

NOVÉ VÝZKUMY V CENTRÁLNÍ ČÁSTI NIKARAGUJSKÝCH KENOZOICKÝCH VULKANITŮ

New data from the central part of the Nicaraguan Cenozoic volcanism

PETR HRADECKÝ¹ – DAVID BURIÁNEK²

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

² Česká geologická služba, Leitnerova 22, 602 00 Brno

Key words: Neogene-Pleistocene, calc-alkaline volcanics, ignimbrites, calderas, lahars

Abstract: Project of the Czech Geological Survey for Development cooperation, supervised and financed by the Ministry of Environment of the Czech Republic, started again in 2007. The area of Santa Lucia in central Nicaragua was studied. Paleogene-Neogene effusive volcanic complexes and silicic ignimbrite shields form major part of the area, covered by Pleistocene coarse agglomerates of edifice-collapse origin, possible source of which was Las Lajas caldera, at a distance of some 15 km.

Na úvod nového projektu Zahraniční rozvojové spolupráce ČR v Nikaragui (2007–2009) byly Českou geologickou službou v gesci Ministerstva životního prostředí ČR zahá-



Obr. 1. Fluidální textury v bazaltech, tvořících klasty v laharech Santa Lucie. Zcela chybí podpůrný jemný matrix.



Obr. 2. Sklovité bazalty v kaldeře Las Lajas mají deskovitou odlučnost.

jeny výzkumy v centrální části země, v provincii Boaco, v okolí města Santa Lucia.

Terciární vulkanické komplexy tvoří převážnou část studovaného úseku. Převažují efuziva složení bazaltů, bazaltického andezitu a dacitu. Ve spodních částech těles vystupují kyselé ignimbrity a nejvyšší depozice jsou epiklastické povahy.

Jen několik autorů se v minulosti zabývalo litologií, stratigrafií a vulkanologií studovaného území. GARAYAR (1972) paralelizoval andezitové lávy se skupinou Matagalpa, srchní efuziva převážně bazaltového složení klade do skupiny Coyol.

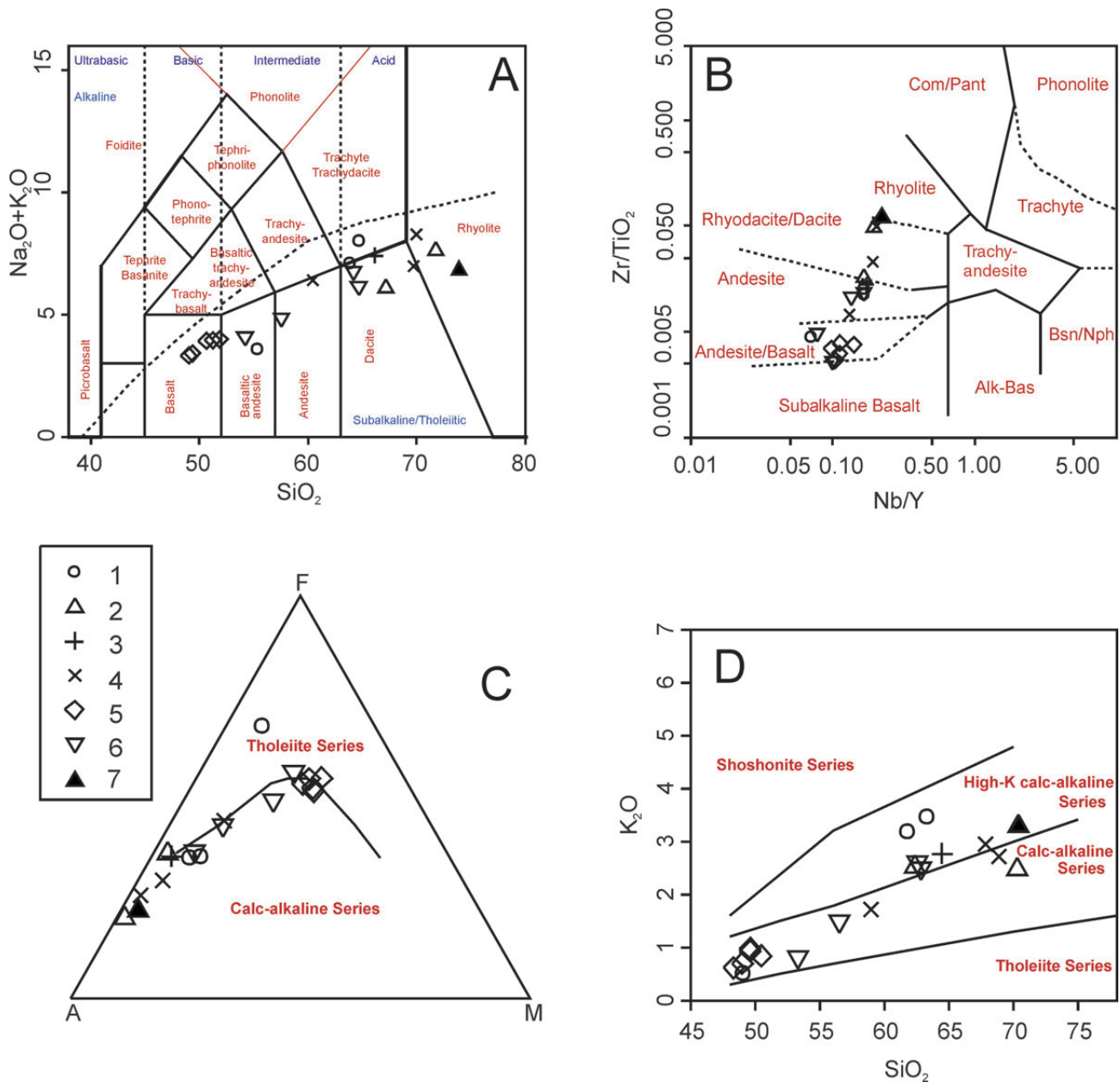
EHRENBORG (1996), který redefinoval původní skupiny Matagalpa a Coyol, vyčlenil skupinu Santa Lucia stáří středního miocénu až pleistocénu a zmiňuje produkty aktivity rozsáhlého vulkánu s centrální kalderou, s ryolitovými dómy v jejím centru. Ve skutečnosti jde o sesuvné akumulace, které jsou v rámci českého projektu zpracovány a publikovány samostatně (BAROŇ et al. 2008). HRADECKÝ (2006) tuto skupinu paralelizuje se svrchní částí jím vyčleněné skupiny Somoto a rovněž se skupinou San Alejo ve východním Salvadoru.

Nově bylo vyčleněno několik horninových typů, které formují litostratigrafické jednotky, definované rovněž geneticky a korelovatelné v celém studovaném území.

„Spodní andezity“ patří mezi nejrozšířenější horninový typ a jsou korelovány s horninami, které jsou v pracích českých geologů zmiňovány z oblastí střední a severní Nikaraguy a rovněž ze Salvadoru. Jsou často zvětřelé, lateritizované nebo hydrotermálně alterované, s fenokrysty andezínu a klinopyroxenu, ojediněle ortopyroxenu.

Převážně nespečené světlé dacitové ignimbrity tvoří spodní partii vulkanického komplexu jako vlastní explozivní depozici vulkánu Santa Lucia, jehož kráter nebo kaldera byly později modelovány zpětnou erozí a svahovými pohyby. Lithické fragmenty a rozptýlené fiamme jsou běžné, hrubozrnné akumulace se koncentrují při bázi proudů. Společně s ignimbrity se vyskytují drobné polohy dacitů až andezitů, které mají lokálně na bázi vyvinuté hrubozrnné uložení aglomerátových dacitových proudů.

Na plošinách zvláště v s. části území a na území přilehlého s. listu mapy jsou široce vyvinuty masivní tmavé lávy, které zvětřávají do balvanitých eluvií. Jsou doprovázeny laterity. Horniny obsahují porfyrické vyrostlice plagioklasů a klinopyroxenu, místy olivínu. Označujeme je jako „svrchní andezity“, ve skutečnosti jde o bazaltické andezity až bazalty. Zřejmě mladší jsou balvanitě zvětřávající bazalty s klinopyroxenem a olivínem, jejichž eluvia kryjí povrchy planin na s. části území, kde spodní explozivní patro již odkryto není.



Obr. 3. Chemické složení vulkanických hornin: klasty v epiklastických uloženiích (1), dacity (2), „spodní andezity“ (3), „svrchní andezity“ (4), žíly mladých bazaltů (5), vulkanity z kaldery Las Lajas (6), hydrotermálně alterovaný dacit (7). A – klasifikace TAS (LE BAS et al. 1986), B – diagram Nb/Y-Zr/TiO₂ (WINCHESTER a FLOYD 1977), C – diagram AFM (IRVINE a BARAGAR 1971), D – diagram K₂O-SiO₂ (PECCERILLO a TAYLOR 1976).

Lávy bývají doprovázeny uloženinami hrubozrnných aglomerátových proudů.

Místy je v terénu obtížné rozlišit tyto spečené aglomeráty (typu block-and-ash) od mladších depozicí úlomkových proudů typu Las Lajas. Rozlišení je možné srovnáním charakteru zvrstvení nebo absencí spečení, jsou-li tyto znaky vyvinuty. Převažují aglomeráty tvořené polozaoblenými až 50 cm velkými klasty andezitů až bazaltů. Popelový matrix vzácně vyplňuje prostory v převažující podpůrné struktuře klastů.

Akumulace velmi hrubozrnných zpevněných aglomerátů tvoří jednak skalní kulisy na periférii kráterové deprese Santa Lucia, jednak erozivní reliktů v okolí. Většinou subangulární bloky dosahují v průměru 0,5–1 m, místy až 1,5 m. Klasifikujeme je jako uloženiny úlomkových proudů,

laharů. Na bázi jednotlivých laharových proudů jsou obvykle jemnozrná epiklastika, lokálně s gradačním zvrstvením.

Tento komplex hornin je nejmladší a tvoří na studovaném území nejvyšší kóty.

Z hlediska geneze je to nejzajímavější horninový celek v oblasti. Spodní kontakty jsou erozivní a kromě prstence nad depresí Santa Lucia tvoří skalní kulisy i na blízkých návrších. Aglomeráty nedoprovázejí žádná kyselá pyroklastika, jak by tomu mělo být v případě mladé explozivní aktivity a zborcení hypotetického vulkánu Santa Lucia.

Lahary lze studovat v rozsáhlých akumulacích zřícených skalních věží na S území a místy přímo in situ. Jednotlivé proudy projevují nevýraznou opačnou gradaci. Balvanité partie projevují strukturu podpůrných klastů („clast-supported“) s minimem jemnozrného matrixu.

Klasy jsou převážně tvořeny skelným andezitem-bazaltem. Velké balvany dále tvoří fluidální a světle zvětřující porézní andezit-bazalt.

Fluidální skelné nebo porfyrické andezity-bazalty nebyly v oblasti Santa Lucia ani v blízkém okolí ve výchozech nalezeny. Byly však zjištěny v obdobných aglomerátech a rovněž ve výchozech ve svahu kaldery Las Lajas, která leží asi 15 km jižně odtud (obr. 2). Taková hornina je hrubozrnná, s fenokrysty plagioklasů, s klino- i ortopyroxenem nebo amfibolem. Názor o pravděpodobném původu bloků tvořících akumulace laharů na obvodu kráterové deprese Santa Lucia se opírá o tyto údaje:

1. srovnání litologie a petrografie hornin v kaldeře Las Lajas a v laharech – stejné typy, na Santa Lucii se ve výchozech nevyskytují;
2. předpoklad silné explozivní aktivity Las Lajas, kdy byl destruován bazaltový štítový vulkán a vznikaly obrovské kubatury aglomerátových proudů;
3. lahary na Santa Lucii tvoří nejmladší (nejvyšší) horninové soubory, které kryjí mio-pliocenní bazalty – kaldera Las Lajas je pleistocenní.

Klasy z laharů odpovídají v diagramu TAS svým složením převážně bazaltickým andezitům s alkalickou afinitou. Vykazují obohacení o Ba, Sr, Nd, Sm, Tb, Y, Tm, Yb, často také Hf a Zr, naopak jsou ochuzené o Th, Nb a Ta. Většina studovaných klastů má oproti ostatním horninám vyšší obsahy REE (94–150 ppm). Klast bazaltu spadá v geotekto-

nickém klasifikačním diagramu do pole bazaltu vulkanických oblouků (MESCHEDE 1986). V klasifikaci WOODA (1980) leží bazaltové klasy v poli tholeiitických bazaltů ostrovních oblouků. Většina vzorků leží na hranici obou klasifikačních polí. Srovnání geochemického složení vzorku potvrzuje, že přinejmenším část klastů pochází z kaldery Las Lajas, což je dobře patrné zejména v diagramech obr. 3.

Literatura

- BAROŇ, I. – NOVOTNÝ, R. – KERNSTOCKOVÁ, M. – BURIÁNEK, D. – HAVLÍČEK, P. – HRADECKÝ, P. – MELICHAR, R. (2008): Geomorphic, structural and paleostress analysis of a Quaternary giant slope failure near Boaco and Santa Lucia (Nicaragua, Central America). – Congress *Slope Tectonics*, 15–16 February, 2008, Laussane.
- EHRENBORG, J. (1996): A new stratigraphy for the Tertiary volcanic rocks of the Nicaraguan Highland. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 108, 7, 830–842.
- GARAYAR, J. S. (1972): Geología y depósitos de minerales de la región de Chontales y Boaco. – Informe 11, Archivo de INETER, Managua.
- HRADECKÝ, P. (2006): Tertiary ignimbrites in Central America: Volcanological aspects and lithostratigraphical correlation proposal. – *Krystalinikum*, 31, 11–24.
- MESCHEDE, M. (1986): A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. – *Chem. Geol.*, 56, 207–218.
- WOOD, D. A. (1980): The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. – *Earth Planet Sci. Lett.*, 50, 11–30.

BIOLOGICKY PŘÍSTUPNÉ KOVY V PŮDÁCH KONTAMINOVANÝCH TĚŽBOU A ÚPRAVOU POLYMETALICKÝCH RUD V NAMIBII

Bioavailable metals in soils contaminated by mining and processing of base metal ores in Namibia

VLADIMÍR MAJER – BOHDAN KRÍBEK – JAROMÍR ŠIKL

Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1

Key words: bioavailable metals, factor analysis, Rosh Pinah, Tsumeb, Namibia



Abstract: The bioavailability of metals in heavily contaminated soils studied in the areas of Rosh Pinah and Tsumeb in Namibia turned out to differ significantly. Their enhanced bioavailability in the Tsumeb region is obviously caused by fine grain-size of solid emissions from local smelter and their fast weathering after deposition in semi-humid climate. The bioavailability of metals in the desert region of Rosh Pinah is lower. Approximately 73 % of chemical variability found in soil samples in the area of Rosh Pinah can be attributed to two factors. The first one is ascribed to sulfide fallout from crushers and ore concentrate damping grounds in which the content of bioavailable metals is low. The second factor is interpreted as fallout from a tailings impoundment that has been exposed to prolonged weathering, oxidation of sulfides and subsequent transport of sulfates. The fallout from tailings impoundment contains mostly metals in bioavailable form.

Při hodnocení rizik spjatých s těžbou a úpravou rud je velká pozornost věnována distribuci kovů v kontaminovaných půdách. Zatímco celkový obsah kovů v půdě velmi dobře vykresluje rozsah kontaminovaného území, pro posouzení biotoxicity těžkých kovů a jejich vlivu na lidské zdraví je používána celá řada metod, které modelují příjem kovů rostlinami a jsou založeny na zkoumání vlivu těžkých kovů na půdní mikroorganismy, řasy nebo semena vyšších rostlin. Poslední dobou se stále více používají metody, které modelují příjem kovů žaludeční sliznicí. To proto, že vedle nasánního příjmu kovů a jejich rozpouštění v plicních alveolách je pro posouzení rizika příjmu velmi důležitá také přístupnost kovů v prachu, který je polykán a rozkládán žaludečními šťávami. Metodu původně použili DAVIS et al. (1992) a nyní je běžně používána pro posouzení environmentálních rizik spjatých s těžbou (KELLEY et al. 2002).

Množství orálně přístupných kovů bylo studováno ve dvou silně kontaminovaných oblastech Namibie: v okolí hutě Tsumeb (v severní Namibii) a v okolí polymetalického