

ktorou sa novelizovala vykonávacia vyhláška ku katastrálnemu zákonu. Jej spracovanie si vynútil neutešený stav, v akom sa nachádzal súbor geodetických informácií katastra nehnuteľností, ktorý navyše vykazoval tendenciu k stále horšej situácii v evidovaní hraníc nehnuteľností. Táto stručná novela vytvorila legislatívny predpoklad na riadne a bezproblémové plnenie povinností v tejto oblasti. Jej hlavnou súčasťou je definovanie spôsobu aktualizácie číselných vektorových katastrálnych máp a špecifikovanie dvoch spôsobov aktualizácie vektorovej katastrálnej mapy nečíselnej.

Ďalšou významnou zmenou, ktorá ovplyvnila prácu rezortných, ale aj mimorezortných zhotoviteľov geodetických a kartografických prác pre kataster nehnuteľností, bolo definovanie dvojkrokovej transformácie súradníc z realizácie ETRS 89 do realizácie JTSK03 a následne do realizácie S-JTSK, ktorá je záväzná pre preberanie výsledkov geodetických a kartografických činností do katastrálneho operátu. Na tento účel bola rozhodnutím ÚGKK SR zriadená rezortná transformačná služba a zadefinovaná prevodná interpolačná tabuľka.

V súčasnosti vrcholia práce na príprave novely vyhlášky č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o geodézii a kartografii, ktorej cieľom je zosúladiť používanie realizácií JTSK03 a JTSK vo vybraných geodetických činnostiach, tak ako bolo dohodnuté na spoločnom rokovaní so zástupcami Komory geodetov a kartografov.

V máji 2013 sa nám podarilo nasadiť do produkčnej prevádzky prvý z projektov OPIS – Základná báza údajov pre geografický informačný systém – pracuje sa už len na napojení elektronických služieb na Ústredný portál verejnej správy a jeho moduly. Od tohto dátumu sú k dispozícii vyhľadávacie, zobrazovacie, transformačné a konverzné služby cez jeden prístupový bod, ktorým je rezortný geoportál.

V neľahkých podmienkach sa za 11 mesiacov roka 2013 podarilo zhotoviteľom registrov obnovenej evidencie pozemkov (ďalej len „registre“) ukončiť, správam katastra, resp.

katastrálnym odborom okresných úradov zapísať a ÚGKK SR uhradiť 201 registrov, čo samo osebe predstavuje rekordný počet v jednom roku ukončených registrov, ktoré boli zadané bývalými katastrálnymi úradmi. K 30. 11. 2013 ostávalo dokončiť ešte 287 registrov. Naozaj dúfame a veríme, že s podporou Ministerstva financií SR ukončíme túto úlohu v zmysle uznesení vlády SR do 31. 12. 2014.

Z uvedeného je zrejmé, že rozvoj nášho rezortu pokračoval aj v roku 2013, na čom majú zásluhu všetci pracovníci rezortu, ktorí svojou každodennou prácou zabezpečujú riadny výkon na všetkých úsekoch činností, s osobitným dôrazom na poskytovanie našich služieb verejnosti.

Je toho na riešenie v stále ťažších podmienkach dosť. Ubezpečujem vás, že chuť do práce mne ani mojim kolegom stále nechýba. Teší nás, že sa naše rady obohacujú stále viac o odborníkov z externého prostredia, ktorých dlhoročné praktické skúsenosti s konkrétnou odbornou činnosťou sú neoceniteľné. To sú atribúty, na ktorých chceme stavať aj v budúcnosti. Sústrediť sa na to, ako sa veci urobiť dajú. Ťahať za jeden povraz sa paradoxne účinne dá, aj keď pracujeme v podmienkach, ktoré zjednocovaniu a riadeniu nie sú momentálne príliš naklonené. Tak ako aj katastrálny operát je vždy iba jeden, či už ho využívame na kumulovanie zisku, alebo na ústavnú ochranu vlastníctva a budovanie informačného systému pre všetky zákonmi stanovené funkcie. Spoločným menovateľom by vždy mali byť záujmy štátu aj občana. A o tie sa budeme naďalej, aj v spolupráci so všetkými pracovníkmi ÚGKK SR a verím, že aj s vami, snažiť.

Za celoročnú prácu a podporu činností nášho rezortu Vám všetkým patrí vďaka a zároveň Vám za všetkých pracovníkov ÚGKK SR prajem príjemný vstup do nového roka 2014, ktorý Vám, dúfam, prinesie zdravie, šťastie a veľa úspechov pri dosahovaní Vašich cieľov a predsavzatí.

Do redakcie došlo: 6. 12. 2013

Nezávislé on-line monitorovanie kvality sieťového riešenia SKPOS®

Ing. Branislav Droščák, PhD.,
Ing. Karol Smolík,
Geodetický a kartografický ústav
Bratislava

Abstrakt

Snaha vylepšovať a rozvíjať aktivity v oblasti poskytovania georeferenčných služieb viedla Geodetický a kartografický ústav Bratislava, správcu Slovenskej priestorovej observačnej služby (SKPOS®), k vytvoreniu nezávislého nástroja na on-line monitorovanie kvality sieťového riešenia SKPOS® a k poskytovaniu jeho výsledkov verejnosti. Aplikácia „Monitoring kvality sieťového riešenia SKPOS®“ bola vytvorená pracovníkmi oddelenia analýz geodetických základov a na webovej stránke služby je dostupná od 1. 10. 2013. Článok popisuje nielen princíp aplikácie, ale aj prvé skúsenosti získané z jej nasadenia do prevádzky.

Independent Online Monitoring of SKPOS® Network Solution Quality

Summary

Effort to improve and develop activity in the field of georeference services provision led Geodetic and Cartographic Institute Bratislava as Slovak real time positioning service (SKPOS®) administrator to creation of the new independent tool for online monitoring of SKPOS® network solution quality and to provision its results to public. „SKPOS® network solution quality“ application was successfully developed by Geodetic control analysis section and has been available on the SKPOS® web page from the 1st October 2013. The article describes both the principle of the application and the first results achieved from its launch.

Keywords: SKPOS, quality, monitoring, RTKLIB

1. Úvod

Slovenská priestorová observačná služba (SKPOS®), predstavujúca v súčasnosti najvyužívanejšiu službu v rámci geodetických základov Slovenskej republiky (SR), je prístupná širokému spektru používateľov od novembra 2006, keď bola spustená jej pilotná prevádzka [1]. Od tohto dátumu je svojim používateľom k dispozícii 24 hodín denne s minimálnymi výpadkami. Svojou infraštruktúrou permanentných staníc globálnych navigačných družicových systémov (GNSS) reprezentuje aktívne geodetické základy SR a tvorí fundamentálnu časť Štátnej priestorovej siete, t. j. národnú realizáciu Európskeho terestrického referenčného systému 1989 (ETRS 89). Podľa § 4 ods. 2 zákona Národnej rady SR č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov sa Úrad geodézie, kartografie a katastra SR zaväzuje poskytovať kvalitné, moderné a dostupné služby pre používateľov využívajúcich prijímače GNSS pri práci v národných geodetických referenčných systémoch, čo je realizované práve prostredníctvom SKPOS®. Geodetický a kartografický ústav (GKÚ) Bratislava, ako správca SKPOS®, si uvedomuje dôležitosť poznania kvality poskytovaných služieb, preto sa v zmysle koncepcnej stratégie vylepšovania a rozvíjania aktivít v oblasti poskytovania georeferenčných služieb rozhodol vytvoriť nástroj na nezávislé on-line monitorovanie kvality sieťového riešenia SKPOS® využívaného pri kinematickom meraní v reálnom čase (metóda RTK – Real Time Kinematics). Táto úloha bola riešená v rámci diplomovej práce Ing. Smolíka [2] a jej výsledkom bolo vytvorenie aplikácie s názvom „Monitoring kvality sieťového riešenia SKPOS®“. Aplikácia je dostupná širokej verejnosti a všetkým používateľom služby od 1. 10. 2013 cez webovú stránku SKPOS® alebo priamo na adrese <http://monitoringskpos.gku.sk/>. Článok popisuje nielen aplikáciu ako takú, ale aj prvé skúsenosti získané z jej prevádzky.

2. Definovanie požiadaviek na novú aplikáciu

Do spustenia nového nástroja na nezávislé monitorovanie kvality sieťového riešenia SKPOS® bola kontrola kvality sieťového riešenia vykonávaná iba nástrojmi riadiaceho softvéru služby, ktoré nepretržite sledujú integritu siete a vykonávajú monitorovanie jej jednotlivých častí. GKÚ Bratislava používa v súčasnosti na tento účel softvér Trimble Pivot [3], pričom sú monitorované súradnice referenčných staníc, kvalita observačných dát, stav ionosféry, stav troposféry a iné. Keďže ani jeden z uvedených monitoringov necharakterizuje skutočnú (vonkajšiu) kvalitu poskytovaného sieťového riešenia, GKÚ Bratislava sa rozhodol vytvoriť na takéto monitorovanie úplne nový nástroj, ktorý bude nezávislý na monitorovacích moduloch riadiaceho softvéru. Ako prvé bolo nutné definovať základné požiadavky, ktoré mal vyvíjaný nástroj spĺňať, a tie boli:

- monitorované musí byť celé územie SR,
- monitorovanie musí byť automatizované,
- výsledky musia byť dostupné pre používateľov služby prostredníctvom webovej stránky,
- ak to bude možné, treba sa vyhnúť budovaniu množstva reálnych monitorovacích staníc,
- ak to bude možné, treba sa vyhnúť drahým softvérovým riešeniam.

3. Metódy monitorovania kvality sieťového riešenia služieb na určovanie polohy

Na základe uvedených požiadaviek boli zhodnotené obidve v súčasnosti dostupné možnosti monitorovania kvality sieťového riešenia služieb na určovanie polohy:

- monitorovanie pomocou jednej alebo viacerých fyzických monitorovacích staníc,
- monitorovanie pomocou virtuálneho riešenia.

3.1 Monitorovanie pomocou jednej alebo viacerých fyzických monitorovacích staníc

Metóda využívajúca tento typ monitorovania je založená na fyzickom umiestnení jednej alebo viacerých monitorovacích staníc v teréne. Princíp metódy spočíva v tom, že prijímač umiestnený na monitorovacej stanici sa neustále pripája do služby na určovanie polohy a počíta súradnice na základe korekčných údajov poskytnutého sieťového riešenia. Rozdiely získané odpočítaním takto získaných súradníc od referenčných hodnôt súradníc monitorovacej stanice charakterizujú presnosť sieťového riešenia v danom čase a lokalite. Takýto spôsob monitorovania je odporúčaný iniciatívou EUPOS [4] a používaný je napríklad v Maďarsku [5], [6]. Nevýhodou riešenia sú vysoké ekonomické náklady na zriadenie monitorovacích staníc, potreba obstarania monitorovacieho softvéru a nemožnosť monitorovania väčšieho záujmového územia malým počtom staníc [2].

3.2 Monitorovanie pomocou virtuálneho riešenia

Princíp metódy využívajúcej virtuálny prístup je založený na generovaní virtuálnej referenčnej stanice (VRS) pre ľubovoľnú polohu v rámci záujmovej oblasti a následnom vypočítaní základnice, ktorá je tvorená vygenerovanou VRS a najbližšou fyzickou permanentnou stanicou monitorovanej služby na určovanie polohy. VRS v tomto prípade slúži ako báza (jej súradnice sú známe a pri spracovaní základnice „fixované“) a počítané sú súradnice permanentnej stanice. Rozdiely medzi vypočítanými a danými súradnicami permanentnej stanice predstavujú kritérium, pomocou ktorého je hodnotená kvalita služby. Uvedený spôsob monitorovania sieťového riešenia služieb na určovanie polohy je použitý napríklad v Českej republike [7]. Výhoda metódy spočíva v možnosti monitorovania veľkého záujmového územia bez nutnosti fyzického umiestňovania aparátov GNSS v teréne, z čoho vyplývajú nižšie ekonomické náklady. Nevýhodou metódy je, že monitorovanie je založené na virtuálnom princípe, t. j. jeho výsledky sa môžu od skutočných hodnôt líšiť [2].

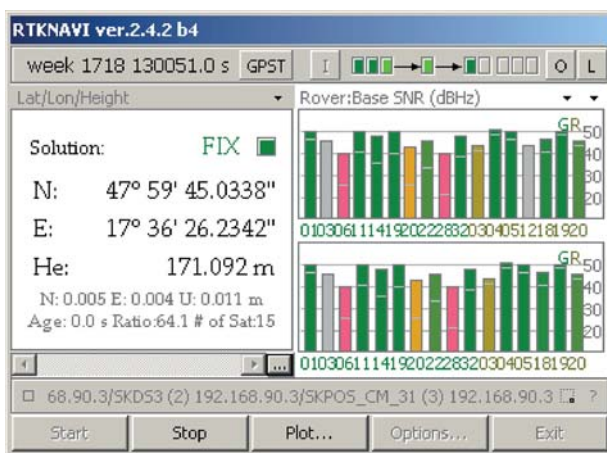
4. Nástroj na on-line monitorovanie kvality sieťového riešenia SKPOS®

Po uvážení zadaných požiadaviek, ktoré mal nový nástroj na monitorovanie kvality sieťového riešenia SKPOS® spĺňať (časť 2), a po vyhodnotení informácií o jednotlivých typoch monitorovania (časť 3) bola navrhnutá koncepcia tvorby nového nástroja [8]. Na jej základe bolo rozhodnuté, že vyvíjaný nástroj bude využívať metódu monitorovania kvality sieťového riešenia pomocou virtuálneho

prístupu, pričom sa hlavným zdrojom inšpirácie stala webová aplikácia monitorujúca kvalitu siete permanentných staníc GNSS Českej republiky CZEPOS [9]. Za jadro riešenia bol zvolený program RTKNAVI [10]. Kritériom na posudzovanie kvality sieťového riešenia služby mali byť odchýlky medzi novourčenou a danou polohou permanentnej stanice SKPOS®. Detailný popis a charakteristika celého princípu monitorovacieho nástroja sa nachádza v [2]. Na účely článku sú vybraté a ďalej popísané iba jeho najdôležitejšie časti.

4.1 Aplikčný program RTKNAVI

RTKNAVI (obr. 1), ako jeden z aplikčných programov open source softvérového balíčka RTKLIB [10], slúži na spracovávanie údajov GNSS v reálnom čase. Jeho úlohou v rámci monitorovacieho nástroja kvality sieťového riešenia SKPOS® je simulovať meranie fyzickou monitorovacou stanicou,



Obr. 1 Ukážka aplikčného rozhrania programu RTKNAVI

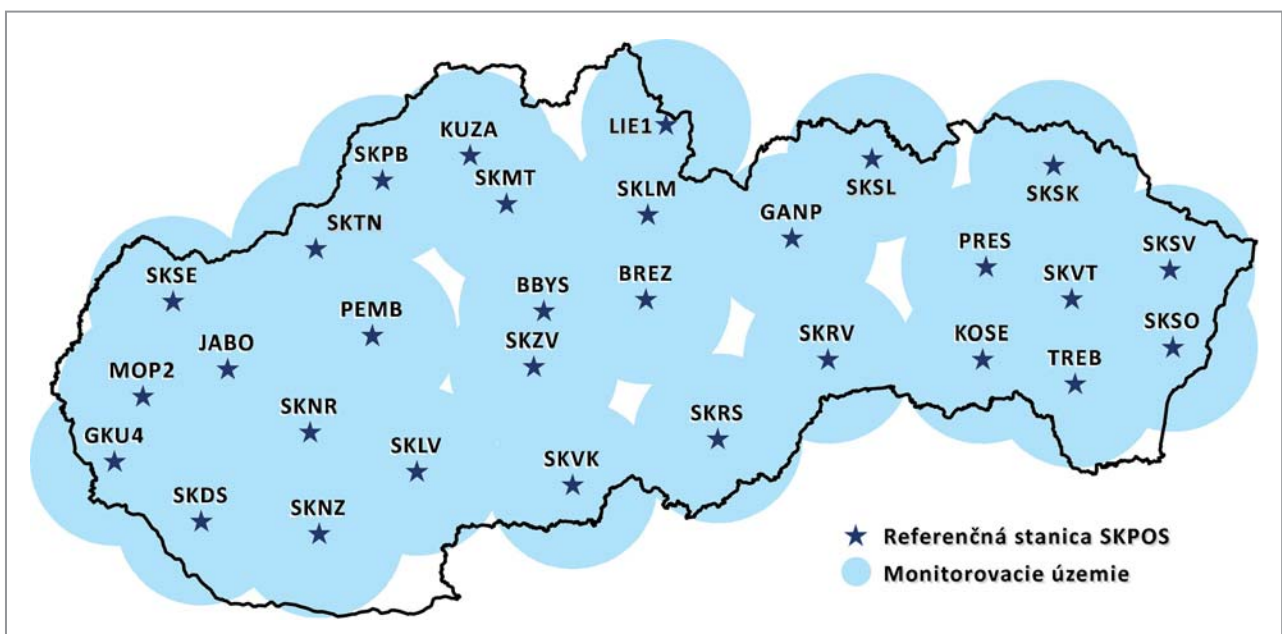
t. j. pripájať sa do SKPOS® a počítať základnice tvorené účelovo generovanou VRS a zvolenou (spravidla najbližšou) permanentnou stanicou.

Ako vstupné údaje do spracovania základníc softvérom RTKNAVI sú použité observačné údaje z jednotlivých permanentných staníc SKPOS® (spolu s vysielanými navigačnými správami) a ako bázy sú použité korekčné údaje VRS generované pre polohy testovacích bodov službou SKPOS_CM_31 [11]. Observačné údaje vstupujú do spracovania vo formáte RTCM3.1. Výsledkom spracovania jednotlivých základníc sú textové súbory obsahujúce okamih spracovania (dátum a čas v časovom systéme UTC), elipsoidické súradnice určovaného bodu, t. j. permanentnej stanice v ETRS 89, informáciu o kvalite spracovania (1=fix, 2=float, 3=sbas, 4=dgps, 5=single, 6=ppp [10]), počet použitých družíc pri spracovaní a ďalšie pomocné údaje. Všetky údaje sú ukladané v sekundovom intervale záznamu.

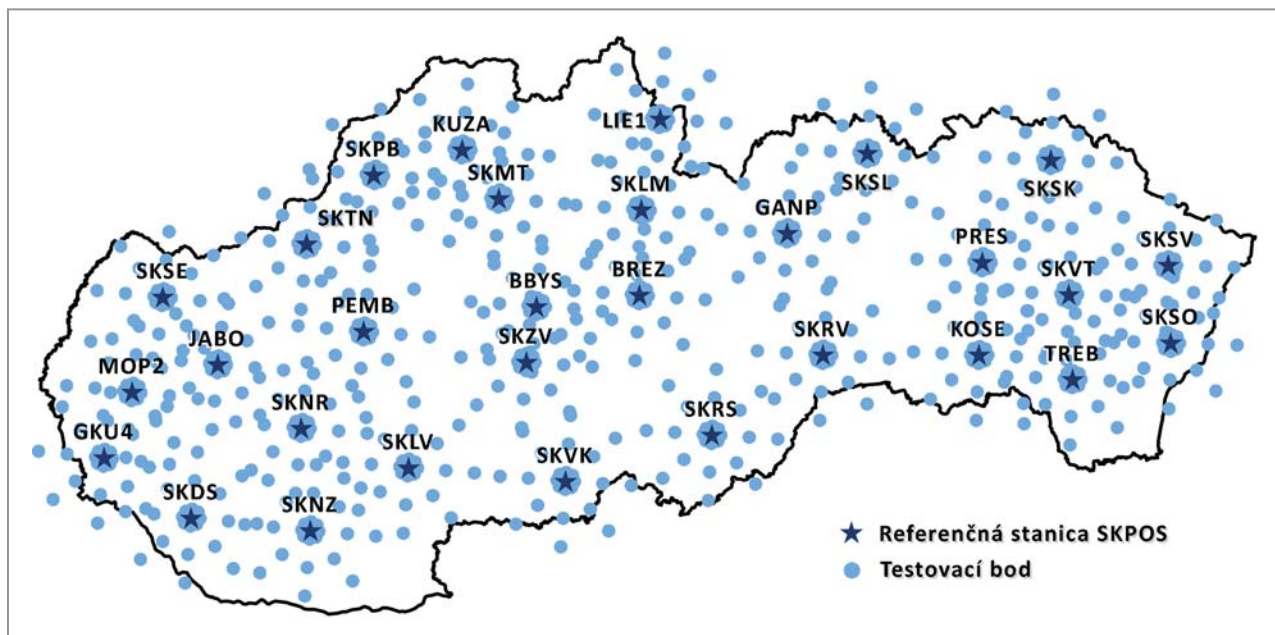
4.2 Poloha testovacích bodov

Slovensko je v rámci aplikácie rozdelené na územia kruhového tvaru so stredom v referenčných (permanentných) stanicach SKPOS® (obr. 2). V každom území sú testované účelovo zvolené fiktívne body, ktorých poloha bola navrhnutá tak, aby testovanie prebehlo čo najrovnomernejšie v jednotlivých lokalitách, ale aj po celom Slovensku (obr. 3). Pre polohy testovacích bodov so známymi súradnicami sa vygenerujú VRS zo sieťového riešenia SKPOS® a údaje z nich slúžia ako vstup do softvéru RTKNAVI.

Výber bodov na testovanie je robený náhodne. Ich poloha je vo vzdialenosti 2, 11 alebo 20 km od referenčnej stanice. Azimut testovacej základnice nadobúda hodnoty 0°, 45°, 90°, ..., 315°. Interval 45° bol zvolený zámerné, aby kombináciou vzdialeností a azimutov bolo dosiahnutých 24 polôh testovacieho bodu v rámci jedného testovacieho územia, čo zabezpečuje, že každé územie je testované raz za hodinu vždy inou kombináciou vzdialenosti a azimutu



Obr. 2 Testovacie územia



Obr. 3 Poloha testovacích bodov

v rámci jedného dňa. Tieto kombinácie sú generované náhodne pre každé územie a každý deň. Poradie testovania území v rámci jednej hodiny je taktiež generované náhodne.

Dĺžka jedného testovania je 120 epoch (2 minúty), čo je presne čas odporúčaný pri určovaní polohy podrobných geodetických bodov metódou RTK, pozri prílohu č. 1 vyhlášky [12]. Zadávané elipsoidické súradnice testovacích bodov sú doplnené o nadmorskú výšku, aby nešlo o generovanie korekcií pre fiktívne body nachádzajúce sa na povrchu elipsoidu, ale o reálne body rešpektujúce výškové usporiadanie Slovenska. Na tento účel bol do programu RTKNAVI implementovaný digitálny výškový model Zeme SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) [13], z ktorého je pre každú polohu testovacieho bodu v procese jeho výberu interpolovaná pomocou bilinéarnej interpolácie nadmorská výška.

4.3 Štatistické spracovanie výsledkov

Aby mohlo dôjsť k zobrazeniu kvalitatívnych charakteristík testovaného sieťového riešenia, je potrebné výstupy zo spracovania testovacích bodov najprv štatisticky vyhodnotiť. V procese vyhodnocovania sú ako prvé zo spracovania vylúčené všetky hodnoty súradníc, v ktorých nebolo dosiahnuté fixné riešenie, t. j. neboli správne vyriešené ambiguity. Z takto odfiltrovaných údajov sú potom pomocou Grubbovho testu [14] vylúčené všetky odľahlé hodnoty a následne sú pre každé testovanie určené finálne aritmetické priemery elipsoidických súradníc. Tieto sú transformované do lokálneho topocentrického súradnicového systému s počiatkom v referenčnej polohe permanentnej stanice SKPOS®, čím sa získajú priamo hodnoty odchýlok charakterizujúcich kvalitu sieťového riešenia v danej lokalite a okamihu v jednotlivých súradnicových zložkách topocentrického systému (n – zložka sever-juh, e – zložka východ-západ, u – výšková zložka). Posledným krokom procesu štatistického spracovania je grafické zobra-

zenie odchýlok, ktoré je vykonané zvlášť pre horizontálnu polohu (rovina ne) a zvlášť pre výšku (u):

$$ne = \sqrt{n^2 + e^2}, \quad (4.1)$$

$$u = |u|. \quad (4.2)$$

Vzorová ukážka výstupu štatistického spracovania jedného dňa okolia jednej stanice je na obr. 4. Pri návrhu grafického zobrazovania odchýlok sme sa opäť inšpirovali výstupmi webovej aplikácie monitorujúcej presnosť sieťového riešenia CZEPOS [9].

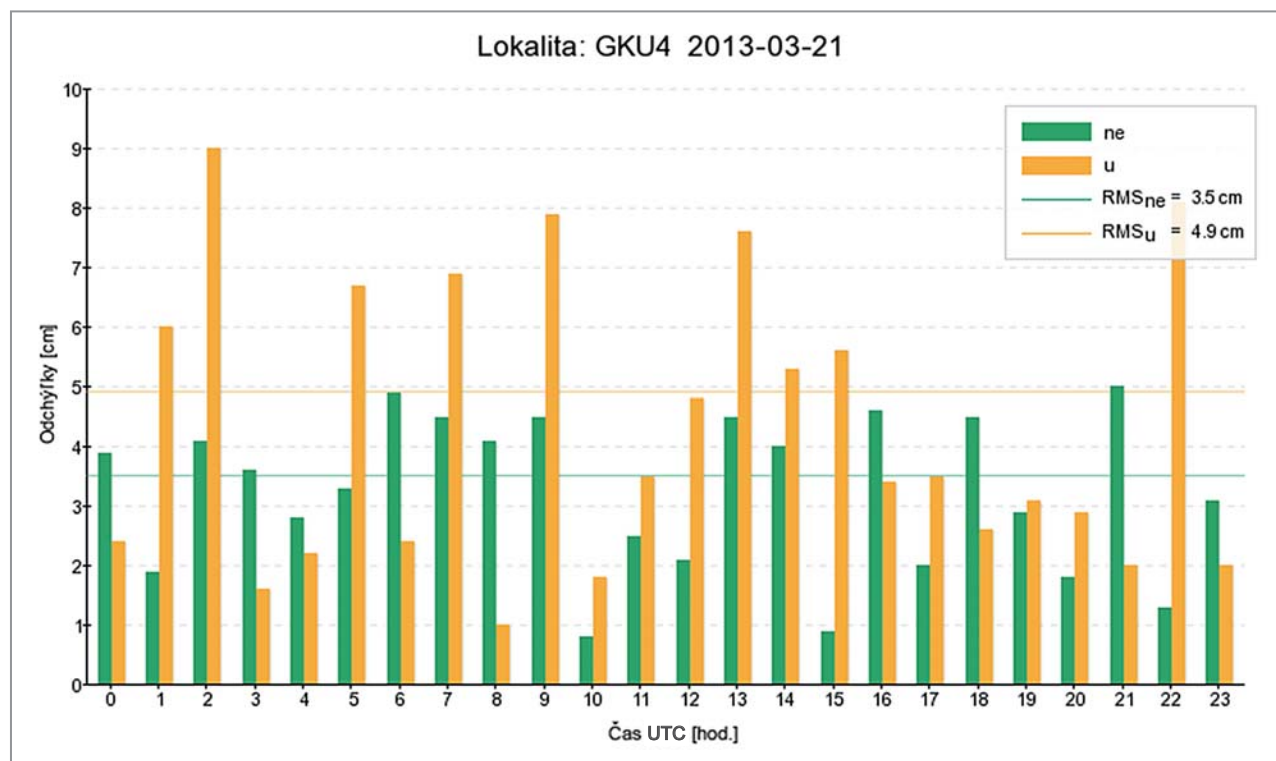
Vodorovné čiary na obr. 4 predstavujú denné kvadratické priemery RMS_{ne} a RMS_u a sú počítané ako:

$$RMS_x = \left(\frac{\sum x_i^2}{n} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (4.3)$$

kde x_i sú jednotlivé odchýlky ne alebo u a n je počet hodnôt.

4.4 Automatizácia riešenia

Proces monitorovania kvality sieťového riešenia SKPOS® prebieha automatizovane. Všetky procedúry sú riadené softvérom napísaným v skriptovacom nástroji AutoHotkey [15]. Každú hodinu sa načíta riadiaci súbor (v tvare XML) obsahujúci nastavenia a súradnice referenčných staníc SKPOS® a zároveň sa spustí cyklus monitorovania, v rámci ktorého sa náhodne vyberie testovacie územie, dĺžka a azimut základnice. Na základe zvolených údajov sa priamou geodetickou úlohou vypočítajú súradnice testovacieho bodu, upraví sa vstupné parametre pre softvér RTKNAVI a spustí sa meranie po dobu dvoch minút. Po úspešnej



Obr. 4 Grafické zobrazenie výsledkov štatistického spracovania jedného dňa okolia permanentnej stanice GKU4

inicializácii sa údaje zo spracovania základnice uložia do výstupného súboru. Tento súbor je následne odoslaný na FTP server, spracuje sa PHP skriptom a vypočítané odchýlky sa uložia do databázy MySQL. Vývojový diagram celého riešenia je znázornený na obr. 5.

Napriek tomu, že celé monitorovanie prebieha úplne automatizovane, teda nie je nutný žiadny zásah správcu do jeho chodu, môžu nastať nepredvídateľné udalosti (napr. vypadnutie stanice zo sieťového riešenia, vypadnutie siete a pod.), o ktorých by mal administrátor vedieť. Pre tieto prípady bol vytvorený varovný systém, ktorý raz za hodinu vykoná kontrolu uložených údajov, odhalí všetky prípadné problémy (napr. spomínaný výpadok stanice, nemožnosť pripojenia sa používateľov do siete, prekročenie stanovených kritických odchýlok a i.) a zistené informácie prostredníctvom e-mailu odošle administrátorovi, ktorý môže v prípade potreby operatívne zakročiť.

4.5 Grafické rozhranie aplikácie

Jednou z hlavných požiadaviek správcu SKPOS® bolo, aby výsledky monitorovania kvality sieťového riešenia SKPOS® boli dostupné pre jej používateľov na webovej stránke. Stalo sa tak 1. 10. 2013, keď bola sprístupnená adresa <http://monitoringskpos.gku.sk/>, na ktorej si každý návštevník môže prezeráť výsledky monitorovania bez nutnosti inštalácie ďalšieho softvéru alebo preberania akýchkoľvek súborov. Vytvorená webová aplikácia je prispôbená súčasným mobilným technológiám, takže používateľ si môže ešte priamo v teréne počas merania overiť kvalitu služby. Grafické rozhranie aplikácie je vytvorené kombináciou jazykov HTML a CSS, pričom základný dizajn (obr. 6) vychádza z dizajnu súčasného portálu SKPOS® [16]. Dynamické prvky

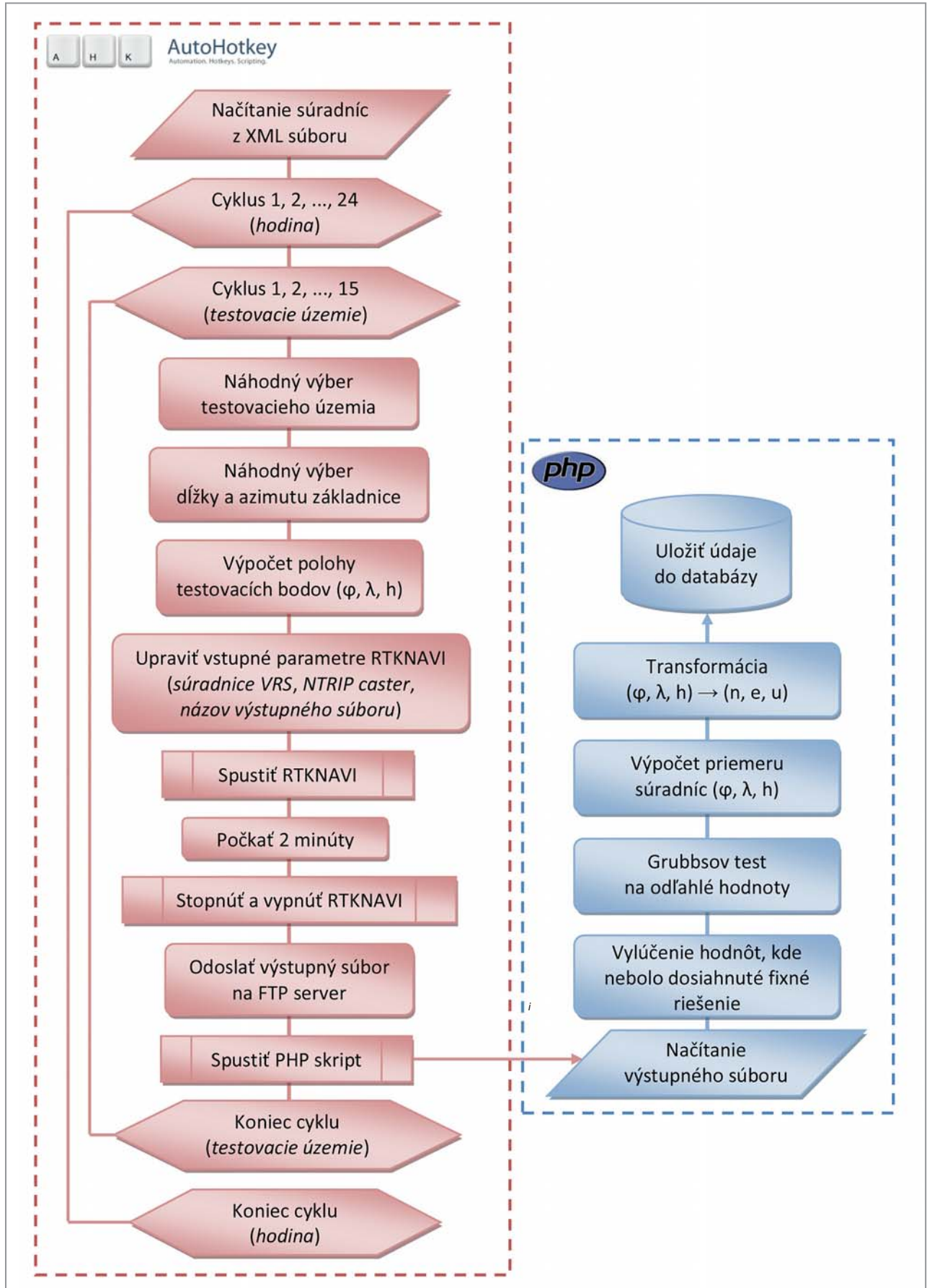
aplikácie sú vytvorené v jazyku PHP a pomocou metódy AJAX (Asynchronous JavaScript + XML) sú odosielané klientovi bez nutnosti opätovného načítavania obsahu celej stránky, čo výrazne zvyšuje rýchlosť načítania a zlepšuje interaktivitu. Popis práce s aplikáciou sa nachádza priamo v textoch dostupných na webovej stránke. Tvorcovia aplikácie vyšli v ústrety aj zahraničným používateľom a celé prostredie je k dispozícii aj v anglickej verzii.

4.6 Overenie správnosti použitého virtuálneho prístupu

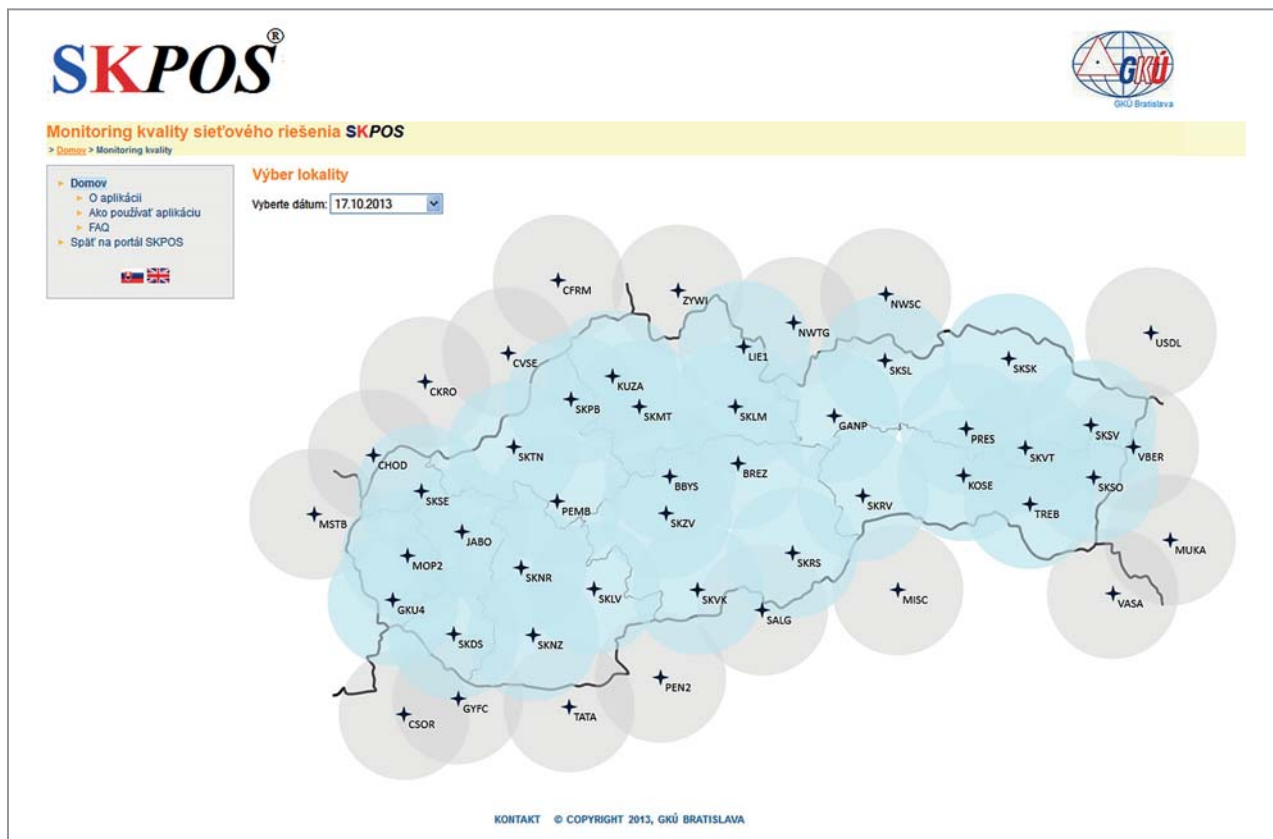
Ako už bolo spomenuté v časti 3.2, nevýhodou použitia virtuálneho prístupu pri monitorovaní kvality sieťového riešenia je, že získané výsledky sa môžu líšiť od skutočných hodnôt. Na overenie výstupov z takéhoto spôsobu monitorovania a potvrdenie ich správnosti bola preto aplikácia v procese vývoja podrobená dvom testom [2], a to:

- **testu na overenie správnosti použitého virtuálneho prístupu** – boli porovnané výsledky získané pomocou virtuálneho riešenia s výsledkami získanými pri použití fyzicky zriadených monitorovacích staníc v rôznych častiach Slovenska s rôznymi dĺžkami základníc,
- **testu na overenie správnosti výpočtového softvéru** – boli porovnané výsledky získané softvérom RTKNAVI s výsledkami získanými pri spracovaní rovnakých údajov softvérom zabudovaným v prijímači.

Výsledky prvého testu preukázali, že odchýlky virtuálneho riešenia od výpočtu priamej základnice tvorenej permanentnou a monitorovacou stanicou len vo výnimočných prípadoch prekračujú hodnoty ± 1 cm v horizontálnych zložkách a ± 2 cm vo výškovej zložke. Testovanie tiež potvrdilo, že priebeh obidvoch riešení do veľkej miery vzá-



Obr. 5 Vývojový diagram monitorovania kvality sieťového riešenia



Obr. 6 Grafické rozhranie aplikácie „Monitoring kvality sieťového riešenia SKPOS“

Tab. 1 Štatistické vyhodnotenie prevádzky aplikácie počas testovacej fázy

	Horizontálna rovina ne	Výšková zložka u
Počet odchýlok	46 388	46 388
Maximálna veľkosť odchýlky [cm]	19,4	19,3
Priemerná veľkosť odchýlky [cm]	1,1	2,3
Stredná chyba [cm]	1,54	2,90

jomne koinciduje, čo potvrdzuje fakt, že použitý virtuálny prístup je veľmi blízky reálnemu meraniu v teréne, preto ho je možné jednoznačne použiť na monitorovanie kvality celého sieťového riešenia.

Takisto druhý test preukázal, že softvér RTKNAVI pracuje správne a ním dosiahnuté odchýlky sú zanedbateľné vzhľadom na deklarovanú presnosť SKPOS[®]. Podrobnejšie informácie o vykonaných testoch a veľkosti jednotlivých odchýlok možno nájsť v [2].

5. Prvé skúsenosti z nasadenia aplikácie do prevádzky

Aplikácia „Monitoring kvality sieťového riešenia SKPOS“ bola spustená do testovacej prevádzky 1. 7. 2013. Po jej trojmesačnom úspešnom testovaní, ktoré pozostávalo najmä zo sledovania a analyzovania veľkosti odchýlok a správneho chodu celej aplikácie, bola oficiálna prevádzka spustená 1. 10. 2013. V ďalšom texte sú načrtnuté prvé skúsenosti a poznatky získané z testovacej fázy jej nasadenia.

5.1 Štatistické vyhodnotenie testovacej prevádzky

Ako prvé boli vyhodnotené veľkosti získaných odchýlok charakterizujúcich kvalitu sieťového riešenia SKPOS[®]. Štatistické údaje prezentované v tab. 1 zodpovedajú spracovaniu údajov z obdobia 1. 7. až 15. 9. 2013. Spolu bolo vyhodnotených 46 388 odchýlok, pričom priemerná veľkosť odchýlky bola v horizontálnej polohe 1,1 cm a vo výške 2,3 cm. Tieto hodnoty sú v súlade s očakávaniami, pretože samotná presnosť SKPOS[®] je podľa [17] charakterizovaná hodnotami 2 až 4 cm.

5.2 Skúsenosti a praktické odporúčania získané z testovacej prevádzky

Na základe prvých analýz výsledkov získaných z testovacej prevádzky aplikácie možno konštatovať, že kvalita sieťového riešenia SKPOS[®] je v čase premenlivá, dokonca v určitých prípadoch až významne, čo potvrdzujú najmä niektoré odľahlé hodnoty odchýlok, ktoré vysoko prevyšujú

vypočítané priemerné hodnoty (pozri položku maximálna veľkosť odchýlky v **tab. 1**). Na základe tohto faktu si preto dovoľujeme tým, ktorí používajú metódu RTK, opätovne pripomenúť opodstatnenosť vykonávania opakovaných meraní s minimálne hodinovým časovým odstupom, aby sa spoľahlivo vyhlí prípadnému chybnému určeniu súradníc.

Analýzou prvotných údajov bolo tiež zistené, že v rámci monitorovania nie vždy dochádzalo k dosiahnutiu fixných riešení, t. j. k spoľahlivému vyriešeniu ambiguit najmä pri spracovaní dlhších základníc. Tento fakt sa prejavoval vo veľkej miere najmä počas denného svitu, preto bol pripísaný vplyvu ionosféry, ktorá je počas tejto fázy dňa dominantná [18]. Na základe uvedených skutočností sme pristúpili k úprave pôvodne navrhnutých dĺžok testovaných základníc z hodnôt 3, 13 a 23 km [2] na hodnoty 2, 11 a 20 km (časť 4.2).

Poznatok týkajúci sa odlišnej veľkosti odchýlok počas denného svitu a noci, spôsobený s najväčšou pravdepodobnosťou spomenutou aktivitou ionosféry, bol štatisticky preukázaný aj výsledkami uvedenými v **tab. 2**. V nej sú uvedené priemerné veľkosti odchýlok vypočítané z viac ako dvojmesačného sledovania zvlášť pre čas denného svitu a zvlášť pre nočný čas. Zaujímavé je, že veľkosť výškovej odchýlky zostáva počas oboch častí dňa nezmenená.

5.3 Zobrazenie priebehu zmien odchýlok v čase

Analýza odchýlok určených monitorovaním kvality sieťového riešenia umožňuje sledovať okrem veľkosti odchýlok

aj ich zmeny v čase. Zmeny veľkosti odchýlok v závislosti od času môžeme zobraziť napr. formou máp izočiar. Ukážka takýchto máp je na **obr. 7** a znázorňuje správanie sa výškovej zložky u pre deň 19. 4. 2013 v čase od 5.00 do 8.00 h UTC.

Vytváranie máp izočiar alebo celých animácií zmien odchýlok v čase nám významne napomáha lepšie porozumieť správaniu sa celého sieťového riešenia a do budúcnosti otvára možnosti hľadania napríklad rôznych korelácií s faktormi ako sú meteorologické úkazy (zmena tlaku, prechod atmosférických frontov, lokálna zrážková činnosť a i.) či ionosférická aktivita.

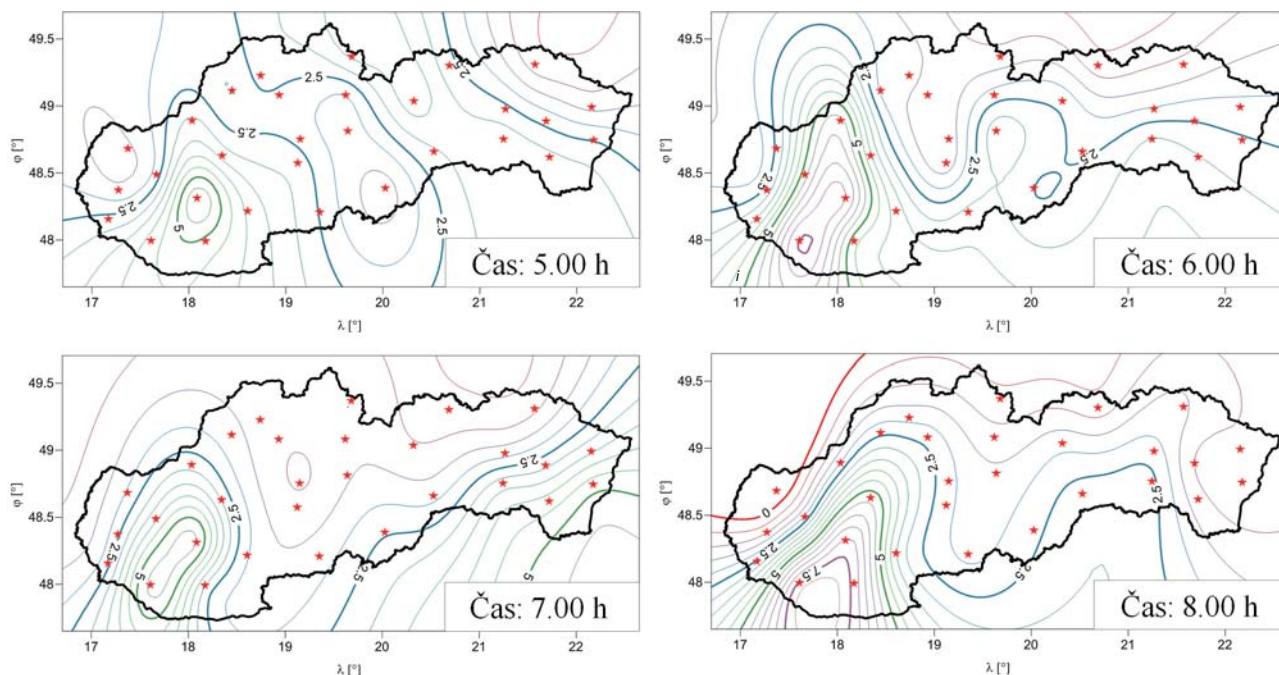
5.4 Analýza odchýlok v pohraničných oblastiach

Pretože existuje predpoklad, že kvalita sieťového riešenia nie je v okrajových oblastiach siete rovnaká ako v jej vnútri, ale je o niečo horšia (potvrdil to aj výsledok testu publikovaný v [19]), rozhodli sme sa otestovať priemernú veľkosť odchýlok dosiahnutých z testovacích bodov nachádzajúcich sa výlučne v pohraničných oblastiach Slovenska. Z testovacích bodov boli navyše vylúčené aj tie, na ktorých sa predpokladal pozitívny vplyv permanentných staníc susedných štátov, ktoré boli v čase testu pripojené do sieťového riešenia SKPOS® (**obr. 8**).

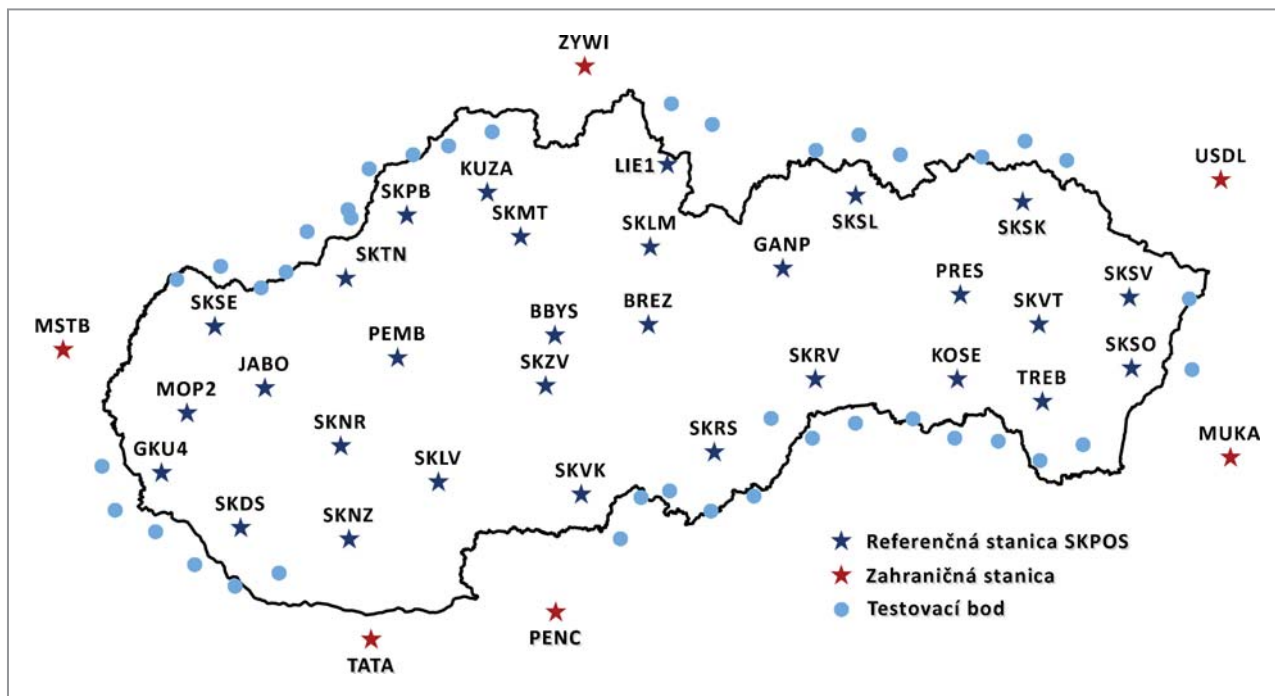
Výsledná priemerná veľkosť odchýlok z testovacích bodov nachádzajúcich sa na okraji siete dosiahla hodnotu pre polohovú zložku ne 2,1 cm a pre výškovú zložku u 2,3 cm. Ak porovnáme tieto priemerné hodnoty s od-

Tab. 2 Priemerná veľkosť odchýlok počas denného svitu a počas noci

	Priemer ne [cm]	Priemer u [cm]
Čas denného svitu	1,3	2,3
Nočný čas	0,9	2,3



Obr. 7 Zobrazenie zmien odchýlok výškovej zložky „ u “ pre deň 19. 4. 2013 (UTC)



Obr. 8 Testovacie body z pohraničných oblastí vstupujúce do analýzy

chýlkami všetkých testovacích bodov (tab. 1), môžeme jednoznačne povedať, že kvalita sieťového riešenia v okrajových územiach je o niečo nižšia, ako je priemer v celej sieti, čím sa potvrdil stanovený predpoklad. Musíme ale dodať, že tento efekt sa výraznejšie prejavuje iba v polohovej zložke, pričom výšková zložka ostáva v okrajových lokalitách rovnaká, ako je priemer celej siete.

6. Záver

Aplikácia „Monitoring kvality sieťového riešenia SKPOS“ umožňuje správcovi SKPOS získavať v reálnom čase plnohodnotnú on-line informáciu o kvalite poskytovaného sieťového riešenia iným nástrojom ako je riadiaci softvér služby. Používatelia služby, ako aj široká verejnosť sú tak od 1. 10. 2013 obohatení o zaujímavé informácie, ktoré doteraz neboli k dispozícii. Aplikácia okrem svojho hlavného účelu, ktorým je monitorovanie kvality sieťového riešenia služby, ponúka aj ďalšie zaujímavé možnosti využitia, čo umožňuje vykonávať rôzne analýzy a získavať relevantné informácie týkajúce sa fungovania a prevádzky služby, sledovať závislosť odchýlok od času, denného svitu/nočného času alebo dokonca od ročného obdobia. Prvé výsledky z prevádzky aplikácie sú plne v súlade s očakávanými hodnotami a deklarovanou presnosťou SKPOS. Potvrdzujú aj fakt, že sieťové riešenie je v čase premenlivé, preto je potrebné, aby tí, ktorí používajú metódu RTK, svoje merania s potrebným časovým odstupom opakovali a vyhlali sa tak prípadným nepresnosťami v určovaní súradníc.

Vo vývoji aplikácie plánujeme aj naďalej pokračovať a obohacovať ju o ďalšie vylepšenia, o ktorých budeme informovať najmä prostredníctvom webovej stránky <http://monitoringskpos.gku.sk/>. Po drobných úpravách by bolo možné aplikáciu použiť napríklad aj na monito-

rovanie iných permanentných sietí a rozšíriť tak možnosti jej použitia ešte viac.

LITERATÚRA:

- [1] FERIAN, D.-DROŠČÁK, B.-BEŇOVÁ, E.: Aktívne geodetické základy SR. In: Sborník referátů „Družicové metody v geodézii a katastru“. Seminář s mezinárodní účastí, Brno, ČR, 4. 2. 2010. Brno, ECON publishing, s. r. o., 2010, s. 27-31. ISBN 978-80-86433-46-2.
- [2] SMOLÍK, K.: Monitoring kvality sieťového riešenia SKPOS v reálnom čase. [Diplomová práca.] Bratislava 2013. 53 s. – Slovenská technická univerzita. Stavebná fakulta. Dostupné aj vo formáte PDF na: http://www.gku.sk/docs/referaty/2013/Smolik_DP2013.pdf.
- [3] TRIMBLE® PIVOT™ Platform GNSS Infrastructure Software. Version 2.5. Release Notes [online]. [cit. 2013-10-14.] Dostupné na: http://www.trimble.com/infrastructure/pdf/PivotPlatform_2.5_RelNotes_25282.pdf.
- [4] EUPOS® Technical Standards. Revised 3rd edition. Resolution of the International EUPOS® Steering Committee, 23rd Conference, Tbilisi, Georgia, 7-8 May 2013. Office of the International EUPOS® Steering committee 2013. Dostupné na: http://www.eupos.org/images/eupos_files/eupos%20ts-r23_2.pdf.
- [5] HORVATH, T.: GNSSnet.hu System Monitoring and Quality Control. In: 17th Conference of the EUPOS® ISC. Novi Sad, Srbsko, 2010.
- [6] GNSSnet – GNSS Service Centre FÖMI [online]. [cit. 2013-10-14.] Dostupné na: <http://www.gnssnet.hu>.
- [7] LUKEŠ, Z.-MERVART, L.-ŘEZŇÍČEK, J.-ŠNAJDROVÁ, M.: Kontrola přesnosti síťového řešení CZEPOS v reálném čase. In: Sborník referátů „Družicové metody v geodézii a katastru“. Seminář s mezinárodní účastí, Brno, ČR, 4. 2. 2010. Brno, ECON publishing, s. r. o., 2010, s. 32-38. ISBN 978-80-86433-46-2.
- [8] SMOLÍK, K.: Návrh riešenia monitoringu kvality sieťového riešenia SKPOS. [Materiál vypracovaný v rámci predmetu „špeciálny seminár“ na Katedre geodetických základov v akademickom roku 2012/2013.] Bratislava 2012. 24 s. – Slovenská technická univerzita. Stavebná fakulta. Dostupné aj vo formáte PDF na: http://www.gku.sk/docs/referaty/2012/Smolik_Seminar_2012.pdf.

- [9] CZEPOS – kontrola kvality: Přesnost síťového řešení [online]. [cit. 2013-10-09.] Dostupné na: http://czepos.cuzk.cz/_graphSearch.aspx.
- [10] RTKLIB – An Open Source Program Package for GNSS Positioning [online]. c2007-2013, T. Takasu [cit. 2013-10-14]. Dostupné na: <http://www.rtklib.com>.
- [11] GKÚ – predmet činnosti: Geodetické základy – SKPOS [online]. c2008, posledná revízia 11. 11. 2011 [cit. 2013-10-17]. Dostupné na: <http://www.gku.sk/predmet-cinnosti/geodeticke-zaklady/gnss-uvod>.
- [12] Vyhláška Úradu geodézie, kartografie a katastra SR č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady SR č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov.
- [13] Digitálny výškový model Zeme SRTM – Shuttle Radar Topography Mission. Dostupné na: <http://www.earthmodels.org/data-and-tools/topography/srtm>.
- [14] KALINA, M.-BACIGÁL, T.-SCHIESSLOVÁ, A.: Základy pravdepodobnosti a matematickej štatistiky. [Skriptá.] Bratislava, Slovenská technická univerzita v Bratislave 2010. 216 s. ISBN 978-80-227-3273-4.
- [15] AutoHotkey – Automation, Hotkeys, Scripting. Open source utility for Windows [online]. c2004-2013, Ch. Mallet and others [cit. 2013-09-10]. Dostupné na: <http://www.autohotkey.com>.
- [16] SKPOS – portál Slovenskej priestorovej observačnej služby GNSS [online]. [cit. 2013-10-17.] Dostupné na: <http://www.skpos.gku.sk>.
- [17] FERIANC, D.-KLOBUŠIAK, M.-LEITMANNOVÁ, K.-ŠALÁTOVÁ, E.: SKPOS – nová služba na určovanie presnej polohy v reálnom čase. In: Sborník referátů „Aplikace družicových měření v geodézii“. Seminář s mezinárodní účastí, Brno, ČR, 1. 2. 2007. Brno, ECON publishing, s. r. o., 2007. ISBN 978-80-86433-41-7.
- [18] DROŠČÁK, B.: Prvé skúsenosti s monitorovaním vplyvu ionosféry na RTK merania v SKPOS. In: Sborník referátů „Družicové metody v geodézii a katastru“. Seminář s mezinárodní účastí, Brno, ČR, 2. 2. 2012. Brno, ECON publishing, s. r. o., 2012, s. 69-74. ISBN 978-80-86433-55-4.
- [19] DROŠČÁK, B.: Preparations for the Introduction of Foreign Permanent Stations into SKPOS. In: Proceedings of the International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-Based and Ground-Based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 10-11 October 2011, s. 69-74. Dostupné na: http://www.eupos.org/images/eupos_files/Symposium_2011/Tagungsband%202011.pdf.

Do redakcie došlo: 21. 10. 2013

Lektoroval:
Ing. Jaroslav Nágel, Ph.D.,
Zeměměřický úřad, Praha

ČESKÝ SVAZ GEODETŮ A KARTOGRAFŮ

Vás zve na odbornou akci

NOVÝ KATASTRÁLNÍ ZÁKON

- **středa 29. 1. 2014**
- **9:30 hod. až 15:00 hod.**
- **kongresový sál č. 217**
- **budova ČSVTS, Praha 1,
Novotného lávka 5**



Odborná akce je určena zejména všem pracovníkům, kteří přicházejí do styku s problematikou katastru nemovitostí, a to jak ve státní správě a samosprávě, tak i v soukromé sféře.

Mediální partneri:

