

LOKALIZACE HISTORICKÉ DŮLNÍ ŠACHTY POMOCÍ MIKROGRAVIMETRIE
LOCATION OF HISTORICAL MINING SHAFT BY MICROGRAVITY SURVEY

Abstract

Microgravity survey for historical mining shaft Vilemína was carried out in the Eastern Bohemia at Lukavice village. Pyrite mining at locality was in progress from the beginning of 17th century until the end of 19th century.

The shaft Vilemína established between years 1760 – 1770 had original depth of 24 m, later was extended to 66 m. From the year 1808 shaft served as drainage well for Lukavice pyrite mines. The mine waters were conducted by narrow 1.5 km long drainage tunnel to Chrudimka river. The depth of tunnel in Lukavice was 23 m.

The approximate position of Vilemína shaft is known from historical maps, pictures and photographs. Nonetheless, exact present position of filled shaft was vague. The aim of gravity survey was to locate historical shaft, which supposed position is in the immediate vicinity of the road with heavy traffic.

Results of gravity measurements show oblong shaped local negative anomaly at the southern part of measured area. Gravity modeling across the anomaly indicates that the source of the anomaly could be historical shaft with the pit for water wheel next to shaft.

Key words: Microgravity survey, gravity modeling, historical shaft Vilemína

Úvod

Těžba pyritu v Lukavici u Chrudimi probíhala od začátku 17. do konce 19. století. Hloubka šachet činila až 200 m. Roku 1892 byly doly opuštěny. Příčinou zániku dolů byla velká zahraniční konkurence levnějšího pyritu a značné vyčerpání svrchních partií ložiska. Pokus o obnovení těžby pyritu v Lukavici na začátku 50. let 20. století byl neúspěšný.

Přesná lokalizace nejstarších hornických děl v Lukavici je velmi obtížná, protože jde o terén, který byl po několik století intenzivně využíván a na velké ploše zavalen haldovým materiálem. V posledních letech probíhaly v centru obce Lukavice poměrně rozsáhlá geofyzikální měření, jejichž hlavním úkolem bylo zjistit, zda stará historická díla neohrožují bezpečný provoz na místních komunikacích (Blecha a kol., 2007). Jedním z dílčích úkolů geofyzikálních prací bylo pokusit se přesně lokalizovat pozici bývalé vodní šachty Vilemína. Úkol jsme řešili pomocí detailní gravimetrie, neboť podle výsledků předběžného modelování se i zaplavená či částečně zavalená 66 m hluboká šachta při přesném gravimetrickém měření projeví.

Šachta Vilemína byla založena pravděpodobně v letech 1760 – 1770 a do roku 1784 byla středem samostatného menšího revíru. V 18. století byla hluboká jen asi 24 m, později byla prohloubena až na úroveň 3. patra do hloubky 66 m (Lukavické dolování, 2008). Od r. 1808 pozbyla Vilemína význam šachty těžní a sloužila již jen jako vodní čerpací šachta k odvodňování místních dolů. Pumpy pohánělo vodní kolo o průměru 8 m. Voda z dolů byla odváděna úzkou odvodňovací štolou dlouhou 1593 m. Počátek

¹ RNDr., CSc., Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Albertov 6, Praha 2, vblecha@natur.cuni.cz

² RNDr., Česká geologická služba, Klárov 3, Praha 1, petr.rambousek@geology.cz

štoly v Lukavici byl v hloubce 23 m. Trasa štoly je souběžná s Lukavickým potokem. Těžba skončila v roce 1892 a Vilemína nebyla, na rozdíl od blízké Bartolomějské šachty, od svého uzavření již nikdy otevřena.

Přibližná poloha šachty Vilemína je známa z historických map a fotografií, které pocházejí z konce 19. a začátku 20. století. Nicméně přesná poloha známa není a ani výkopové práce z 50. let minulého století, jež měly za úkol šachtu najít, úspěšné nebyly. Gravimetrické profily byly vytyčeny v místě předpokládané polohy šachty na úpatí odvalové haldy. Situace gravimetrických profilů je patrná z obr. 1.

Geologické poměry

Lukavice leží při severním okraji Železných hor. Severní část katastru obce patří k nasavrckému masivu, centrální část tvoří takzvaná lukavická série, v jižní části se vyskytují převážně pískovce, slepence, slínovce, hlíny a opuky křídového stáří.

Pyritové zrudnění v Lukavici se nachází v porfyroidech lukavické série, kterou vymezil Vodička (1950). Je to území mezi nasavrckým masivem na jihu a ordovickými sedimenty chrudimského staršího paleozoika na severu. Celou lukavickou sérii lze sledovat v délce asi 15 km. Nejširší je v údolí řeky Chrudimky u Svídnice, kde je téměř 3 km široká a v její blízkosti se noří pod křídové sedimenty (Lukavice, 2008).

Lukavická série je komplex značně složitý, jsou zde zastoupeny různé typy porfyrických hornin, převážně světlých barev. Jedná se o kyselé až intermediární dynamometamorfované paleovulkanity a jejich tufy charakteru ryolitů až ryodacitů, stáří pravděpodobně ordovického. Mladší variskou intruzí železnohorského plutonu došlo jednak k výraznému stlačení tohoto komplexu a k následné polyfázové metasomatóze, spojené s mobilizací roztoků sulfidů, především pyritu. V okolí mladších variských kyselých a bazických žil došlo v porfyroidech k prostorově omezeným prokřemeněním. Celý komplex je ukloněn k SV, zlomové struktury jsou zvýrazněny žilnými intruzemi. Původní krystalinický povrch byl intenzivně předkřídově denudován a morfologicky rozčleněn. V prostoru s výraznou pyritizací napomohl rozklad pyritu k intenzivnější aerické alteraci.

Na bázi následné křídové cenomanská transgrese jsou pískovce, slepence, lumachelové vápence a drobné slojky uhelných jílovců až uhlí. V prostoru lukavického ložiska dosahují křídové sedimenty mocnosti 2 - 20 m. Vrstevní sled uzavírají nepříliš mocné kvartérní sedimenty s terasovými šterkopisky a svahovinami.

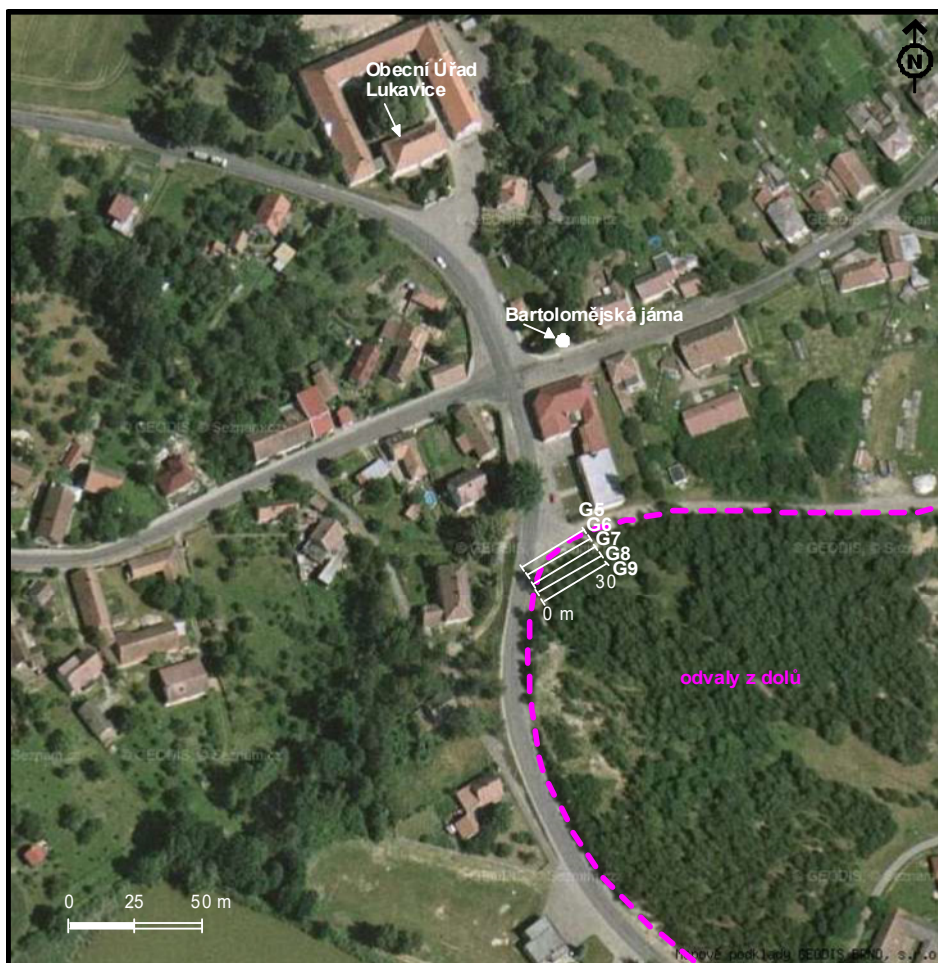
Terénní práce a zpracování naměřených dat

V místě předpokládaného výskytu vodní šachty Vilemína bylo vytyčeno 5 paralelních gravimetrických profilů G5 až G9 – viz obr. 1. Profily jsou 30 m dlouhé, vzdálenost mezi profily je 4 m, vzdálenost gravimetrických bodů na profilech je 2 m.

Měření bylo provedeno mikrogalovým gravimetrem Scintrex CG-3M (Blecha, 2006). Celkem 7 % gravimetrických bodů bylo měřeno opakovaně v různých časech pro určení optimálního způsobu vyloučení reziduálního chodu. Nejmenší střední kvadratická chyba tíhových měření ($\pm 4 \pm \text{Gal}$) byla spočtena při proložení kubického polynomu hodnotami registrovanými na opěrném bodě. Všechny gravimetrické body byly zaměřeny geometrickou nivelací ze středu na lať.

Naměřená data byla zpracována do formy relativních Bouguerových anomálií pro redukční hustotu 2610 kg/m³. Tato hustota odpovídá alterovaným porfyroidům, které na lokalitě tvoří krystalinické podloží. Reliéf plochy měření je rovinný, výsypka jv. Od měřených profilů tvoří mírnou elevaci. Klasické terénní korekce počítány nebyly a

tíhový vliv výsypky byl odstraněn spolu s regionálním polem při separaci Bouguerových anomálií na regionální a reziduální část. Z mapy reziduálních anomálií byl vybrán profil, který byl interpretován kvantitativně pomocí modelovacího programu GM-SYS.

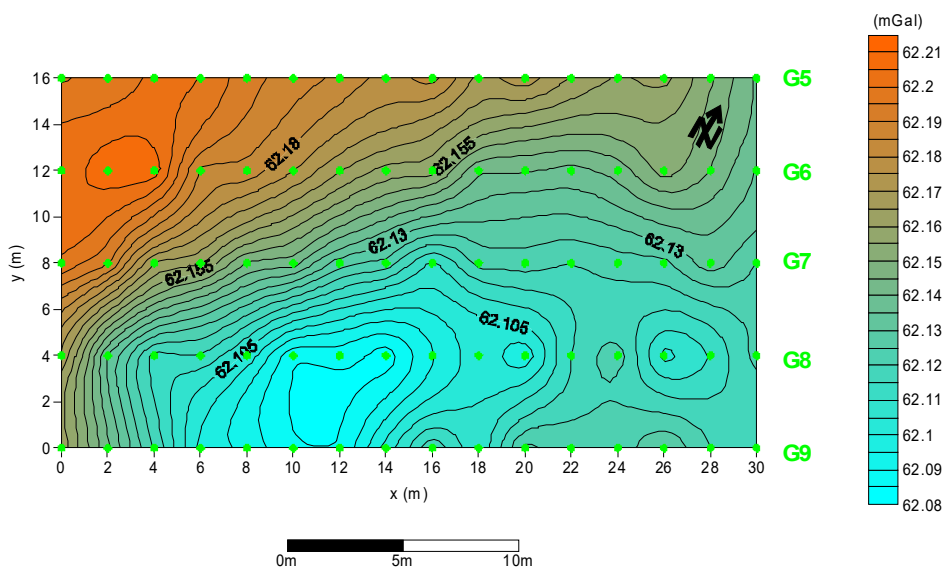


Obr. 1 Situace gravimetrických profilů. Profily G5 až G9 jsou vytyčeny v místě předpokládané polohy vodní šachty Vilemína.

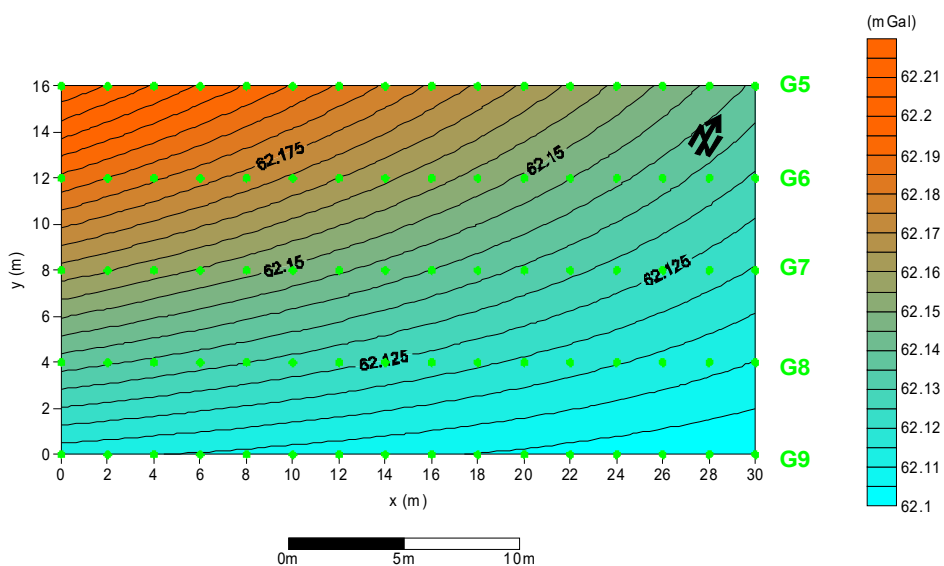
Výsledky měření

Mapa Bouguerových anomálií je na obr. 2. Hodnoty Bouguerových anomálií zřetelně klesají od západu k východu, avšak i v tomto regionálním trendu je patrná lokální záporná anomálie, která dosahuje nejvyšší intenzity na profilu G8.

Bouguerovými anomáliemi na obr. 2 byla proložena plocha nízkého stupně, kterou považujeme za regionální trend. Tento trend zahrnuje nejen účinek hlubší geologické stavby, ale částečně také účinek topografických hmot. Mapa regionálních anomálií je na obr. 3.



Obr. 2 Mapa Bouguerových anomálií.



Obr. 3 Mapa regionálních anomálií.

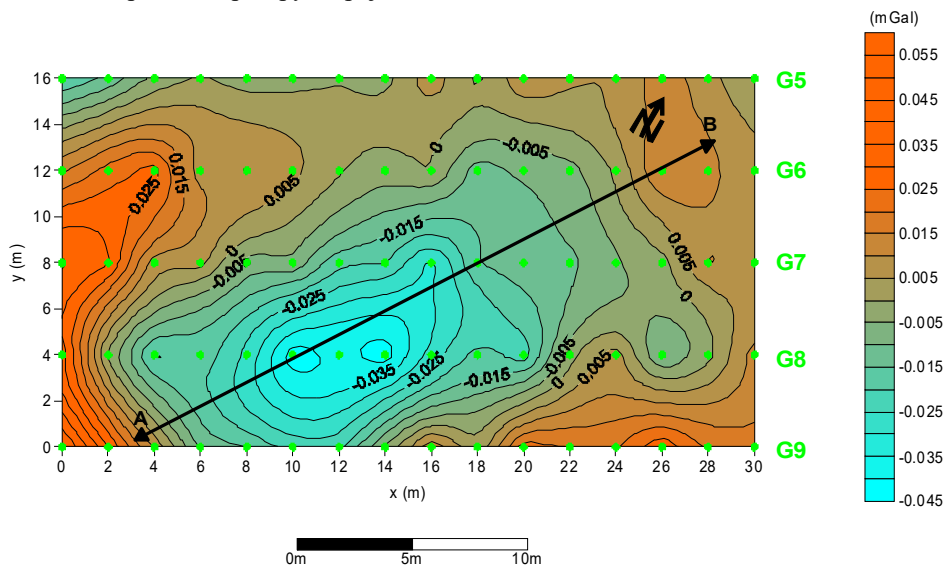
Po odečtení regionálních anomálií od anomálií Bouguerových dostáváme mapu anomálií reziduálních, která je na obr. 4. Zřetelně zde vystupuje lokální záporná anomálie, protažená ve směru JZ – SV, která dosahuje největší intenzity -0.040 mGal na metrážích 10 – 14 m profilu G8 ($y = 4$ m).

Jelikož gravimetrický průzkum byl proveden v místě, kde se má vodní šachta Vilemína nacházet podle dobových map a fotografií, domníváme se, že pomocí

gravimetrického průzkumu jsme přesnou pozici šachty našli. Podle výsledků gravimetrie je šachta mezi metrážemi $x = 10 - 14$ m a $y = 2 - 5$ m (obr. 4). Protažený tvar anomálie je pravděpodobně způsoben tím, že vedle šachty bylo částečně zapuštěné vodní kolo o průměru 8 m.

Přes lokální zápornou anomálii ve směru jejího protažení byl veden interpretační profil, na kterém bylo provedeno 2.75-D modelování. Pozice profilu je na obr. 4, model na obr. 5. Na profilu jsme modelovali typický vrstevní sled pro tuto lokalitu (Blecha a kol. 2007): při povrchu pokryv s proměnnou hustotou $1900 - 2150$ kg/m³, pod ním křídové sedimenty, převážně pískovce s hustotou 2374 kg/m³ a dále krystalinické podloží tvořené alterovanými porfyroidy s hustotou 2610 kg/m³. Hustoty křídových hornin a porfyroidů pro modelování byly určeny na základě dat uváděných v práci Chlupáčová a Kašparec, (1990).

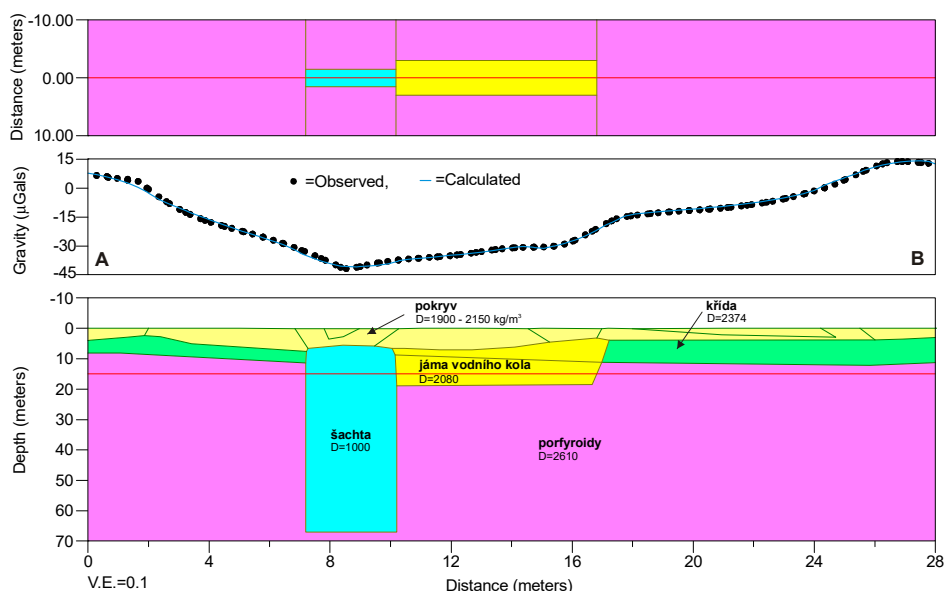
I když se údaje o způsobu sanace šachty nedochovaly, předpokládali jsme, že šachta byla uzavřena standardně, tj. že blízko při povrchu byla zaklenuta a klenba zasypána. Většina šachty tak zůstala pravděpodobně nezasypaná, zaplavená vodou (hustota 1000 kg/m³). Na sv. okraji šachty předpokládáme zahloubenou jámu pro vodní kolo, které pohánělo pumpy čerpající vodu z dolů.



Obr. 4 Mapa reziduálních anomálií. Linie A-B označuje polohu profilu, na kterém byla provedena kvantitativní interpretace - model na obr. 5.

Na obr. 5 je na spodním panelu vertikální hustotní řez, na prostředním panelu jsou měřené a vypočtené hodnoty tíže, na vrchním panelu je horizontální řez v hloubce 15 m pod povrchem. Aby bylo možné geologickou situaci přehledně zobrazit, nejsou vertikální a horizontální měřítka na vrchním a spodním panelu stejná. Převýšení vertikálního měřítka na spodním panelu je 0,1, na horním panelu 0,2. Ve skutečnosti je šachta v horizontálním řezu čtvercová s průřezem 3×3 m a hloubku má 66 m. Při modelování bylo dosaženo vysoké shody pozorovaných a vypočtených hodnot (chyba 1 μ Gal), avšak vzhledem k přirozené mnohoznačnosti řešení obrácených úloh v potenciálových polích je uváděné řešení jen jedno z mnoha možných. Nicméně

vzhledem k tomu, že při interpretaci jsme se opírali o historické podklady, o znalost místní geologie a hustot hornin, domníváme se, že předkládané řešení je reálné.



Obr. 5 Model šachty Vilemína. Pozice interpretačního profilu je vyznačena na obr. 4. Hustoty D jsou uvedeny v $[\text{kg/m}^3]$. Horní panel je horizontální řez modelem v hloubce 15 m pod povrchem, prostřední panel jsou měřené a modelované hodnoty tíže, spodní panel je vertikální hustotní řez. Převýšení vertikálního měřítka na spodním panelu je 0.1, na horním panelu 0.2. V horizontálním řezu má šachta ve skutečnosti čtvercový průřez 3 x 3 m.

Závěr

V obci Lukavice ve východních Čechách bylo provedeno detailní gravimetrické měření, jehož úkolem bylo lokalizovat bývalou vodní šachtu Vilemína. Měření proběhlo v síti profilů vytyčených v místě, kde se poloha šachty předpokládá podle historických map a fotografií. Z výsledků měření vyplývá, že poloha šachty byla zachycena na jižním okraji měřené plochy, na úpatí haldy s odvalem z pyritových dolů. Šachta se projevuje ostře omezenou zápornou lokální anomálií a její obdélníkový tvar naznačuje, že vedle šachty byla gravimetrií zachycena i jáma, do které bylo zapaštěno vodní kolo, které pohánělo pumpu čerpající vodu z dolů.

Přes anomálii byl veden profil, na kterém byla provedena kvantitativní interpretace naměřených dat pomocí programu pro 2.75-D modelování. Při vytváření modelu byla použita všechna dostupná historická fakta o šachtě, dále znalosti o místní geologii a o hustotách hornin na lokalitě. Výsledky kvantitativní interpretace ukazují, že gravitační účinek modelu se velmi dobře shoduje s naměřenými daty. Domníváme se proto, že pozice bývalé vodní šachty Vilemína byla pomocí gravimetrických měření nalezena.

Poděkování

Příspěvek vznikl za finanční podpory Grantové agentury České republiky (grant č. 205/07/0574) a výzkumného záměru MSM 0021620855. Technické práce byly financovány Odborem geologie MŽP ČR v rámci projektu „Mapování kritických zátěží po těžbě pyritu v Lukavici u Chrudimi“, vedeného Českou geologickou službou.

Literatura

- [1] Blecha, V. (2006): Metodika měření mikrogalovým gravimetrem Scintrex. – Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, řada stavební, ročník VI, č. 2, str. 17-21.
- [2] Blecha, V., Vilhelm, J., Rambousek, P., Dohnal, J. a Jáně, Z. (2007): Geofyzikální průzkum pozůstatků staré důlní těžby v Lukavici u Chrudimi. - Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, řada stavební, ročník VII, č. 2, str. 31-38.
- [3] Chlupáčová, M. a Kašparec, I. (1990): Petrofyzikální charakteristika Lukavické série. – Výzkumná zpráva, Geofyzika s.p. Brno, závod Praha, 49 str.
- [4] Lukavice (2008): <http://www.lukavice.com>
- [5] Lukavické dolování (2008):
<http://www.mining.cz/TEXTY/Lukavice/Lukavice.htm>
- [6] Vodička, J. (1950): Petrografické poměry v okolí Lukavice a Žumberka v Železných horách. – Sbor. Stát. Geol. úst., Odd. Geol., 17., Praha.

