

Indikace dvou neznámých kvartérních maarových vulkánů u Libé v západních Čechách na základě gravimetrického průzkumu

RNDr. Jan Mrlina, Ph.D.¹, Dr. Horst Kämpf², Ing. Václav Polák¹, Ing. Michal Seidl, Ph.D.¹

¹Geofyzikální ústav AV ČR, v.v.i., Boční II 1401, Praha 4, Česká republika; jan@ig.cas.cz

²GFZ German Research Centre for Geosciences, Telegrafenberg, Potsdam, Germany

Přijato: 9. 4. 2019, recenzováno: 3. a 10. 6. 2019

Abstrakt

V roce 2014 jsme v morfologii terénu identifikovali dva kráterové útvary připomínající vulkanickou strukturu typu maar/diatréma. Nacházejí se sz. od Chebu v západních Čechách na území tvořeném smrčinským granitovým masívem. V témže roce jsme realizovali gravimetrický průzkum na profilech i plošně rozmístěných bodech podle přístupnosti terénu. Měření byla obtížná, zvláště na dně většího kráteru Ztracený rybník, vzhledem k bažinatému povrchu, který je velmi nestabilní pro gravimetrická měření. Po zpracování dat jsme vyprodukovali gravimetrickou mapu, která ukázala dvě velmi výrazné negativní anomálie typu "modré oko", korelující se dny kráterů. Amplitudy negativních anomálií přesahovaly -3 mGal u většího a -2 mGal u menšího tělesa. Charakter tíhových anomálií je velmi podobný jako u dříve objeveného maaru u Mýtiny, který byl potvrzen průzkumným vrtem. Vzhledem k poměrně ostrému tvaru morfologie obou kráterů předpokládáme, že se jedná o kvartérní struktury.

Indications of two unknown maar-diatreme volcanoes of Quaternary age near Libá in western Bohemia by gravity survey

In the year 2014, we have identified two crater formations in the morphology of the terrain resembling volcanic structure of maar/diatreme at the Ztracený rybník nature reserve. They are located northwest of Cheb in the western Bohemia on the territory formed by the Smrčiny/Fichtelgebirge granite massif. In the same year we have carried out gravity survey on the profiles as well as at random points according to the accessibility of the terrain. Measurements were difficult especially at the bottom of the larger crater of Ztracený rybník due to the swampy surface, which is very unstable for gravimetric measurement. After the data processing we produced the gravimetric map, which showed two very significant negative anomalies correlating with the bottoms of the craters. The negative amplitudes of the anomalies were in excess of -3 mGal for the larger crater of Ztracený rybník and -2 mGal in the smaller structure. The accordance between gravity feature and geomorphology was very similar to the Mýtina Maar that was confirmed by exploration drill in 2007. Due to the relatively sharp shaped morphology of both craters, we assume that they are Quaternary structures.

Anzeigen für zwei unbekannte quartären Maar-Diatrem-Vulkane Alters bei Libá (Westböhmen) mittels gravimetrischer Messungen

2014 fielen uns nordwestlich von Cheb, im Bereich des Naturschutzgebietes Ztracený rybník zwei 300 m voneinander entfernt liegende Senken auf, die Maar-Diatrem-Vulkanen ähneln. Beide Strukturen liegen im Bereich des Smrčiny/Fichtelgebirge Granitmassivs. Auf jeweils kreuzenden Profilen über die Senken und ovalen Messstrecken im Randbereich wurden gravimetrische Messungen ausgeführt. Nach dem Prozessieren wurden zwei, negative gravimetrische Anomalien nachgewiesen, deren Minima -3 mGal im Bereich des Ztracený rybník und -2 mGal im Bereich der andere Senke aufweist. Die Lage-Übereinstimmung von Geomorphologie und gravimetrischem Befund ist dem Mýtina Maar vergleichbar, das 2007 mit einer Kernbohrung entdeckt wurde. Aufgrund der scharfkantigen Morphologie und des sumpfigen Untergrundes im Bereich des Naturschutzgebietes Ztracený rybník vermuten wir, dass es sich um Maare quartären Alters handelt.

Klíčová slova: maar, vulkanická struktura, gravimetrický průzkum, západní Čechy.

Keywords: maar, volcanic structure, gravity survey, West Bohemia.

1 Úvod

V západních Čechách byl v roce 2005 objeven první kvartérní maar u Mýtiny na Chebsku [2], a to na základě studia morfologie terénu a následného gravimetrického a magnetometrického testovacího měření. Obě metody ukázaly výrazné anomálie – negativní gravimetrickou a pozitivní magnetickou. Posléze se podařilo realizovat i průzkumný vrt MY-1 do hloubky 85,5 m [3]. Na základě podrobného studia vrtného jádra se ukázalo, že do hloubky 84 m se jedná o sekvenci kvartérních sedimentů maarového jezera s poměrně hojným výskytem organogenní složky, vhodné pro palynologickou analýzu. Předběžné výsledky palynologie pak odpovídaly předcháze-

jícímu radiometrickému datování 288 ± 17 ka [2]. Vrt skončil ve fylitové brekcií s obsahem vulkanických bomb a lapilli nefelinitického složení.

V roce 2014 jsme vysledovali v digitálním modelu terénu (DEM) obdobnou terénní depresi jako u Mýtiny, ale dvojí-
tí, s poměrně výrazným charakterem morfologie typu kráterů. Lokalita se nachází opět v těsné blízkosti státní hranice s Německem (Bavorskem), 2,5 km západně od osady Polná, 4 km ssz. od městečka Libá, viz obrázek č. 1. Vzápětí jsme realizovali gravimetrický průzkum, který potvrdil předpoklad možné existence další geologicky mladé maarové struktury, v tomto případě dokonce dvojité. Ačkoliv v dané chvíli se jedná

o pracovní hypotézu, budeme uvedené struktury označovat v textu jako maar a topografií jako kráter. Hlavní maar se nachází v prostoru nazývaném Ztracený rybník, budeme proto používat označení ZARY. Geologicky se obě struktury nacházejí na území tvořeném porfyrickým biotitickým granitem až granodioritem smrčinského masivu. Kruhovou depresi ZARY částečně vyplňuje rozsáhlé rašeliniště.

V roce 2016 jsme pak potvrdili gravimetrickým průzkumem maarovou strukturu u Neualbenreuthu, situovanou na bavorské straně hranice asi 2,5 km jjv. od maaru Mýtina [4]. Všechny uvedené maarové struktury se projevují výraznou negativní gravimetrickou anomálií s amplitudou větší než -2 mGal.

Uvedené objevené struktury jsou lokalizovány na linii, na níž leží i dva známé kuželové kvartérní vulkány, Komorní

hůrka u Františkových Lázní, kde se v současné době obnovuje historická štola [1], a Železná hůrka u Mýtiny.

2 Gravimetrický průzkum

Měření bylo velmi náročné, zvláště na dně morfologických depresí s ohledem na bažinatý nestabilní charakter povrchu (rašeliniště), viz obrázky č. 2-4, kdy některá měření trvala až pětkrát déle než v normálních podmínkách. Denní drift přístroje byl analyzován speciálním software DRIFT s cílem odstranit případné chybné hodnoty způsobené právě velmi nestabilní pozicí gravimetru. Dále byly provedeny korekce na slapové účinky nebeských těles, výšku přístroje nad povrchem, změny zeměpisné šířky a nadmořské výšky měřícího bodu. Velmi podstatný byl výpočet terénních korekcí do obvyklé vzdálenosti 167 km od každého bodu. Takto korigované tíhové



Obr. 1: Pozice zkoumaných struktur v topografické mapě. Lokalita se nachází ca 12 km k SZ od Chebu.



Obr. 2: Relikty Ztraceného rybníka a bažinaté dno kráteru ZARY. Všechna foto: Jan Mrlina.

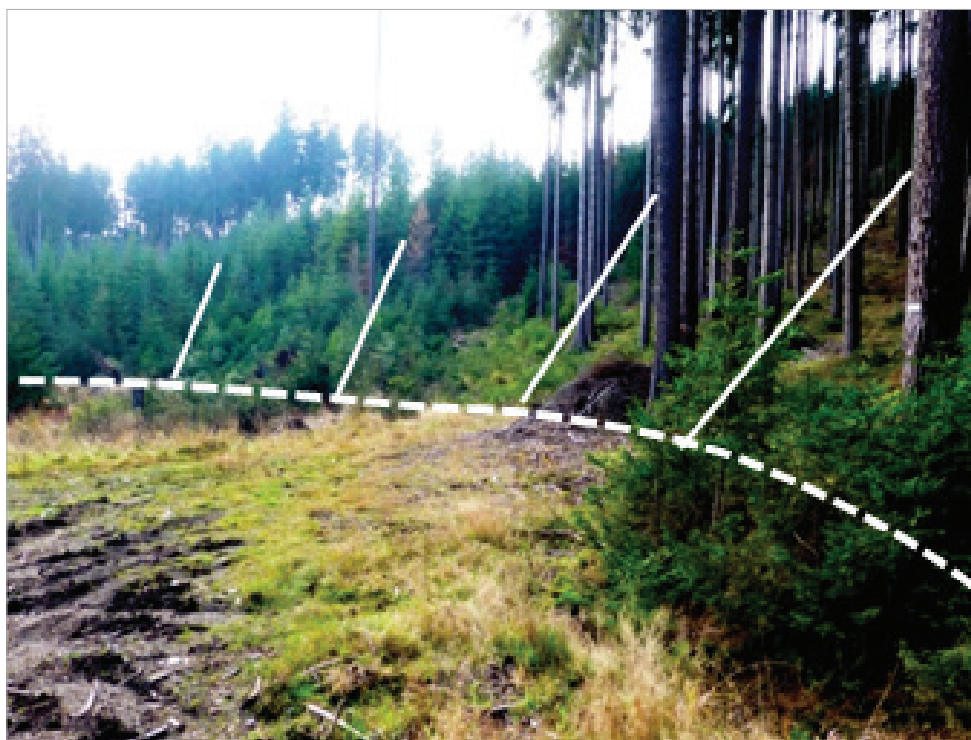
hodnoty byly použity pro výpočet úplné Bouguerovy anomálie (CBA) ve všech bodech.

Gravimetrická měření jsme realizovali gravimetrem LaCoste&Romberg D-188. Všechna měření byla navázána na vlastní opěrný bod stabilizovaný mezi ZARY a osadou Polná. Na hlavním tělese jsme provedli průzkum po dvou profilech, a to P1 směru Z-V (body 109 - 131) a P2 směru SSZ-JJV (body 216 – 240), viz obrázek č. 5. Interval bodů na profilech byl 40-60 m. Několik dalších bodů bylo zaměřeno mezi profily s cílem lépe definovat rozsah a tvar tíhové anomálie. V prostoru menší struktury (pracovně nazývané Baby Maar) jsme provedli měření na nepravidelně rozmístěných bodech s ohledem na prostupnost terénu. Amplitudy anomálií jsou -3.20 mGal

pro ZARY maar a -2.20 mGal pro Baby maar. Celkem jsme realizovali 87 gravimetrických bodů. Průzkum plánujeme rozšířit jak v prostoru obou kráterů, tak i v širším okolí.

3 Geodetické zaměření

Většina gravimetrických bodů byla zaměřena totální stanicí (obrázek č. 4) s navázáním na opěrná stanoviště změřená metodou GPS (Global Positioning System). Rovněž tato měření byla nestandardně náročná s ohledem na nestabilní bažinatý povrch, především na dně hlavní deprese. Kromě vyrovnání měřených hodnot bylo provedeno srovnání s hodnotami z detailního DEM modelu. Výsledek prokázal dostatečnou přesnost DEM



Obr. 3: Hrana sz. svahu kráteru ZARY (čárkovaně) a přechod do rašeliniště na dně kráteru (vlevo dole). Spádnice svahu - bílé plné čáry.



Obr. 4: Geodetické vytyčování a zaměřování souřadnic tíhových bodů v „pralese“ na dně kráteru ZARY. Stativ gravimetru (trojnožka s podstavou vpravo dole) se často bořila hluboko do zvodnělé půdy.

s diferenciemi vůči zaměřeným výškám bodů v průměru do 0,50 m [5].

4 Orientační magnetometrický průzkum

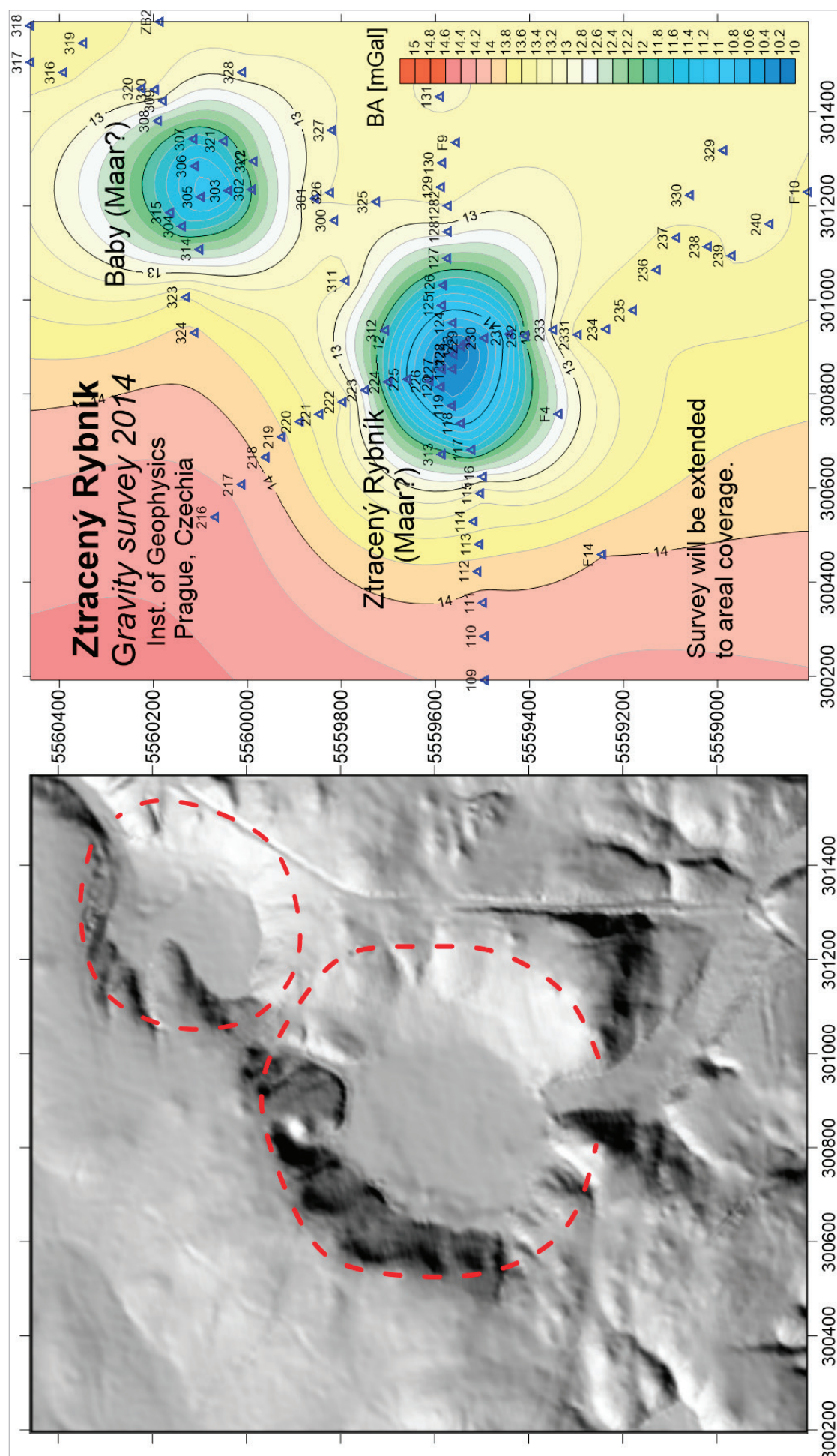
Magnetometrický průzkum měl pouze orientační charakter a dosud neprokázal rozsáhlejší magnetickou anomálii, podobně jako v případě maaru Neualbenreuth [4]. Naproti tomu magnetická anomálie maaru Mýtina byla velmi výrazná a doprovázená lokálními anomáliemi v okolí struktury, vázanými na akumulace tufu a tefry [3].

5 Závěr

Hodnoty CBA byly využity pro interpolaci a výpočet gravimetrického gridu, který ukázal velmi jasné negativní anomálie typu „modré oko“ (obrázek č. 5), typické pro oba dříve zmíněné maary Mýtina a Neualbenreuth (modrá barva v gravimetrii označuje dle konvence negativní hodnoty, zatímco červená na opačné straně spektra hodnoty pozitivní; „modré oko“ pak představuje výraznou izometrickou negativní anomálii jasně vystupující z okolního tíhového pole). Rovněž rozměry hlavní anomálie jsou obdobné těmto maarovým strukturám (přibližný průměr horního okraje struktury je cca 500–600 m), zatímco Baby maar má rozsah menší (obrázek č. 5). Nepřítomnost výrazné magnetické anomálie je srovnatelná s případem maaru Neualbenreuth. S ohledem na poměrně příkré a ostré tvary terénních depresí (kráterů) ZARY lze usuzovat na kvartérní stáří této předpokládané maarové struktury. Pozoruhodný je fakt, že se jedná v podstatě o dvoj-maar s nepatrným předělem mezi oběma strukturami. Všechny tyto maarove struktury, i další dříve známá kvartérní vulkanická tělesa – Komorní hůrka a Železná hůrka, ale i geologicky starší – Podhrad a Blatná u Libé, jsou orientovány podél linie zlomu Aš-Tachov, který má na Chebsku směr přibližně SZ-JV. S ohledem na objev dvou výše uvedených maarů a této zkoumané lokality ZARY je nutno umocnit význam kvartérní vulkanické aktivity v západních Čechách oproti dosavadnímu minimalistickému pojetí. Dokladem aktivního geodynamického a magmatického vývoje oblasti jsou i zemětřesné roje, výskyty minerálních vod a emise plášťových plynů v širším regionu Chebska [1].

Literatura

- [1] BROŽ, M., BOUŠKOVÁ, A.: Seismicita v oblasti západních a severních Čech a projekt na zpřístupnění Goetheho štoly ve vulkánu Komorní hůrka. Zpravodaj Hnědé Uhlí, 2/2018, str. 3–14, 2018, ISSN 1213–1660.
- [2] MRLINA, J., KÄMPF, H., GEISSLER, W.H., VAN DEN BOOGART, P.: Assumed Quaternary maar structure at the Czech/German boundary between Mýtina and Neualbenreuth (western Eger Rift, Central Europe): geophysical, petrochemical and geochronological indications. – Z. geol. Wiss., 35, 4–5: 213–230, 2007.
- [3] MRLINA, J., KÄMPF, H., KRONER, C., MINGRAM, J., STEBICH, M., BRAUER, A., GEISSLER, W.H., KALLMEYER, J., MATTHES, H., SEIDL, M.: Discovery of the first Quaternary maar in the Bohemian Massif, Central Europe, based on combined geophysical and geological surveys. J. Volc. Geoth. Res., 182, 97–112. 2009.
- [4] ROHRMULLER, J., KÄMPF, H., GEISS, E., GROSSMANN, J., GRUN, I., MINGRAM, J., MRLINA, J., PLESSEN, B., STEBICH, M., VERESS, C., WENDT, A., NOWACZYK, N.: Reconnaissance study of an inferred Quaternary maar structure in the western part of the Bohemian Massif near Neualbenreuth, NE-Bavaria (Germany). Int J Earth Sci (Geol Rundsch), 107, 1381–1405, 2018.
- [5] ZÍPKOVÁ, M.: Geodetic works for geophysical surveying, location Ztracený rybník, Cheb region. Bc. Thesis, Czech Technical University, Praha, 2014.



Obr. 5: Vlevo: Přesný model terénu na základě dat Zabadeg 4G (ČÚZK). V mapě jsou velmi jasně rozpoznatelné obě struktury vzhledem k výrazným a patrně jen slabě erodovaným „kráterům“. Vpravo: Gravimetrická mapa Bouguerových anomálií BA v oblasti Ztraceného Rybníka. Přesný tvar obou anomálií bude specifikován následným doplňkovým průzkumem. Souřadnice jsou v systému WGS84/UTM33N.