

Určování polohy podle mapy, navigace GPS a souřadnicové systémy

Příslušníci AČR se v současné době zúčastňují a lze předpokládat, že i v perspektivě se budou zúčastňovat mírových misí a působit tak v různorodých přírodních podmínkách, za neobvyklého logistického a geografického zabezpečení spojenci. Jedním z prvořadých úkolů je zajištění kompatibility souřadnicových systémů používaných topografických map prostoru působení se souřadnicovým systémem spojenců a systémem navigačního prostředku, především přijímačů GPS. Na základě zahraničních i našich zkušeností jsou uvedeny aktuální informace a kritéria pro splnění tohoto úkolu ve složitých situacích.

Definice geodetického souřadnicového systému

Geodetický souřadnicový systém je geometrickým a matematickým modelem tělesa Země, který umožňuje prostřednictvím souřadnic přesnou nebo podle míry potřeby přibližnou lokalizaci objektů na jejím povrchu nebo v blízkém okolí. Vzhledem k tomu, že náhradním tělesem Země je rotační elipsoid, na který jsou promítnuty body zemského povrchu, definice jeho geometrických parametrů se vzájemně liší (velikosti jejich poloos a zploštění), protože tyto definice vznikaly v časově, historicky, profesionálně a kontinentálně rozdílných podmínkách. Navíc - jednotlivé elipsoidy s jejich systémy souřadnic jsou rozdílně umístěny a orientovány vzhledem k tělesu Země, vzhledem k její ose rotace a těžišti.

V důsledku toho se mezi různými systémy (datums) [1] liší geodetické (nebo také „elipsoidické“) zeměpisné souřadnice - zeměpisná šířka a délka - identických objektů, bodů na povrchu Země. Rozdíly geodetických zeměpisných souřadnic identických bodů mohou dosahovat značných hodnot, řádově až stovky metrů. Nástupem družicových technologií a jejich aplikacemi v oblasti geodézie bylo definováno náhradní geometrické těleso Země, jeho orientace s vysokou věrohodností a exaktností. Kromě parametrů geometrických byly odvozeny a stanoveny také parametry fyzikální, které úzce souvisí s charakteristikami tíhového pole Země a jejího, dnes již globálního geocentrického, geodetického systému.

Geodetickým systémem armád NATO je především **World Geodetic System 1984**, označovaný jako **WGS 84**. Další přípustné systémy (např. evropský ETRS 89) jsou takové, jejichž souřadnice identických bodů se liší od souřadnic WGS 84 do jednoho metru.

Vedle souřadnic geodetických [2], zeměpisných jsou široce používány - hlavně v pozemním vojsku - souřadnice rovinné, které jsou produktem matematického, kartografického zobrazení povrchu referenčního systémového elipsoidu do roviny mapy. V armádách NATO je standardním kartografickým zobrazením tzv. **Universal Transverse Mercator (UTM)**, s pravouhlými souřadnicemi označovanými **E (East)**, **N (North)** - grids. V praxi jsou používány alfanumerické lokalizační hláskové systémy - pro zeměpisné souřadnice to je Geographic Reference Frame (GEOREF) a pro rovinné Military Grid Reference System (MGRS) [3].

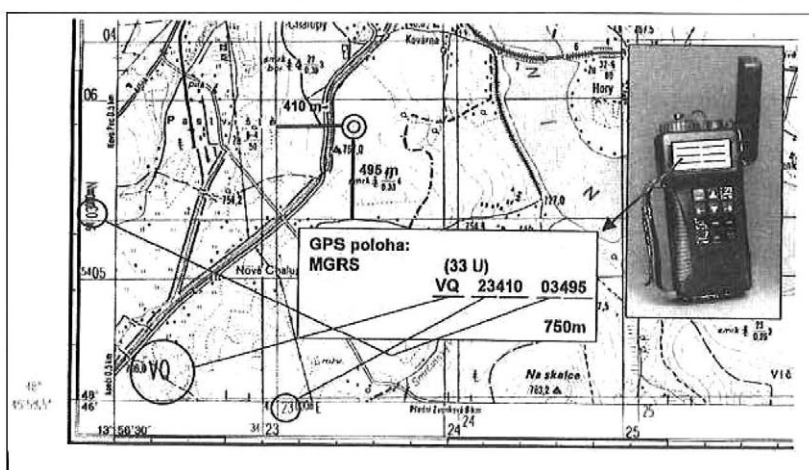
Koncem roku 2004 končí v AČR existence a používání geodetických údajů a topografických map zpracovaných v bývalém geodetickém systému S-1942/83 a v Gaussově-Krügerově

kartografickém zobrazení. Příklad velikosti rozdílů mezi oběma typy souřadnic v systémech WGS 84 a S-1942/83 je uveden v tabulce.

Převody rovinných souřadnic E, N ze systému WGS 84 do S-1942/83	Převody zeměpisných souřadnic φ a λ ze systému WGS 84 do S-1942/83
$X_{S-1942/83} = \frac{(N + 140 \text{ m})}{0,9996}$	$\varphi_{S-1942/83} = \varphi_{WGS 84} + 1,4''$
$Y_{S-1942/83} = \frac{(E - 74 \text{ m})}{0,9996}$	$\lambda_{S-1942/83} = \lambda_{WGS 84} + 6,2''$
Převody rovinných souřadnic X, Y ze systému S-1942/83 do WGS 84	Převody zeměpisných souřadnic φ a λ ze systému S-1942/83 do WGS 84
$N = 0,9996 \cdot X_{S-1942/83} - 140 \text{ m}$	$\varphi_{WGS 84} = \varphi_{S-1942/83} - 1,4''$
$E = 0,9996 \cdot Y_{S-1942/83} + 74 \text{ m}$	$\lambda_{WGS 84} = \lambda_{S-1942/83} - 6,2''$

Tabulka: Velikost systémových rozdílů a příklad vzájemných převodů rovinných a zeměpisných souřadnic mezi dnes používanými systémy S-1942/83 a WGS 84 v prostoru České republiky (souřadnice X, Y a E, N jsou v metrech, souřadnice φ a λ jsou v úhlových vteřinách).

Poznámka: Jedna vteřina (1") zeměpisné šířky je i nás přibližně 30 metrů, 1" zeměpisné délky 20 m.



Souřadnice z topografických map a z GPS

Současné použití topografické mapy a přijímače GPS je již dnes pro lokalizaci, přípravu a navigování přesunů v AČR velmi obvyklé. Vzhledem k tomu, že souřadnice poskytované GPS jsou v systému WGS 84, je pro současné přechodné období anebo v neznámých podmínkách geografického zabezpečení bezpodmínečně nutné ověření identity systémů souřadnic, poskytovaných oběma zdroji. Na tuto skutečnost upozorňuje také v časopisu Military Intelligence (Oct.-Dec. 2002) mj. Manning, který ve svém článku [4] uvádí příklady stametrových rozdílů mezi souřadnicemi systému WGS 84 a systémy ED 50 (evropský), Tokyo, NAD-27, NAD-83. Spojení topografické mapy a dat z GPS v hlášeném systému MGRS na našem území pro stanovení lokalizačního údaje je uvedeno na připojeném obrázku (viz).

Závěr: nadmořské a geodetické (elipsoidické) výšky

Samostatnou kapitolou je úkol stanovení výšek bodů zemského povrchu v jednotném a jednoznačném výškovém systému. V současné praxi jsou běžné tzv. nadmořské výšky, podle STANAG 2211 vztažené k *mean sea level* - *m. s. l.*, střední hladině moře. Ovšem těchto regionálních systémů je jenom v Evropě dosud 8; v celosvětovém měřítku až 200, přičemž rozdíly mezi nimi dosahují až metrových hodnot. Podstatný, systémový rozdíl je však mezi výškami *m. s. l.* a výškami určenými GPS (elipsoidickými), který se v globálním měřítku pohybuje mezi +80 až -110 metry.

Na území ČR se tento rozdíl pohybuje mezi hodnotami od +44 m až po +48 m. V zásadě představuje systémový rozdíl mezi vzdálenostmi dvou globálních ploch - geometrické plochy referenčního elipsoidu daného geodetického systému a fyzikální plochy stejného potenciálu tíhového pole Země (geopotenciálu), spojující průměrné výšky hladin světových moří a oceánů - tzv. *geoidu*. Nadmořské výšky jsou tedy s velkým přiblížením vztaženy k ekvipotenciální ploše *geoidu*.

Uživatelé technologie GPS si musí být vědomi těchto skutečností a proto by před použitím techniky GPS měli ověřit, který typ výškového systému jim přijímač nabízí - zda výšky *m. s. l.* nebo výšky elipsoidické. Na základě tohoto ověření lze přistoupit k využívání výškových údajů získaných z různých zdrojů.

Exaktní řešení pro definici globálního vertikálního systému je aktuálním úkolem geografických služeb NATO, na kterém se také úspěšně podílí Vojenský topografický ústav geografické služby AČR.

Poznámky a literatura:

- [1] Podle standardu NATO STANAG 2211 je pro vojenské souřadnicové systémy zaveden termín *geodetic datum* nebo jen *datum*.
- [2] Existují také zeměpisné souřadnice *astronomické*, které jsou na rozdíl od *geodetických* vztaženy k tížnici místa, nikoliv k normále k elipsoidu jako zeměpisné souřadnice geodetické; mezi nimi jsou značné rozdíly.
- [3] Blíže viz TP AČR č. 0209/1994 a TP AČR č. 0211/1997 k dispozici na spisovných zařízeních AČR.
- [4] Richard J. MANNING. „Datums and Grids - What You Don't Know Can Kill You“, *Military Intelligence*, Oct.-Dec., 2002.

Spojence čeká úkol možná ještě obtížnější než to, co učinili dosud: zlikvidovat zbývající izolovaná ohniska odporu v celé zemi, a hlavně stabilizovat situaci poté, co se zjevně všechny, i civilní struktury iráckého režimu úplně sesypaly. A bude třeba vyvodit nějaké závěry i z pádu druhé fronty: obě strany budou muset přemostit konflikt vyvolaný poraženou stranou mírotvorců: zejména OSN prokázala svou velkou neužitečnost. V ambiciózní roli světového „nejvyššího soudního dvora“ se velmi neosvědčila. Měla by projít přestavbou, která by jí dala nějakou realističtější a užitečnější podobu.

Bohumil Doležal
USA zatím uspěly, Evropa ne
MF DNES 10. 4. 2003