



Využitie služby **SKPOS** na presné geodetické merania



XI. medzinárodná konferencia
GEODÉZIA A KARTOGRAFIA V DOPRAVE
Skalica, Slovensko
12-13. september, 2011

Ing. Branislav Droščák, PhD. – Ing. Dušan Ferianc
Geodetický a Kartografický Ústav v Bratislave
branislav.droscak@skgeodesy.sk , dusan.ferianc@skgeodesy.sk



Agenda

- Presné geodetické merania

SKNPOS



Presné geodetické merania

- Q: Presné geodetické práce – čo pod nimi rozumieme?



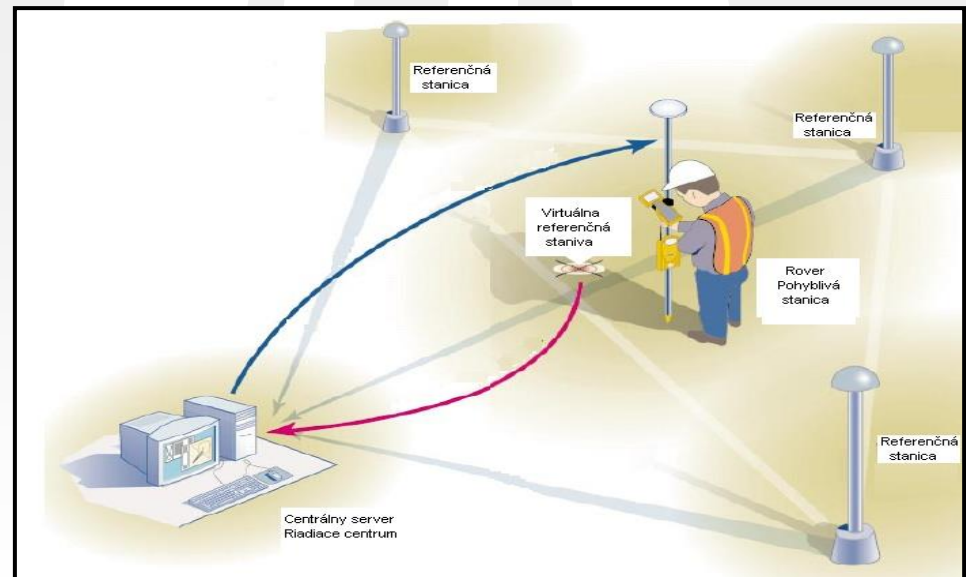
Presné geodetické merania

- Q: Presné geodetické práce – čo pod nimi rozumieme?
- A: Najmä práce z oblasti inžinierskej geodézie
 - Meranie, vytyčovanie, kontrola objektov
 - vyžadovaná je milimetrová až submilimetrová presnosť
- GNSS technológie a služby prenikajú aj do tejto oblasti meračstva – vyhovujú svojou presnosťou požadovaným milimetrovým kritériám?
- Z pohľadu GNSS polohových služieb sú presné geodetické práce zaradené do skupiny presných aplikácií, kde patrí napr. aj geodynamika



Princíp využívania GNSS polohových služieb a rozdelenie zodpovedností

- Správca GNSS polohovej služby
 - Spravuje:
 - Sieť referenčných staníc
 - Chod služby ovládaním riadiaceho softvéru
 - Zabezpečuje – zodpovedá za
 - Správnosť výstupných produktov (dát)
- Užívateľ služby
 - Zodpovedá za
 - Metodiku merania
 - Spracovanie meraní
 - Získané výsledky





Princíp využívania GNSS polohových služieb a zadelenie zodpovedností

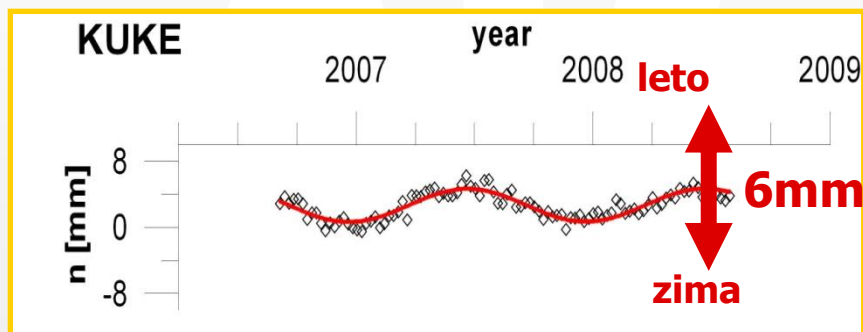
- Aby mohli užívatelia využívať **SKPOS** aj na presné geodetické práce musí služba spĺňať nasledovné:

- Kvalitnú stabilizáciu
 - Monitoring správania sa staníc
- Presné súradnice
 - Výpočet súradníc vedeckým softvérom
- Kvalita služby
 - Monitoring chodu
 - Monitoring kvality

SKPOS
Spĺňa
=
Vhodný pre
presné
geodetické
práce



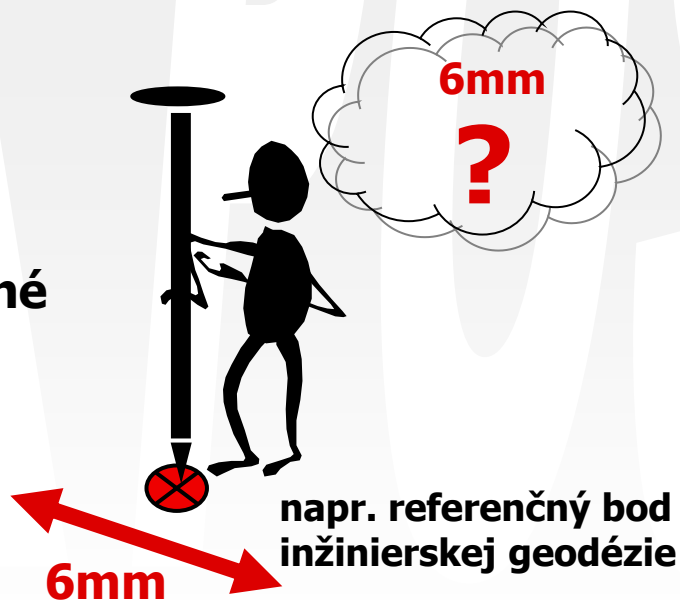
K čomu nám pomôže znalosť správania sa stanice?



=



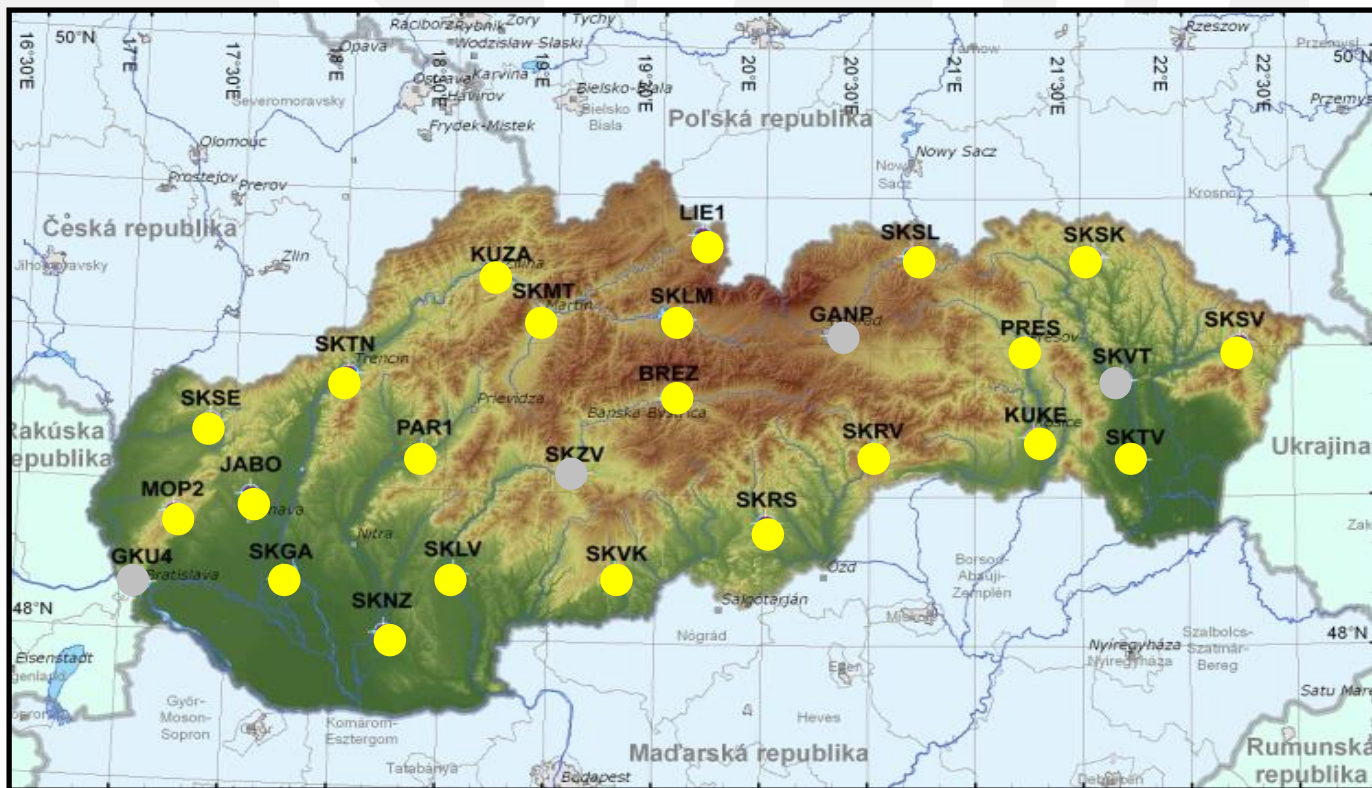
**Ponúknuť / neponúknuť
stanicu resp. službu na presné
aplikácie???**





Stručne o službe SKPOS

- **26 permanentných staníc**
 - Všetky stanice vybavené anténami a prijímačmi firmy TRIMBLE
 - Všetky stanice prijímajú GPS+GLONASS signály





Národné servisné centrum GKÚ

- Zabezpečuje:
 - Správu služby,
 - Prístup k službe,
 - Monitoring
 - dostupnosť služby,
 - stabilita staníc,
 - ...
 - Správnosť produktov (výstupov)

Geodetický a kartografický ústav
Chlumeckého 4
827 45 Bratislava



www.skpos.gku.sk
skpos@skgeodesy.sk



Stabilizácia permanentných staníc SKPOS



Stabilizácia staníc SKPOS

- 22 staníc stabilizovaných na strechách budov,
- 4 stanice stabilizované formou pilierov (GANP, LIE1, PAR1, MOP2)



- Nútená centrácia
 - Mosadzný modul so závitom na hliníkovú tyč
 - Tyč vysoká 38 prípadne 28 cm





Monitoring stability staníc SKPOS

- **Stabilita staníc** – jedna z významných charakteristík kvality služby
- **Monitoring stability staníc** – sledovanie správania sa staníc + ich analýza na základe časových radov súradníc
- Národné servisné centrum na GKÚ vykonáva dva druhy monitoringu:
 - On-line monitoring firemným softvérom
 - Postprocesingový monitoring vedeckým softvérom



On-line monitoring firemným softvérom

Trimble GPSNet softvér - **Coordinate Monitor modul**

- Monitoring zameraný na on-line sledovanie = aktuálna informácia o súradniciach staníc

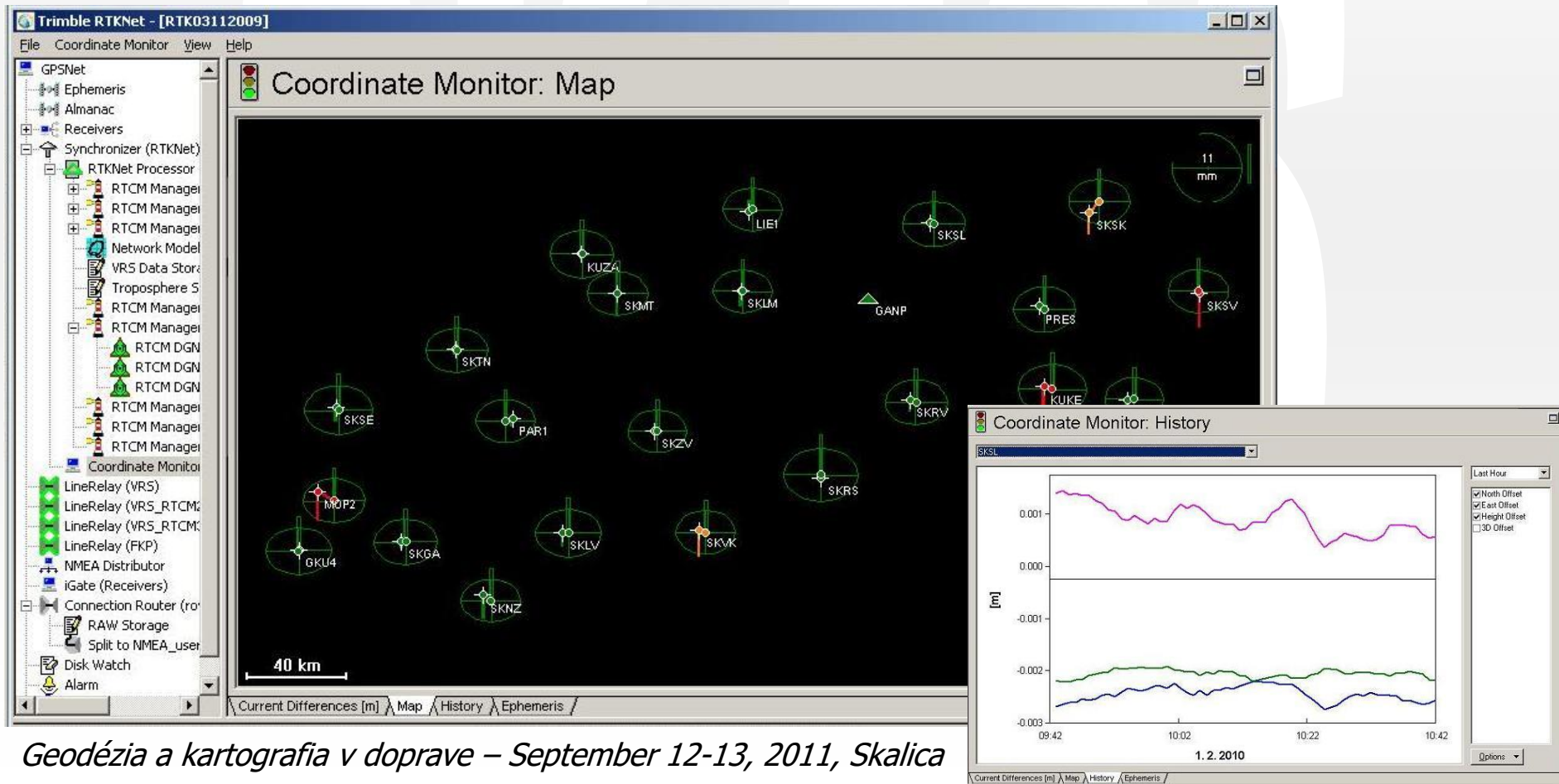
Princíp

- Vstup
 - vysielané efemeridy a GNSS dáta zo všetkých staníc
- Spracovanie
 - Kalmanová filtrácia uplatnená na voľné riešenie siete s následným fixovaním na jeden referenčný bod (GANP)
- Presnosť
 - Horizontálna: približne 1cm + 0.05ppm
 - Vertikálna: približne 2cm + 0.05ppm
- Výstup
 - súradnicové rozdiely voči nasadeným súradniciam v jednotlivých zložkách (neu) pre každú sekundu!



Coordinate Monitor modul

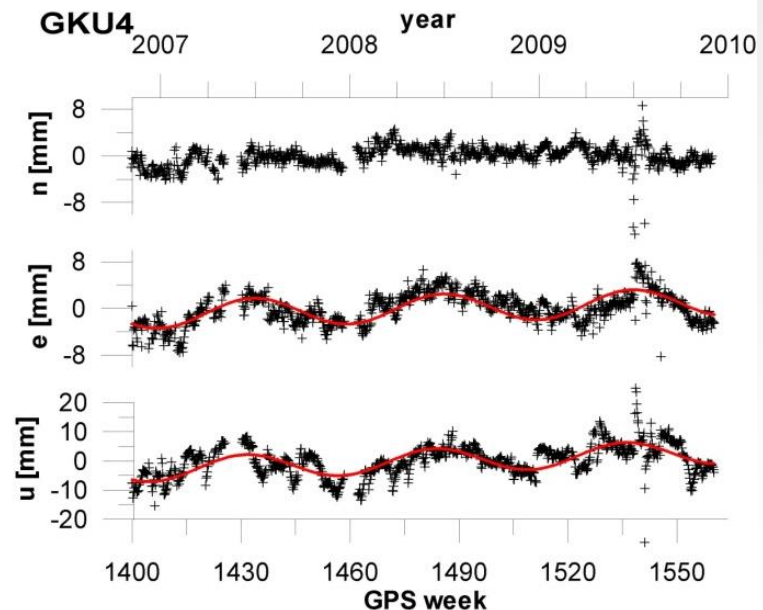
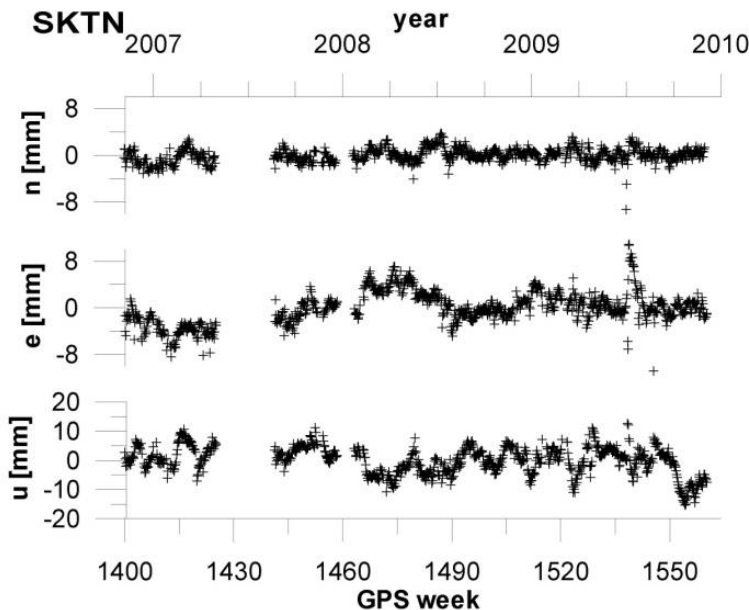
V prípade detekovaných problémov (alarm = upozornenie v zmysle semaforových farieb) – kontaktujeme lokálnych správcov budov





On-line monitoring firemným softvérom

- možnosť zostavenie výstupov do dlhších časových radov => odhad charakteristík správania sa
- nevýhody monitoringu firemným softvérom
 - odhadnuté súradnice (rezíduá) vzťahnuté na zvolený referenčný bod,
 - referenčný bod bez informácii (časového radu),
 - občasný problém z výsledkami – neznáma príčina,
 - nižšia presnosť.





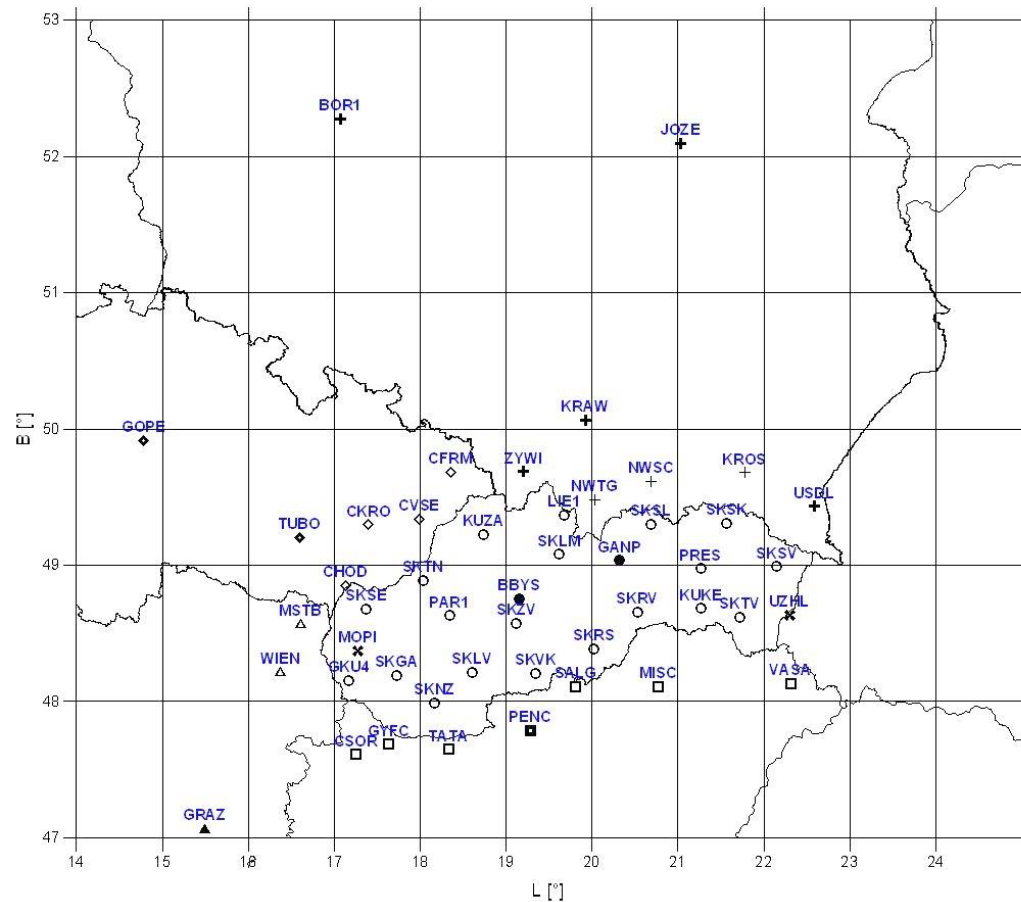
Monitoring vedeckým softvérom

Bernský GPS softvér v5.0

- Presné postprocesingové spracovania GNSS observácií
 - 50 permanentných staníc
 - ITRF2005
 - Absolútne fázové centrá antén
 - Presné IGS efemeridy a pohyb pólu
 - GPS+GLONASS
- Vyrovnanie
 - podmienka MC NNT (Minimal Constraint – no net translation) na vybraných EPN bodoch: BOR1, GANP, MOPI, TUBO, UZHL, GRAZ, GOPE
- Výstup: XYZ súradnice v ITRF2005



Monitoring vedeckým softvérom Sieť spracovávaných staníc



- SKPOS int 22/1 EPN
- SKPOS ext 2/2 EPN
- APOS 3/1 EPN
- GNSSnet.hu 7/1 EPN
- CZEPOS 6/2 EPN
- ASG-EUPOS 8/5 EPN
- Iné EPN 2

Spolu

50

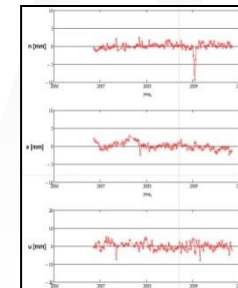


- Procedúra:
 - 1. Eliminácia Eurázijskej platne (ITRF2005 rýchlostný model)**
 - 2. Transformácia (XYZ) súradníc do topocentrického súrdnicového systému (neu)**
 - 3. Zostavenie rezíduí (neu) do časových radov**

$$\mathbf{X}^{Corr}_i(t) = \mathbf{X}_i(t) - \mathbf{v}_i^{ITRF2005}(t)$$

$$d\mathbf{X}_i(t) = \mathbf{X}^{Corr}_i(t) - \overline{\mathbf{X}}^{Corr}_i(t)$$

$$d\mathbf{N}_i(t) = \begin{pmatrix} dn_i(t) \\ de_i(t) \\ du_i(t) \end{pmatrix} = \mathbf{R}(B_i, L_i) \cdot d\mathbf{X}_i(t)$$





Dekompozícia časových radov + identifikácia skokov

- Odhad a eliminácia skokov
 - Metódou lineárnej regresie MNŠ

$$y_1 = a \cdot x + b_1$$

$$y_2 = a \cdot x + b_2$$

$$skok = b_2 - b_1$$

- Dekompozícia časových radov – odhad trendu a sezónnej variácie

Trend

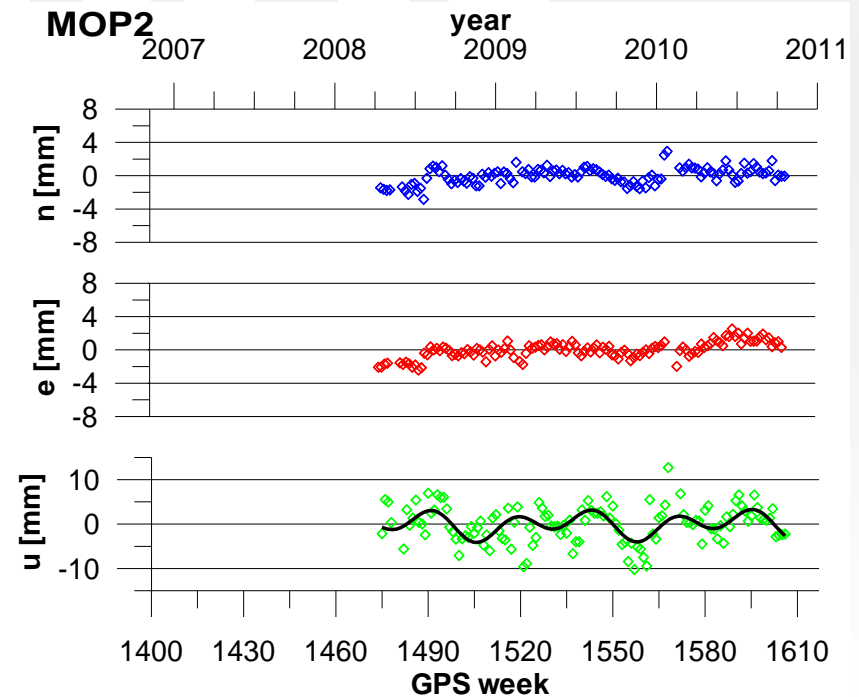
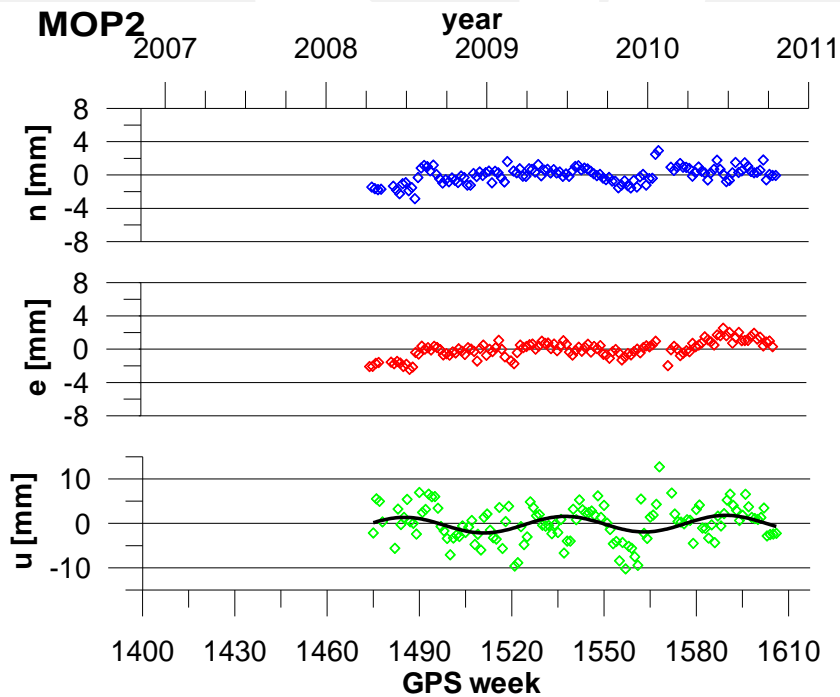
Amplitúda sezónnej variácie

$$y = \mathbf{a} \cdot x + b + \mathbf{A} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot x - \varphi)$$



Ročná + polročná perióda variácie sezónnej zložky

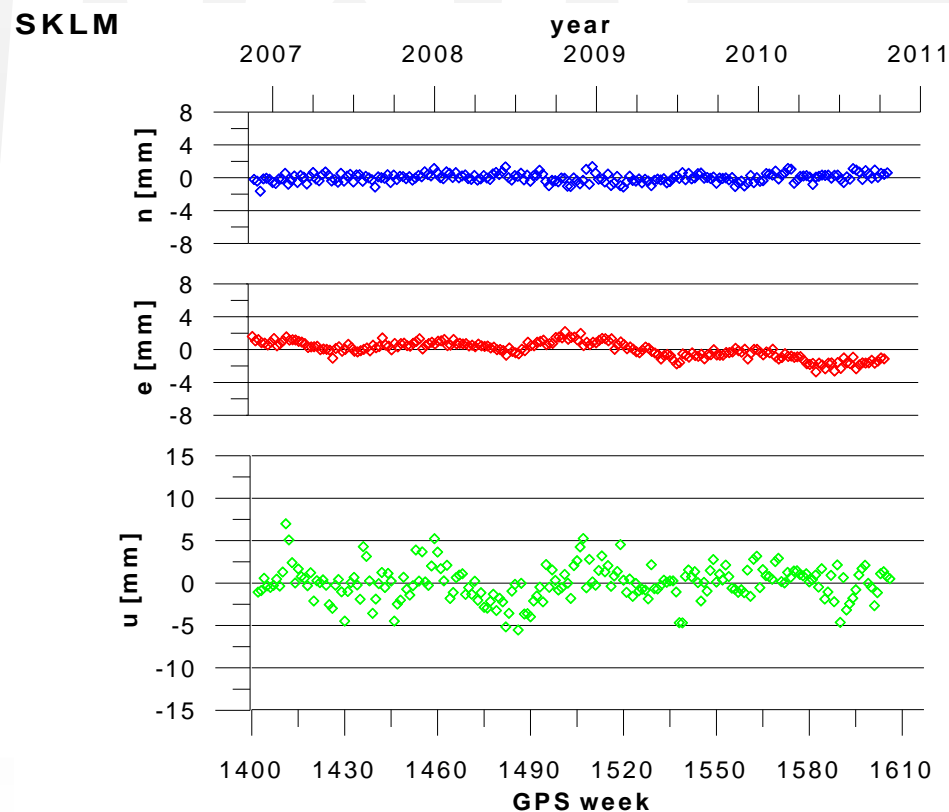
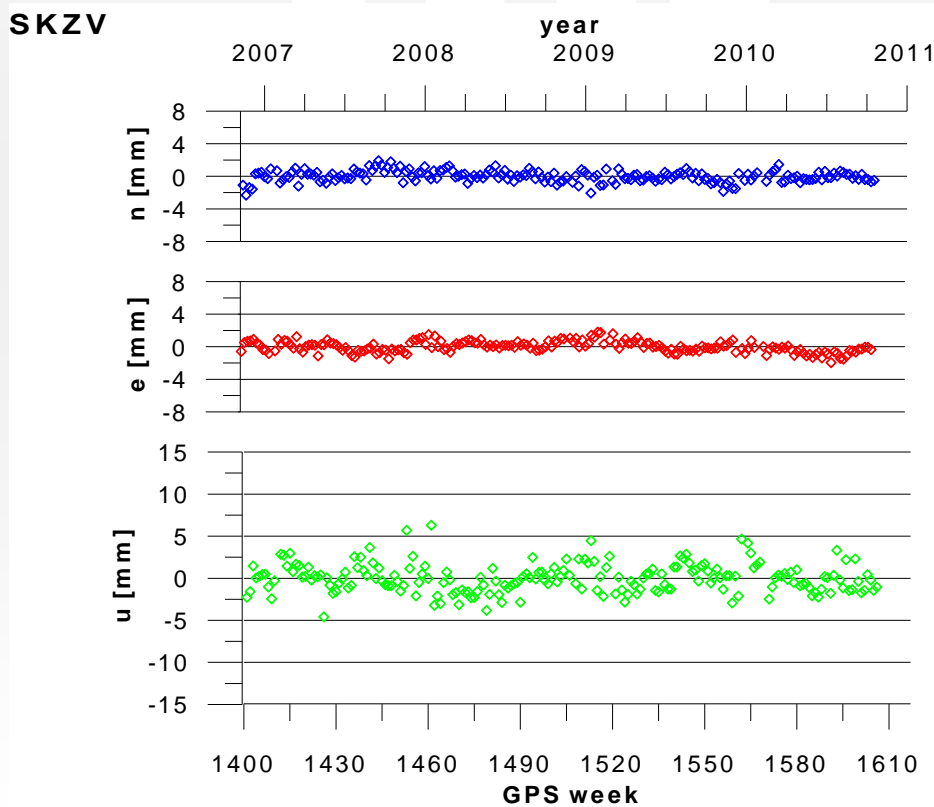
- Odhad variácie s ročnou + polročnou periódou lepšie modeluje správanie sa niektorých staníc (napr. MOP2)





Stabilný priebeh

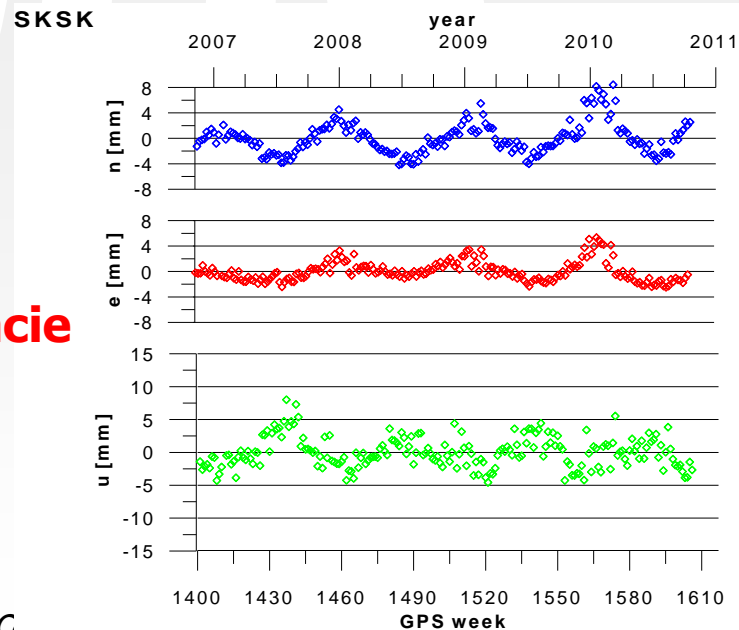
- Väčšina staníc
 - PAR1, PRES, SKGA, SKLM, SKRS, SKRV, SKSE, SKTN, SKTV, SKZV, GKU4, SKSV





Čo so stanicou s variáciou?

- **Stanicu** prestabilizovať
- **Opravovať súradnice stanice** – napr. 2 x do roka = znížim chybu amplitúdy – potrebujem ale poznať rovnicu správania sa stanice z monitoringu



Trend

Amplitúda sezónnej variácie

$$y = a \cdot x + b + A \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot x - \varphi)$$



Výpočet presných súradníc permanentných staníc SKPOS



Presný výpočet súradníc staníc SKPOS

- Berneský softwér 5.0
- EPN stratégia výpočtu - v zmysle EPN smernice (guidelines for ETRS89 densification)
- 3 roky dát

	Vstupné dáta	Model fázových centier antén	Vyrovnanie	Efemeridy	Výstup
Aktívne GZ (SKPOS)	GPS týždne 1400-1556	absolute	Podmienka „Minimal constraint“	IGS05	ITRF2005

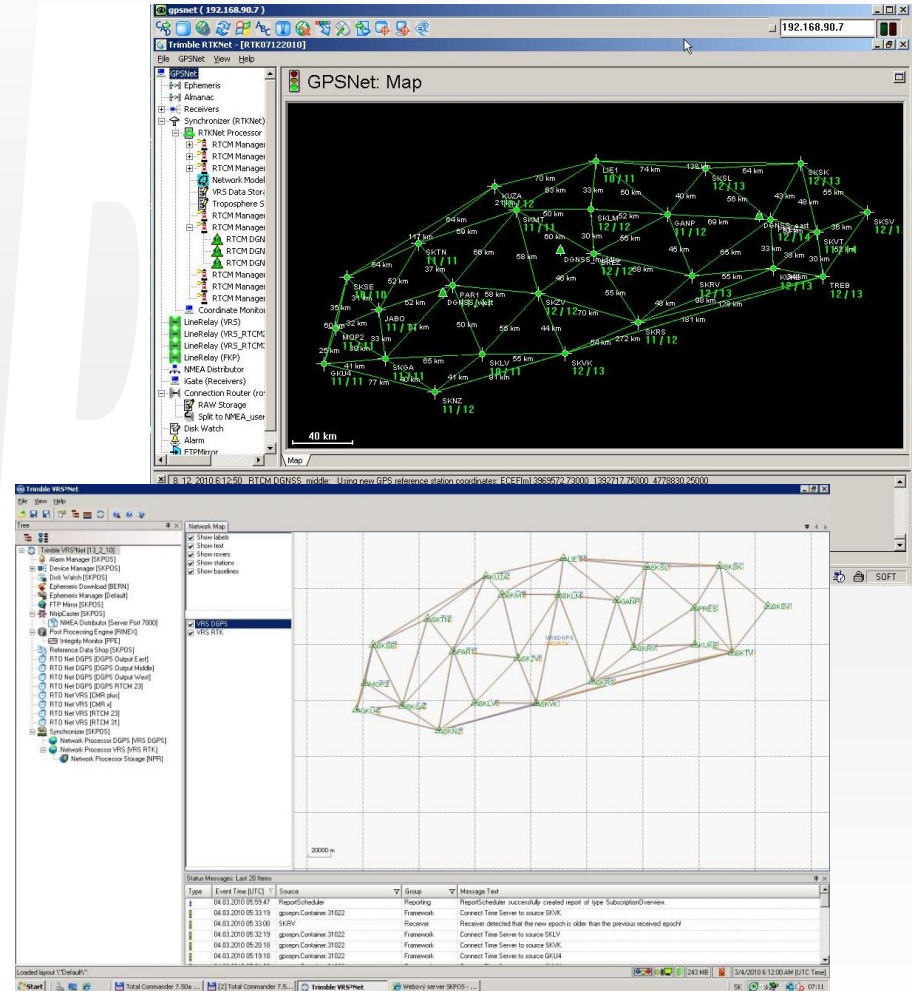


Monitoring chodu a kvality služby SKPOS



Riadiaci softvér služby SKPOS

- aktuálne používaný:
 - Trimble RTKNet softvér + moduly
- v blízkej budúcnosti plánovaný prechod na:
 - Trimble VRS3Net



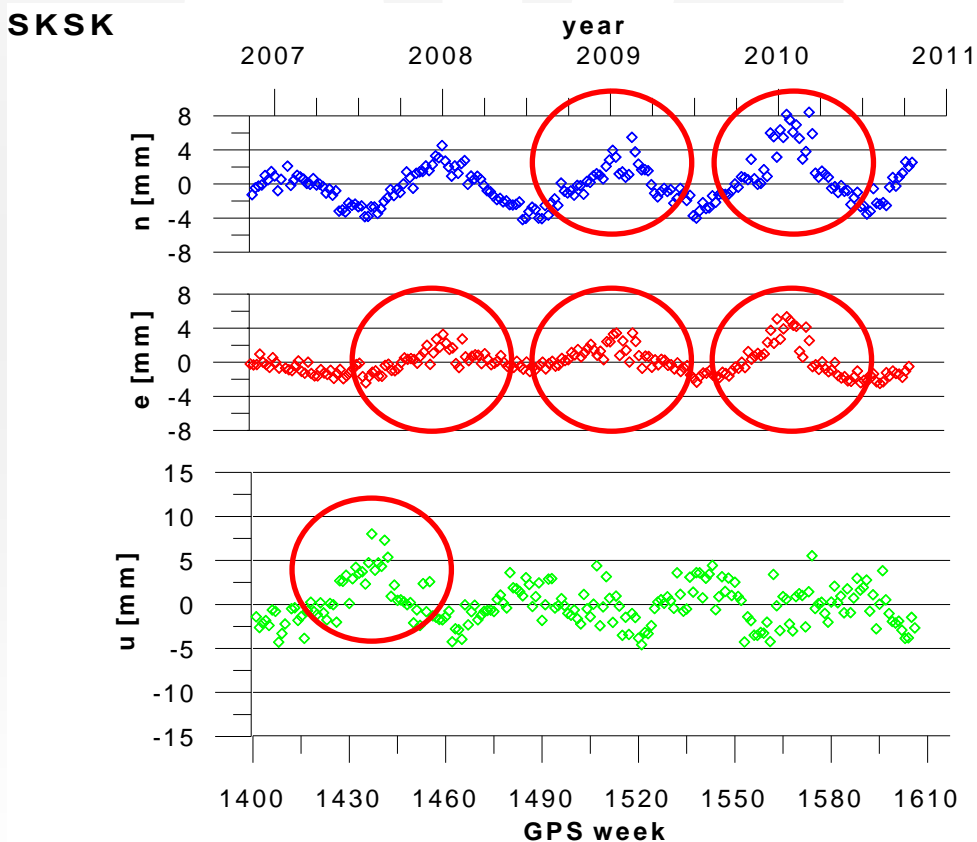


Riešenie problémov

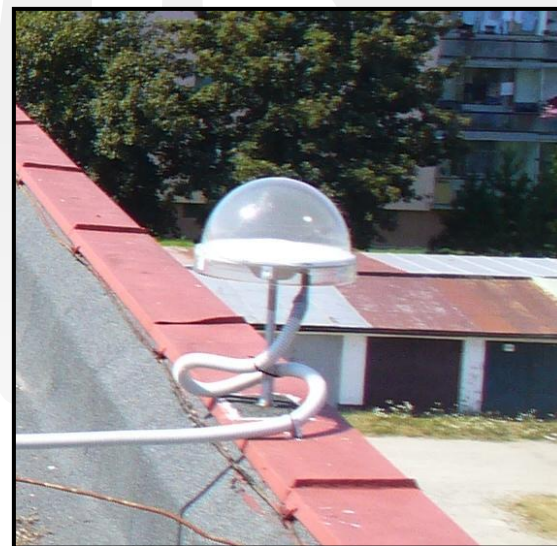
- V prípade problémov sú nastavené alarmy
 - Vieme vypnúť stanicu
 - Opraviť / aktualizovať súradnice stanice -> merač dostáva vždy korektné údaje
 - V zime problém so snehom a ľadom

Vplyv zimy (sneh, ľad) na antény = väčší rozptyl rezíduí

- Pomohlo by pravidelné čistenie antén od snehu alebo použitie krytov na anténach



- Kryt antény na stanici SKMT (Martin)





- Na základe skúsenosti vieme, že väčšina staníc služby **SKPOS** vyhovuje aj náročným požiadavkám presných aplikácií
- Problém nastáva najmä v zime – sneh, ľad na anténach
- V budúcnosti by pomohlo posúvať – udržiavať aktuálne súradnice staníc s výraznou ročnou variáciou



Ďakujem za pozornosť!