

Tonstein sloje 674 spodních sušských vrstev karvinského souvrství (česká část hornoslezské pánve)

Coal tonstein in the No. 674 Seam of the Lower Suchá Member (Karviná Formation, Czech part of the Upper Silesian Basin)

JAKUB JIRÁSEK^{1)*}, MICHAL OSOVSKÝ²⁾, DALIBOR MATÝSEK³⁾, TEREZA KURKOVÁ¹⁾ A MARTIN SIVEK¹⁾

¹⁾Institut geologického inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15/ 2172, 708 33 Ostrava-Poruba; *e-mail: jakub.jirasek@vsb.cz

²⁾OKD, a.s., Důl Karviná, závod ČSA, ul. Čs. armády 1, 735 06 Karviná-Doly

³⁾Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin; Institut geologického inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15/ 2172, 708 33 Ostrava-Poruba

JIRÁSEK J, OSOVSKÝ M, MATÝSEK D, KURKOVÁ T, SIVEK M (2017) Tonstein sloje 674 spodních sušských vrstev karvinského souvrství (česká část hornoslezské pánve). Bull Mineral Petrolog 25(2): 191-200 ISSN 2570-7337

Abstract

The paper presents results of a research on the coal tonstein (tuff) from the Lower Suchá Member of the Karviná Formation (Late Namurian, Mississippian). Coal tonstein in the Coal No. 674 was first reported in 1992 from seven mine boreholes. New occurrences are described from the boreholes and mine galleries in the A. Zápotocký (Lazy) and ČSA mines. Investigated tonstein forms a layer 0.X to 3.5 cm thick. Essential constituents of the rock are kaolinite (cca 70%) and illite-muscovite (cca 10%), while quartz, biotite, mineral of the chlorite group, and plagioclase are present in subordinate amounts (each < 5%). Kaolinite shows crystallinity index 0.85, meaning relatively high degree of crystallization. Presence of another kaolinite phase with higher structural disorder (halloysite-7Å) is quite possible. Flat kaolinite aggregates showing perfect cleavage planes in the backscattered electron images frequently contain lamellas enriched in Mg, Fe, Ti and sometimes in K, should be considered kaolinite pseudomorphs after biotite. Alteration of biotite to kaolinite was not straightforward but led also sometimes to illite-muscovite or rarely to the mineral of the chlorite group. Unaltered to partially altered biotite is present mostly in distinct laminae close to the base of the tonstein. Accessory minerals include magmatic zircon and minerals with the TiO₂ composition (anatase?), low-temperature hydrothermal chalcopyrite, galena and pyrite. Presence of weakly zoned Mg-rich siderite is connected with diagenetic processes. Uncertain is a position of REE±Al phosphates, possibly monazite-(Ce), rhabdophane-(Ce), florencite-(Ce), and florencite-(La). Their source material is possibly of volcanic origin, but it was affected by diagenesis. Very small size of their grains (< 4 μm) did not allowed wavelength-dispersive analysis. According to a classification investigated tonstein belongs to a group of pseudomorphous or transitional tonsteins. On the other hand, it lacks well-preserved coalified plant remains and fine-grained matrix is subordinate. Both pseudomorphous and transitional coal tonsteins were not previously described from the Karviná Formation. The tonstein of the Coal 674 could be used as a correlation marker and has a potential for radioisotopic U-Pb dating.

Key words: Upper Silesian Basin, Late Carboniferous, tonstein, petrology, mineralogy

Obdrženo: 3. 11. 2017; přijato: 4. 12. 2017

Úvod

S útlumem hornické činnosti v české části hornoslezské pánve přichází snaha vědeckých pracovišť i geologů důlních podniků o provedení záchranného výzkumu. Zavírání jednotlivých dolů totiž představuje nevratný jev, po jehož ukončení zůstane k dispozici jen minimální množství hmotné dokumentace.

Součástí této snahy je také publikace nových nálezů tonsteinu sloje 674 spodních sušských vrstev karvinského souvrství. M. Osovský jako první našel tento horizont v důlních dílech. Až dosud byl tento uhelný tonstein znám jen ze sedmi vrtů pocházejících z 80. a 90. let 20. století. Kromě plošného výskytu horizontu práce charakterizuje také dosud nepříliš známou mineralogii a petrografii tohoto tonsteinu.

Geologická situace

Česká část hornoslezské pánve

Hornoslezská pánev vznikla v závěrečných etapách vývoje rozsáhlé moravskoslezské paleozoické pánve (Unrug, Dembowski 1971; Kalvoda et al. 2008) v předpolí variského orogénu (Kumpera, Martinec 1995). Ve svých posterozních hranicích vytváří plochu přibližně trojúhelníkovitého tvaru, nacházející se na území Polska a České republiky. Jde o poslední těžnou černouhelnou pánev na našem území (Starý et al. 2016). Plošná rozloha této pánve je přibližně 7000 km², z toho pouze zhruba 22 % leží na území České republiky (Dopita 1997).

V uhlonosném karbonu hornoslezské pánve, s ohledem na charakter sedimentačního prostředí, rozlišujeme paralicový a kontinentální (dříve limnický) vývoj, tj. ostrav-

PENNSYLVAN	WESTPHAL	langsett	HIÁT	
			svrchní	DOUBRAVSKÉ VRSTVY vyšší doubravské sloj 962 doubravské sloj 901 s. s. sloj 876 s. s. sloj 804 seam 747
MISSISSIPPI	NAMUR	střední svrchní	spodní	SUŠSKÉ VRSTVY svrchní sloj 703 spodní sloj 686 sk. f. h. Huberta *** 674 ***
		střední	spodní	SEDLOVÉ VRSTVY sloj 605 sloj 564
MISSISSIPPI	NAMUR	spodní	HIÁT	
			svrchní	PORUBSKÉ VRSTVY sk. f. h. Gaeblers (XXVII) sloj 499 sloj 403 sk. f. h. Barbory (XXI) sloj 385
MISSISSIPPI	NAMUR	spodní	spodní	JAKLOVECKÉ VRSTVY sloj 301 sk. f. h. Enny (XVII) sloj 255
			spodní	HRUŠOVSKÉ VRSTVY svrchní sloj 201 spodní sloj 169 sk. f. h. Františky (XII)
MISSISSIPPI	NAMUR	spodní	spodní	PETŘKOVICKÉ VRSTVY sloj 102 hlavní ostravský brousek sk. f. h. Nanety (IX) sloj 099
			spodní	KYJOVICKÉ VRSTVY sk. f. h. Štúra
VIŠÉ				

Obr. 1 Schéma litostratigrafického členění české části hornoslezské pánve s vyznačením polohy tonsteinu sloje 674. Podle Dopity (1997).

ské a karvinské souvrství (obr. 1). Pro obě souvrství je typické střídání různých typů sedimentačních prostředí. Liší se zejména tím, že sedimenty ostravského souvrství obsahují místy horizonty s brakickou a mořskou faunou, zatímco sedimenty karvinského souvrství obsahují pouze faunu sladkovodní (Řehoř, Řehořová 1972; Dopita 1997). Základním znakem sedimentace obou souvrství je tvorba cyklů s uhelnými slojemi (Havlena 1982; Dopita et al. 1997; Gastaldo et al. 2009). Zatímco sedimenty podložního ostravského souvrství se nacházejí na většině plochy pánve, terestrické karvinské souvrství se v české části pánve vyskytuje pouze v několika erozně ohraničených plochách. Jeho nejúplnější profil je znám z karvinské oblasti, podle které bylo pojmenováno (Dopita et al. 1997). Sedimentace karvinského souvrství byla zahájena po celopánevním hiátu mezi spodním a středním namurem

(Jureczka 1988; Dopita 1988). Uhlotvorná sedimentace souvrství baškiru (ve středo- a západoevropském členění karbonu jde o střední až svrchní namuru a langsett - viz Menning et al. 2006) se dělí na sedlové, sušské a doubravské vrstvy s celkovým počtem asi 100 slojí (např. Dopita 1997). V polské části pánve se terestrické sedimenty hornoslezské pánve vyskytují na výrazně větších plochách, mají větší stratigrafický rozsah a jejich litostratigrafické členění se liší od české části pánve. Spodní sušské vrstvy karvinského souvrství, ve kterých se nachází popisovaný tonstein, jsou tam řazeny do hornoslezské pískovcové série (např. Kotas 1995).

Sušské vrstvy se na českém území vyskytují v úplném vývoji pouze na Karvinsku. Tato vrstevní jednotka je členěna na spodní a svrchní část, přičemž jejich hranici tvoří celopánevně významná skupina faunistických horizontů Huberta, ležící v blízkosti sloje Hubert (686). V litologii svrchních sušských vrstev převládají prachovce bohaté rozptýlenou organickou hmotou a jílovce illit-kaolinitického charakteru nad drobovými a arkózovými pískovci (Dopita et al. 1997). Ze sušských vrstev je známo devět vulkanogenních horizontů (tonsteinů), a to ze slojí 628, 634, 643, 674, 677, 682 a 686 spodních sušských vrstev, a ze slojí 726 a 743 svrchních sušských vrstev (Horák et al. 1992). Dopita a Králík (1977) zpracovali detailně tonstein sloje 678 (pravděpodobně odpovídá tonsteinu sloje 677 uvedenému Horákem et al. 1992) v blízkém nadloží námi studovaného horizontu.

Tonstein sloje 674 byl dosud studován jen velice omezeně s ohledem na velmi malé množství materiálu z důlních vrtů, které bylo předchozím autorům (Horák et al. 1992) k dispozici. Díky jeho novým nálezům v důlních dílech se tato situace změnila a detailní mineralogické a petrografické studium je náplní této práce.

Vulkanoklastické horizonty a tonstein sloje 674

Vulkanoklastické horizonty hornoslezské pánve představují produkty mimopánevního vulkanismu. Nejčastěji se vyskytují ve vrstevním sledu ostravského souvrství, v mladších litostratigrafických jednotkách jsou podstatně vzácnější. V naprosté většině případů jde o kyselý vulkanismus vázaný pravděpodobně na variskou kolizní zónu (Dopita, Králík 1977; Martinec 1997; Łapot 1994).

Charakteristiku vulkanoklastických horizontů české části hornoslezské pánve uvádí Martinec (1997). V závislosti na obsahu vulkanického materiálu se dělí na tonsteiny, brousky a horniny s tufogenní příměsí. Jako tonsteiny se v uhelné geologii tradičně nazývají tufy, jejichž sedimentace proběhla přímo do uhlotvorného rašeliníště (např. Holub et al. 1968; Dopita, Králík 1977; Spears 2012) a vulkanoklastický materiál tam byl alterován, zejména kaolinizován. Nacházejí se v uhelných slojích a mívají pouze malé množství terigenních příměsí. Takzvané brousky se nacházejí mimo uhelné sloje a obsah vulkanického materiálu u nich může silně kolísat v důsledku míšení se sedimentárním materiálem. Podle mezinárodní platné klasifikace (Le Maitre 2002) se jako tufity označují horniny s obsahem 25 až 75 % vulkanického materiálu. Pokud je obsah sopečného materiálu menší než 25 %, jde podle klasifikace o horniny s vulkanickou příměsí.

Nejvíce studovanými vulkanoklastickými horizonty v pánvi jsou tonsteiny (např. Králík 1960; Dopita, Králík 1977; Gabzdyl 1990; Horák et al. 1992; Łapot 1992, 1994; Lipiarski 2011a,b; Rojáková, Martinec 2011; Martinec, Horák 2013; Beliš et al. 2015). V české části pánve je jich známo více než 30. Jedná se o kyselá pyroklastika, ve kterých sklovitá fáze a část nestabilních minerálů podle-

la argilitizaci. Vyskytují se jako proplásky mocnosti prvních milimetrů až prvních desítek centimetrů v uhelných slojích. Z hlediska struktury a složení se člení na ortotonsteiny, paratonsteiny a přechodné typy. Ortotonsteiny (také krystalové tonsteiny) mají obsah autigenních jílových minerálů vyšší než 90 %, zatímco v paratonsteinech (také pseudomorfních tonsteinech) je zachováno více jak 10 % primárních vulkanogenních minerálů. Přechodné typy jsou pak tvořeny polohami obou výše zmíněných typů v rámci jednoho horizontu (Schüller 1951; Dopita, Králík 1977).

Tonstein sloje 674 je poprvé uváděn v Katalogu tufoenních horizontů (Horák et al. 1992). Jde o jeden ze sedmi známých tonsteinů spodních sušských vrstev. Byl dosud zjištěn pouze v sedmi vrtech ve východní části karvinské dílčí pánve: J-60, K-1 a N-1 na Dole ČSA a ve vrtech 193, 61/80, 61/82 a D-33 na Dole Darkov (obr. 2 a 3).

Podle původního popisu jde o horizont makroskopicky připomínající velmi měkký jemnozrnný pískovec hnědé barvy, jehož mocnost kolísá mezi 1 a 20 mm. Vzhledem k omezenému počtu výskytů a jejich variabilitě se dosud nepodařilo tonstein klasifikovat. Obecně ale většina nálezů náležela ortotonsteinům pseudomorfního typu, pouze výskyt ve vrtu D-33 k ortotonsteinům s krupkovitými útvary kaolinitu.

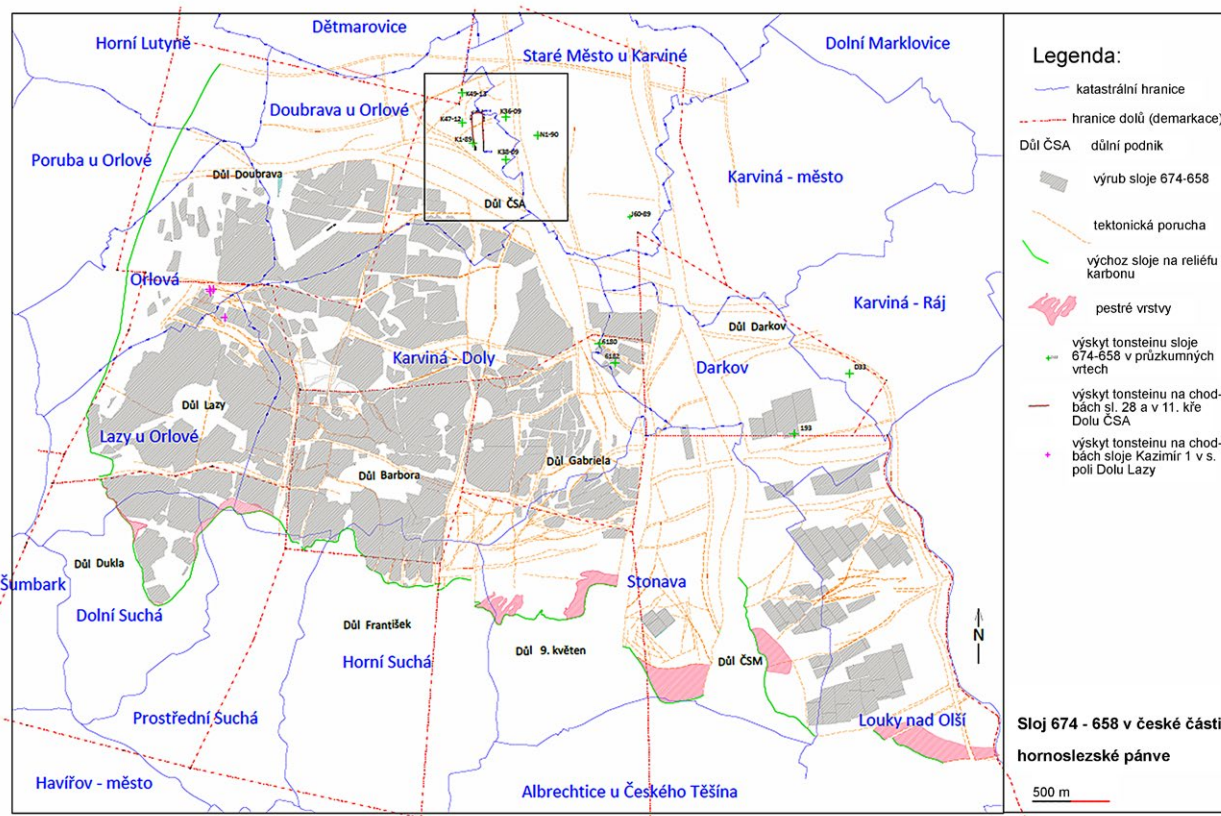
Materiál a metodika

Analyzovaný materiál (obr. 4) pochází z důlních děl ve sloji č. 28a (674) v dobývacím prostoru Karviná Doly I, kde byl odebrán v průběhu roku 2017. Vzorky byly dále zpracovány v závislosti na typu využití. Z vhodných kusů byly připraveny nábrusy a výbrusy. Výbrusy byly určeny pro petrografický popis tonsteinu, nábrusy pro elektronovou mikroskopii a mikroanalýzu.

Výbrusy byly zkoumány pomocí optické mikroskopie v procházejícím světle na mikroskopu Olympus BX 61.

Pro laboratorní měření pomocí práškové rentgenové difrakční analýzy byly z tonsteinu připraveny práškové preparáty. RTG difrakční analýzy byly prováděny na přístroji Bruker-AXS D8 Advance s $2\theta/\theta$ reflexní geometrií měření, vybaveném polovodičovým - silicon strip detektorem LynxEye. Měření probíhalo za podmínek: záření CuK α /Ni, napětí 40 kV, proud 40 mA, krokový režim s krokem 0.014° 2θ , čas na kroku 0.25 s, sumace 3 až 5 měření, úhlový rozsah měření 5 až 80° 2θ . Pro měření a kvalitativní vyhodnocení byl použit firemní software Bruker - AXS Diffrac, respektive Diffrac.EVA a databáze difrakčních dat PDF 2/JCPDS, verze 2011. Semikvantitativní vyhodnocení bylo prováděno Rietveldovou metodou a to pomocí programu Topas, verze 4.2. Vstupní strukturální data byla převzata z Bruker Structural database. Obsah amorfních složek (především uhelné hmoty) nebyl sledován, výsledky kvantifikace jsou vztahovány na sumu 100 % přítomných krystalických fází.

Sledování morfologie a chemického složení jednotlivých komponent tonsteinu proběhlo na leštěných nábrusech i přírodních trhlinách a lomných plochách za použití autoemisního elektronového mikroskopu FEI Quanta-650 FEG od firmy FEI. Mikrografografie byly pořízeny pomocí detektoru zpětně odražených elektronů (BSE) v režimu chemického gradientu. Chemické složení minerálů bylo ověřováno energiově disperzním analyzátozem (EDX) - EDAX Galaxy. Jednalo se o bezstandardové analýzy s použitím korekce obsahů lehkých prvků na základě sady standardů. Mikroskop pracoval za podmínek: napětí 15 kV, proud 8-10 nA, průměr svazku 5.5 μ m, snížené vakuum s tlakem v komoře 50 Pa, vzorky bez pokovnění (mikroskopie), respektive vysoké vakuum ($< 10^{-3}$ Pa)



Obr. 2 Mapa karvinské dílčí pánve s vyznačením průzkumných vrtů a důlních děl, které ověřily tonstein sloje 674. M. Osovský, 2017.

a vzorky pokovené vrstvou 25 nm Cr (analýzy). Identifikace spektrálních linií byla prováděna s využitím spektrálního rozkladu za použití funkce halographic peak deconvolution.

Číslování slojí v české části hornoslezské pánve představuje vzhledem k rozsahu pánve a nestejnému stupni prozkoumanosti složitý problém. Dopita (1959) se ho pokusil vyřešit tak, že kromě místních pojmenování slojí na jednotlivých důlních podnicích zavedl tříčíselné kódy, platné pro celou českou část pánve. Pro sloje spodních sušských vrstev to byly od báze kódy začínající 605 (v závislosti na konkrétním důlním podniku sloj č. 33 b, 33 spodní látka, 32 b, 34, N spodní látka nebo XII spodní látka) a končící 686 (sloj č. 25, 25a, 45 nebo Hubert). Publikovány byly například Dopitou a Tomisem (1972), souhrnně naposledy Dopitou et al. (1997).

Výsledky

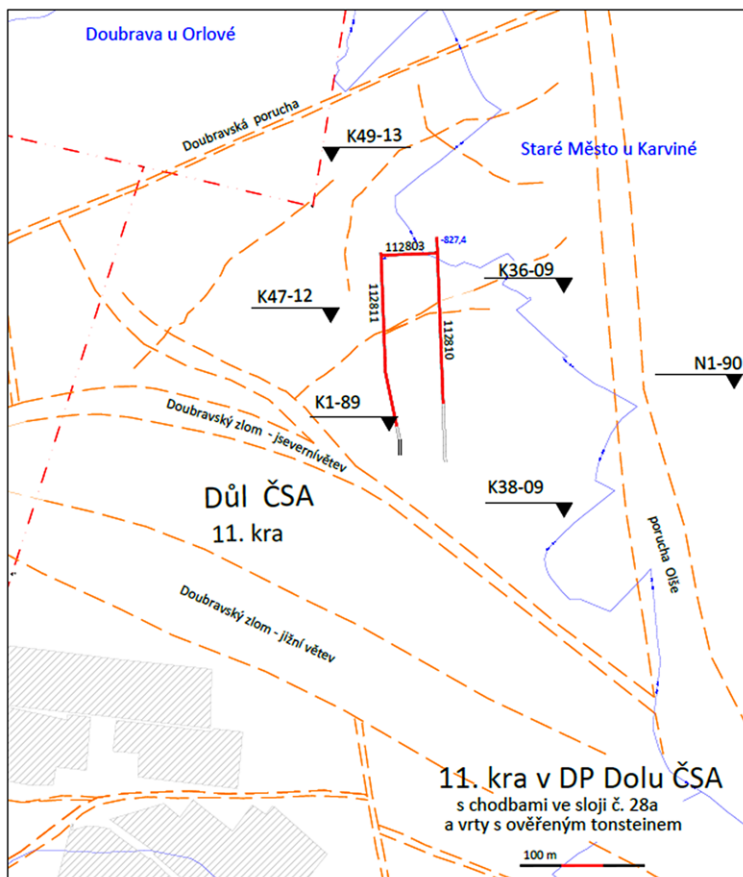
Plošné rozšíření tonsteinu sloje 674

Podle Katalogu tufogenních horizontů (Horák et al. 1992) se povědomí o existenci vulkanogenního horizontu ve 28. sloji zakládá na sedmi nálezech z průzkumných vrtů z dobývacích prostorů Dolů ČSA (3×) a Darkov (4×). Výskyt v důlních dílech dosud popsán nebyl. První nálezy tonsteinu v chodbách ve sloji Kazimír I (674) učinil M. Osovský v severním poli dobývacího prostoru Lazy začátkem 80. let 20. století. Nálezy však nebyly publikovány. Na základě této zkušenosti byla věnována zvýšená pozornost důlním dílům raženým v současné době ve sloji č. 28a (674) v 11. kře dobývacího prostoru Karviná Doly I a tonstein, i přes svoji nenápadnost, byl opět nalezen.

Sloj 28 (674) patří k mocnějším slojím spodních sušských vrstev. Nachází se cca 50 až 80 m pod svrchní hraniční plochou této stratigrafické jednotky, kladenou

do báze sladkovodního patra skupiny faunistických horizontů č. XXXI ve stropě sloje Hubert (686). Sloj je rozšířena prakticky po celé karvinské dílčí pánvi, kde byla v minulosti většinou dobývána (obr. 2). Je nejvyšším členem souslojí pěti uhelných poloh, označovaných čísly 674, 658, 656, 652 a 651 s lokálním značením lišícím se dle jednotlivých dobývacích prostorů (tab. 1). Mocnost a výskyt jednotlivých lávek i mezislojových proplátek je proměnlivá. Místa, při jejich sblížení a spojení, může celková mocnost s proplátky dosáhnout až 10 m, například výdušná jáma č. 5 Dolu Antonín Zápotocký (dnes Lazy) - viz Hudeček, Sivek (1997). V jiných oblastech některé z lávek nejsou vyvinuty vůbec. Sloj 28a patří ze všech jmenovaných členů souslojí k nejstálejším.

V mateřském poli dobývacího prostoru Karviná Doly I, vymezeném ze severu doubravským zlomem (výška až 500 m), byla 28. sloj zcela vytěžena v letech 1940 až 1978. Z té doby dnes nejsou k dispozici žádné podrobnější informace o charakteru jakýchkoli slojových proplátek, tím méně o nálezu vulkanoklastických hornin. Sloj je vyvinuta i severně od doubravského zlomu v tzv. novém poli, jehož nejzápadnější část tvoří 11. kra. Z tohoto prostoru pochází tři v minulosti publikované nálezy zkoumaného tonsteinu ve vrtech K1, N1 a J60 (Horák et al. 1992). V 11. kře probíhá od roku 1989 průběžně, s postupem hornických prací, intenzivní geologický průzkum jádrovými vrty, jehož výsledky mimo jiné přinesly informace o příznivém vývoji 28. sloje v této oblasti a odhalily i další výskyty tonsteinu (např. ve vrtech č. K49, K47, K38 a K36 - obr. 3). V průběhu roku 2017 zde bylo postupně překročeno ke zpřístupnění a následně k otvírce 28. sloje. Přístupové úpadní překopy nafáraly i nadložní nebilanční slojku 27 sp.l. (677), jejíž, z jiných oblastí známý, vulkanoklastický horizont zde potvrzen nebyl.



Obr. 3 Detail obrázku 2 s vyznačením situace v 11. kře dobývacího prostoru Dolu ČSA. Legenda viz obrázek 2. M. Osovský, 2017.

Uhelný tonstein sloje 28a (674) představuje proplástek vzhledu tmavě hnědého prachovce až velmi jemnozrného pískovce o mocnosti 0.X až 2.5 cm (obr. 4, 5). V dosud vyražených chodbách se vždy nacházel ve spodní části sloje, 35 až 45 cm od počvy a cca 30 cm pod proplátkem uhelného jílovce, který sloj dělí přibližně na dvě poloviny. Tonstein je velmi málo nápadný a zvláště při malé mocnosti může být snadno přehlédnut. K výrazným změnám mocnosti u něj dochází i na malé vzdálenosti. Po připojení lávky 28b (658), která se v severní polovině 11. kry náhle přibližuje z počvy, dosahuje sloj celkové mocnosti téměř tří metrů, a tonstein se ocitá ve svrchní části takto zmožutnělé sloje. Tonstein byl sledován po celé délce dosud vyražených úseků chodeb č. 112810 a 112811 (obr. 2, 3 a 4), které projdou prakticky celou 11. kru v severojižním směru a lze konstatovat, že každá prohlídka čelby byla dosud pozitivní. Je možno se rovněž domnívat, že tento tonstein byl přítomen minimálně v oblastech sousedících z jihu a západu s 11. krou, ale pravděpodobný rozsah by mohl pokrývat větší (ale dnes těžko určitelnou) část karvinské pánve - viz například výskyty v dobývacích prostorech Lazy, Darkov a podobně.

Mineralogie a petrografie tonsteinu

Výsledky práškové RTG difrakce tonsteinu ukazují, že i přes zjevný makroskopický vzhled tmavého prachovce až pískovce svým složením odpovídá kaolinitickému jílovcu. Semikvantitativní analýzy Rietveldovou metodou poskytují obsahy kolem 70 % kaolinitu, kolem 10 % illit-muskovitu, relativně malé množství (do pěti procent) křemene, minerálu ze skupiny chloritů, biotitu, plagioklasu a pouze stopy sideritu. Linie kaolinitu a slíd jsou zřetelně rozšířené. Odhad velikosti koherentně difraktujících domén kaolinitu a biotitu činí 40 nm, illit-muskovitu pak 60 nm. Zjištěné mřížkové parametry kaolinitu jsou v relaci s publikovanými daty (tab. 2). Kaolinit vykazuje index krystalinity podle Hinckleye (Hinckley 1963) kolem 0.85, což odpovídá relativně dobře krystalovanému kaolinitu. Není ale možné vyloučit, že studovaný tonstein obsahuje víc generací kaolinitu s různou krystalinitou (viz např. Plançon et al. 1988). Porovnání difrakčních záznamů s kaolinitovým strukturálním modelem při Rietveldově analýze ukazuje na příměs silně neuspořádané kaolinitické fáze, nejspíše odpovídající halloysitu (halloysit-7Å, synonymum „metahalloysit“, viz např. Joussein et al. 2005). Halloysit-7Å je z tonsteinů OKR znám (Dopita, Králík, 1977).



Obr. 4 Makrofotografie vzorku tonsteinu sloje 674 z chodby č. 112810 v 11. kře dolu ČSA. Velikost 10×7 cm. Foto J. Jirásek 2017.

Tabulka 1 Názvy jednotlivých lávek souslojí 651 - 674 mezi důlními podniky karvinské oblasti. T - tonstein, vr.I. - vrchní lávka, sp.I. - spodní lávka, n.s. - nepojmenovaná sloj.

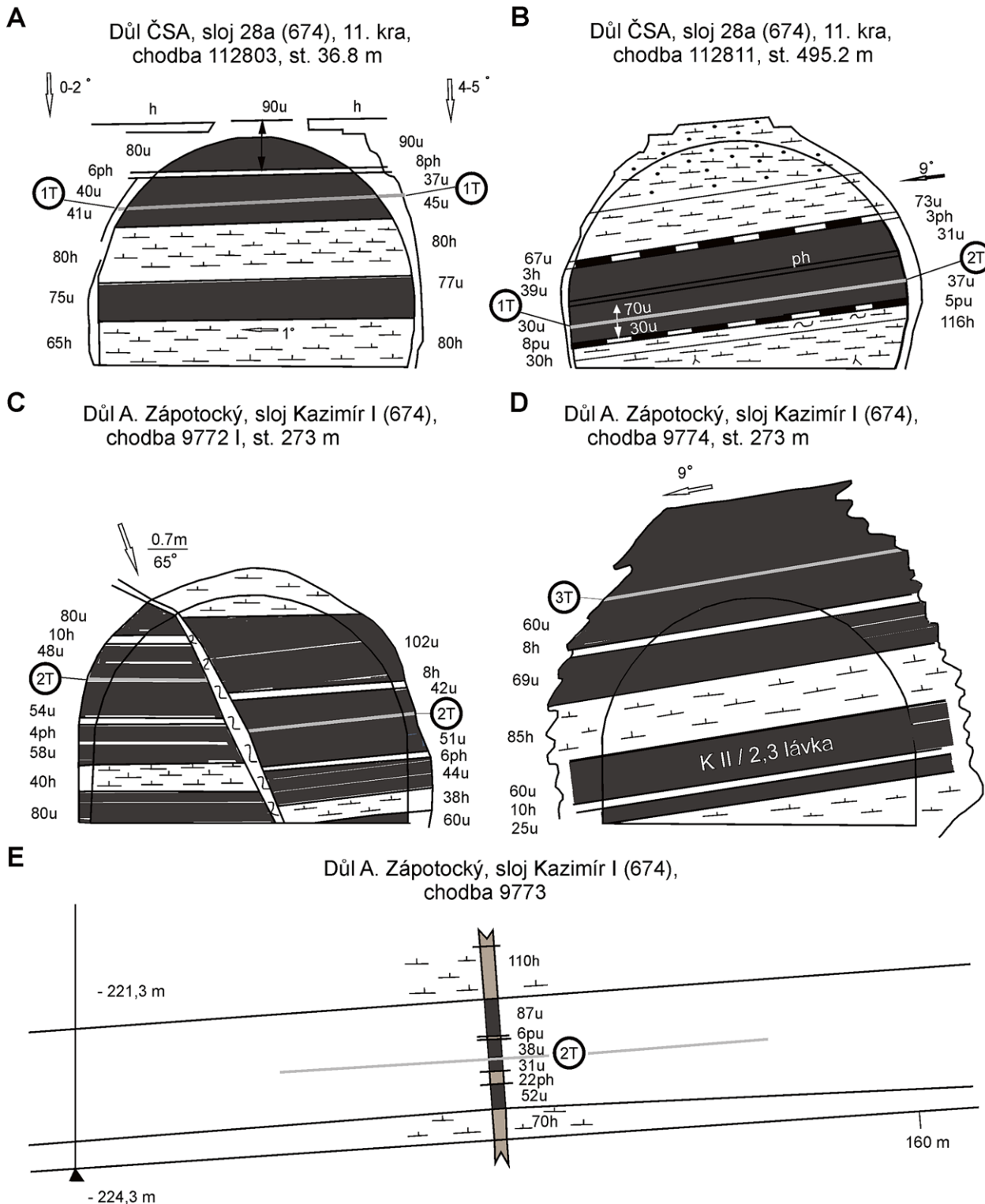
Kód	Doubava	Lazy	ČSA	Dukla	Důlní podnik					
					František	Barbora	Gabriela	Darkov	9. květen	ČSM
674 T	28a	Kaz I	28a	V.	28	28a	28	28		28a
658	28b	KazII/1.	28b	VI. vr.I.						
656	n.s.	KazII/2.3.	n.s.	n.s.	n.s.	28b,c	n.s.		n.s.	28b
652	n.s.	KazII/4.I.								
651	29	KazII/5 I.	29 vr.I.	VI. sp.I.	29a	29a	29a	29a	29a	29a

Tabulka 2 Mřížkové parametry kaolinitu a jejich srovnání s publikovanými údaji

zdroj dat	a [Å]	b [Å]	c [Å]	α [°]	β [°]	γ [°]	V (Å ³)
tato práce	5.1552(9)	8.940(2)	7.3878(5)	91.48(1)	104.75(1)	89.76(2)	329.154
Bish a Dreele (1989)	5.1554(1)	8.9448(2)	7.4048(2)	91.700(2)	104.862(1)	89.822(1)	329.893

Elektronová mikroskopie byla zaměřena především na mikroskopický charakter autigenních minerálů a na morfologii zirkonu. Bylo zjištěno, že studovaný tonstein obsahuje dominantní podíl kaolinitu v podobě oválných až sloupcovitých částic s nápadnou štěpností o délce do 0.4 mm a šířce maximálně 0.12 mm (průměrná velikost 0.11 × 0.65 mm - obr. 6A). Jen vzácně jde ale o typické

autigenní tzv. červíkovité agregáty kaolinitu (Dopita, Králík 1977). Ty mají charakter hypidiomorfně omezených, oválných nebo sloupcovitých částic, často pokrivených z důvodu růstové konkurence okolních krystalů. Štěpnost u nich probíhá kolmo ke směru protažení. Většina kaolinitových agregátů ve studovaných vzorcích vykazuje dokonalou štěpnost, která je zřetelně paralelní s protažením



Obr. 5 Pozice tonsteinu sloje 674 v některých důlních dílech karvinské dílní pánve. Důl ČSA je od roku 2015 součástí Důlního závodu 1. Důl A. Zápotocký byl v roce 1991 přejmenován na Důl Lazy a v současné době je také součástí Důlního závodu 1. Použité zkratky: u - uhlí, k h - hlušina, ph - prorostlá hlušina, pu - prorostlé uhlí, T - tonstein; čísla značí mocnosti jednotlivých poloh v centimetrech. Autoři profilů: A: P. Malínek 2017; B: M. Osovský 2017; C: M. Osovský 1982; E: J. Cvilink 1981.

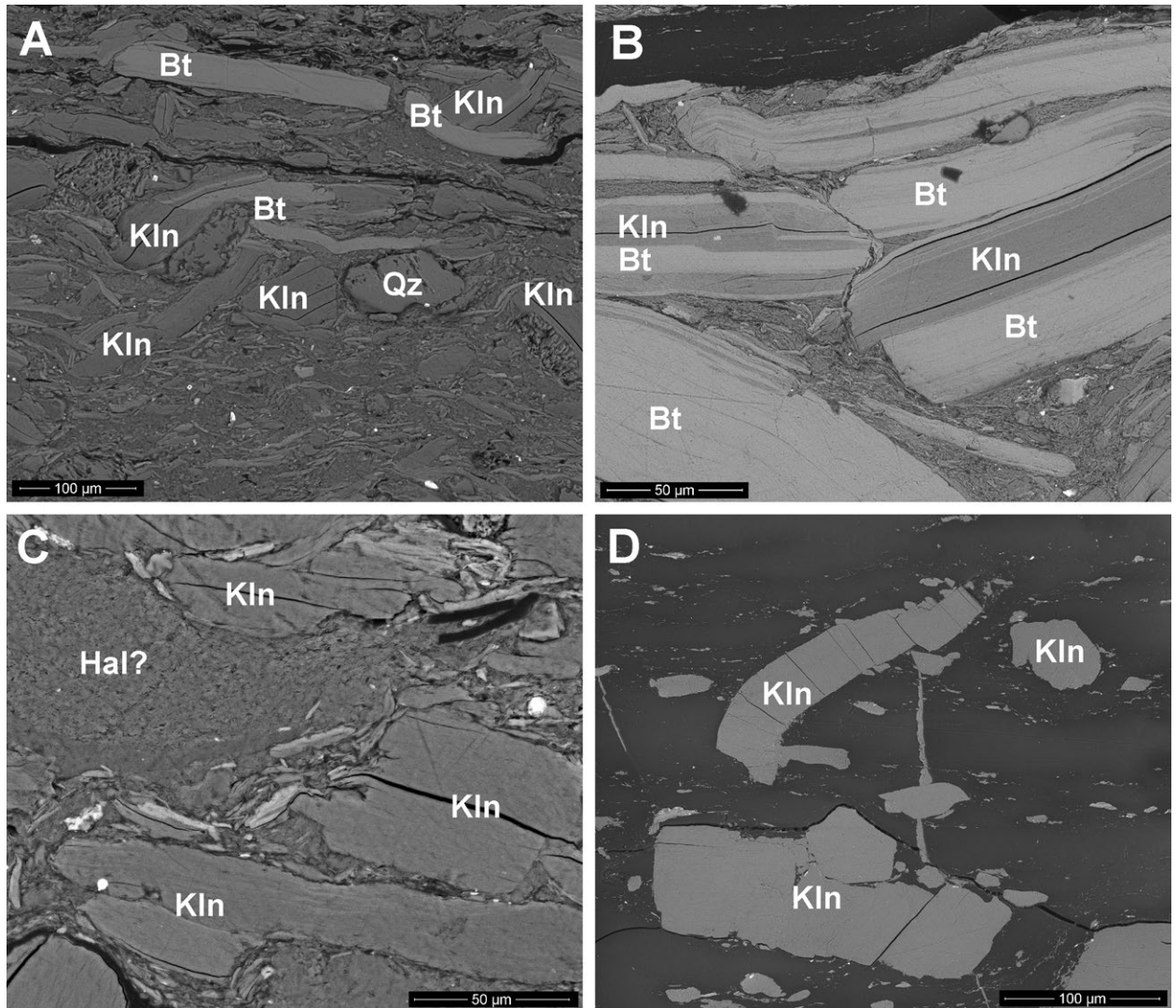
a částice hojně obsahují vložené, velmi tenké lamely se zvýšenou odrazností elektronů. Podle EDS mají lamely mírně zvýšený obsah Mg, Fe, obvykle i Ti a někdy také K. Tyto částice je potřeba proto chápat jako úplné, téměř úplné nebo i částečné pseudomorfozy po biotitu. Vzorok tonsteinu dále obsahují i příměs nealterovaného nebo jen slabě alterovaného biotitu, který bývá akumulován především v samostatných laminách (obr. 6B). Alterace biotitického minerálu neprobíhala výhradně směrem ke kaolinitu, ale lokálně také i směrem k illit-muskovitu. Kaolinitizaci biotitu v tonsteinech studoval například Králík (1971). Weiss et al (1992) uvádějí, že nealterovaný biotit je hojnou složkou všech typů tonsteinů OKR.

Pouze lokálně je možné mezi částicemi kaolinitu pozorovat základní hmotu, složenou z velmi jemnozrnných lupenitých částic (obr. 6C). Přítomnost nealterovaného, částečně až zcela alterovaného biotitu ve stejných vzorcích je jistě zajímavým zjištěním, které nemá zatím jednoznačnou interpretaci. Energiově disperzní mikroanalýzy kaolinitových částic i základní hmoty jsou prakticky identické a odpovídají kaolinitu. Zajímavá je příměs do

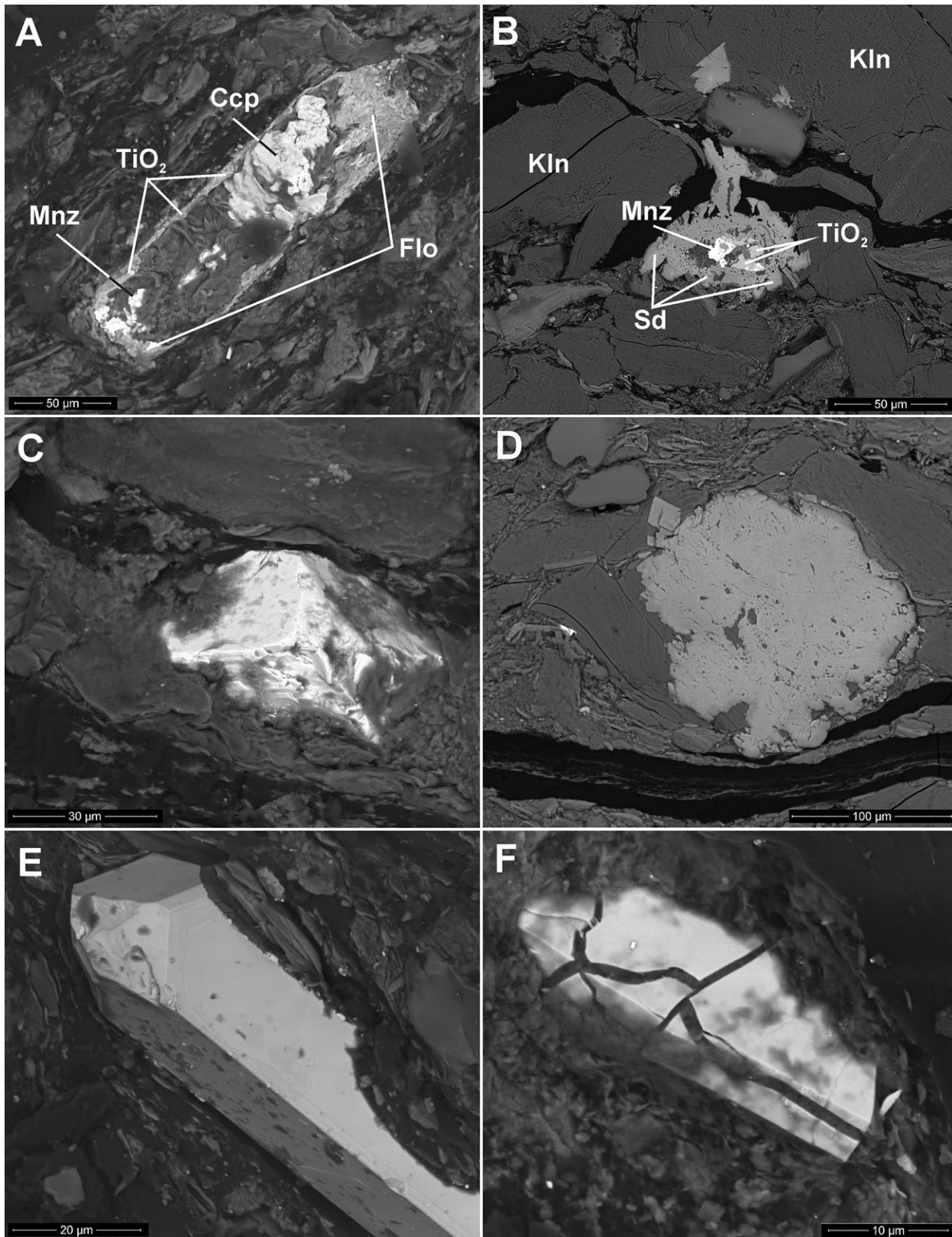
1 % K_2O u obou typů kaolinitu, která ukazuje, že kaolinit může obsahovat vložené slídkové vrstvy. Samostatné šupiny chloritu byly zjištěny jen vzácně.

Zajímavá je jen akcesorická přítomnost křemene (obr. 6A), který je typicky ostrohranný a střípkovitý jen občas. Z živců byl zjištěn jen relativně vzácný Ca-Na plagioklas, případně i čistý albit, ale draselné živce úplně chybí.

Další autigenní minerály jsou studovatelné lépe v těsném nadloží tonsteinu, v místech, kde postupně přechází do uhelné sloje. Omezení tonsteinu v podloží je výrazně ostřejší, prakticky bez autigenních složek. V těsném nadloží byly v uhelné hmotě zjištěny drobné závalky a útržky tvořené velmi jemnozrnnou kaolinitickou hmotou. Červíkovité útvary tam jsou jen vzácné, ale poněkud lépe vyvinuté (obr. 6D). Na tyto útržky kaolinitické hmoty jsou vázané velmi jemnozrnné impregnace a izolované částice minerálu ze skupiny TiO_2 (nejspíše anatas) o velikosti do 3 μm a částice Al-REE fosfátu, maximálně 4 μm velké. Tyto fosfátové částice jsou zřetelně lupenité. Z důvodu malých rozměrů, pouze akcesorické přítomnosti a častého zarůstání kaolinitického minerálu není možné provést



Obr. 6 Příklady základních minerálních fází v tonsteinu sloje 674, zobrazené pomocí zpětně odražených elektronů v SEM. A - základní hmota, obsahující částice biotitu (Bt) z větší části přeměněného na kaolinit (Kln) a zrna křemene (Qz); B - akumulace šupin biotitu (Bt) postižených částečnou kaolinizací (Kln, tmavší barva) postupující paralelně s plochami 001; C - sloupcovité agregáty kaolinitu (Kln), mezi nimiž se nachází velmi jemnozrnné lupenité agregáty kaolinitu nebo spíše halloysitu-7Å (Hal); D - červíkovité agregáty kaolinitu (Kln) z nadloží tonsteinové polohy obklopené uhelnou hmotou. Foto D. Matýsek 2017.



Obr. 7 Příklady akcesorických minerálních fází v tonsteinu sloje 674 zobrazené pomocí zpětně odražených elektronů v SEM. A - agregát minerálu blízkého florencitu-(Ce)(Flo) doprovázený chalkopyritem (Ccp), monazitem/rabdofánem?(Mnz) a minerálem skupiny TiO_2 v dutině biologického původu; B - agregát sideritu (Sd) s jádrem, tvořeným minerálem blízkým monazitu (Mnz) a minerálem skupiny TiO_2 v tabulkovitém kaolinu (Kln); C - zrno minerálu blízkého monazitu; D - kulovitý agregát Mg-bohatého sideritu; E - dlouze prizmatický krystal zirkonu; F - krystal zirkonu výrazně porušený nepravidelným systémem trhlin. Foto D. Matýšek 2017.

WDA kvantitativní mikroanalýzy. Semikvantitativní energeticky disperzní mikroanalýzy ukazují na dominanci Al, P, REE a dále obsahují detekovatelné obsahy Sr, Ba, Ca a Th. Z REE obvykle převažuje Ce, jen vzácně La, zjištěné jsou i obsahy Pr a Nd. Minerál patří velmi pravděpodobně do plumbogummitové skupiny a zřejmě se jedná o poměrně silně izomorfně substituovaný florencit-(Ce) - obr. 7A, výjimečně i florencit-(La). Kromě tohoto fosfátu Al-REE byl vzácně zjištěn i fosfát REE bez Al (zřejmě minerál skupiny monazitu nebo rabdofánu), který vytváří xenomorfní částice maximálně 5 µm velké (obr. 6B,C). Siderit je jen akcesorický a má podobu izometrických částic o průměru do 150 µm (obr. 6B,D), obvykle však výrazně menší. Obsahuje zřetelnou izomorfní příměs Mg. Sulfidy byly zjištěny jen velmi vzácně. Kromě částic pyritu byl zjištěn i chalkopyrit a galenit. Relativně hojně částice barytu o velikosti maximálně 2 µm jsou zřejmě hypergenního původu, neboť byly zjištěny jen na neupravených lomných plochách.

Zirkon je ve studovaných vzorcích poměrně hojnou akcesorií. Je výhradně idiomorfni a má podobu silně protažených sloupcovitých krystalů (obr. 6E). Jejich maximální délka dosahuje 80 µm a šířka okolo 10 µm. Zirkonové krystaly vykazují téměř vždy velmi jednoduché omezení (dvě prizmata a základní dipyráma). Znaky mechanického opracování zirkonů nebyly zjištěny. Zirkonové krystaly jsou ale často rozpuštěné (obr. 6F), mechanismus rozpuštění není zřejmý. Na povrchu mívají zirkony extrémně tenký, nesouvislý a neanalyzovatelný povlak fáze s vyšší odrazností elektronů. Zřejmě se jedná o exsoluci izomorfních příměsí.

Diskuse

Na základě zjištěných skutečností je možné studovaný tonstein přiřadit spíše k pseudomorfnímu nebo přechodnému typu. Oproti typickým pseudomorfním tonsteinům studované vzorky ale obsahují jen minimum základní hmoty a neobsahují dokonale zachovaný rostlinný materiál. Jak ve své monografii přiznávají i Dopita a Králík (1977), je odlišení autigenního kaolinitu od kaolinitových pseudomorfóz pomocí optických metod značně nespolehlivé. Pomocí elektronové mikroskopie je odlišení výrazně průkaznější. Podle výše uvedených autorů jsou pseudomorfní a přechodné typy tonsteinů známy pouze v ostravském souvrství, z vyšších stratigrafických jednotek uvádějí pouze krystalový typ.

Závěr

Tonstein sloje 674 spodních sušských vrstev je dalším důkazem relativně intenzivní distální vulkanické aktivity v průběhu sedimentace této vrstevní jednotky. Nové nálezy tonsteinu dokládají jeho podstatně větší plošný výskyt, než se původně předpokládalo. Tím se také zvětšují možnosti jeho využití k řešení geologie pánve. Složitý vývoj slojí 674, 658, 656, 652 a 651, jejich časté štěpení a vyklínování, klade značné nároky na geologickou službu při ražbě důlních děl i korelaci uhelných slojí. Výskyt uhelného tonsteinu ve sloji 674 proto může být vítanou pomůckou při řešení těchto problémů.

Díky obsahu vulkanogenních zirkonů je tento materiál potenciálně využitelný i pro stanovení izotopového stáří horizontu. Některé vulkanogenní horizonty karvinského souvrství již pro tyto účely byly využity, výsledky jsou v současné době připravovány k publikaci.

Poděkování

Vznik tohoto článku byl finančně podpořen grantovým projektem GA ČR 16-24062S a 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 dále děkují oběma recenzentům za připomínky, které vedly ke zvýšení kvality rukopisu.

Literatura

- BELIŠ Š, OSOVSKÝ M, MATÝSEK D, SÍVEK M, JIRÁSEK J (2015) Tonstein sloje 560 sedlových vrstev karvinského souvrství (česká část hornoslezské pánve). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 23: 171-181
- BISH D L, DREELE RB (1989) Rietveld refinement of non-hydrogen atomic positions in kaolinite. Clay Miner 37: 289-296
- DOPITA M (1959) Jednotný způsob označení uhelných slojí v ostravsko-karvinském revíru. MS, OKD
- DOPITA M. (1988) Sedlové vrstvy ostravsko-karvinského revíru. Doktorská disertační práce, VŠB Ostrava
- DOPITA M. (ed.) (1997) Geologie české části hornoslezské pánve. 1-280, Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha
- DOPITA M, KRÁLÍK J (1977) Uhlé tonsteiny ostravsko-karvinského revíru. 1-215, Ostravsko-karvinské doly, Ostrava
- DOPITA M, MARTINEC P, TOMIS L, HOCH I, MERENDA M (1997) Karvinské souvrství. In Dopita M (ed.): Geologie české části hornoslezské pánve. 87-113. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha
- DOPITA M, TOMIS L (1972) Identifikace slojí karvinského souvrství. In Havlena V, Pešek J, Spudil J (eds.): Sborník I. uhelně geologické konference katedry ložiskové geologie přírodovědecké fakulty Karlovy university v Praze, 33-40. Přírodovědecká fakulta UK, Praha
- GABZDYL W (1990) Charakterystyka petrograficzna tonsteinów GZW. Zesz nauk Politechn śląsk, Ser Gór 187: 7-24
- GASTALDO RA, PURKYŇOVÁ E, ŠIMŮNEK Z, SCHMITZ MD (2009) Ecological persistence in the Late Mississippian (Serpukhovian, Namurian A) megafloreal record of the Upper Silesian Basin, Czech Republic. Palaios 24: 336-350
- HAVLENA V (1982) The namurian deposits of the upper Silesian coal basin. Rozpr Čs Akad Věd, Ř mat přír Věd 92: 1-79
- HINCKLEY DN (1963) Variability in „crystallinity“ values among the kaolin deposits of the coastal plain of Georgia and South Carolina. Clay Clay Miner 11: 229-235
- HOLUB V, SKOČEK V, TOMŠÍK J (1968) Příspěvek do diskuse o pojmech jílovec - tonstein. Čas Slez Muz, Ser A, 17: 41-44
- HORÁK J, SÝKORA L, HOCH I, HEMZA P, FILÁK P, MARTINEC P, WEISS Z, CHMIELOVÁ M (1992) Tufogenní horizonty v OKR (katalog). 1-245, Důlní průzkum a bezpečnost, Paskov
- HUDEČEK M, SÍVEK M (1997) Nové poznatky o vývoji skupiny slojí Kazimíra (spodní sušské vrstvy) v dobývacím prostoru Dolu A. Zápotocký. Čas Slez Muz, Vědy přír 26: 139-147

- JOUSSEIN E, PETIT S, CHURCHMAN J, THENG B, RIGHI D, DELVAUX B (2005) Halloysite clay mineral - a review. *Clay Miner* 40: 383-426
- JURECZKA J (1988) Nowe dane o charakterystyce litostratigraficznej kontaktu serii paralicznej i górnośląskiej serii piaskowcowej karbonu zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. In Lipiarski I (ed.) XI Sympozjum Geologia formacji węglonośnych Polski, 41-46. Wydawnictwo AGH, Kraków
- KALVODA J, BÁBEK O, FATKA O, LEICHMANN J, MELICHAR R, NEHYBA S, ŠPAČEK P (2008) Brunovistulian terrane (Bohemian Massif, Central Europe) from late Proterozoic to late Paleozoic: a review. *Int J Earth Sci* 97: 497-518
- KOTAS A (1995) Lithostratigraphy and sedimentologic-paleogeographic development - Upper Silesian Coal Basin. *Prace Pan Inst geol* 148: 124-134
- KRÁLÍK J (1960) Příspěvek k výskytu a genezi tonsteinů v uhelných pánvích. *Sbor věd Prací Vys Šk báň v Ostravě, Ř horn-geol* 6: 775-828
- KRÁLÍK J (1971) Biotit ze zjilovělých tufů (tonsteinů) v jabloveckých slojích ostravsko-karvinského revíru a produkty jeho diagenetické přeměny. *Sbor věd Prací Vys šk báň v Ostravě, Ř horn-geol* 17: 31-47
- KUMPERA O, MARTINEC P (1995) The development of the Carboniferous accretionary wedge in the Moravian-Silesian Paleozoic Basin. *J Czech Geol Soc* 40: 47-64
- ŁAPOT W (1992) Zróżnicowanie petrograficzne tonsteinów Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. 1-110, Uniwersytet Śląski, Katowice
- ŁAPOT W (1994) Textures and chemistry of tonsteins from the Upper Silesian Coal Basin (GZW), Poland. *N Jb Geol Paläont Mh* 1: 41-53
- LE MAITRE RW (ed.) (2002) Igneous rocks. A classification and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, 2nd edition. 1-236, Cambridge University Press, Cambridge
- LIPIARSKI I (2011a) Tonsteiny z pokładu węgla 111 (warstwy libiąskiej; westfal D = astur) w okolicy Chrzanowa w GZW - informacja wstępna. In Kožušníková A, Konečný P (eds.) 8. česko-polská konference „Geologie uhelných pánví“, Documenta Geonica, 139-140. Ústav Geoniky AV ČR, Ostrava
- LIPIARSKI I (2011b) Kolekcja tonsteinów z pokładów węgla krakowskiej serii piaskowcowej z rejonu między Jaworzniem, Libiążem i Chrzanowem w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. In Kožušníková A, Konečný P (eds.) 8. česko-polská konference „Geologie uhelných pánví“, Documenta Geonica, 141-145. Ústav Geoniky AV ČR, Ostrava
- MARTINEC P (1997) Vulkanismus v pánvi. In Dopita M (ed.): Geologie české části hornoslezské pánve 153-159. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha
- MARTINEC P, HORÁK J (2013) Uhlené tonsteiny a K-bentonity (tufity) v porubských vrstvách ostravského souvrství v české části hornoslezské pánve (namur A, arnsberg). In Kožušníková A, Ruppenthalová L (eds.): 9. česko-polská konference „Geologie uhelných pánví“, Documenta Geonica, 57-68. Ústav Geoniky AV ČR, Ostrava.
- MENNING M, ALEKSEEV AS, CHUVASHOV BI, DAVYDOV VI, DEVUYST F-X, FORKE HC, GRUNT TA, HANCE L, HECKEL PH, IZOKH NG, JIN Y-G, JONES PJ, KOTLYAR GV, KOZUR HW, NEMYROVSKA TI, SCHNEIDER JW, WANG X-D, WEDDIGE K, WEYER D, WORK DM (2006) Global time scale and regional stratigraphic reference scales of Central and Western Europe, East Europe, Tethys, South China, and North America as used in the Devonian-Carboniferous-Permian Correlation Chart 2003 (DCP 2003). *Palaeogeogr Palaeoclimatol* 240: 318-372
- PLANÇON A, GIESE RF, SNYDER R (1988) The Hinckley index for kaolinities. *Clay Miner* 23: 249-260
- ROJÁKOVÁ T, MARTINEC P (2011) Nový tufogenní horizont sloje 124 - B8 ve spodních hrušovských vrstvách ostravského souvrství (namur A, stupeň pendle). In Kožušníková A, Konečný P (eds.) 8. česko-polská konference „Geologie uhelných pánví“, Documenta Geonica, 203-207. Ústav Geoniky AV ČR, Ostrava
- ŘEHOŘ F, ŘEHOŘOVÁ M (1972) Makrofauna uhlonosného karbonu československé části hornoslezské pánve. 1-136, Profil, Ostrava
- SCHÜLLER A (1951) Zur Nomenklatur und Genese der Tonsteine. *Neu Jb Mineral, Mh* 5: 97-109
- SPEARS DA (2012) The origin of tonsteins, an overview, and links with seatearths, fireclays and fragmental clay rocks. *Int J Coal Geol* 94: 22-31
- STARÝ J, SITENSKÝ I, MAŠEK D, HODKOVÁ T, VANĚČEK M, NOVÁK J, KAVINA P (eds.) (2016) Surovinové zdroje České republiky: Nerostné suroviny 2016. 1-412, Česká geologická služba, Praha
- UNRUG R, DEMBOWSKI Z (1971) Diastrophic and sedimentary evolution of the Moravia-Silesia Basin. *Rocz Pol Tow geol* 41: 118-168
- WEISS Z, BARONETT A, CHMIELOVÁ M (1992) Volcanoclastic minerals of some Czechoslovakian tonsteins and their alteration. *Clay Miner* 27: 269-282