

SKPOS - NOVÁ SLUŽBA NA URČOVANIE PRESNEJ PRIESTOROVEJ POLOHY V REÁLNO M ČASE

Dušan Ferianc, Matej Klobušiak, Katarína Leitmannová, Elena Šalátová ¹⁾

Abstract

In 2006 was established ground based infrastructure for Slovak permanent GNSS observation service. Description of the services, determination of the coordinates, transformation into the national reference systems. International cooperation.

1. Úvod

Už v roku 2004 sme na pôde VUT informovali o úsilí rezortu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky vybudovať službu na určovanie presnej priestorovej polohy v reálnom čase [1] pomocou využívania globálnych navigačných satelitných systémov (GNSS), pomenovanú skratkou SKPOS. Túto úlohu rezortu stanovila i novela zákona o geodézii a kartografii z konca roka 2003. Aktívne sme sa zapojili aj do projektu EUPOS, ktorý koordinuje budovanie týchto služieb v rámci strednej a východnej Európy. Finančná náročnosť projektu a neúspešnosť súťaže verejného obstarávania v roku 2005 odsunuli realizáciu do roku 2006. Dnes môžeme konštatovať, že máme za sebou prakticky dva mesiace skúšobnej prevádzky SKPOS.

2. SKPOS

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

- 21 referenčných staníc, ktoré boli postupne nainštalované od mája do septembra 2006,
- rezortná virtuálna privátna sieť WAN na správu a prenos prvotných observovaných údajov z referenčných staníc do Národného servisného centra,
- Národné servisné centrum SKPOS zriadené u správcu geodetických základov v Geodetickom a kartografickom ústave Bratislava (GKÚ),
- zákony, smernice, štatúty, rozhodnutia, akty riadenia, štandardy.

3. Referenčné stanice SKPOS

Geodetické body, na ktorých sú stabilizované nútenou centráciou prijímače GNSS, sú umiestnené prevažne na strechách budov Správ katastra. Z 21 referenčných staníc sa podarilo zatiaľ tri (Gánovce, Partizánske, Liesek) osadiť na piliere hĺbkovej stabilizácie, spĺňajúcich kritériá pre geodynamické body. Referenčné stanice sú zaradené do Štátnej priestorovej siete, kde tvoria triedu bodov „A“ a cez túto sieť je realizovaný systém ETRS89.

Všetky stanice sú vybavené jedným typom prijímačov Trimble NETR5 a anténou Zephyr Geodetic Model 2 schopným prijímať na 72-kanáloch signály z družíc GPS a GLONASS. Prístroje umožňujú priame pripojenie na rezortnú WAN sieť cez port RJ45 s vlastnou IP adresou. Táto sieť počas testovacej prevádzky preukazuje schopnosť zabezpečovať

¹⁾ Ing. Matej Klobušiak, PhD., e-mail: klobusiak@gku.sk, Ing. Katarína Leitmannová, e-mail: leitmannova@gku.sk, Ing. Dušan Ferianc, e-mail: ferianc@gku.sk, Ing. Elena Šalátová, e-mail: salatova@gku.sk, Geodetický a kartografický ústav Bratislava, Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava, tel.: ++421-2-43334822,

sekundovú frekvenciu záznamu. 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 a EPN.

4. Národné servisné centrum - NSC

NSC zabezpečuje všetky činnosti spojené s prevádzkou služby, t.j. od riadenia referenčných staníc, ich monitorovania, zhromažďovania dát, ich zálohovanie, sledovania chodu spracovateľského softvéru zabezpečujúceho poskytované služby, monitorovanie kvality poskytovaných služieb, cez registráciu používateľov, sledovanie polohy referenčných staníc, ai.

Všetky uvedené činnosti zabezpečujeme hlavne prostredníctvom riadiaceho a spracovateľského softvéru Trimble GPSNet v.2.510 a GPSTServer. V týchto dňoch sa realizuje upgrade serverov. Po ich zahorení bude služba prevádzkovaná na troch serveroch založených na technológii blade.

Softvér GPSNet môže generovať korekčné údaje v sekundovom intervale v dvoch koncepcích: FKP a VRS vo formátoch RTCM 2.3 a 3.0. Zo spracovania meraných dát pri elevačnej maske 10° sú potom zaregistrovaným používateľom poskytované korekcie prostredníctvom NTRIP castera cez internet.

Na základe počtu zakúpených licencií sú pre koncových používateľov v 1. etape testovacej prevádzky zriadené služby pre reálny čas a pre dodatočné spracovanie (postprocessing). Prehľad poskytovaných služieb je v tab.1. Počas testovacej prevádzky sú služby pre reálny čas a virtuálny RINEX pre postprocessing poskytované bezplatne. Údaje RINEX z jednotlivých referenčných staníc sú aj v tomto období 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. Služby sú poskytované na základe uzatvorenej dohody medzi GKÚ a používateľom. Registrácia je zabezpečená elektronicky cez internet.

<i>Služba</i>	<i>Formát</i>	<i>koncept</i>	<i>GNSS</i>
SKPOS-dm	RTCM 2.3	VRS	GPS+GLONASS
SKPOS-cm	CMR+	VRS	GPS+GLONASS
	RTCM 2.3 + message 59	VRS	GPS+GLONASS
	RTCM 3.0	VRS	GPS+GLONASS
SKPOS-mm	RINEX 2.11	vrátane kódu L2C	GPS (Block IIR-M)+GLONASS

Tabuľka 1 Služby pre používateľov

Služba SKPOS-dm zabezpečuje poskytovanie korekcií ku kódovým meraniam a jej presnosť je na úrovni niekoľkých decimetrov. Korekcie sú vysielané pre 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 korekcie z jednotlivých referenčných staníc, ale iba zo sieťového riešenia.

Pre postprocessingové spracovanie poskytujeme dáta prostredníctvom softvéru GPSTServer z webového servera <http://www.skpos.gku.sk/> vo formáte RINEX 2.11. Používateľ má

možnosť si dať pre zvolenú priestorovú polohu 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 po niekoľkých minútach (podľa požadovaného množstva). Alternatívou, ale spoplatňovanou, je poskytnutie údajov z vybranej referenčnej stanice (single point). Údaje sú na internete prístupné na stiahnutie počas 3 mesiacov od ich vzniku, staršie dáta si je potrebné vyžiadať e-mailom.

5. Transformácia priestorovej polohy do národných referenčných systémov

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. V tomto roku predpokladáme prepočet na najnovšiu verziu referenčného rámca ITRF2005 a jeho transformáciu do ETRF2005. Všetky referenčné stanice – body boli pripojené presnou digitálnou niveláciou k Štátnej nivelačnej sieti, čo umožnilo ich určenie v systéme Bpv a Ams.

V Štátnej priestorovej sieti bolo v triede „C“ určených cca 680 bodov, ktoré boli predtým určené v Štátnej trigonometrickej sieti. Cez tieto body sme určili 7 transformačných parametrov (model Burša-Wolf) globálneho transformačného kľúča na transformáciu ETRS ↔ JTSK [4]. Z rezíduí vytvorené digitálne modely DMRZ-JTSK_B a DMRZ-JTSK_L predstavujú hodnoty nehomogénnej deformácie vyše 60 rokov platnej realizácie S-JTSK. S pomocou modelov je možné pôvodnú realizáciu súradníc S-JTSK spresniť, a tým zabezpečiť jednotnosť a spojitosť transformácií na celom území Slovenska pomocou jediného (globálneho) transformačného kľúča.

Na prevod elipsoidických výšok na normálne výšky v systéme Bpv poskytuje GKÚ digitálny výškový referenčný model DVRM s krokom 600 x 600 m priamo v binárnom tvare požadovanom jednotlivými výrobcami hardvéru a softvéru. Tento digitálny model vznikol nafitovaním gravimetrického kvázigeoidu GMSQ03B na body Štátnej priestorovej siete s určenou nivelovanou výškou.

6. Testovanie služby

V júni sme začali v NSC ladiť programové vybavenie GPSNet a realizovať koncepty sieťových riešení nad prvými piatimi referenčnými stanicami umiestnenými v lokalite západné Slovensko. V teréne sme pomocou rovera Trimble R8 začali testovať presnosť jednotlivých služieb, presnosť určovania súradníc ETRS89 bodom ŠPS. Testy vykonávame najmä na bodoch v triede „C“ (6-hodín), ktoré boli určené v 1. a 2. etape budovania ŠPS (2000-2006) statickou observáciou GPS. Dobudovaním siete staníc sme pokračovali v testovaní na celom území štátu. Z výsledkov sme analyzovali presnosť transformačných parametrov ETRS ↔ S-JTSK, digitálnych modelov reziduálnych zložiek pri transformácii do pôvodnej realizácie S-JTSK a digitálneho výškového referenčného modelu. Výsledky testov boli uspokojivé, ale považujeme ich za predbežné, pretože súradnice referenčných staníc sa budú v priebehu testovacej prevádzky ešte spresňovať z dlhšieho obdobia observácie a aj prechodom na ITRF2005. V testovaní budeme pokračovať počas celej skúšobnej prevádzky.

Z prvých testovacích meraní Vám chceme prezentovať niektoré výsledky.

Pri porovnaní sieťových riešení FKP a VRS medzi sebou sa správali takmer identicky pri priaznivých podmienkach merania (9 a viac) družíc. Stredné polohové chyby boli menšie ako 10 mm. Pri menšom počte družíc (5) sú odhady súradníc v oboch riešeniach vychýlené, v prípade VRS viac ako v FKP. Pri VRS bola dosiahnutá stredná polohová chyba 23,5 mm a z FKP 18,5 mm. Z výsledkov tohto testu vyplýva, že determinujúcim faktorom na výslednú presnosť určených súradníc nie je počet družíc, ale ich konfigurácia [6].

Ďalej sme určili súradnice 22 bodov ŠPS na území západného Slovenska v koncepte VRS s 10-sekundovou observáciou. Porovnaním s platnými súradnicami ETRS89 sme dosiahli strednú chybu v polohe 15 mm a vo výške 25 mm. Pomocou 7-parametrického globálneho transformačného kľúča a digitálnych modelov reziduálnych zložiek sme transformovali súradnice ETRS89 určené s VRS u 10 bodov Štátnej trigonometrickej siete do pôvodnej realizácie S-JTSK. Dosiahli sme strednú polohovú chybu 30 mm, čo by pre mnohé, hlavne mapovacie práce postačovalo. Problém nejednoznačnosti transformácie však nastáva pri implementovaní digitálneho modelu mierkovej deformácie do iných softvérov. Rozdiely vo výsledkoch je pravdepodobne spôsobené rozdielnou interpoláciou z týchto modelov v rôznych programoch. V nami testovanej oblasti to bolo v polohe až 30 mm. Aj toto je jeden z argumentov, prečo GKÚ presadzuje spresnenie teraz platných súradníc S-JTSK, čo umožní, že nebude potrebné uplatňovať do transformácií tieto digitálne modely, ale len 7-parametrov globálneho transformačného kľúča.

Na otestovanie prevodu elipsoidických výšok na normálne výšky sme zamerali metódou VRS 14 bodov ŠNS a dosiahli sme strednú chybu 21 mm pri porovnaní s nivelovanými výškami, čím sa potvrdzuje dobrá kvalita digitálneho výškového referenčného modelu [7].

7. 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 CZEPOS aj SKPOS je budovaný ako súčasť projektu EUPOS. Spôsob výmeny údajov z SKPOS sme odskúšali s GPSHU.Net (Maďarsko), poskytujeme údaje pre 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 súčasnosti spoluprácu obmedzuje najmä limitovaný počet licencií na spracovanie v spracovateľských softvéroch. V SKPOS predpokladáme v 2. etape (od apríla) skúšobnej prevádzky pripojiť k riešeniu 4 stanice CZEPOS, 4 stanice GPSHU.Net a 2 stanice APOS.

8. Záver

Sme radi, že sa nám podarilo vybudovať SKPOS na duálnej technológii satelitných systémov GPS a GLONASS, vrátane príjmu L2C a L5 vyplývajúcich z modernizácie GPS. 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 súčasne 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 portále služby [9].

Od novembra 2006, kedy bola SKPOS spustená do skúšobnej prevádzky má zaregistrovaných už vyše 130 používateľov, pričom i v tomto 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, testovať jej kvalitu, ale súčasne pracovať na zvyšovaní povedomia o nej, aby slúžila multifunkčne aj mimo potrieb geodetickej obce.

Literatúra

- [1] KLOBUŠIAK, M. – LEITMANNOVÁ, K. – FERIANC, D.: *Geodetické základy Slovenska pre 3. tisícročie*. In: Zborník referátov „Současný stav a vývoj bodových polí“, Ústav geodézie FAST VUT Brno, 2004.
- [2] BOUCHER, C. – ALTAMIMI, Z.: *Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign*.
<ftp://ftp.epncb.oma.be/pub/general/papers/memo.pdf>
- [3] 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
- [4] 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.
- [5] www.eupos.org
- [6] PLÁNOVSKÝ I. – FROHMANN E.: *Porovnanie presnosti RTK riešení SKPOS s použitím GNSS rovera Leica*. 14. Slovenské geodetické dni, Komora geodetov a kartografov, Bratislava, 23.-24.11.2007.
- [7] KALAFUT, M. – KLOBUŠIAK M. – LEITMANNOVÁ K. – FERIANC D. – PRIBUL T. – ŠALÁTOVÁ E. – MOJZEŠ M.: *Využitie integrovaného merania v podmienkach služby SKPOS*. 14. Slovenské geodetické dni, Komora geodetov a kartografov, Bratislava, 23.-24.11.2007.
- [8] www.gku.sk
- [9] www.skpos.gku.sk