

Mezinárodní spolupráce Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického, v. v. i. v období 1954–2019

Ing. Jaroslav Šimek,
Výzkumný ústav geodetický,
topografický a kartografický, v. v. i.

Abstrakt

Stručná rekapitulace podílu Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického, v. v. i. (VÚGTK) na mezinárodní spolupráci resortu zeměměřictví a katastru v Československu i na mezinárodní činnosti české a slovenské vědecké komunity v období od vzniku ústavu v roce 1954 do roku 1990. Poté se předkládá obraz mezinárodní spolupráce VÚGTK po roce 1990 v podmínkách politických a organizačních změn ve společnosti a připomínají se významnější výsledky. Hlavní pozornost je věnována současné situaci a předpokládanému vývoji v této oblasti.

International Collaboration of the Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography in the Period 1954–2019

Abstract

Brief review of the VÚGTK contribution to the international collaboration in the field of geodesy, surveying, mapping and cadastre in Czechoslovakia as well as to the general international activities of the Czech and Slovak scientific community in the period from 1954, when the Institute was established, to 1990. Afterwards the picture of the international collaboration after 1990 is presented in the light of political and organizational changes in the society along with some more important achievements. The main attention is paid to the present situation and outlook.

Keywords: research and development, geodesy, GIS, Real estate cadastre, engineering surveying, metrology, international non-governmental organizations, IAG, ICA, FIG, CLGE

1. Úvod

V současných podmínkách intenzivní globalizace a integrace je mezinárodní spolupráce jedním z nejvýraznějších atributů všech oblastí lidské společnosti včetně vědy a výzkumu. Současný výzkumný prostor se již na tuto skutečnost adaptoval a mezinárodní spolupráce je v něm brána jako jeden z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje utváření výzkumného prostoru v oblasti infrastruktury i lidských zdrojů. Předložené pojednání se u příležitosti 65. výročí vzniku Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického, v. v. i. (VÚGTK) pokouší vytvořit obraz mezinárodní spolupráce v kontextu vývoje organizace, poukázat na rozdíly v přístupu k této oblasti činnosti v uplynulém období ve srovnání se současností a na některé problémy spojené s předpokládaným vývojem v budoucnu. Během existence VÚGTK byla do mezinárodní spolupráce různou měrou zapojena poměrně dlouhá řada vědeckých a výzkumných pracovníků. V textu se neuvádí jejich úplný výčet ani není hodnocena jejich činnost s výjimkou první části, kde jsou z piety připomenuta jména několika málo výrazných osobností, které již nežijí a jejichž přínos české a mezinárodní vědě byl mimořádný. V části věnované současné mezinárodní spolupráci jsou pak zmíněna jména vědeckých pracovníků zodpovědných za realizaci aktuálních mezinárodních vědeckých projektů a služeb.

2. Mezinárodní spolupráce VÚGTK v období 1954–1990

V období 1954–1990 byl rámec mezinárodní spolupráce v zeměměřictví, geodézii a kartografii tvořen především

sdužením civilních i vojenských geodetických služeb socialistických států (GSSS), tj. států bývalého sovětského bloku. Součástí GSSS byla také geodetická služba bývalého Československa. Tato mezinárodní organizace vznikla již několik let před definitivním ustavením samostatného resortu geodézie a kartografie a jeho organizací v Československé republice (ČSR) a jejím cílem bylo zejména koordinovat zabezpečení nejnaléhavějších potřeb geodetických a kartografických produktů pro národní ekonomiky států východního bloku ale také pro potřeby obrany, přičemž zde bylo samozřejmostí vedoucí postavení Svazu sovětských socialistických republik (SSSR). Po vzniku samostatného resortu se součástí GSSS stala Ústřední správa geodézie a kartografie a nově vzniklý VÚGTK se stal základnou pro expertní spolupráci na jednotlivých tématech.

Spolupráce GSSS se rozvíjela na mnohostranném i na dvoustranném základě, přičemž výchozími dokumenty byla usnesení pléna periodicky konaných konferencí GSSS, příp. dvoustranné dohody. Přehled této spolupráce přibližně do konce 70. let minulého století lze nalézt např. v [1]. Během prvních přibližně 25 let přinesla tato spolupráce některé pozoruhodné výsledky, z nichž připomeňme alespoň

- vybudování Jednotné astronomicko-geodetické sítě (JAGS) na území států sovětského bloku a evropské části SSSR, která spoludefinovala geodetický referenční souřadnicový systém 1942 (S-42),
- vytvoření Jednotné nivelační sítě (JNS) států sovětského bloku spojením jednotlivých národních nivelačních sítí, vytvoření jednotného výškového systému baltského – po vyrovnání (Bpv) a implementace systému normálních výšek,
- rozpracování a zahájení rozsáhlého projektu opakovaných nivelací, sestavení a vydání mapy recentních pohybů v této oblasti,

- vydání mapy světa v měřítku 1 : 2 500 000,
- vytvoření topografického mapového díla území všech států sovětského bloku v konvenční měřítkové řadě a se společným značkovým klíčem včetně rozpracování metodiky obnovy těchto map,
- zahájení rozsáhlých projektů mapování ve velkých měřítkách podle potřeby národních ekonomik jednotlivých států s využitím jednotných standardů a postupů.

V kartografii mělo nadčasový význam rozpracování teorie funkce kartografického zobrazování na principech teorie informace a komunikace, kterou jako první předložil v 60. letech pracovník VÚGTK Antonín Koláčný (1910 až 1991), což vzbudilo mimořádný mezinárodní ohlas, a toto dílo patřilo po několika dalších desetiletích k nejcitovanějším v teoretické kartografii. Koláčný byl také významným funkcionářem Mezinárodní geografické unie a hlavním autorem Jednotné soustavy školních kartografických pomůcek.

Datové soubory z území Československa, vstupující do vyrovnání kontinentálních sítí JAGS a JNS byly připraveny a systemizovány v Geodetickém a topografickém ústavu, Praha (GTÚ), předchůdce dnešního Zeměměřického úřadu), zatímco VÚGTK se podílel na teoretickém zabezpečení realizace kontinentálních referenčních systémů a návazných produktů (realizace národních sítí v těchto systémech) činností svých zástupců v expertních skupinách, zabývajících se jednotlivými aspekty tohoto problému.

Zatímco projekty formulované a realizované v rámci GSSS měly převážně praktický charakter, související teoretické a vědecké aspekty byly rozpracovávány a řešeny v rámci jiného typu spolupráce – KAPG (Komise akademií věd států sovětského bloku pro řešení komplexního problému „Planetární geofyzikální výzkum“) a Interkosmos (Komise akademií věd států sovětského bloku pro výzkum a mírové využití kosmického prostoru), který probíhal v letech 1967–1990. Tato mezinárodní spolupráce byla smluvně zabezpečena dohodou mezi Ústřední správou geodézie a kartografie (ÚSGK), resp. později Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním (ČÚZK) a Slovenským úřadem geodézie a kartografie (SÚGK) a Československou akademií věd (ČSAV). V rámci programu Interkosmos se pracovníci VÚGTK podíleli na řešení některých dílčích problémů v sekci kosmické fyziky a zúčastnili se mezinárodních vědeckých akcí. Tato spolupráce představovala dobrou symbiózu, neboť pro řešení čistě vědeckých problémů by jinak nebylo možné získat velké finanční prostředky, které bylo potřeba vynaložit na realizaci kontinentálních referenčních systémů a všech souvisejících observačních a dalších měřických prací. Tyto náklady nesly GSSS a KAPG tak mohla svůj výzkum budovat na rozsáhlém experimentálním materiálu, jaký bychom stěží našli v jiné části světa.

Experti VÚGTK byli angažováni jak ve spolupráci GSSS, tak v projektech KAPG přičemž výsledky jejich vědecké činnosti vzbudily pozornost v celosvětové vědecké komunitě, reprezentované mezinárodními nevládními organizacemi, zejména Mezinárodní asociací geodézie (IAG, International Association of Geodesy), která je spoluzakládající asociací Mezinárodní unie geodetické a geofyzikální (IUGG, International Union of Geodesy and Geophysics) v roce 1919. Tyto výsledky vedly k jejich volbě do funkcí v příslušných složkách struktury IAG.

Za připomenutí stojí zejména práce Milana Burši (1929 až 2019, [obr. 1](#)), pozdějšího profesora Českého vysokého učení technického (ČVUT) a vedoucího pracovníka Astronomického ústavu (ASÚ) Československé akademie věd (ČSAV, později AV ČR – Akademie věd ČR), jedné z největších osobností světové geodetické vědy druhé poloviny



Obr. 1 Prof. Ing. Milan Burša, DrSc., členský korespondent ČSAV, Fellow of the IAG



Obr. 2 Ing. Pavel Vyskočil, DrSc., Fellow of the IAG, ředitel ICRCM

20. století, který se od druhé poloviny 50. let věnoval určování geometrických a dynamických parametrů zemského tělesa, definici a realizaci světových a kontinentálních polohových a výškových referenčních systémů s využitím pozorování umělých družic země (UDZ) a dalších kosmických misí, jakož i teoretickým a praktickým problémům modelování podrobného a globálního tíhového pole a později také planetárním astrodynamickým charakteristikám Země a planet. V souvislosti se souborným vyrovnáním JAGS a JNS rozpracoval realizaci teorie Molodenského pro redukce geodetických pozorování, teorii konverze ortometrických výšek na normální výšky a již od počátku se zabýval teorií a realizací tvorby světového výškového systému. V rámci IAG zastával významné vědecko-organizační funkce včetně pozice viceprezidenta a mnoho let vedl mezinárodní tým významných odborníků zabývajících se problematikou fundamentálních konstant relevantních pro geodézii a astronomii. Za svoji práci obdržel mnoho vědeckých a společenských ocenění doma a zejména v cizině, kde výsledky jeho práce došly přece jenom většího ohlasu a uznání.

Významnou roli v mezinárodní vědecké komunitě hrál také Bedřich Kruis (1904–1994), který se věnoval vědeckým aspektům nivelace a jako jeden z prvních rozpracoval a propagoval metodiku určování recentních pohybů na základě opakovaných nivelací. Jeho následovník Pavel Vyskočil (1934–2006, [obr. 2](#)) vedl vědecký tým při zpracování mapy recentních pohybů zemského povrchu států sovětského bloku a na základě toho byl zvolen sekretářem Komise VII pro recentní pohyby IAG a ředitelem Mezinárodního centra pro recentní pohyby (ICRCM), které jako operativní orgán IAG pracovalo ve VÚGTK v letech 1975–1995. Činnost centra byla financována z rozpočtu Českého úřadu geodetického a kartografického (ČÚGK), IAG a ICSU (Mezinárodní rada vědeckých unií při OSN¹⁾.

K hlavním úkolům ICRCM patřilo zejména:

- sběr, evidence, uchovávání a distribuce dostupných informací o recentních pohybech,
- sběr, uchovávání a distribuce bibliografických údajů o recentních pohybech tektonického a netektonického původu,
- zpracovávání a vyhodnocování informací a jejich distribuce ve formě katalogů, map a dalších prostředků vizualizace,

1) Organizace spojených národů.

- srovnávací analýzy dostupných dat s dalšími geologickými a geofyzikálními informacemi, zejména strukturálními informacemi o zemské kůře a plášti, s litosférickými diskontinuitami se zvláštním zřetelem k seismicitě,
- iniciování a podpora vědeckých projektů zaměřených na recentní pohyby poskytováním konzultací, školení a vědeckých pobytů v ICRCM se zvláštním zřetelem k rozvojovým zemím,
- pravidelné vydávání periodika ICRCM Bulletin, přinášejícího informace o aktivitách CRCM a ICRCM, katalogích dat, přírůstcích knihovny ICRCM, vědecká sdělení aj.

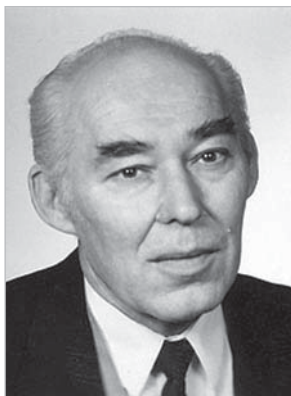
ICRCM poskytovalo konzultace k problémům z oblasti výzkumu recentních pohybů klasickými geodetickými metodami se zvláštním zřetelem k odborníkům z rozvojových zemí. Konzultace se týkaly především metodologie výzkumu recentních pohybů, otázky zřizování monitorovacích sítí, metod observací, zpracování, analýz a interpretací dat. Během existence ICRCM využívali jeho služeb nejčastěji odborníci z Vietnamu, Nepálu, Iráku, Koreje, Bulharska, Rumunska, Ukrajiny, Saúdské Arábie, Nigérie, Etiopie a Keni. Nejdelší a nejintenzivnější spolupráce byla s Egyptským národním výzkumným ústavem astronomie a geofyziky (NRIAG), za kterou byla P. Vyskočilovi egyptskou vládou udělena nejvyšší státní cena Egyptské arabské republiky (EAR) za vědu. P. Vyskočil se těšil velké popularity a respektu mnoha představitelů geodetické vědy zejména ze zemí Asie, Latinské Ameriky a Afriky.

Kromě řady projektů, zaměřených na realizaci rozsáhlých inženýrských staveb v bývalém Československu (jaderné elektrárny, přehrady, podzemní produktovody, zásobníky plynu, povrchové a hlubinné doly) bylo ICRCM zapojeno do několika mezinárodních projektů. Od samého počátku existovala dlouhodobá a rozsáhlá spolupráce se zeměmi bývalého sovětského bloku na vyhodnocení opakovaných nivelačních měření na území těchto zemí s cílem vytvoření mapy recentních pohybů území střední a východní Evropy.

Několik projektů bylo realizováno s Egyptskou akademií věd. Šlo o monitorování recentních pohybů povrchu různých oblastí Egypta, z nichž nejrozsáhlejší byla oblast Asuánu. V této souvislosti byly vyvinuty dva modely deformací založené na opakovaných geodetických měřeních, které byly posléze aplikovány také na území Řecka.

Z posledního období činnosti centra lze připomenout projekt monitorování deformací podél linie Mrtvé moře – Akabský záliv. V období 1990–1994 byla vytvořena mapa ročních rychlostí pohybů zemské kůry zahrnující území Rakouska, Bavorska, Polska, Slovenska, Maďarska, Slovinska, Chorvatska a České republiky. Kromě mapy byl vytvořen katalog pohybů uzlových bodů nivelačních sítí. ICRCM bylo rovněž zapojeno do projektu „Neogeodynamica Baltica“ v rámci Mezinárodního geofyzikálního korelačního programu.

Výraznou osobností v oblasti mezinárodní spolupráce v terestrické instrumentální gravimetrii byl Zdeněk Šimon (1929–2017, [obr. 3](#)). Již jako mladý výzkumný pracovník GTÚ se podílel na začlenění Československé základní gravimetrické sítě do mezinárodního rámce. Po



Obr. 3 Ing. Zdeněk Šimon, DrSc.

příchodu do VÚGTK v roce 1965 se aktivně zapojil do výzkumu zemských slapů v rámci KAPG, kde se díky svému přístupu brzy stal koordinátorem a vůdčí osobností realizovaných projektů v oblasti výzkumu gravimetrických slapů. V KAPG byl mnoho let vedoucím programu „Zemské slapy“ a programu „Systematická pozorování planetární dynamiky KAPG“. Jeho podrobné metodiky cejchování a měření se staly mezinárodním standardem pro východoevropské státy a díky nim přinesla spolupráce na tehdejší dobu kvalitní výsledky v celosvětovém kontextu.

Slapová laboratoř na Geodetické observatoři (GO) Pecný, kterou vybudoval, byla nejlepší z mezinárodní sítě slapových stanic východního bloku a dostalo se jí uznání také ze strany IAG. Od 70. let minulého století až do odchodu do důchodu byl Z. Šimon zapojen také do činnosti IAG. Jeho přísné vědecké přístupy ke zkoumané problematice a vědecké výsledky mu získaly uznání od kolegů z celosvětové odborné komunity.

Kromě soustavného přispívání slapovými daty Mezinárodnímu centru pro zemské slapy (ICET, později IGETS) po více než 20 let zahájil koncem sedmdesátých let na GO Pecný rovněž výzkum sekulárních neslapových variací tíhového zrychlení na základě opakovaných absolutních tíhových měření. Série těchto měření byla nejprve prováděna sovětskými absolutními balistickými gravimetry, po roce 1990 pokračovala měření různými typy absolutních gravimetrů (FG5, JILAg, ZZG) několika institucí z Evropy a USA a posléze hlavně vlastními absolutními gravimetry FG5 a FG5X.

Geodetická observatoř Pecný (GOP), která zahájila svou činnost v roce 1957 a od roku 1965 je součástí VÚGTK, byla od počátku pravidelných astrometrických pozorování součástí Mezinárodní šířkové služby – ILS (později Mezinárodní služby pohybu pólu – IPMS) a Mezinárodní časové služby (BIH), do nichž přispívala svými daty až do ukončení jejich činnosti v roce 1990, kdy byly nahrazeny Mezinárodní službou rotace Země (IERS) založené výhradně na metodách kosmické geodézie. Od poloviny 60. let se GOP věnovala rovněž kontinuálnímu pozorování slapů zemské kůry pomocí adaptovaných gravimetrů Askania Gs 11, později Gs 15 v rámci KAPG a gravimetrická laboratoř GOP se svoji termokomorou byla oficiálně stanovena jako kalibrační laboratoř pro gravimetry pracující na projektech KAPG.

V roce 1971 se družicová stanice GOP Skalka jako stanice Interkosmos zúčastnila mezinárodního globálního experimentu ISAGEX, který na základě kampaně kombinující fotografická (směrová) a laserová (délková) pozorování vedl k prvotnímu určení geocentrických souřadnic této a několika dalších stanic (Potsdam, Helwan, Ulaanbaatar, Santiago) ke zpřesnění Keplerovských elementů dráhy družice PEOLE na úroveň vyhovující požadavkům na geodynamické aplikace. Přestože přesnost tohoto prvotního určení souřadnic nebyla vyšší než 10 m, jednalo se o důležitý první krok, neboť určování geocentrických souřadnic družicových stanic a drah UDZ je nepřetržitý iterační proces, vedoucí až k dnešním centimetrovým a subcentimetrovým přesnostem.

Od druhé poloviny 70. let se mezinárodní spolupráce resortu ČÚGK v rámci GSSS zaměřila na následující šest témat, která zůstala v podstatě aktuální až do konce 80. let:

- zdokonalení metod řízení a plánování geodetické a kartografické výroby,
- automatizované systémy tvorby a obnovy topografických a velkoměřítkových map,
- tvorba kartografických výrobků,

- budování vysoce přesných geodetických a gravimetrických sítí,
- vývoj metod a přístrojů pro automatizaci inženýrsko-geodetických prací,
- komplexní využití materiálů kosmického snímkování.

Geodetická služba Československé socialistické republiky (ČSSR) byla koordinátorem druhého tématu. VÚGTK byl různou měrou zapojen do všech šesti témat, a to prostřednictvím plánů rozvoje vědy a techniky, které byly rozpracovány na úroveň projektů, jejichž výsledky směřovaly do jednotlivých tematických okruhů.

Na základě mezivládní dohody o spolupráci mezi SSSR a ČSSR v oblasti DPZ a s ohledem na šesté téma spolupráce GSSS byl ve VÚGTK zřízen v roce 1978 nový útvar – Středisko dálkového průzkumu Země, který byl ovšem po zahájení činnosti o dva roky později včetně zařízení a personálu organizačně převeden do Geodetického ústavu (dnes Zeměměřický úřad – ZÚ). Tím také skončilo období výzkumu v oblasti fotogrammetrie ve VÚGTK, které přineslo řadu významných výsledků v oblasti fotogrammetrického mapování a inženýrských aplikací fotogrammetrie, které ve své době snesly srovnání se světovou úrovní.

Ústav se rovněž podílel na plnění některých dvoustranných dohod, které resort ČÚŽK uzavřel s některými státy (Německá demokratická republika – NDR, Polsko, Kuba). Řadu let probíhala poměrně intenzivní spolupráce mezi VÚGTK a sovětskými výzkumnými institucemi (CNIIGAIK, MIIGAIK), která se kromě výzkumu v oblasti geodetických základů na základě dvoustranné smlouvy z roku 1971 zaměřila zejména na tvorbu programového systému MAPA pro automatizovanou tvorbu a obnovu velkoměřítkových map s využitím počítačů řady EC. Společně s CNIIGAIK byla rovněž vypracována metodika velmi přesné nivelace v horských oblastech.

Souhrnně lze říci, že v období 1954–1990 mezinárodní spolupráce VÚGTK vycházela převážně z plánů a projektů GSSS a KAPG a že bylo dosaženo řady cenných výsledků. Zapojení do činnosti celosvětových mezinárodních nevládních organizací, jako IAG, FIG (Fédération Internationale des Géomètres, Mezinárodní federace zeměměřičů), ICA (International Cartographic Association, Mezinárodní kartografická asociace) bylo omezeno pouze na aktivní přispívání mezinárodním vědeckým službám (astronomická pozorování), na aktivní účast na některých vědeckotechnických akcích (především valných shromážděních a některých významných sympoziích) těchto institucí a na výkon nespočetných vědeckých funkcí, kterých se zástupcům VÚGTK dostalo díky výsledkům jejich vědecké činnosti volbou ze strany mezinárodní odborné komunity. Rozhodně však činnost v mezinárodních institucích kromě GSSS a KAPG nebyla prioritou vedení resortu. I přesto v tomto období VÚGTK přispěl mezinárodní vědecké komunitě také podílem na organizaci různých druhů mezinárodních akcí, ať již jako hlavní organizátor nebo spoluorganizátor. Šlo například o symposium IAG o určování tíhového pole roku 1967, plenární zasedání Výboru pro kosmický výzkum (COSPAR) v roce 1969, dvě sympozia IAG „Tvar Země, Měsíce a planet“ v letech 1982 a 1986 a o několik workshopů KAPG věnovaných rotaci Země, zemským slapům, recentním pohybům a gravimetrii, resp. o workshop GSSS věnovaný motorizované nivelaci (společně s GÚ Praha).

Zcela minimální byla ze známých důvodů také tzv. mobilita vědeckých pracovníků, tj. vědecké stáže a delší pobyty na zahraničních pracovištích. V tomto ohledu můžeme jmenovat pouze několik málo výjimek – dvě vědecké

stáže v National Research Council of Canada v oboru fotogrammetrie v délce trvání dvou, resp. jednoho roku (1968, 1969), patnáctiměsíční vědecká stáž na Universität Stuttgart (1985–1986 a 1990) a tříměsíční stáže v Max Planck Institut für Meteorologie, resp. v Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (München).

3. Mezinárodní spolupráce VÚGTK v období 1990–2010

Rok 1990 je rokem zásadních politických a společenských změn, které měly významný dopad také na resort geodézie a kartografie, resp. zeměměřictví a katastru a samozřejmě také na postavení a činnost VÚGTK. Činnost GSSS a KAPG skončila a pro mezinárodní spolupráci se otvíraly nové cesty a orientace. Shodou okolností rok 1990 koinciduje s počátkem nové epochy tvorby geodetických souřadnicových referenčních systémů na evropském kontinentu, založené na metodách kosmické geodézie a s počátkem nové iniciativy IAG směřující k nové struktuře asociace, která by zahrnovala systém nově vytvořených mezinárodních vědeckých služeb.

VÚGTK ještě v letech 1990–1991 iniciuje a ve spolupráci s výpočetním centrem Bavorské akademie věd realizuje začlenění astronomicko-geodetických sítí tehdejšího Československa a Maďarska do klasického západoevropského kontinentálního systému ED87. Tento krok má v době, kdy dochází k realizaci prvního kroku budování nového geocentrického referenčního souřadnicového systému ETRS89 (Evropský terestrický referenční systém 1989), význam spíše symbolický, avšak přesto přináší nezávislé potvrzení vysoké kvality systému S-42/83 (po druhém souborném vyrovnání JAGS), který byl vytvářen s použitím jiné metodologie než ED87. Jen mimochodem poznamenejme, že totéž se potvrdilo po připojení astronomicko-geodetické sítě (AGS) bývalé NDR.

V dalších letech byla hlavní pozornost zaměřena na realizaci systému ETRS89 pro území Československa. K tomu účelu byla na podzim roku 1991 uskutečněna simultánní GPS kampaň na území České republiky (ČR) a Slovenské republiky (SR) (celkem 6 stanic AGS) a Maďarska (6 stanic), a to ve spolupráci s DGFI II Frankfurt am Main (později Spolkový úřad pro kartografii a geodézii – BKG) v ČR a FÖMI (Ústav geodézie, kartografie a dálkového průzkumu, Maďarsko) v SR. Výsledky kampaní pro ČSFR a Maďarsko (celkem 12 stanic) byly zpracovány zástupcem VÚGTK v roce 1992–1993 v DGFI a ve VÚGTK bylo v roce 1992 souborně provedeno nezávislé řešení pro ČSFR. Těchto 6 stanic tvořilo rámec pro realizaci systému ETRS89 v ČR a SR, který byl následně zhuštěn v rozsáhlé národní spolupráci (VÚGTK, ZÚ, Vojenský topografický ústav Dobruška, Slovenská technická univerzita v Bratislavě (STU), Geodetický a kartografický ústav (GKÚ) Bratislava, později též odbory katastrálního mapování katastrálních úřadů) na 176 bodů. Tím byla dovršena úvodní etapa národní realizace systému ETRS89 pro ČR a SR, která představovala homogenní součást tohoto mezinárodního souřadnicového systému a rámec pro další geodetické dílo (např. Základní geodynamická síť).

Současně s tvorbou a implementací ETRS89 probíhají další aktivity VÚGTK v oblasti geodetických sítí a studia geodynamiky geodetickými metodami. V roce 1991, jako ohlas na politiku vlád Itálie, Polska, Maďarska, Rakouska a Československa směřující k vytvoření nového bloku mnohostranné spolupráce (později nazvaného Středo-

evropská iniciativa – SEI), iniciuje VÚGTK založení pracovní skupiny geodézie v rámci sekce věd o Zemi (společně s geologií a geofyzikou), která měla tři podskupiny – geografické informační systémy (GIS), spojení geodetických sítí a geodynamika. Zástupcům VÚGTK připadlo vedení druhé a třetí podskupiny.

Do konce 90. let byl v rámci SEI realizován rozsáhlý projekt geodynamiky střední Evropy, nazvaný CERGOP, který zahrnoval 14 států včetně Spolkové republiky Německo (SRN), bývalé Jugoslávie, Rumunska a Bulharska a který položil základ k vytvoření monitorovací referenční sítě pro měření GNSS²⁾ (CEGRN, Central European GPS Geodynamic Reference Network). V rámci tohoto projektu úspěšně působilo, kromě jiného, analytické centrum VÚGTK, které vytvořil pozdější profesor ČVUT Leoš Mervart.

Součástí projektu byly také výsledky opakovaných nivelací a opakovaných gravimetrických měření. VÚGTK se projektu zúčastnil jako koordinační pracoviště, jako jedno z analytických center, v ICRCM byla zpracována nová mapa recentních vertikálních pohybů území států SEI (obr. 4) a ve spolupráci s početným mezinárodním týmem odborníků vykonávána koordinační a redakční práce na kompilaci a vydání 8 svazků věnovaných různým aspektům geodynamiky účastnických států, které vydala Varšavská polytechnika. Tento projekt byl financován z prostředků Evrop-

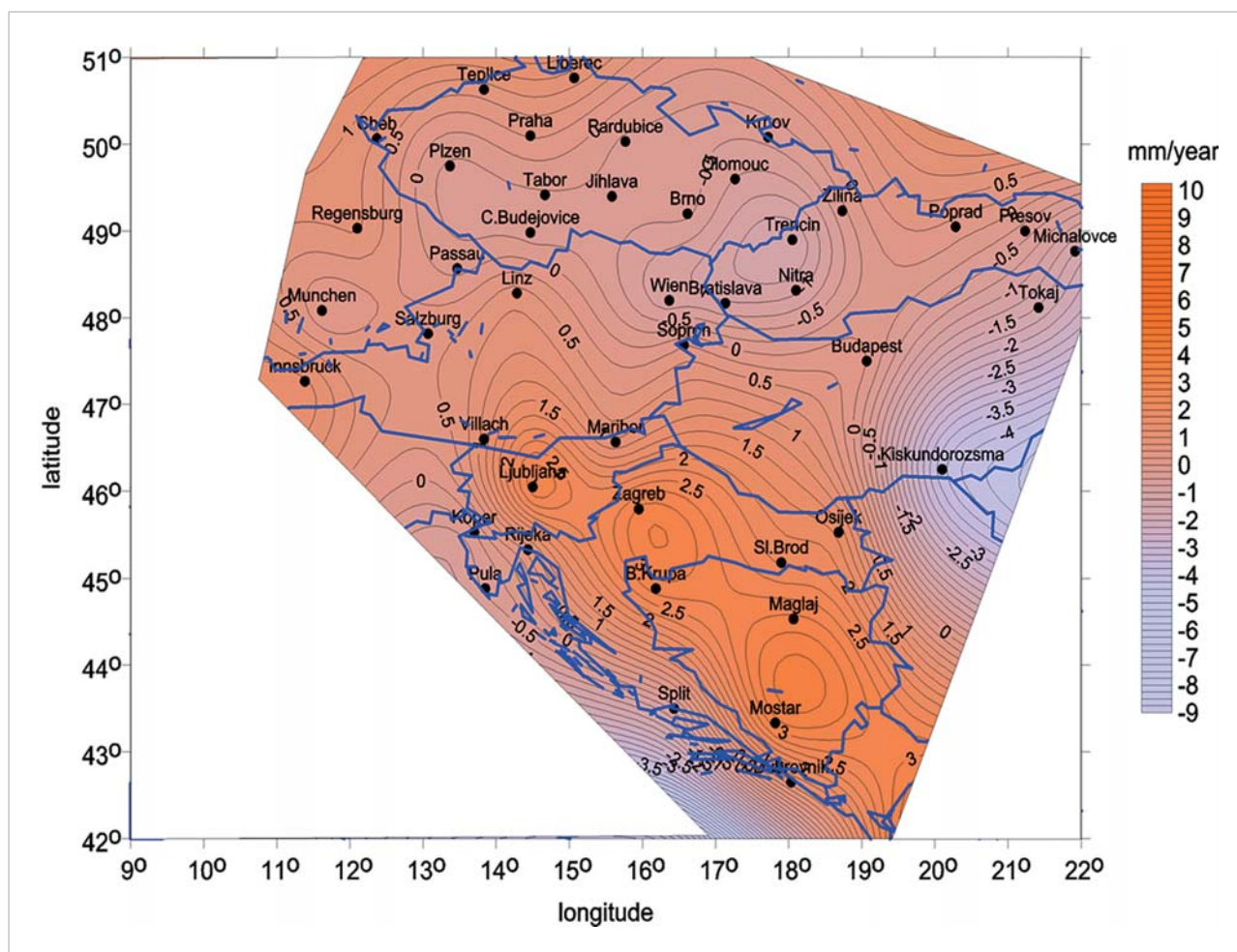
ské unie (EU) na rozvoj vědy a techniky v rámci 4. Rámcového programu EU.

V roce 1997 je na základě práce projektu CERGOP zformulován a v letech 1998–2001 realizován nový projekt UNIGRACE, podporovaný EU v rámci FP5, zaměřený na unifikaci tíhových systémů států SEI. Hlavním cílem bylo vytvoření rámce tvořeného absolutními tíhovými stanicemi, na kterých budou opakovaně prováděna absolutní tíhová měření. Vlastní opakovaná měření prováděly instituce účastnických států, které disponovaly absolutními gravimetry. Měření v ČR prováděly skupiny BKG, IPG (Ústav fyziky Země Strassbourg) a Varšavské polytechniky. Po roce 2001 VÚGTK tento rámec podstatně zhuštil vlastním absolutním gravimetrem pro území ČR, SR a Maďarska, přičemž na řadě stanic těchto států je dnes k dispozici časová řada absolutních měření.

V letech 2002–2005 je realizován nový projekt CERGOP-2, který jako pokračovatel dřívějšího projektu zahrnuje již 17 evropských států a dvojnásobný počet stanic a je financován EU z FP5. Mezinárodním koordinátorem je Rakouská akademie věd, zástupce VÚGTK zde plní funkci národního koordinátora, vedoucího pracovní skupiny pro určování výšek a ve VÚGTK pracuje opět jedno z analytických center projektu.

Uznání evropské odborné komunity si získalo analytické centrum VÚGTK v roce 1997 svoji prací v projektu Evropské jednotné výškové sítě (EUVN), který zformulovala Subkomise IAG EUREF a jehož cílem bylo vytvoření

2) Globální navigační družicové systémy.



Obr. 4 Mapa vertikálních recentních pohybů zemského povrchu, zpracovaná v ICRCM v roce 1994 (P. Vyskočil)

jednotného evropského trojrozměrného referenčního rámce cestou uskutečnění simultánní celoevropské GPS kampaně na nivačních bodech 1. řádu. Tím byla poprvé v historii vytvořena kontinentální báze k propojení geometrického a tíhového prostoru. Ve VÚGTK byly provedeny výpočty pro část evropského území pokrývající Iberský poloostrov, část Itálie, Francie a Středomoří.

Kromě aktivní účasti v celoevropských projektech organizovaných Subkomisí IAG pro evropské referenční rámce (EUREF) a směřujících k realizaci jednotných evropských polohových a výškových referenčních rámců pokračuje v 90. letech činnost pracovníků VÚGTK v rámci IAG. Kromě soustavné práce ve výkonném výboru IAG šlo z počátku o výkon pouze jedné vědecké funkce – řízení sekce obecné teorie a metodologie, v polovině 90. let se přidává členství v pracovní skupině pro modelování lokálního tíhového pole a posléze činnost v Technické pracovní skupině EUREF (dnes Řídící výbor EUREF, kterou vykonávají zástupci VÚGTK v letech 1998–2008 a poté 2008–2019). Ústav se angažuje rovněž v oblasti organizace a prezentace výsledků vědecké práce – v roce 1992 je pod záštitou IAG pořadatelem 1. Kontinentálního workshopu o geoidu v Evropě a v roce 1999 ve spolupráci se ZÚ mezinárodního symposia IAG EUREF1999. Kromě toho bylo v Praze v letech 1995–2000 uskutečněno několik pracovních zasedání pracovních skupin projektu CERGOP.

Mimořádným impulsem pro rozšíření, zintenzivnění a zkvalitnění v oblasti mezinárodní spolupráce bylo zřízení vědeckého konsorcia pěti vědeckých institucí ČR: VÚGTK, ASÚ AV ČR, ČVUT, Ústav struktury a mechaniky hornin (ÚSMH) AV ČR a Přírodovědecká fakulta University Karlovy, nazvaného Výzkumné centrum dynamiky Země (VCDZ), jehož koordinátorem a vedoucím členem byl VÚGTK. Centrum pracovalo v letech 2000–2011 a ústavu umožnilo jednak rozsáhlé investice do špičkové přístrojové techniky, jednak významná opatření v oblasti lidských zdrojů. Ústav mohl angažovat několik tehdy mladých a velmi schopných výzkumných pracovníků, kteří právě ukončili anebo zahajovali vědeckou přípravu, procházeli dlouhodobými pobyty na významných zahraničních pracovištích a přirozenou cestou se zapojili do výzkumných procesů v souladu s vývojovými trendy formovanými na mezinárodní úrovni Mezinárodní asociací geodézie. Jen mimochodem poznamenejme, že VÚGTK tím stoprocentně naplnil záměry tehdejší vlády na zkvalitnění činnosti v oblasti vědy a výzkumu a maximálně zúročil vynaložené investice. Existence VCDZ tak díky vysoké úrovni svého moderního instrumentária a kvalitního výzkumného týmu, který splňuje mezinárodní hodnotící kritéria, umožnila orientaci na mezinárodní projekty, které byly a v současnosti stále jsou hlavním polem činnosti.

90. léta jsou také obdobím zahájení činnosti mezinárodních vědeckých služeb v rámci IAG. Jestliže IERS – Mezinárodní služba rotace Země pracuje již od roku 1987 a má klíčový význam pro realizaci mezinárodního terestrického referenčního systému (ITRS), pak mezinárodní služby VLBI³⁾ (IVS) a laserové lokace (ILRS) konsolidací své činnosti přispívají ke zkvalitnění realizace ITRS a zahájení činnosti Mezinárodní služby GNSS (IGS) v roce 1993 znamená rozhodující krok nejen ke zkvalitnění, ale k podstatnému zhuštění sítě stanic realizujících ITRS. V Evropě je v rámci EUREF zahájena v roce 1996 služba EPN (Permanentní síť EUREF), jejíž činnost v podstatě kopíruje IGS v rozsahu evropského kontinentu. VÚGTK je aktivní součástí IGS od roku 1994 a EPN od roku 1997.

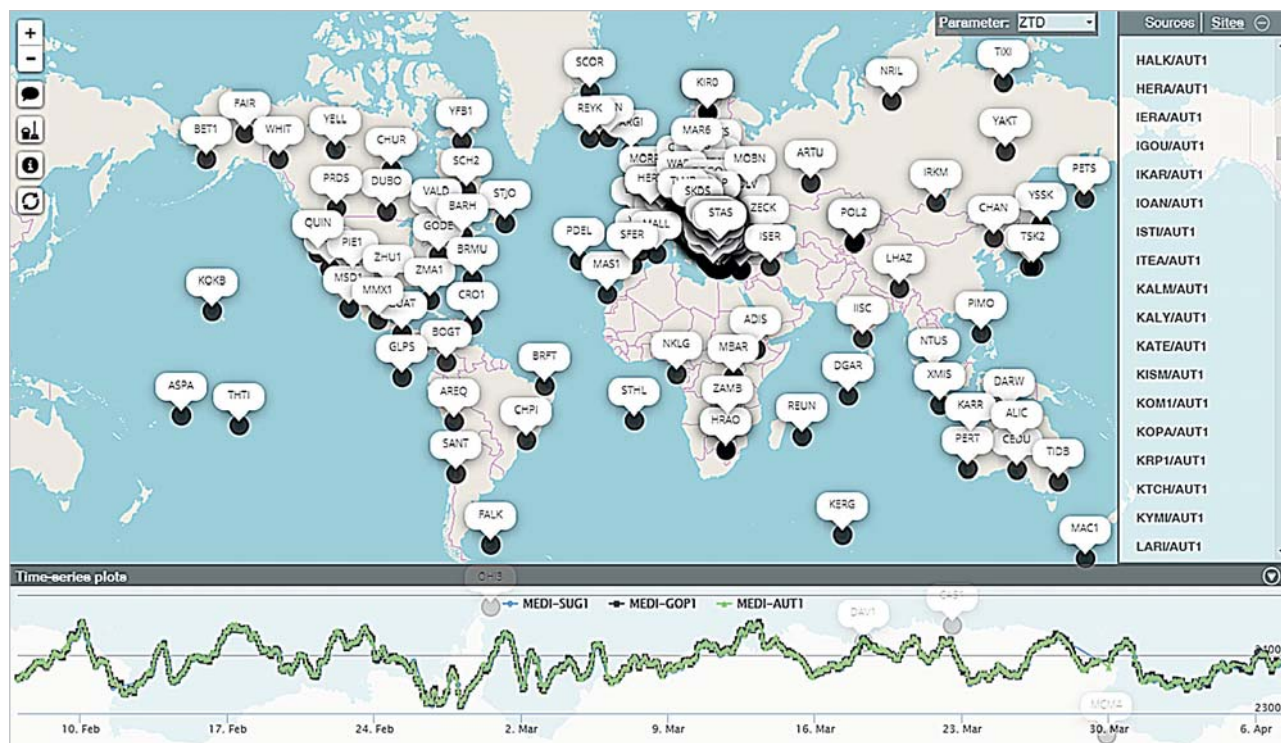
V roce 1997 zahajuje v ústavu činnost jedno z oficiálních analytických center EPN, které vytvořil Mervatův žák Jan Douša. Ten postupně prošel dlouhodobými pracovními pobyty v Astronomickém ústavu Univerzity Bern, Bavorské akademii věd, GFZ (Německé vědecké centrum geověd) Potsdam a NOAA (Národní úřad pro oceán a atmosféru) v USA. Pro činnost centra, které zpočátku zahrnovalo dílčí síť EPN tvořenou asi 40 permanentními stanicemi, byl vytvořen vlastní aparát pro organizaci datových toků, zpracování pozorování, jejich analýzy a distribuci. Tato činnost se postupně rozrůstá jak extenzivně, tak svoji intenzitou, a generuje nové problémy, které je třeba řešit. To vede k vytvoření jednoho z datových center EUREF, které soustřeďuje data a produkty převážně na aplikaci v reálném čase. Další z analytických center poskytuje produkty přesných „ultrarychlých“ drah, které vstupují do kombinovaného produktu drah IGS a podstatně přispívají ke kvalitě a přesnosti rychlého určování polohy pomocí GNSS.

Veškeré činnosti analytických center vytvářejí podmínky pro interdisciplinární vědecké i praktické aplikace. Jednou z nejdůležitějších je účast v mezinárodních programech GNSS meteorologie, zaměřených na určování parametrů troposféry a integrovaného obsahu vodních par jako podstatného příspěvku ke zdokonalení numerických modelů předpovědi počasí (obr. 5). Spolupráce VÚGTK s nevládní evropskou meteorologickou organizací EUMETNET (European Meteorological Services Network; Síť evropských meteorologických služeb) v oblasti GNSS meteorologie se datuje od roku 1999 zapojením do akce COST716 a později do řady následných projektů – TOUGH, E-GVAP I-III, GNSS4SWEC.

Koncepce Globálního geodetického observačního systému (GGOS, Global Geodetic Observing System) byla v souladu s vývojem světové geodetické vědy zformulována IAG na počátku tohoto tisíciletí a vede k vytvoření experimentálního observačního rámce, který společně s globálními observačními systémy jiných vědních disciplín formuje základnu pro komplexní výzkum Systému Země, tj. geosféry, atmosféry, hydrosféry, kryosféry a biosféry. Hlavními pilíři GGOS jsou nepřetržitě pracující a podle jednotných principů koordinované mezinárodní vědecké služby (IERS, IGS, ILRS, IDS, IGFS (Mezinárodní služba tíhového pole), IGETS a další), mezinárodní vědecká datová centra a globální či regionální mezinárodní dedikované vědecké projekty, zaměřené na určitý aspekt sledování Systému Země. Geodetická observatoř Pecný se svou systematicky budovanou přístrojovou infrastrukturou vytvořila předpoklady pro své začlenění do GGOS díky kontinuálním multisystémově orientovaným pozorováním GNSS, kontinuálním supravodivým měřením zemských slapů, environmentálním měřením hydrologických a atmosférických parametrů včetně tomografie pomocí radiometru vodních par, kontinuálním seismickým pozorováním širokopásmovým seismometrem a systematické činnosti mezinárodních analytických center. Koordinátorem příspěvku ČR pro GGOS je Jakub Kostecký, který rovněž koordinuje činnost českých operačních center v rámci EPN, IGS a národní Výzkumné a experimentální sítě pro observace GNSS (VESOG), účast VÚGTK v mezinárodních pilotních projektech IGEX a MGM i ve vědeckém konsorciu CzechGeo v rámci evropského programu EPOS (European Plate Observing System – projekt budování evropské geofyzikální a geodetické senzorové sítě).

Po roce 2001 dochází ve VÚGTK v souvislosti s pořízením absolutního balistického gravimetru FG5 č. 215 pro VCDZ k významnému rozšíření aktivit v oblasti terestrické

3) Very Long Base Interferometry – interferometrie s velmi dlouhými základnami.



Obr. 5 Mapa permanentních stanic GNSS, zpracovávaných analytickým centrem GOP pro určení parametru ke zpřesnění numerických modelů předpovědi počasí (J. Douša)

gravimetrie, která má ve VÚGTK dlouhou a úspěšnou tradici a začíná také intenzivní práce v oblasti metrologie tíhového zrychlení. Tato činnost vede na domácí půdě k vyhlášení gravimetru FG5 č. 215 za státní etalon tíhového zrychlení a v mezinárodním kontextu k účasti tohoto přístroje v řadě opakovaných mezinárodních klíčových a regionálních porovnání, což umožňuje určení důležitých charakteristik, tj. jednak nejistoty měření a jednak rozdílu vzhledem k průměrné hodnotě ze všech existujících přístrojů. Tím se přístroj VÚGTK stal součástí skupiny absolutních gravimetrů, které realizují současný mezinárodní etalon tíhového zrychlení.

Po pořízení supravodivého gravimetru v roce 2007 došlo k výraznému kvalitativnímu posunu také v příspěvku GOP Mezinárodní službě pro geodynamiku a zemské slapy (IGETS) především v oblasti dlouhoperiodických a sekulárních složek slapových variací. To umožnilo nové přístupy ke studiu geodynamických jevů souvisejících s variacemi hydrologických poměrů a např. s ko-seismickou a post-seismickou aktivitou, k čemuž rovněž přispěly výsledky kontinuálních seismických měření širokopásmovým seismometrem na GO Pecný.

Intenzivní práce v oblasti absolutní gravimetrie vedla přirozenou cestou k dvoustranné a mnohostranné spolupráci s dalšími světovými institucemi pracujícími v oboru metrologie tíhového zrychlení včetně Mezinárodního úřadu pro váhy a míry (BIPM, Bureau International des Poids et Mesures). Mladí vědecktí pracovníci ústavu díky své erudici a nadšenému přístupu během několika málo let dosáhli v oblasti absolutní gravimetrie a metrologie tíhového zrychlení značného uznání světovou odbornou komunitou, a to zejména díky originálnímu přístupu k metodologii měření, organizaci procesu měření a detailnímu výzkumu vlastností přístroje, resp. jednotlivých zdrojů chyb (obr. 6), což bylo doprovázeno také jmenováním do vě-

deckých funkcí v rámci BIPM a IAG. Vojtěch Pálinkáš byl pověřen vedením pracovní skupiny IAG „Techniky a metrologie v absolutní gravimetrii“ a členem pracovní skupiny „Absolutní gravimetrie a absolutní tíhový systém“.

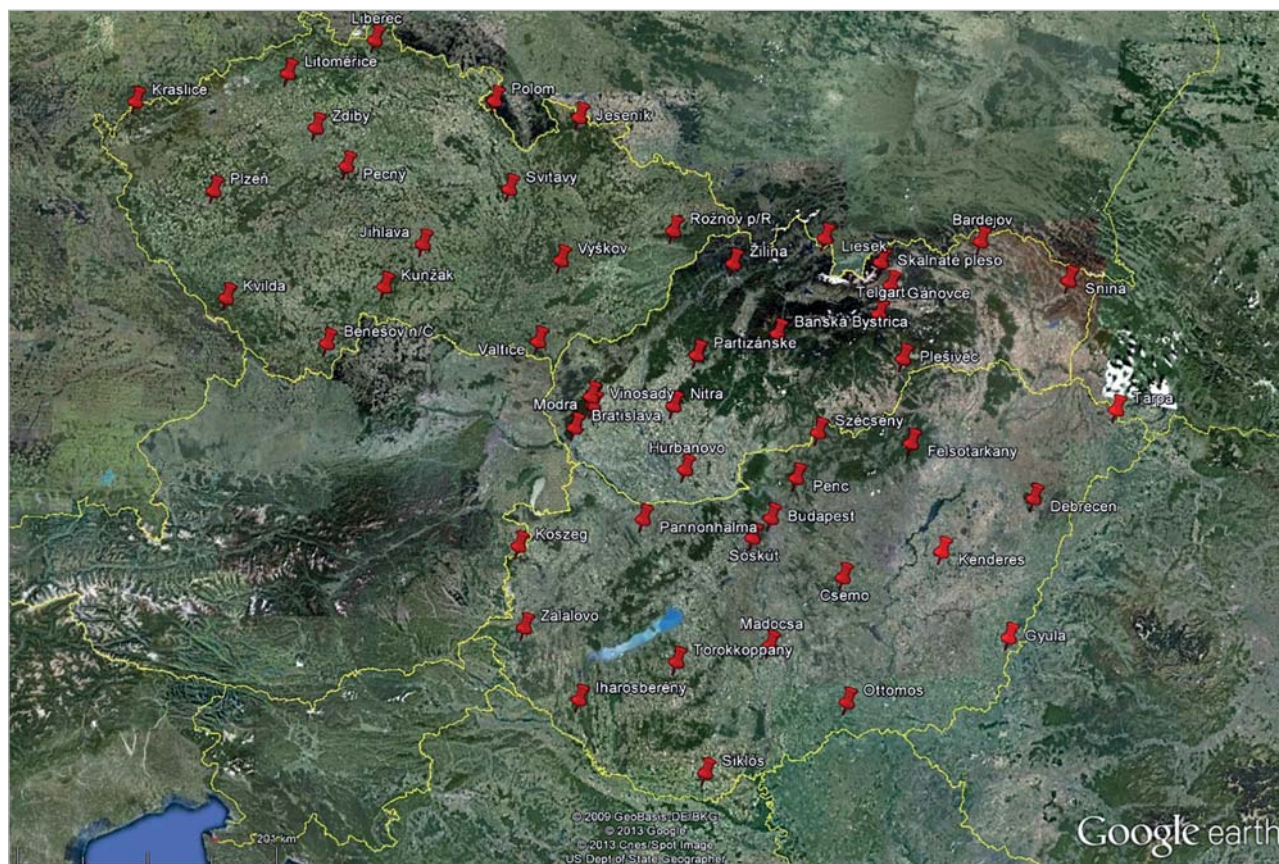
V oblasti absolutní gravimetrie je od roku 2004 až dosud ve spolupráci s GKÚ Bratislava a maďarského Loránd Eötvös Institute prakticky každoročně uskutečněna kampaň absolutních tíhových měření gravimetrem VÚGTK FG-5 č. 215 na několika vybraných tíhových stanicích, což znamená realizaci velmi homogenního absolutního tíhového referenčního rámce pro ČR, SR a Maďarsko (obr. 7). Protože se v mnoha případech jedná o měření opakovaná, naskytá se také možnost sledování časových změn tíhového zrychlení a jejich geofyzikálních interpretací.

V roce 2006 zahájilo po předcházející dlouhodobé stáži vědeckého pracovníka VÚGTK Petra Štěpánka na pracovišti Národního centra kosmického výzkumu (CNES) v Toulouse, Francie a Astronomického ústavu Univerzity Bern činnost jedno z analytických center Mezinárodní služby DORIS⁴⁾ (IDS – dopplerovská orbitografie), jehož činnost podporuje, kromě jiného, navigaci družic pro sledování systému Země (např. systém družic Sentinel, altimetrické družice Jason, družice Cryosat pro výzkum kryosféry). V centru IDS GOP byl vyvinut originální softwarový aparát pro zpracování a analýzu signálů DORIS na bázi bernského vědeckého softwaru pro GNSS. Pozoruhodných výsledků bylo dosaženo zejména v určování drah družic systému DORIS. Invenční přístup k problematice vedl ke jmenování pracovníka VÚGTK, zodpovědného za centrum GOP, členem řídicího výboru IDS. Centrum IDS GOP se aktivně podílí na organizaci mezinárodních workshopů k proble-

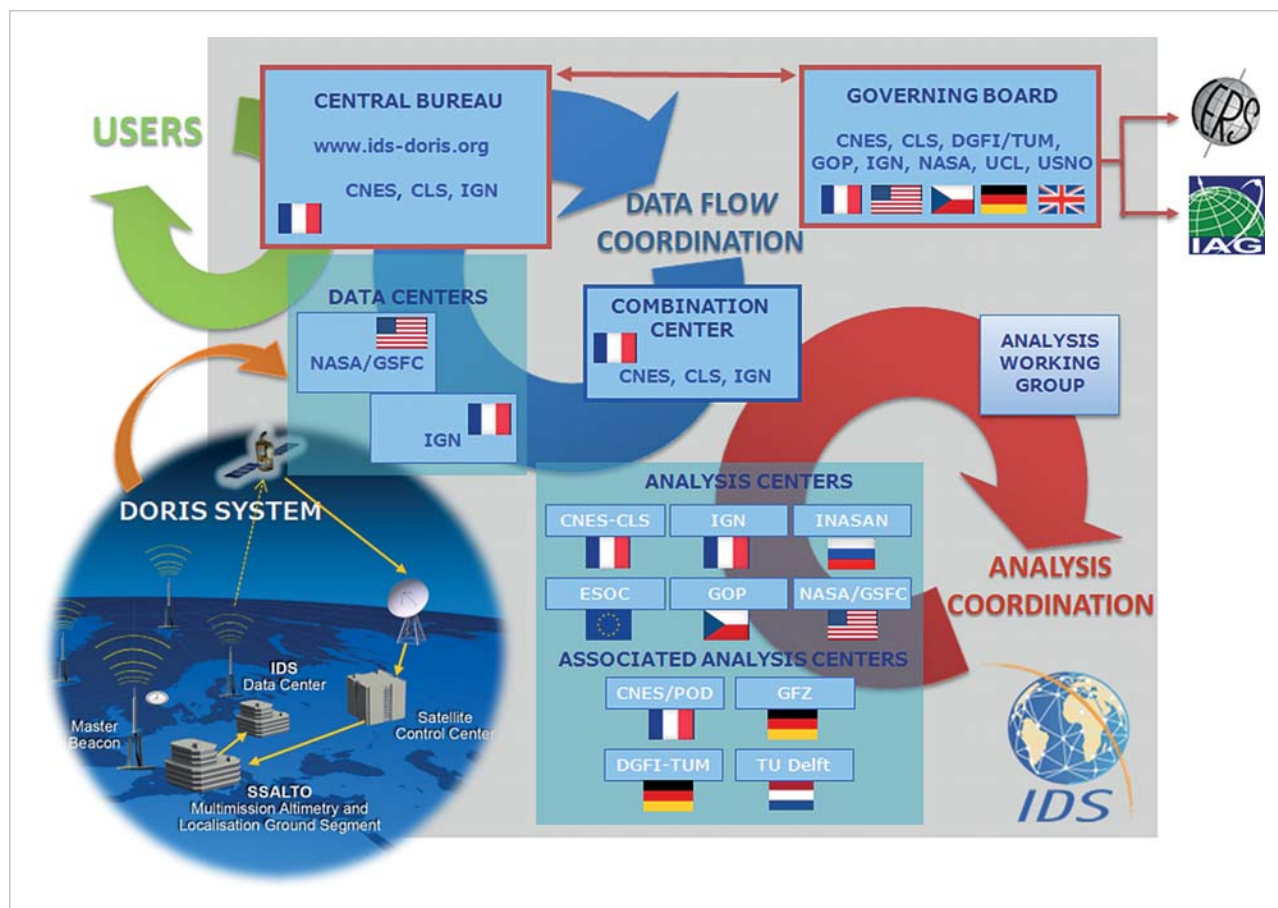
4) Doppler Orbit Determination and Radiopositioning Integrated on Satellite – francouzský dopplerovský družicový systém sestávající z pozemních stanic a zařízení na družici.



Obr. 6 Mezinárodní klíčové porovnání absolutních gravimetrů za účasti přístroje VÚGTK (V. Pálinkáš, Jakub Kostecký)



Obr. 7 Rozložení absolutních tíhových stanic v ČR, SR a Maďarsku, na kterých bylo opakovaně určeno tíhové zrychlení absolutním gravimetrem FG5 č. 215 VÚGTK. (V. Pálinkáš, Jakub Kostecký)



Obr. 8 Struktura Mezinárodního centra DORIS s vyznačením postavení GOP

matice IGS a vývoj vědeckého softwaru pokračuje zejména ve spolupráci s Geodetickým ústavem Technické univerzity Mnichov. Struktura Mezinárodní služby DORIS s vyznačením postavení centra IDS GOP je znázorněna na obr. 8.

Zatímco do konce 90. let se mezinárodní spolupráce ústavu týkala téměř výlučně oblasti základní geodézie, po roce 2000 se objevují také projekty mezinárodní spolupráce zabezpečované útvarem GIS a katastru nemovitostí. Jde zejména o projekt zavedení informačních soustav a jednotné evidence nemovitostí v Uzbekistánu z roku 2002, který byl řešen pro Ministerstvo zahraničních věcí ČR. Projekt zajistil uplatnění soudobých geoinformačních technologií v rozvoji moderní soustavy řízení rozvoje ekonomiky republiky Uzbekistán, hlavně v oblasti zavedení informačních soustav a jednotné evidence nemovitostí.

V letech 2008–2010 byl řešen projekt EURADIN - European ADdresses INFrastructure jehož cílem bylo přispět k harmonizaci adres v Evropě, navrhnout řešení k dosažení jejich interoperability, a tak usnadnit efektivní přístup a znovu využití tohoto obsahu, který podpoří vytvoření produktů s přidanou hodnotou a služby napříč Evropou. Cílem projektu NATUR – SDI plus – Best practice Network for SDI in Nature Conservation, řešeného v letech 2008–2011, bylo zlepšit harmonizaci národních datových sad a lépe je zpřístupnit a učinit lépe vyhledatelnými. Zájmovými daty jsou datové sady týkající se chráněných území, biogeografických regionů, habitatů a biotopů a výskytu druhů. Hlavním cílem bylo přizvat nové partnery, sdílet data a nejlepší zkušenosti, zlepšit a stimulovat objektivnost a novou využitelnost informací.

4. Mezinárodní spolupráce VÚGTK po roce 2010

Mezinárodní spolupráci, realizovanou ve VÚGTK v posledním desetiletí, lze rozčlenit do následujících kategorií:

- 1) spolupráce na základě mezivládních dohod, jejichž účastníkem je ČR,
- 2) spolupráce v rámci mezinárodních nevládních organizací,
- 3) spolupráce s mezinárodními organizacemi ustavenými na základě mezivládních dohod a legislativy EU,
- 4) spolupráce na základě dvou- a vícestranných dohod uzavřených mezi VÚGTK a zahraničními výzkumnými, resp. akademickými institucemi,
- 5) spolupráce mezi VÚGTK a zahraničními institucemi v rámci smluvního výzkumu na základě přímé objednávky ze strany zahraničního partnera.

V jednotlivých kategoriích pak byla mezinárodní spolupráce v tomto období rozvíjena v některé z následujících forem (úrovní):

- a) přímá účast VÚGTK na řešení vědecko-výzkumných projektů jako samostatného účastníka, příp. v rámci mezinárodních vědeckých konsorcií, kde VÚGTK vystupuje převážně jako spoluřešitel, v ojedinělých případech jako hlavní řešitel,
- b) individuální aktivity pracovníků VÚGTK v souvislosti s jejich prací v ústavu, které zahrnují výkon vědeckých, organizačních a reprezentativních funkcí v mezinárodních vědeckých organizacích v oborech geodézie, zeměměřičství a v příbuzných oborech, získaných na zá-

kladě výsledků voleb mezinárodní odbornou komunitou a nominací předložených příslušnými složkami mezinárodních / národních vědeckých / profesních struktur,

- c) činnosti pro podporu permanentních mezinárodních vědeckých služeb v rámci IAG, observačních, analytických a metodologických činností v rámci dlouhodobých mezinárodních projektů (mnohostranná a dvoustranná spolupráce) organizovaných mezinárodními organizacemi (např. IAG, EUMETNET, EURAMET (European Association of National Metrology Institutes, Evropská asociace národních metrologických institucí), GSA (European GNSS Agency, Evropská agentura pro GNSS), ESA (European Space Agency, Evropská kosmická agentura), BIPM) s podporou národních a nadnárodních zdrojů, činností dalších mezinárodních asociací (např. EUPOS (European Position Determination System, Evropská síť permanentních stanic), CEGRN), významných celoevropských projektů zařazených do cestovní mapy (ESFRI (European Strategic Forum for Research Infrastructures, Evropské strategické fórum výzkumných infrastruktur), EPOS), příp. dalších samostatných mezinárodních projektů, realizovaných na základě oficiálně uzavřených dvou- resp. vícestranné spolupráce ústavu s jedním či více zahraničními pracovišti s podporou národních či nadnárodních zdrojů,
- d) zabezpečení expertních činností směřujících k plnění závazků ČR v mezinárodních mezvládních organizacích,
- e) výkon dalších individuálních expertních činností vyplývajících z renomé pracovníků ústavu v mezinárodní vědecké a výzkumné komunitě.

V každé kategorii je VÚGTK zastoupen pověřeným pracovníkem, který je garantem průběhu a výsledků spolupráce, přičemž na vlastní spolupráci se může podílet větší počet pracovníků. V případě mezinárodních nevládních organizací se jedná vesměs o individuální členství pracovníků ústavu, kteří jsou pověřeni výkonem vědeckých/organizačních funkcí ve složkách mezinárodních organizací na základě výsledků voleb mezinárodní vědeckou komunitou, reprezentující příslušnou mezinárodní organizaci.

Některé výsledky řešení vědeckých projektů po roce 2010 měly mimořádný dopad také na oblast mezinárodní spolupráce. Jako jeden z příkladů lze pro oblast GNSS uvést knihovnu G-Nut a zejména její modul Anubis, vyvinutý v analytickém centru GNSS GOP. Anubis je programový nástroj pro kvalitativní, kvantitativní a komplexní kontrolu kvality observací moderních globálních družicových navigačních systémů (GNSS: GPS NAVSTAR, Galileo, GLONASS a BeiDou) a jejich regionálních zpřesnění (SBAS, QZSS či IRNSS). Sledování kvality observačních dat, především včasná indikace jakýchkoliv problémů, je dnes velmi důležitá pro správnou funkčnost GNSS v daném čase (komerční aplikace), a pro využití v dlouhodobých či zpětných analýzách (vědecké studie a služby). Anubis se díky svým vlastnostem, zejména podpoře všech moderních GNSS konstelací, formátů, frekvencí, signálů a otevřenému kódu, stal od roku 2013 unikátním nástrojem, globálně využívaným v řadě vědeckých, vzdělávacích i komerčních aplikací. Stal se jedním ze standardních nástrojů systémů zpracování, kontroly a distribuce GNSS dat na mnoha významných evropských i světových pracovištích včetně ESA či GSA a v rozsáhlých mezinárodních programech, např. EPOS.

Po roce 2010 dochází také k rozvoji mezinárodní spolupráce v oblasti metrologie délek. Řešení problematiky ná-

vaznosti měřidel a zejména prokazování těchto návazností a nejistot etalonů vyžaduje mezinárodní spolupráci v rámci EURAMET, jehož členem se Akreditovaná kalibrační laboratoř (AKL) VÚGTK stala prostřednictvím své funkce jako přidružené laboratoře Českého metrologického institutu. V této souvislosti je AKL každoročně podrobována auditu od Českého metrologického institutu a následně kontrole plnění akreditačních kritérií od sekretariátu EURAMETu, kam je každoročně zasílána zpráva o činnostech AKL. V souvislosti se zavedeným systémem jakosti v AKL a jejím členstvím v mezinárodní organizaci EURAMET provádí AKL VÚGTK zakázkovou činnost z oblasti metrologie pro organizace z Litvy, Polska, Slovenska, Maďarska, Bulharska, Řecka, Lotyšska, Slovinska a Itálie. Výstupem činnosti je zejména dokumentace metrologické návaznosti měřidel (kalibrační listy vyhotovené v anglickém jazyce).

Z prostředí mezinárodních a zahraničních vědeckých, vědecko-technických a odborných organizací, služeb a struktur jsou v současnosti partnery ústavu v oblasti mezinárodní spolupráce zejména:

- IAG, spolupráce s ní je nejširší a má také nejdelší tradice, IAG je od roku 1919 členskou a zakládající asociací IUGG,
- FIG,
- Evropská geovědní unie – EGU (European Geosciences Union),
- Americká geofyzikální unie – AGU (American Geophysical Union),
- ESA,
- Mezinárodní astronomická unie – IAU (International Astronomical Union),
- ICA,
- Mezinárodní společnost pro fotogrammetrii a dálkový průzkum – ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing),
- Mezinárodní společnost pro důlní měřičství – ISM (International Society for Mine Surveying),
- Rada evropských zeměměřičů – CLGE (Comité de Liaison des Géomètres Européens),
- Federace zeměměřičů francouzsky mluvících zemí – FGF (Fédération des Géomètres Francophones),
- BIPM,
- EURAMET,
- EUMETNET,
- Konsorcium CEGRN v rámci Středoevropské iniciativy,
- iniciativa EUPOS,
- Projekt EPOS, který je součástí velkých infrastruktur v 7. rámcovém programu EU a je začleněn do Cestovní mapy (Roadmap) ESFRI,
- Asociace EuroGeographics (Association of the European National Mapping and Cadastre Agencies),
- Konsorcium GISIG (Geographical Information Systems International Group),
- GSA,
- COST Action ES1206 v rámci Evropské spolupráce ve vědě a technologii,
- The Institute of Navigation.

Ústav je do činnosti uvedených mezinárodních struktur, do práce jejich komisí, služeb a pracovních skupin zapojen přímo a aktivně prostřednictvím svých vědeckých a výzkumných pracovníků a pracovišť. V řadě případů je činnost navíc spojena i s výkonem svěřených funkcí získaných ve volbách nebo jmenováním na domácí nebo mezinárodní úrovni.

Nejintenzivněji se rozvíjela spolupráce s IAG. V minulých letech byla ze strany IAG odměněna i čestnými tituly „Fellow of IAG“. Kromě již dříve zmíněných vědeckých pra-



Obr. 9 Dekret o přijetí GO Pecný za součást GGOS

covníků VÚGTK M. Burši a P. Vyskočila jsou držiteli tohoto ocenění v současnosti aktivní Petr Holota, Pavel Novák, Vojtěch Pálinkáš a Jan Douša.

Ke spolupráci s IAG existují silné objektivní důvody, které zahrnují nejen současnost, ale i aspekty vázané k historickému vývoji. V uplynulém období byla v této souvislosti systematicky rozvíjena součinnost s Českým národním komitétem geodetickým a geofyzikálním, který zastupoval do roku 2017 členství České republiky v IUGG, jejíž je IAG členskou asociací. Po roce 2017 byla činnost komitétu transformována do následnické organizace – Českého komitétu geodézie a geofyziky (ČKGG) s jiným zřizovatelem. Funkci sekretáře ČKGG a národního zástupce České republiky v Radě IAG vykonával pracovník VÚGTK RNDr. Ing. Petr Holota, DrSc., členy ČKGG v současnosti jsou Prof. Ing. Pavel Novák, Ph.D. a Ing. Vojtěch Pálinkáš, Ph.D. Důležité je zmínit také zastoupení VÚGTK ve výkonném výboru IAG. Spolupráce s IAG přinesla řadu pozitivních výsledků spojených s činností a vedením komisí a pracovních skupin IAG a řešením vědecké problematiky, které se tyto organizační součásti IAG věnují.

V komisi IAG pro referenční rámce tato spolupráce zahrnuje zejména:

- Technickou pracovní skupinu subkomise EUREF (od roku 2016 Řídící výbor),
- IGS,
- studijní skupinu GNSS real-time tropospheric products,
- studijní skupinu Tropospheric ties,
- studijní skupinu Biases in Multi-GNSS processing,
- studijní skupinu GNSS tropospheric products for climate,
- studijní skupinu Atmosphere impact on GNSS positioning.

V mezikomisním komitétu IAG pro teorii ICCT (Inter-Commission Committee on Theory) byl ústav zastoupen ve vedení komitétu a aktivní účast na řešení vědecké problematiky se zaměřovala na studijní skupinu „Multiresolution

aspects of potential field theory“, studijní skupinu „Advanced computational methods for recovery of high-resolution gravity field models“ a studijní skupinu „Integral equations of potential theory for continuation and transformation of new gravitational data“. V oblasti tíhového pole Země bylo velmi výrazné zapojení VÚGTK zaměřeno na činnosti v pracovních skupinách „Techniques and metrology in absolute gravimetry“ a „Absolute gravimetry and absolute gravity reference system“.

Pokračovala činnost v rámci mezinárodních vědeckých služeb IGS, IDS, EPN, IGETS a IGFS, zahájená po roce 2000. Další aktivity s vazbou k IAG byly systematicky rozvíjeny v rámci pracovní skupiny pro ECGN (European Combined Geodetic Network), mezikomisního projektu Vertical reference frames, geodynamických projektů CEI (Central European Initiative).

Prakticky ve všech případech jsou tyto složky IAG součástí již zmíněného GGOS a spolupráce s nimi nás spojila s touto reprezentativní strukturou IAG, která, mimo jiné, reprezentuje geodetickou vědu mezi ostatními vědami o Zemi. GOP byla oficiálně akceptována jako součást GGOS v roce 2013 (obr. 9).

Podobně jako v případě IAG lze doplnit řadu podrobností o angažované součinnosti s dalšími výše uváděnými mezinárodními organizacemi. Ve FIG se vyvíjené aktivity týkaly zejména členského zapojení do skupiny Task Force 6.1.7. „Continuum mechanics as a support for deformation monitoring, analysis and interpretation“, výkonu funkce předsedy Českého národního komitétu pro FIG a národního zástupce v 5. komisi FIG „Positioning and measurement“.

V ICA byli dva pracovníci VÚGTK přizváni do členství v komisi „Commission on Cartographic Heritage into the Digital“ na základě jejich výsledků prezentovaných na řadě mezinárodních akcí pořádaných ICA. V CLGE byla vykonávána funkce národního delegáta za ČR.

Také EGU je organizací, jejíž činnosti je celosvětově věnována značná pozornost. Na jejích každoročních valných shromážděních (s účastí kolem 13 000 delegátů obvykle ve Vídni) byla úspěšně naplňována (a to i opakovaně) funkce organizátora nebo spoluorganizátora několika tematických vědeckých zasedání v rámci geodetické sekce EGU. V uplynulém období se takto jednalo o zasedání:

- G1.1 Recent developments in geodetic theory (již desetkrát),
- G4.3 Frontiers of ultra-high degree gravity field modeling, height system unification, and relativistic geodesy,
- G6.3 Geodetic and geodynamic programmes of Central Europe (od roku 1997 celkem osmnáctkrát),
- G1.3 Analytical, numerical and multiresolutional techniques for forward modeling of gravitational fields of mass distributions,
- G6.1 Open session in geodesy – focus on relativistic geodesy.

Polem aktivní mezinárodní spolupráce byla v uplynulém období i akademická a univerzitní sféra. Zahrnula účast ve zkušebních komisích magisterského i doktorského studia, konsultační jednání, přednášky při významných příležitostech, studijní pobyty nebo i spolupráci na společných projektech. V oblasti zeměměřičství a katastru nemovitostí, a to i v širším pojetí těchto oborů, se kontakty týkaly zejména pracovišť na Slovenské technické univerzitě v Bratislavě, Technické univerzitě v Košicích – FBERG, Národní univerzitě „Lvovská polytechnika“, Moskevské státní univerzitě geodézie a kartografie – MIIGAik, Technické univerzitě v Mnichově, Univerzitě v Patrasu, Univerzitě v Tel Avivu, Státní technické univerzitě v Karagandě.

Specifickou součástí mezinárodní spolupráce je také práce v redakčních radách mezinárodních a zahraničních vědeckých a odborných časopisů. Přizvání k členství a práci v redakční radě je samo o sobě uznáním odborných kvalit. Vlastní činnost pak spočívá v hodnocení došlých vědeckých, technických a odborných příspěvků a v rozhodování o jejich publikování. Jedná se o redakční rady následujících časopisů:

- Journal of Geodesy vydávaného nakladatelstvím Springer-Verlag pro Mezinárodní asociaci geodézie,
- Journal of Geodetic Science vydávaného nakladatelstvím De Gruyter,
- Studia Geophysica et Geodaetica vydávaného nakladatelstvím Springer-Verlag pro Geofyzikální ústav Akademie věd České republiky,
- Reports on Geodesy and Geoinformatics vydávaného nakladatelstvím De Gruyter pro Varšavskou technickou universitu,
- Bolletino di Geofisica teorica ed applicata, který vydává Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale v Terstu,
- zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, který vydává Deutscher Verein für Vermessungswesen e. V. – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement,
- Geodesy, Cartography and Aerial Photography, který vydává Národní univerzita „Lvovská polytechnika“,
- Geodynamics, který vydává Národní univerzita „Lvovská polytechnika“,
- Geodetický a kartografický obzor.

V uplynulém období bylo každoročně vykonáno 50 - 60 zahraničních pracovních cest. Jednalo se převážně o cesty na mezinárodní konference a sympozia s aktivní účastí a o cesty spojené s výkonem funkcí a koordinační činností v mezinárodních projektech a organizacích.

Tyto cesty byly významnou příležitostí k prezentaci výsledků výzkumu a vývoje v oborech zeměměřičství a katastru nemovitostí v podmínkách ČR. S potěšením lze říci, že výsledky předložené pozornosti mezinárodní komunity se vždy setkaly se zájmem a pozitivním ohlasem. Ještě průkaznější vizitkou kvality jsou případy – a ne jednotlivé, kdy domácí výsledky byly integrovány do prací zahraničních partnerů a v této podobě bylo o nich na mezinárodních akcích referováno. Dělo se tak především v oblasti základního výzkumu i mezinárodních služeb, na jejichž funkci se naše pracoviště podílejí. Na domácí půdě bylo uspořádáno také několik významných mezinárodních setkání, konferencí a úspěšných jednání s mezinárodní účastí věnovaných vybraným aktuálním tématům.

Uvedené skutečnosti nezůstaly bez odezvy a podpořily zájem o naše domácí pracoviště. V uplynulém období o jeho návštěvu projevila zájem řada zahraničních odborných pracovníků i významných osobností vědy a výzkumu. Uváděné skutečnosti a trendy byly také klíčovými argumenty k tomu, aby některé z vedoucích mezinárodních organizací v období 2012-2016 svěřily uspořádání svých vrcholných jednání ČR. Jako příklad je třeba minimálně uvést:

- 26. valné shromáždění IUGG, které se v Praze uskutečnilo ve dnech 22. 6. – 2. 7. 2015 za účasti 4231 delegátů z 88 zemí světa. Valná shromáždění IUGG se konají jednou za čtyři roky. Praha se v roce 2015 stala prvním městem, na světě, kde se valné shromáždění IUGG konalo již dvakrát. Poprvé tomu tak bylo v roce 1927, kdy se v Praze konalo 3. valné shromáždění IUGG po založení unie v roce 1919,
- 23. kongres ISPRS pořádaný 12. – 19. 7. 2016 za účasti 2294 delegátů z 88 zemí světa.

V případě obou akcí se pracovníci VÚGTK aktivně podíleli na činnosti pořadatelských složek a na zajištění funkce místního organizačního výboru. Na 23. kongresu ISPRS byl zvolen Václav Šafář členem pracovní skupiny UAS (unmanned aerial system - bezpilotní (létající) systém) & Multi Sensor Platform. To je významná skutečnost, která svědčí o aktivním zapojení ČR do vrcholných mezinárodních vědeckých struktur. Obě zmíněné akce byly významným integrujícím podnětem nejen pro spolupráci se zahraničními partnery, ale i pro součinnost domácích složek vytvářejících prostředí, v němž se rozvíjejí sledované obory. Nebyly přirozeně opomenuty jako významné příležitosti k prezentaci výsledků výzkumu a vývoje v ČR. Mezinárodní ohlasy na uspořádání obou akcí v ČR byly jednoznačně pozitivní.

Mezinárodní spolupráce VÚGTK po roce 2010 přinesla více než 200 konkrétních výstupů, přičemž každý z nich sestává z několika dílčích položek. Podíl jednotlivých výzkumných složek ústavu na těchto výstupech je různý. Obecně platí, že v oblasti základní vědecké geodézie je mezinárodní spolupráce přirozenou součástí výzkumného prostředí, zatímco např. v katastru nemovitostí jsou řešeny problémy specifické spíše pro národní prostředí. Po roce 2010 je však patrný také trend rozšiřování mezinárodní spolupráce v oblasti GIS a zejména metrologie. Dokonce se ukazuje, že mezinárodní projekt lze zformulovat i v tak specifické oblasti jako je katastr nemovitostí, jak o tom svědčí projekt zaměřený na využití družicových dat v katastru vytvořený v rámci CLGE za účasti VÚGTK a zahájený v roce 2019. S ohledem na řešení mezinárodních projektů od zahraničních, ale i domácích poskytovatelů se mezinárodní spolupráce stává také nezanedbatelným zdrojem financování ústavu a tato skutečnost bude bezpochyby dále nabývat na významu.

5. Shrnutí, výhled a závěr

Mezinárodní spolupráce je obecně přirozeným atributem vědecké a výzkumné práce a přispívá ke zvyšování kvality výzkumu. Práce v mezinárodních organizacích a v mezinárodních konsorciích při řešení rozsáhlých projektů je obecně významným zdrojem informací, inspirace, a také *kritériem pro hodnocení úrovně* vědecko-výzkumné práce a jejích výsledků. Proto výsledky dosažené v oblasti mezinárodní spolupráce jsou důležitým ukazatelem při hodnocení kvality výzkumné práce ze strany zřizovatele a poskytovatele institucionálních prostředků. Je tedy třeba uplatnit tyto ukazatele také v interním systému hodnocení kvality poté, až bude příslušný systém hodnocení vytvořen.

Výsledky dosažené v oblasti řešení společných projektů v rámci nejprestižnějších mezinárodních organizací naznačují, že v oblasti základního výzkumu a aplikovaného výzkumu, budovaného na bázi výzkumu základního, má ústav kvalitní potenciál, který je dobrým příslibem do budoucna.

Vedle *formálně ustavené* mezinárodní spolupráce je trvale vyvíjena poměrně bohatá *neformální spolupráce* realizovaná početnými pracovními kontakty se zahraničními univerzitními a akademickými institucemi, působením v redakčních radách mezinárodních a zahraničních vědeckých a odborných časopisů a dalších publikací, aktivními pracovními návštěvami zahraničních pracovišť, resp. přijímáním zástupců těchto pracovišť na pracovištích VÚGTK, prováděním recenzní činnosti pro mezinárodní periodika a další publikace na vyžádání příslušných redakčních rad. Do oblasti mezinárodní spolupráce je v posledním desetiletí orientována také nemalá část *smluvního výzkumu*, vycházejícího z kompetencí, zařízení a expertní úrovně ústavu. Mezinárodní spolupráce vytváří rovněž nezbytnou platformu pro mobilitu pracovníků. Mobilita je jedním z důležitých kritérií hodnocení výzkumné organizace a je potěšitelné, že v posledních letech se ve VÚGTK výrazněji rozvíjí ve všech oblastech výzkumu. Stále jsou zde však rezervy zejména u mobility zahraničních pracovníků na pracoviště ústavu. V případě dlouhodobé mobility, tj. delší než jeden rok, jsou v posledních letech zaznamenány pouze tři případy.

Specifikou VÚGTK je i spolupráce s institucemi Ruské federace a některých postsovětských republik (Kazachstán, Ukrajina, Moldova). Tato spolupráce je rozvíjena již

řadu let a může v budoucnosti vést k vytvoření prostoru pro transfer znalostí získaných jako výsledek výzkumu ve VÚGTK, např. speciálních inženýrsko-geodetických technologií, vyvinutých ve VÚGTK a orientovaných především na náročnou investiční výstavbu. Nepochybné je, že tato spolupráce přispívá k mezinárodní mobilitě směrem do VÚGTK (vědecké stáže a krátkodobé pobyty).

Je nezbytné mít na zřeteli, že účast na řešení prestižních mezinárodních projektů v rámci světových vědeckých a výzkumných organizací je nejvyšší metou mezinárodní spolupráce a tomu musí vždy předcházet úspěšné etablování řešitelů v oblasti individuálních mezinárodních aktivit a expertních činností, tj. řešitelé musí získat potřebný kredit. Dále platí, že existuje přímá úměra mezi stupněm excellence daného subjektu mezinárodní spolupráce a kvalitou výsledků této spolupráce.

Pro nadcházející období je velice důležité pokračovat v činnosti v mezinárodních vědeckých službách a profesních organizacích a usilovat o udržení současných vědeckých funkcí a statutů expertů v mezinárodních nevládních i vládních organizacích. Pozornost bude nutné věnovat i přípravě mladších vědeckých pracovníků, kteří by výhledově tyto funkce mohli v budoucnosti zastávat. Tímto směrem proto musí být orientována i strategie vytváření lidských zdrojů v ústavu.

Závěrem je třeba zdůraznit, že VÚGTK nemá s ohledem na omezené finanční prostředky specializované pracoviště, zabezpečující agendu mezinárodní spolupráce. Veškeré činnosti, související s realizací mezinárodní spolupráce, zabezpečují sami vědečtí a výzkumní pracovníci, kteří jsou následně i odpovědnými účastníky a garanty této spolupráce.

LITERATURA:

- [1] DELONG, B: Rozvoj mezinárodní vědecko-technické spolupráce v resortu geodézie a kartografie. Geodetický a kartografický obzor 25/67, 1979, č. 11, s. 289-294.

Do redakce došlo: 25. 5. 2020

Lektoroval:
Ing. Jan Řezníček, Ph.D.,
Zeměměřický úřad