Palynostratigrafie a mineralogie černých břidlic doprovázejících horniny těšínitové asociace na lokalitě Žermanice

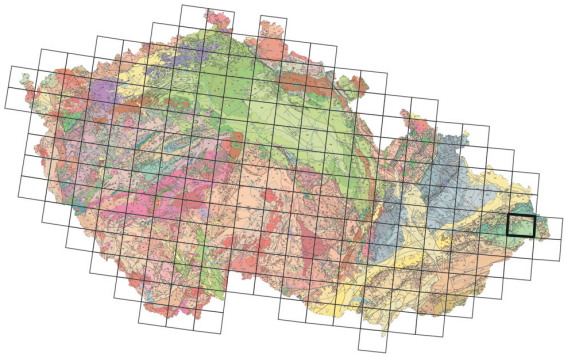
Palynostratigraphy and mineralogy of black shales accompanying teschenite association rocks in the Žermanice quarry

Petr Skupien – Dalibor Matýsek – Jakub Jirásek – Petr Stelmach

Institut geologického inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava – Poruba; petr.skupien@vsb.cz

Please cite this article as: Skupien, P. – Matýsek, D. – Jirásek, J. – Stelmach, P. (2017): Palynostratigraphy and mineralogy of black shales accompanying teschenite association rocks in the Žermanice quarry. – Geoscience Research Reports, 50, 263–267. (in Czech)

Key words: *Silesian Unit, teschenite association, Hauterivian, Barremian, palynology, mineralogy*



(25-22 Frýdek-Místek)

Summary: Stratigraphic studies of samples of black shales collected at an outcrop near the Žermanice quarry brought new data on Lower Cretaceous sediments of the Hradiště Formation accompanying magmatic rocks of the teschenite association of the Silesian Unit (flysch belt, Western Carpathians).

All types of the sedimentary organic matter (SOM) were investigated in the given samples in which spores and pollen grains (23 vol.%) and dinocysts (22 vol. %) constitute the major component of the palynomorphs. Phytoclasts compose 55 vol.% of palynofacies, whereas amorphous organic matter is completely missing. The palynofacies composition from the viewpoint of paleoecology corresponds to a shallow-water oxidized sedimentary environment (shelf). The so-called littoral species (*Circulodinium, Muderongia, Systematophora*) prevail in the composition of dinoflagelate cysts. The palynomorphs in all samples show signs of thermal transformation (sample Žer-1 is dark brown, while palynomorphs in other two samples are almost black). Considering the state of preservation of organic matter, the cysts of dinoflagellate were studied in detail only in sample Žer-1.

The following dinoflagellate cyst taxa were identified in the studied samples: *Circulodinium distinctum, C. vermiculatum, Cleistosphaeridium* sp., *Cymososphaeridium validum, Endoscrinium campanula, Gonyaulacysta cretacea, Hapsocysta* sp., *Hystrichodinium pulchrum, Hystrichosphaerina schindewolfii, Lithodinia* sp., *Muderongia mcwhaei, M. microperforata, M. neocomica, M. staurota, M. tabulata, Occisucysta tentorium, Stiphrosphaeridium* sp., *Systematophora* sp. The dinocyst assemblage of these taxa can be correlated with that of the Hauterivian age which was identified in the Silesian Unit and reported by Skupien and Vašíček (2002) and Skupien and Smaržová (2011).

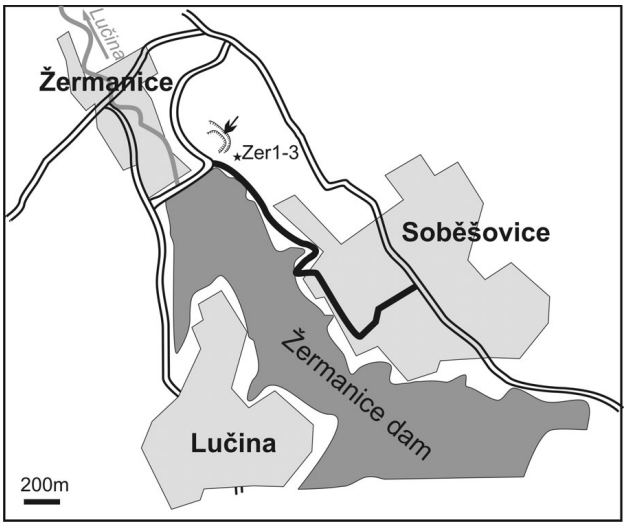
Mineralogical studies of aleurites and pelites revealed that sediments adjacent to volcanics of the teschenite association are affected by metasomatic processes to much greater extent than is evident from the field observations. Sodium metasomatic processes have also an impact on the black-gray sediments in the contact aureole without any distinct and visible macroscopic changes. Albite content in metasomatized aleurites and pelites of the Hradiště Formation attains as much as 30 vol.%. The mineral assemblage of albite-quartz-illite-mixed IM structures provides a remarkable proof of low-temperature metasomatism of these rocks due to hydrothermal fluids.

Horniny těšínitové asociace tvoří většinou plošně malé výskyty, situované především ve svrchní části hradišťského souvrství slezské jednotky (Menčík et al. 1983). Souvrství tvořené většinou tmavě šedými, v nižší části vápnitými, výše nevápnitými jílovci a prachovci stratigraficky náleží valanginu až spodnímu aptu (Skupien – Vašíček 2002).

Stáří vyvřelin je uváděno v rozsahu berrias–barrem (Menčík et al. 1983). Horniny těšínitové asociace byly datovány na polské straně Karpat metodou $^{40}Ar/^{39}Ar$, pomocí níž bylo zjištěno stáří 122,3 ± 1,6 Ma (Lucińska-Anczkiewicz et al. 2002), což by ovšem odpovídalo spodnímu aptu. Skupien a Pavluš (2013) zařazují na základě nevápnitých dinoflagelát tmavé jílovce doprovázející horniny těšínitové asociace v oblasti Starého Města u Frýdku Místku k svrchnímu hauterivu, naopak v oblasti kolem Nového Jičína a Příboru patří doprovodné pelitické uloženiny k nejvyššímu spodnímu barremu až k barremu svrchnímu.

Těšínitová asociace zahrnuje poměrně širokou skupinu hornin s proměnlivým obsahem světlých i tmavých

DOI 10.3140/zpravy.geol.2017.36



Obr. 1. Lokalizace lomu Žermanice s odběry vzorků.
Fig. 1. Localization of the Žermanice quarry with sampling sites.

Tabulka 1. Výsledky kvantifikace fázového složení vzorků Rietveldovou metodou
Table 1. Results of phase composition of the studied samples using the Rietveld method

	Žer-1	Žer-2	Žer-3
	content [wt. %]		
Amorphous fraction (IM)	41.01 ± 0.92	23.89 ± 0.89	15.68 ± 0.87
Quartz	28.62 ± 0.35	20.04 ± 0.19	23.34 ± 0.19
Illite-muscovite	17.11 ± 0.39	8.33 ± 0.39	8.32 ± 0.38
Calcite	5.33 ± 0.12	4.72 ± 0.10	10.56 ± 0.12
Chlorite	7.50 ± 0.49	10.36 ± 0.30	8.49 ± 0.34
Albite	< 0.5	29.09 ± 0.28	31.38 ± 0.27
Kaolinite	< 0.5	< 0.5	2.23 ± 0.26
R_{exp} [%]	4.16	3.50	3.86
R_{wp} [%]	2.18	2.11	2.31
GOF	1.91	1.66	1.67

minerálů. Existuje několik klasifikací. Hovorka a Spišiak (1988) je např. řadí do čtyř skupin: pikrity, bazalty, monchiquity a těšínity. Mezi těmito horninovými skupinami však existují plynulé přechody.

Metodika

Vzorky byly zpracovány standardní palynologickou technikou, tj. rozpouštěním v HCl a HF a následným sítováním na polyetylenových sítech 15 µm. Vzorky jsou uloženy v Institutu geologického inženýrství, VŠB – TU Ostrava.

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

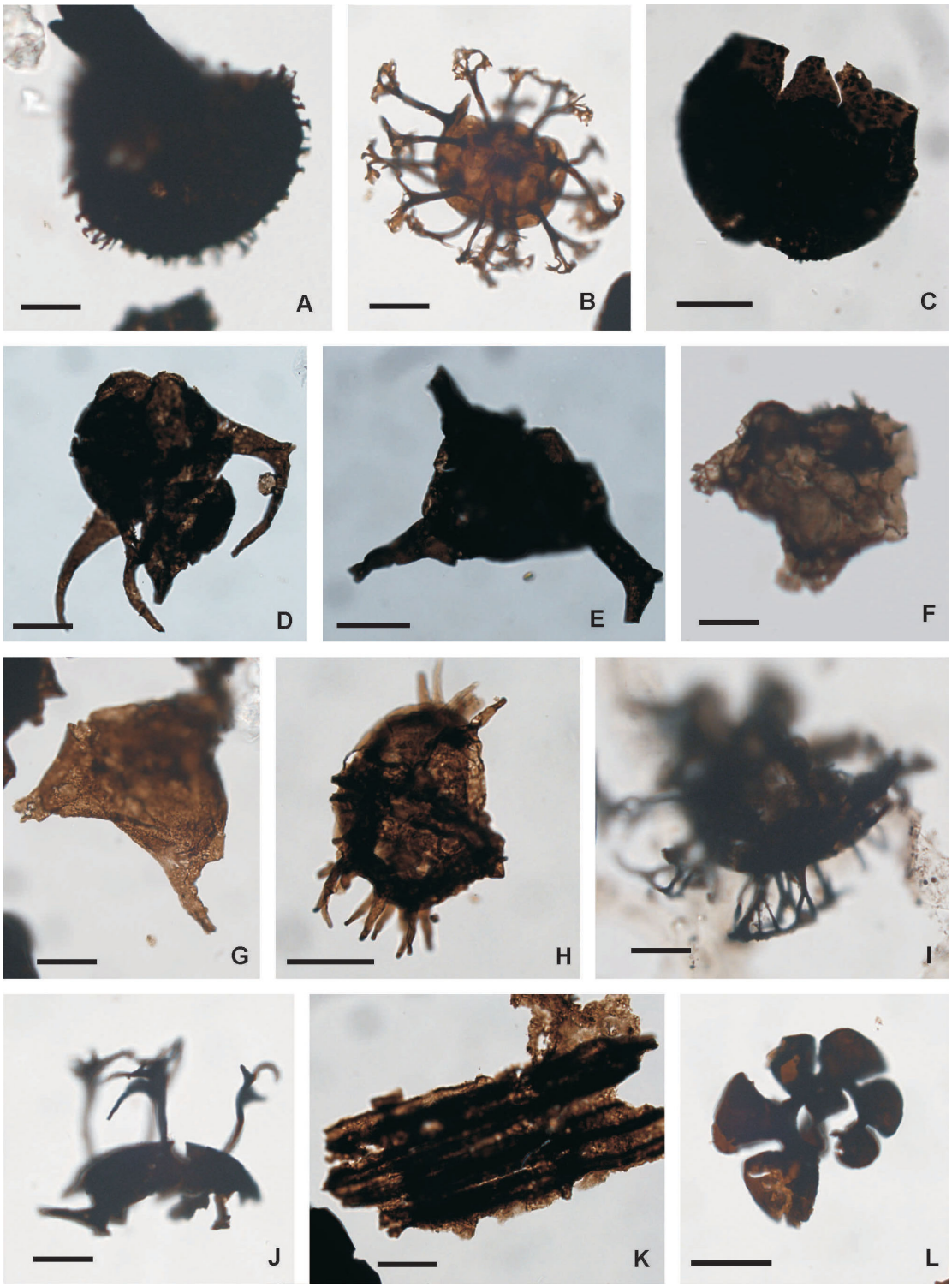
Práškové rtg.-difrakční analýzy byly provedeny s cílem ověřit fázové složení studovaných sedimentů a identifikovat případné změny způsobené jejich tepelným a metasomatickým postižením. U kontaktních metamorfovaných hornin spojených s horninami těšínitové asociace bylo dosud sledováno pouze složení silněji metamorfovaných sedimentů (Matýsek 1988, Wieser 1971). Případné změny ve slabě metamorfovaných sedimentech nebyly dosud detailněji sledovány.

Difrakční analýzy byly provedeny na přístroji Bruker-AXS D8 Advance (Institut geologického inženýrství VŠB – TU Ostrava), pracujícího s 2θ/θ reflexní geometrií měření a s polovodičovým silicon strip detektorem LynxEye za podmínek: záření CuKα/Ni filtr, napětí 40 kV, proud 40 mA, krokový režim s krokem 0.014° 2θ a s celkovým časem na kroku 5 s. Pro vyhodnocení a pro měření byl použit firemní software Bruker DifracSuite, resp. DiffracEva a databáze difrakčních dat PDF 2/JCPDS, verze 2011. Pro kontrolu identifikace, semikvantitativní odhady obsahu minerálních fází a výpočty mřížkových parametrů, byl použit program Bruker Topas, verze 4.2. Obsah amorfních, resp. strukturně nedefinovaných fází byl sledován metodou vnitřního standardu (přídavek cca 7 % ZnO). Vstupní strukturní data byla převzata z Bruker Structural database a z American Mineralogist Crystal Structure database. Výsledky kvantifikace obsahů minerálních fází, získané pomocí Rietveldovy analýzy jsou spolu s globálními chybovými parametry výpočtu uvedeny v tab. 1. Parametr R_{wp} reprezentuje odhad dosažené chyby, vypočtený z odchylek mezi naměřeným a modelovaných difrakčním záznamem, parametr R_{exp} je odhadem minimální možné chyby při daných vstupních parametrech modelu a GOF (goodness of fit) je jejich poměr (viz např. Toby 2006). Složení bylo sledováno jak na nestrukturovaných preparátech, tak i na sedimentovaných preparátech o zrnitostní frakci pod 1 µm, resp. po jejich nasycení etylenglykolem.

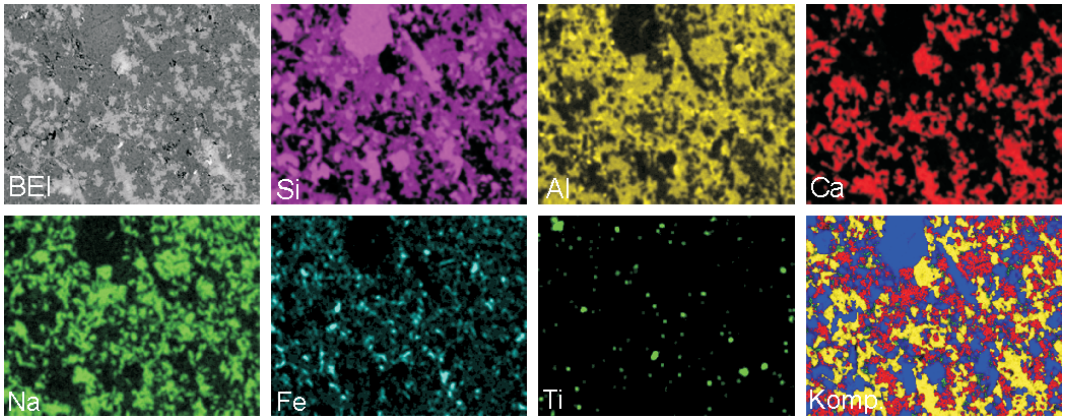
Elektronová mikroskopie a bodové EDX mikroanalýzy byly prováděny pouze orientačně na přístroji FEI Ouanta 650 FEG (Institut geologického inženýrství VŠB – TU Ostrava), vybaveném detektory pro energiově disperzní analýzu (EDAX Galaxy), vlnově disperzní analýzu (EDAX LEXS), EBSD (EDAX TSL) a detektorem pro katodovou luminescenci (Gatan MonoCL4). Byly prováděny pouze bezstandardové analýzy s použitím korekce obsahů lehkých prvků na základě sady standardních materiálů za podmínek: napětí 15 kV (obraz), resp. 20 kV (EDX analýzy), proud 8–10 nA, průměr svazku 5,5 µm, snížené vakuum s tlakem v komoře 50 Pa, vzorky byly bez pokovení.

Materiál

Studovaný materiál byl odebrán z jílovců doprovázejících částečně analcimizované diabasy až dolerity a také jejich plně albitizované ekvivalenty (spility) (Matýsek et al. in prep.), odkryté v lomu u obce Žermanice (obr. 1). Termín diabas, resp. dolerit, je v textu použit ve smyslu klasifikace IUGS (Le Maître 2002), spilit podle klasifikace, kterou uvádí Fettes a Desmons (2007). Lokalita se nachází cca



Obr. 2. Palynomorfy vzorku Žer-1 (A–I, K, L) a Žer-3 (J). Měřítko = 20 μm.
A – *Circulodinium distinctum* (Deflandre and Cookson, 1955) Jansonius, 1986; B – *Cymososphaeridium validum* Davey, 1982; C – *Circulodinium vermiculatum* Stover a Helby, 1987; D – *Muderongia mcwhaei* Cookson and Eisenack, 1958; E – *Muderongia staurota* Sarjeant, 1966; F – *Muderongia tabulata* (Raynaud, 1978) Monteil, 1991; G – *Muderongia microperforata* (Davey, 1982) Monteil, 1991; H – *Hystrichodinium pulchrum* Deflandre, 1935; I – *Hystrichosphaerina* cf. *schindewolfii* Alberti, G., 1961; J – archeopyle chorátní cysty *Cymososphaeridium;* K – fytoklast; L – mikroforaminifera.
Fig. 2. Palynomorphs of samples Žer-1 (A–I, K, L) and Žer-3 (J). Scale bar = 20 μm.
A – *Circulodinium distinctum* (Deflandre and Cookson, 1955) Jansonius, 1986; B – *Cymososphaeridium validum* Davey, 1982; C – *Circulodinium vermiculatum* Stover and Helby, 1987; D – *Muderongia mcwhaei* Cookson and Eisenack, 1958; E – *Muderongia staurota* Sarjeant, 1966; F – *Muderongia tabulata* (Raynaud, 1978) Monteil, 1991; G – *Muderongia microperforata* (Davey, 1982) Monteil, 1991; H – *Hystrichodinium pulchrum* Deflandre, 1935; I – *Hystrichosphaerina* cf. *schindewolfii* Alberti, G., 1961; J – Archeopyle of chorate cyst probably *Cymososphaeridium;* K – Phytoclast; L – Foraminifera lining.



Obr. 3. Příklad EDX distribučních map prvků. Relativně kompaktní pásek ve vzorku Žer-3. Je uveden obraz ve zpětně odražených elektronech (BEI), distribuce Si, Al, Ca, Na, Fe a Ti a kompozitní distribuce Ca (žlutě) – Na (červeně) – Si (modře).
Fig. 3. Example of EDX elements distribution maps. Relatively solid strip in sample Žer-3. Backscattered electrons image (BEI), distribution of Si, Al, Ca, Na, Fe, and Ti, and the composite distribution of Ca (yellow) – Na (red) – Si (blue).

100 m sv. od hráze vodní nádrže Žermanice. Vzorky sedimentů pro mikropaleontologické datování (Žer 1–3) byly odebrány z terénního odkryvu černých jílovců hradišťského souvrství cca 30 m j. od okraje lomu v umělém zářezu u místní čistírny odpadních vod. Výchoz je tvořen šedými až tmavošedými jílovci a prachovci hradišťského souvrství. V nadloží jílovců jsou těsně pod půdním pokryvem nedokonale odkryté silně přeměněné zjílovělé vulkanity. Tyto vulkanity svým charakterem odpovídají materiálům z ochlazených okrajů tělesa, jak je možné pozorovat v nejvyšší části lomu. Odebrané vzorky sedimentů nevykazují makroskopické ani mikroskopické znaky tufitické příměsi.

Palynologické vyhodnocení

Z hlediska palynofaciálního jsou vzorky tvořeny především fytoklasty (až 55 %), velmi výrazně jsou zastoupeny spory a pylová zrna (až 23 %). Zbývající součást tvoří cysty dinoflagelát (22 %). V rámci palynofacií zcela chybí amorfní organická hmota. Složení palynofacie odpovídá mělkému prokysličenému sedimentačnímu prostředí s dostatečným terigenním přínosem. Ve složení společenstva dinoflagelát převládají tzv. litorální skupiny (rody *Circulodinium, Muderongia, Systematophora*).

Palynomorfy všech vzorků jeví známky teplotní přeměny, ve vzorku Žer-1 mají tmavohnědou barvu, v ostatních dvou téměř černou. Podle metodiky určování teplotní zralosti organického materiálu palynologickou metodou lze předpokládat paleoteplotu 170–180 °C; organický materiál je přezrálý. Vzhledem ke stavu zachování organické hmoty se podařilo zpracovat cysty dinoflagelát podrobněji pouze u vzorku Žer-1. Společenstvo tvoří *Circulodinium distinctum, C. vermiculatum, Cleistosphaeridium* sp., *Cymososphaeridium validum, Endoscrinium campanula, Gonyaulacysta cretacea, Hapsocysta* sp., *Hystrichodinium pulchrum, Hystrichosphaerina schindewolfii, Lithodinia* sp., *Muderongia mcwhaei, M. microperforata, M. neocomica, M. staurota, M. tabulata, Occisucysta tentorium, Stiphrosphaeridium* sp., *Systematophora* sp. (obr. 2).

Stratigraficky první výskyt druhu *Cymososphaeridium validum* je znám od svrchního valanginu (od amonitové zóny Verrucosum, Leereveld 1997) po svrchní hauteriv (po amonitovou zónu Balearis). Druh *Muderongia staurota* je znám v intervalu hauteriv až svrchní barrem (po amonitovou zónu Feraudianus; Skupien – Vašíček 2002).

V rámci palynologického studia hradišťského souvrství na lokalitě Skalice (Skupien – Smaržová 2011) byl sledován dominantní výskyt druhu *Muderongia mcwhaei* kolem hranice valangin/hauteriv.

Podle uvedeného je možno studované sedimenty korelovat s hauterivem.

Mineralogie a petrografie studovaných vzorků

Výsledky práškových rtg.-difrakčních analýz (viz tab. 1) ukazují na značné rozdíly mezi odebranými vzorky, které je možné přisuzovat metasomatickému ovlivnění sedimentů v okolí tělesa vyvřeliny. Rozdíly mezi vzorky se projevují především v obsazích albitického plagioklasu, méně pak ve složení jílové frakce. Vzorek Žer-1 obsahuje křemen a illit-muskovit a evidentní je dále přítomnost smíšených struktur typu illit-smektitu, chloritu a kalcitu. Vzorky Žer-2 a Žer-3 (obr. 3) jsou vzájemně dost podobné, obsahují velmi vysoký podíl albitického plagioklasu (odhad je kolem 35–40 hmot. %). Obsah smíšených struktur (kvantifikovaných dopočtem jako amorfní podíl) je menší, jsou ale detekovatelné i v nestrukturovaném preparátu. Dále je přítomen křemen, chlorit, kalcit, illit-muskovit, kalcit a kaolinit. Ze studovaných vzorků bylo bez problémů možné připravit sedimentované preparáty jílové frakce. Práškové rtg.-difrakční analýzy zrnitostní frakce pod 1 μm prokázaly dominanci smíšených IM struktur v jílovém podílu vzorku Žer-1 a přítomnost illit-muskovitu (pravděpodobně klastický muskovit), chloritu a kaolinitu ve vzorcích Žer-2 a 3. Illit ve vzorcích Žer-2 a 3 vykazuje Küblerův index (pološířka difrakční linie 001 slídového minerálu) kolem 0,52° $\Delta 2\theta$ CuKα, což ukazuje na diagenetické podmínky vzniku

(Kübler 1984). Pro hradišťské souvrství nejsou známy srovnávací hodnoty tohoto indexu pro neovlivněné vzorky. Vzorek Žer-1 neobsahuje illit, ale smíšenou strukturu IM a může proto reprezentovat metasomaticky neovlivněný sediment nebo sediment zjílovělý (argilizovaný).

Mřížkové parametry albitického plagioklasu ve vzorcích Žer-2 a 3 velmi dobře odpovídají čistému albitu (např. podle nomogramů publikovaných Krollem in Ribbe, ed. 1983). Zjištěné mřížkové parametry pro vzorek Žer-2: a_0 = 8,14058(38), b_0 = 12,79621(85), c_0 = 7,15456(46) Å, α = 94,1750(97), β = 116,6042(50), γ = 88,1205(87)°. Vzorek Zer-3: a_0 = 8,14025(33), b_0 = 12,79603(73), c_0 = 7,15459(37) Å, α = 94,1537(78), β = 116,6018(41), γ = 88,1689(70)°.

Elektronová mikroskopie ukázala, že horniny vykazují aleuritickou až aleuropelitickou strukturu, kdy klasty křemene, zrna karbonátu a albitu jsou uloženy v lístkovité základní hmotě, tvořené illit-muskovitem a chloritem. Jako zajímavost je možné uvést nález několika mikroskopických jehlic ryzího selenu v puklině pokryté hydratovanými oxidy Fe. Výskyt selenu souvisí s oxidačními procesy (Matýsek – Skupien 2015).

Přítomnost vysokých obsahů albitu ve vzorcích Žer 2 a 3 je možné s největší pravděpodobností interpretovat jako projev metasomatických reakcí s přínosem Na. Albit-křemenné kontaktní metasomatity, vyvinuté na kontaktech sedimentů nejčastěji s alkalickými bazaltoidy a podobnými horninami, bývají označovány negenetickým termínem jako adinoly. Metasomatizované aleuropelitické horniny se zvýšeným obsahem albitu, ale také s obsahem illitu, resp. jílových minerálů, spíše odpovídají tzv. adinolovým břidlicím (Callegari – Pertsev 2007, Fettes – Desmons 2007). Běžným adinolám spíše odpovídají světle béžové kontaktní metamorfity z těsného okolí vyvřeliny, které jsou podle Matýska (1988) tvořeny křemenem, albitem a malým množstvím slíd. S určitými výhradami je možné vzorky 2 a 3 zahrnout také do rodiny aceitu (facie albit-křemen; Fettes – Desmons 2007). Termínem aceit, resp. aceitová rodina, se označují nízkoteplotní alkalické metasomatity, tvořené hlavně albitem, podřízenými karbonáty a dalšími minerály. Vznik aceitů je spojován s oxidačními podmínkami (přítomnost hematitu), na lokalitě Žermanice jsou ale z důvodu přítomnosti organického pigmentu pravděpodobnější podmínky alespoň mírně redukční.

Mineralogické studium aleuropelitů z lokality Žermanice ukázalo, že sedimenty v okolí vulkanitů těšínitové asociace jsou postiženy metasomatickými procesy v daleko větším rozsahu, než je zřejmé z terénního pozorování. Sodnou metasomatózou jsou v kontaktní aureole postiženy i černošedé sedimenty bez zřetelných makroskopických změn. Podle Adamové (in Menčík et al. 1983) se obsahy plagioklasu v aleuropelitech hradišťského souvrství pohybují v rozmezí 2–4 %, v metasomatizovaných aleuropelitech na lokalitě Žermanice dosahuje obsah albitu až 30 %. Parageneze albit – křemen – illit – smíšené struktury typu IM je pozoruhodná, svědčí o nízkoteplotním charakteru metasomatózy, zřejmě působením hydrotermálních fluid.

Poděkování. V práci jsou uvedeny výsledky výzkumu, který byl finančně podpořen Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci projektu SGS SP2017/22. Pro výzkum byla využita přístrojová technika Institutu čistých technologií těžby a užití energetických surovin – Projekt udržitelnosti, identifikační kód LO1406, podporovaného Národním programem udržitelnosti, financovaného ze státního rozpočtu ČR. Autoři děkují M. Svobodové (AV ČR) a anonymnímu recenzentovi za kritické připomínky, které pomohly zvýšit kvalitu příspěvku.

Literatura

BATTEN, D. J. (1996): Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation. In: JANSONIUS, J. – MCGREGOR, D. C., ed.: Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation. 1011–1064. – Publishers Press, Salt Lake City.

CALLEGARI, E. – PERTSEV, N. N. (2007): 10. Contact metamorphic rocks. Recommendations by the IUGS Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks: Web version 01.02.07

FETTES, D. – DESMONS, J. (2007): Metamorphic rocks. Recommendation of the International Union of Geological Sciences Subcommision on the Systematic of Metamorphic Rocks. – 244 str. Cambridge Univ. Press.

HOVORKA, D. – SPIŠIAK, J. (1988): Mesozoic volcanism of the Western Carpathians. – 263 str. Veda, Bratislava.

KROLL, H. (1983): Lattice parameters, composition and Al, Si order in alkali feldspars. In: RIBBE, P. H., ed.: Feldspar mineralogy, 2, 57–98. – Min. Soc. America.

KÜBLER, B. (1984): Les indicateurs des transformations physiques et chimiques dans la diagenése, temperature et calorimétrie. In: LAGACHE, M., ed.: Thermobarométrie et barométrie geologiques, 487–596. – Soc. Franc. Minéral. Cristallogr.

LE MAITRE, R. W., ed.: (2002): Igneous rocks. A classification and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks, 2nd edition. – Cambridge Univ. Press.

LEEREVELD, H. (1997): Hauterivian – Barremian (Lower Cretaceous) dinoflagellate cyst stratigraphy of the western Mediterranean. – Cretaceous Res. 18, 421–456.

LUCIŃSKA-ANCZKIEWICZ, A. – VILLA, I. M. – ANCZKIEWICZ, R. – ŚLACZKA, A. (2002): 40Ar/39Ar dating of alkaline lamprophyres from the Polish Western Carpathians. – Geol. carpath. 53, 45–52.

MATÝSEK, D. (1988): Kontaktní metamorfismus hornin těšínitové asociace. – Čas. Slez. Muz. Opava (A) 37, 77–86.

MATÝSEK, D. – JIRÁSEK, J. – SKUPIEN, P. – THOMSON, S. N. (in prep.): Žermanice sill (Silesian Unit, Western Carpathians, Czech Republic) – new insights to the mineralogy, petrology, age and genesis of the teschenite association rocks in Subbeskydy area, Czech Republic.

MATÝSEK, D. – SKUPIEN, P. (2015): The origin of native selenium microparticles during the oxidation of sideritic mudstones in the Veřovice Formation (Outher Western Carpathians). – Geol. carpath. 66, 4, 303–310.

MENČÍK, E. – ADAMOVÁ, M. – DVOŘÁK, J. – DUDEK, A. – JETEL, J. – JURKOVÁ, A. – HANZLÍKOVÁ, E. – HOUŠA, V. – PESLOVÁ, H. – RYBÁŘOVÁ, L. – ŠMÍD, B. – ŠEBESTA, J. – TYRÁČEK, J. – VAŠÍČEK, Z. (1983): Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny. – 304 str. Ústř. úst. geol. Praha.

SKUPIEN, P. – PAVLUŠ, J. (2013): Příspěvek k poznání stratigrafické pozice magmatitů těšínitové asociace ve slezské jednotce. – Geol. Výzk. Mor. Slez. v Roce 2012, 93–96.

SKUPIEN, P. – SMARŽOVÁ, A. (2011): Palynological and geochemical response to environmental changes in the Lower Cretaceous in the Outer Western Carpathians; a record from the Silesian unit, Czech Republic. – Cretaceous Res. 32, 4, 538–551.

SKUPIEN, P. – VAŠÍČEK, Z. (2002): Lower Cretaceous Ammonite and Dinocyst biostratigraphy and paleoenvironment of the Silesian Basin (Outer Western Carpathians). – Geol. carpath. 53, 3, 179–189.

TOBY, B. H. (2006): – Powder diffraction 21, 1, 67–70.

WIESER, T. (1971): Przeobrażenia egzo- i endokontaktowe związane z cieszynitami Karpat fliszowych Polski. – Kwart. Geol. 15, 901–922.