

15. slovenské geodetické dni

Bratislava 15.-16. novembra 2007

SKPOS – SLOVENSKÁ PRIESTOROVÁ OBSERVAČNÁ SLUŽBA

SKPOS - SLOVAK POSITIONING SERVICE

Ing. Elena Šalátová, Ing. Dušan Ferianc, Ing. Katarína Leitmannová,

Ing. Miroslav Roháček, Bc. Miroslav Steinhübel ¹⁾

Abstrakt:

Informácie o skúšobnej prevádzke slovenskej priestorovej observačnej služby (SKPOS) na využívanie signálov globálnych navigačných satelitných systémov, cez ktorú Geodetický a kartografický ústav Bratislava napĺňa úlohu stanovenú zákonom 423/2003 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii.

1. Úvod

Pred rokom na 14. slovenských geodetických dňoch sme ohlásili začiatok registrácie záujemcom o využívanie Slovenskej priestorovej observačnej služby (**SKPOS**) a krátko na to sme zahájili skúšobnú prevádzku. V súčasnosti pracujeme na vyhodnotení skúšobnej prevádzky SKPOS a pripravách na jej ostré spustenie. Štátny rozpočet stanovuje rezortu i príjmy a i z týchto dôvodov bude musieť byť v ďalšom období služba spoplatnená. Služba zabezpečuje realizáciu záväzného geodetického systému ETRS89 pre výkon geodetických prác a je súčasťou činností správcu geodetických základov.

2. Súčasný stav **SKPOS**

Základná infraštruktúra **SKPOS** je budovaná na štyroch vzájomne previazaných komponentoch [1]:

- 1) legislatíva,
- 2) sieť permanentných referenčných staníc,
- 3) prostredie informačno komunikačných technológií (IKT),
- 4) softvérové zabezpečenie správy a poskytovanie údajov.

¹⁾ Geodetický a kartografický ústav Bratislava, Chlumeckého 4, 827 45, tel. 0243336188 email: ferianc@gku.sk; leitmannova@gku.sk; salatova@gku.sk; rohacek@gku.sk; steinhubel@gku.sk; www.gku.sk

2.1 Legislatíva

Základná úloha **SKPOS** je daná zákonom č. 423/2003 Z.z. z 22. septembra 2003, ktorým sa mení a dopĺňa zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii a o zmene a doplnení zákona č. 455/1991 Zb. o živnostenskom podnikaní (živnostenský zákon) v znení neskorších predpisov sa v § 2 sa doplnil odsekom 16, ktorý znie:

„(16) Permanentná služba globálnych navigačných satelitných systémov je sieť kooperujúcich staníc, ktorá spracúva a v reálnom čase poskytuje geocentrické súradnice na presnú lokalizáciu objektov a javov.“

Ďalej § 4 ods. 2 sa dopĺňa písmenami m) a n), pričom: „n) úrad zabezpečuje tvorbu a prevádzkovanie permanentnej služby globálnych navigačných satelitných systémov (GNSS).“

Koncepcná modernizácia geodetických základov [2] je od 1.1.2007 ukotvená v predpise S 74.20.73.11.00 Smernice na spravovanie geodetických základov, ktoré nahrádzajú inštrukcie, metodické návody na práce vo výškových, tiažových bodových poliach a viacero častí Inštrukcie na práce v polohovom bodovom poli.

2.2 Sieť permanentných referenčných staníc

V **SKPOS** je použitý štandard na umiestnenie permanentných referenčných staníc, ktorý sa riadi odporúčaniami na zriadenie EPN stanice:

- vybavenie geodetickým GNSS prijímačom. Sieť 21 referenčných staníc je vybavená prijímačmi Trimble NETR5 umožňujúcimi príjem signálov L1, L2 (vrátane L2C) i L5 NAVSTAR GPS a L1/L2 GLONASS a ich priame pripojenie na rezortnú VPN – ÚGKK SR.
- Anténa so submilimetrovou stabilitou fázového centra s individuálnou kalibráciou na robote umiestnená na stabilnom objekte. Na všetkých staniciach sú umiestnené antény Trimble Zephyr Geodetic Model 2. Zatiaľ dve antény boli kalibrované absolútnou kalibráciou na robote, predpokladá sa postupná kalibrácia všetkých antén.
- Vysoká stabilita konštrukcie na uchytenie antény. Na všetkých staniciach je anténa umiestnená na pevnej centračnej tyči 38,3 cm dlhej, stabilizovanej v meračskej značke osadenej modulom závislej centrácie.
- Minimálne prekážky obmedzujúce príjem signálu z družíc boli pri výbere bodov zohľadnené.
- Obmedzenie negatívnych efektov blízkeho okolia pre vznik multipath. Pred osadením staníc boli na bodoch vykonané merania spektrálnym analyzátorom, podľa ktorého neboli preukázané rušivé vplyvy.

Stanice sú zaradené do Štátnej priestorovej siete (ŠPS), kde tvoria triedu „A“. Stanice sú rozmiestnené vo vzájomnej odľahlosti 33 - 83 km tak, aby služba poskytovala dostatočnú presnosť v režime RTK (real time kinematic) na geodetické práce vo vybraných geodetických činnostiach, t.j. subdecimetrovú presnosť.

2.3 Prostredie informačno komunikačných technológií (IKT)

Realizácia výkonného a v reálnom čase dostupného systému a jeho služieb, akým je **SKPOS**, stavia vysoké nároky na použitú IKT infraštruktúru. Všetky pracoviská rezortu sú poprepájané rezortnou VPS, z toho dôvodu je väčšina referenčných staníc **SKPOS** umiestnená na strechách budov rezortných pracovísk. K staniciam umiestneným mimo týchto pracovísk bola VPS dobudovaná najmä cez pevné - metalické pripojenia. Referenčné stanice sú integrované do VPS, kde má prenos údajov predvolený kanál s najvyššou prioritou. VPS sa využíva na prenos prvotných observovaných údajov do Národného

servisného centra, ale takisto na diaľkové riadenie GNSS prijímačov. IKT infraštruktúra pre **SKPOS** spĺňa nasledujúce požiadavky:

- prenos údajov z referenčných staníc do centra v reálnom čase,
- oneskorenie prenosu údajov menšie ako 0,3 s,
- dostupnosť služieb **SKPOS** minimálne 98% počas pracovnej doby a minimálne 95% počas zvyšného času. S nárastom aplikácií využívajúcich **SKPOS** je predpoklad vyšších nárokov na dostupnosť až 99 - 99,9 %, predovšetkým pre aplikácie v doprave, krízovom manažmente, atď.,
- poskytovanie služby - údajov prostredníctvom medzinárodných štandardov,
- medzinárodná výmena údajov susediacich poskytovateľov služieb.

2.4 Softvérové zabezpečenie správy a poskytovanie údajov

Národné servisné centrum je zriadené u správcu geodetických základov. Plní funkciu spracovateľského, dátového a analytického centra. Služba je riadená a zabezpečená softvérom Trimble GPSNet pracujúcim pod operačným systémom Microsoft Windows Server 2003. Jeho moduly zabezpečujú rozhrania na správu, kontrolu, spracovanie a poskytovanie údajov **SKPOS** pre reálny čas, ale aj generovanie údajov pre dodatočné spracovanie (postprocessing). GPSNet pracuje na hardvéri postavenom na blade technológii s pripojením na centrálnu údajovú úložisko (dátové pole – Symetrix).

V skúšobnej etape **SKPOS** je spracovávané sieťové riešenie (koncept virtuálnych referenčných staníc VRS) z 21 staníc, ktoré je poskytované v ročnej skúšobnej prevádzke všetkým registrovaným používateľom. Na zvýšenie spoľahlivosti služby je spustené na záložnom serveri (testovacím) nezávislé spracovanie **SKPOS**, pričom do riešenia sú pridané aj referenčné stanice z prihraničných oblastí susedných štátov. Týmto bude najmä v rámci projektu EUPOS [3] zabezpečené homogénne spojenie medzi **SKPOS** a obdobnými národnými službami susedných štátov. Medzinárodná výmena údajov je recipročná a je podložená medzinárodnými dohodami podpísanými na úrovni národných prevádzkovateľov služieb. V súčasnosti sú podpísané dohody s rakúskym BEV Viedeň a službou APOS, českým Zeměměřickým úřadom a službou CZEPOS, maďarským FÖMI Budapešť a službou GPSNET.HU. Po dobudovaní poľskej služby ASG-EUPOS sa predpokladá podpis dohody aj s našim severným susedom. Zatiaľ údaje využívame len v spomínanom záložnom testovacom režime sieťového spracovania - 33 staníc. Zatiaľ jedinou externou stanicou **SKPOS** je stanica BBYS, zaradená aj do európskej siete EPN, ktorú zabezpečuje Topografický ústav Banská Bystrica, zatiaľ len s príjmom signálov z družíc NAVSTAR GPS.

3. Poskytovanie služieb a produktov **SKPOS**

SKPOS je budovaná s plným využitím prostredia IKT a používateľom je poskytovaná cez internet. Používateľské rozhranie www.skpos.gku.sk je základným informačným zdrojom na získanie informácií o druhu a stave služieb **SKPOS**, a to pre prácu v reálnom čase, ale aj objednanie údajov na dodatočné spracovanie. Na prácu v reálnom čase **SKPOS** poskytuje dve služby.

SKPOS-cm sú korekcie na princípe RTK a sú využiteľné dvojfrekvenčnými GNSS prijímačmi najmä pre geodetické merania.

SKPOS-dm poskytuje korekcie na princípe DGNS a je využiteľná jednofrekvenčnými prijímačmi s fázovými, alebo len s kódovými meraniami pre práce v oblasti GISov a navigácie.

Služby sa používateľom poskytujú výlučne cez internet, a to cez jeho mobilný variant, ktorý poskytujú mobilní operátori prostredníctvom GPRS/EDGE/UMTS. Na prenos

údajov sa používa protokol NTRIP (Networked Transfer of RTCM via Internet Protocol) [4]. Používatelia sa prihlasujú svojim používateľským menom a heslom. Služba GPRS/EDGE/UMTS nemá u nás zatiaľ celoplošné pokrytie, čo musia používatelia pri meraní brať do úvahy. Z dôvodu rozdielnej kvality pokrytia územia odporúčame využívať služby od všetkých mobilných operátorov. S poskytovaním služieb (korekcií) cez hlasovú službu GSM sa z dôvodu finančnej náročnosti neuvažuje.

3.1 Objem prenosu údajov rôznymi formátmi RTCM

Počas skúšobnej prevádzky **SKPOS** môžeme konštatovať, že navrhované percento dostupnosti služby na internete sa nám darí dodržať. Z hľadiska efektivity a zaťaženia komunikačných liniek (GPRS) je veľmi výhodné dostať rovnako kvalitné údaje pri menšom objeme údajov, ktoré sa prenášajú, čo zabezpečujú najmä nové, dokonalejšie formáty. Služba SKPOS momentálne ponúka používateľom 3 formáty, a to RTCM 2.3, RTCM 3.0 a RTCM CMR+, a to preto, aby sa zatiaľ umožnilo využívať aj staršie generácie prijímačov GNSS. Keďže formáty majú rôznu štruktúru, bola uskutočnená analýza za účelom porovnania ich objemu. Do analýzy boli zahrnutí 10 najaktívnejší užívatelia (podľa objemu prenesených údajov) získavajúci údaje v každom z ponúkaných formátov. Vstupné údaje boli aplikované z obdobia 1.1.2007 – 31.5.2007. V tabuľkách 1– 2 sa nachádzajú priemery hodnôt objemu prenesených údajov za 1 s v jednotlivých formátoch.

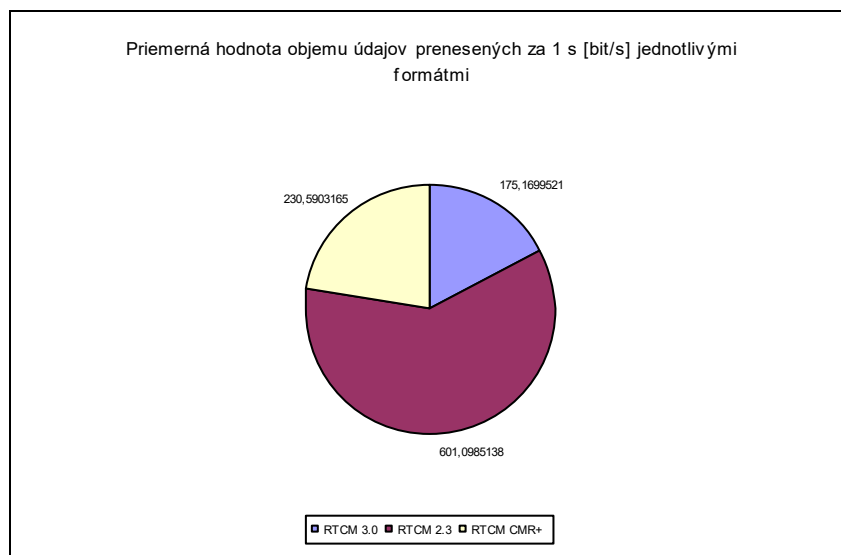
Tabuľka 1 Hodnoty objemu prenesených údajov za 1 s vo formáte RTCM 2.3

p.č.	meno užívateľa	objem [bit]	čas [hod]	čas [s]	objem/čas [bit/s]
1	Užívateľ 1	453363958	199,891940	719610,9840	630,0125597
2	Užívateľ 2	350446775	166,802504	600489,0144	583,6023084
3	Užívateľ 3	336854425	156,669170	564009,0120	597,2500755
4	Užívateľ 4	245029405	110,451117	397624,0212	616,2339093
5	Užívateľ 5	226304815	104,610563	376598,0268	600,9187486
6	Užívateľ 6	189655037	88,962500	320265,0000	592,1815902
7	Užívateľ 7	169971903	77,728884	279823,9824	607,4243585
8	Užívateľ 8	137335492	65,207779	234748,0044	585,0336933
9	Užívateľ 9	103398854	50,136393	180491,0148	572,8753540
10	Užívateľ 10	103035976	49,523052	178282,9872	577,9349876
	priemer				601,0985138

Tabuľka 2 Hodnoty objemu prenesených údajov za 1 s vo formáte RTCM 3.0

p.č.	meno užívateľa	objem [bit]	čas [hod]	čas [s]	Objem/čas [bit/s]
1	Užívateľ 1	149297915	231,66029	833977,044	179,0192141
2	Užívateľ 2	149090801	229,34056	825626,016	180,5790977
3	Užívateľ 3	117004878	180,59167	650130,012	179,9715070
4	Užívateľ 4	105350054	173,91972	626110,992	168,2609878
5	Užívateľ 5	97159799	162,10849	583590,564	166,4862405
6	Užívateľ 6	95430837	152,72805	549820,983	173,5671061
7	Užívateľ 7	88742441	140,09945	504358,020	175,9512836
8	Užívateľ 8	80563058	128,28139	461813,004	174,4495224
9	Užívateľ 9	65803906	104,41610	375897,960	175,0578960
10	Užívateľ 10	64493126	103,13055	371269,980	173,7095092
	priemer				175,1699521

Na Obr. 1 je graf, ktorý znázorňuje, že pri formáte RTCM 2.3 sa za 1 sekundu musí preniesť 3 - 4x väčší objem údajov ako pri zvyšných dvoch formátoch. VRS RTCM 2.3 teda posiela užívateľovi údaje o objeme cca 600 bitov za sekundu, VRS RTCM 3.0 cca 175 bitov za sekundu a VRS RTCM CMR+ cca 230 bitov za sekundu. Užívateľom, ako aj prevádzkovateľovi služby **SKPOS** je preto výhodné prejsť na formáty – RTCM CMR+, resp. RTCM 3.0.



Obr. 1 Priemerná hodnota objemu údajov prenesených za 1 s [bit/s] jednotlivými formátmi

3.3 Používatelia služby **SKPOS**

Počas skúšobnej prevádzky **SKPOS** bolo uzatvorených zatiaľ vyše 300 dohôd o poskytovaní služby. Záujem je stály a každý týždeň pribúdajú noví používatelia. Tu si dovoľme konštatovať, že dnes aj „klasický“ geodet mení postoj a dôveru k tejto technológii, ktorá v mnohých lokalitách umožňuje dosahovať vysokú produktivitu a efektívnosť pri dosiahnutí presnosti, s ktorou sa zatiaľ nevie vysporiadať najmä kataster. Nárastom nových prijímačov GNSS sa začína dominantne prejavovať používanie formátu VRS RTCM 3.0.

Z monitoringu služby a jej využívania môžeme konštatovať, že zatiaľ neprišlo k prípadu, že bol používateľ odmietnutý pre nedostupnosť licencie pre požadovaný formát služby. Počas pracovnej doby majú operátori možnosť presúvať zakúpené licencie medzi jednotlivými formátmi služby tak, aby bola dosažiteľnosť bezproblémová. V týchto zmenách majú podporu cez štatistický monitoring služby. Môžeme konštatovať, že v súčasnosti je dostatok licencií a používateľ zväčša reklamuje nedostupnosť služby, ktorá je spôsobená mimo dosahu prevádzkovateľa **SKPOS**, „na internetovej ceste“ k používateľovi.

V lokalitách, kde nie je dostupný internet používatelia využívajú dodatočné (postprocessing) spracovanie meraní, pričom pre referenčnú stanicu využívajú automatizovanú službu **SKPOS** dostupnú on-line na portáli **SKPOS**. Údaje z virtuálnej referenčnej stanice, ktorú si volia v ťažisku lokality alebo po jej obvode, v požadovanom rozsahu a intervale sú okamžite generované a používateľ si ich v priebehu pár minút môže stiahnuť do svojho údajového skladu. Ak nevyužije túto možnosť, má ich ešte tri dni v schránke svojho konta.

3.4 ETRS89 – JTSK – normálne výšky

Používateľ **SKPOS** pracuje v systéme ETRS89, ale v súčasnosti sú však výsledky jeho práce požadované v národnom polohovom (2D) súradnicovom systéme JTSK. A tu musí používateľ zatiaľ pri plnom vedomí kaziť svoje mierkovo vysoko stabilné výsledky tak, aby ich prispôbil mierkovo nehomogénnej realizácii súradníc JTSK, ktoré sú viazané najmä k zobrazeniu v katastrálnych mapách, t. j. voliť lokálne transformačné kľúče.

V súčasnosti sa dokončuje rozbor porovnania platných súradníc geodetických a podrobných lomových bodov hraníc z 33 vybraných katastrálnych území s novourčenými súradnicami, meranými pomocou **SKPOS**. Dá sa predpokladať, že rozbor preukáže oprávnenosť zaviesť do praxe novú realizáciu súradníc JTSK. Správca geodetických základov má pripravené všetky prostriedky na oddeformovanie terajšej realizácie súradníc bodov v S-JTSK v jednotlivých vektorových katastrálnych mapách, a tak umožní začať na jednotlivých správach katastra preberať výsledky nových meračských prác získaných cez jednotný transformačný kľúč.

Ďalšia verzia formátu poskytovania korekcií RTCM 3.1 už počíta aj s prenosom transformačných parametrov medzi ETRS89 a národným systémom. Za predpokladu, že 2D národná realizácia už nebude zdeformovaná, používateľ bude pracovať priamo v národnom súradnicovom systéme. Kontrola ako kto transformoval súradnice z ETRS89 do S-JTSK sa významne zjednoduší, pretože sa bude používať jediný transformačný kľúč pre celé územie republiky ako súčasť RTCM.

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 ŠPS určené v Štátnej nivelačnej sieti. Na zabezpečenie homogenity novo meraných údajov je odporúčané využívať na vybrané geodetické činnosti tento model, ktorý je garantovaný správcom geodetických základov.

4. Záver

Moderné geodetické základy plne garantujú realizáciu záväzných geodetických systémov pre všetky geodetické činnosti. Vybudovaním **SKPOS**, ako neodeliteľnej súčasti geodetických základov, sa vytvorili podmienky na presnú geodetickú prácu i s jedným prijímačom GNSS v kvalite, v ktorej sa budú postupne dokumentovať aj ostatné výsledky geodetických meraní. Aj pre klasické metódy práce je už v súčasnosti vybudovaná dostatočná hustota referenčných geodetických bodov Štátnej priestorovej siete v triede C resp. D, a to tak, aby už nemusela byť uplatňovaná výnimka pri využívaní podrobných geodetických bodov za referenčné pre vybrané geodetické činnosti. Ostáva veriť, že potrebné usmernenia na prácu v **SKPOS** aj v systéme JTSK budú prijaté so spustením ostrej prevádzky **SKPOS**.

Literatúra:

- [1] LEITMANNOVÁ, K. A KOL.: Slovenská priestorová observačná služba – SKPOS. Geodetický a kartografický obzor, 52 (95), 2007, č. 10,
- [2] <http://www.geodesy.gov.sk/koncepcie/krz6-10.pdf>
- [3] <http://www.eupos.org> Medzinárodný projekt koordinujúci národné servisné centrá zabezpečujúce služby pre reálny čas v strednej a východnej Európe.

- [4] http://igs.ifag.de/index_ntrip.htm Networked Transport of RTCM via Internet Protocol