

části železnohorského zlomu ovlivnily především existenci křídové deprese Dlouhé meze spolu s pohyby na zlomech v.-z. směru, které modelovaly reliéf křídý ve střední a jv. části. Mezi nejmladší tektonické poruchy patří patrně zlomy ve směru SV–JZ, postihující okraje křídý a sedimenty turonského stáří uvnitř deprese.

Závěr

V oblasti křídý Dlouhé meze bylo možné využít kvalitních výsledků detailního geologického mapování (CHKO Žďárské vrchy v měřítku 1 : 25 000) spolu s dříve provedenými vrtnými a geofyzikálními průzkumy, které jsou dobře zdokumentovány v databázích České geologické služby – Geofond. Pomocí moderního softwaru pro 3D modelování byl v rámci studie podloží české křídý (projekt výzkumného centra) vytvořen model reliéfu krystalinika pod křídovými sedimenty, který odráží tektonické pohyby v průběhu celého geologického vývoje oblasti. Kvalitní geofyzikální data přispěla k jeho zpřesnění a především napomohla spolu s vrtnou databází k vytvoření odkryté geologické mapy. Je sestavena v souladu s vymapovanými projevy na povrchu i geofyzikálním obrazem v tíhových a magnetických datech a odráží vztah hlavních geologických jednotek definovaných v rámci detailního geologického mapování Žďárských vrchů.

Literatura

- DĚDÁČEK, K. – DUDA, V. – JANÁK, F. – RÁČKOVÁ, H. – ŠALANSKÝ, K. – ŠTOVÍČKOVÁ, N. – VESELÝ, V. – ZABADAL, S. (1984): Letecký geofyzikální výzkum Železných hor a jejich širšího okolí. – MS Geofyzika Brno.
- DOLEŽAL, J. (1984): Geoelektrické měření na lokalitě Křížová – Radošín – Vojnův Městec. – MS Čes. geol. služba – Geofond, Praha.
- FROLKA, J. (1990): Geofyzikální měření na akci Dlouhá Mez – Blatnická kra. – MS Geofyzika Brno.
- HANÁK, J. – REJL, L. – PAVLÍK, I. – SEDLÁK, J. (1990): Komplexní interpretace geofyzikálních dat v širším okolí nasavrckého masivu. – MS Čes. geol. služba – Geofond, Praha.
- CHLUPÁČOVÁ, M. – ČEJCHANOVÁ, B. – ŠTOVÍČKOVÁ, N. (1977): Magnetické a radioaktivní vlastnosti plutonitů a paleovulkanitů Železných hor. – MS Geofyzika Brno.
- MÍSAŘ, Z., Ed. (1974): The Ransko gabbro-peridotite massif and its mineralization (Czechoslovakia). – Univ. Karl. Praha.
- NOVOTNÝ, M. – BROŽ, M. – HRUBCOVÁ, P. – HUBATKA, F. – KAROUSOVÁ, O. – RŮŽEK, B. – ŠPAČEK, P. – ŠPIČÁK, A. – ŠVANCARA, J. – ULÍČNÝ, D. (2005): Závěrečná zpráva za projekt č. VaV/630/3/02 SLICE - Seismic Lithospheric Investigation of Central Europe. – Geofyz. úst. Akad. věd Čes. republ. Praha.
- SEDLÁK, J. – HANÁK, J. – REJL, L. (1990): Gravimetrické mapování Železných hor (1 : 25 000) oblast Chrudim – Chotěboř – Hlinsko – Chrást. – MS Čes. geol. služba – Geofond, Praha.
- SEDLÁK, J. – ZABADAL, S. – MRLINA, J. – KREJČÍ, Z. – HANÁK, J. – SVOBODOVÁ, I. – LEICHMAN, J. – SCHULMANN, K. – LEXA, O. – HROUDA, F. (2004): Gravimetrické mapování České republiky 1 : 25 000 a jeho geologická interpretace. Oblast Žďárské vrchy – severovýchodní okraj třebešského masivu. – MS Čes. geol. služba, Praha.

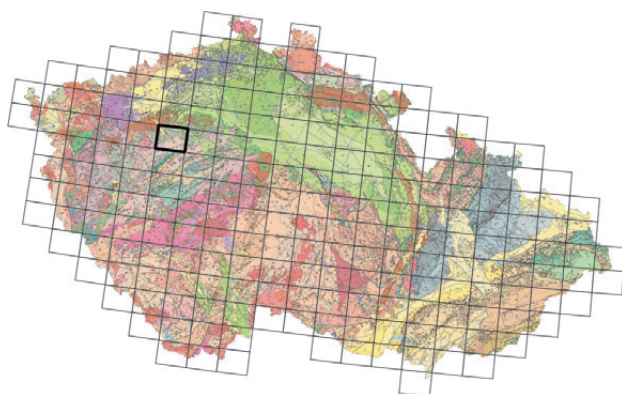
VULKANOKLASTIKA SVRCHNÍCH RADNICKÝCH VRSTEV MEZI LUBNOU A NOVÝM STRAŠECÍM

Volcaniclastic deposits of Upper Radnice Member between Lubná and Nové Strašecí

MARCELA STÁRKOVÁ – MARIE ADAMOVÁ

Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1

(12-14 Rakovník)



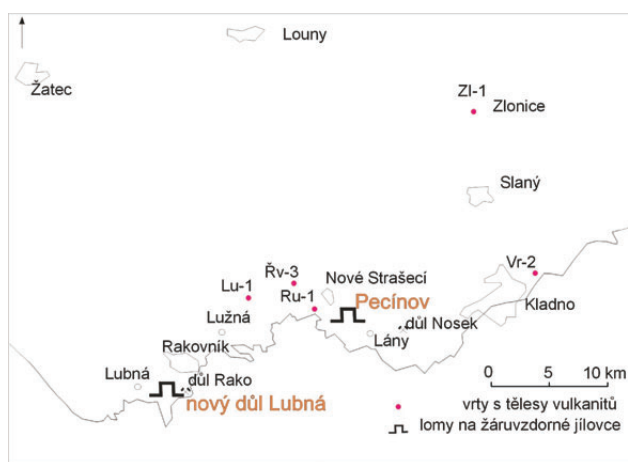
Key words: Carboniferous refractory raw materials, pyroclastics, volcanoclastics, sediments, crystal rich tuff, rhyolitic magma, petrography, geochemistry

Abstract: Refractory raw materials near Rakovník, at the southern margin of the Carboniferous Kladno-Rakovník Basin were stud-

ied in the opencast mines from the point of view of geochemistry and petrography. The origin of refractory raw materials are rhyolitic eruptions and sedimentary processes. Tuffs are fine grained pyroclastic and resedimented volcanoclastics with negative Eu anomalies and high contents of Th, U, Nb, Li, Be, Bi, Sn, Pb, Y and REE. Hg, Sb and Y content of refractory rocks in Pecínov is similar to Cambrian rhyolitic magma with Variscan mineralization.

Při jižním okraji kladensko-rakovnické permokarbonské pánve se nachází několik lokalit se záznamem vulkanosedimentární historie westphalu C, D.

Pozornost byla zaměřena na dvě významné lokality žáruvzrodných surovin v současnosti těžených v lomu Pecínov u Nového Strašecí a v novém povrchovém lomu mezi Lubnou a dolem Rako, kde se těží surovina hlubinně. Tyto žáruvzrodné suroviny, využívané především pro svůj vysoký obsah Al_2O_3 , jsou součástí vulkanosedimentárního sledu svrchní části bazálních vrstev sedimentace karbonu – svrchních radnických vrstev (PEŠEK et al. 2001). U Lubné se nachází typová lokalita tzv. lubenského horizontu, kde



Obr. 1. Činné lomy na žáruvzdorné suroviny při jižním okraji kladensko-rakovnické pánve a vrty, které zastihly polohy vulkanitů.

jsou ve vrstevním sledu poměrně mocných uhelných slojí zachovány pyroklastické a resedimentované vulkanoklastické horizonty. U Nového Strašecí nebyly ve svrchních radnických vrstvách tak příznivé podmínky pro vznik uhelných slojí, ale naopak se zde zachovaly relativně mocné uloženiny jílovců, prachovců, resedimentovaných vulkanoklastik a pyroklastik (jež tvoří laterálně i vertikálně proměnlivé ložiskové horizonty tzv. žáruvzdorných lupků v mocnosti od 10 do 30 m). Přesnější stratigrafická pozice v rámci lubenského horizontu – tedy korelace těchto dvou lokalit – je však zatím nevyjasněna.

Metody

Terénní výzkum byl doplněn mikroskopickým studiem výbrusů a vybrané vzorky byly studovány rastrovacím elektronovým mikroskopem CamScan CS 3200 v laboratoři České geologické služby.

Pro geochemické studium hornin mapované oblasti byly použity kompletní silikátové analýzy (tj. stanovení hlavních a minoritních složek), stanovení stopových prvků bylo provedeno metodami RFA, FAAS, HGAAS. Dále byly sledovány obsahy Hg a metodou ICP-OES stanoveny prvky vzácných zemin. Ve vybraných vzorcích bylo stanoveno mineralogické složení metodou *rtg.-difrakční fázové analýzy*. Veškeré laboratorní práce byly provedeny v laboratořích České geologické služby.

Dřívější výzkumy a současná terminologie

První doklady vulkanické činnosti na Rakovnicku uvádí např. KUŠTA (1881), který je popisuje jako „porfyrové tufy“. Podrobnější jsou již výzkumy ORLOVA (1942, 1945), který se zaměřuje na petrografii i genetickou interpretaci vulkanitů radnických vrstev. Novější poznatky z širšího okolí Rakovnicka na základě mikroskopického studia i chemických analýz jsou shrnuty v publikaci MAŠKA (1973), ve které rozeznává genezi žáruvzdorných surovin v této oblasti. Pyroklastika a jejich resedimentované ulože-

niny v různých stratigrafických úrovních označuje jako tufy a tufity.

V současnosti se označení tuf používá pouze jako zrnitostní označení pro jemně zrnitá pyroklastika. Od označení tufit se upouští. V minulosti se tento termín spojoval s označením pro přepracovaná vulkanoklastika v širším slova smyslu. V textu jsme použili modernější dělení vulkanoklastických hornin podle MCPHIE et al. (1993): 1. pyroklastika – označují uloženiny magmatických a freatomagmatických erupcí; 2. resedimentovaná (syneruptivní) vulkanoklastika – zahrnují resedimentované, rychle uložené, autoklastické i vulkanoklastické uloženiny. Třetí kategorii, kterou autoři (MCPHIE et al. 1993) v rámci skupiny vulkanoklastických hornin označují jako vulkanogenní sedimentární uloženiny, které jsou složeny ze směsi vulkanického a nevulkanického materiálu a uloženy mechanismem trakčního proudění, nahrazujeme kategorií klastických sedimentů. V těchto horninách vzhledem k velmi jemné frakci základní hmoty nerozlišujeme vulkanický materiál od nevulkanického.

Petrografická charakteristika hornin

Na bázi nově otevřeného lomu u Lubné je možno sledovat nejvýznamnější vulkanoklastickou polohu na této lokalitě v podloží uhelných slojí, jílovců, prachovců až jemně zrnitých pískovců i vulkanoklastik. Nese technické a ložiskové označení „Z tuf“, dosahuje zde mocnosti kolem 1 m. Její plošný výskyt byl již v minulosti ověřen z. směrem v bývalých dolech v okolí Lubné (Filip I, II, Ervín a Brant), na V dolem Rako I, II a severněji ležícím dolem 1. máj, odkud je MAŠKEM (1973) popisován jako tufit s úlomky vulkanického křemene. Kromě této významné polohy se mezi organickou bohatými sedimenty v původním rašeliništi zachovala řada tenčích o něco hruběji zrnitých poloh s vulkanickým materiálem (viz obr. 2 – A, B). Hlavní vulkanická poloha – „Z tuf“ (obr. 2 – C, D, E, F) – se v mikroskopu jeví jako krystaloklastický tuf, stejně jako světlá tenčí poloha v nadloží, která je však hruběji zrnitá a základní hmota více kaolinizovaná (obr. 2 – A, B). Krystaly v tufu jsou tvořeny většinou ostrohrannými křemeny, méně křemeny se zářivými živci. Místy jsou křemeny čiré, často i hnědě zbarvené. Často jsou makroskopicky pozorovatelné bipiramidální tvary krystalů křemene. Původní sklovitá základní hmota byla později devitifikována a kaolinizována. Poloha „Z tufu“ má laterálně proměnlivou složku matrixu a klastů (krystalů). V masivní hornině je zřetelná struktura s převahou základní hmoty (obr. 2 – C, D), která přechází do poloh s převahou klastů (obr. 2 – E, F). Kromě krystalů pocházejících z kyselého, fenokrysty bohatého zdrojového magmatu jsou v hornině patrné zirkony, často s pleochroickými dvůrkami, šupinky biotitu, úlomky polykrystalického křemene a litik (prachovců a drob). Významná je příměs rostlinné organické hmoty a diagenetického sideritu, dokumentujícího redukční prostředí uvnitř rašeliniště. Produkty působení huminových a fulvinových kyselin se místy projevují i ve zvýšené silicifikaci a kaolinizaci horniny.

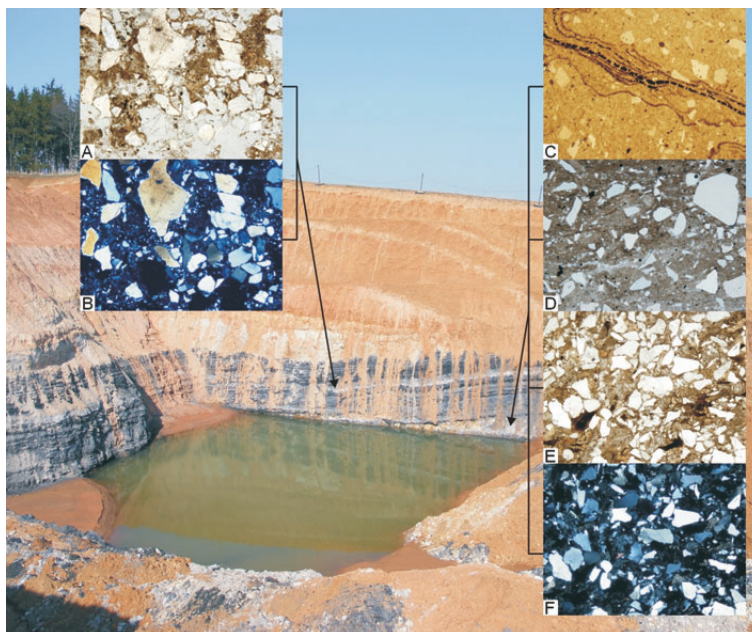
Žáruvzdorné horniny z další studované lokality, lomu

Pecínov, ležící od lomu v Lubné několik kilometrů na SV, jsou součástí hornin lubenského horizontu, který se však již neukládal v rašelinšti, ale v mělkém jezeru a patrně o něco později.

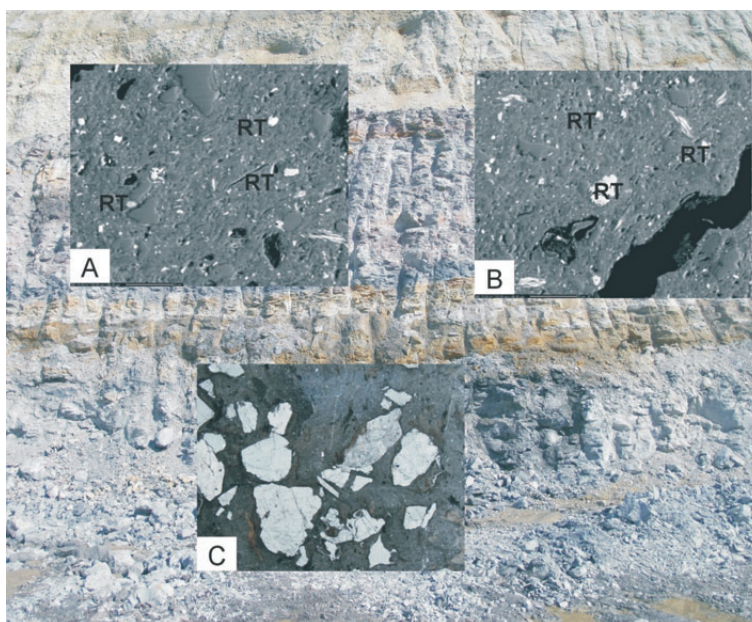
Ve vrstevním vulkanosedimentárním sledu hornin v Pecínově se střídají polohy resedimentovaných vulkanoklastik, alterovaných pyroklastik a sedimentů. Jsou zde především jemně zrnité horniny s větším či menším zastoupením vulkanické příměsi, s šedými, černošedými barvami a pastelovými odstíny červené až fialové barvy. Různé barvy hornin vyskytující se i v jednom litologickém sledu svědčí pro alteraci hornin při kolísání vodní hladiny a změně oxidačních a redukčních podmínek při sedimentaci a diagenézi (SCHROEDER et al. 2004). Geochemické poměry analyzovaných prvků ukazují u šedých jílovců a vulkanoklastik na redukční prostředí vzniku. Přítomnost hematitu a novotvořeného rutilu i pseudorutilu ve fialových až červených resedimentovaných vulkanoklastikách a v rozložených pyroklastikách jsou produktem zvýšených oxidačních podmínek při diagenézi hornin, kdy se uvolňovalo Fe z mřížky krystalů ilmenitu (obr. 3 – A, B). Alterace Ti minerálů vulkanického původu s odnosem Fe a jeho substituci v krystalové mřížce v oxidačním prostředí popisují SCHROEDER et al. (2004). Skvrnitost či proklouzané plošky sedimentu (slickensides), drobné sideritové a hematitové konkrce reprezentují patrně fosilní půdní horizonty v jílovcích, které sedimentovaly v období mezi spadem, popř. redepozicemi vulkanického materiálu jednotlivých erupcí.

Převládajícím jílovým minerálem žáruvzdorných surovin z lomu Pecínov je kaolinit, dále se vyskytuje illit a montmorillonit. Kaolinit jílovců není výrazněji uspořádan, vyplňuje mezerní prostory, místy má závalkovitou a mikrobekciovitou stavbu. Tabulkovité nebo krátce sloupcovité krystaly kaolinitu jsou pseudomorfozy po biotitu. V některých šedých jílovcích a prachovecích je rozptýlená organická substance v množství 1–2 % nebo zuhelnatělá rostlinná pletiva.

Pyroklastika lubenského horizontu v Pecínově jsou zastoupena polohami krystaloklastických tufů s krystaly křemenů a s kaolinitickou základní hmotou (obr. 3 – C). Jsou to pastelově zbarvené jemnozrné horniny s lasturnatým lomenem, kde kromě křemenů v kaolinitické základní hmotě bylo zjištěno i množství novotvořených rutilů (viz výše; obr. 3 – A, B), jež jsou dokladem pro TiO_2 původně vulkanického původu. Tyto horniny vznikly alterací produktů erupcí kyselého vulkanismu při působení teplejšího humidního klimatu. V některých částech vrstevního sledu jsou tyto horniny přepracované vodními splachy a toky, a proto je označujeme jako resedimento-



Obr. 2. Nový povrchový lom v uhelných slojích, klastických sedimentech a pyroklastikách lubenského horizontu radnických vrstev jv. od Lubné u Rakovníka. A, B – krystaloklastický tuf z nadloží žáruvzdorné suroviny; B – zkřížené nikoly; C, D – krystaloklastický tuf z polohy „Z tufu“ s podpůrnou strukturou kaolinitického matrixu; C – příměs organické rostlinné hmoty v tufu; E, F – krystaloklastický tuf z polohy „Z tufu“ s podpůrnou strukturou klastů (ostrohranných vulkanických křemenů); F – zkřížené nikoly. Zvětšení 10x.



Obr. 3. Výchoz resedimentovaných vulkanoklastik, pyroklastik a klastických sedimentů v západní části lomu Pecínov. A, B – snímek v BSE – bílá drobná zrna novotvořených rutilů (RT) a pseudorutilů v kaolinitickém matrixu rozložených pyroklastik; C – krystaloklastický tuf s křemennými krystaly vulkanického křemene, zvětšení 20x.

vaná vulkanoklastika. Toto zjištění je ve shodě s pozorováními a názorem MAŠKA (1973).

Geochemická charakteristika hornin

Z lubenského horizontu lomu Pecínov bylo vzhledem k předpokládané genetické rozmanitosti hornin (klastické

Tabulka 1. Obsahy oxidů hlavních a minoritních prvků (hmot. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	56,10	47,87	47,10	46,69	46,63	43,67	44,06	42,78	50,88	78,53	78,29
TiO ₂	1,17	0,94	1,20	1,07	1,16	1,28	0,97	1,53	0,76	0,10	0,24
Al ₂ O ₃	27,87	34,38	34,03	33,73	33,49	37,04	34,00	36,88	33,42	13,04	13,33
Fe ₂ O ₃	2,52	1,01	0,75	3,22	3,18	0,70	1,09	1,61	0,66	0,76	0,68
FeO	0,16	0,18	0,28	0,16	0,22	0,16	0,27	0,13	0,03	0,10	0,06
MnO	0,013	0,008	0,005	0,012	0,008	0,003	0,007	0,002	0,005	0,015	0,014
MgO	0,23	0,21	0,24	0,24	0,29	0,25	0,27	0,22	0,13	0,15	0,44
CaO	0,14	0,28	0,39	0,24	0,28	0,38	0,53	0,95	0,13	0,07	0,03
SrO	<0,005	0,020	0,036	0,027	0,035	0,167	0,023	0,117	0,021	<0,005	0,005
BaO	0,034	0,053	0,042	0,075	0,056	0,189	0,045	0,106	0,024	0,068	0,009
Li ₂ O	0,050	0,084	0,083	0,068	0,079	0,097	0,089	0,083	0,042	0,003	0,005
Na ₂ O	0,04	0,04	0,07	0,04	0,06	0,07	0,07	0,05	0,04	0,07	0,06
K ₂ O	1,36	0,82	0,91	1,01	1,36	0,89	1,12	0,68	0,48	4,26	3,52
P ₂ O ₅	0,035	0,127	0,149	0,151	0,171	0,525	0,121	0,737	0,113	0,022	0,035
CO ₂	0,01	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,13	0,05	0,03	<0,01	<0,01
C _{nekarb.}	0,040	0,456	1,203	0,029	0,084	0,112	2,717	0,022	0,155	0,015	0,006
F	0,059	0,061	0,057	0,063	0,062	0,064	0,059	0,091	0,046	0,066	0,155
S	0,006	0,012	0,035	<0,005	0,005	0,018	0,069	0,012	0,005	0,047	0,021
H ₂ O ⁺	9,40	12,21	12,45	11,88	11,74	12,93	12,70	12,89	12,10	2,16	2,49
H ₂ O ⁻	0,67	1,19	0,84	1,02	0,39	1,04	1,32	0,78	0,50	0,33	0,40
suma	99,91	99,98	99,90	99,76	99,87	99,63	99,66	99,71	99,56	99,81	99,79

Vysvětlivky k tabulkám:

1 – (db. M1/A1) tmavě šedé jílovce s vulkanickou příměsí, velký lom Pecínov; 2 – (db. M1/B) šedá resedimentovaná vulkanoklastika, velký lom Pecínov; 3 – (db. M1/B1) resedimentovaná vulkanoklastika s organickou příměsí, velký lom Pecínov; 4 – (db. M1/C) šedofialová až zelenošedá pyroklastika velký lom Pecínov; 5 – (db. M1/C1) šedofialová pyroklastika, velký lom Pecínov; 6 – (db. M3/A) světle šedá pyroklastika, malý lom Pecínov; 7 – (db. M3/A1) šedá vulkanoklastika, malý lom Pecínov; 8 – (db. M3/B) tmavočervená pyroklastika malý lom, Pecínov; 9 – (db. 324) „Z tuř“ z báze lomu u Lubné; 10 – (db. 3) ryolit spodního paleozoika, hájovna Fialka, j. od Lán; 11 – (db. 4) světle zelenavě šedý ryolit spodního paleozoika, Lánská obora, 1 km z. od hájovny Fialka

Laboratoř: Česká geologická služba; Geologický průzkum Ostrava, závod Brno; Geoindustria Praha (INAA); Geofyzika Brno (gama-spektrometrie). Dokumentační body listů 12-143 Rakovník a 12-144 Lány

sedimenty, resedimentovaná vulkanoklastika a pyroklastika vybráno několik vzorků (tab. 1 a 2, vzorky 1–8). Studované sedimenty i resedimentovaná vulkanoklastika se vyznačují enormně vysokou mineralogickou a chemickou zralostí, velmi nízkým podílem volného SiO₂ a alkálií, zejména Na₂O, dále CaO, MgO a vysokým množstvím vázané vody. Jde o silně kaolinizované horniny, v jejichž mineralogickém složení vedle malého množství křemene, event. i nějaké amorfní formy SiO₂ (převážně mezi 8 až 15 %) dominuje kaolinit (zhruba 75–80 %). Ve stopovém až velmi malém množství je přítomen slídivý minerál (ze skupiny illitu), Ti-minerál, někdy i hematit. V pyroklastikách (vz. 4, 6 a 8), která mají vyšší obsahy P₂O₅, Ba a Sr, byl rentgenovou difrakční fázovou analýzou zjištěn v malém množství minerál crandallit (bazický fosforečnan Al, Ca a Sr) a stopové množství apatitu (vz. 6 a 8). Crandallit se vyskytuje jako významný minerál např. v crandallitovém proplásku svrchní části mosteckého souvrství v chomutovské pánvi (ADAMOVA 2007). Skupina crandallitu zahrnuje minerály s obecným vzorcem AB₃(PO₄)₂(OH)₅ · H₂O, kde A může být obsazeno Ca

(crandallit), Ba (gorceixit), Sr (goyazit), vzácně Pb (plumbogummit), TR³⁺ (florencit) a Bi (waylandit). V pozici B se uplatňuje především Al, méně již Fe³⁺ (NOVÁK et al. 1993). Z chemických analýz námi odebraných hornin vyplývá, že jde o směs hlavních typů crandallitové skupiny, tj. crandallitu, gorceixitu a goyazitu, zvýšená koncentrace prvků vzácných zemin, Y, někdy i Pb a Bi indikuje pravděpodobnou přítomnost stopového množství ostatních minerálů skupiny crandallitu. Podle řady autorů (NOVÁK et al. 1993, COUFAL a MEJSTŘÍKOVÁ 1996, ADAMOVA 2007) vznikají minerály této skupiny při alteraci vulkanického sklovitého materiálu.

Hodnoty řady studovaných poměrů oxidů a prvků svědčí o materiálu kyselejší provenience a odpovídají podle literárních údajů (TAYLOR a McLENNAN 1985, WANG et al. 1986) granitovému až granodioritovému složení. Poměr K₂O/TiO₂, který je jedním z indikátorů přítomnosti vulkanického materiálu, se ve studovaných horninách pohybuje převážně pod hodnotou 1 a ukazuje na větší či menší podíl vulkanické příměsi. Nejnižší hodnoty, zjištěné u vzorků světle šedých lasturnatých (vz. 6) a tmavočervených py-

Tabulka 2. Obsahy stopových prvků v horninách (ppm)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ag	<0,8 [^]	<0,8 [^]	<0,8 [^]	<0,8 [^]	<0,8 [^]	<0,8 [^]	<0,8 [^]	<0,8 [^]	<0,8 [^]	<0,8 [^]	<0,8 [^]
As	0,69#	0,94#	0,33#	0,45#	0,44#	<0,1#	0,33 [^]	<0,1#	<0,1#	5,95#	4,94#
Ba	305	475	380	675	500	1700	405	950	215	609	80
Be	6,9 [^]	15,4 [^]	17,4 [^]	8,9 [^]	11,5 [^]	14,2 [^]	33,8 [^]	10,5 [^]	7,1 [^]	2,9 [^]	3,8 [^]
Bi	0,24#	0,78#	1,36#	0,34#	0,85#	0,85#	0,51#	0,43#	1,23#	0,17#	0,34#
Co	<5 [^]	10 [^]	9 [^]	6 [^]	8 [^]	14 [^]	19 [^]	15 [^]	<5 [^]	<5 [^]	<5 [^]
Cr	36	47	67	45	63	62	74	110	29	3	30
Cs	29 [^]	26 [^]	20 [^]	33 [^]	17 [^]	25 [^]	14 [^]	24 [^]	10 [^]	<10 [^]	<10 [^]
Cu	12	22	48	10	9	14	129	17	42	12	7
Hg	0,496	2,152	5,214	0,046	0,032	0,170	1,666	0,089	0,091	0,448	1,298
Mo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Nb	26	23	28	22	25	30	23	30	48	15	13
Ni	17	54	40	24	40	109	84	107	28	9	7
Pb	13	56	50	49	41	62	49	31	84	12	7
Rb	75	59	63	82	111	72	75	64	31	152	142
Sb	13,31#	2,86#	2,66#	8,13#	7,60#	1,63#	1,59#	0,49#	0,23#	6,98#	12,47#
Sc	<10 [^]	19 [^]	15 [^]	12 [^]	15 [^]	<10 [^]	25 [^]	16 [^]	14 [^]	<10 [^]	<10 [^]
Sn	<2	7	14	4	6	8	8	2	28	4	<2
Sr	34	156	315	241	308	1199	196	902	188	3	14
Th	17	34	31	25	22	35	27	31	87	19	19
Ti	7030	5650	7200	6450	7000	7700	5850	9200	4600	600	1450
U	6	16	14	8	7	6	17	4	20	9	7
V	90	111	174	78	95	75	141	124	59	<2	15
Y	32	285	73	50	67	101	186	113	102	68	66
Zn	49	60	63	58	75	83	116	94	31	18	14
Zr	150	101	133	121	118	363	119	357	370	200	218
La	15,9	54,9	82,5	62,5	81,5	107,6	77,6	62,3	125,9	11,8	37,1
Ce	30,5	100,2	163,8	128,8	156,7	209,8	152,8	126,9	214,4	30,4	78,1
Pr	2,9	11,5	16,7	15,7	19,2	27,2	18,5	16,3	32,9	6,2	10,1
Nd	12,5	36,2	58,0	60,8	73,9	101,6	57,0	60,3	103,8	16,8	38,5
Sm	2,86	9,90	12,18	14,19	18,39	24,68	15,05	15,97	26,11	5,94	10,05
Eu	0,40	2,58	1,78	2,15	2,76	4,21	2,88	3,05	1,88	0,26	2,39
Gd	3,79	20,32	9,84	10,55	14,24	21,30	19,04	19,62	21,27	8,63	11,14
Tb	0,88	4,50	2,46	1,59	2,50	3,51	4,79	3,51	4,66	1,76	1,60
Dy	5,28	38,29	11,46	9,77	11,76	18,32	28,14	20,02	19,13	12,11	11,21
Ho	0,71	8,72	3,19	1,97	3,15	4,07	6,13	3,95	4,49	1,91	2,07
Er	2,89	22,24	6,18	3,63	5,48	6,46	15,17	7,86	9,74	5,79	6,72
Tm	0,68	3,90	1,03	0,73	0,85	1,34	2,29	1,38	1,38	1,22	1,11
Yb	3,86	22,22	7,08	4,59	6,07	8,32	15,97	7,78	11,31	7,18	6,56
Lu	0,57	3,12	1,03	0,65	0,88	1,17	2,23	1,10	1,70	1,15	1,0

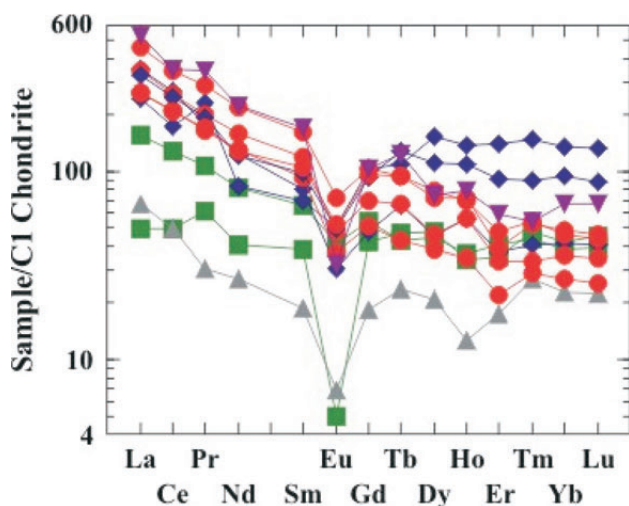
Analytické metody: RFA, [^] FAAS, # HGAAS

roklastik (vz. 8), potvrzují vulkanický původ materiálu horniny. Nízké hodnoty Cr/V (pod 1) odpovídají redukčnímu charakteru prostředí v době sedimentace.

Téměř všechny horniny mají zvýšené až anomální koncentrace celé řady prvků, především Li, Sb a Hg, dále Be,

Bi, Cs, Pb, Sn, Th, U, Y a prvků vzácných zemin (REE), často se zřetelným obohacením o těžké prvky vzácných zemin (HREE), zejména u dvou vzorků resedimentovaných vulkanoklastických hornin (obr. 4, vz. 2 a 7).

Z lomu Lubná byla analyzovaná součást ložiskové polohy



Obr. 4. Diagram distribuce REE v paleozoických horninách. ▼ – tuf (Lubná, vz. 9), ● – pyroklastika z lomu Pecínov (vz. 4, 5, 6, 8), ◆ – resedimentované vulkanoklastické sedimenty (vz. 2, 3, 7), ▲ – sediment (vz. 1), ■ – spodnopaleozoické ryolity (vz. 10, 11).

na bázi lomu označovaná jako „Z tuf“ (vz. 9). Hornina je kaolinizovaná, je to mineralogicky i chemicky velmi zralý materiál. Vysoké hodnoty sledovaných poměrů Zr/TiO_2^* , Zr/Rb , Th/Yb a nízké hodnoty Ti/Nb , K_2O/TiO_2 , V/Zr , Ti/Zr , La/Th a výrazná negativní Eu anomálie (Eu/Eu^*) odrážejí kyselý charakter horniny. Tento tuf má zvýšené obsahy Be, Nb, Pb, Li, Bi, Cs, Zr a vysoké koncentrace Th, U, Sn, Y a REE.

Vzorky reprezentující starší ryolitový vulkanismus (spodního paleozoika křivoklátsko-rokycanského pásma), odebrané v rámci mapování v širším okolí Rakovníka, se uplatnily jako srovnávací materiál pro námi blíže studované vulkanické produkty kyselého magmatismu ze svrchního paleozoika. Tyto studované kyselé vulkanické horniny (tab. 1, 2 – vz. 10, 11) patří mezi subalkalické horniny a hodnotami parametrů A/CNK a A/NK (podle CLARKA 1992) odpovídají peraluminiovému typu. V klasifikačních diagramech (LE BAS et al. 1986, WINCHESTER a FLOYD 1977) spadají do pole ryolitů. Světlý ryolit (vz. 10) má velmi nízké obsahy Ti a zejména REE při relativně vysokém obohacení těžkými prvky vzácných zemin (HREE) a velmi výrazné negativní Eu anomálii. To je patrné z hodnot poměrů La_N/Yb_N , La_N/Sm_N , Eu/Eu^* (ADAMOVIČ 2007, tab. 5-3 a obr. 5-9). Studované ryolity obsahují vyšší až vysoké koncentrace Sb, horniny z lokality Fialka (vz. 10, 11) navíc zvýšená množství Hg, As a U při velmi nízkých obsazích celé řady stopových prvků, zejména Sr, Cu, V a Ti.

Diskuse

Pyroklastika mohou být před uložením transportována pyroklastickými proudy nebo vzduchem v suspenzi, ze které pak vypadávají. Posledně jmenované napadané tufy jsou většinou plošně rozsáhlé polohy malých (centimetrových až decimetrových) mocností, dobře vytríděné, s podpůrnou strukturou klastů (CAS a WRIGHT 1987). Nové poznatky ze

stratigraficky blízkého tufu tzv. „bělky“ však ukazují, že výjimečně může i napadaný tuf pliniovské erupce mít strukturu s převažujícím matrixem (RAPPRICH – OPLUSTIL – HOFFMAN 2007).

V tufech lubenského horizontu zatím nebyly nalezeny žádné jasné doklady pro genezi uloženin horizontů jemného popela, např. akreční lapilli. Tuf u Lubné je navíc místy poměrně mocný (až 1 m) a jeho vytríděnost není dokonalá. Struktura s převahou klastů se laterálně mění ve strukturu s převahou základní hmoty. Častá příměs drobných litických klastů, nedokonalé vytrídění a místy převaha základní hmoty nad klasty v hornině tufu od Lubné – to vše by mohlo svědčit i pro uložení pyroklastického materiálu mechanismem pyroklastického proudu.

Pyroklastika v Pecínově podlehlá silné alteraci, takže strukturální znaky horniny nejsou jasně viditelné.

Předpokládaná centra svrchnokarbonského vulkanismu mohou mít souvislost s vulkanickými polohami nalezenými ve vrtech u Lužné (Lu-1) a Řevničova (Řv-3 a Ru-1), situovaných jz. od Nového Strašecí (viz obr. 1). Detailní popis a genetické zařazení těchto těles je však nedostatečné pro určení jednoznačné souvislosti s vulkanickými produkty žáruvzdorných surovin. Nápadné je však u hornin z lomu Pecínov obohacení o prvky Hg, Sb a Y, stejně jako v ryolitech spodního paleozoika situovaných na J od lokality Pecínov u Lánské obory. Zvýšené až anomální obsahy Hg, Sb, Y a do určité míry i U v horninách lubenského horizontu v lomu Pecínov tak souvisejí patrně s aktivovanou tektonickou, hydrotermální (event. vulkanickou činností) na starších kadomských tektonických liniích, podle kterých vystupovala již ve svrchním kambriu ryolitová magmata (VOREL et al. 2007) a jež jsou nositeli variského Hg zrudnění (srov. vz. 9, 10).

Závěry

Geneze hornin využívaných jako žáruvzdorné suroviny je na Rakovnicku spojena prokazatelně se svrchnokarbonskými sopečnými erupcemi kyselého složení, což vyplývá především z vysoké negativní Eu anomálie u studovaných vzorků.

Rekrystalizaci vulkanického materiálu dokládají minerály crandallitové skupiny identifikované z několika vzorků z lomu Pecínov (ADAMOVIČ 2007).

Také zvýšené až anomální koncentrace Th, U, Nb, Li, Be, Bi, Sn, Pb, Y a REE v převážně většině pyroklastik, resedimentovaných vulkanoklastik i sedimentů lze dát do souvislosti s přínosem vulkanického materiálu do sedimentační pánve v době sedimentace hornin lubenského horizontu. Projev oxidačních podmínek po uložení vulkanického materiálu dokládají hojně novotvořené rutily v kaolinizovaných tufech. Tyto polohy červeně a šedočerveně zbarvených žáruvzdorných hornin v lomu Pecínov byly MAŠKEM (1973) považovány za přeplavený materiál ze zvětralých proterozoických sedimentů při okraji pánve.

Výzkum byl proveden v rámci úkolu 6203 Regionální geologické mapování CHKO Křivoklátsko.

Literatura

- ADAMOVIČ, M. (2007): Geochemie. Geochemická charakteristika horninových komplexů. In: STÁRKOVÁ, M. et al.: Textové vysvětlivky ke geologické mapě 1 : 25 000, list 12-144 Lány. – MS Čes. geol. služba, Praha.
- CAS, J. W. – WRIGHT, R. A. F. (1987): Volcanic successions, modern and ancient; a geological approach to processes, products and successions. – Allen and Ulvin. London.
- CLARKE, D. B. (1992): Granitoid rocks. – Chapman-Hall. London.
- COUFAL, P. – MEJSTŘÍKOVÁ, L. (1996): Unikátní barium-stronciová mineralizace na lokalitách DNT. – Zprav. hnědé Uhlí, 1/96, 41–50.
- KUŠTA, J. (1881): Über das geologische Niveau des Steinkohlenflötzes von Lubná bei Rakonitz. – Sitz-Ber. Kön. Böhm. Gesell. Wiss. Prag.
- LE BAS, M. J. – LE MAITRE, R. W. – STRECKEISEN, A. – ZANETTIN, B. (1986): A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. – J. Petrol., 27, 745–750.
- MAŠEK, J. (1973): Vulkanické produkty středoečeského karbonu. – Sbor. geol. Věd, Geol., 24, 73–104.
- MAŠEK, J. – KOLLERT, A. (1969): Ložiska karbonských žárudzdorných jílovců u Nového Strašecí. – Sbor. geol. Věd, ložisk. Geol., 10.
- MCPHIE, J. – DOYLE, M. – ALLEN, R. (1993): Volcanic textures. – Centre for Ore Deposits and Exploration Studies, Univ. of Tasmania.
- NOVÁK, F. – PEKÁRKOVÁ, R. – ŠEVČŮ, J. (1993): Bariem bohatý crandallit z dolu Nástup Tušimice (severočeská hnědouhelná pánev). – Věst. Čes. geol. Úst., 68, 2, 53–57.
- ORLOV, A. (1942): O rakovnickém karbonu. – Zpr. geol. Úst. Čechy Mor., 18, 187–218.
- ORLOV, A. (1945): Kaolinické jílovce (lupky) středoečeských kamenouhelných pánví. – Rozpr. Čes. Akad. Věd Umění, Tř. II, 54, 14.
- PEŠEK, J. et al. (2001): Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky. – Čes. geol. úst. Praha.
- RAPPRICH, V. – OPLUŠTIL, S. – HOFFMAN, U. (2007): Textures of pyroclastic fall-out deposited through dense vegetation – a case study from the Radnice basin (Upper Carboniferous, Western Bohemia). – Acta Mus. Turnov. (Vents 2007 Abstracts and excursion guide), 23.
- SCHROEDER, P. A. – PRUETT, R. J. – MELEAR, N. D. (2004): Crystal-chemical changes in an oxidative weathering front in a Georgia kaolin deposit. – Clays and Clay Miner., 52, 2, 21–220.
- TAYLOR, S. R. – MCLENNAN, S. M. (1985): The continental crust: its composition and evolution. – Blackwell, Oxford.
- VOREL, T. et al. (2007): Vysvětlivky k základní geologické mapě 1 : 25 000, list 12-322 Hudlice. – MS Čes. geol. služba, Praha.
- WANG, Y. L. – LIU, Y. G. – SCHMITT, R. A. (1986): Rare earth element geochemistry of South Atlantic deep sea sediments: Ce anomaly change at ~ 54 My. – Geochim. cosmochim. Acta, 50, 1337–1355.
- WINCHESTER, J. A. – FLOYD, P. A. (1977): Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. – Chem. Geol., 20, 325–343.

TEKTONICKÉ PORUŠENÍ ORDOVIKU V TUNELECH NOVÉHO SPOJENÍ V PRAZE 3 (VRCH VÍTKOV)

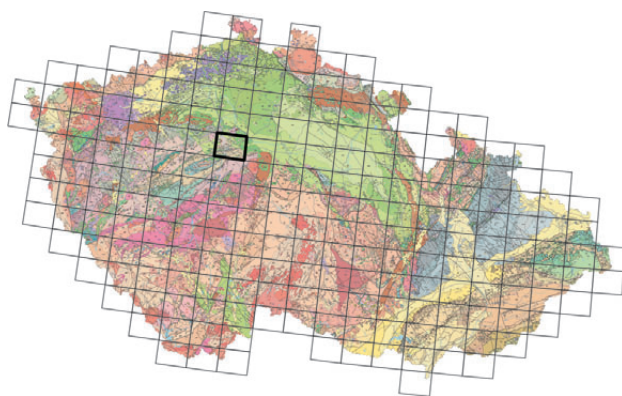
Tectonic deformation of the Ordovician in the New Connection tunnels in Prague 3 (Vítkov Hill)

EDUARD STRAKA¹ – PAVEL RÖHLICH²

¹ *Stavební geologie Geotechnika, a. s., Geologická 4, 152 00 Praha 5*

² *Pod Lysinami 23, 147 00 Praha 4*

(12-24 Praha)



Key words: Barrandian area, Ordovician, tectonics

Abstract: The construction of railway tunnels of the Prague New Connection gave an opportunity to study tectonics of the Ordovician strata within the Vítkov Hill (Prague 3). The Šárka and Dobrotivá formations (shales, siltstones, quartzites) in the S vicinity of the prominent Prague Fault are folded and faulted. A steep strike fault (δ1) adjoining the Prague Fault is accompanied by diagonally oriented folds (possible drag folds). The intricate

structure is due to the polyphase tectonic development during the Variscan tectogenesis.

V letech 2005–2006 byly jako součást stavby Nového spojení v Praze proráženy dva paralelní železniční tunely pod vrchem Vítkov. Trasy tunelů jsou vedeny přibližně v ose hřbetu Vítkova, v délce 1316 m (z toho 1150 m raženo) pro severní tunel a 1365 m pro jižní tunel (1250 m raženo). Ražba probíhala převážně od V k Z, úpadně ve sklonu 0,33 %. Další technická data najdou zájemci v časopisu Tunel (GRAMBLIČKA 2006).

První z autorů této zprávy se podílel na geotechnickém monitoringu ražby tunelů, prováděném Stavební geologií Geotechnikou. Svá pozorování a jejich grafickou dokumentaci konzultoval s druhým autorem, který se geologií pražského ordoviku zabýval už v 50. letech minulého století i nověji. K napsání této zprávy nás vedlo několik okolností: 1. Ražba vítkovských tunelů byla jedinečnou příležitostí ke studiu jednoho z kritických úseků pražského ordoviku – v blízkosti pražského zlomu. 2. Tektonické poměry ordoviku na trase tunelu se ukázaly složitější, než byly prezentovány v dosavadních pracích. 3. Tektonika pražské pánve, jejíž převážnou částí je ordovik, je v současné době předmětem diskusí, v nichž je přetřásána i problematika pražského zlomu (KNÍŽEK – MELIČAR 2007).