



SLOVENSKÁ PERMANENTNÁ SLUŽBA NA VYUŽÍVANIE GLOBÁLNYCH NAVIGAČNÝCH SATELITNÝCH SYSTÉMOV

Katarína Leitmannová, Matej Klobušiak¹

Abstrakt:

Pozemná geodetická infraštruktúra na využívanie globálnych navigačných satelitných systémov. Permanentná služba na presné určovanie polohy v post-processingu ako aj v reálnom čase. Poskytované služby, výmenné standardy a formáty.

1 Úvod

Rezortu Úradu geodézie, kartografie a katastra SR vyplýva zákonná povinnosť pre všetky geodetické činnosti, ale aj iné georeferenčné práce zabezpečiť, prevádzkovať a rozvíjať jednotný referenčný základ. Využívaním globálnych navigačných satelitných systémov (GNSS), napr. GPS, GLONASS, pripravovaný GALILEO, je možné v súčasnej dobe veľmi efektívne udržiavať permanentnú realizáciu záväzných referenčných systémov pomocou navzájom kooperujúcich referenčných staníc GNSS. Nedávno prijatým zákonom Národnej rady Slovenskej republiky č. 423/2003 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii, je rezort povinný zabezpečiť tvorbu a prevádzkovanie permanentnej služby, prostredníctvom ktorej budú môcť používatelia určovať priestorovú polohu objektov a javov s centimetrovou presnosťou, v jednotnom súradnicovom systéme, priamo v reálnom čase alebo s mm presnosťou po ukončení merania. Táto služba bude založená na činnosti permanentne pracujúcich referenčných staníc GNSS a má názov SPGS (Slovenská permanentná GNSS služba). Je ambíciou rezortu geodézie, aby služba poskytovala údaje permanentne, v reálnom čase, s 99% spoľahlivosťou a dostupnosťou na celom území SR, a aby kooperovala s analogickými službami susedných štátov.

2 Slovenská permanentná GNSS služba – SPGS – princíp činnosti

SPGS [1], [3], [4] bude riadiť a prevádzkovať systém referenčných staníc GNSS, tzv. Slovenský priestorový referenčný systém (SKPOS). Služba bude poskytovať používateľom údaje o polohe týchto staníc v systéme ETRS89, merané údaje z týchto staníc a tzv. diferenciálne korekčné údaje (DGNSS) ku kódovým a fázovým meraniam [2]. Pomocou týchto korekčných údajov a merania vlastným GNSS prijímačom môže používateľ určovať polohu priamo v reálnom čase alebo až po ukončení merania. Na modelovanie systematických chýb z ionosféry, troposféry, dráh družíc, hodín družíc a iných sa využijú observácie z viacerých referenčných staníc. Tým sa odstráni závislosť

¹ Ing. Katarína Leitmannová, Ing. Matej Klobušiak, PhD., Geodetický a kartografický ústav, Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava, tel. ++421 2 4333 4822, e-mail: leitmannova@gku.sk, klobusiak@gku.sk



presnosti určenia polohy na vzdialenosti od referenčnej stanice ako je tomu pri meraní metódou RTK (Real Time Kinematic). Pri využívaní SPGS je eliminovaná potreba zariadenia lokálnej referenčnej stanice, rozširuje sa tým operačný rádius používateľa, ktorý nie je limitovaný vzdialenosťou od referenčnej stanice. Pri používaní SPGS(SKPOS) pracujú všetci používatelia v jednom homogénnom súradnicovom systéme. SPGS prostredníctvom autorizovaných transformačných vzťahov zabezpečí prevod priestorových súradníc do ostatných záväzných geodetických referenčných systémov (napr. S-JTSK, Bpv). Transformačné nástroje môžu byť priamo súčasťou mobilného prijímača - roveru.

Kľúčom k úspešnej realizácii spomenutých zámerov je zabezpečiť dostatok finančných prostriedkov. ÚGKK SR, GKÚ Bratislava, ako aj VÚGK v Bratislave rozpracovalo niekoľko možností ako získať prostriedky zo štátneho rozpočtu a európskych predvstupových fondov (Phare, ISPA). V súčasnosti je možné povedať, že prostriedky na budovanie SPGS{SKPOS} s 21 referenčnými stanicami sú alokované v európskych fondoch.

2.1 SPGS – koncept riadenia

SPGS prekračuje rámec rezortu, nie je budovaná len na využitie v samotnej geodézii. Tá istá infraštruktúra má mnohoúčelové využitie v rôznych oblastiach, kde je potrebné predmety záujmu lokalizovať a navigovať, ako napríklad v doprave, pri tvorbe tematických GIS-ov, v poľnohospodárstve, v ochrane životného prostredia, krízovom manažmente, záchranných systémoch a pod. Nebolo by efektívne budovať podobné systémy rôznymi rezortami len v okruhu ich záujmu, ale treba koordinovať požiadavky všetkých používateľov na vládnej úrovni s cieľom vybudovať jednu službu pokrývajúcu presnosť od metrov až po milimetre v zodpovednosti rezortu geodézie.

Služba SPGS bude z toho dôvodu riadená na dvoch úrovniach, obr. 1 :

- na úrovni štátu - úlohou tejto úrovne riadenia bude koordinovať aktivity vo využívaní GNSS a združovanie štátnych finančných prostriedkov prostredníctvom špecialistov a zástupcov všetkých rezortov, v ktorých môže GNSS nájsť využitie, koordinovať požiadavky používateľov, navrhovať aplikácie,
- na úrovni odborných aktivít v oblasti geografických informácií združovaných v neziskovej organizácii Slovenská asociácia pre geoinformatiku (SAGI). Cieľom združenia je podpora všetkých aktivít súvisiacich s rozvojom spracovania a využitia geografických informácií (GI), vrátane geografických informačných systémov (GIS), diaľkového prieskumu Zeme (DPZ) a príbuzných odborov. V rámci SAGI je založená odborná skupina „SK GNSS“. Svoju činnosť bude realizovať prostredníctvom projektov, seminárov, konferencií, vzdelávacích kurzov, prednášok, publikačnej činnosti, spracovaním projektov, návrhov a riešení. Bude poskytovať podporu študentom, vzdelávacím a výskumným aktivitám, popularizácii využitia GNSS. Ďalej bude rozvíjať aktivity v oblasti legislatívy a štandardizácie využitia a spracovania GNSS v spojení s geografickými informáciami. Podporovať zavádzanie a využívanie GNSS a s nimi spojených technológií v praxi.

2.2 Slovenský priestorový referenčný systém – SKPOS



SKPOS predstavuje generačne nové - „aktívne“ geodetické základy. Je to systém referenčných staníc (RS) permanentne prijímajúcich signály z družíc navigačných systémov. Na základe týchto nepretržitých meraní je určovaná priestorová poloha týchto staníc v jednotnom európskom priestorovom referenčnom systéme ESRS, ktorý vzniká integráciou:

1. Európskeho terestrického referenčného systému 1989 (ETRS89) a
2. Európskeho vertikálneho referenčného systému 2000 (EVRS2000).

Inými slovami, prostredníctvom SKPOS sa bude budovať a udržiavať kinematický referenčný systém ako základný nástroj presnej priestorovej lokalizácie.

Aby služba SPGS spoľahlivo pokrývala celé územie Slovenskej republiky, je potrebné rozmiestniť na jej území cca 21 referenčných staníc (obr. 2) vo vzájomnej odľahlosti 50 – 70 km. SPGS musí garantovať rovnaké možnosti pre všetkých potenciálnych používateľov. Technické aj programové vybavenie musí spĺňať podmienku nezávislosti od výrobcu, t.j. nezávislosť od HW a SW platformy. Referenčné stanice budú vybavené kvalitnými dvojfrekvenčnými GNSS prijímačmi, anténami s vysokou stabilitou fázového centra, počítačom, záložným zdrojom a zariadením na dátovú komunikáciu s Národným centrom SPGS. Referenčné stanice budú vykonávať kontinuálne meranie s jednosekundovým záznamom. Pomocou komunikačných liniek sa budú údaje z každej stanice odosielať do Národného centra SPGS (GKÚ Bratislava).

V súčasnej dobe reprezentuje SKPOS jedna permanentná stanica vo vlastníctve rezortu v Gánovciach pri Poprade (GANP), ktorá je plánovanou stanicou EUREF permanentnej siete. Táto stanica zatiaľ nemá vlastnosti referenčnej stanice SKPOS, pretože poskytuje len údaje pre post-processing s intervalom záznamu 1s. Neskôr sa počíta s funkčným povýšením tejto stanice na referenčnú stanicu SKPOS.

V súčasnosti už prebieha výber lokalizácie ostatných referenčných staníc. Väčšina staníc bude umiestnená na strechách budov, ktoré sú v majetku alebo spoluvlastníctve rezortu (Katastrálne úrady, Správy katastra). Dôvodom je potreba vybudovania WAN siete medzi týmito inštitúciami a správcom AIS GKK (GKÚ Bratislava). Ďalšie kritériá na výber budov sú: konsolidovanosť stavby-geodynamické hľadisko, prístupnosť strechy-právny aspekt, minimálne prekážky a rušenie príjmu družicového signálu-observačné aspekty.

Ďalšou veľmi dôležitou podmienkou pre RS SPGS je, že niekoľko staníc SKPOS (3 až -7 RS) musí mať prísne geodynamické vlastnosti, stanovené zásadami IGS, EPN, a CEGRN, preto musia vzniknúť povýšením epochových bodov Slovenskej geodynamickkej referenčnej siete. Tým bude na Slovensku zabezpečená metrologická nadväznosť na ITRS, ETRS89, EVRS 2000 prostredníctvom nepretržitého spresňovania a monitorovania realizácie kinematických vlastností terestrického referenčného rámca SKTRF [5].

2.3 *Národné centrum SPGS*

Národné centrum plní úlohy dátového, riadiaceho a analytického centra (obr. 1), kontroluje kvalitu a integritu poskytovaných údajov, zabezpečuje archiváciu meraných údajov, testovanie fázových centier antén, pravidelne overuje a kontroluje polohu referenčných staníc a ich prípadný pohyb. Po zriadení SKPOS bude vykonávať spracovanie a výpočet korekčných údajov, poskytovať tieto údaje používateľom prostredníctvom telekomunikačného operátora a monitorovať kvalitu poskytovaných údajov, tak aby sa



zabezpečila 99% garancia kvality a integrity údajov. SPGS musí byť vybavená min. jednou monitorovacou stanicou, ktorá sa bude správať ako rover používateľa, permanentne bude prijímať korekčné údaje a vyhodnocovať ich kvalitu a úplnosť. Ďalšími úlohami bude spolupracovať s ostatnými štátnymi sektormi a koordinovať ich činnosti, poskytovať adekvátne informácie používateľom o stave siete RS, organizovať školenia pre používateľov, zvyšovať povedomie medzi potencionálnymi používateľmi, spolupracovať a koordinovať činnosti s podobnými službami v ostatných európskych štátoch a na celom svete, sledovať medzinárodné trendy vývoja a zabezpečovať vlastný rozvoj predmetu činnosti.

2.4 Poskytované služby

Multifunkčná SPGS bude poskytovať používateľom tri druhy služieb podľa požiadaviek na presnosť určenia polohy bodu:

- **SKPOS-dm** – diferenciálne korekcie pre kódové merania s využitím pre navigáciu a určovanie polohy v reálnom čase s presnosťou 1 m – 0,5 m v závislosti od vybavenia používateľa,
- **SKPOS-cm** – diferenciálne korekcie pre fázové merania na presné určovanie polohy v reálnom čase s presnosťou 10 - 2 cm,
- **SKPOS-mm** – kódové a fázové merania na presné určovanie polohy po ukončení merania (post-processing), resp. v blízko reálnom čase, s presnosťou 20 – 0,5 mm.

Poznámka : V súčasnosti existujú nadnárodné služby (EGNOS, OMNISTAR) zaručujúce polohu do cca 1 metra, a preto je potrebné rozvíjať službu SPGS pod túto hranicu.

2.5 Možnosti využitia jednotlivých služieb

SPGS(SKPOS) znižuje na strane koncových používateľov obstarávacie náklady. Odbúrava pre reálny čas dodatočné spracovanie nameraných údajov tým, že poskytuje priamo súradnice v záväznom súradnicovom systéme. Na určenie priestorovej polohy postačuje iba 1 prijímač. Zvýšením presnosti určenia polohy sa otvára pre technológiu DGNSS široká oblasť využitia.

- Najmenej presnú službu **SKPOS-dm** možno využiť pre účely navigácie dopravných prostriedkov (cestných, železničných, vodných, leteckých), logistiku, hasičské a záchranné systémy, poľnohospodárstvo, lesníctvo, morfologické mapovanie, zber atributálnej časti tematických GISov, pre rýchle potreby programov IACS, SAPARD, inteligentné dopravné systémy, pre územné rozhodovania v reálnom čase, pre krízový manažment a pod.
- Presnejšia služba **SKPOS-cm** bude mať využitie na meranie v katastri nehnuteľností, pre pozemkové úpravy, určovanie vlíčovacích bodov pre fotogrametriu, zber referenčných údajov pre ZB GIS, LIS, MIS, na správu inžinierskych sietí a produktovodov, na presné geometrické aspekty projektov IACS, SAPARD a pod.
- Najpresnejšiu službu **SKPOS-mm** možno využiť pri dlhodobom sledovaní deformácií, globálnej, lokálnej a regionálnej geodynamiky, numerickej predpovedi počasia, leteckom snímkovaní, v meteorológii a všetkých geodetických aj negeodetických aplikáciách, pri ktorých nie je potrebné získavať výsledky bezprostredne pri meraní.



Je reálny predpoklad, že s fyzickým budovaním pilotného projektu SKPOS sa začne koncom roku 2004. Prvá služba, ktorá bude sprevádzkovaná už aj v rámci pilotného projektu, bude **SKPOS-mm** a bude poskytovaná prostredníctvom internetového servera.

2.6 Štandardy na poskytovanie údajov

SPGS musí garantovať rovnakú platformu pre všetkých používateľov, merané údaje, resp. korekčné údaje budú poskytované výlučne v medzinárodných štandardných formátoch:

- RTCM SC 104 (Radio Technical Commission for Maritime Services) [6] pre údaje v reálnom čase,
- RINEX (Receiver Independent Exchange Format) [7] pre post-processing.

Korekčné údaje pre reálny čas (**SKPOS-dm a SKPOS-cm**) sa budú poskytovať prostredníctvom Internetu / GPRS (General Packed Radio Service)/ GSM (Global Standard for Mobile Communication) ako štandardný spôsob. Výhodou tohto spôsobu vysielania je neobmedzený počet paralelných používateľov. Údaje **SKPOS-mm** v tvare RINEX pre postprocessing budú poskytované prostredníctvom Internetu.

2.7 Vybavenie koncového používateľa

Kvalita určenia výslednej súradnice bodu je daná kvalitou použitého prijímača. Medzi nevyhnutné vybavenie používateľa jednotlivých typov služieb patrí:

- Pri využívaní služby SKPOS-dm - vhodný GNSS prijímač, zariadenie GPRS (GSM) a RTCM komunikačný modul, prípadne prijímač už so zabudovanými funkciami,
- Pri využívaní služby SKPOS-cm - dvojfrekvenčný GNSS prijímač, zariadenie GPRS (GSM) a RTCM komunikačný modul, prípadne prijímač už so zabudovanými funkciami
- Pri využívaní služby SKPOS-mm – vhodný GNSS prijímač, pripojenie na internet, počítač so softvérom na post-processingové spracovanie. Ak chce používateľ určiť polohu bezprostredne po ukončení merania, ešte v teréne, potom aj mobilné internetové pripojenie (GPRS, GSM).

3 SKPOS a EUPOS

Obdobné služby na určovanie polohy pomocou diferenciálnych meraní DGNSS, úspešne fungujúce v západnej Európe, často nie sú navzájom kompatibilné, pretože nepoužívajú rovnaké komunikačné a výmenné štandardy. Štáty strednej a východnej Európy, ktoré takéto služby ešte len zakladajú, majú šancu obísť tieto problémy. Preto bola v roku 2002 založená iniciatíva EUPOS (European Position Determination System), ktorej cieľom je pomôcť vybudovať v týchto štátoch jednotnú kompatibilnú geodetickú infraštruktúru s vlastnosťami obdobnými nemeckej službe SAPOS. Najhlavnejšou úlohou tejto iniciatívy v súčasnosti je predložiť spoločný projekt EUPOS Európskej komisii, získať jej plnú podporu a zaradiť projekt medzi projekty financované Európskou komisiou.

4 Záver



Súčasná doba globalizácie a štandardizácie dáva všetkým ľudským činnostiam niekoľkonásobné výzvy: pracovať presnejšie, efektívnejšie, rýchlejšie, lacnejšie. Mnohí používatelia na splnenie svojich úloh potrebujú lokalizovať a navigovať predmety záujmu v reálnom čase. Takúto požiadavku rezort ÚGKK SR nezabezpečí prostredníctvom konvenčnej siete pasívnych geodetických bodov (štátna priestorová sieť, štátna trigonometrická sieť, PBPP, nivelačné body). Riešenia v reálnom čase, pre široké spektrum aplikácií, je schopná zabezpečiť len multifunkčná permanentná sieť aktívnych, v sieti kooperujúcich a presne georeferencovaných referenčných staníc. Plne funkčná SPGS prinesie všetkým používateľom nasledujúce výhody:

- zásadne sa zmení zber údajov pre všetky informačné, monitorovacie, záchranné, výstražné a riadiace systémy,
- na to, aby určil georeferencovanú polohu bodu nepotrebuje dvojicu GNSS prijímačov (báza – rover) – postačuje jeden prijímač (rover) s obsluhou jedného človeka,
- nie je potrebné pripojenie na množinu pasívnych geodetických bodov zabezpečujúcich jednotné georeferencovanie v záväznom súradnicovom systéme,
- pracovať v jednotnom (európskom a národnom) referenčnom systéme,
- s vyhodnotením priamo v reálnom čase alebo bezprostredne po ukončení merania, bez nutnosti pripájať meranie na body pasívneho bodového poľa alebo stavať dočasné referenčné stanice,
- eliminuje sa potreba zhusťovať geodetické základy (základné bodové pole),
- eliminuje sa potreba budovať lokálnu referenčnú stanicu (bázu),
- koncový používateľ môže bez prípravy (pripájacie, overovacie meranie) vytyčovať, mapovať a pod.,
- poskytovaním plošných DGNSS korekcií sa významne redukujú nežiaduce systematické vplyvy (troposféra, ionosféra, dráhy družíc, a i.) limitujúce použitie metódy RTK na vzdialenosti väčšie ako 5 – 10 km od lokálnej referenčnej stanice, eliminuje sa závislosť presnosti určenia polohy na vzdialenosti od referenčnej stanice,
- v medzinárodných projektoch je dodržaná konzistentnosť údajov aj v hraničných oblastiach,
- všetci používatelia pracujú v jednotnom súradnicovom systéme ETRS89 alebo v národných systémoch.

Literatúra:

- [1] HEFTY, J.: Využitie permanentných sietí GPS pri určovaní geocentrických súradníc. In: 10. slovenské geodetické dni – zborník referátov. Bratislava, VTS Geodézia, 2002, s.39-44.
- [2] HOFMANN-WELLENHOF, B. – LICHTENEGGER, H. – Collins, J.: Global Positioning Service, Theory and Practise. Wien, New York: Springer Verlag, 382 s.
- [3] KLOBUŠIAK, M. – LEITMANNOVÁ, K.: Vybudovanie Slovenskej permanentnej služby na využívanie globálnych navigačných satelitných systémov. [Návrh rezortného projektu.] GKÚ, Bratislava, september 2002.
- [4] KLOBUŠIAK, M. – LEITMANNOVÁ, K.: Slovenská permanentná GNSS služba na prevádzkovanie slovenského observačného systému - nové geodetické priestorové základy. In: Zborník referátov „Geodetické referenčné systémy“, KGZ SvF STU, Bratislava 2002, s. 23-38.



11. SLOVENSKE GEODETICKÉ DNI

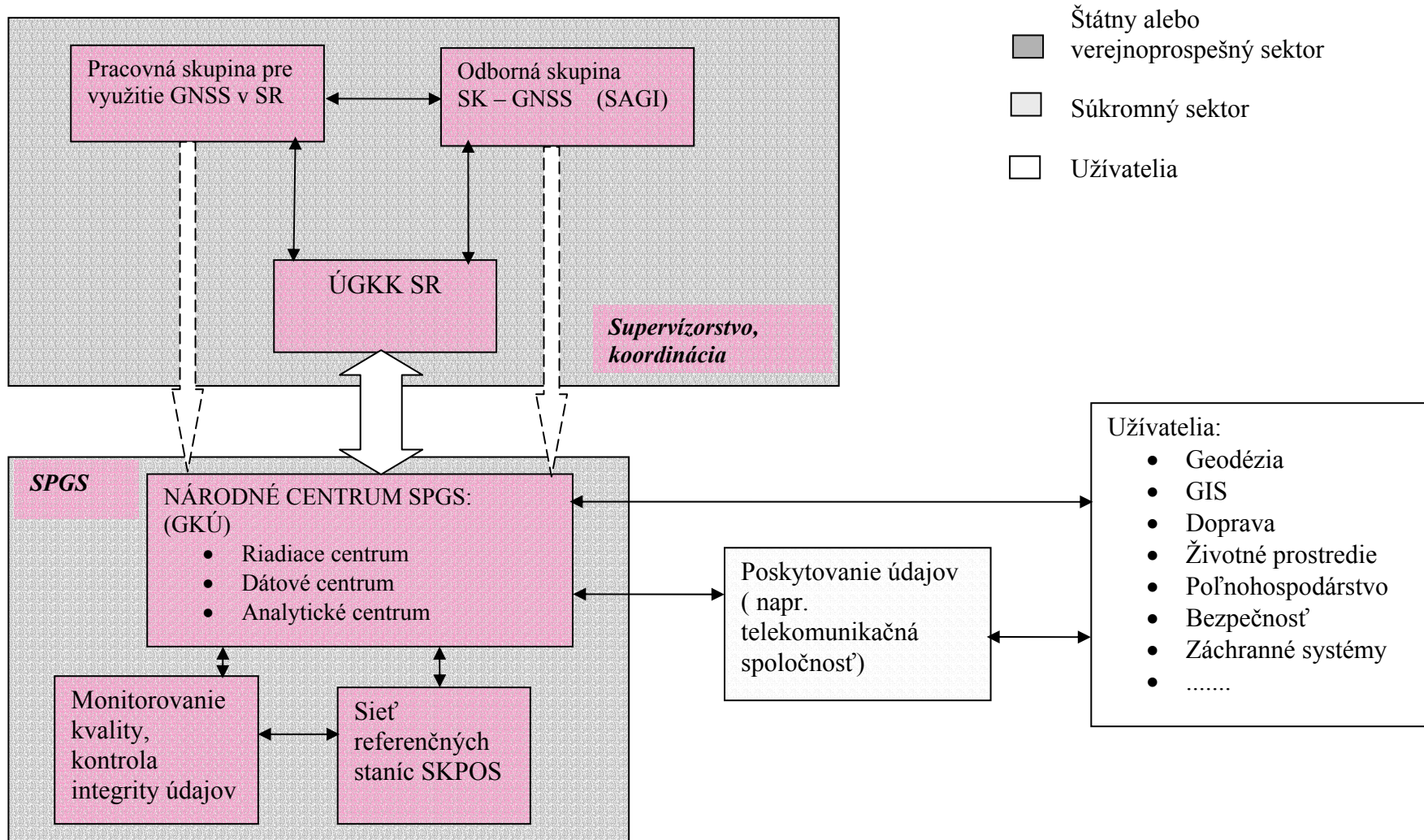
Bratislava, 4. – 5. decembra 2003

- [5] LEITMANNOVÁ, K. - KLOBUŠIAK, M.: SKTRF 2001 – referenčný rámec pre Štátnu priestorovú sieť. In: Zborník referátov „Geodetické referenčné systémy“, KGZ SvF STU, Bratislava 2002, s. 23-38.
- [6] <http://www.rtcn.org>
- [7] <ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/data/format/rinex2.txt>.



11. SLOVENSKÉ GEODETICKÉ DNI

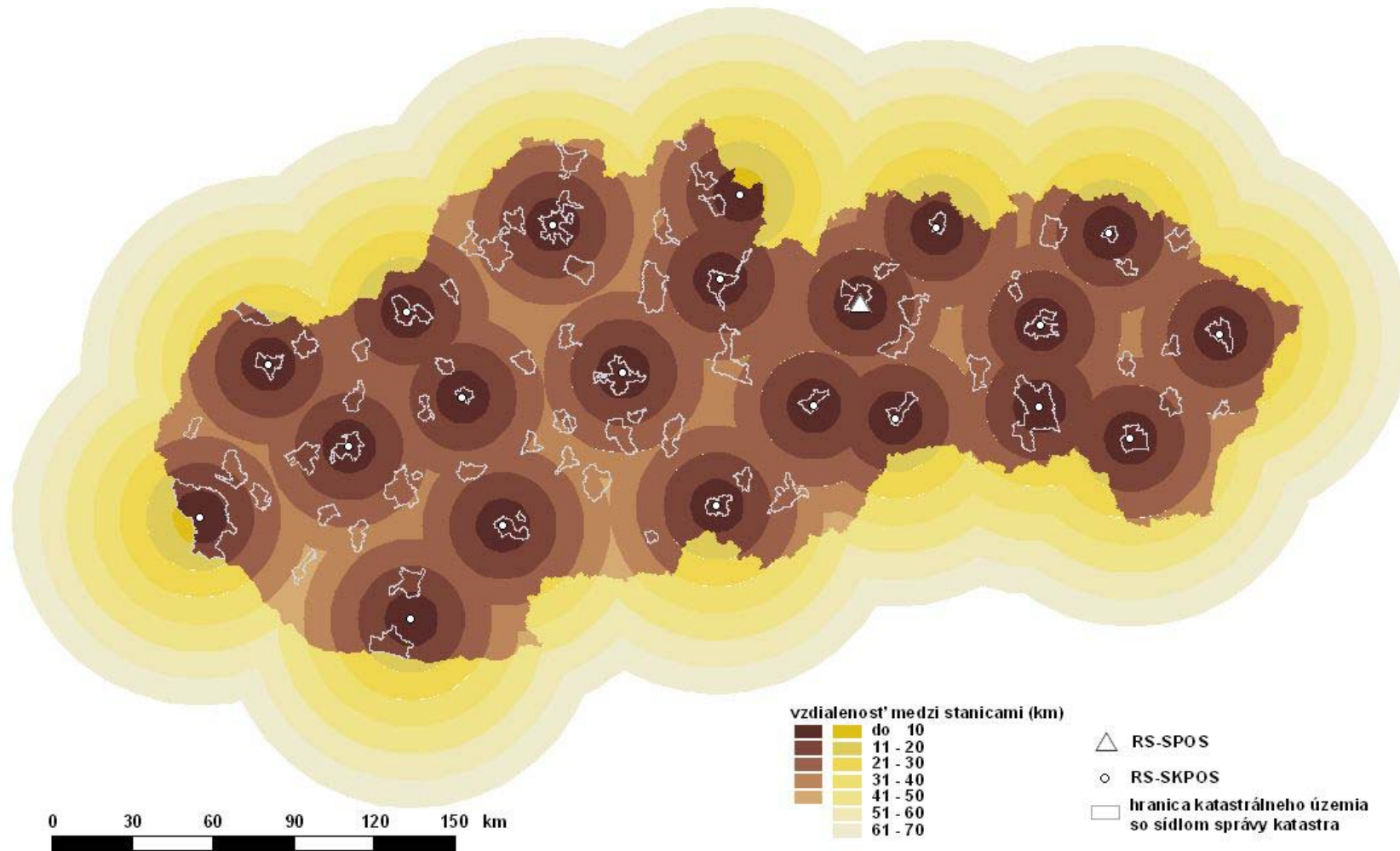
Bratislava, 4. – 5. decembra 2003



obr. 1 Koncept riadenia SPGS



11. SLOVENSKÉ GEODETICKÉ DNI



SVM 50 © Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky 2002

Vytvorené zo SVM 50 na GKÚ Bratislava (O fúkaný 03/09/17)

obr. 2 Rozmiestnenie referenčných staníc SKPOS