

Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický

250 66 Zdiby 98, Praha-východ

V Praze dne 29.11.2005

Č.j.: 24-2458/05

Cestovní zpráva ze zahraniční služební cesty do Londýna (Velká Británie) ve dnech 8.11.-10. 11. 2005

A. VŠEOBECNÁ ČÁST

1. Úvodní informace

- a) Organizace vysílající pracovníka: Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický
- b) Termín a místo pracovní cesty: 8.11.–10. 11. 2005, London, Velká Británie
Přesné znění akce: **COMET – Advances in GPS Data Processing and Modelling for Geodynamics**
- c) Účel cesty: Účast na setkání
- d) Počet vyhotovených výtisků cestovní zprávy (rozdělovník):
1×ČÚZK, 1×ZÚ, 3×VÚGTK
- e) Seznam účastníků cesty: Ing. Jan Douša, Ph.D.
- f) Datum vypracování zprávy: 28.11. 2005
- g) Schválení zprávy: Ing. Václav Slaboch, CSc., ředitel VÚGTK

2. Časový přehled (stručný denní průběh jednání)

8. 11. 2005 – cesta do Londýna

9. 11. 2005 – účast na setkání COMET

10.11. 2005 – účast na setkání COMET a návrat do Prahy

3. Zhodnocení organizace cesty:

Jednání bylo výborně zajištěno pořadatelem – University College London (UCL). Cesta byla dobře zabezpečena ze strany VÚGTK.

4. Zhodnocení přínosu cesty:

Účast na setkání přinesla přehled nových poznatků v oblasti zpracování a využití GPS pro velmi přesné aplikace – nové modely ve zpracování spolu s vlivem na výsledky a produkty. Řada vylepšených modelů se brzy stane součástí standardních požadavků zpracování v rámci

služeb IGS či EUREF a bude zapracována i do připravovaných re-analýz GPS např. v IGS, případně později v EUREF.

B. TECHNICKÁ ČÁST

1. Projednávané otázky

Modelování atmosféry, výškových změn a zatížení na povrchu Země. Analýzy časových řad. Zpracování velkých sítí, řešení v blízkém a reálném čase. Kalibrace fázových center antény přijímačů i družic. Speciální studie.

2. Navštívené instituce

Jednání se konalo v posluchárně UCL – University College London.

3. Odborné technické zhodnocení výsledků jednání

Vývoji modelů pro mapování šikmých troposférických zpoždění do zenitu je v poslední době věnována značná pozornost. Uplatňují se dva přístupy: jeden založený na skutečných datech z numerických modelů počasí a druhý snažící se určovat mapovací funkci na základě (dlouhodobě) standardních podmínek. Byly představeny a porovnány různé mapovací funkce, především – hydrostatická (nutná znalost atmosférického tlaku), Vídeňská (vychází z numerických modelů počasí, případně předpovědí) a globální (mapovací funkce Niella zpřesněná v některých oblastech z výsledků Vídeňské mf). Z hlediska vlivu mapovací funkce a zavedení nízkých observací bylo doporučeno, aby zpracování GPS dat pro účely dlouhodobých analýz (referenční systém, geodynamika, atd.) bylo v budoucnu založeno na známých empirických modelech mapování (např. globální mapovací funkce) a při elevační masce observací spíše 15° (tedy i bez elevačně závislého váhování měření). Pro analýzy cílené na epizodické jevy či na určování troposféry je doporučeno používat mapovací funkci založenou na skutečných datech (tzn. Vídeňskou či globální) a spíše nízkou elevační masku (např. $7,5^\circ$). Poprvé se tak objevuje návrh doporučit odlišné strategie pro různé cíle.

Byl prezentován dopad zanedbání vyšších stupňů z vlivu ionosféry na signál GPS především v systematickém posunu ve směru osy zemské rotace (v řádu mm).

Je patrné, že čím dál rozšířenější je technika PPP (precise point positioning), která je založena na externích produktech (na apriorní znalosti přesných drah družic GPS a oprav hodin na družicích). Tato technika sice nemůže vylepšit klasické dvojité diferencované (DD) řešení v přesnosti, ale při vysoké efektivnosti může reprodukovat DD výsledky v globálním měřítku při takřka nesnížené kvalitě (použijeme-li konzistentní externí produkty a modely zpracování). Zpracovávat rozsáhlé sítě GPS při dalším očekávaném růstu počtu pozemních (a kosmických) stanic a dat z družic dalších navigačních systémů (GPS, GALILEO, GLONASS, ...) jednoznačně motivuje ke zvyšování efektivnosti zpracování. Kromě metody PPP, použitelné hlavně v koncových aplikacích, je pro řešení k získání primárních produktů (referenční rámec, dráhy družic GNSS, apod.) nutno především zajistit úspěšné fixování ambiguit (tedy 90-95%), které představují většinu všech neznámých parametrů. Tato motivace dále platí především při požadavku efektivního řešení limitovaném v čase (ultra-rychlé produkty apod.).

V oblasti určování drah družic byla prezentována snaha o nový přístup k modelování negravitačních poruch drah družic GPS formou přímého dopadů paprsků na povrch družice

(„ray-tracing“). Také byl přiblížen tzv. „out-gassing“ efekt zřejmý nevíce v počátcích činnosti vypuštěných družic.

Analýzy časových řad z GPS ukazují, že 97% jich obsahuje tzv. „flicker-noise“ a jen částečně „white-noise“. Závislost šumů je vysoká na zeměpisné šířce. Nemodelované vlivy jsou dosud často vyrušeny průměrem z 24 hodin zpracování. Modelování zatížení povrchu Země atmosférou je významné především ve větších zeměpisných šířkách.

Zavedení variací absolutních fázových excentricit (PCV) je plánováno na počátek roku 2006, přičemž je nutné dodržet konzistenci v absolutní kalibraci antén přijímačů a vysílačů. Tato změna bude poměrně organizačně náročná a bude se dotýkat všech přesných zpracování GPS. Soubor variací absolutních fázových excentricit pro řadu přijímačů i vysílačů v současné konstelaci družic je připraven na základě měření robotem či převedením relativních PCV na absolutní ze znalosti vlastností referenční antény. V dobré shodě absolutního měření robotem je i měření v laboratorních místnostech. Absolutní hodnoty PCV pro antény na družicích byly určovány z analýz globálních sítí. Nezávisle byl identifikován výrazně odlišný ofset od udávaných oficiálních hodnot v radiální ose a značná azimutálně symetrická variace. Další studie se snaží opravit PCV pro přijímač analýzou zbytkových reziduí na každé jednotlivé stanici – tento přístup v sobě zahrnuje navíc i tzv. „multipath“ efekty a mohou mít proto místně specifické chování (výhodou je kalibrace in-situ se všemi lokálními systematickými vlivy, nevýhodou je nepřenositelnost a neporovnatelnost těchto výsledků v různých místech, případně i ročních dobách). Také byly prezentovány studie zabývající se zbytkovými systematickými vlivy při laboratorním určování PCV – například vliv teploty na kabely antény, multipath apod. a ani tyto nebudou v budoucnu zanedbatelné. Výsledky dopadu zavedení absolutních PCV na produkty 1994-2004 ukázaly dosažení lepší konzistence v drahách družic GPS s výsledky měření SLR, redukcí systematické chyby v ZTD vzhledem k výsledkům z VLBI a redukcí chyby v globálním měřítku. Se zavedením absolutních PCV ve službě IGS ovšem dojde k přerušení kontinuity produktů (nejspíše v první části roku 2006).

V několika prezentacích byly ukázány výsledky pozorování koseizmických změn polohy GPS stanic v důsledku ničivého zemětřesení na Sumatře (2004). Tato oblast je sice řídce osazena přijímači GPS, avšak vliv byl znatelný i do vzdáleností řádu tisíců km od epicentra (2-4cm pohyby při zpoždění cca 20 min). Výsledky systému v SOPAC ukázaly i na možnost monitorovat několikacentimetrové posuny v důsledku silného zemětřesení v reálném čase pokud je zajištěn spolehlivý přenos dat. S nadějí lze dokonce očekávat zavádění vysokofrekvenčních observací GPS (až do 50Hz), a to dokonce při nesnížené kvalitě měření jako měření s 1 Hz. Zpracování vysokofrekvenčních observací v husté síti GPS stanic v Německu (SAPOS) rovněž potvrdilo pozorovatelné změny souřadnic v podobě vln (východ-západ) v důsledku zemětřesení na Sumatře.

V závěru byly prezentovány i některé speciální projekty a studie zaměřené na geodynamiku. Na ostrově Stromboli v Itálii bylo pomocí GPS úspěšně poprvé zachyceno (odměřeno) zemětřesení s výrazně mělkým epicentrem (jen těsně předtím než byly přístroje zničeny). V oblasti aktivního styku evropské a africké desky je připravována hustá síť GPS stanic a seismometrů (jižní Itálie, západní Turecko). Data z italské sítě budou pořizována ve frekvenci až 20Hz a jsou plánována volně dostupná i pro vědecké účely (www.gm.ingv.it).

4. Technická dokumentace

Technická či odborná dokumentace k dispozici nebyla. Příspěvky budou vystaveny na webu.

5. Úkoly, které nebylo možno splnit

Úkoly dané úkolovým listem byly splněny.

6. Závěry z cest a návrh opatření

Připravit a ověřit zavedení absolutních variací fázových excentricit v analýzách IGS i EUREF (začátek roku 2006).

Testovat a připravit aplikaci některých nových modelů v našich produktech – nové mapovací funkce a strategie s nimi spojené (týká se GPS-meteorologie, EUREF), uplatnění vyššího řádu vlivu ionosféry,....

Zavést zefektivňující metody pro řešení v near-real time režimu - např. fixace ambiguit (týká se IGS ultra-rychlé dráhy družic, GPS-meteorologie).

Zvážit možnost podpory techniky PPP ultra-rychlým produktem přesných oprav hodin na družicích GPS konzistentních s našimi (příp. IGS ultra-rychlými drahami družic).

7. Uložení dovezené dokumentace

Nebyla dovezena žádná dokumentace.

8. Seznam příloh:

Zpracoval: *J. Douša*