

# Světový výškový systém – aktuální informace z IUGG a NATO

Viliam Vátrt, Marie Vojtíšková, Zdislav Šima

Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad,  
518 01 Dobruška, Česká republika

[viliam.vatrt@vghur.army.cz](mailto:viliam.vatrt@vghur.army.cz)

[marie.vojtikova@vghur.army.cz](mailto:marie.vojtikova@vghur.army.cz)

Astronomický ústav Akademie věd České republiky,  
Boční II/1401, 141 31 Praha 4, Česká republika

[sima@ig.cas.cz](mailto:sima@ig.cas.cz)

**Abstrakt.** Mezi aktuální úkoly světové geodézie patří rovněž vybudování světového výškového systému (WHS) s přispěním moderních metod fyzikální geodézie. V posledních čtyřech letech řešení probíhalo na půdě IUGG/IAG v rámci Inter-Commission Project ICP1.2 Vertical Reference Frames. Do projektu ICP 1.2 se výrazně zapojila i naše skupiny SSG GGSA (Special Study Group Topics: Satellite Altimetry Applications). Vyvinuli jsme hodnotu potenciálu na geoidu  $W_0 = 62\,636\,856,0 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ , která byla zařazena do souboru světových konstant IERS. Dále jsme vyvinuli a prakticky odzkoušeli technologii propojení lokálních výškových systémů s využitím konstanty  $W_0$ . Problematika vývoje světového výškového systému s využitím našich postupů je nyní diskutována rovněž na půdě NATO.

**Klíčové slová:** světový výškový systém, lokální výškový systém, geopotenciál na geoidu, technologie propojení

**Keywords:** World height system, local vertical datum, geoidal geopotential, technology of connection.

## 1 Úvod

Ve světě existuje velké množství lokálních výškových systémů. Jejich sjednocení, tedy určení posunů lokálních výškových systémů vzhledem k nulové hladinové ploše, a tím i definice Světového výškového systému, je jedním ze základních úkolů současné geodézie. Propojení výškových systémů pokrývajících různé kontinenty a rovněž určení tvaru a průběhu základní vztažné hladinové plochy dnes umožňují měření altimetrických družic TOPEX/POSEIDON (T/P) a nyní Jason 1. Kromě dat z uvedených družic je nezbytné použít moderní geopotenciální modely pro výpočet potenciálu na geoidu  $W_0$ , jako základní nulové vztažné hladinové plochy nadmořských výšek. Problematikou se zabývá jak mezinárodní geodetická unie

(IAG) v rámci v rámci Inter-Commission Project ICP1.2 Vertical Reference Frames tak i v poslední době NATO v rámci Inter-Service Geospatial Working Group.

## 2 Řešení WHS na půdě mezinárodní geodetické unie

Se stavem řešení problematiky, ke kterému výrazně přispěla v uplynulých čtyřech letech i naše SSG GGSA, byla světová veřejnost seznámena na XXIV. valném shromáždění IUGG, které se konalo v letošním roce v italské Perugii [10].

### 2.1 Cíle a program činnosti ICP 1.2

Cílem Inter-Commission Project ICP1.2 Vertical Reference Frames bylo

- vypracovat návrh pro definici a realizaci WHS
- odvodit transformační parametry mezi lokálními výškovými systémy (LVD)
- založit informační systém popisující různé lokální výškové systémy a jejich vztah k WHS.

V programu činnosti bylo zahrnuto

- studium kombinovaných postupů pro zpracování souborů dat získanými různými postupy
- studium informací o LVD a jejich vztahu k WHS pro využití v praktických aplikacích
- vývoj postupů pro unifikaci LVD.

### 2.2 Stav řešení a výsledky

Na závěr čtyřleté pracovní činnosti byl vypracován tyto dokumenty

- závěrečná zpráva ICP1.2 se závěry pro pokračování
- návrh zásad pro definici a realizaci WHS.

Zásady pro definici a realizaci WHS obsahují hlavní zásady pro definici a realizaci jednotného WHS. Hodnoty potřebných veličin jsou zařazeny do IERS 2003 standardů.

### 2.3 Zásady pro definici a realizaci WHS

Pro definici světového výškového systému vyhovují následující zásady

- počátek výškového systému je definovaný jako ekvipotenciální plocha, na které je konstantní hodnota zemského gravitačního potenciálu  $W_0 = \text{const}$ .
- výškový systém definuje vztah fyzikálních výšek k zemskému tělesu, hodnota zemský gravitační potenciál  $W_0$  bude nově stanovena
- vertikální souřadnice jsou rozdílů  $-\Delta W_p$  (1) mezi zemským gravitačním potenciálem  $W_p$  v bodě  $P$  a potenciálem  $W_0$  stanovené potenciálové plochy. Rozdíl geopotenciálů  $-\Delta W_p$  je také označován jako geopotenciální kóta  $c_p$ .

$$-\Delta W_p = c_p = W_0 - W_p \quad (1)$$

Rozdíl potenciálů může být odvozen přímo z měření v kombinaci s redukčními gravitačními členy nebo nepřímo aplikováním normálního  $U_p$  a poruchového potenciálu  $T_p$  ve spojení s geodetickou prostorovou observací.

$$W_p = U_p + T_p. \quad (2)$$

## 2.4. Realizace WHS

- K dispozici by měla být globální síť stanic GPS, jejich souřadnice v ITRF a geopotenciální kóty vztahené ke konvenční globální referenční ploše.
- Tato síť by měla zahrnovat permanentní GPS stanice, mareografy, permanentní a jiné tíhové body.
- Pro určení globální referenční plochy se použije dohodnutý globální tíhový model.

ITRF a tíhový model musí splňovat podmínky dané souborem konstant obsažených v IERS standardu.

## 2.5. Navržené pokračování řešení problematiky

- Realizace WHS je typickým projektem IAG převážně s využitím produktů jednotlivých služeb.
- IAG musí objasnit nekonzistenci numerických parametrů pro společné geodetické aplikace. Konvence pro definici a realizaci parametrů střední hladiny moří musí být také odsouhlaseny. K tomu bude možné využít pracovní porady IERS k problematice standardů, která se bude konat v září 2007 v Paříži.
- Diskuse o výsledcích ICP1.2.
- Iniciování pilotního projektu pro realizaci WHS společně se všemi zainteresovanými složkami.
- Následné stanovení zásad pro vývoj WHS.
- Rozhodnutí o numerických standardech v kooperaci s Mezinárodní astronomickou unií (IAG) a Mezinárodní hydrologickou asociací.

Pokračování projektu by se mělo realizovat v kooperaci s dalšími organizacemi, speciálně s

- Mezinárodní asociací hydrologických věd (IAHS)
- Mezinárodní asociací pro fyzikální vědy oceánu (IAPSO)
- Mezinárodní hydrografickou organizací (IHO)
- Mezinárodní federací zeměměřickou (FIG) and
- Inter-Service Geospatial Working Group (IGeoWG) NATO.

### 3 Řešení WHS na půdě NATO

Zmíněná skupina SSG GGSA vyvinula principy a postupy budování WHS. V uplynulém období skupina spolupracovala s IAG v rámci uvedeného projektu Inter-Commission Project ICP1.2 Vertical Reference Frames. Problematika sjednocení lokálních výškových systémů a realizace WHS dle postupů vyvinutých SSG GGSA i na jednání Inter-Service Geospatial Working Group (IGeoWG) NATO v listopadu 2006 v Bruselu a v červnu 2007 v Římě. O problematiku projevil země NATO zájem a Geografické službě AČR bylo uloženo sestavit a poté rozeslat dotazník všem státům NATO. Cílem bylo zjistit názor států k realizaci WHS a podpoře projektu specialisty jednotlivých zemí. V současné době se vyhodnocují odpovědi a připravuje se patřičné rozhodnutí z úrovně Inter-Service Geospatial Working Group (IGeoWG) NATO.

### 4 Závěr

Problematika WHS bude i nadále v popředí zájmu jak IAG tak NATO. K realizaci WHS jistě přispěje i nový geopotenciální model EGM06, jehož předběžnou verzi PGM07 nyní SSG GGSA podrobuje testování v rámci spolupráce s testovací skupinou IAG. Pomocí nového modelu a společně s daty altimetrické družice Jason 1 bude možné zpřesnit současnou námi vyvinutou hodnotu potenciálu na geoidu  $W_0$  a tím ji použít jako základní veličinu k definování a zavedení WHS do geodetické praxe.

### Referencie

- [1] Burša M., Kouba J., Raděj K., True S. A., Vatr V., Vojtišková M., 1999a: Determination of the geopotential at the tide gauge defining the North American Vertical Datum 1988 (NAVD88). *Geomatica*, 53, 459-466.
- [2] Burša M., Kouba J., Kumar M., Müller A., Raděj K., True S.A., Vatr V., Vojtišková M., 1999: Geoidal geopotential and World Height System. *Stud. Geophys. Geod.*, 43, 327-337.
- [3] Burša M., Kouba J., Müller A., Raděj K., True S.A., Vatr V., Vojtišková M., 2001: Determination of geopotential differences between local vertical datums and realization of a World Height System. *Studia Geophys. Geod.*, 45, 127-132.
- [4] Burša M., Kenyon S., Kouba J., Raděj K., Vatr V., Vojtišková M., Šimek J, 2002: World height system specified by Geopotential at tide gauge stations. IAG Symposium, Vertical Reference System. Cartagena, February 20-23, 2001, Colombia, Proceedings, Springer Vlg. 2002, 291- 296.

- [5] Burša M., Groten E., Kenyon S., Kouba J., Raděj K., Vatr V., Vojtišková M., 2002: Earth's dimension specified by geoidal geopotential. *Studia Geophys. Geod.*, 46, 1-8.
- [6] Burša M., Kenyon S., Kouba J., Raděj K., Šíma Z, Vatr V., Vojtišková M, 2002: Dimension of the Earth's generated ellipsoid. *Studia Geophys. Geod.*, 46, 31-41.
- [7] Burša M., Kenyon S., Kouba J., Raděj K., Šíma Z, Vatr V., Vojtišková M, 2004: A Global Vertical Reference Frame based on four regional vertical datums. *Studia Geophys. Geod.*, 48, 493-502.
- [8] Burša M., Kenyon S., Kouba J., Mueller A., Raděj K., Vatr V., Vojtišková M, Vitek V., 2004: Long-term stability of geoidal geopotential from Topex/Poseidon Satellite altimetry 1993-1999. *Earth, Moon and Planets*, 84, 163-176.
- [9] Burša, M., Kenyon, S., Kouba, J., Šíma, Z., Vatr, V., Vitek, V., Vojtišková, M., 2005: Geopotential for specifying relativistic atomic time scale and global vertical reference system. *EUREF Symposium*, Vienna, June 1-3, 2005, Austria, Proceedings, in print.
- [10] Ihde J: Final Report of IAG ICP1.2. *XXIV IUGG General Assembly 2007*. Perugia, Italy, 2007, Proceedings, in print.

## Annotation

World height system – recent information from IUGG and NATO. The establishment of the World Height System (WHS) by using physical methods is the actual worldwide task of geodesy. The development proceeds in the last four years in IUGG/IAG (Inter-Commission Project ICP1.2 Vertical Reference Frames). Our SSG GGSA (Special Study Group Global Geodesy Satellite Altimetry Applications) participates intensively in the project. We developed geoidal geopotential value  $W_0 = 62\,636\,856.0 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ , which has been included to the set of world constants IERS. Additionally we have developed and practically tested the connection of local vertical datum technology using the  $W_0$  constant. The questions of the WHS establishment our technology are also discussed in NATO IGEO WG.