

## **SKPOS - SLOVENSKÁ PRIESTOROVÁ OBSERVAČNÁ SLUŽBA**

**Ing. Dušan Ferienc, Ing. Katarína Leitmannová, Ing. Elena Šalátová**

*Geodetický a kartografický ústav Bratislava  
827 45 Bratislava, Chlumeckého 4, Slovenská republika*

*e-mail:ferienc@gku.sk; leitmannova@gku.sk; salatova@gku.skz*

### **Abstrakt**

V decembri 2006 začal Geodetický a kartografický ústav Bratislava skúšobnú prevádzku Slovenskej priestorovej observačnej služby (SKPOS). V príspevku je uvedený popis infraštruktúry SKPOS, poskytované služby, štatistika využívania SKPOS, transformácie do národných referenčných systémov, prvé výsledky z testovania. Medzinárodná koordinácia podobných služieb v rámci EUPOS.

### **1 Úvod**

Počiatok úsilia rezortu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky vybudovať službu na určovanie presnej priestorovej polohy v reálnom čase pomocou využívania globálnych navigačných satelitných systémov (GNSS) možno datovať k roku 2002. Túto úlohu rezortu stanovila i novela zákona o geodézii a kartografii z konca roka 2003. Úrad poveril zabezpečením riešenia tejto úlohy Geodetický a kartografický ústav Bratislava (GKÚ), správcu geodetických základov. Z dôvodov riešenia obdobných úloh v okolitých štátoch sme sa zapojili do projektu EUPOS [ 1], ktorý koordinuje budovanie vzájomne interoperabilných služieb využívania GNSS na určovanie presnej polohy v reálnom čase v rámci jednotlivých krajín strednej a východnej Európy.

Službu na určovanie presnej priestorovej polohy v reálnom i v post reálnom čase pomocou využívania GNSS sme pomenovali skratkou SKPOS. Finančná náročnosť projektu a neúspešnosť súťaže verejného obstarávania v roku 2004 - 2005 odsunulo jeho realizáciu až na rok 2006. Rok 2006 možno označiť ako prelomový v obstaraní potrebného hardvérového a softvérového vybavenia, jeho inštalácii a v spustení služby do testovacej prevádzky. Dnes môžeme konštatovať, že máme za sebou pol roka skúšobnej prevádzky SKPOS. Aktuálne informácie o SKPOS sú dostupné na <http://www.skpos.gku.sk>.

### **2 Infraštruktúra SKPOS**

Slovenská priestorová observačná služba - SKPOS je vybudovaná na nasledujúcej infraštruktúre:

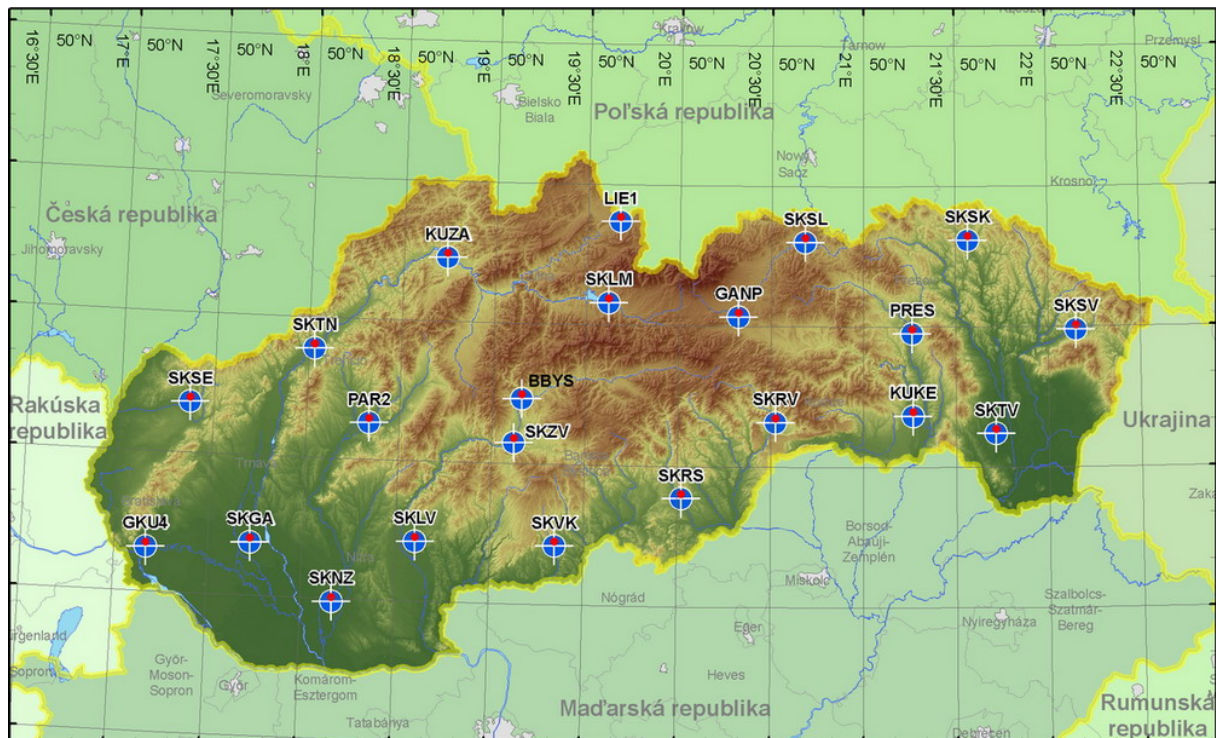
- Legislatíva (zákony, smernice, štatúty, rozhodnutia, akty riadenia, štandardy),
- Geodetické body, t.j. sieť 21 referenčných staníc, na ktoré boli postupne od mája do septembra 2006 nainštalované dvojfrekvenčné prijímače GNSS (GPS+GLONASS),
- Rezortná virtuálna privátna sieť zabezpečujúca komunikačné rozhranie na vzdialené riadenie prijímačov a prenos prvotných observovaných údajov z referenčných staníc do Národného servisného centra v GKÚ,
- Národné servisné centrum SKPOS zriadené u správcu geodetických základov v GKÚ v Bratislave.

Každá časť infraštruktúry je nedeliteľným prvkom, bez ktorého by SKPOS nemohla byť realizovaná.

## 2.1 Geodetické body SKPOS

Geodetické body sú osadené výhradne modulom nútenej centrácie a cez pevnú centračnú tyč sú stabilizované antény prístrojov GNSS. Body sú umiestnené prevažne na strechách budov Správ katastra (obr. 1). Z 21 referenčných staníc sa podarilo zatiaľ tri (Gánovce, Partizánske, Liesek) osadiť na piliere hlbkovej stabilizácie, spĺňajúce kritériá pre geodynamický monitoring. Externou stanicou je bod BBYS, ktorý zabezpečuje vojenský Topografický ústav v Banskej Bystrici. Referenčné stanice - body SKPOS sú zaradené do Štátnej priestorovej siete, kde tvoria triedu bodov „A“.

Všetky stanice sú vybavené prijímačmi Trimble NETR5 a anténou Zephyr Geodetic Model 2 schopných prijímať na 72-kanáloch signály L1, L2, L2C a L5 z družíc GPS NAVSTAR a L1, L2 z družíc GLONASS. Prístroje umožňujú priame pripojenie na WAN sieť cez port RJ-45. Na dvoch anténach sme pred inštaláciou zabezpečili absolútnu kalibráciu na robote v nemeckej firme Geo++. Jedna z týchto antén je umiestnená na bode v Gánovciach (GANP), ktorý je bodom IGS, EPN a EUREF-IP.



Obr. 1 Lokality referenčných staníc SKPOS

Referenčné stanice SKPOS tvoria „A“ triedu Štátnej priestorovej siete a zabezpečujú on-line realizáciu národného referenčného súradnicového systému ETRS89. Poloha referenčných staníc je vypočítaná softvérom Bernese pripojením prostredníctvom IGS staníc na medzinárodný terestrický referenčný rámec ITRF2000 a transformáciou podľa [ 2] do realizácie ETRF2000, epocha 2006.6. Do spracovania sme zaviedli hodnoty variácií polôh fázových centier z absolútnej kalibrácie. Všetky referenčné stanice – body boli pripojené presnou digitálnou niveláciou k Štátnej niveláčnej sieti, čo umožnilo ich určenie v systéme Bpv a Ams.

Koncom roka 2006 bola publikovaná nová realizácia systému ITRS, a to ITRF2005 [ 3] a transformačné parametre na transformáciu ITRF2005 do ETRF2005 [ 2]. Z dôvodu nadväznosti na

tieto nové realizácie plánujeme ich cca od leta 2007 zaviesť aj v Štátnej priestorovej sieti a tým pádom aj v SKPOS. Vzhľadom na nezanedbateľný rozdiel medzi súradnicami realizácií ETRF2000 a ETRF2005, ktorý dosahuje hodnoty približne 1-2 cm v polohe aj vo výške, je potrebné vypočítať novú realizáciu Slovenského terestrického referenčného rámca SKTRF2005 [ 4] v ETRF2005, súradníc Štátnej priestorovej siete, nové hodnoty transformačných parametrov na transformáciu do národných súradnicových systémov a výškového systému [ 5], [ 6].

V Štátnej priestorovej sieti bolo v triede „C“ určených meraní cca 680 geodetických bodov v systéme ETRS89, ktoré boli predtým určené v Štátnej trigonometrickej sieti. Cez tieto body sme určili sedem transformačných parametrov (model Burša - Wolf) globálneho transformačného kľúča na transformáciu ETRS ↔ JTSK [ 5], [ 6]. Z reziduí vytvorené digitálne modely DMRZ-JTSK<sub>B</sub> a DMRZ-JTSK<sub>L</sub> predstavujú hodnoty nehomogénnej deformácie vyše 60 rokov platnej realizácie S-JTSK. S ich pomocou možno pôvodnú realizáciu súradníc S-JTSK spresniť a tým zabezpečiť jednotnosť a spojitosť transformácií na celom území Slovenska pomocou jediného transformačného kľúča.

Na prevod elipsoidických výšok na normálne výšky v systéme Bpv poskytuje GKÚ digitálny výškový referenčný model DVRM s krokom 600x600 m priamo v binárnom tvare požadovanom jednotlivými výrobcami hardvéru a softvéru (v súčasnosti pre Trimble a Leica). Tento digitálny model vznikol nafitovaním gravimetrického kvázigeoidu GMSQ03B na body Štátnej priestorovej siete so známou nivelovanou výškou určenou v Štátnej nivelačnej sieti [ 5].

## 2.2 Rezortná virtuálna privátna sieť typu WAN

Najmä z dôvodu potreby kvalitnej e-komunikácie je väčšina geodetických bodov zriadená v lokalitách Správ katastra, ktoré sú pripojené na rezortnú virtuálnu privátnu sieť (VPS) . Z dôvodov garancie nerušenosti a bezpečnosti aj v rámci tejto siete je vyhradený priestor na prenosy SKPOS na linkách s minimálnou rýchlosťou 128 kb/s. K externým bodom bola VPS dobudovaná najmä cez pevné pripojenia. Počas skúšobnej prevádzky VPS preukazuje schopnosť zabezpečovať prenos údajov v sekundovej frekvencii záznamu s dostatočnou časovou rezervou bez ohľadu na lokalitu príjmu signálov GNSS.

## 2.3 Národné servisné centrum SKPOS

Národné servisné centrum SKPOS zabezpečuje všetky činnosti spojené s prevádzkou služby SKPOS. Medzi hlavné úlohy patrí riadenie referenčných staníc, ich monitorovanie, zhromažďovanie údajov, sledovanie chodu spracovateľského softvéru zabezpečujúceho generovanie korekcií pre jednotlivé služby a monitorovanie kvality služieb. Rieši registráciu používateľov, ich administráciu a obchod s údajmi pre dodatočné spracovanie. Registrácia používateľov je zabezpečená elektronicky cez internet [ 7]

Všetky uvedené činnosti zabezpečujeme hlavne prostredníctvom riadiaceho a spracovateľského softvéru Trimble GPSNet v.2.510 a GPSTerver. Služba je prevádzkovaná na troch serveroch založených na technológii blade vo väzbe na výkonné dátové úložisko. Samozrejme, že aj tu je rešpektovaná bezpečnosť služieb a procesov jednak hardverovým, ale i softvérovým riešením služby.

GPSNet generuje korekčné údaje v sekundovom intervale v dvoch konceptoch: FKP a VRS vo formátoch RTCM 2.3 a 3.0 a formáte CMR+ zo spracovania meraných dát pri elevačnej maske 10°. Zaregistrovaným používateľom sú korekcie poskytované prostredníctvom NTRIPcatera na adrese <http://www.skpos.gku.sk:2101/>.

### 3 Poskytované služby

V 1. etape testovacej prevádzky do konca apríla 2007 sú zriadené tri základné služby, a to pre reálny čas v kódovom meraní, pre reálny čas s využitím fázového merania a pre dodatočné spracovanie (post-processing). Počas testovacej prevádzky sú služby pre reálny čas a virtuálny RINEX pre postprocessing poskytované bezplatne. Údaje RINEX z jednotlivých referenčných staníc sú spoplatňované podľa cenníka GKÚ.

Služby pre aplikácie v reálnom čase poskytujeme výlučne prostredníctvom internetového pripojenia GPRS cez protokol NTRIP. V prvej etape sú preferované a poskytované koncepty VRS riešení pre meranie v reálnom čase i postprocessingu v ETRS89. Služby sú poskytované na základe uzatvorenej dohody medzi GKÚ a používateľom.

Služba SKPOS-dm zabezpečuje poskytovanie korekcií ku kódovým meraniam a jej presnosť je na úrovni niekoľkých decimetrov. Korekcie sú vysielané pre tri lokality, priestor na východe, v strede a na západe republiky z troch virtuálnych referenčných staníc vo formáte RTCM 2.3.

Služba SKPOS-cm, rieši korekcie k fázovým meraniam a je poskytovaná v sieťovom riešení VRS najmä pre geodetické činnosti. V záujme garantovania homogénnej presnosti určovania priestorovej polohy na celom území SR v ETRS89, neposkytujeme single RTK korekcie z jednotlivých referenčných staníc.

- NTRIP Broadcaster SKPOS:  
195.28.70.16:2101  
skpos.gku.sk:2101
- Streams / Mountpoints:
  - SKPOS\_CM\_CMR
  - SKPOS\_CM\_2.3
  - SKPOS\_CM\_3.0
  - SKPOS\_DM\_ZAP
  - SKPOS\_DM\_STR
  - SKPOS\_DM\_VYCH

Pre postprocessingové spracovanie poskytujeme dáta prostredníctvom softvéru GPSTServer z webového servera vo formáte RINEX 2.11. Používateľ má možnosť pre zvolenú priestorovú polohu virtuálneho bodu (napr. v ťažisku lokality) si dať vygenerovať zo sieťového riešenia údaje s frekvenciou 1/5/10/15/30 sekúnd v požadovanom rozsahu. Údaje sú generované v reálnom čase a používateľ si ich môže stiahnuť z údajového skladu po niekoľkých minútach (podľa požadovaného množstva údajov). Alternatívou, ale spoplaňovanou, je poskytnutie údajov zo všetkých referenčných staníc (single point). Údaje sú na internete prístupné na stiahnutie počas 3 mesiacov od ich vzniku, staršie dáta si je potrebné vyžiadať e-mailom.

V druhej etape skúšobnej prevádzky predpokladáme poskytovať služby aj pre národný súradnicový systém JTSK.

### 4 Testovanie služby

Od septembra 2006, kedy bola ukončená inštalácia posledných referenčných staníc, sme v teréne začali roverom Trimble R8 GNSS postupne overovať jednotlivé koncepty služieb, samotné služby, transformačné parametre predovšetkým na bodoch Štátnej priestorovej siete, aj presnosť prevodu elipsoidických výšok na normálne výšky na bodoch Štátnej nivelačnej siete. Testovanie ešte nie je ukončené, ale na základe doterajších výsledkov sa potvrdzuje, že v projekte SKPOS požadovaná presnosť určenia polohy v ETRS89 v reálnom čase 2 cm, sa potvrdzuje, vo výške dosahujeme

presnosť 2-4 cm. Vzhľadom na krátku dobu observácie v reálnom čase (niekoľko sekúnd), kedy sa nemôžu dostatočne vystriedať rôzne observačné atmosférické podmienky a môžu významne ovplyvniť výsledok merania, odporúčame každé meranie zopakovať minimálne raz, najlepšie s niekoľkohodinovým odstupom medzi meraniami.

Na otestovanie prevodu elipsoidických výšok na normálne výšky sme použili body ŠNS, ktorým sme určili elipsoidické výšky a tie sme pomocou digitálneho výškového referenčného modelu previedli na normálne výšky Bpv. Dosiahli sme strednú chybu rozdielov normálnych výšok 25 mm.

## 5 EUPOS a SKPOS

Cieľom projektu EUPOS je vybudovať interoperabilné národné infraštruktúry služieb využívajúcich technológie GNSS. Súčasťou projektu je aj výmena prvotných údajov z blízkych národných referenčných staníc GNSS medzi jednotlivými NSC. Podobne ako slovenský SKPOS, sú aj český CZEPOS a poľský ASG-EUPOS budované ako súčasť projektu EUPOS. Spôsob výmeny údajov z SKPOS sme odskúšali s GPSHU.Net (Maďarsko), vymieňame si údaje s APOS (Rakúsko) samozrejme sme začali spoluprácu so ZÚ Praha (CZEPOS). Ako najvhodnejší výmenný formát sa javí raw formát, len v prípade, že ho spracovateľský softvér z príslušného prijímača nepodporuje, je vhodné ho nahradiť formátom RTCM 2.3 alebo 3.x. V SKPOS predpokladáme v 2. etape (od apríla 2007) skúšobnej prevádzky pripojiť k riešeniu 4 stanice CZEPOS, 4 stanice GPSHU.Net a 1-2 stanice APOS a cca 2 stanice ASG-EUPOS. Reálnej výmene údajov však musí predchádzať podpis bilaterálnych dohôd o medzinárodnej výmene údajov, ktoré sa v súčasnej dobe pripravujú.

## 6 Záver

SKPOS je po hardvérovej a softvérovej stránke vybavená najnovšou technikou a technológiou. Týmto sme vytvorili dostatočnú časovú rezervu na upgrade celého systému SKPOS, ktorý bude pravdepodobne potrebný až so spustením európskeho satelitného systému Galileo. Samozrejme, že plné výhody z duálneho systému musia zabezpečiť i spracovateľské softvéry. SKPOS má zabezpečenú aktualizáciu spracovateľského softvéru na tri roky. SKPOS nám, správcom geodetických základov [ 8] umožňuje skvalitniť zabezpečovanie realizácií záväzných geodetických systémov pre našich používateľov a zákazníkov. Ďalšie informácie o stave a činnosti SKPOS sa môže každý záujemca dozvedieť na internetovom portáli služby.

Od novembra 2006, kedy bol SKPOS spustený do skúšobnej prevádzky má zaregistrovaných už vyše 170 používateľov, pričom i v tomto „zimnom“ období denne využíva služby minimálne 10 až 40 používateľov. Rok 2007 je rokom skúšobnej a testovacej prevádzky, v ktorej bude treba na jednej strane garantovať spoľahlivosť služby, otestovať jej kvalitu, ale súčasne pracovať na zvyšovaní povedomia o nej, aby slúžila multifunkčne aj mimo potrieb geodetickej obce.

## Literatúra a odkazy

- [ 1] [www.eupos.org](http://www.eupos.org)
- [ 2] BOUCHER, C. – ALTAMIMI, Z.: Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign <http://lareg.ensg.ign.fr/EUREF/memo2007.pdf>
- [ 3] <http://itrf.ensg.ign.fr>

- [ 4] LEITMANNOVÁ, K. - KLOBUŠIAK, M. - FERIANC, D.: Slovenský terestrický referenčný rámec 2005 a vývoj jeho stability. Konferencia „Geodetické siete a priestorové údaje“, Podbanské, 24.-26.11.2005.
- [ 5] KLOBUŠIAK, M. – LEITMANNOVÁ, K. – FERIANC, D : Jednotný prechod národných referenčných súradnicových a výškových systémov do ETRS89. In zborník referátov „Geodetické siete a priestorové informácie“, SSGK pri GKÚ, TOPÚ BB, Podbanské 24.-26. októbra 2005
- [ 6] KLOBUŠIAK, M. – LEITMANNOVÁ, K. – FERIANC, D.: S-JTSK a ETRS89: odhad transformačných parametrov metódou transformácie na povrchu elipsoidu stotožnením normál. Konferencia GPS+GLONASS+Galileo: nové obzory geodézie. Katedra geodetických základov SvF STU Bratislava, 8.novembra 2006
- [ 7] [www.skpos.gku.sk](http://www.skpos.gku.sk)
- [ 8] [www.gku.sk](http://www.gku.sk)