

blízká struktura klastoporfyrická s popelovou základní hmotou. Jde zjevně o člen vulkanosedimentární sekvence, jaký je v tomto pruhu jv. křídla barrandienského proterozoika běžný. Horninu lze klasifikovat na pomezí jemnozrnné metadrobny a albitického metaryolitového tufu až tufitu o velmi nízkém metamorfním postižení.

Závěry

Výskyt stilpnomelanu, dosud v barrandienském proterozoiku východně od Vltavy a podle CHÁBA a SUKA (1977) i v celém jeho jv. křídle neznámý, je ve zjevném souladu s koncepcí, kterou citovaní autoři graficky formulovali. Kromě metamorfního režimu typu LT/LP podmínil jeho vznik specifický chemismus matečné horniny, vyznačující se jmenovitě zvýšeným poměrem FeO/MgO při sníženém obsahu K₂O. Protože stilpnomelanové asociace zahrnují širokou škálu litologií od polymiktních psamitů po vulkanity kyselé, intermediální i bazické, je zřejmé, že vznik stilpnomelanu není při úzce vymezených pt-podmínkách podmíněn absolutními hodnotami chemického složení horniny, ale spíš jejich příznivou proporcionalitou.

Studovaný prostor patří metamorfně zóně prehnit-pumpellyitové až chloritové, mimo biotitovou izogradu regionální metamorfózy. Termické ovlivnění plutonem (tedy říčanským granitem), vyvinuté v horninách nedalekého tehovského ostrova, sem nezasahuje.

Revizní a cíleně zaměřenou mikroskopii výbrusů hornin z nízkometamorfních úseků barrandienského neoproterozoika lze z hlediska potenciálních objevů dalších stilpnomelanových výskytů pokládat za slibnou.

Literatura

- FIŠERA, M. (1987): Horninotvorné minerály metamorfik v současné literatuře. – Metod. Příručky Ústí. Úst. geol., 7.
- CHÁB, J. – PELC, Z. (1973): Proterozoické droby sz. části Barrandienu. – Sbor. geol. Věd, Geol., 25, 7–84.
- CHÁB, J. – SUK, M. (1977): Regionální metamorfóza na území Čech a Motravy. – Knihovna Ústí. Úst. geol., 50.
- JAKEŠ, P. – ZOUBEK, J. – ZOUBKOVÁ, J. – FRANKE, W. (1979): Graywackes and metagraywackes of the Teplá-Barrandian Proterozoic area. – Sbor. geol. Věd, Geol., 33, 83–122.
- LANG, M. (2000): Composition of Proterozoic greywackes in the Barrandian. – Bull. Czech geol. Surv., 78/3, 205–228.
- STANĚK, J. (2002): Mineralogie na Moravě a ve Slezsku v letech 1770–1970. – Folia historica, 71, Fac. Sci. Masaryk Univ.

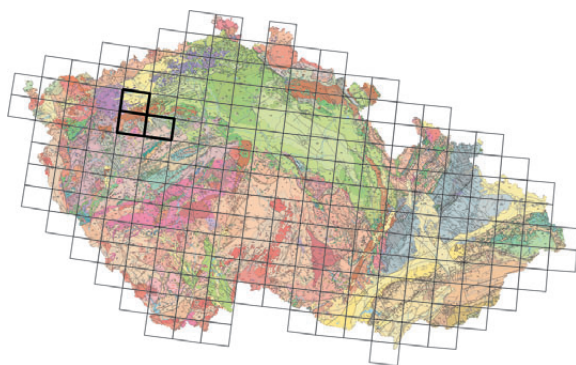
ILMENITY Z RELIKTU TERCIÉRNÍCH SEDIMENTŮ, TZV. HLAVAČOVSKÝCH ŠTĚRKŮ, MEZI RAKOVNÍKEM A VELKOU ČERNOCÍ

Ilmenites from the Tertiary deposits relict between Rakovnick and Velká Černoc (called Hlavačov gravels)

MARCELA STÁRKOVÁ – ZDENĚK TÁBORSKÝ – TAMARA SIDORINOVÁ – JAN MALEC

Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1

(12-14 Rakovnick, 12-13 Jesenice, 12-11 Žatec)



Key words: ilmenite, Tertiary sands, alterations, pseudorutile, leucoxene, rutile

Abstract: Ilmenites from Tertiary sand and gravel relict show variability. There were found Mg-rich ilmenites, Mg- and Fe-rich ilmenites, Mn-low ilmenites, pure ilmenites and their altered mineral phases: pseudorutile, leucoxene and rutile.

V rámci mapovacího úkolu 6203 a interního úkolu České geologické služby 3430 byly studovány neogenní relikty sedimentů divočického toku tzv. „hlavačovských štěrků“ z hlediska sedimentologie i z hlediska zastoupení těžkých minerálů. Vzorky pro analýzu těžkých minerálů byly získány z činné pískovny při s. okraji Rakovnicka – Na Hlavačově, z opuštěné pískovny u Nesuchyně a z další činné pískovny při sz. okraji reliktu – u Velké Černoci. Doplnující vzorky byly odebrány v malé pískovně u Svojetína a na lokalitách u Holedče a Holeděčku (v blízkosti terciérních uloženin žatecké delty), které jsou již součástí izolovaných výskytů neogénu s. od hlavního reliktu protaženého sz.-jv. směrem.

Těžké minerály na Rakovnicku sledoval ČADEK (1966) v rámci paleogeografického studia severočeského terciéru na základě analýzy jejich asociací.

Metody

Odebrané vzorky středně až hrubě zrnitých písků byly rozdruženy, odkaleny, sušeny a sítovány. Frakce pod 0,5 mm byly použity pro separaci těžkých minerálů (nad

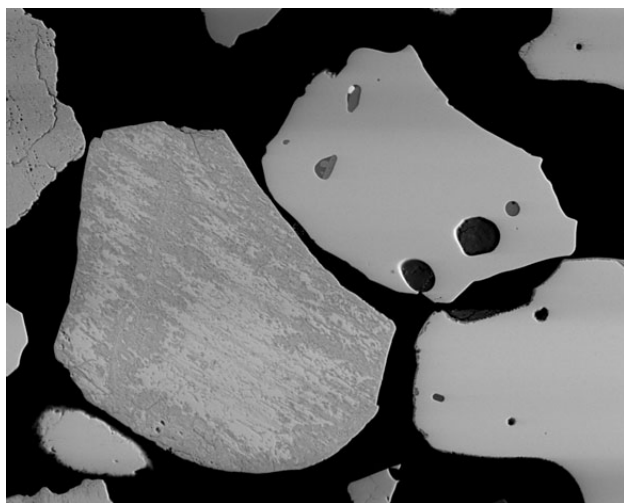
Tabulka 1. Těžké minerály (v zrnových procentech) ve studovaných vzorcích písků terciárního reliktu „hlavačovských štěrků“

lokality	poloha vzorku ve výchozu	zrnitost vzorku písku	číslo vzorku	amfibol	anatas	andalusit	apatit	Fe sec	granát	chlorit	chromit	ilmenit	kyanit	leukoxen	magnetit	Mn sec	monazit	pyroxen
Holedeček	svrchní	středně	1	0	<1	5	0	5	3	0	0	55	5	5	<1	0	0	1
Holedeček	spodní	jemně	2	<1	<1	1	0	5	<1	0	<1	60	2	3	<1	0	0	<1
Holedeček	spodní	hrubě	3	0	<1	5	0	<1	<1	0	0	75	2	1	<1	0	0	0
Želeč	svrchní	velmi hrubě	4	0	0	6	<1	0	0	0	<1	75	2	3	2	0	0	0
Želeč	svrchní	hrubě	5	<1	0	3	<1	<1	1	0	0	70	2	<1	2	0	0	0
Velká Černoc	svrchní	hrubě	6	0	<1	10	<1	<1	0	0	0	50	1	1	5	0	0	0
Velká Černoc	spodní	hrubě	7	0	<1	2	0	5	0	0	0	70	1	<1	10	0	0	0
Svojetín	svrchní	středně	8	0	0	1	<1	70	0	<1	0	15	0	0	<1	0	0	0
Nesuchyně	svrchní	středně	9	0	<1	2	0	<1	<1	0	0	70	1	15	1	0	0	0
Nesuchyně	střední	hrubě	10	0	0	5	0	<1	0	0	0	70	1	5	5	0	0	0
U sv. Antonína	svrchní	hrubě	11	0	<1	5	0	0	0	0	0	60	4	2	3	10	0	0
Hlavačov	svrchní	hrubě	12	0	0	1	0	50	0	0	0	10	<1	0	1	30	0	0
Hlavačov	svrchní	jemně	13	0	0	5	0	10	0	0	0	60	5	5	1	0	0	0
Hlavačov	svrchní	hrubě	14	0	<1	4	1	4	0	0	0	50	1	5	5	0	0	0
Hlavačov	svrchní	hrubě	15	<1	<1	2	0	5	0	0	<1	75	1	3	<1	0	0	0
Hlavačov	střední	hrubě	16	0	<1	5	0	10	0	0	0	55	5	1	<1	0	0	0
Hlavačov	střední	hrubě	17	0	0	5	<1	35	<1	0	0	40	1	0	1	0	0	<1
Hlavačov	spodní	středně	18	0	0	5	0	1	0	0	0	75	<1	0	10	0	0	0
Hlavačov	spodní	středně	19	0	0	5	0	5	0	0	<1	70	<1	<1	10	0	0	0

určení TM, kvantitativní odhad zastoupení a analýzy vybraných zrn T. Sidorinová a Z. Táborský

2,95 g . cm⁻³) v těžké kapalině (tetrabrometan, acetylentetrabromid).

Těžké minerály byly studovány pod stereomikroskopem a polarizačním mikroskopem, determinace netypických,



Obr. 1. Mg-ilmenit s homogenní texturou a s inkluzemi apatitu a pyritu a dutinkami (pravý horní kvadrant); ilmenit s nehomogenní texturou (levý dolní kvadrant); světlejší se stopami Mn a tmavší leukoxenizovaný; velikost záběru 240 × 192 μm; vzorek z lokality Holedeček.

navětralých a akcesorických minerálů byla ověřena energiově disperzním mikroanalýzátorem. Snímky ilmenitů byly zhotoveny v režimu odražených elektronů (BEI) na elektronovém mikroskopu (foto J. Malec). Všechny tyto práce byly provedeny v laboratořích České geologické služby v Praze na Barrandově.

Charakteristika ilmenitů a jejich alterací

Ve všech studovaných vzorcích převážně křemenných písků byly v analyzované těžké frakci nejvíce ilmenity (40–75 zrnových %). V takovém množství se mohou ilmenity zachovat v sedimentu vzhledem ke své vysoké hustotě a odolnosti a časté resedimentaci písčítých a štěrkových těles, jež jsou často erodována při zvýšení vodní hladiny a unášecí síly divočícího toku. Výjimku ve většinovém zastoupení zrn ilmenitů těžké frakce tvoří dva vzorky odebrané z nejsvrchnějších poloh pískovny Hlavačov a malé opuštěné pískovny u Svojetína, kde se ve svrchní části zvětrávacího profilu neogenních písků a štěrkopísků nejvíce vyskytují sekundární minerály Fe a Mn spolu s leukoxenem (produktem zvětrání ilmenitu).

Dále byly ve vzorcích určeny turmalín (4 až 20 zrnových %), magnetit (< 1 až 10 zrnových %), rutil (< 1 až 5 zrnových %).

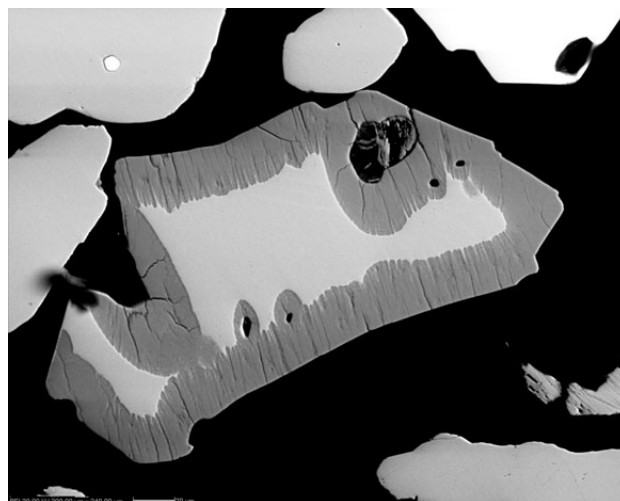
Tabulka 1 – pokračování

rutil	sillimanit	sk epidotu	spinel (gahnit)	staurolit	světlá slída	tmavá slída	turalin	zirkon	brookit
5	<1	<1	<1	1	0	0	10	5	0
4	<1	0	<1	<1	0	<1	10	15	<1
1	<1	0	0	<1	0	0	6	10	0
2	<1	0	<1	3	0	0	6	1	0
3	3	0	<1	1	0	0	15	<1	0
5	5	0	0	<1	0	0	20	3	0
5	1	0	0	<1	0	0	4	2	0
1	3	0	0	<1	0	0	5	5	0
5	<1	0	<1	<1	0	0	5	1	0
3	1	0	<1	<1	<1	0	5	5	0
5	0	0	<1	<1	0	0	10	1	0
1	1	0	0	<1	0	0	5	1	0
1	1	0	0	<1	0	0	10	2	0
5	<1	0	<1	<1	0	0	15	10	0
2	1	0	<1	<1	0	0	10	1	0
3	1	0	<1	0	0	0	15	5	0
4	1	0	<1	<1	<1	<1	10	3	0
3	<1	0	0	<1	0	0	5	1	0
1	3	0	<1	1	0	0	5	<1	0

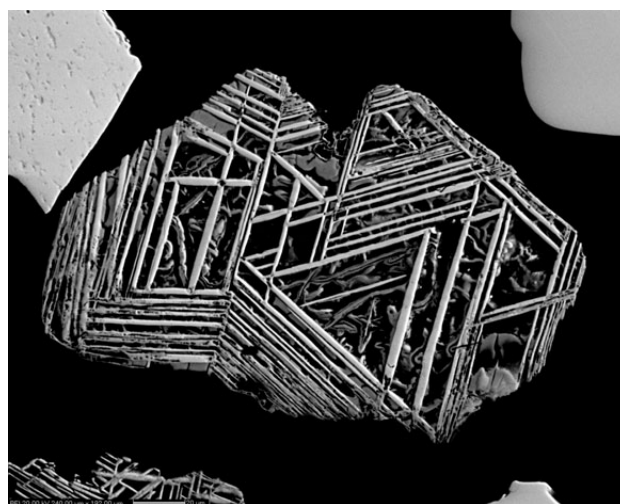
< 1 – stopové množství zrn v těžké frakci jednotlivých vzorků

nových %) a minerály asociace metamorfovaných hornin, z nichž se nejvíce vyskytuje andalusit (až 10 zrnových %), pak sillimanit a ojediněle i staurolit. Zirkon se vyskytuje ve vzorcích nerovnoměrně, < 1 až 10 zrnových %. Zrna ilmenitů jsou velmi variabilní. Vyskytují se angulární až subangulární zrna s homogenní texturou, s lamelami hematitu, kostrovitá, zrna s inkluzemi apatitu, pyritu, pyrhotinu (většinou u Mg-ilmenitu) nebo s dutinami vyplněnými jílovými minerály. Chemismus ilmenitů byl studován energiově disperzním mikroanalyzátozem. Ve vzorcích jsou zastoupeny ilmenity s Mg složkou (geikielitovou), s Mg složkou a se zvýšeným podílem Fe, ilmenity s Mn složkou (pyrofanitovou), s výrazně vyšším podílem Mn (pouze velmi vzácně) a dále i čisté ilmenity FeTiO_3 . Někteří je v krystalové mřížce v menší míře jak Mg, tak Mn.

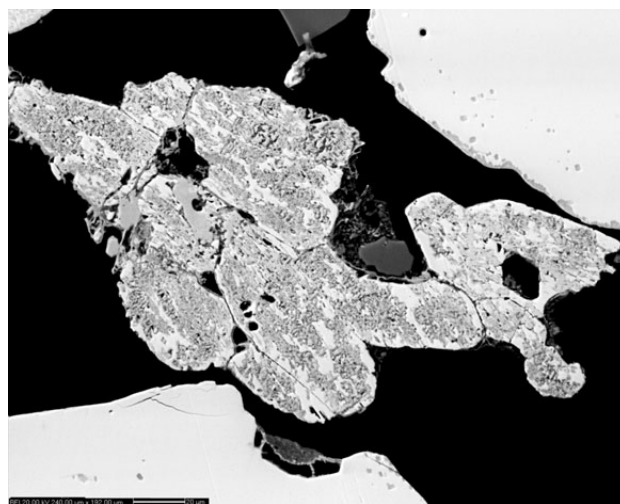
Z literatury je známo, že detritický ilmenit se mění během transportu, během půdního procesu i během diagenese (TEUFER – TEMPLE 1966, FORCE 1991, SCHROEDER et al. 2002, 2004). Námi studované vzorky obsahují hojně alterovaných zrn ilmenitů – především ve svrchních částech profilů, ale i uvnitř profilů pod erozními hranicemi (např. vzorek 18 z Hlavačova). Produktem alterace jsou nejprve pseudorutil, potom leukoxen (směs pseudorutilu a rutilu) a konečně anatas nebo rutil. Posledně jmenovaný je pak



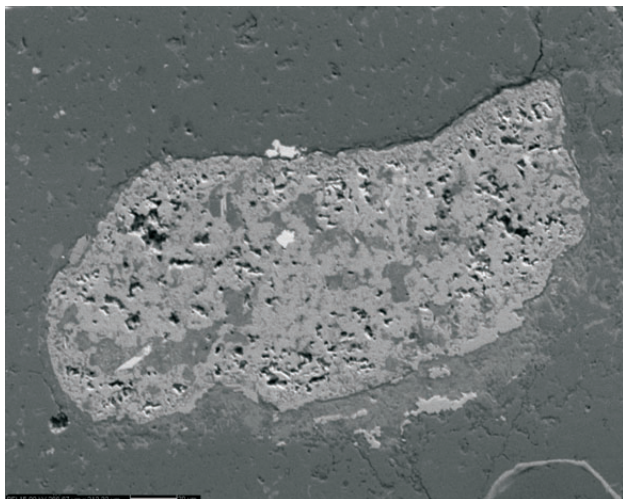
Obr. 2. Alterované zrno Mg-ilmenitu se zvýšeným obsahem Fe – pseudo-rutil; obruba je tvořena rutilem; velikost záběru 300 × 240 μm; vzorek z pískovny Nesuchyně.



Obr. 3. Lamely kostrovitého ilmenitu vzniklé zřejmě odmíšením z titanomagnetitu; uvnitř leukoxen – méně stabilní titanomagnetit je již zcela alterován; velikost záběru 240 × 192 μm; vzorek z pískovny Nesuchyně.



Obr. 4. Mn-ilmenit (světlejší) zatlačený rutilem; velikost záběru 240 × 192 μm; vzorek z pískovny Na Hlavačově.



Obr. 5. Leukoxenizovaný ilmenit v neoproterozoických drobkách, velikost záběru $240 \times 192 \mu\text{m}$; vzorek z lokality Na broumské sv. od Broum (list Hudlice).

často dále zatačován křemenem. Železo uvolňované tímto procesem je důležitým zdrojem pro novotvořené diagenetické minerály jako jsou goethit, hematit, pyrit nebo chlorit.

Při studiu vzorků jsme použili pro pojmenování minerálních fází poměr $\text{Ti}/(\text{Ti} + \text{Fe})$ ve shodě s výzkumy FROSTA et al. (1983): pro ilmenit $< 0,5$; pseudorutil $0,5\text{--}0,7$, leucoxen $0,7\text{--}0,9$ a rutil $> 0,9$.

Alteracemi jsou postižena zrna ilmenitů především při okrajích a podél trhlin, kde se objevují pseudorutil, leucoxen, rutil i anatas.

Pseudorutil a leucoxen se také vyskytují v zónách krystalů ilmenitu, kde je rozdíl v zastoupení Fe, Mn a Ti nerovnoměrný, a vytvářejí pak skvrnitě textury ilmenitů.

Primární detritický rutil se od rutilu vzniklého alterací liší především transparentností hnědavé až červenavé barvy, zatímco opakní rutil má po alteraci povrch matný, zakalený. Rovněž rutil se zvýšeným obsahem Fe (Fe-rutil – nigrin) je hnědočerný a neprůhledný.

Diskuse a závěr

Mohou ilmenity přispět k rozpoznání zdrojové oblasti sedimentů? ČADEK (1966) ve své regionální studii založené na analýze TM se o ilmenitech nezmiňuje, ani je neuvádí ve svých tabulkách analýz, i když ilmenity patří spolu s turmalínem k nejhojnějším minerálům terciérních sedimentů ve středních Čechách i na Plzeňsku (ŽÁK a kol. 2001, STÁRKOVÁ – TÁBORSKÝ 2003).

I přes časté, shora popsané alterace je možno připustit význam ilmenitů pro paleogeografické účely a alterace pak

slouží pro porozumění zvětrávacích procesů matečných hornin i přelavených akumulací sedimentů.

Obecně se předpokládá, že Mg-ilmenit je typický pro bazické magmatity (PARFENOFF 1982). Ilmenit s nízkým podílem Mn je znám z mafických vyvřelých hornin, ale také z metamorfovaných hornin.

V předpokládané zdrojové oblasti na J až JV od Rakovníka mohou být ilmenity součástí hornin různého stáří. Vyskytují se i v karbonských pyroklastikách (MAŠEK 1973), mohou být přítomny ve vulkanitech křivoklátsko-rokycanského pásma i v neoproterozoických horninách. Z proterozoických drob Barrandienu uvádí ilmenity s obsahem Mn LANG (2000). Různé typy ilmenitů z bazických vulkanitů (spilitů) a bazických žilných hornin této oblasti popisuje rovněž FIALA (1977). Leukoxenizovaná zrna ilmenitů jsme mohli sledovat ze vzorků neoproterozoických drob při studiu výbrusů k listu Hudlice (obr. 5). Předpokládáme-li, že leukoxenizovaná zrna nesnesou dlouhý transport, mohla většina leucoxenu hlavačovského reliktu, jehož sedimenty prodělaly delší transport i resedimentaci, vzniknout nejspíše ze zvětralých ilmenitů in situ.

Pro určení konkrétní zdrojové oblasti je nutný detailní výzkum ilmenitů jednotlivých zvažovaných hornin.

Literatura

- ČADEK, J. (1966): K paleogeografii chomutovsko-mostecko-teplické páne (na základě studia těžkých minerálů). – Sbor. geol. Věd, Geol., 11.
- FIALA, F. (1977): Proterozoický vulkanismus Barrandienu a problematika spilitů. – Sbor. geol. Věd, Geol., 30, 7–247.
- FORCE, E. R. (1991): Geology of titanium deposits. – Geol. Soc. Amer. Spec. Pap., 259, 112 str.
- FROST, M. T. – GREY, I. E. – HARROWFIELD, I. R. – MASON, K. (1983): The dependence of alumina and silica contents on the extent of alteration of weathered ilmenites from Western Australia. – Mineral. Mag., 47, 201–208.
- LANG, M. (2000): Composition of Proterozoic greywackes in the Barrandien. – Věst. Čes. geol. Úst., 75, 3, 205–216.
- MAŠEK, J. (1973): Vulkanické produkty středočeského karbonu. – Sbor. geol. Věd, Geol., 24, 7–104.
- PARFENOFF, A. (1982): Un minéral traceur pour la prospection alluvionnaire: l'ilménite. – Doc. BRGM, 37, Orléans.
- SCHROEDER, P. A. – LE GOLVAN, J. J. – RODEN, M. F. (2002): Weathering of ilmenite from granit and chlorit schist in the Georgia Piedmont. – Amer. Mineralogist 87, 11–12, 1616–1625.
- SCHROEDER, P. A. – PRUETT, R. J. – MELEAR, N. J. (2004): Crystal-chemical changes in an oxidative weathering front in a Georgia kaolin deposit. – Clays and Clay Miner., 52, 2, 211–220.
- STÁRKOVÁ, M. – TÁBORSKÝ, Z. (2003): Těžké minerály z terciérních a karbonských sedimentů na listu Nýřany 11–444. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2002, 184–186.
- TEUFER, G. – TEMPLE, A. K. (1966): Pseudorutile – a new mineral intermediate between ilmenite and rutile in the alteration of ilmenite. – Nature, 211, 179–181.
- ŽÁK, K. a kol. (2001): Využití těžkých minerálů při studiu alochtonních klastických jeskynních sedimentů Českého krasu. – Čes. Kras, 27, 5–14.