,00
			JAHB 6	0,56	3–4	20,75	1,38	21,94	51,78	0,00	0,40	3,75	0,00
			JAHB 2	0,55	5	40,04	6,25	25,00	25,78	0,00	0,20	2,73	0,00
	střední		JAHA 6	1,24	3–4	23,40	1,20	14,80	51,60	0,60	1,00	7,40	0,00
	spodní		JAHA 4	0,55	3	9,20	0,39	16,63	73,78	0,00	0,00	0,00	0,00
			JAHA 1	0,66	5	47,43	0,95	34,67	15,81	0,00	0,19	0,95	0,00
tithon	svrchní	vendryňské souvrství	SK 2–19	1,27	3–4	36,20	1,20	4,40	33,40	0,00	1,40	23,00	0,40

ropy, což lze pozorovat přímo v horninách, kdy v doprovodných vápencových vrstvách bývají nalézány živičné stopy.

Těšínské vápence

Organická hmota spodní části těšínských vápenců je tvořena zaoblenými černými částicemi, jejichž množství se pohybuje v průměru mezi 30–50 %. Hnědá dřevitá hmota je především ve spodní části valanginu (20–30 %), kdežto v ostatních částech těšínských vápenců je její obsah nižší (14–20 %). Směrem do nadloží stoupá podíl kutikul, především ve spodním a středním berriasu (10–70 %). Spory a pylová zrna se v těšínských vápencích vyskytují pouze ojediněle (0,3–1,6 %). Směrem do nadloží se zvyšuje obsah řas (10 %). Typ kerogenu – spodní berrias (kerogen typu III), střední berrias až spodní valangin (kerogen typu II–III).

Barva palynomorf je světle až tmavě hnědá (index 3–4, ojediněle 5, teplota zahřátí 65–170 °C). Těšínské vápence mají poměrně nízký obsah organické hmoty (max. 1,2 %), což je nepříznivé pro vznik uhlovodíků, přestože složení organické hmoty a stupeň její přeměny ve svrchní části jsou pro vznik ropy vhodné.

Hradišťské souvrství

Hradišťské souvrství se celkově vyznačuje bohatým obsahem černých částic (až 50 %) a kutikul (až 22 %), méně je hnědých částic (max. 10 %), spor (max. 2 %), pylových zrn (max. 5 %) a řas (max. 11 %).

V hradišťském souvrství je viditelná změna ve složení organické hmoty mezi svrchním valanginem a spodním hauterivem a dále mezi svrchním hauterivem a spodním barremem.

V prvním případě je menší přítomnost zaoblených černých částic (8 %). Ve vzorku SK 29 převládají kutikuly (43 %) a řasy (téměř 29 %). Mezi nimi se objevuje méně dřevité hmoty (12 %) a pylových zrn (4 %).

V druhém případě je nápadný vzestup zaoblených černých částic (60 %) v nejvyšším hauterivu (vzorek Lich 4). Na bázi barremu (vzorek SO 1) je nízký obsah tmavých částic, dřevité hmoty (8 %), kutikul (15 %) a spor (1,8 %) a naopak bohaté zastoupení pylových zrn (27 %). Zbývající část tvoří řasy (12 %).

Jde o kerogen typu II–III. V případě úseku vzorků ND 2 až KN 11 (svrchní hauteriv – svrchní barrem) lze kerogen považovat za typ III.

Palynomorfy mají oranžově hnědou až tmavě hnědou barvu (index 3–5, teplota zahřátí 80–120 °C, ojediněle index 6–7, teplota zahřátí 170–220 °C).

Hradišťské souvrství má poměrně vysoký obsah organické hmoty nad 2–2,5 %, ojediněle 5 %, a to především v nejvyšší části souvrství (barrem a apt). Podle stupně přeměny lze předpokládat, že některé úseky hradišťského souvrství mohou být příznivé pro vznik plynu (svrchní barrem) a ropy (spodní apt).

Veřovické souvrství

Veřovické souvrství se vyznačuje bohatým obsahem černých částic (max. 45 %) a kutikul (max. 35 %). Zcela ojediněle najdeme pylová zrna (1 %) a řasy (téměř 3 %). Jde o typ kerogenu III, tj. dominuje kontinentální materiál. Barva palynomorf je tmavě až velmi tmavě hnědá (index 5–6, teplota zahřátí kolem 170 °C). Oproti předchozím vrstevním sledům je stupeň přeměny poměrně vysoký. Vysoký obsah organické hmoty – nad 3 % – vytváří příznivé podmínky pro vznik uhlovodíků, a to především plynu.

Lhotecké souvrství

Organickou hmotu lhoteckého souvrství tvoří především zaoblené černé částice (max. 46 %) a kutikuly (max. 30 %). Nachází se zde přibližně stejné objemy protáhlých černých částic (max. 12 %) a dřevité hmoty (max. 10 %). V nepatrné míře najdeme pylová zrna (max. 0,3 %) a foraminifery (max. 0,19 %). Řasy jsou zde mezi 5–16 %. Kerogen je typu II–III.

Palynomorfy se vyznačují oranžovou až světle hnědou barvou (index 3–4, teplota zahřátí kolem 80 °C). Podíl organické hmoty je nízký (pod 1 %), což je nepříznivé pro vznik uhlovodíků, přestože složení organické hmoty a stupeň její přeměny jsou příznivé pro vznik ropy. Lze předpokládat, že podmínky sedimentace nebyly příznivé pro ukládání organické hmoty.

Závěr

Na základě složení a přeměny organické hmoty jsme se pokusili stanovit vztah sedimentů k možné genezi uhlovodíků. Souvrství vendryňské, hradišťské a veřovické jsou bohatá na obsah organické hmoty, což svědčí o příznivých podmínkách vzniku uhlovodíků. Podle stupně přeměny je vendryňské souvrství příznivé pro genezi ropy, stejně jako svrchnoaptská část hradišťského souvrství. Naopak barremská část hradišťského souvrství a veřovické souvrství mají vztah ke genezi plynu.

Sedimenty těšínských vápencům a lhoteckého souvrství, v nichž je organická hmota přítomna zcela nepatrně, mají nízký ropomatečný potenciál, přestože stupeň přeměny organické hmoty je pro vznik ropy příznivý.

Z výsledků vyplývá, že ve studované oblasti se nacházejí horniny bohaté na organickou hmotu, které mohou být možnými zdroji uhlovodíků, zvláště plynu. Jsou to především tmavě šedé vápnité a nevápnité jílovce až prachovce tithonu, barremu a aptu.

Poděkování. Práce na výzkumu byly realizovány v rámci vědeckého záměru MSM 61989100 19 $DeCO_x$ procesy.

Literatura

BATTEN, D. J. (1996): Palynofacies Chapter 26. In: JANSONIUS, J. – MCGREGOR, D. C., ed.: Palynology: principles and applications, 3. AASP Foundation, 1011–1084. – Amer. Assoc. Stratigr. Palynol. Fnd.

GOLONKA, J. – PICHA, F. (2006): The Carpathians and their foreland: Geology and Hydrocarbon Resources. – AAPG Memoir 84, 598 s.

GOLONKA, J. – MATYASIK, I. – SKUPIEN, P. – WIECLAW, D. – WASKOWSKA-OLIWA, A. – KROCKI, M. – STRZEBONSKI, P. – VAŠÍČEK, Z. (2008): Górnojurajsko-dolnokredowe skały macierzyste w zachodniej części Karpat Fliszowych. In: KROBICKI, M., ed.: Utwory przelomu jury i kredy w záchodních Karpatach fliszowych polsko-czeskiego pogranicza. – Kwart. Akad. Gór. Hutn. S. Staszica w Krakowie, Geol. 34, 3/1, 73–82.

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. – TU, Ř. horn.-geol., Monogr. 8, 53–64.

MENČÍK, E. – ADAMOVÁ, M. – DVOŘÁK, J. – DUDEK, A. – JETEL, J. – JURKOVÁ, A. – HANZLÍKOVÁ, E. et al. (1983): Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny. – 304 s. Ústř. úst. geol. Praha.

SKUPIEN, P. (1999): Nevápenitá dinoflageláta spodnokřídových uložení slezské jednotky. – Doktor. disert. práce, VŠB – TU Ostrava.

SKUPIEN, P. (2006): Obsahy organického uhlíku a palynofacie spodní křídy slezské jednotky. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2005, 45–48.

VAŠÍČEK, Z. (2003): Biostratigrafie a litostratigrafie vybraných křídových vrstevních členů vnějších Západních Karpat. – Sbor. věd. Prací Vys. Šk. báň. – TU, Ř. horn.-geol., Monogr. 8, 151 s.