

geology, petrophysics and ore potential. – Sbor. geol. Věd, ložisk. Geol. Mineral 31, 97–127.

LE BAS, M. (2007): Igneous rock classification revisited 4: Lamprophyres. – Geol. Today, 23, 4, 167–168.

ORLOV, A. (1928): Amfibolovec od Petrovic u Rakovníka a spessartit od Tejšovic. – Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd, 16, 1–24.

PAUK, F. (1936): O produktech magmatické diferenciacie intrusivních hornin na Plassku. – Věda přír., 17, 184–188.

ROCK, N. M. S. (1991): Lamprophyres. – 285 str. Blackie and Son Ltd., Glasgow and London.

SLAVÍK, F. (1902): Příspěvek k poznání vyvřelin středočeského praekambria. – Rozpr. Čes. Akad. Věd Slovesn. Umění, Tř. II, č. 4, 1–32.

ULRYCH, J. – CIMBÁLNÍKOVÁ, A. – FIALA, J. – KASPAR, P. – LANG, M. – MINÁŘIK, L. – PALIVCOVÁ, M. – PIVEC, E. (1976): Petrology of the Petrovice melagabbro. – Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd, 86, 9, 1–57.

Produkty mělkomořského vulkanismu dokumentované v lomu Zaječov (Barrandien, svrchní kambrium–spodní ordovik)

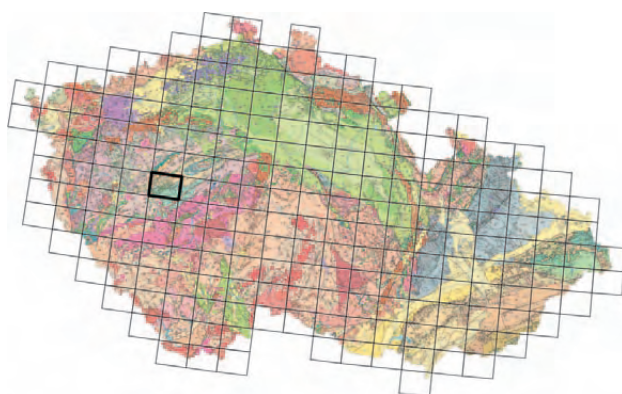
Deposits of shallow-marine volcanic activity documented in the Zaječov quarry (Barrandian, Late Cambrian–Early Ordovician)

JITKA MACHALOVÁ¹ – VLADISLAV RAPPRICH² – TOMÁŠ HROCH^{1,2}

¹ Ústav geologie a paleontologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Albertov 6, 128 43 Praha 2

² Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1

(12-34 Hořovice)



Key words: Early Palaeozoic, Barrandian, volcanism, hyaloclastics

Abstract: Documentation of Lower-Palaeozoic volcanic rocks exposed in the Zaječov operating quarry (central Barrandian) has shown variety of volcanic and sedimentary processes. Most of basaltic to trachydacitic lavas display signs of magma-water interactions and they are interbedded with hyaloclastic material sedimented as turbidity currents- or debris flows respectively. Pyroclastic deposits consisting of mixture of hyaloclasts and accretionary lapilli argue for shallow water (first tens of meters) eruptions. Some lava facies appear to be emplaced under subaerial conditions.

Oblast Barrandienu má významnou pozici ve vývoji evropské, ale i světové geologie a paleontologie. Již po dvě století se výzkumy omezovaly téměř výhradně na stratigrafii a paleontologii a přestože vulkanismus hrál významnou roli ve staropaleozoickém vývoji Barrandienu, jeho studiu a interpretaci nebyla dosud věnována náležitá pozornost. Výjimku tvoří informace zaměřené na petrografii a chemické složení vulkanických hornin (např. Fiala 1971; Šindelářová 1982; Waldhausrová in litogeochemická databáze

ČGS). Fiala (1971) právě ve vulkanitech Barrandienu mezi prvními ve světě identifikoval vulkanoklastický materiál (tzv. granuláty), produkovaný interakcí láv s vodou. Jeho poznatky však bohužel nebyly publikovány na mezinárodní úrovni, a proto značně zapadly v zapomnění. Několik dalších prací bylo zaměřeno na kambrické vulkanity Křivoklátska; jejich přehled uvádí např. Hradecký (2008). Vulkanické horniny z této oblasti jsou však vzdálené námi studované oblasti svým stylem, složením i pozicí, proto se jim zde více nevěnujeme.

Strašický vulkanický komplex je významný sled subaerických dacitů, andezitů, bazaltů a pyroklastik svrchnokambrického stáří, vázaný na komárovské zlomové pásmo při jv. okraji pražské pánve. Stratigrafická pozice svrchnokambrických vulkanitů není dosud jednoznačně potvrzena moderními analýzami. Stáří v křivoklátsko-rokycanském stanovil Vidal et al. (1975) na $474 \pm 4,7$ Ma (Rb/Sr metoda – po přepočtení 490 Ma) a nověji Drost et al. (2004) na 499 Ma (zirkony). Havlíček a Šnajdr (1957) uvádějí doznívající vulkanickou aktivitu křivoklátsko-rokycanského pásma ještě v llanvirnu.

Na produkty andezito-ryolitového subaerického vulkanismu navazuje během spodního ordoviku bazaltový a později olivinito-bazaltový vulkanismus komárovského vulkanického komplexu, jehož aktivita byla spjata s extenzí pražské pánve.

Náš výzkum byl zaměřen na studium vulkanických hornin odkrytých činným lomem v Zaječově, jejich petrografickou a vulkanologickou charakteristiku, magmatický a vulkanický vývoj a interakce magmat s okolním prostředím. Jedním z impulsů pro detailní studium této lokality bylo zjištění hojného vulkanogenního materiálu v sedimentech na blízkých lokalitách třenicového souvrství (Hroch et al. 2008).

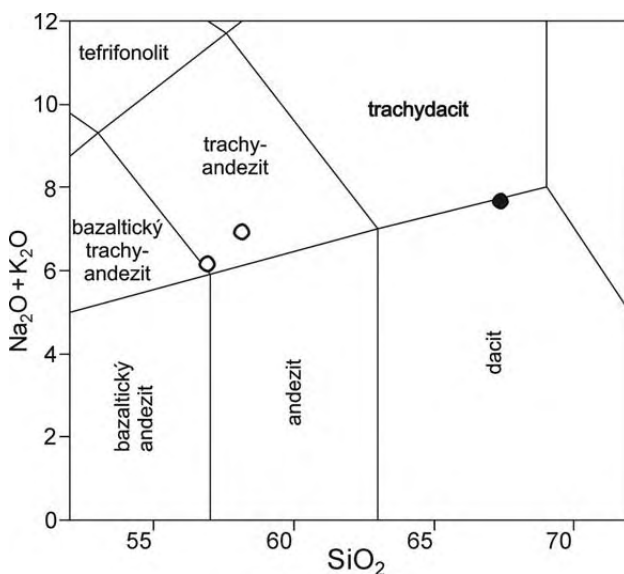
Při dokumentaci sukcese vulkanických hornin byly severní a jižní lomová stěna zpracovávány samostatně, neboť středem lomu probíhá zlomová linie a horniny vykazují i faciální odlišnosti, což komplikuje vzájemnou korelaci



Obr. 1. Panoramatiký snímek severní části lomu v Zaječově (západ je vlevo).



Obr. 2. Detailní pohled na polštáře trachyandezitové lávy lemované rozloženým sklem.



Obr. 3. Detail diagramu TAS (Le Bas et al. 1986) s nově analyzovanými horninami z lomu Zaječov. i – trachydacit (poloha S2), j – bazalty až trachyandezity (poloha S6 a její ekvivalent v blízkosti jižní stěny).

obou částí lomu. Úklon celé sukcese odpovídá generelnímu úklonu oblasti k SZ.

Sukcesi odkrytou na s. stěně lomu (obr. 1) zde popisujeme od V k Z, tedy směrem do nadloží.

Polohu S1 tvoří trachydacit (napravo od S2 na obr. 1), intenzivně karbonatizovaný s výraznou trachytickou strukturou s pseudomorfózami po plagioklasech (1 mm), obklopenými jemnozrnnou základní hmotou tvořenou také převážně rozloženým živcem. Ve svrchní části přechází láva trachydacitu do polštářových facií. Lemy jednotlivých polštářů vykazují znaky prudkého schlazení dokumentované přítomností rozloženého vulkanického skla (obr. 2). Sklo je zčásti zjílovatělé a zčásti chloritizované. Proces zjílovatění patrně následoval bezprostředně po hyaloklastéze, zatímco chloritizace nastala až mnohem později. Pozdější chloritizaci dokládá hojná přítomnost úlomků skel v pískovcích třenicového souvrství, kde skla sedimentovala ještě nepostižená chloritizací a alterací prodělala až po uložení.

Na lávě trachydacitu S1 spočívá láva jemnozrnného trachydacitu S2 (obr. 3) s výrazně fluidální strukturou. Nehojné drobné pseudomorfózy po olivínu neodpovídají celkovému vzhledu a chemickému složení horniny, z toho důvodu předpokládáme, že jde o xenokrysty. Plagioklasy vykazují výraznou přednostní orientaci, což způsobuje destičkový rozpad. Přítomny jsou také karbonatizované vyrostlice živců (až 2 mm). Láva nejeví známky hyaloklastézy a rychlého zchlazování, proto předpokládáme, že tento lávový proud byl uložen v subaerických podmínkách.

Mezi polohami S1 a S2 je lokálně vyvinut sled vulkanogenních sedimentů. Jde o několik do nadloží se zjemňujících sekvencí s jemnozrnnými konglomeráty až pískovci na bázi a s prachovci v nejvyšších polohách. Klastický materiál je tvořen zejména jemnozrnnou kyselou vulkanickou horninou, hyaloklastiky derivovanými z mafických až intermediálních subakvatických láv, opakními minerály a akcesoricky polykrystalickými zrny křemene.

Trachydacitová láva S2 je lokálně překryta středně zrnitým sytě zeleným vulkanogenním pískovcem S3 (momentálně odtěžen, proto není znázorněn v obr. 1) bez viditelné vnitřní stavby. Klastický materiál tvoří hlavně chloritizovaná vulkanická skla, která dodávají sedimentu charakte-



Obr. 4. Uložení vulkanoklastických subakvatických úlomkotoků. Ve svrchní části nasedá in-situ hyaloklastická brekcie.

ristickou barvu. Dále jsou přítomny oxidy/hydroxidy železa, vzácně i polykrystalický křemen.

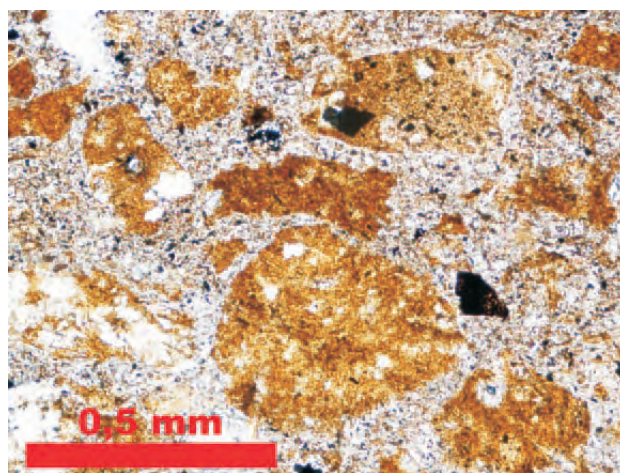
Na pískovec S3 erozivně nasedá 4 m mocná sekvence vulkanoklastických sedimentů uložených kohezivními úlomkotoky a turbiditními proudy S4 (obr. 4). Klastický materiál tvoří především bazaltové hyaloklasty a fragmenty silně vezikulárních bazaltoidů až bazaltoidních strusek. Běžné jsou také úlomky silně fluidálních, primárně sklovitých, ale rekrystalizovaných kyselých vulkanitů a vezikulárních andezitoidů.

Sekvenci uzavírají při z. okraji lomu produkty bazaltického (bazaltický andezit) až andezitového subakvatického vulkanismu. In-situ hyaloklastické brekcie S5 na bázi přecházejí do polštářových brekcí s občasnými neporušenými lávovými polštáři, polštářových láv, které ve svrchní části přecházejí do facie kompaktní lávy S6. Lávu tvoří bazaltický andezit s hojnými pseudomorfózami po olivínu (1 mm – obr. 5) a vyrostlicemi plagioklasu. Základní hmota je tvořena především plagioklasem a Fe-Ti oxidy.

Na j. stěně je odkryt profil uloženin vulkanogenních gravitačních proudů. Sukcese začíná polohou polymiktního konglomerátu s podpůrnou strukturou klastů a bez viditelné vnitřní stavby. Klasty dosahující velikosti do 7 cm mají angulární až subangulární charakter. Kromě vulkanitů tvoří klastický materiál také křemen a zřejmě starší sedimenty. V nadloží konglomerátů se nachází 35 cm mocný sled vulkanogenních pískovců. Pískovce tvoří 2–4 cm mocné sekvence s pozitivní gradací. Pískovce jsou tvořeny



Obr. 5. Pseudomorfézy po olivínu a vyrostlice živce v bazaltickém andezitu na sz. okraji lomu (zkřížené nikoly).

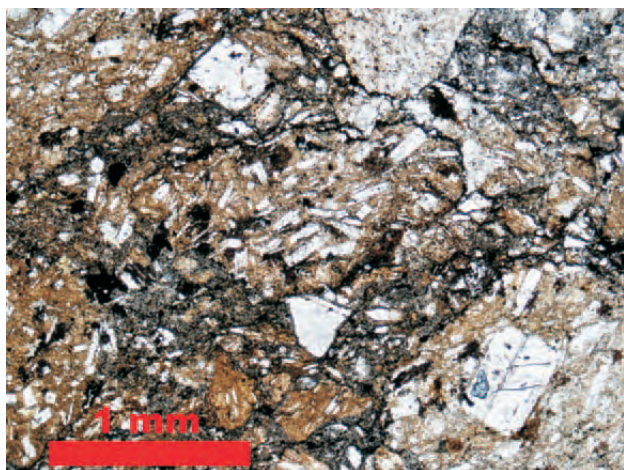


Obr. 6. Vulkanogenní pískovec tvořený ostrohrannými úlomky rozložených mafických skel.

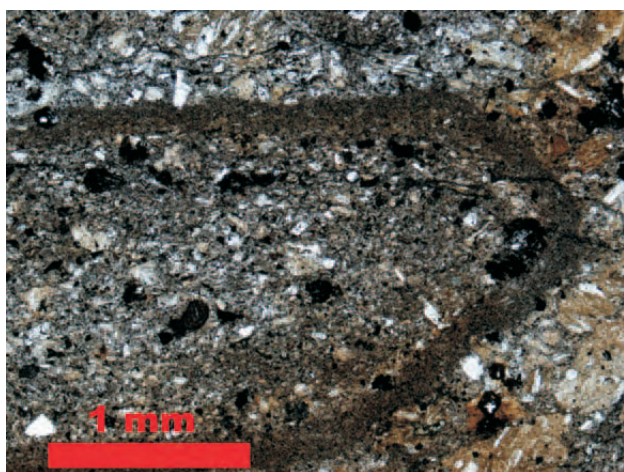
téměř výhradně ostrohrannými až suboválnými fragmenty rozložených mafických skel (obr. 6).

Na pískovce nasedají monomiktální konglomeráty obsahující hyaloklasty s ojedinělými úlomky vezikulárního bazaltoidu. Drobné vyrostlice ve sklech tvoří pouze plagioklas, u kterého rychlá krystalizace způsobila tvorbu tzv. vlašťových ocásků. Horniny vykazují podpůrnou stavbu klastů (obr. 7), v nejvyšších polohách lze pozorovat zmenšování podílu klastů ve prospěch základní hmoty. V uložení není patrná vnitřní stavba.

Následuje poloha tvořená akrečními lapilli s relativně hruběji zrnitým jádrem a velmi jemnozrným okrajem. Mezi většími klasty v jádru akrečních lapilli je možné identifikovat hyaloklasty (obr. 8). Materiál mezi jednotlivými akrečními lapilli tvoří různě velké fragmenty mafických skel – hyaloklasty. Taková uloženina odpovídá erupci mafického magmatu v mělké vodě (Mueller 2003). Vrstva s akrečními lapilli přechází do 5 cm mocné vrstvy hrubozrného pískovce až prachovce, tvořeného alterovanými skly, plagioklasu a opakními minerály; jde o sedimentaci jemnější frakce spojené s podmořskou erupcí.



Obr. 7. Uloženina hyaloklastického úlomkotoku s podpůrnou strukturou klastů.



Obr. 8. Akreční lapilli s drobnými hyaloklasty v jádře.

Uloženiny mělkovodní erupce jsou překryty opět monomiktními konglomeráty. Ty jsou tvořeny hyaloklastikou s ojedinělými úlomky vezikulárního bazaltoidu. Uloženina má opět podpůrnou strukturu klastů. Mezi uloženinami monomiktních konglomerátů se lokálně vyskytují jazyky bazaltických láv (bazaltický andezit) ve faciích kompaktních i polštářových.

Závěr

Lom v Zaječově odhaluje sekvenci bazických až intermediálních vulkanických hornin uložených v mořském prostředí. Charakter akrečních lapilli dokládá malou hloubku, ve které k aktivitě docházelo. Podle současných poznatků je možné sled odkrytý na jižní stěně korelovat s nejvyšší částí sledu na stěně severní. Severní část lomu by přitom odpovídala proximální faci, kde převládají lávy, polštářové lávy a in-situ hyaloklastické brekie, zatímco jižní část faci distálnější s převahou redeponovaných hyaloklastik.

Vulkanické horniny v Zaječově byly studovány s podporou grantu IAA 304130601 Grantové agentury AV ČR a Výzkumného záměru ČGS (MZP0002579801).

Literatura

- DROST, K. – LINNEMANN, U. – MCNAUGHTON, N. – FATKA, O. – KRAFT, P. – GEHMLICH, M. – TONK, C. – MAREK, J. (2004): New data on the Neoproterozoic-Cambrian geotectonic setting of the Teplá-Barrandian volcano-sedimentary successions: Geochemistry, U-Pb zircon ages, and provenance (Bohemian Massif, Czech Republic). – *Int. J. Earth Sci.*, 93, 5, 742–757.
- FIALA, F. (1971): Ordovický diabasový vulkanismus a biotitické lamprophyry Barrandienu. – *Sbor. geol. Věd, Geol.*, 19, 7–97.
- HAVLÍČEK, V. – ŠNAJDR, M. (1957): Faciální vývoj skidavu, llanvirnu a llan-deila v Barrandienu. – *Sbor. Ústř. Úst. geol., Odd. geol.*, 23, 237–255.
- HRADECKÝ, P. (2008): Genetické aspekty svrchnokambriického vulkanismu v křivoklátsko-rokycanském komplexu. – *Zpr. geol. Výzk. v Roce 2007*, 24–26.
- HROCH, T. – KRAFT, P. – RAJCHL, M. (2008): Sedimentary processes and environment in the Třenice Formation (Ordovician, Prague Basin, Bohemian Massif). In: BUDIL, P., Ed.: *Palaeontological workshop held in honour of Doc. RNDr. Jaroslav Kraft, CSc.* – Czech Geol. Soc. Praha.
- 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.
- MUELLER, W. U. (2003): A subaqueous eruption model for shallow-water, small volume eruptions; evidence from two Precambrian examples. In: WHITE, J. D. L. – SMELLIE, J. L. – CLAGUE, D. A., Eds: *Explosive subaqueous volcanism.* – *Geophys. Monogr.*, 140.
- ŠINDELÁŘOVÁ, I. (1982): *Geochemie vulkanitů křivoklátsko-rokycanského a strašického pásma.* Diplom. práce. – MS Přírodověd. fak. Univ. Karl. Praha.
- VIDAL, P. – AUVRAY, B. – CHARLOT, R. – FEDIUK, F. – HAMEEURT, J. – WALDHAUSOVÁ, J. (1975): Radiometric age of volcanics of the Cambrian Křivoklat-Rokycany complex, Bohemian Massif. – *Geol. Rdsch.*, 64, 2, 563–570.