

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

ODBOR ŘÍZENÍ ÚZEMNÍCH ORGÁNŮ
182 11 Praha 8, Pod sídlištěm 9, pošt. příhrádka 21

Všem
katastrálním úřadům a
zeměměřickým a katastrálním
inspektorátům

VÁŠ DOPIS ZNAČKY / ZE DNE

NAŠE ZNAČKA
ČÚZK-00488/2014-22

VYŘIZUJE / LINKA
Ing. Pavel Taraba / 1235

PRAHA
2014-01-08

Odpovědi na dotazy k používání technologie GNSS

V loňském roce jsme odpovídali na několik dotazů, které se týkaly používání technologie GNSS vyhotoviteli geometrických plánů. Z těchto dotazů je patrné, že se stále vyskytují případy, kdy je technologie GNSS považována za neomylnou a je opomíjeno, že i u této technologie platí stejné obecné měřické zásady a kontrolní mechanismy jako u terestrických měření.

Měření pomocí GNSS je pouze jednou z více možných měřických metod, kterou se určuje hodnota měřených veličin. U metod RTK to jsou souřadnice, u postprocesních metod hodnota vektoru, resp. jeho složek, souřadnicových přírůstků, u měření dálkoměrem délka, u měření teodolitem hodnota úhlů, u měření nivelačním přístrojem převýšení. I u měření GNSS platí, stejně jako u terestrických metod, že určí-li se hodnota měřené veličiny pouze jedenkrát, je třeba ji buď ověřit změřením vhodně zvolených oměrných nebo jiných kontrolních měř, nebo ji určit ještě alespoň jedním nezávislým měřením (viz § 81 odst. 8 katastrální vyhlášky), a to stejnou nebo i jinou metodou.

Z výše uvedených důvodů vám především jako pomůcku při komunikaci s vyhotoviteli geometrických plánů využívajícími technologie GNSS posíláme odpovědi na otázky, které jsme obdrželi, jejich shrnutí a příklady:

- 1) K dotazu: „V příloze 9.5 vyhlášky č. 31/1995 Sb., je uveden hrozivý vzoreček pro výpočet nezávislého času měření. Chci Vás poprosit, zda byste byl tak moc laskav a převedl mi ho do hovorové řeči.... ..Máme tu na KP rozdílné názory na to, zda je to denně 4 minuty + nebo -.“, lze uvést, že oběžná doba satelitů systému NAVSTAR-GPS je 11 hod. 58 minut. Aby se satelit dostal nad stejné místo na Zemi, která se otáčí 1x za 24 hodin, musí ji obletět přibližně 2x a potřebuje k tomu právě těch 23 hod. a 56 minut, tedy méně než jeden den. Protože satelit k oběhu Země potřebuje kratší čas než 24 hodin, je logické, že nad stejným místem na Zemi bude příští den dříve než za 24 hodin, a proto se u satelitů systému NAVSTAR-GPS čas stejné konfigurace satelitů nad stejným místem na Zemi posouvá o 4 minuty/den dopředu (*pro satelity systému GLONASS, které létají na nižší orbitě než NAVSTAR-GPS a mají tedy kratší dráhu letu, stačí k dvojnásobnému obletu Země 22 hod. a 30 minut a jejich konfigurace nad stejným místem na Zemi se „posouvá“ o 1 hod. 30 min/den*).

Se vzorci, které jsou uvedeny v bodě 9.5 přílohy k vyhlášce 31/1995 Sb., které definují časový interval, a byť po dosazení do nich vychází „hrozivé“ číslo, není zas až tak složité pracovat. Samozřejmě je nutné si přivyknout na převod šedesátinného dělení hodin do desetinného a po obdržení výsledku zase zpět a také si uvědomit, že, pokud hledáme hodnotu občanského času, můžeme celou část výsledku, který je v hodinách,

zredukovat o celočíselný násobek 24 hodin (dní). Zbytek je pak občanský čas pro konkrétní den a část za desetinou tečkou pak po převedení do šedesátinného dělení představuje jeho minuty.

Příklad (zjednodušený na měření s aparaturou s příjmem pouze NAVSTAR-GPS a použití krátké observační doby, tedy zpravidla RTK s připojením na základnovou stanici): První měření proběhlo 1. ledna v 10:00 hod. a hledáme „nebezpečný“ čas pro druhou observaci 8.1., tedy po 7 dnech.

Hledaný posun je $7 \times 23,9333 = 7 \times (23 \text{ hod. } 56 \text{ min.}) = 167,5331 \text{ hod.}$ tj. 167 hod. 32 minut, po redukci o celočíselný násobek 24 hodin ($6 \times 24 = 144$) 23 hod. 32 min. Takže „nebezpečná“ doba observace je 10 hod. 00 min. + posun = 10 hod. 00 min. + 23 hod. 32 min. = 33 hod. 32 min. = $(33 - 24) \text{ hod. } 32 \text{ min.} = 9 \text{ hod. } 32 \text{ min.}$, tedy 9:32 hod., a observace 8. ledna by neměla probíhat v době mezi 8:32 a 10:32 hod. (*orientace znaménka posunu je dána tím, zda počítáme čas 2. observace z času 1. observace, nebo obráceně*).

- 2) Pokud se měření GNSS provádí duální aparaturou, tedy s příjmem signálů ze systémů GPS i GLONASS, pak, aby další (opakované) měření bylo zcela nezávislé, je potřeba, aby byla nezávislá konfigurace satelitů jak GPS, tak i GLONASS. Znamená to, že časový odstup observací musí vyhovovat vzorcům pro oba dva systémy.

Např. pokud by 1. měření bylo provedeno v 11:30 hod. a zahrnovalo by konfiguraci 5 satelitů GPS + 5 satelitů GLONASS a 2. měření by bylo provedeno následující den v 10:00 hod., pak by sice byla zajištěna dostatečná změna konfigurace satelitů GPS, ale do měření bude zahrnuto 5 stejných satelitů GLONASS v konstelaci totožné s jejich konstelací při 1. měření. V tom případě jsou 1. a 2. měření právě díky tomu stále vzájemně závislá. Určit míru závislosti takových měření je velice obtížné, závisí totiž na mnoha faktorech (*počet satelitů z jednoho i druhého systému, jejich konfigurace, příjmové podmínky na určovaném bodě a jejich vliv na příjem signálů z jednotlivých satelitů...*), které jsou na každém bodě a v každém observačním čase různé. Zhodnocení (určení) dostatečné míry nezávislosti nelze tedy v předpisech řešit jinak, než požadkem na „plnou“ nezávislost jednotlivých opakovaných měření.

Příklad z praxe:

Byla použita metoda RTK a první měření bylo provedeno 28.11. ve 14:00 hod., druhé pak 30.11. v 11:28 hod. Z výsledků měření vyplývá podle počtu uvedených satelitů (SV = space vehicle), konkrétně 12 SV, že v obou měřeních byly využity satelity z obou satelitních systémů. 30.11. je „problematická“ doba observace pro GPS 12:52 – 14:52 hod. a pro GLONASS 10:00 – 12:00 hod.. Druhé měření je tedy „ještě o 32 minut“ závislé z důvodu nedostatečné změny konfigurace satelitů GLONASS.

- 3) Příklad z praxe: Použitím technologie GNSS v režimu RTK bylo provedeno 1. měření a následně dle všech pravidel pro nezávislost dvojice měření i měření druhé (*opět GNSS, metodou RTK*). Výsledky obou měření se v dopustných mezích shodovaly. Za konečný výsledek pak byly prohlášeny souřadnice získané při 1. měření s tím, že jejich hodnoty byly ověřeny 2. měřeními. Takový postup je nesprávný.

V případě více výsledků získaných s přibližně stejnou přesností, které se shodují v dopustných mezích, je nesprávné dát jednomu z nich přednost. Je potřeba pracovat s aritmetickým průměrem, popř. váženým aritmetickým průměrem. Argumentovat tím, že „druhé souřadnice se liší jen o málo“, nelze.

- 4) U měření GNSS, zejména při měření RTK, pak nejjednodušším a nejspolehlivějším kontrolním mechanismem, který zajistí, že hodnoty geocentrických souřadnic (*kteřé jsou následně transformovány do S-JTSK*) jsou určeny správně, je vyhodnocení alespoň dvojice měření. Spolehlivé vyloučení co největšího počtu možných systematických chyb zajistí pouze úplná nezávislost obou (*resp. všech*) měření použitých pro určení výsledných hodnot souřadnic (*u postprocesních metod pak složek vektorů, ze kterých se souřadnice počítají*). Dalším krokem následujícím po určení měřených veličin je provedení transformace do S-JTSK. Zde platí, že měření GNSS není nutné připojit

do systému ETRS89. Pokud připojeno není, pak se na bodech identických pro transformaci musí jejich geocentrické souřadnice určit měřičky (observací GNSS) a následně je použít pro výpočet hodnot místních transformačních parametrů. Pokud se určování geocentrických souřadnic identických bodů měřením (observací) chceme vyhnout a ušetřit tak náklady a čas, je nutné měření korektně připojit do systému ETRS89. Pouze v takovém případě pak je možné (*oprávněně*) použít souřadnice ETRS89 uváděné v DBP (DATAZ) nebo instrument zpřesněné globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK. Základním předpokladem pro správné provedení přechodu mezi dvěma souřadnicovými systémy je to, že souřadnice nově určovaných bodů i souřadnice identických bodů jsou ve stejném souřadnicovém systému. Pokud se tedy měření GNSS nepřipojí do ETR89 (*nebo připojí, ale nepřesně*) a pro transformaci do S-JTSK se použije zpřesněná globální transf. mezi ETRS89 a S-JTSK, nebo se určí místní transformační parametry z hodnot souřadnic v ETRS89 a S-JTSK vedených v DBP (DATAZ), „natransformují“ se souřadnice nově určených bodů do systému S-JTSK nesprávně.

Příklad 1:

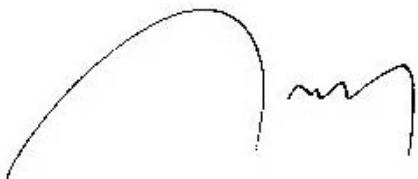
Na každém nově určovaném bodě je provedena pouze jedna observace GNSS a následně je provedena jedna observace na kontrolním bodě o známých souřadnicích, pro který se zjistí, že jeho „měřené“ souřadnice souhlasí s danými. Shoda souřadnic na kontrolním bodě sice potvrdí, že měření je správně připojeno do ETRS89, ale v žádném případě není kontrolou toho, že na některém nově určovaném bodě nedošlo při jediném měření GNSS k nějaké hrubé nebo systematické chybě.

Příklad 2:

Na každém určovaném bodě byly provedeny nejméně dvě nezávislé observace GNSS a výsledné souřadnice byly do systému ETRS89 transformovány pomocí zpřesněné globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK bez toho, aniž by bylo možné doložit, že měření GNSS bylo „správně“ připojeno do ETRS89. Pak sice víme, že měřené veličiny = geocentrické souřadnice nově určovaných bodů byly určeny správně, ale není jisté, zda do S-JTSK nebyly „natransformovány“ s nějakou chybou, která má v tomto případě systematický charakter.

- 5) Protokoly o provedení měření GNSS slouží pro snadnou kontrolu pro GNSS jedinečných údajů, jejichž naplnění zaručuje dodržení potřebné kvality výsledků měření. Přitom je třeba posuzovat odděleně tu část, která se vztahuje k observaci, tedy k určení měřených veličin (*souřadnic, složek vektoru*), a tu, která se vztahuje k provedení transformace výsledku měření GNSS do systému S-JTSK. Náležitosti k tomuto jsou uvedeny v bodě 9 přílohy k vyhlášce č. 31/1995 Sb. Pokud jsou výsledky získané technologií GNSS použity k dalšímu zpracování, např. k vyhotovení geometrického plánu, pak je potřeba, aby celkový elaborát obsahoval nejen protokoly o měření GNSS, a i další náležitosti podle katastrální vyhlášky (*viz např. bod 16.19 její přílohy*).

S pozdravem



Ing. Bohumil Janeček
ředitel odboru řízení územních orgánů