

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
STAVEBNÁ FAKULTA**

**NÁVRH RIEŠENIA MONITORINGU KVALITY  
SIEŤOVÉHO RIEŠENIA SKPOS**

**ŠPECIÁLNY SEMINÁR**

**2012**

**Bc. Karol Smolík**

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
STAVEBNÁ FAKULTA**

**NÁVRH RIEŠENIA MONITORINGU KVALITY  
SIEŤOVÉHO RIEŠENIA SKPOS**

**ŠPECIÁLNY SEMINÁR**

Študijný program:	Geodézia a kartografia
Pracovisko:	Katedra geodetických základov
Vedúci záverečnej práce:	prof. Ing. Ján Hefty, PhD.
Konzultant:	Ing. Droščák Branislav, PhD.

**2012**

**Bc. Karol Smolík**

# Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Slovenská priestorová observačná služba - SKPOS</b> .....	<b>5</b>
1.1 Sieť referenčných staníc .....	5
1.2 Národné servisné centrum .....	7
1.3 Virtuálna privátna sieť WPS-WAN .....	7
1.4 Poskytované služby .....	7
<b>2 Koncept virtuálnej referenčnej stanice</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Monitoring kvality sieťového riešenia</b> .....	<b>10</b>
3.1 Monitorovacia referenčná stanica.....	10
3.1.1 Monitoring kvality siete permanentných staníc GNSSnet.hu .....	10
3.2 Virtuálne riešenie s využitím konceptu VRS .....	12
3.2.1 Kontrola presnosti sieťového riešenia CZEPOS.....	12
<b>4 Návrh riešenia monitoringu kvality sieťového riešenia SKPOS</b> .....	<b>14</b>
4.1 RTKLIB.....	15
4.2 Určovanie polohy v reálnom čase pomocou softvéru RTKNAVI .....	16
4.3 Výstupy z RTKNAVI.....	17
4.4 Voľba testovacích bodov .....	17
4.5 Štatistické spracovanie.....	19
4.6 Automatizácia riešenia .....	20
4.7 Vývojový diagram riešenia .....	20
4.7.1 UML diagram prípadov použitia .....	22
4.8 Overenie správnosti virtuálneho riešenia pomocou dočasnej monitorovacej stanice .....	22
<b>Záver</b> .....	<b>23</b>
<b>Zoznam použitej literatúry</b> .....	<b>24</b>

## Úvod

Slovenská priestorová observačná služba je prístupná svojim používateľom od konca roku 2006. V súčasnosti so svojou infraštruktúrou permanentných staníc GNSS reprezentuje aktívne geodetické základy Slovenska, a predstavuje dôležitú súčasť Štátnej priestorovej siete. Podľa ods. (2), §4 zákona NR SR č. 215/1995 sa Geodetický a kartografický ústav Bratislava zaväzuje poskytovať kvalitné, moderné a dostupné služby pre používateľov využívajúcich GNSS prijímače pracujúce v národných geodetických referenčných systémoch. Táto úloha je realizovaná práve prostredníctvom Slovenskej priestorovej observačnej služby, ktorá realizuje referenčný systém ETRS89 na Slovensku. Keďže je nutné poznať kvalitu poskytovanej služby, je veľmi dôležité vykonávať nepretržitý monitoring tejto služby, ktorému sa venuje predložená práca. V rámci teoretickej časti sú popísané súčasné možnosti a skúsenosti zahraničných služieb s monitorovaním siete. V praktickej časti je zase navrhnuté riešenie monitoringu kvality sieťového riešenia pre SKPOS s prihliadnutím na všetky požiadavky jej správcu.

## **1 Slovenská priestorová observačná služba - SKPOS**

Zákon 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 permanentná služba globálnych navigačných systémov definuje ako sieť kooperujúcich staníc, ktorá spracúva a v reálnom čase poskytuje geocentrické súradnice na presnú lokalizáciu objektov a javov.

### **Infraštruktúra SKPOS**

Slovenská priestorová observačná služba je vybudovaná na nasledujúcich pilieroch [1]:

- legislatíva (zákony, smernice, štandardy, ...),
- sieť referenčných staníc na príjem signálov GNSS umiestnených na geodetických bodoch,
- národné servisné centrum, zriadené u správcu geodetických základov v Geodetickom a kartografickom ústave v Bratislave,
- virtuálna privátna sieť rezortu ÚGKK SR (WPS-WAN) slúžiaca na prenos dát z referenčných staníc do Národného servisného centra.

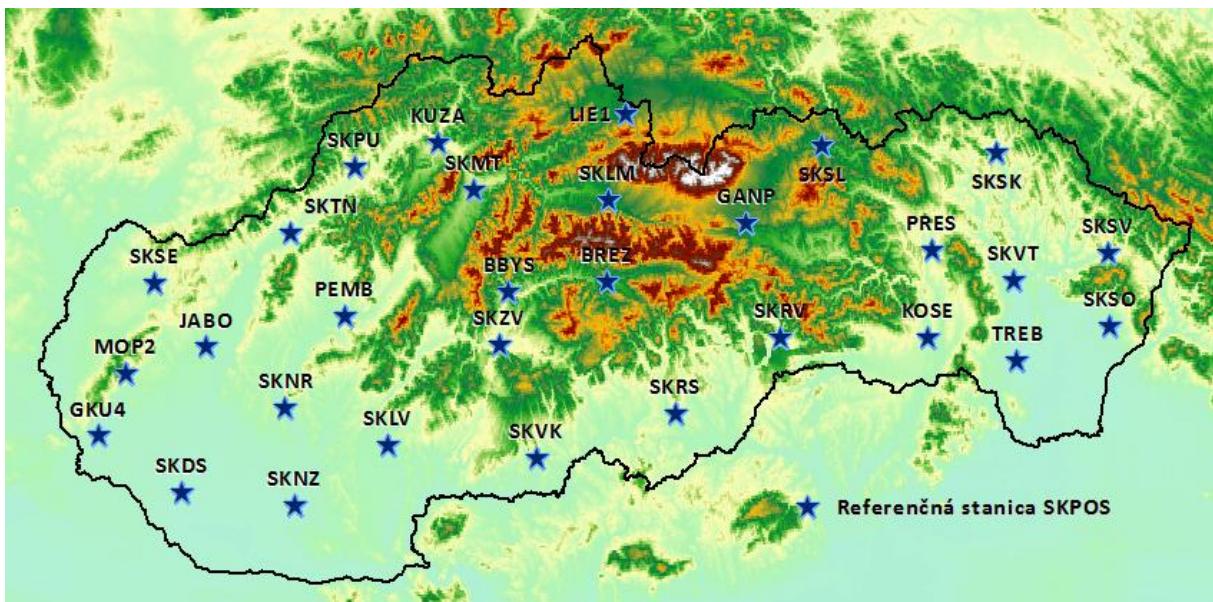
#### **1.1 Sieť referenčných staníc**

Na geodetických bodoch sú metódou nútenej centrácie pomocou centračnej tyče vysokej 38cm, prípadne 28cm osadené antény GNSS prístrojov (obr. 1.1). Stanice sú vybudované na nosných častiach striech budov (25 bodov) alebo na pilieroch hĺbkovou stabilizáciou, spĺňajúce kritéria pre geodynamické body (5 bodov). Aktuálne rozmiestnenie staníc je znázornené na obr. 1.2. Stanice sú vybavené prijímačmi Trimble NetR9, NetR8 alebo NetR5 a anténami Zephyr Geodetic Model 2 alebo Trimble Choke ring TRM5980.00 umožňujúcich prijímať signály L1, L2, L2C a L5 z družíc GPS a L1 a L2 z družíc GLONASS. Prístroje umožňujú priame pripojenie na rezortnú WAN sieť cez port RJ45 s vlastnou IP adresou [2].



obr. 1.1 Príklad stabilizácie bodov SKPOS [3]

Referenčné stanice SKPOS tvoria A triedu bodov Štátnej priestorovej siete a zabezpečujú on-line realizáciu národného referenčného súradnicového systému ETRS89. Poloha referenčných staníc je vypočítaná vedeckým softvérom Bernese v.5.0. Všetky referenčné stanice boli pripojené presnou niveláciou k Štátnej nivelačnej sieti, čo umožnilo určenie ich výšok v systéme Bpv [3].



obr. 1.2 Mapa referenčných staníc SKPOS (stav ku 12.12.2012)

## 1.2 Národné servisné centrum

Národné servisné centrum SKPOS zabezpečuje všetky činnosti spojené s prevádzkou služby. Teda správu referenčných staníc, ich monitorovanie, zhromažďovanie a zálohovanie dát, sledovanie chodu spracovateľského softvéru zabezpečujúceho generovanie korekcií pre jednotlivé služby, registráciu používateľov a monitorovanie kvality služieb [3]. Prevažná väčšina činnosti sa zabezpečuje pomocou riadiaceho a spracovateľského softvéru. Od spustenia služby bol ako riadiaci softvér využívaný softvér Trimble GPSNet, po 10.11.2011 je využívaný softvér Trimble VRS<sup>3</sup>Net. Riadiaci softvér zabezpečuje sieťové riešenie v koncepte VRS (virtuálna referenčná stanica).

## 1.3 Virtuálna privátna sieť WPS-WAN

Z dôvodu potreby kvalitnej a stabilnej komunikácie medzi referenčnými stanicami a servisným centrom, je väčšina ref. staníc umiestnená v blízkosti Správ katastra, ktoré sú pripojené na rezortnú virtuálnu privátnu sieť (VPS). K externým stanicam je VPS vybudovaná najmä cez pevné pripojenia [2].

## 1.4 Poskytované služby

SKPOS poskytuje tri základné služby, a to: diferenciálne korekcie pre kódové merania v reálnom čase, diferenciálne korekcie pre fázové merania v reálnom čase, a dodatočné spracovanie (post-processing) kódových a fázových meraní (tab. 1).

- Služba *SKPOS-dm* zabezpečuje poskytovanie diferenciálnych korekcií pre kódové merania. Jej presnosť je na úrovni niekoľkých decimetrov. Korekcie sú generované v koncepte VRS vo formáte RTCM 2.3.
- Služba *SKPOS-cm* zabezpečuje poskytovanie diferenciálnych korekcií pre fázové merania. Je poskytovaná prostredníctvom sieťového riešenia v koncepte VRS. Korekcie sú poskytované prostredníctvom internetového pripojenia GPRS cez protokol NTRIP.
- Služba *SKPOS-mm* slúži na dodatočné spracovanie kódových alebo fázových meraní. Dáta sú poskytované vo formáte RINEX 2.11.

Tab. 1 Služby SKPOS [1]

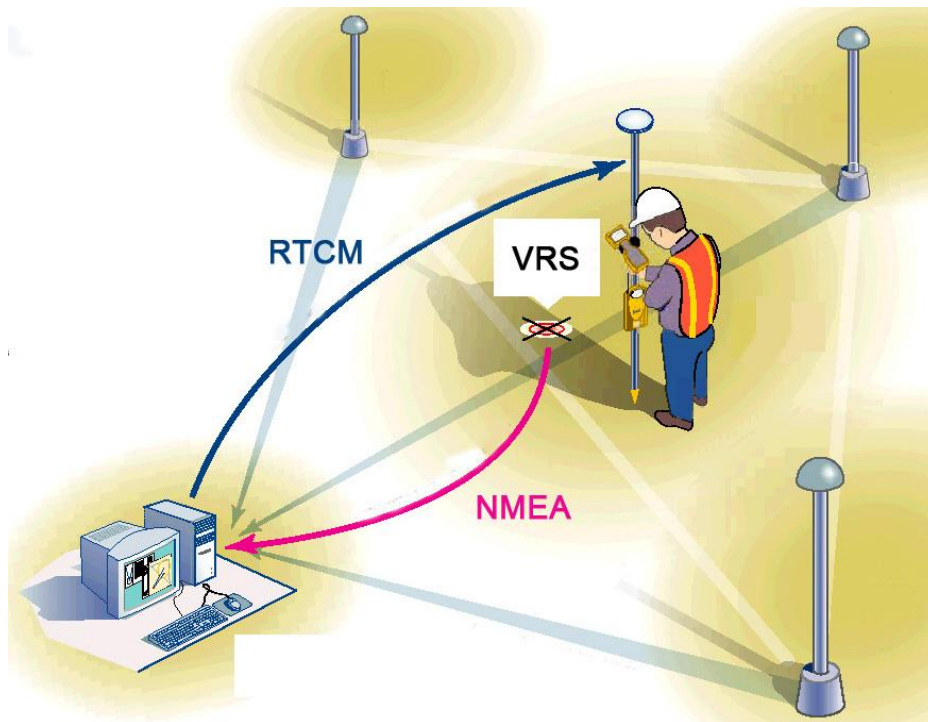
Služba	Formát korekcií
SKPOS-dm	RTCM 2.3
SKPOS-cm	RTCM 2.3
	RTCM 3.1
	CMRx
	CMR+
SKPOS-mm	RINEX 2.11

## 2 Koncept virtuálnej referenčnej stanice

Koncept virtuálnej referenčnej stanice je založený na existencii siete referenčných staníc nepretržite pripojených cez dátové spojenie s riadiacim centrom. Server v riadiacom centre priebežne zhromažďuje dáta zo všetkých prijímačov a tvorí databázu regionálnych korekcií – „Regional Area Corrections“. Tie sa využívajú na vytvorenie virtuálnej referenčnej stanice, ktorá sa nachádza len niekoľko metrov od miesta, kde sa nachádza rover. Ten potom používa a interpretuje dáta z VRS rovnako, ako keby pochádzali z reálnej referenčnej stanice [4].

V praxi GNSS rover po úspešnej autorizácii posiela svoju približnú polohu vo forme NMEA GGA správy do riadiaceho centra. Prenos je zabezpečený mobilnými dátovými linkami ako GSM/GPRS. Riadiace centrum akceptuje túto polohu ako lokalitu pre novú virtuálnu referenčnú stanicu. Vypočíta korekcie pre túto VRS a odosiela ich do rovera v štandarde RTCM alebo inom proprietárnom formáte. Ako náhle ich rover prijme, vypočíta riešenie a aktualizuje svoju polohu (obr. 2.1).





obr. 2.1 Koncept virtuálne referenčnej stanice [4]

### Softvér a hardvér

Každá referenčná stanica je vybavená GNSS prijímačom a anténou. Prostredníctvom dátovej siete komunikuje s riadiacim centrom, v ktorom sa nachádza riadiaci a spracovateľský softvér, ktorý vykonáva niekoľko hlavných úloh [4]:

- prijíma surové dáta z referenčných staníc a kontroluje ich kvalitu,
- ukladá a archivuje dáta vo formáte RINEX,
- odhaduje a modeluje systematické chyby,
- generuje a odosiela dáta vo formáte RTCM pre vytvorenie virtuálnej referenčnej stanice.

Spracovateľský softvér taktiež vykonáva priebežný výpočet a odhad ďalších parametrov [4]:

- korekcie chýb z viaccestného šírenia signálu,
- odhad ionosférického modelu,
- odhad troposférického modelu,
- korekcie chýb z vysielaných efemeríd.

### **3 Monitoring kvality sieťového riešenia**

V súčasnosti sú známe dve základné metódy monitoringu kvality sieťového riešenia:

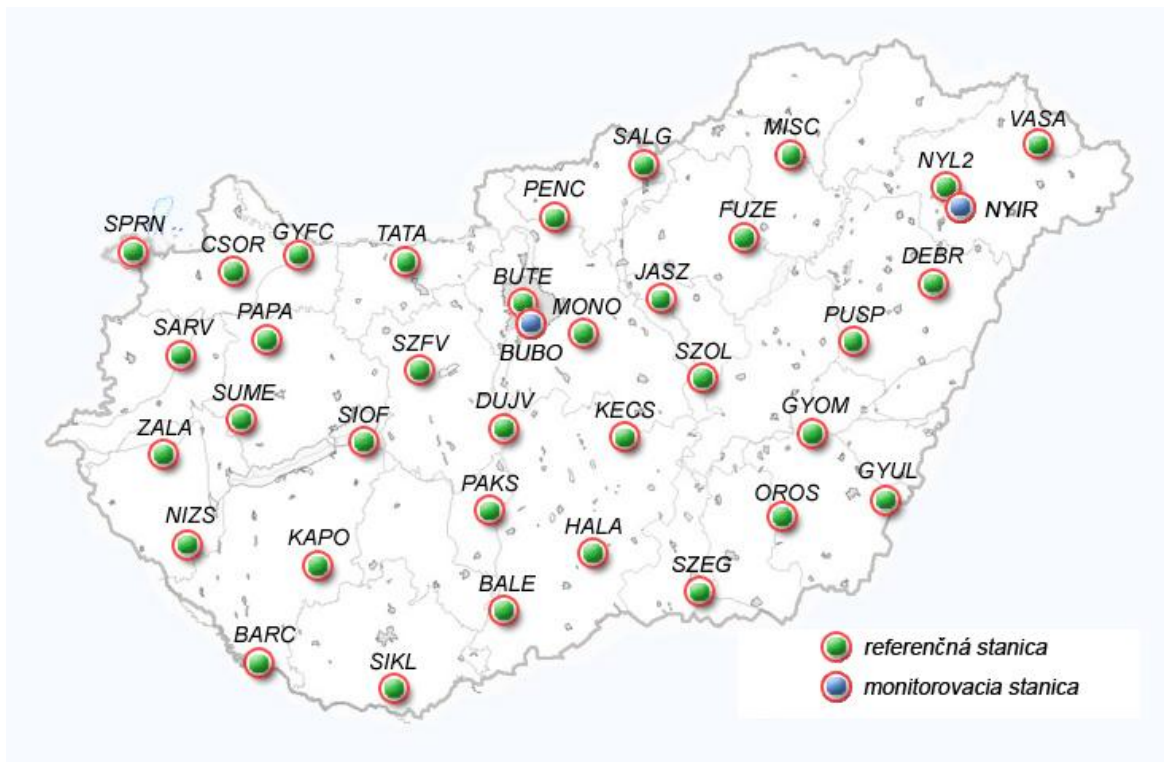
- pomocou fyzickej monitorovacej referenčnej stanice,
- pomocou virtuálneho riešenia s využitím konceptu VRS.

#### **3.1 Monitoring pomocou fyzickej referenčnej stanice**

Metóda je založená na fyzickom umiestnení monitorovacej referenčnej stanice v teréne. Prijímač na monitorovacej stanici sa neustále pripája do observačnej služby a počíta svoje súradnice z korekčných dát zo sieťového riešenia. Rozdiel vypočítaných a referenčných súradníc monitorovacej stanice sú charakteristikou presnosti sieťového riešenia v danom čase a lokalite. Na monitorovanie celého územia siete je potrebné umiestniť veľké množstvo monitorovacích staníc, nakoľko sieťové riešenie nie je homogénne v každej časti siete. Alebo je možnosť umiestniť iba niekoľko monitorovacích staníc, no výsledky takéhoto riešenia síce monitorujú fungovanie služby, ale nemonitorujú jej kvalitu pre celú sieť, ale len pre lokality v ktorých sa stanice nachádzajú. Nevýhodou tohto riešenia sú vysoké ekonomické náklady na zriadenie monitorovacích staníc, potreba obstarania monitorovacieho softvéru, a takmer nemožnosť kvalitatívne monitorovať celé záujmové územie.

##### **3.1.1 Monitoring kvality siete permanentných staníc GNSSnet.hu**

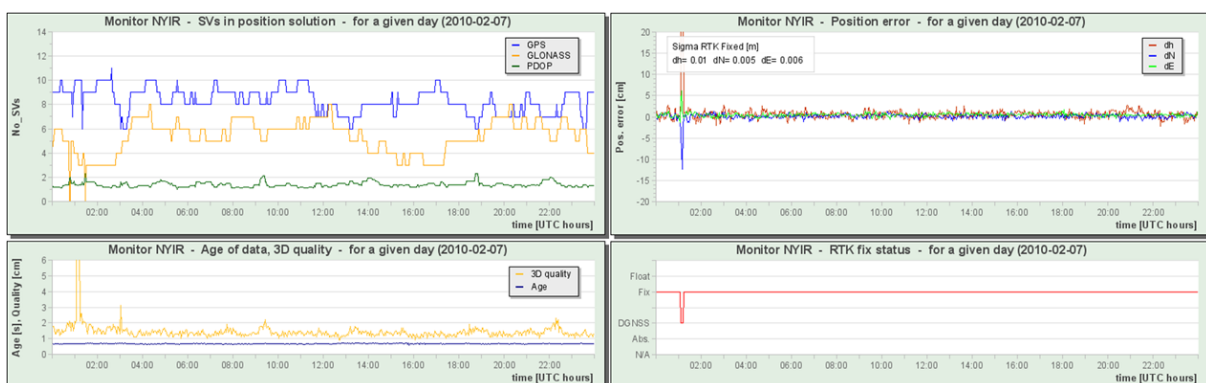
Monitoring siete pomocou monitorovacích staníc zvolil aj Ústav geodézie, kartografie a DPZ Maďarska vo svojej sieti GNSSnet. Konkrétne boli použité 2 monitorovacie stanice (obr. 3.1), jedna je umiestnená v strede siete v zastavanom území Budapešti (BUBO) a druhá na okraji v menej využívannej časti Maďarska (NYIR) [6].



obr. 3.1 Sieť referenčných a monitorovacích staníc GNSSnet [7]

Monitorovacie stanice sú ovládané pomocou RX simulátora. Spracovanie meraní je prevádzkované open source softvérom GnsSurfer. Z ktorého sú následne výsledky posielané do riadiaceho softvéru Geo++, kde sú generované výstupy vo forme grafov (obr. 3.2) [6]:

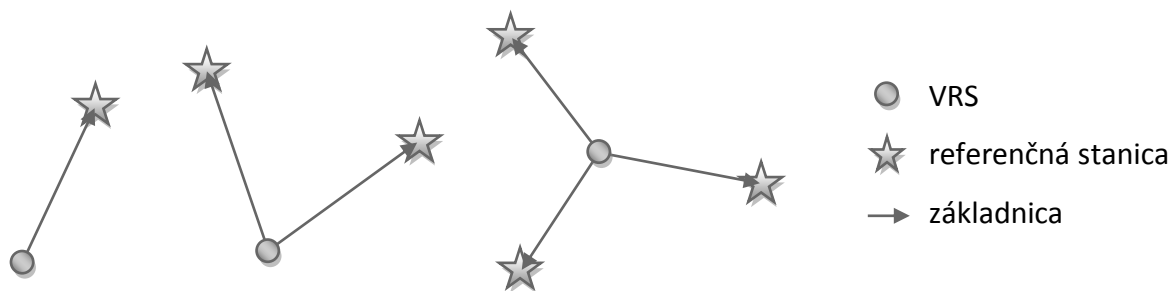
- počet družíc v rámci dňa,
- stredné chyby  $d_N$ ,  $d_E$ ,  $d_H$ ,
- stav fixného riešenia,
- vek dát (s),
- 3D kvalita (cm).



obr. 3.2 Výstupy monitoringu [6]

### 3.2 Monitoring pomocou virtuálneho riešenia s využitím konceptu VRS

Princíp druhej metódy je založený na generovaní VRS a následne počítaní základnice tvorenej VRS a referenčnou stanicou. Do výpočtu vstupujú vygenerované korekcie pre VRS a observačné dáta z referenčnej stanice. VRS v tomto prípade slúži ako báza, jej súradnice sú známe, a počítané sú súradnice referenčnej stanice (obr. 3.3). Tieto vypočítané súradnice sú porovnávané s referenčnou polohou stanice. Rozdiely medzi vypočítanými a referenčnými súradnicami sú kritériom kvality služby.

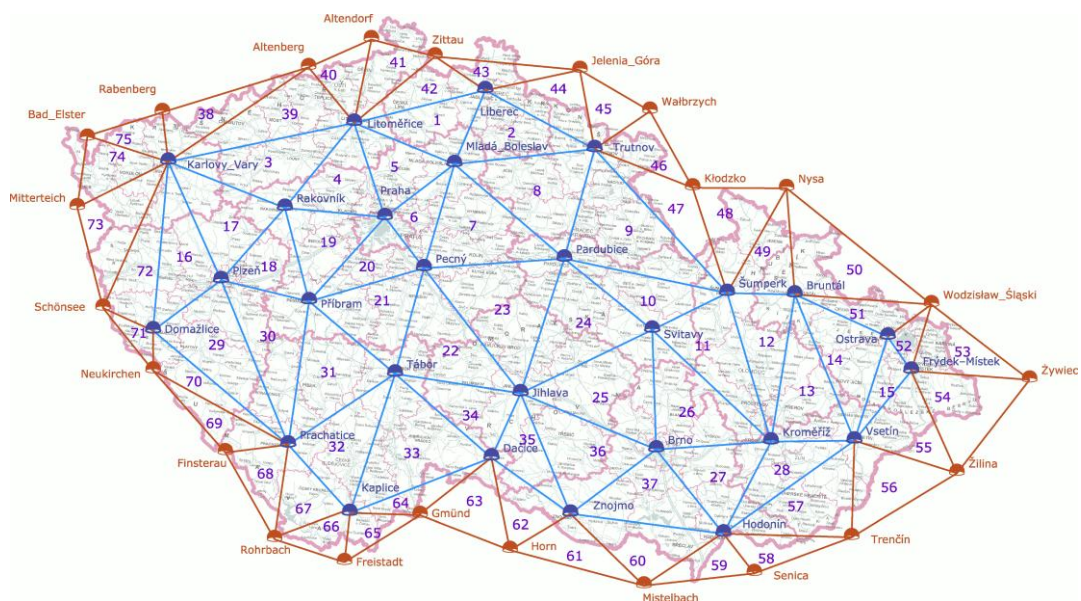


obr. 3.3 Základnice monitoringu virtuálneho riešenia

Výhodou tejto metódy je, že je možné monitorovať územie celej siete, a to bez nutnosti fyzického umiestnenia prijímača v teréne. Z čoho vyplývajú nižšie ekonomické náklady na zriadenie služby. Nevýhoda je, že monitoring je založený na virtuálnom riešení, čiže výsledky sa môžu od skutočných hodnôt líšiť.

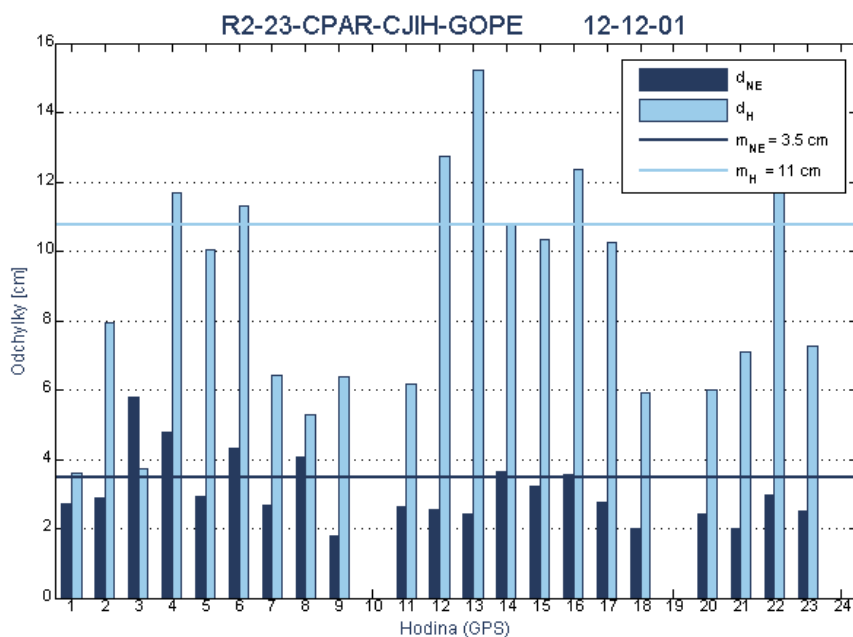
#### 3.2.1 Kontrola presnosti sieťového riešenia CZEPOS

Cestou monitoringu pomocou virtuálneho riešenia sa vydal aj Zeměměřický úrad České republiky vo svojej sieti permanentných staníc CZEPOS. Jadrom kontroly sieťového riešenia je špeciálny softvér MLS (Mervant-Lukeš-Software) vyvinutý na katedre vyšší geodézie Fsv ČVUT v Prahe. Územie Českej republiky bolo pomocou Delaunayho triangulácie rozdelené na 37 trojuholníkov, ktorých vrcholy tvoria referenčné stanice CZEPOS. K staniciam CZEPOS sa pridali stanice z okolitých krajín pripojených do sieťového riešenia, a tak vzniklo 75 testovacích trojuholníkov (obr. 3.4) [8].



obr. 3.4 CZEPOS - Testovacie trojuholníky [9]

Ako testovacie body boli zvolené ťažiská trojuholníkov. Program MLS simuluje rover používateľa stojaceho na známom bode (v ťažisku trojuholníka) a pripája sa k sieti CZEPOS. V rámci každej oblasti (trojuholníka) sú testované 3 základnice – spojnice ťažiska s jednotlivými vrcholmi. Vyhodnocovaný je potom rozdiel referenčných a vypočítaných dĺžok základníc. Výsledné rozdiely sú ďalej štatisticky spracované a graficky znázornené pre každú testovaciu oblasť formou aktuálnych polohových a výškových odchýlok a ich stredných chýb [8].



obr. 3.5 Graf polohových a výškových odchýlok, trojuholník č. 23 - 01.12.2012 [9]

#### **4 Návrh riešenia monitoringu kvality sieťového riešenia SKPOS**

Podľa ods. (2), §4 zákona NR SR č. 215/1995 sa Geodetický a kartografický ústav Bratislava zaväzuje poskytovať kvalitné, moderné a dostupné služby pre používateľov využívajúcich GNSS prijímače pracujúce v národných geodetických referenčných systémoch. Táto úloha je realizovaná prostredníctvom Slovenskej priestorovej observačnej služby, ktorá realizuje referenčný systém ETRS89 na Slovensku. Aj pre tieto skutočnosti je nutné vykonávať nepretržitý monitoring kvality služby. V súčasnosti je monitoring zabezpečovaný pomocou riadiaceho softvéru VRS<sup>3</sup>NET, ktorý nepretržite sleduje integritu siete a vykonáva monitoring jednotlivých jej súčastí [5]:

- monitoring súradníc referenčných staníc,
- kontrola kvality observačných dát,
- monitoring stavu ionosféry,
- monitoring stavu troposféry,
- predikcia geometrických chýb.

Ani jedna z uvedených kontrol však nereprezentuje skutočnú vonkajšiu kvalitu sieťového riešenia. Preto je záujem vytvoriť návrh na realizáciu monitoringu pre územie celého Slovenska pracujúceho v reálnom čase.

Návrh riešenia monitoringu služby SKPOS má navyše vychádzať z nasledujúcich požiadaviek správcu služby:

- monitorované musí byť celé územie Slovenska,
- monitorovanie musí byť automatizované,
- v prípade záujmu majú byť výsledky dostupné pre používateľov služby,
- vyhnúť sa budovaniu množstva reálnych monitorovacích staníc,
- vyhnúť sa drahým softvérovým riešeniam.

Na základe uvedených požiadaviek a naštudovaných informácií navrhujeme využiť virtuálne riešenie s využitím konceptu VRS. Jadrom kontroly riešenia by bol program RTKNAVI softvérového balíčka RTKLIB [12]. Prebiehalo by to nasledovne: Program RTKNAVI simuluje rover stojaci na známom bode, pripája sa do SKPOS a na základe sieťového riešenia

v koncepte VRS počíta základnicu Rover – Referenčná stanica. Kritériom kvality by boli odchýlky medzi vypočítanou a referenčnou (známou) polohou referenčnej stanice.

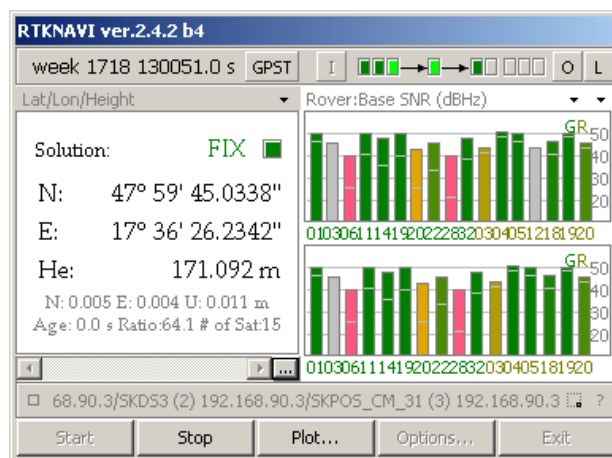
#### 4.1 RTKLIB

RTKLIB je open source balíček programov pre štandardné a presné určovanie GNSS polohy vydávaný pod licenciou BSD-2. RTKLIB sa skladá z programových knižníc a aplikačných programov, ktoré sú napísané v jazyku ANSI C. Aplikačné rozhranie je dostupné pre operačné systémy Linux/Unix a Windows. RTKLIB má so svojimi štandardnými knižnicami nasledujúce vlastnosti [10]:

- podpora štandardných a presných algoritmov na určovanie polohy v systémoch: GPS, GLONASS, Galileo, QZSS a SBAS,
- podpora rôznych metód GNSS real-time a post-processing spracovania dát: Single-point, DGPS/DGNSS, Kinematic, Static, Moving-baseline, Fixed, PPP-Kinematic a PPP-Static,
- podpora štandardných formátov a protokolov pre GNSS spracovania: RINEX 2.10, 2.11, 2.12, 3.00, protokoly RTCM v. 2.3, 3.1, NTRIP 1.0, NMEA správy 0183 a ďalšie,
- podpora niektorých proprietárnych formátov: NovAtel: OEM4/V, OEM3, OEMStar, Superstar II, Hemisphere: Eclipse, Crescent, u-blox: LEA-4T, LEA-5T, LEA-6T, SkyTraq: S1315F, JAVAD GRIL/GREIS, Furuno GW-10-II/III,
- podpora externej komunikácie prostredníctvom: Serial portu, TCP/IP protokolu, NTRIP casteru a FTP/HTTP protokolu,
- poskytuje aplikačné programy a konzoly pre:
  - real-time spracovanie dát - RTKNAVI, RTKRCV
  - post-processing analýzy - RTKPOST, RNX2RTKP
  - vizualizáciu riešenia a observačných dát - RTKPLOT
  - konvertor RTCM správ do RINEX formátu - RTKCONV, CONVBIN
  - komunikačné nástroje - STRSVR, STR2STR
  - prehliadač zdrojovej tabuľky NTRIP casteru - NTRIPSRCBROWS

## 4.2 Určovanie polohy v reálnom čase pomocou softvéru RTKNAVI

Vstupné dáta pre výpočet polohy v reálnom čase tvoria observačné dáta z GNSS prijímačov a efemeridy družíc. V našom prípade, keďže je záujem čo najviac simulovať meranie v teréne, navrhujeme jednoznačne využívať vysielané efemeridy. Ako Base Station navrhujeme zadávať polohu testovacích bodov, čiže polohu VRS, ktorej korekčné dáta sú generované sieťovým riešením, do ktorého je pripájanie pomocou NTRIP casteru. Ako prístupovú službu (mountpoint) do siete možno použiť napr. službu SKPOS\_CM\_31, keďže ide v súčasnosti o najpoužívanejšiu službu. Ako rover budú vstupovať do riešenia observačné dáta z jednotlivých referenčných staníc pripojené taktiež pomocou NTRIP casteru (obr. 4.1).



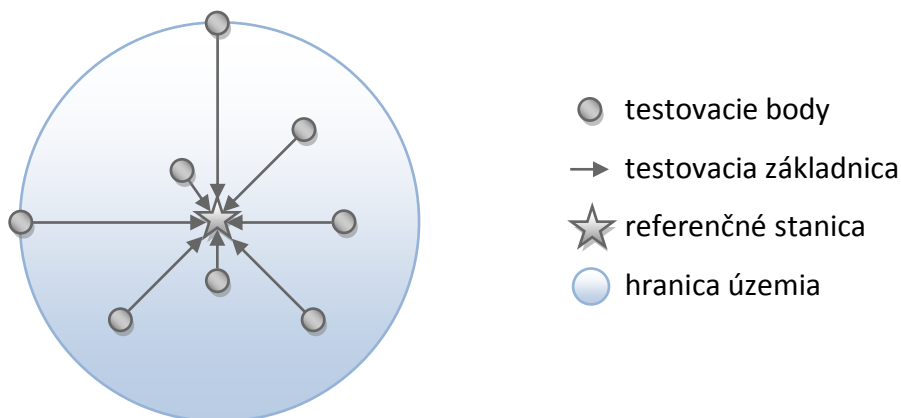
obr. 4.1 Aplikačné rozhranie softvéru RTKNAVI

Okrem vstupných dát je potrebné vykonať základné nastavenia programu simulujúce čo najviac nastavenia používateľa SKPOS v teréne. Navrhujeme nasledovné:

- Príjem signálov z družíc: GPS, GLONASS
- Metóda merania: statická
- Prijímané frekvencie: L1+L2
- Elevačná maska: 15°
- Ionosférické korekcie: vysielané
- Efemeridy družíc: vysielané
- Výpočet ambiguity: kontinuálny výpočet
- GLONASS ambiguity: vypnuté

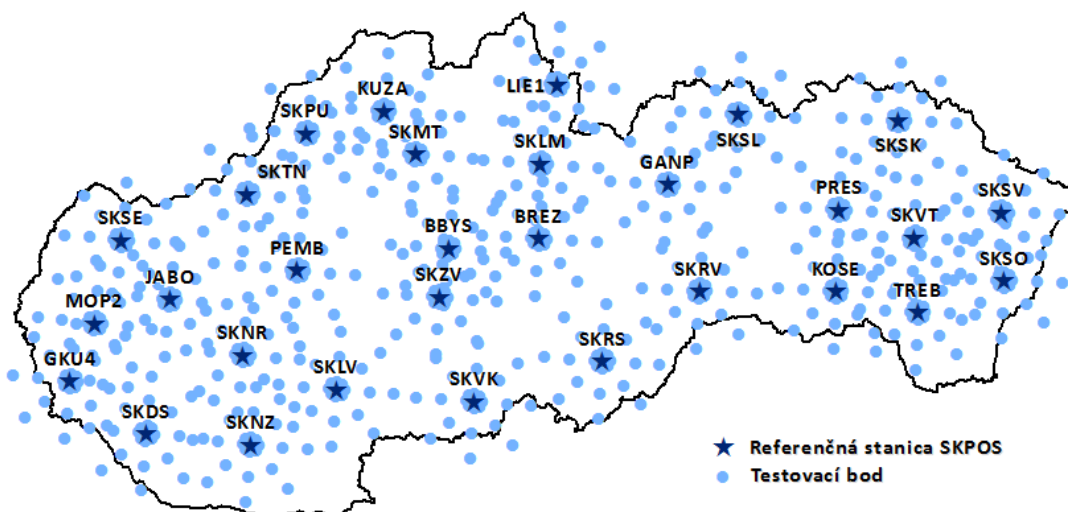






obr. 4.3 Príklad náhodného generovania testovacích bodov počas ôsmich hodín

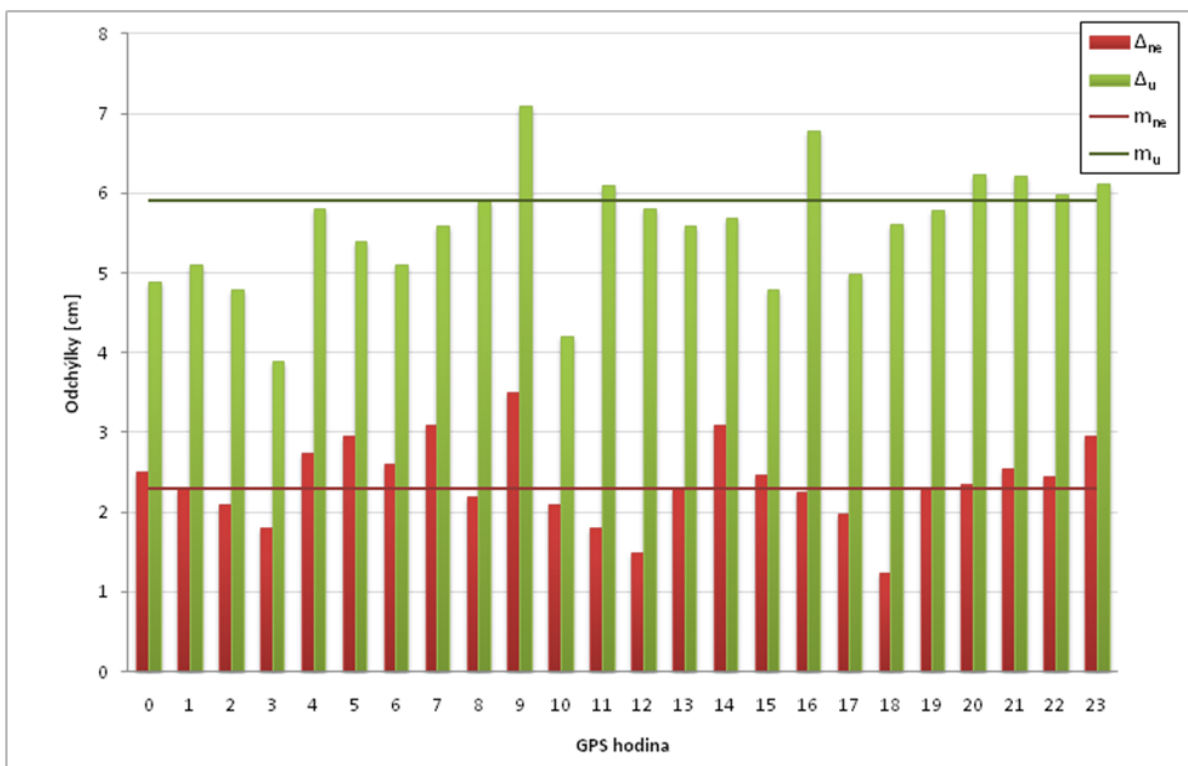
V súčasnosti SKPOS obsahuje 30 referenčných staníc. Na to, aby sa celé územie Slovenska otestovalo každú hodinu, odporúčili sme rozdeliť testovanie na dve nezávislé riešenia: západ (15 testovacích území) a východ (15 testovacích území). Testovanie oboch riešení bude prebiehať súbežne. Každé testovanie (meranie) bude trvať 3 minúty – čas odporúčaný pre RTK meranie v rámci katastra nehnuteľnosti. Čiže v rámci jedného riešenia bude každú hodinu 15 meraní po 3 minúty. T. j. v rámci dňa pre obe riešenia celkovo 720 meraní (obr. 4.4).



Obr. 4.4 Testovacie body počas jedného dňa

## 4.5 Štatistické spracovanie

Namerané výsledky navrhujeme ďalej štatisticky spracovať. Najprv budú vylúčené všetky hodnoty, v ktorých nebolo dosiahnuté fixné riešenie. Následne budú pomocou Grubbsovoho testu vylúčené odľahlé hodnoty. Z výsledných hodnôt určíme priemer súradníc  $\varphi/\lambda/h$ , ktoré budú transformované do lokálneho topocentrického súradnicového systému n/e/u s počiatkom v referenčnej polohe referenčnej stanice. Ako výsledok testovania navrhujeme grafické znázornenie odchýlok v polohe  $\Delta_{ne}$  a výške  $\Delta_u$  pre každú testovaciu oblasť s hodinovým intervalom. Vodorovnými čiarami budú znázornené denné smerodajné odchýlky pre polohu  $m_{ne}$  a výšku  $m_u$  (obr. 4.5).



obr. 4.5 Návrh grafického znázornenia odchýlok

## 4.6 Automatizácia riešenia

Keďže celý monitoring má byť automatizovaný, navrhli sme ovládanie softvéru RTKNAVI pomocou skriptovacieho nástroja AutoHotkey.

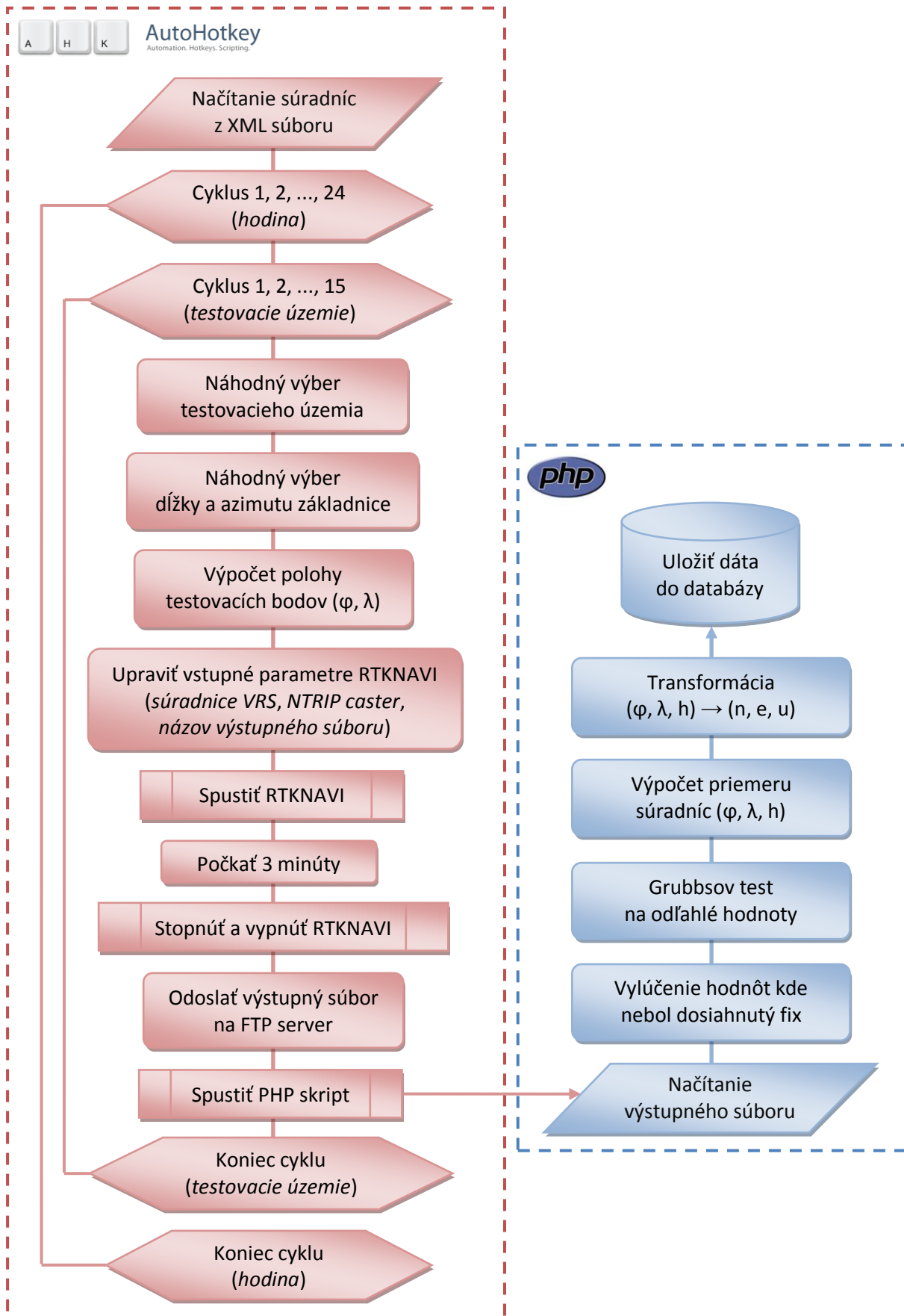
AutoHotkey je open source skriptovací nástroj pre Windows, ktorý nám umožňuje [11]:

- automatizovať takmer čokoľvek odoslaním klávesových skratiek alebo kliknutí myšou,
- vytvárať skratky pre klávesnicu, myš alebo iné zariadenie,
- sledovať procesy,
- vytvárať vlastné používateľské rozhranie,
- automaticky vyplňať formuláre, zadávať dáta,
- spúšťať a kopírovať súbory,
- kompilovať skripty do exe súborov, ktoré sú spustiteľné bez inštalácie AutoHotkey nástroja.

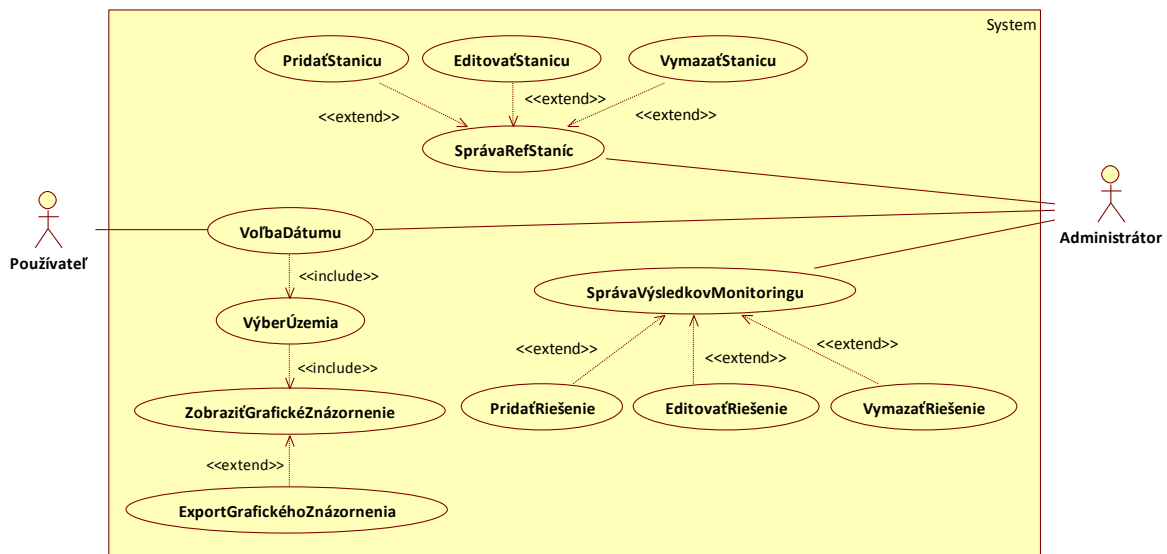
Pomocou AutoHotkey skriptu dokážeme riadiť celý systém monitoringu. Raz za deň sa načíta XML súbor so súradnicami referenčných staníc. Každú hodinu sa spustí cyklus monitoringu, v rámci ktorého sa náhodne vyberie testovacie územie a v rámci neho sa náhodne vygeneruje dĺžka a azimut základnice. Z nich sa priamou geodetickou úlohou vypočítajú súradnice testovacieho bodu a upraví sa vstupné parametre pre softvér RTKNAVI, ktorý sa spustí po dobu troch minút. Softvér po úspešnej inicializácii počíta polohu pre zadanú referenčnú stanicu a ukladá riešenie do výstupného súboru. Tento súbor bude odosielaný na FTP server, štatisticky spracovávaný PHP skriptom (Kapitola 4.5), a výsledné odchýlky budú ukladané do databázy MySQL. Vývojový diagram riešenia sa nachádza v kapitole 4.7.

Používateľské rozhranie bude napísané v značkových jazykoch HTML, CSS za pomoci programovacích jazykov PHP a JavaScript (jQuery). Používateľ bude mať možnosť výberu dátumu a testovacieho územia, v rámci ktorého sa mu zobrazí grafické znázornenie odchýlok.

## 4.7 Vývojový diagram riešenia



#### 4.7.1 UML diagram prípadov použitia



#### 4.8 Overenie správnosti virtuálneho riešenia pomocou dočasnej monitorovacej stanice

Ako už bolo spomenuté v kapitole 3.2, výsledky z virtuálneho riešenia sa môžu od skutočných hodnôt líšiť. Preto navrhujeme overiť správnosť nami navrhovaného riešenia pomocou dočasne umiestnenej monitorovacej stanice. Stanica by mala permanentne observovať a dáta z nej by sa mali vyhodnocovať softvérom RTKNAVI tak isto ako pri virtuálnom riešení. Súbežne tak dostaneme výsledky monitoringu z oboch riešení:

- z fyzickej monitorovacej stanice,
- z virtuálneho riešenia pre polohu monitorovacej stanice.

Rozdiel medzi týmito riešeniami bude predstavovať odchýlku virtuálneho riešenia od skutočnej reálnej hodnoty v teréne a pomôže nám tak zhodnotiť kvalitu virtuálneho riešenia.

## **Záver**

Predložený návrh monitoringu kvality sieťového riešenia SKPOS spĺňa všetky požiadavky kladené správcom služby. Jeho zavedenie by poskytovalo správcovi, ale aj samotným používateľom dôležité informácie o kvalite sieťového riešenia v jednotlivých lokalitách Slovenska. Používateľ by si tak pred, počas a aj po skončení svojho merania mohol overiť presnosť služby v záujmovej lokalite. Zavedenie monitoringu kvality sieťového riešenia by bolo ďalším krokom k skvalitneniu poskytovaných služieb SKPOS.

## **PodĎakovanie**

Touto cestou by som sa chcel poďakovať Geodetickému a kartografickému ústavu Bratislava, a konzultantovi mojej práce Ing. Branislavovi Droščákovi, PhD. za cenné rady a pripomienky a umožnenie pracovať na tomto projekte.

## Zoznam použitej literatúry

- [1] GKÚ web: [www.gku.sk](http://www.gku.sk) – webová stránka Geodetického a kartografického ústavu Bratislava
- [2] Ferianc, D. - Leitmannová, K. - Šalátová, E.: SKPOS - Slovenská priestorová observačná služba. XIII. medzinárodné slovensko-poľsko-české geodetické dni, Liptovský Ján, 2007.
- [3] Droščák B.: *Skúsenosti z monitorovania stability staníc SKPOS*. Seminár družicové technológie a súčasná geodézia, Ústav geodézie Fakulty stavební VUT v Brne, 2010.
- [4] Landau, H. - Vollath, U. – Chen, X. 2002. Virtual reference station systems. In *Journal of Global Positioning Systems*. Vol. 1, no. 2, p. 137-143.
- [5] Trimble GPSNet SOFTWARE: *Technical Notes*.
- [6] Horváth, T.: *GNSSnet.hu system monitoring and quality control*. 17<sup>th</sup> Conference of the EUPOS ISC, Novi Sad Serbia, 2010.
- [7] GNSSnet web: [www.gnssnet.hu](http://www.gnssnet.hu) – webová stránka siete permanentných staníc GNSSnet
- [8] Lukeš, Z. – Mervant, L. – Rezníček, J. – Šnajdrová, M. 2010. Kontrola presnosti síťového řešení CZEPOS v reálnom čase. In *Seminár s medzinárodní účastí Družicové metody v geodezii a katastru*. Brno : Vysoké učení technické v Brne, fakulta stavební, 2010.
- [9] CZEPOS web: <http://czepos.cuzk.cz> – webová stránka siete permanentných staníc GNSS Českej republiky
- [10] Takasu, T. 2011. *RTKLIB ver. 2.4.1 Manual*. [Online]. Dostupné na internete: [http://www.rtklib.com/prog/manual\\_2.4.1.pdf](http://www.rtklib.com/prog/manual_2.4.1.pdf)
- [11] Web AutoHotkey: [www.autohotkey.com](http://www.autohotkey.com) – webová stránka skriptovacieho nástroja AutoHotkey
- [12] Web RTKLIB: [www.rtklib.com](http://www.rtklib.com) – webová stránka open source softvéru RTKLIB