

## Testovanie presnosti kinematických GPS meraní

Vladimír Sedlák<sup>1</sup>, Gabriela Nemcová<sup>2</sup> a Miroslav Šimčák<sup>1</sup>

### GPS kinematics measurements accuracy testing

In the paper accuracy of GPS kinematics measurements is analyzed. GPS (Global Positioning System) apparatus Stratus (Sokkia) and Pro Mark2 (Ashtech) were tested. Testing was realized on the points of the geodetic network – the testing station Badín stabilized in the Central Slovak Region nearby Banská Bystrica. The semikinematics method STOP and GO was realized from the kinematics GPS methods. The terrestrial geodetic measurements by means of using the total station Nikon 352 were also realized in the testing station for a purpose of the most objective to appreciate GPS measurements accuracy. On the base of achieved results it is possible to state that the applied kinematics GPS method of measurement verified requirements on the positional GPS measurements accuracy. The particular results of accuracy especially for the positional coordinates are acceptable for a various applications in surveying and geodetic practice, what are cadastral and geological mapping and GIS (Geographical Information Systems) applications. So in close future there it is waited that GPS method of measurement will completely substitute more difficult terrestrial geodetic methods used in the present practice also in real estate register, geological survey and GIS.

**Key words:** GPS, kinematics methods, accuracy, testing

### Úvod

Cieľom príspevku je prezentácia výsledkov z testovacích GPS (Globálny polohový systém; Global Positioning System) kinematických meraní v určovaní 2D polohy meračských bodov a posúdenie týchto družicových navigačných meračských technológií z hľadiska ich presnosti, najmä pre katastrálne a geologické mapovanie a GIS aplikácie (Sedlák et al., 2002; Sedlák et al., 2003; Blišťan, 2003; 2005; Kuzevičová a Kuzevič, 2003; Kozáková a Kuzevičová, 2005; Molčíková a Hurčíková, 2000). Na testovanie bola z radu GPS kinematických metód zvolená metóda STOP and GO. Táto metóda patrí do skupiny tzv. polokinematických GPS metód, čo znamená, že sa v nej prelínajú prvky z kinematickej aj statickej metódy (Sedlák, 2003). Družicové navigačné merania boli realizované vybranými GPS prístrojmi *Stratus* (Sokkia) a *ProMark2* (Ashtech), ktoré z hľadiska aplikácie kinematických metód sa javia vhodné, manipulácia s nimi je jednoduchá a operatívna. GPS merania boli doplnené polohovým (2D) terestrickým meraním, s použitím totálnej stanice *Nikon 352*. Overovacie a testovacie merania boli realizované na bodoch geodetickej siete - testovacej stanice v katastri obce Badín pri Banskej Bystrici. Prístroje a príslušný software zapožičala firma Ornth, s.r.o. Banská Bystrica.

### Parametre testovaných GPS aparatúr

#### GPS prijímač Stratus (Sokkia)

V anténe *Stratus* je plne integrovaný GPS prijímač, GPS anténa a batérie, čo eliminuje potrebu prepojovacích exterierových káblov (obr. 1). Veľmi jednoducho je ovládateľný software pre zber dát, ktorý je možné spustiť na väčšine zariadení pracujúcich s operačným systémom Windows CE, ešte umožňuje výhody *Stratusu*. Dobíjateľné Li-Ion kamkordérové batérie alebo D-Cell batériový blok, veľmi odolný dizajn a nízka váha robia zo systému *Stratus* riešenie, ktoré zvýši produktivitu užívateľa a zníži náklady (Prospekty 2005, *www - all*).

Prijímač *Stratus* s internou pamäťou 4 MB 12-kanálový (LI) je určený pre statické alebo kinematické GPS merania. Anténová Pinwheel technológia poskytuje omnoho spoľahlivejšie rezistentné výsledky ako multipath. V prípade, že sa *Stratus* používa v kombinácii s kontrolórom na báze Windows CE, komunikácie môže prebiehať cez infračervené rozhranie alebo cez klasický komunikačný port.

Veľkou výhodou prijímača *Stratus* je jeho jednoduchosť a presnosť, práca s ním je jednoduchá. Prístroj jednoduchým odčítom operatívne poskytuje presné výsledky. Či sa použije statická alebo kinematická GPS metóda, *Stratus* poskytuje presné a spoľahlivé informácie.

Pre napájanie Statusu sa používajú najmodernejšie kamkordérové Li-Ion batérie, ktoré sú bežne dostupné. Tieto veľmi malé a ľahké batérie netrpia žiadnym pamäťovým defektom a sú kedykoľvek dobíjateľné.

<sup>1</sup> prof. Ing. Vladimír Sedlák, PhD., Ing. Miroslav Šimčák, Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Ústav geodézie a geografických informačných systémov, Katedra geografických informačných systémov, Park Komenského 19, 042 00 Košice, Slovenská republika

<sup>2</sup> Ing. Gabriela Nemcová, GEOFLEX, Gemerská 3, 040 11 Košice, Slovenská republika  
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 3. 5. 2007)



*Stratus* je vybavený vstupom pre externé napájanie, čiže je možné pripojiť D-cell blok. Keďže je obsluha prijímača veľmi jednoduchá, poskytuje informácie priamo v teréne. Patrí sem zvyšná kapacita batérie, počet sledovaných satelitov, zvyšná kapacita pamäte a zvyšný observačný čas, ktoré sú k dispozícii priamo na displeji prijímača. Tento jednoduchý odčítací systém umožňuje konfigurovať prijímač priamo v teréne pomocou kontrolóra s dotykovým displejom a cez IrDA prebieha výmena dát s prijímačom.

Obr. 1. *Stratus* (Sokkia).  
Fig. 1. *Stratus* (Sokkia).

## GPS prijímač ProMark2



Obr. 2. *ProMark2* (Ashtech).  
Fig. 2. *ProMark2* (Ashtech).

*Ashtech ProMark2 (LI)* poskytuje vysoko kvalitné výsledky, pričom predstavuje najlacnejší geodetický GPS systém s vysokou presnosťou (obr.2). Okrem toho je *ProMark2* prvý a zatiaľ jediný systém na trhu, ktorý poskytuje kombináciu post-processingových meraní s centimetrovou presnosťou v režime static, ako aj možnosť stand-alone merania v reálnom čase s 3 až 5 m presnosťou, spolu s navigačnými mapovacími funkciami a to všetko v rámci jedného systému. *ProMark2* je vhodným doplnkom ku každej meracej výbave a dokonalým riešením aj pre geodetické práce, ktoré vykonáva len jeden pracovník (*Prospekty 2005, www - all*).

S *ProMarkom2* získajú merači možnosť výberu medzi meracím a navigačným režimom. Pri navigačných aplikáciách poskytuje *ProMark2* v reálnom čase navigačnú presnosť 3 až 5 m, čo je možné vďaka novej technológii, založenej na využívaní korekčných signálov WAAS (Wide Area Augmentation System) a EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System) – tieto korekcie sú poskytované zdarma.

Navigačný režim posluží geodétom pri realizácii dvoch dôležitých úloh, ktorými sú lokalizácia a určovanie 3D polohy meračských bodov. Stačí zadať súradnice a *ProMark2* začne užívateľa navigovať s presnosťou 3 až 5 m k danému miestu alebo k známemu bodu. Okrem zobrazenia navigačných informácií obsahuje *ProMark2* aj vstavanú mapovú databázu, ktorá umožňuje užívateľovi vidieť svoju polohu vzhľadom na diaľnice, vodné toky a železnice, so súčasným zobrazením smeru, rýchlosti, vzdialenosti a ďalších informácií. Pridaním máp až na úroveň ulíc sa užívateľ môže navigovať priamo na adresu, ktorú zadá do prístroja.

V režime merania pri použití novej Ashtech ProAntény a Ashtech Solutions GPS post-processing software (*LI*) merací systém *ProMark2* veľmi presne a s vysokou efektívnosťou umožní meranie nových alebo existujúcich bodov. Užívatelia môžu používať *ProMark2* v konfigurácii s dvomi prijímačmi, alebo pre zvýšenie produktivity rozšíriť systém na tri alebo viac prijímačov. *ProMark2* je možné používať aj s tradičnými optickými meračskými nástrojmi v prípadoch, keď použitie samotného GPS nie je realizovateľné. *ProMark2* je ideálnym nástrojom pre vybudovanie bodového poľa.

Ashtech Solution post-processing software umožňuje jednoduché a presné spracovanie dát v prostredí Windows. Hlavné funkcie softwaru sú:

1. Plánovanie meraní.
2. Automatické spracovanie vektorov.
3. Vyrovnávanie siete pomocou MNŠ.
4. Analýza dát a nástroje pre kontrolu kvality.
5. Transformácie súradníc.
6. Reporty a exportovanie.

PC systém pre Ashtech Solution version 2 si vyžaduje Windows 95/98/ME/NT 4.0 alebo vyššie /2000, Pentium 133 alebo vyššie, 32 MB RAM pamäte a 90 MB priestor na disku potrebný pre inštaláciu.

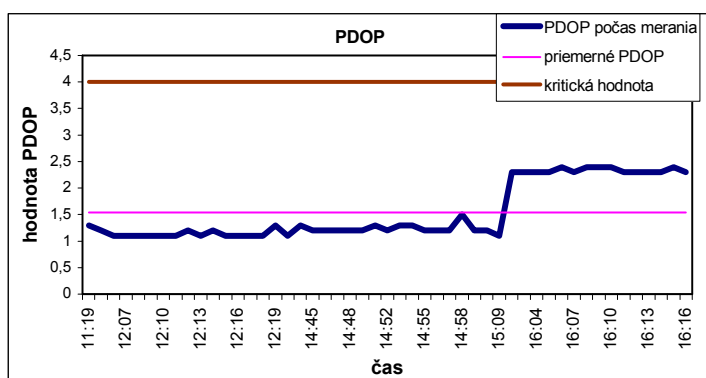
## Terénne merania a spracovanie meraní

Jednou z podmienok úspešného merania technológiou GPS je meranie mimo husto zastavaných oblastí a mimo hustého porastu. Naše merania boli realizované v lokalite osady Badín v banskobystrickom kraji. Táto lokalita sa vyznačuje práve takýmto vhodným prostredím. Geodetická sieť – testovacia stanica Badín, pozostáva zo štyroch bodov č. 5001 až 5004, na ktorých bolo realizované statické GPS meranie (referenčné body - bázy) a z pätnástich bodov č. 1 až 15 (objektové body), ktoré boli zamerané kinematickou GPS metódou. Samotná geodetická sieť – testovacia stanica Badín slúži k testovaniu GPS prístrojov a aj iných geodetických prístrojov pre terestrické merania. Stanica patrí firme Ornth, s.r.o., Banská Bystrica, pričom jej servis využíva aj niekoľko ďalších súkromných geodetických firiem v banskobystrickom kraji.

GPS a terestrické testovacie a overovacie merania boli uskutočnené dňa 12. 11. 2005. V tento deň bola jasná obloha bez akýchkoľvek prekážok, čím bola splnená ďalšia podmienka úspešného GPS merania, t.j. tzv. „čistý“ príjem signálov z družíc. Počas merania bola hodnota *PDOP* (polohový faktor zníženia presnosti, *PDOP* – *Positional Dilution Of Precision*) v rozmedzí 1,1 až 2,4, čo je veľmi dobrý ukazovateľ (obr. 3). Hodnoty *PDOP* do 3,0 sa považujú za výborné, pri hodnotách nad 4,0 je kvalita GPS merania značne znížená.

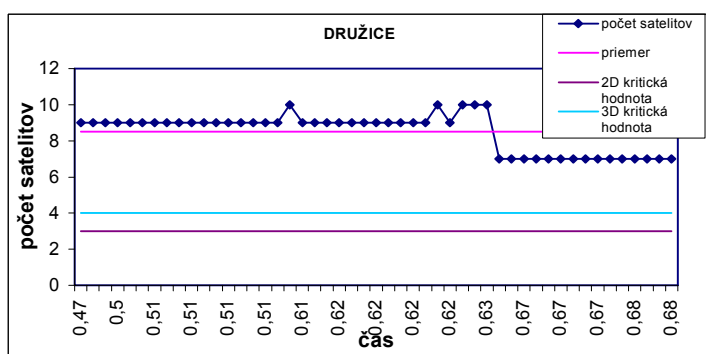
Počas GPS merania bola splnená aj podmienka nevyhnutnosti príjmu družicových signálov minimálne zo štyroch družíc prijímačom GPS. Počet družíc, z ktorých bol prijímaný signál počas nášho merania, bol 7 až 10 (obr. 4).

Anténa prístroja *Stratus MSD01250144* bola počas prvej periódy GPS merania na bode č. 5001. Táto anténa bola 1. báza. Anténa prístroja *ProMark2 (PM 20 304 709)* bola na bode č. 5002 – 2. báza. Oba prístroje pracovali v režime statického GPS merania. Doba zberu dát bola cca 40 minút. Po uplynutí tohto časového limitu sme anténu *ProMark2* opatrne preložili zo statívu na výtyčku a zrealizovali sme kinematické GPS merania. Prístrojom *ProMark2* sme postupne zamerali polohu všetkých pätnástich bodov (objektové body č. 1 až 15) kinematickou GPS metódou STOP and GO. Meranie na každom bode (č. 1 až 15) trvalo 30 sekúnd. Počas premiestňovania medzi jednotlivými bodmi sa nesmel prerušiť príjem signálov z družíc. Z tohto dôvodu bolo potrebné počas premiestňovania držať výtyčku s anténou kolmo k zemi. Tým sme ukončili 1. periódu merania. Postup takéhoto merania sme zopakovali ešte dvakrát (2. a 3. perióda meraní), pričom anténa *Stratus* zostala na bode č. 5001 a anténu *ProMark2* sme premiestnili postupne nad body č. 5003 a 5004. Opäť sa uskutočnila dvojica GPS meraní, t.j. statické (na objektových bodoch č. 5003 – 3. báza a 5004 – 4. báza) a na objektových bodoch (body č. 1 až 15) kinematické meranie.



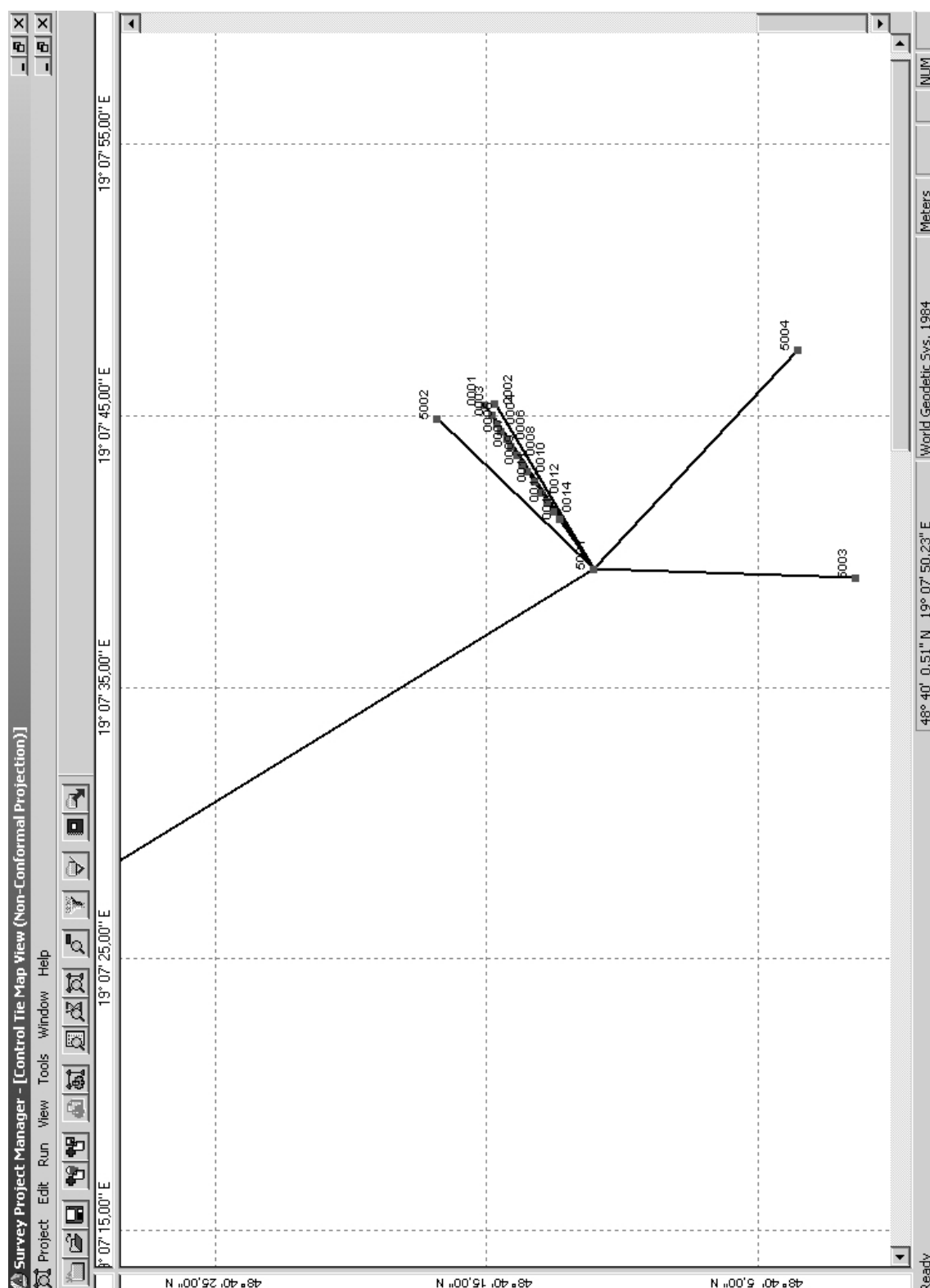
Obr. 3. Hodnota *PDOP* počas merania 12.11.2005.

Fig. 3. *PDOP* value during measurement on the November 12, 2005.



Obr. 4. Počet družíc počas merania 12.11.2005.

Fig. 4. Number of satellites during measurement on the November 12, 2005.



Obr. 5. Geodetická sieť - testovacia stanica Badín.  
Fig. 5. Geodetic network - testing station Badín.

Výsledkom GPS merania boli 2D súradnice určovaných bodov geodetickej siete - testovacej stanice Badín vo WGS-84 (Svetový geodetický systém z roku 1984; World Geodetic System 1984), ktoré sme pretransformovali do nášho záväzného národného 2D súradnicového systému S-JTSK (Systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej) (Sedlák a Šimčák, 2005; Šimčák, 2005). Pre transformáciu sme použili software KŘOVAK. Situácia bodov geodetickej stanice – testovacej stanice Badín vo WGS-84 je na obr. 5.



Na záver GPS merania sme vykonali pripojovacie meranie na tri identické (homologické) body (pod označením FLOS č. 59140030, 59080300, 59080710, 59150110, ktoré sú špecifikované v databanke firmy Ornth, s.r.o., Banská Bystrica), t.j. bod, ktorého súradnice sú v S-JTSK aj vo WGS-84. Pripojenie sa uskutočnilo pomocou statickej GPS metódy, pričom báza Stratus bola na bode č. 5001 a ProMark2 sme umiestňovali na pripojovacích (homologických) bodoch.

S cieľom porovnať presnosti v určení 2D súradníc objektových bodov č. 1 až 15, ktoré sme získali z GPS merania, vykonali sme ešte klasické terestrické meranie (polárna metóda) použitím totálnej stanice Nikon 352 (obr. 6). Stanovisko bolo na bode č. 5001 a polárne sme zamerali bázy - body č. 5002 až 5004 a objektové body č. 1 až 15. Meranie totálnou stanicou Nikon 352 sme realizovali trikrát. Z terestrických meraní boli vypočítané súradnice všetkých zameraných bodov v S-JTSK pomocou software GEUS.

Obr. 6. Totálna stanica Nikon 352.  
Fig. 6. Total Station Nikon 352.

### Vyhodnotenie výsledkov testovacích meraní

Vypočítané 2D súradnicové rozdiely  $\Delta_{XY}$ , ktoré vznikli meraním polohy bodov dvoma metódami merania – metódou GPS (STOP and GO) a polárnou terestrickou metódou, sme vyhodnotili podľa Usmernenia Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky č. KO-4108/2003 zo dňa 4. novembra 2003, ktorým sa stanovujú náležitosti a presnosť merania pomocou globálneho systému určovania polohy (metódou GPS), ak sa výsledky merania preberajú do katastra nehnuteľností.

V súčasnosti Štátna priestorová sieť (ŠPS), reprezentujúca záväzný súradnicový systém WGS-84, nie je ešte dobudovaná na celom území Slovenskej republiky. Priestorové (3D) súradnice karteziánske:  $X, Y, Z$ , resp. polárne (tiež geodetické alebo elipsoidické):  $B$  (geodetická šírka),  $L$  (geodetická dĺžka) a  $H$  (geodetická výška), získané meraním metódou GPS, sa odovzdávajú v systéme WGS-84. Ako identické body sa prednostne použijú body ŠPS a až potom body Štátnej trigonometrickej siete (S-JTSK). Po vyhlásení platnosti systému WGS-84 prostredníctvom bodov ŠPS sa súradnice  $X, Y, Z$ , resp.  $B, L, H$  budú odovzdávať v systéme WGS-84.

Pre vektor opráv platia nasledujúce kritéria presnosti: Absolútna hodnota opravy polohy, t.j. hodnota horizontálnej (2D) chyby  $\Delta_{XY}$  musí byť menšia ako 3-násobok strednej chyby pripojovacieho bodu (tab. 1). Ak absolútna hodnota opravy polohy prekročí hodnotu 3-násobku strednej chyby, ale je menšia ako jej 5-násobok, je možné takému bodu zmenšiť váhu a tým oslabiť jeho účinok na výsledný transformačný kľúč. Ak absolútna hodnota opravy polohy prekročí kritickú hodnotu 5-násobku strednej chyby, takýto bod sa z výpočtu vylúči a nahradí sa iným bodom tak, aby transformačný kľúč bol vypočítaný min. z 3 vyhovujúcich identických bodov.

| Rád ŠTS/<br>Stredná chyba<br>vyr. súraníc | 3-násobok<br>strednej<br>chyby [m] | 5-násobok<br>strednej<br>chyby [m] |
|-------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. rád                                    | 0,04                               | 0,2                                |
| 2. rád                                    | 0,035                              | 0,175                              |
| 3. rád                                    | 0,03                               | 0,15                               |
| 4. rád                                    | 0,025                              | 0,125                              |
| 5. rád                                    | 0,02                               | 0,1                                |

Tab. 1. Presnosť polohového merania pre potreby katastra nehnuteľností.

Tab. 1. Accuracy of positional measurement for requirements of the real estate register.

Na základe vzťahu  $\Delta_{XY} = (dB^2 + dL^2)^{1/2}$ , resp.  $\Delta_{XY} = (dX^2 + dY^2)^{1/2}$  sme určili diferencie v polohových (2D) súradniciach  $\Delta_{XY}$  medzi GPS meraním kinematickou metódou (STOP and GO) a terestrickým meraním totálnou stanicou, ktoré sú uvedené v tab. 2. V tab. 3 sú uvedené polohové (2D) odchýlky  $\Delta_{XY}$ , ktoré vznikli medzi jednotlivými kinematickými GPS meraniami navzájom.

Tab. 2. 2D diferencie medzi GPS meraním kinematickou metódou a terestrickým meraním s totálnou stanicou. (kin1 až kin3: GPS kinematické merania z 1. až 3. periódy merania; kinP: priemerná hodnota z GPS kinematických meraní v 1. až 3. perióde merania; TS1 až TS3: terestrické merania s TS v 1. až 3. perióde merania; TSP: priemerná hodnota z terestrických meraní s TS v 1. až 3. perióde merania).

Tab. 2. 2D differences between GPS kinematics measurement and terrestrial measurement using total station. (kin1 up kin3: GPS kinematics measurement from the 1. up 3. measurement period; kinP: average value from GPS kinematics measurements in 1. up 3. measurement period; TS1 up TS3: terrestrial measurements using TS in the 1. up 3. measurement period; TSP: average value from terrestrial measurements using TS in the 1. up 3. measurement period).

| $\Delta XY$ [m] |          |          |          |          |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| č.b.            | kin1-TS1 | kin2-TS2 | kin3-TS3 | kinP-TSP |
| 1               | 0,041    | 0,009    | 0,026    | 0,025    |
| 2               | 0,035    | 0,018    | 0,025    | 0,024    |
| 3               | 0,022    | 0,019    | 0,022    | 0,018    |
| 4               | 0,033    | 0,015    | 0,023    | 0,023    |
| 5               | 0,030    | 0,007    | 0,027    | 0,019    |
| 6               | 0,025    | 0,014    | 0,022    | 0,017    |
| 7               | 0,031    | 0,006    | 0,026    | 0,017    |
| 8               | 0,009    | 0,008    | 0,020    | 0,003    |
| 9               | 0,013    | 0,021    | 0,015    | 0,007    |
| 10              | 0,021    | 0,028    | 0,016    | 0,010    |
| 11              | 0,018    | 0,010    | 0,018    | 0,010    |
| 12              | 0,024    | 0,002    | 0,011    | 0,012    |
| 13              | 0,019    | 0,009    | 0,015    | 0,010    |
| 14              | 0,015    | 0,004    | 0,017    | 0,011    |
| 15              | 0,010    | 0,012    | 0,017    | 0,012    |

Tab. 3. 2D súradnicové diferencie  $\Delta_{XY}$  medzi jednotlivými meraniami kinematickou metódou.

Tab. 3. Positional differences  $\Delta_{XY}$  between individual GPS kinematics measurements.

| $\Delta XY$ [m] |           |           |           |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| č.b.            | kin1-kinP | kin2-kinP | kin3-kinP |
| 1               | 0,004     | 0,003     | 0,007     |
| 2               | 0,007     | 0,006     | 0,004     |
| 3               | 0,004     | 0,003     | 0,003     |
| 4               | 0,008     | 0,007     | 0,001     |
| 5               | 0,010     | 0,013     | 0,007     |
| 6               | 0,012     | 0,011     | 0,007     |
| 7               | 0,013     | 0,018     | 0,007     |
| 8               | 0,009     | 0,010     | 0,015     |
| 9               | 0,013     | 0,019     | 0,008     |
| 10              | 0,014     | 0,019     | 0,006     |
| 11              | 0,006     | 0,009     | 0,003     |
| 12              | 0,007     | 0,009     | 0,002     |
| 13              | 0,009     | 0,011     | 0,001     |
| 14              | 0,006     | 0,009     | 0,004     |
| 15              | 0,003     | 0,003     | 0,002     |

Podľa výsledkov hodnôt  $\Delta_{XY}$  (tab. 2 a 3) a stredných chýb (tab. 1) je možné konštatovať, že kinematická GPS metóda merania splnila požiadavky na presnosť polohového merania (*Usmernenia Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky...2003, Smernice na meranie a vykonávanie zmien...2000*).

Príspevok sa zameriava hlavne na polohové (2D) určenie súradníc. Zistené diferencie vo výške sú menej uspokojivé, čo je pretrvávajúci problém GPS merania. Na presné určenie Z-súradnice pomocou GPS technológií je potrebné vykonať isté opatrenia, napr. založiť lokálny geoid, príp. vykonať nivelačné meranie, alebo použiť vhodný software. Chyba vo výške sa prejaví v polohe bodu len veľmi nepatrne (100 m chyba vo výške spôsobí chybu v polohe niekoľko milimetrov), preto polohové meranie týmto nebolo negatívne ovplyvnené. Keďže v katastri nehnuteľností alebo GIS aplikáciách, resp. v geologickom mapovaní výšková súradnica nie je určujúca (dominantná), tejto problematike doposiaľ nebola venovaná pozornosť a jej skúmanie môže byť náplňou ďalšieho vedeckého bádania pri testovaní GPS technológií.

### Záver

V rámci aplikácie družicových navigačných metód pri určovaní súradníc bodov geodetických sietí sa družicový navigačný systém GPS NAVSTAR výrazne uplatňuje v čoraz širšej miere aj v oblastiach katastra nehnuteľností, geologického mapovania, GIS aplikácií, atď. Prvoradá výhoda meraní s GPS technológiami spočíva hlavne v operatívosti a presnosti nielen vykonaných observácií, ale aj v operatívosti spracovania GPS dát.

Cieľom príspevku bolo overenie presnosti kinematických GPS meraní pri použití dvoch GPS prístrojov (*Stratus a ProMark2*). GPS meranie bolo vykonané polokinematickou metódou STOP and GO a výsledky z tohto merania, teda súradnice WGS-84 pretransformované do S-JTSK, boli porovnané s výsledkami z terestrických meraní pomocou totálnej stanice *Nikon 352*.

Meranie sa uskutočnilo vo vhodnej lokalite, ktorou je geodetická sieť - testovacia stanica Baďín pri Banskej Bystrici. Merania boli uskutočnené za priaznivých poveternostných podmienok a aj veľmi dobrá hodnota *PDOP* počas celej doby merania svedčí o kvalite nameraných údajov.

Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že kinematická GPS metóda merania splnila požiadavky na presnosť polohových GPS meraní. Jednotlivé výsledky presnosti najmä pre polohové

súradnice sú prijateľné pre rôzne aplikácie v geodetickej praxi, akými sú katastrálne a geologické mapovanie a GIS aplikácie. V blízkej budúcnosti sa teda dá očakávať, že GPS metóda merania úplne nahradí náročnejšie terestrické geodetické metódy, používané v doterajšej praxi aj v oblasti katastru nehnuteľností, geologickom prieskume a GIS.

Článok vznikol na základe riešenia projektov VEGA č. 1/4167/07 a 1/3060/06 riešených na Fakulte BERG TU v Košiciach.

### Literatúra – References

- Blišťan, P.: Niektoré problémy aplikácie GIS systémov v geológii. *Acta Montanistica Slovaca*, roč. 8, č.1/2003, 30-35.
- Blišťan, P.: Priestorové modelovanie geologických objektov a javov v prostredí GIS systémov. *Acta Montanistica Slovaca*, roč. 10, č. 3/2005, 296-299.
- Kuzevičová, Ž., Kuzevič, Š.: Geografické informačné systémy I. *Vysokoškolské skriptá, Fakulta BERG TU Košice (vyd.), Košice, 2003.*
- Molčíková, S., Hurčíková, V.: Spracovanie GPS meraní v kombinovanej polohovej geodetickej sieti v S-JTSK pre diaľnicu D1. *Acta Montanistica Slovaca*, Roč. 5, č. 1/2000, s.91-101.
- Kozáková, L., Kuzevičová, Ž.: Monitorovanie kvality ovzdušia v aglomerácii Košice. *AT&P Journal* 8/2005, 80-84.
- Sedlák, V., Hurčíková, V., Molčíková, S.: Possibilities of GPS Kinematic Measurements for Geological Survey in East Slovakia. *Geo-Spatial Information Science*, Vol. 5, Issue 4, December 5, 2002, 21-25.
- Sedlák, V.: Kozmická geodézia, Globálny polohový systém. *ÚGaGIS, FBERG, TU Košice (vyd.), 2.vydanie, Košice, 2003, 78s.*
- Sedlák, V., Molčíková, S., Hurčíková, V., Frajt, M., Mišovic, P.: Protection of the environment and modelling surface movements in GIS in the East Slovak Region. [2nd FIG Regional Conference](#) and the 10th Anniversary of ONIGT - Urban-Rural Interrelationship for Sustainable Environment, Marrakech, Morocco, December 2-5, 2003 ([www.fig.net/figtree/pub/morocco](http://www.fig.net/figtree/pub/morocco)).
- Sedlák, V., Šimčák, V.: Overenie transformačných parametrov a presnosti transformácie v reálnom čase v prístroji GPS RTK Z-MAX. In: Sborník anotací a digitální sborník přednášek – 12. konf. Společnosti důlních měřičů a geologů měřické konference, *Hustoře, 18.-20. října 2005, (CD nosič, 22. referát).*
- Šimčák, M.: Overenie transformačných parametrov a presnosti transformácie v reálnom čase v prístroji GPS RTK Z-Max. *ÚGaGIS, FBERG, TU Košice (vyd.) Košice, 2005, 74s., 21príloh.*
- Prospekty k prístrojom: Nikon DTM-352, Z-Max, ProMark2, Sokkia Stratus. *Ornth (vyd.), Banská Bystrica, 2005.*
- Smernice na meranie a vykonávanie zmien v súbore geodetických informácií katastra nehnuteľností, (S 74.20.73.43.20), *ÚGKK SR, Bratislava, 2000.*
- Usmernenie Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky č. KO-4108/2003. *ÚGKK SR, Bratislava, 2003.*
- [www.fc.up.pt/lic\\_eg/imagens/gps-const.jpg](http://www.fc.up.pt/lic_eg/imagens/gps-const.jpg)[www.environmental-studies.de/a\\_TOC-GPS-4.gif](http://www.environmental-studies.de/a_TOC-GPS-4.gif)
- [www.products.thalesnavigation.com/en/solutions/land/](http://www.products.thalesnavigation.com/en/solutions/land/)
- [www.products.thalesnavigation.com/en/products/product.asp?PRODID=943](http://www.products.thalesnavigation.com/en/products/product.asp?PRODID=943)
- [www.wgs.sk/z\\_max.htm](http://www.wgs.sk/z_max.htm)
- [www.th-ales.cz/images/gps/geodet/zmaxcz.pdf](http://www.th-ales.cz/images/gps/geodet/zmaxcz.pdf)
- [www.sokia.com](http://www.sokia.com)
- [www.products.thalesnavigation.com/en/products/aboutgps/rtk.asp](http://www.products.thalesnavigation.com/en/products/aboutgps/rtk.asp)
- [www.com.uvigo.es/asignaturas/scvs/trabajos/curso0001/biblio/GPS/gps\\_archivos/image003.jpg](http://www.com.uvigo.es/asignaturas/scvs/trabajos/curso0001/biblio/GPS/gps_archivos/image003.jpg)
- [www.geodesy.gov.sk/spravodaj/2004/r1/n03.htm](http://www.geodesy.gov.sk/spravodaj/2004/r1/n03.htm)
- <http://www.ornth.sk>
- [www.thales-navigation.de](http://www.thales-navigation.de)
- [www.geoserver.cz](http://www.geoserver.cz)