

BUDOVANIE GEODETICKÝCH BODOVÝCH POLÍ TECHNOLOGIOU

GPS

Doc. Ing. Ernest BUČKO, CSc.

Katedra geodetických základov SvF STU v Bratislave

V posledných rokoch sa stali družicové merania pomocou GPS hlavnou metódou určovania polohy geodetických bodov ako v ZPBP tak v PPBP. Počet prijímačov GPS v geodetickej praxi neustále narastá a v teréne sa dnes používajú na riešenie rôznych geodetických úloh, ako je určovanie súradníc bodov ZPBP a PPBP, vytyčovacie práce, mapovanie extravitálnu, zber údajov pre GIS, dlhodobé sledovanie stability územia a objektov, v leteckej i pozemnej fotogrametrii.

Ako je známe družicovo určené polohové body majú vysokú polohovú presnosť, ktorá v prevažnej väčšine presahuje presnosť dosiahnutú klasickými metódami. Platí to hlavne pre väčšie vzdialenosti.

Pri začleňovaní družicových meraní do existujúcich uhlových sietí môžu vzniknúť určité problémy súvisiace s kvalitou zvolených identických bodov. Vplyvom nerovnorodosti budovania JTSK a družicových sietí a starnutím uhlovej siete je žiaduce dodržiavať niektoré zásady pri projektovaní družicových meraní a určovať stupeň identity kontrolných bodov. Na posúdenie kvality začlenenia družicových sietí do S-JTSK môžu slúžiť mierkové zmeny, uhlové stočenie a polohové odchýlky identických bodov. K tomuto účelu sa družicové merania a vyrovnané trojrozmerné družicové siete transformujú z priestorových súradníc X, Y, Z , podľa známych vzťahov do zobrazovacej roviny S-JTSK (x, z, H).





Vzhľadom k mierkovým a uhlovým deformáciám JTSK, a v snahe zachovať homogenitu stávajúcej siete, je potrebné naväzovať novourčované body na dané body tak, aby ležali vo vnútri mnohoúhelníka opísaného okrajovými identickými bodmi. K zhoršeniu homogenity môže dochádzať pri pripojení družicovo určených bodov len na dva alebo len na jeden identický bod.

1. Voľba identických bodov

Dôležitou úlohou pri určovaní bodov pomocou GPS je plán siete. Pri jeho vyhotovení je potrebné riadiť sa niektorými základnými pravidlami aby sme dosiahli požadovanú presnosť novourčovaných bodov. Plán vlastnej siete vyhotovujeme na vhodnom mapovom

podklade, ktorého mierka je závislá od veľkosti záujmového územia (1:10 000; 1:25 000; 1:50 000; prípadne menšie mierky).

V pracovnej mape používame nasledujúce štandardné značky:

Polohový kontrolný bod (trigonometrický bod)	
Výškový kontrolný bod (nivelačný bod)	
Určovaný bod	
Vektor GPS medzi dvoma bodmi	

Každá situácia je odlišná a každá si bude vyžadovať svoj špecifický prístup. V zásade môžu pri určovaní bodov nastať dva prípady meraných sietí:

- plošné siete
- líniové siete.

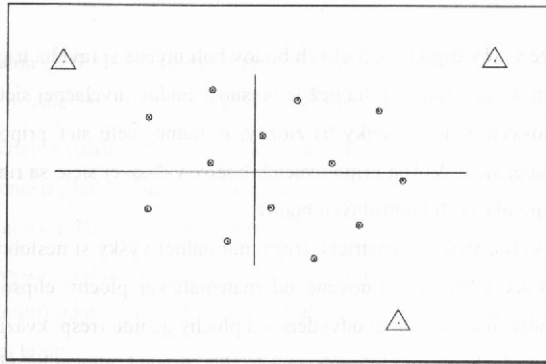
1.2 Plošné siete

V projekte plošnej siete o priemerných rozmeroch (10x10 km) je potrebné merania GPS pripojiť minimálne na tri kontrolné body. Doterajšie skúsenosti však ukazujú, že je lepšie vybrať viac kontrolných pripojovacích bodov. Čím je počet kontrol väčší, tým väčšia bude "pohoda" pri spracovaní, ktorá povedie k vyššej kvalite celej siete. Nezabúdajme, že celé meranie, celá sieť je taká dobrá, ako je jej najslabšie ohnisko.

Ako postupovať pri plánovaní? Narýsujeme severo-južnú priamku, ktorá prechádza stredom projektu, potom narýsujeme východo-západnú priamku (obr. 1). Takto sme dostali štyri rovnaké kvadranty. Tri kvadranty musia obsahovať najmenej po jednom kontrolnom bode.

Každý z týchto troch bodov musí byť na okraji záujmového územia tak, aby sa určované body nachádzali vo vnútri určujúceho obrazca.

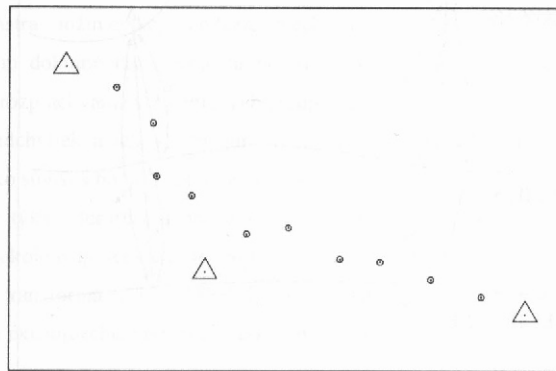
Zvyšné kontrolné body (okrem minimálnych troch) môžu byť pri malých projektoch kdekoľvek. Takáto kontrola je však potrebná aj pri veľkých projektoch, kde vzdialenosti medzi kontrolnými bodmi by mali byť v rozsahu 15 - 20 km.



Obr.1

1.3 Liniové siete

Často sa v praxi stretávame s úlohou určenia PPBP pre potreby liniových stavieb (diaľnice, železnice a pod.). V takýchto prípadoch musia byť kontrolné body umiestnené na každom konci projektu a jeden z nich asi v polovici trasy, obr. 2.



Obr. 2

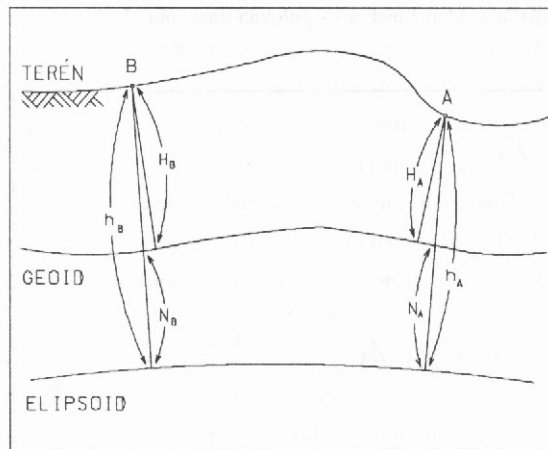
Pri dlhých liniových projektoch (viac ako 20 km) je potrebné voliť viac kontrolných bodov pozdĺž trasy.

2. Určovanie výšok pomocou GPS

Je známe, že polohové a výškové geodetické základy boli budované oddelene. Technológia GPS nám umožňuje určiť polohu bodu vo všetkých troch zložkách X, Y, Z.

Vzhľadom k tomu, že výšky trigonometrických bodov boli určené spravidla trigonometrickou metódou, je ich presnosť podstatne nižšia než je presnosť bodov nivelačnej siete. Preto, ak je potrebné určiť pri nových bodoch všetky tri zložky, je nutné celú sieť pripojiť meraniami GPS na body nivelačnej siete. Voľba pripojovacích bodov výškovej siete sa riadi obdobnými zásadami ako voľba polohových kontrolných bodov.

Pri určovaní výšok však ortometrické (resp. normálne) výšky si neslobodno zamieňať s výškami GPS. Výšky GPS sú definované od matematickej plochy elipsoidu, zatiaľ čo ortometrické (resp. normálne) výšky sú odvodené od plochy geoidu (resp. kvázigeoidu). Tieto plochy sú nulovými plochami príslušných výšok. Na prevod elipsoidickej výšky GPS, na ortometrickú výšku, potrebujeme poznať výškový rozdiel medzi oboma systémami. Táto diferenciacia nie je konštantná a v každej oblasti sa od bodu k bodu postupne mení. Podstatu tohto problému je vidieť na obr. 3.



Obr. 3

$$N + H = h$$

N - odľahlosť geoidu od elipsoidu

H - ortometrická výška

h - elipsoidická výška

Z merania GPS medzi dvomi známymi výškovými bodmi A, B, vieme po spracovaní určiť výškový rozdiel $\Delta h = h_B - h_A$. Ak k známej ortometrickej (resp. normálnej) výške bodu A pripočítame rozdiel Δh nemusíme dostať ortometrickú (resp. normálnu) výšku bodu B. Vo všeobecnosti platí, že nemožno jednoducho pre každý vektor GPS preniesť nameraný výškový rozdiel na ďalší bod merania. Z obr. 3 je zrejmé, že $\Delta H = H_B - H_A$ a $\Delta h \neq \Delta H$. Preto pri určovaní výšok pomocou GPS je nutné v záujmovej oblasti poznať odľahlosť geoidu (resp. kvázigeoidu) od elipsoidu. Variácie odľahlosti geoidu a elipsoidu sú väčšie v členitom než rovinnatom teréne.

Ak metódou GPS chceme určiť spoľahlivo aj výšky určených bodov (ich neurčenie by bolo prepychom), je nutné v projekte zvoliť aj primeranú hustotu výškových kontrolných bodov. Toto obzvlášť platí v horských oblastiach, ktoré sa vyznačujú premenlivou odľahlosťou geoidu (kvázigeoidu) od elipsoidu.

3. Záver

Metóda GPS získala dnes už významné postavenie pri budovaní bodových polí základných a podrobných. Čím ďalej tým viac sa presadzuje pre najrôznejšie aplikácie v oblasti katastra, inžinierskej geodézie. Technické predpisy však doposiaľ nestanovujú záväznú formu dokumentácie projektu bodového poľa. Technológia GPS by si zaslúžila podrobnejšie rozpracovanie v technických predpisoch a to hlavne v súvislosti s posudzovaním zbytkových odchýliek a ich uplatnením pre interpoláciu opráv súradníc transformovaných bodov, čo úzko súvisí s homogenitou bodového poľa.

Čo sa týka interpretácie výsledkov, je možné vychádzať z niektorých základných údajov v protokole o spracovaní meraní týkajúcich sa výpočtu súradníc v systéme WGS-84 a ich následnej transformácii do S-JTSK. Z týchto údajov je možné posúdiť kvalitu výsledkov meraní GPS a existujúceho základného polohového bodového poľa.

Literatúra :

- [1] NEVOSÁD, Z.: K identitě bodů při spojování družicových a triangulačních sítí. Brno 1998, Sborník referátů VUT v Brně.
- [2] TRIMBLE Navigation Ltd.: Trimvec Plus GPSurvey software - Users manual. Sunnyvale 1994.
- [3] BUČKO, E.: Využitie systému GPS na zhusťovanie polohového bodového poľa. Zborník "Aktuálne problémy železničnej geodézie". Žilina 1995.