

## Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.

---

### CESTOVNÍ ZPRÁVA ZE ZAHRANIČNÍ PRACOVNÍ CESTY

#### A) Základní informace

1. Místo pracovní cesty: Soluň, Řecko
2. Termín pracovní cesty: 18. - 25.9.2016
3. Název navštívené akce: Mezinárodní symposium o tíži, geoidu a výškových systémech 2016 (GGHS2016)
4. Účastníci cesty: RNDr. Ing. Petr Holota, DrSc. (VÚGTK) a  
Ing. Otakar Nesvadba, Ph.D. (ZÚ, VÚGTK)
5. Cíle ZPC:
  - (i) aktivní účast ve vědeckém programu konaného symposia,
  - (ii) účast v doprovodných zasedáních pořádaných pracovními strukturami Mezinárodní asociace geodézie (IAG) s organizační vazbou ke 2. komisi (Tíhové pole) IAG nebo k Mezinárodní službě gravitačního pole (IGFS) působící v rámci IAG,
  - (iii) prezentace dvou společných vědeckých příspěvků na zasedání 3.1 (Současné pokroky v teorii a modelování).
6. Seznam příloh:

Kopie některých získaných posterů byly předány pracovníkům ústavu zabývajícím se příslušnou problematikou. Souborně jsou informace o pořádaném symposiu dostupné na jeho webových stránkách, tj. na adrese <http://www.gghs2016.com>. Zahrnuty jsou vědecký program symposia i abstrakty připravených příspěvků.
7. Schválení cestovní zprávy: Ing. Karel Raděj, CSc.  
ředitel VÚGTK, v.v.i.
8. Datum schválení CZ:

## B) Program zahraniční pracovní cesty:

- B.1) Mezinárodní symposium o tíži, geoidu a výškových systémech 2016 (**International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems 2016** nebo v přijaté zkratce **GGHS2016**) bylo prvním společným symposiem 2. komise (Tíhové pole - Gravity Field) Mezinárodní asociace geodézie (IAG) a Mezinárodní služby pro tíhové pole (IGFS - International Gravity Field Service), jež bylo pořádáno ve spolupráci s tematickou skupinou 1 (Sjednocený výškový systém - Unified Height System) Globálního geodetického observačního systému (GGOS - Global Geodetic Observing System). Budiž dodáno, že IGFS a GGOS, stejně jako 2. komise, náležejí do struktury IAG. Symposium se konalo v prostorách (hlavní slavnostní hale) Aristotelovy univerzity v Soluni. Ve středu hlavní pozornosti byly metody observace, odhadů a interpretace zemského gravitačního pole stejně jako otázky jeho aplikace.
- B.2) GGHS2016 bylo pokračováním dlouhé řady symposií 2. komise IAG: GGG2000 (Banff, Kanada), GG2002 (Soluň, Řecko), GGSM2004 (Porto, Portugalsko), GGEO2008 (Chania, Řecko), GGHS2012 (Benátky, Itálie) a symposií IGFS, tj. 1. symposia IGFS v roce 2006 (Istanbul, Turecko), 2. symposia IGFS v roce 2010 (Fairbanks, Aljaška, USA) a 3. symposia IGFS v roce 2014 (Šanghaj, ČLR) konaného pod stejnou záštitou (tj. IAG), jehož pořádání bylo schváleno na 26. valném shromáždění IUGG (Mezinárodní unie geodetické a geofyzikální) v Praze v roce 2015.
- B.3) Pořadatelsky konání symposia v Soluni zajistil místní organizační výbor. Předsedou výboru byl Doc. George S. Vergos reprezentující Aristotelovu univerzitu v Soluni. Členy výboru byli Vassillios N. Grigoriadis, Christopher Kotsakis, Dimitrios A. Natsiopoulos, Dimitrios Tsoulis a Ilias N. Tziavos.
- B.4) Náplň symposia programově připravil vědecký organizační výbor ve složení:  
Roland Pail (Technische Universität München, Německo), prezident 2. komise IAG,  
Riccardo Barzaghi (Politecnico di Milano, Itálie), prezident IGFS,  
Shuanggen Jin (Shanghai Astronomical Observatory, ČLR), viceprezident 2. komise IAG,  
Laura Sanchez (Technische Universität München, Německo), předsedkyně tematické skupiny 1 systému GGOS,  
Leonid Vituškin (ROSSTANDART, Ruská federace),  
Jonas Agren (Lantmäteriet, Švédsko),  
Adrian Jäggi (Universität Bern, Švýcarsko),  
Maria Cristina Pacino (Universidad Nacional de Rosario, Argentina),  
Xiaoli Deng (The University of Newcastle, Austrálie),  
Jürgen Kusche (Universität Bonn, Německo),  
Pavel Novák (Západočeská univerzita v Plzni, ČR),  
Sylvain Bonvalot (Bureau Gravimetric International, Francie),  
Franz Barthelmes (Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Německo),  
Mirko Reguzzoni (Politecnico di Milano, Itálie),  
Jean-Pierre Barriot (ICET - International Centre for Earth Tides, University of French Polynesia).
- B.5) Účastníky symposia na zahajovacím zasedání přivítali:  
Doc. George S. Vergos, předseda místního organizačního výboru,  
Prof. Periklis Mitkas, rektor Aristotelovy Univerzity v Soluni (AUS),  
Prof. Konstantinos-Evangelos Katsampalos, děkan inženýrské fakulty AUS,  
Prof. Dimitrios Tsoulis, předseda School of Rural and Surveying Engineering AUS,  
Roland Pail, prezident 2. komise IAG,  
Riccardo Barzaghi, prezident IGFS,  
Laura Sanchez, předsedkyně tematické skupiny 1 v rámci GGOS.

B.6) Vědecký program symposia tvořila zasedání věnovaná následujícím tématům:

**1. Současné a budoucí družicové gravitační mise**

Organizátoři zasedání: Thomas Gruber (Německo), David Wiese (USA)

- 1.1. Strategie zpracování dat v družicové gravimetrii
- 1.2. Koncepty a výkonost budoucích misí zaměřených na gravitační pole

**2. Globální modelování tíhového pole**

Organizátoři zasedání: Nikolaos Pavlis (USA), Shuanggen Jin (ČLR)

- 2.1. Vývoj modelů
- 2.2. Výpočetní metody
- 2.3. Současná a budoucí data

**3. Lokální/regionální metody určování a modely geoidu**

Organizátoři zasedání: Urs Marti (Švýcarsko), Hussein Abd-Elmotaal (Egypt)

- 3.1. Současný vývoj v teorii a modelování
- 3.2. Regionální a lokální modelování geoidu
- 3.3. Letecká gravimetrie a modelování geoidu

**4. Absolutní a relativní tíže: observace a metody**

Organizátoři zasedání: Leonid Vituskin (Ruská federace), Jakob Flury (Německo)

- 4.1. Absolutní a relativní tíže: observace a metody
- 4.2. Pozemní a letecká gravimetrie

**5. Sjednocení výškových systémů a výškových vztahných bodů**

Organizátoři zasedání: Michael Sideris (Kanada), Laura Sanchez (Německo)

- 5.1. Mezinárodní výškový vztahný systém a sjednocení výškových systémů: konvence, strategie, nové koncepty
- 5.2. Sjednocení výškových vztahných bodů a praktické realizace

**6. Pohyby hmot a procesy závažné pro klima**

Organizátoři zasedání: Ole Andersen (Dánsko), Annette Eicker (Německo)

- 6.1. Družicová altimetrie a procesy závažné pro klima
- 6.2. GRACE pro integrovanou interpretaci pohybů hmot
- 6.3. Následné zpracování údajů z GRACE pro geofyzikální interpretace

Uváděná zasedání měla vždy ústní a posterovou část. Součástí posteru byla vždy i krátká ústní prezentace jeho obsahu a informace o dosažených výsledcích.

B.7) Během symposia v Soluni se také uskutečnila řada oddělených pracovních zasedání. Jednalo se zejména o:

- zasedání řídicího výboru 2. komise IAG (předseda: Roland Pail, Německo),
- zasedání IGFS (předseda: Riccardo Barzagi, Itálie),
- zasedání podkomise SC 2.1 IAG - Gravimetrie a gravimetrické sítě (předseda: Leonid Vituškin, Ruská federace),
- zasedání komitétu pro družicové mise (v rámci GGOS, předseda: Jürgen Müller, Německo),
- zasedání podkomise SC 2.2 IAG - Metodologie pro určování geoidu a výšek (předseda: Jonas Agren, Švédsko),
- zasedání spojené pracovní skupiny JWG 0.1 IAG - Strategie pro realizaci Mezinárodního výškového referenčního systému IHRS (předseda: Laura Sanchez, Německo),
- zasedání podkomise SC 2.3 IAG - Družicové gravitační mise (předseda: Adrian Jäggi, Švýcarsko),

- zasedání podkomise SC 2.4 IAG - Regionální určování geoidu (předseda: Hussein Abd-Elmotaal, Egypt),
- zasedání komitétu (ve struktuře GGOS) pro vytvoření globálního geodetického referenčního rámce (předseda: Urs Marti, Švýcarsko),
- zasedání podkomise SC 2.6 IAG - Tíže a transport hmot v Zemském systému (předseda: Shuanggen Jin, ČLR),
- zasedání spojené studijní skupiny JSG 0.11 IAG pro aspekty multirozkladu v teorii potenciálního pole (předseda: Dimitrios Tsoulis, Řecko),
- zasedání projektu GEOMED II (předseda: Riccardo Barzagi, Itálie).

### C) **Průběh zahraniční pracovní cesty:**

Symposium v Soluni se konalo za přítomnosti asi 130 účastníků z celého světa. Bylo prezentováno 211 vědeckých prezentací, z toho 94 ústních a 117 posterových. Z ČR přijelo do Soluně 6 účastníků.

Vyslání pracovníci z VÚGTK a ZÚ svůj program koordinovali tak, aby v maximální míře svou účastí pokryly všechna vědecká zasedání věnovaná tématům 1 - 6. To se podařilo, zasedání byla organizována bez překrytu, konsekutivně. Účastí se podařilo pokrýt i některá oddělená pracovní zasedání.

K náplni vědeckého programu symposia účastníci cesty také aktivně přispěli. Ve spolupráci pro symposium připravili následující 2 prezentace. První s názvem: „*On the Downward Continuation Stability in Dependence of the Topography Roughness*“ a druhou pak s titulem: „*Modification of Ellipsoidal Coordinates and Successive Approximations in the Solution of the Linear Gravimetric Boundary Value Problem*“. Obě byly prezentovány v rámci tématu 3.1 (Současný vývoj v teorii a modelování).

Závěrečné plenární zasedání symposia se konalo v pátek 23.9.2016 v odpoledních hodinách. Předsedové jednotlivých tematických vědeckých zasedání přednesli souhrnné informace o výsledcích jednání.

*Témata 1* (Současné a budoucí družicové gravitační mise). Zde bylo zdůrazněno pokračující zdokonalování ve zpracování dat z mise GRACE (lepší základní modely, zpracování dat na úrovni Level 1 a Level 2) a z toho plynoucí zvýšený zájem o využití dat pro společensky významná rozhodování (např. předpověď sucha a záplav). Byl zmíněn silný důraz na potřebu a zdokonalení budoucích misí po GRACE FO. Jsou prováděny simulace pro optimalizaci těchto misí ve smyslu zpracování dat (redukce chyb z aliasingu), přístrojového vybavení apod.

*Témata 2* (Globální modelování tíhového pole). Konstatováno bylo zdokonalení odhadů z dat GOCE na nízké dráze. Zmíněn byl vývoj nových modelů gravitačního pole (XGM2016, EGM2020), modelů topografie a izostatické složky. Velký pokrok byl dosažen ve výpočetních metodách při modelování s vysokým stupněm rozlišení, řešení velkých systémů rovnic a při dvoudimensionální fourierovské reprezentaci pomocí řad. Poukázáno bylo i na nové datové produkty (Antarktické polární pokrytí, vysoké rozlišení tíhového pole v oblastech oceánů a moří) a na inovativní observační koncepty založené na relativistických principech a kvantové optice.

*Témata 3* (Lokální/regionální metody určování a modely geoidu). Zde byla pozitivně hodnocena zdokonalení v aplikaci kolokační techniky opřené o metodu nejmenších čtverců, zejména stabilita, konstrukce kovarianční funkce a také iterativní postupy pro odhad kovariancí s využitím zpětné vazby. Citováno bylo i zdokonalení v použití metody analytického prodloužení tíhového pole zaměřené na stabilizaci řešení pomocí shlazování topografie a na interpretaci účinků shlazení. Zdůrazněna byla role postup-

ných aproximací pro řešení okrajových úloh s pevnou hranicí umožňující redukovat nároky na paměť počítače a potřebný čas pro centrální procesorovou jednotku (CPU time). Bylo rovněž dosaženo zlepšení v aktivitách podkomisí IAG zaměřených na otázky tíže a geoidu, např., v Evropě a Africe.

*Témata 4* (Absolutní a relativní tíže: observace a metody). V souhrnném pohledu zde byly akcentovány výsledky nové testovací kampaně s novým francouzským transportním kvantovým gravimetrem. Dále pak velmi dobré a robustní výsledky dosažené v letecké gravimetrii s německým systémem realizované bok po boku s tradičním LCR senzorem. Zmíněna byla také zajímavá kampaň absolutní gravimetrie na Novém Zélandu a v Saudské Arábii.

*Témata 5* (Sjednocení výškových systémů a výškových vztažných bodů). Při diskusi o realizaci mezinárodního výškového referenčního systému, zejména určení hodnot potenciálu a časových změn, byla zdůrazněna konsistence s geometrickými souřadnicemi. Významné místo v diskusi o určení hodnot potenciálu zaujala použití přesných hodin. V pozornosti bylo také použití různých geodetických dat (GNSS/nivelace, tíže, globálních gravitačních modelů, záznamů na vodočtech, střední dynamické topografie) pro sjednocení výškových referenčních hladin.

*Témata 6* (Pohyby hmot a procesy závažné pro klima). Konstatováno bylo zdokonalení altimetrie díky novým sensorům a novým geodetickým družicovým misím. Přispělo zejména ke zdokonalení postupů v pobřežních a arktických oblastech. Společně pak s údaji získanými z mise GOCE přineslo nové poznatky i v oceánografii a v různých časových škálách také nové pohledy a přesnější pochopení procesů spojených s transportem hmot. Zmíněny byly rovněž pokroky v následném zpracování, optimální filtraci a korekční technice pro GRACE a budoucí mise.

*Poznámka.* Je vhodné doplnit, že v pozitivních konstatováních formulovaných v rámci tématu 3 (zejména o použití metody analytického prodloužení a metody postupných aproximací) se odrazily i výsledky předložené vyslanými účastníky pracovní cesty.

Organizační informace týkající se publikace prezentovaných vědeckých příspěvků v publikační řadě IAG Symposia vydávané nakladatelstvím Springer pak podal Doc. Vergos jménem místního organizačního výboru. Termín zaslání rukopisů je do 26.12.2016. Za práci a přínos k úspěchu symposia účastníkům poděkovali představitelé vědeckého i místního organizačního výboru.

#### **D) Seznam osob, se kterými bylo jednáno (kontakty):**

Během symposia vyslaní pracovníci jednali s celou řadou jeho účastníků. Mezi nimi byli, např.: H. Abd-Elmotaal (Egypt), R. Barzaghi (Itálie), J.M. Brockmann (Německo), R. Čunderlík (Slovensko), H. Drewes (Německo), I. Foroughi (Kanada), R. Forsberg (Dánsko), R. Grebenitcharsky (Kanada/Bulharsko), S. Jin (Čína), J. Krynski (Polsko), J. Mäkinen (Finsko), U. Marti (Švýcarsko), L. Pašova (Bulharsko), M. Reguzzoni (Itálie), D. Roman (USA), L. Sanchez (Německo), H. Schuh (Německo), N. Sneeuw (Německo), D. Tsoulis (Řecko), S. Valčeva (Bulharsko) a L. Vituškin (Ruská federace).

Zpracoval: P. Holota  
Zdiby, dne: 3.10.2016