



## Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

**APVV-19-0150**

**Nová mapa Bouguerových anomálií alpsko-karpatskej oblasti: nástroj pre gravimetrické a tektonické aplikácie**

Zodpovedný riešiteľ **prof. RNDr. Roman Pašteka, PhD.**

Príjemca **Univerzita Komenského v Bratislave - Prírodovedecká fakulta**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Prírodovedecká fakulta UK Bratislava, Katedra inžinierskej geológie, hydrogeológie a aplikovanej geofyziky  
Ústav Vied o Zemi, Slovenská Akadémia Vied, Bratislava - Banská Bystrica  
Stavebná fakulta STU Bratislava, Katedra globálnej geodézie a geoinformatiky  
G-trend, s.r.o., Bratislava

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Geowissenschaften, Abteilung: angewandte Geophysik, Kiel, Nemecko  
Bundesamt f. Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main, Nemecko  
Bureau Gravimétrique International, Toulouse, Francúzsko  
Federal Office of Topography - Swisstopo, Wabern, Švajčiarsko  
Geologická služba Rakúska - Geosphere Austria, Wien, Rakúsko  
Institute of Earth Physics and Space Science (ELKH EPSS), Sopron, Maďarsko  
Geodetska uprava RS, Ljubljana, Slovinsko

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Zatiaľ žiadne.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Poli N., Pašteka R., Zahorec P., 2022: Atomic changes can map subterranean structures. Nature 602, 7898, 579-580.  
Zahorec P., Papčo J., Pašteka R., Bielik M., Bonvalot S., Braitenberg C., Ebbing J., Gabriel G., Gosar A., Grand A., Götze H.J., Hetényi G., Holzrichter N., Kissling E., Marti U., Meurers B., Mrlina J., Nogová E., Pastorutti A., Salaun C., Scarponi M., Sebera J., Seoane L., Skiba P., Szucs E., Varga M., 2021: The first pan-Alpine surface-gravity database, a modern compilation that crosses frontiers. Earth System Science Data 13, 2165-2209.  
Bezák V., Bielik M., Marko F., Zahorec P., Pašteka R., Vozár J., Papčo J., 2023: Geological and tectonic interpretation of new Bouguer gravity anomaly map of Slovakia. Geologica Carpathica 74, 2, 109-122.  
Bielik M., Zeyen H., Starostenko V., Makarenko I., Legostaeva O., Savchenko S., Dérerová J., Grinč M., Godová D., Pánisová J., 2022: A review of geophysical studies of the

lithosphere in the Carpathian–Pannonian region. *Geologica Carpathica*, December 2022, 73, 6, 499-516.

Plašienka D., Bielík M., 2024: The Kolárovo gravity and magnetic anomaly body in a subcrop of the Danube Basin: A new geological interpretation. *Geologica Carpathica* 75, 1, 49-59.

Oliveira S.P., Pham L.T., Pašteka R., 2024: Regularization of vertical derivatives of potential field data using Morozov's discrepancy principle. *Geophysical Prospecting* 57, 4, 507-516.

Vajda P., Bódi J., Camacho A.G., Fernández J., Pašteka R., Zahorec P., Papčo J., 2024: Gravimetric inversion based on model exploration with growing source bodies (Growth) in diverse earth science disciplines. *AIMS Mathematics* 9, 5, 11735-11761.

Camacho A.G., Vajda P., 2, Miller C.A., Fernández J., 2021: A free- geometry geodynamic modelling of surface gravity changes using Growth- dg software. *Scientific Reports* 11, 23442, 17 p.

Bódi J., Vajda P., Camacho A.G., Papčo J., Fernández J., 2023: On Gravimetric Detection of Thin Elongated Sources Using the Growth Inversion Approach.. *Surveys in Geophysics*, 44, 1811-1835.

Godová D., Bielík M., Hrubcová P., Šimonová B., Dérerová J., Pašteka R., 2021: Lithospheric density model along the CEL09 profile and its geological implications. *Geologica Carpathica* 72, 6, 447-460.

Karcol R., Pašteka R., 2020: The combination of the regularized operators for horizontal/vertical differentiation and downward continuation in potential fields interpretation. *Journal of Applied Geophysics* 182, 4188, 1-11.

Zahorec P., Pašteka R., Papčo J., Putiška R., Mojzeš A., Kušnirák D., Plakinger M., 2021: Mapping hazardous cavities over collapsed coal mines: Case study experiences using the microgravity method. *Near Surface Geophysics* 19, 353–364.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Nová mapa UBA alpsko-karpatskej oblasti posluží viacerým odborníkom v budúcnosti – v základnom, ako aj aplikovanom geologicko-geofyzikálnom výskume (v oblasti seizmologických a tektonických štúdií, pri integrovanom modelovaní viacerých geofyzikálnych polí, pri riešení hlbínnej stavby Álp a príľahlých orogénov, pri projektovaní geotermálnych štúdií, atď.). V rámci končiaceho projektu boli publikované viaceré interpretačné štúdie, ktoré vychádzajú z analýzy novej mapy UBA študovaného územia (Bielík et al., 2022; Bezák et al., 2023; Plašienka and Bielík, 2024 - presné citácie sa nachádzajú v hornom bloku tejto záverečnej karty projektu).

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)**

Výpočet máp úplných Bouguerových anomálií (UBA) hrá v aplikovanej gravimetrii veľmi dôležitú úlohu, nakoľko tieto slúžia ako hlavný vstup do geologickej, štruktúrnej a tektonickej interpretácie.

V rámci ukončeného projektu APVV sa podarilo vytvoriť po prvý krát v strednej a západnej Európe unikátnu zjednotenú mapu UBA tejto oblasti. Digitálna podoba mapy UBA alpsko-karpatskej oblasti je súčasťou fundamentálnej projektovej publikácie (Zahorec et al., 2021, ESSD) a je voľne stiahnuteľný pre vedeckú komunitu zo stránky časopisu *Earth System Science Data*.

Nová mapa UBA môže potenciálne poslužiť viacerým odborníkom v budúcnosti – v základnom, ako aj aplikovanom geologicko-geofyzikálnom výskume (napr. pri integrovanom modelovaní viacerých geofyzikálnych polí).

V rámci končiaceho projektu boli publikované viaceré interpretačné štúdie, ktoré vychádzajú z analýzy novej mapy UBA študovaného územia. Záujem od ďalších odborníkov o interpretáciu hlbínnej stavby alpsko-karpatskej oblasti (AlpArray) viedol ku rozšíreniu záujmového územia (hlavne v sledovaní seizmologickej aktivity) smerom na juhovýchod (AdriaArray). Vznikla tak potreba zväčšenia aj mapy UBA týmto smerom.

Ku záveru nášho APVV projektu sme spočítali prvú predbežnú mapu UBA oblastí AlpArray a AdriaArray, ktorú plánujeme publikovať v dohľadnej dobe.

Riešitelia projektu prof. R. Pašteka a dr. P. Zahorec, spolu s talianskym kolegom prof. N. Polim, boli pozvaní publikovať v roku 2021 príspevok v rámci diskusného fóra prestížneho

časopisu Nature v rámci sekcie Views&News. Uvedený príspevok (Poli et al., 2022) bol reakciou na publikovaný článok autorov Stray et al. v čísle nr. 7898, vol. 602 a niesol názov: "Atomic changes can map subterranean structures". Riešitelia nášho APVV projektu sa v tomto príspevku vyjadrili ku problematike vysoko-presného merania anomálneho tiažového poľa a presného výpočtu vplyvu okolitého terénu na tieto merania. Zároveň analyzovali hraničné hodnoty meraného vertikálneho gradientu tiažového zrýchlenia pri detekcii podpovrchových dutín v rámci environmentálnych a geotechnických aplikácií. Celkovo to bola pre náš riešiteľský tím projektu APVV obrovská česť, že sme boli vybraní priamo redakciou Nature ako experti v oblasti aplikovanej gravimetrie k napísaniu uvedeného diskusného príspevku.

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)**

The calculation of complete Bouguer anomaly (CBA) maps plays a very important role in applied gravimetry, as these serve as the main input to geological, structural and tectonic interpretation.

As part of the completed APVV project, it was possible to create a unique unified CBA map of this area for the first time in Central and Western Europe. The digital version of the UBA map of the Alpine-Carpathian region is included as a part of the fundamental project publication (Zahorec et al., 2021. ESSD) and is freely downloadable for the scientific community from the Earth System Science Data journal.

The new UBA map can potentially serve several experts in the future - in basic as well as applied geological-geophysical research (e.g. in integrated modeling of several geophysical fields).

As part of the ending project, several interpretation studies were published, which are based on the analysis of the new CBA map of the studied area. Interest from other experts in the interpretation of the Alpine-Carpathian deep structure area (AlpArray) led to the expansion of the area of interest (mainly in the monitoring of seismological activity) towards the southeast (AdriaArray). Thus, there was a need to enlarge the CBA map in this direction. At the end of our APVV project, we calculated the first preliminary UBA map of the AlpArray and AdriaArray areas, which we plan to publish in the near future.

Project investigators prof. R. Pašteka and dr. P. Zahorec, together with Italian colleague prof. N. Poli, were invited to publish a contribution in 2021 in the discussion forum of the prestigious journal Nature in the Views&News section. The mentioned contribution (Poli et al., 2022) was a reaction to the published article by Stray et al. in issue no. 7898, vol. 602 and has following title: "Atomic changes can map subterranean structures". In this contribution, the researchers of our APVV project commented on the issue of high-precision measurement of anomalous gravity field and accurate calculation of the influence of the surrounding terrain on these measurements. At the same time, they analyzed the limit values of the measured vertical gradient of gravity acceleration in the detection of subsurface cavities within environmental and geotechnical applications. All in all, it was a huge honour for our APVV project research team that we were chosen directly by the editors of Nature as experts in the field of applied gravimetry to write the aforementioned discussion paper.