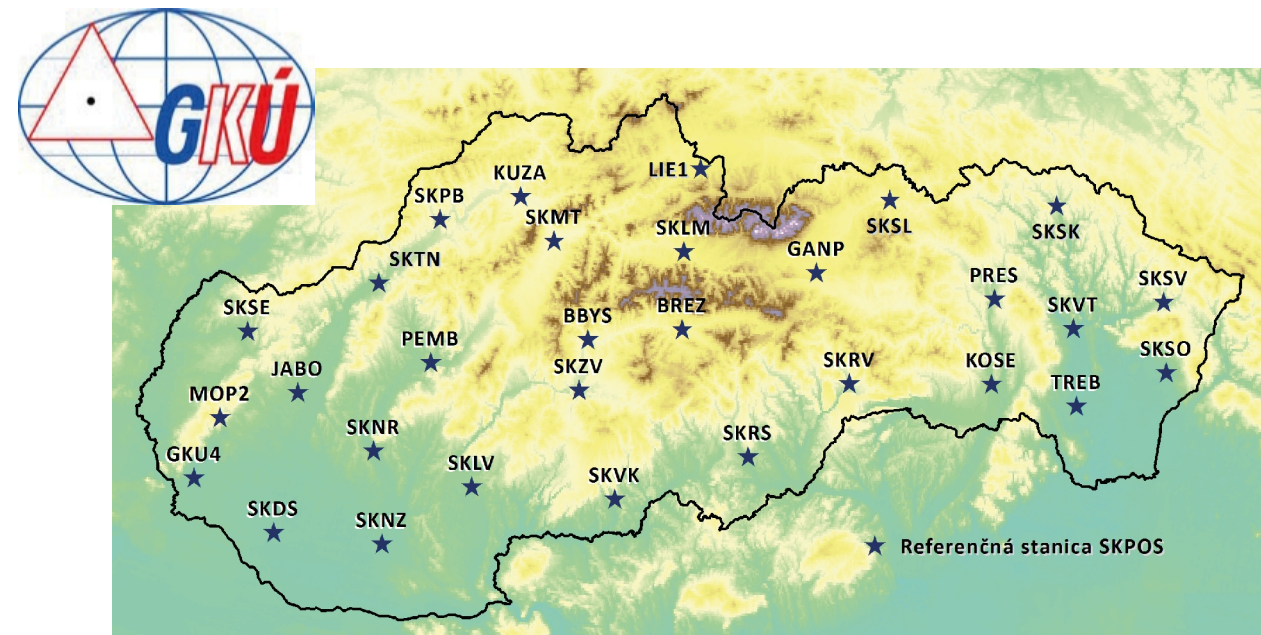


Monitoring kvality sieťového riešenia SKPOS v reálnom čase

Slovenská priestorová observačná služba (SKPOS) je prístupná svojim používateľom od konca roku 2006. Od samotného počiatku svojou infraštruktúrou permanentných staníc GNSS reprezentuje aktívne geodetické základy Slovenska a zabezpečuje realizáciu referenčného systému ETRS89 na celom území štátu. Je preto nesmierne dôležité vykonávať nepretržitý monitoring kvality poskytovaného sieťového riešenia, aby si bol správca ako aj používatelia služby istý jeho spoľahlivosťou.

SKPOS a potreba monitoringu sieťového riešenia SKPOS

Podľa zákona č. 600/2008 Z. z. z 3. decembra 2008, ktorým sa mení a dopĺňa zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov a o zmene ďalších zákonov, sa permanentná lokalizačná služba, ktorá využíva globálne navigačné satelitné systémy definuje ako sieť kooperujúcich staníc, ktorá spracúva a v reálnom čase poskytuje geocentrické súradnice na presnú lokalizáciu objektov a javov. Infraštruktúra SKPOS (www.skpos.gku.sk) je tvorená: legislatívou, referenčnými stanicami na príjem GNSS signálov, národným servisným centrom, zriadeným v správu geodetických základov v Geodetickom a kartografickom ústave Bratislava a virtuálnu privátnu sieťou, slúžiacu na prenos dát z referenčných staníc do národného servisného centra.



Obr. 1: Mapa referenčných staníc SKPOS

Podľa ods. (2), §4 zákona NR SR č. 215/1995 Z. z. 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.

Základné požiadavky na monitoring SKPOS kladené správcom služby:

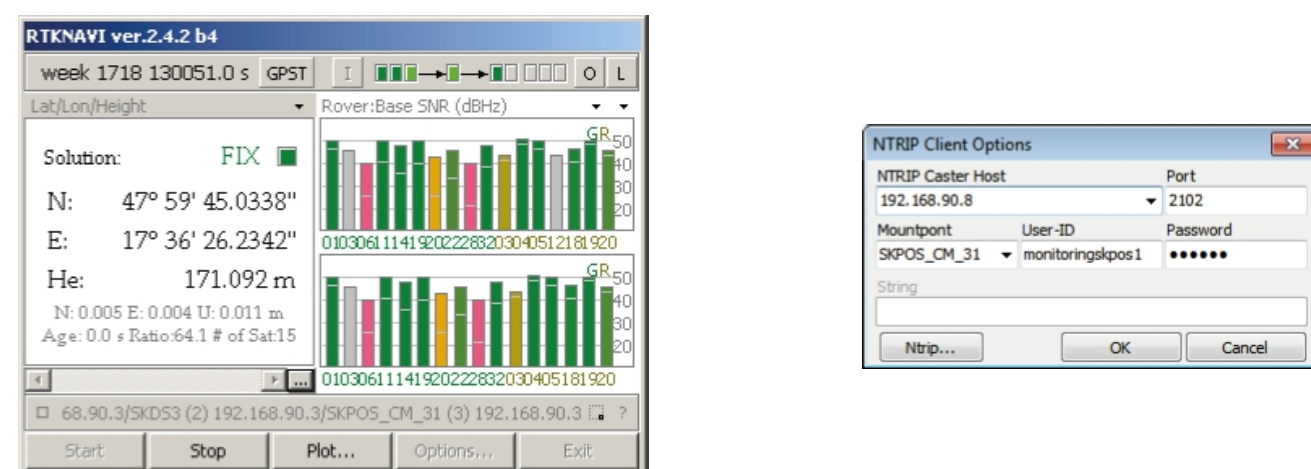
- monitorované musí byť celé územie Slovenska,
- monitorovanie musí byť automatizované,
- v prípade záujmu majú byť výsledky dostupné pre používateľov služby,
- vyhnúť sa budovaniu množstva reálnych monitorovacích staníc,
- vyhnúť sa drahým softvérovým riešeniam.

Na základe uvedených požiadaviek a nastudovaných informácií bolo rozhodnuté použiť virtuálne riešenie s využitím konceptu VRS. Jadrom kontroly riešenia je program RTKNAVI softvérového balíčka RTKLIB. Riešenie je založené na tom, že program RTKNAVI simuluje rover stojaci na známom bode, pripája sa do SKPOS, a na základe sieťového riešenia počíta základnicu Rover (VRS) – Referenčná stanica. Kritériom kvality sú potom odchýlky medzi vypočítanou a referenčnou (známu) polohou stanice.

Monitoring sieťového riešenia SKPOS

RTKLIB

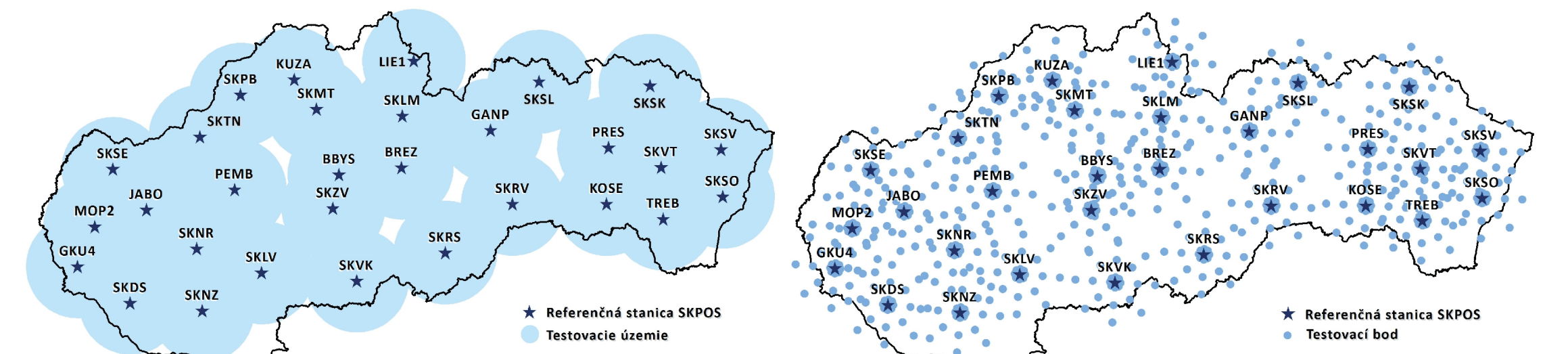
RTKLIB je open source balíček programov pre štandardné a presné určovanie GNSS polohy vydávaný pod licenciou BSD-2. Skladá sa z programových knižnic a aplikačných programov, ktoré sú napísané v jazyku ANSI C. Aplikačné rozhranie je dostupné pre operačné systémy Linux/Unix a Windows. Pre výpočet polohy v reálnom čase je využívaný softvér RTKNAVI. Vstupné dáta tvoria observácie z GNSS prijímačov a efemeridy družíc.



Obr. 2: Aplikačné rozhranie softvéru RTKNAVI a pripájanie pomocou NTRIP castera

Voľba testovacích bodov

Slovensko je rozdelené na územia kruhového tvaru so stredom v referenčných stanicách. V rámci každého územia sú testovacie body volené vo vzdialenosti: 3km, 13km alebo 23km. Azimut testovacej základnice nadobúda hodnoty: 0°, 45°, 90°, ..., 315°. Každé územie je testované raz za hodinu vždy inou kombináciou vzdialenosti a azimutu v rámci jedného dňa. Tieto kombinácie sú náhodne generované pre každé územie a každý deň. Taktiež poradie testovania území v rámci jednej hodiny je generované náhodne. Každé testovanie (meranie) trvá 120 epoch (2 minúty) – čas odporúčaný pre určovanie polohy podrobných geodetických bodov RTK metódou, stanovený vyhláškou Úradu geodézie, kartografie a katastra SR č. 75/2011.

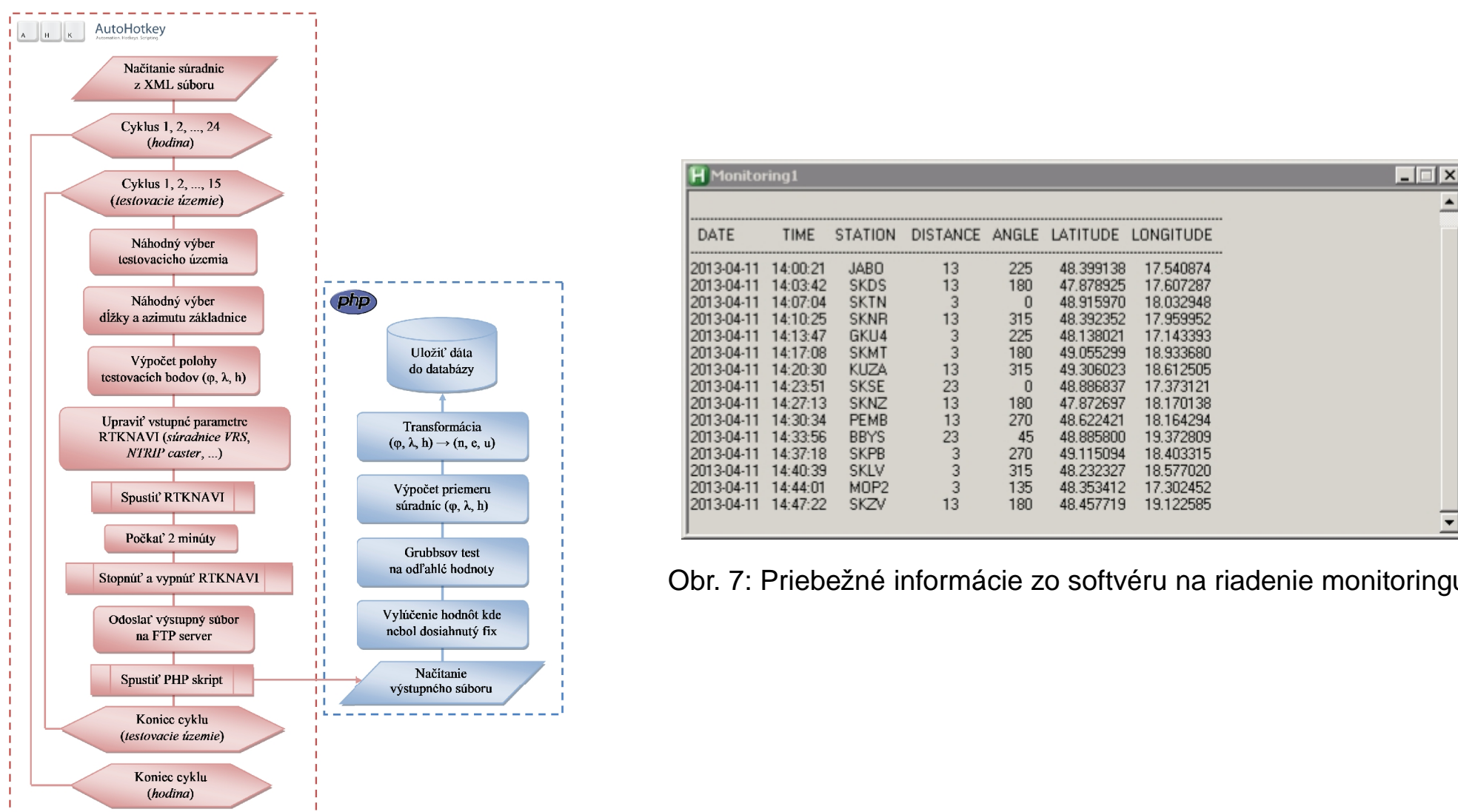


Obr. 3: Monitorované územia

Obr. 4: Testovacie body

Automatizácia riešenia

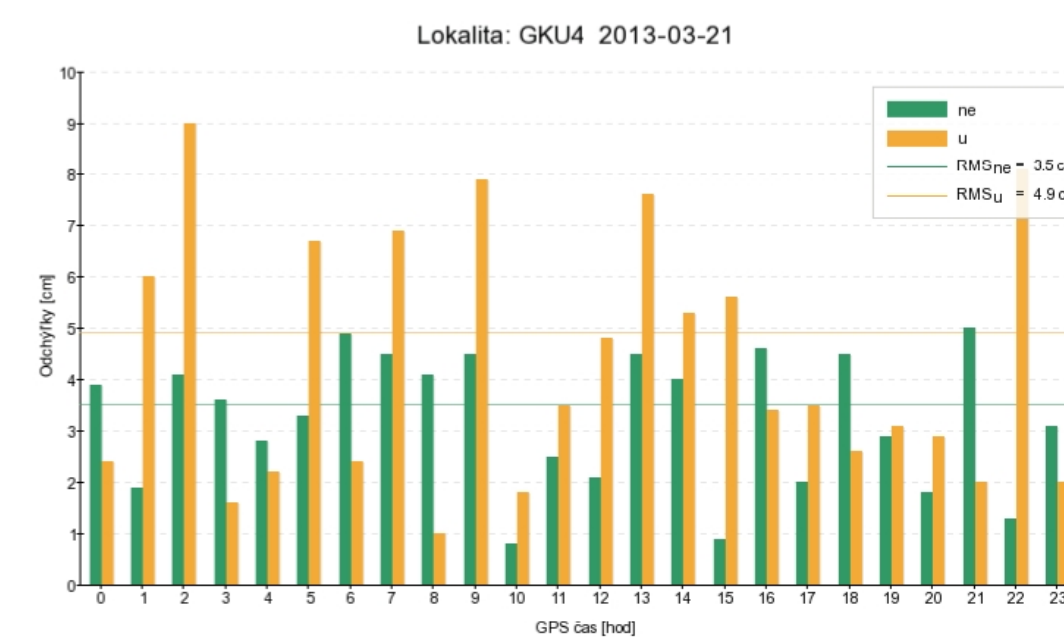
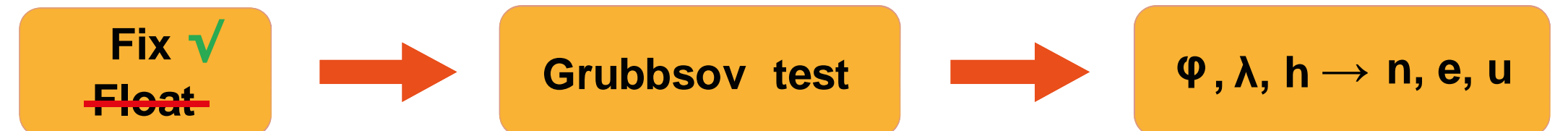
Celý monitoring pracuje automatizovane bez zásahu správcu služby. Všetky procedúry sú riadené softvérom napísaným v skriptovacom nástroji AutoHotkey.



Obr. 6: Schéma riešenia monitoringu

Obr. 7: Priebežné informácie zo softvéru na riadenie monitoringu

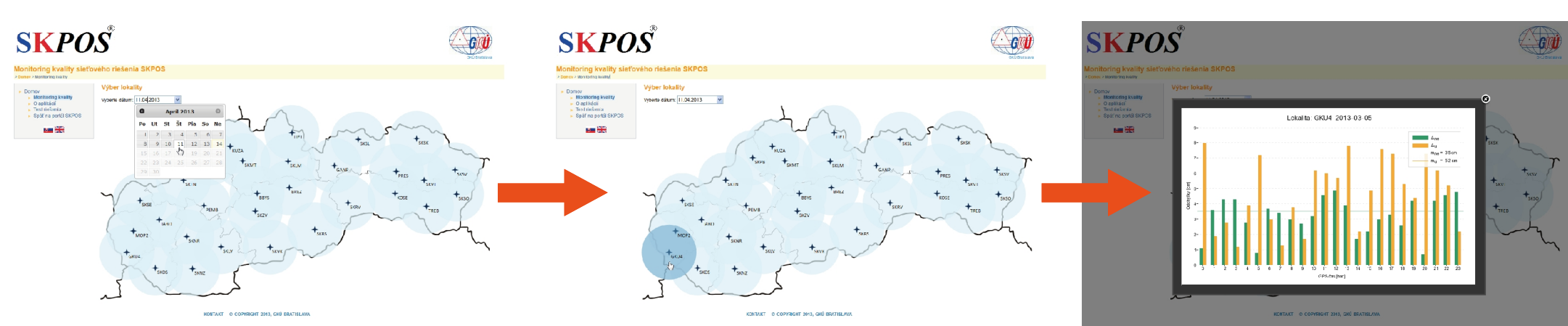
Štatistické spracovanie



Obr. 5: Grafické znázornenie odchýlok v polohe a výške

Grafické rozhranie pre používateľov

Grafické rozhranie je vytvorené kombináciou jazykov HTML a CSS, dizajn vychádzal zo súčasného portálu SKPOS. Dynamické prvky sú vytvorené v jazyku PHP a metódou AJAX (Asynchronous JavaScript + XML) sú odosielané na stranu klienta bez nutnosti znovu načítavať obsah celej stránky, čo výrazne zvyšuje rýchlosť načítania a pridáva na interaktivitu. V aplikácii sú okrem výsledkov publikované základné informácie o monitoringu a výstupy z jednotlivých testov na overenie presnosti riešenia. Aplikácia je dostupná v dvoch jazykových mutáciách: v slovenskej a anglickej.



Obr. 8: Grafické rozhranie pre používateľov služby

Overenie správnosti riešenia

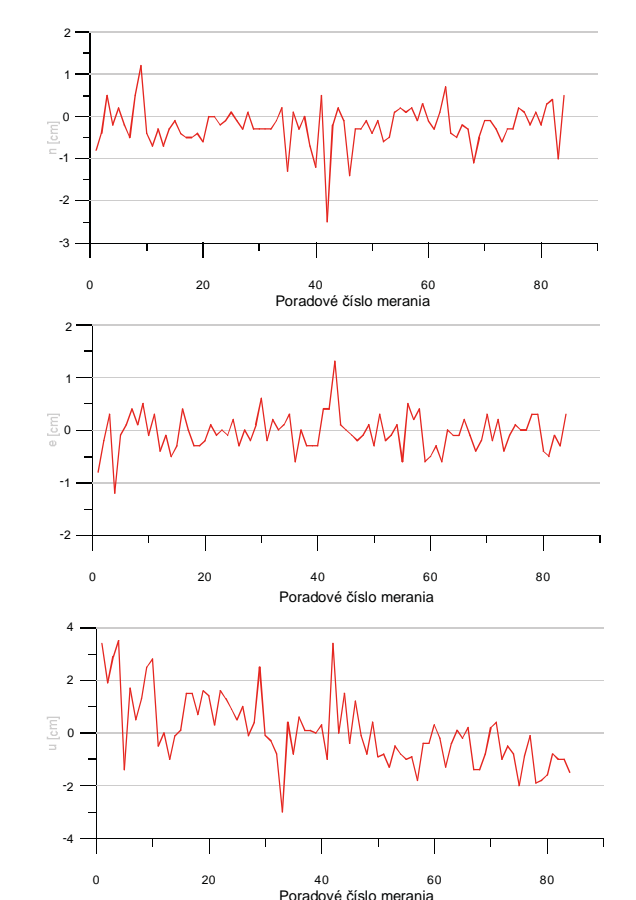
Výsledky virtuálneho riešenia sa môžu od skutočných hodnôt líšiť. Preto boli vykonané testy na:

- overenie správnosti virtuálneho riešenia:

	n [cm]	e [cm]	u [cm]
Počet hodnôt	777	777	777
Minimálna hodnota	-3,2	-1,7	-3,0
Maximálna hodnota	2,3	2,7	6,8
Priemer	0,49	0,24	0,52
Stredná chyba	0,64	0,39	1,63

- overenie správnosti výpočtového softvéru:

	n [cm]	e [cm]	u [cm]
Počet hodnôt	32 478	32 478	32 478
Minimálna hodnota	-1,7	-0,8	-0,8
Maximálna hodnota	1,0	1,5	5,0
Priemer	-0,21	0,14	0,85
Stredná chyba	0,32	0,29	0,62



Obr. 9: Odchýlky virtuálneho riešenia od výpočtu priamej základnice BBYS → SKZV

Záver a poďakovanie

Monitoring kvality sieťového riešenia neposkytuje informácie o presnosti konkrétnych meraní v teréne, ktoré sú závislé od dĺžky observácie, vnútornej presnosti prístroja a pod., ale poskytuje informácie o sieťovom riešení, teda s akou presnosťou dokáže služba generovať virtuálne referenčné stanice. Správnosť navrhnutého a zrealizovaného monitoringu bola skontrolovaná na základe testov na overenie správnosti virtuálneho riešenia a správnosti výpočtového softvéru. Tieto testy preukázali, že koncept virtuálneho monitoringu je veľmi blízky skutočným hodnotám v teréne, a preto je použiteľný na monitoring celého sieťového riešenia. Prvé výsledky z monitoringu sú v súlade s očakávanými hodnotami a deklarovanou presnosťou SKPOS no potvrdil sa fakt, že sieťové riešenie je v čase premenlivé, a preto je nutné, aby používatelia služby svoje meranie opakovali v určitom časovom intervale. Okrem hlavného účelu, a to monitorovania kvality sieťového riešenia, nám aplikácia poskytuje ďalšie dôležité informácie o fungovaní a prevádzke služby, závislosti odchýlok od času, ročného obdobia a pod. Zavedenie monitoringu do ostrej prevádzky by poskytovalo správcovi, ale aj samotným používateľom, dôležité informácie o kvalite sieťového riešenia v jednotlivých lokalitách a v ťubovoľnom čase. Používateľ by si tak pred, počas aj po skončení merania mohol overiť presnosť služby v záujmovej lokalite.

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