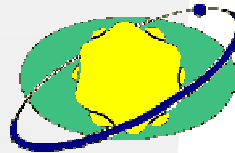




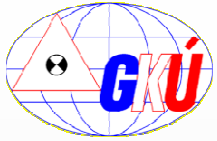
Skúsenosti z monitorovania stability staníc SKPOS



Odborný seminár s medzinárodnou účasťou na tému
Družicové technológie a súčasná geodézia
Bratislava, Slovensko
8. december, 2010

Ing. Branislav Droščák
Geodetický a kartografický ústav v Bratislave

branislav.droscak@skgeodesy.sk

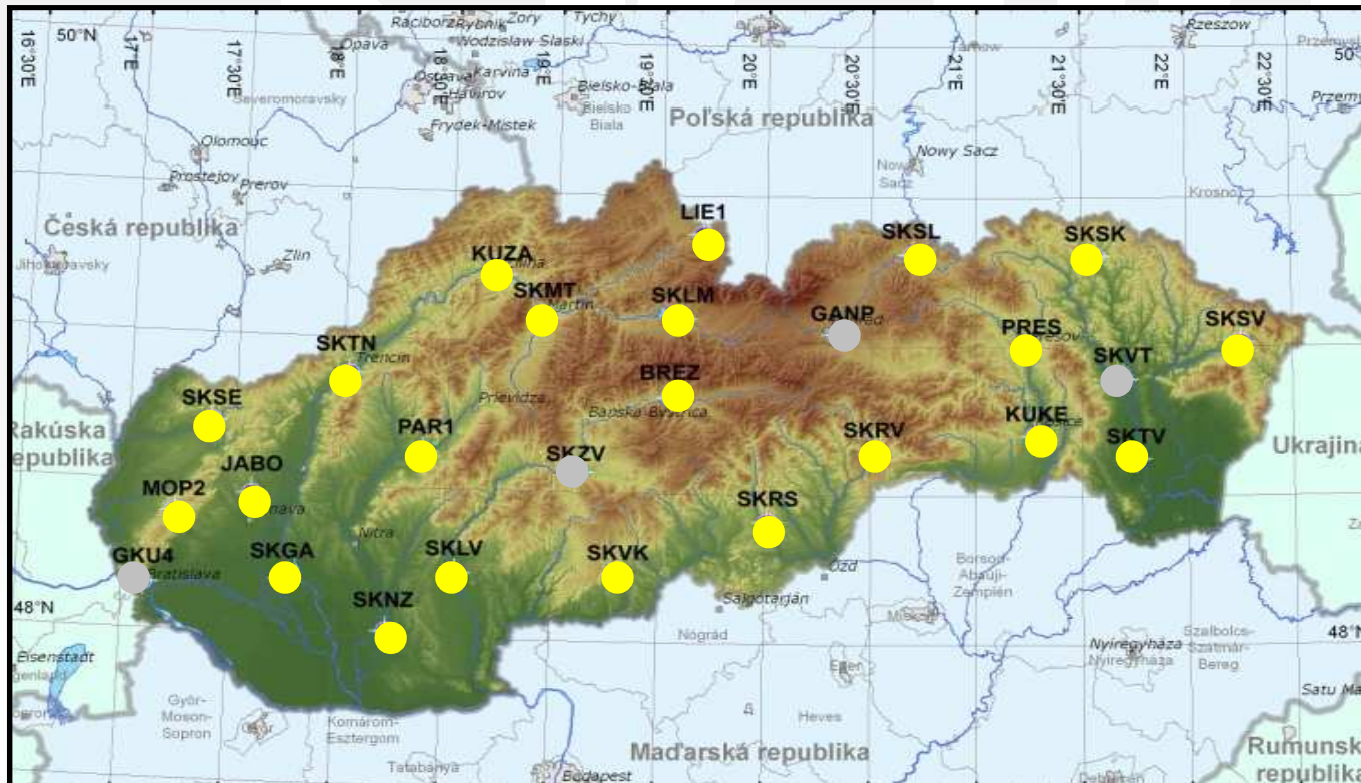


- Sieť permanentných staníc **SKPOS**
 - infraštruktúra
 - upevnenie a stabilizácia staníc
- Monitoring stability (kvality) staníc **SKPOS** vykonávaný na GKÚ
 - On-line monitoring komerčným softvérom
 - Postprocesingový monitoring vedeckým softvérom
- Skúsenosti a zistenia získané z monitoringu



SKPOS Infraštruktúra

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





Stabilizácia staníc SKPOS

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

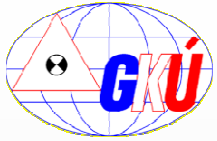




Detail stabilizácie

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





Národné servisné centrum GKÚ

- Zabezpečuje:
 - Správu služby,
 - Prístup k službe,
 - Monitoring
 - dostupnosť služby,
 - **stabilita staníc**
 - ...

Geodetický a kartografický ústav
Chlumeckého 4
827 45 Bratislava

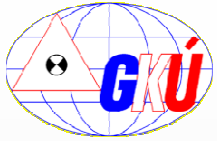


www.skpos.gku.sk
skpos@skgeodesy.sk



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

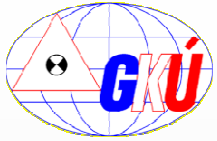


Riadiaci softvér služby SKPOS

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

The screenshot displays two windows from the Trimble software suite. The upper window, titled 'gpsnet (192.168.90.7)', shows a 'GPSNet: Map' with a network of receivers connected by lines, with distances between nodes. The lower window, titled 'Trimble VRS3Net', shows a similar network diagram and a 'Status Messages' log at the bottom.

Type	Event Time (UTC)	Source	Group	Message Text
Framework	04.03.2010 05:55:47	gposnet	gposnet	Report checker successfully created report of type SubscriptionOverview.
Framework	04.03.2010 05:59:19	gposnet	gposnet	Connect Time Server to source SK1K
Framework	04.03.2010 05:59:00	SK1V	Receiver	Receiver detected that the new epoch is older than the previous received epoch!
Framework	04.03.2010 05:59:19	gposnet	gposnet	Connect Time Server to source SK1V
Framework	04.03.2010 05:20:18	gposnet	gposnet	Connect Time Server to source SK1K
Framework	04.03.2010 05:19:18	gposnet	gposnet	Connect Time Server to source SK1J



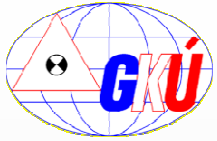
On-line monitoring firemným softvérom

Trimble GPSNet softvér - **Coordinate Monitor modul**

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

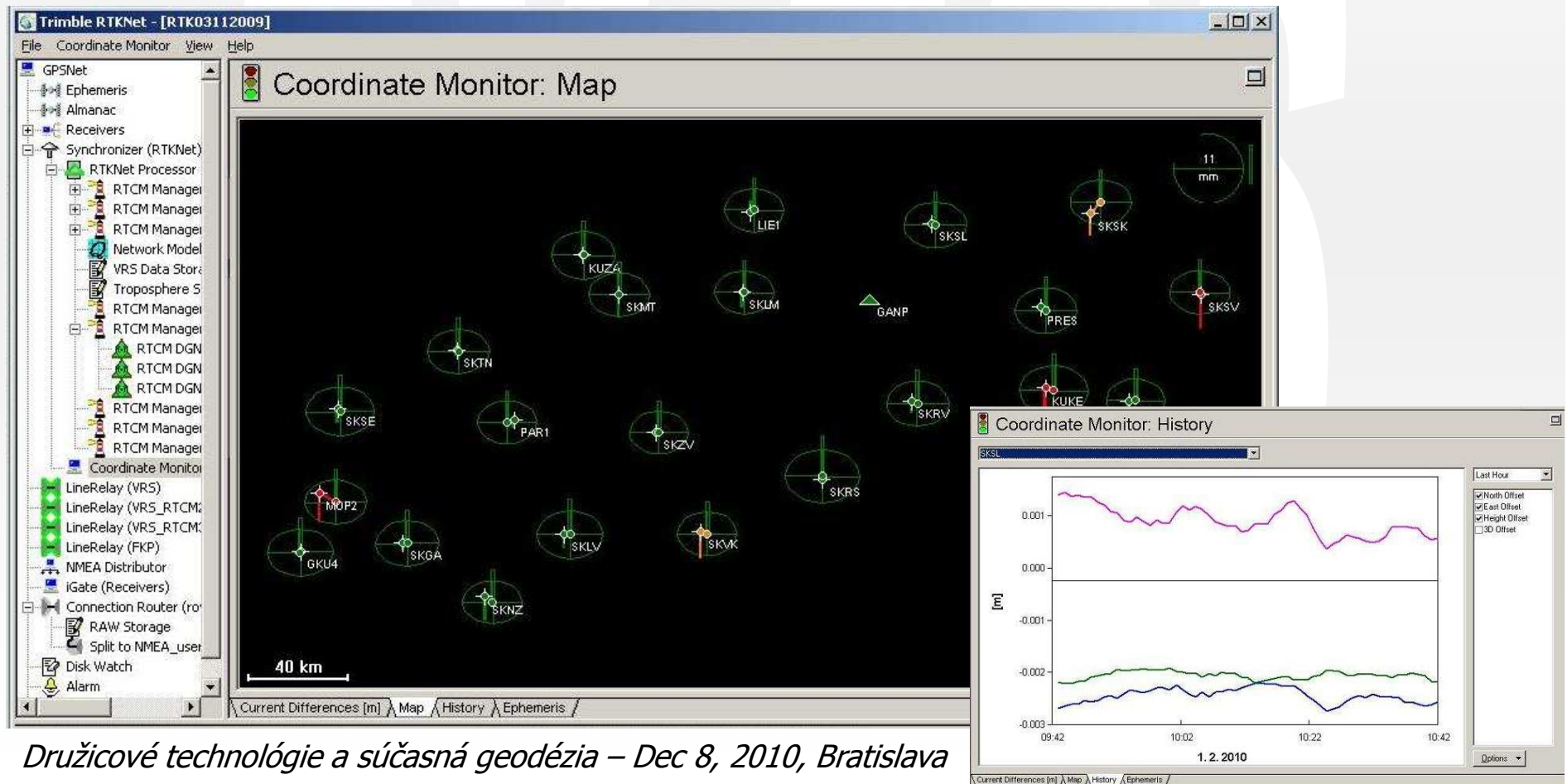
Princíp

- 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

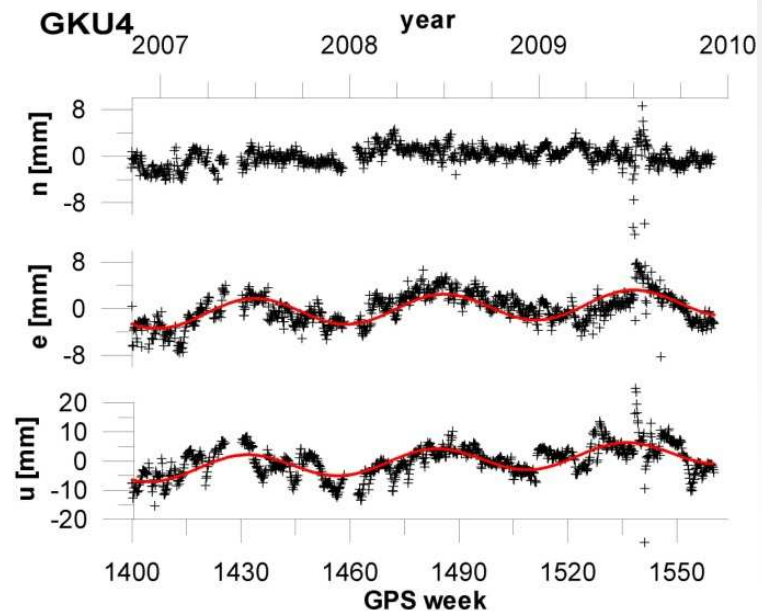
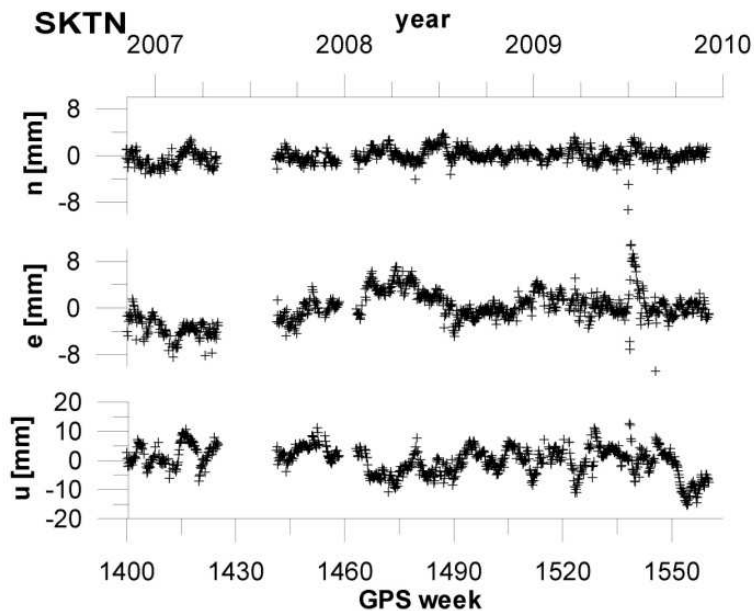
V prípade detekovaných problémov (alarm = upozornenie v zmysle semaforových farieb) – kontaktujeme lokálnych správcov budov

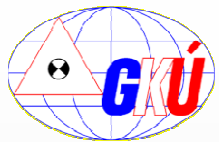




On-line monitoring firemným softvérom

- 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.





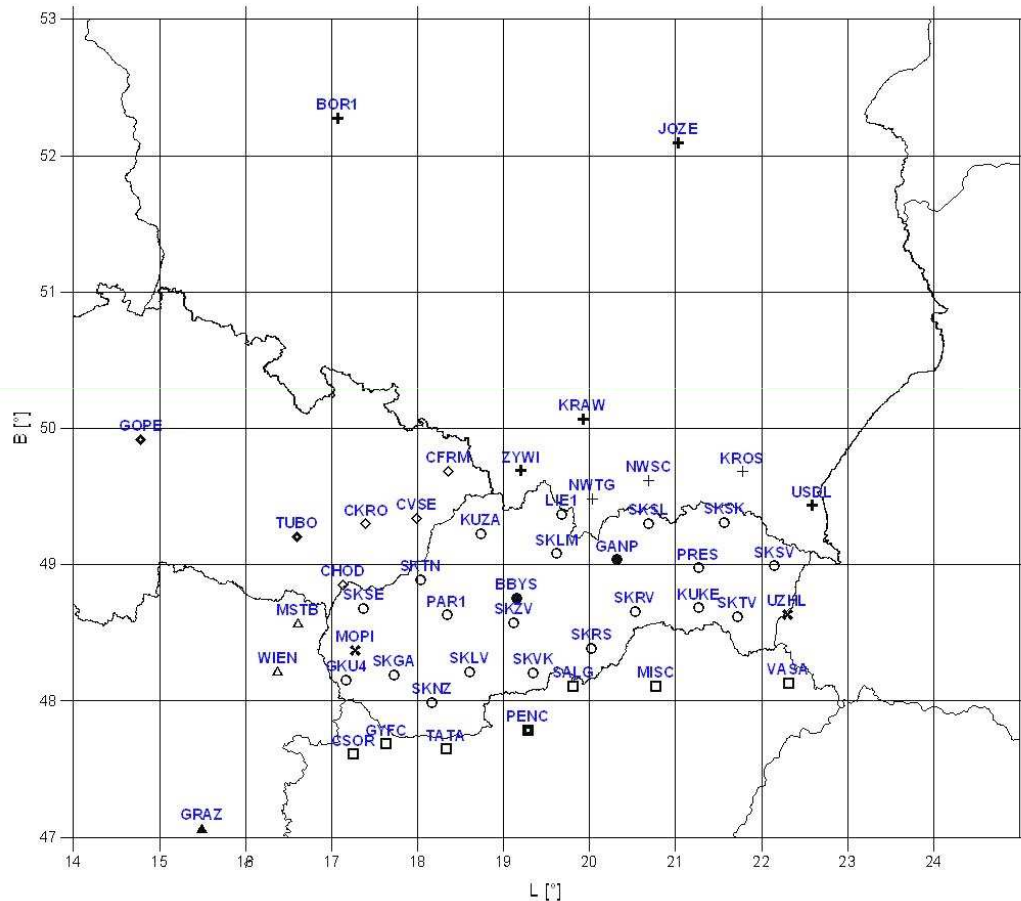
Monitoring vedeckým softvérom

Bernský GPS softvér v5.0

- Presné postprocesingové spracovania GNSS observácii
 - 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



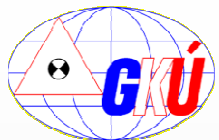
Monitoring vedeckým softvérom Sieť spracovávaných staníc



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

Spolu

50



Tvorba rezíduí MathCAD 14 softvér

- Procedúra:

1. Eliminácia Eurázijskej platne (ITRF2005 rýchlostný model)

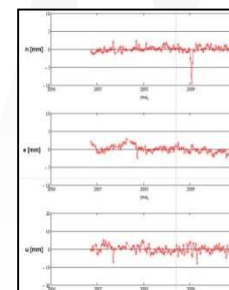
$$\mathbf{X}^{Corr}_i(t) = \mathbf{X}_i(t) - \mathbf{v}_i^{ITRF2005}(t)$$

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

2. Transformácia (XYZ) súradníc do topocentrického súrdnicového systému (neu)

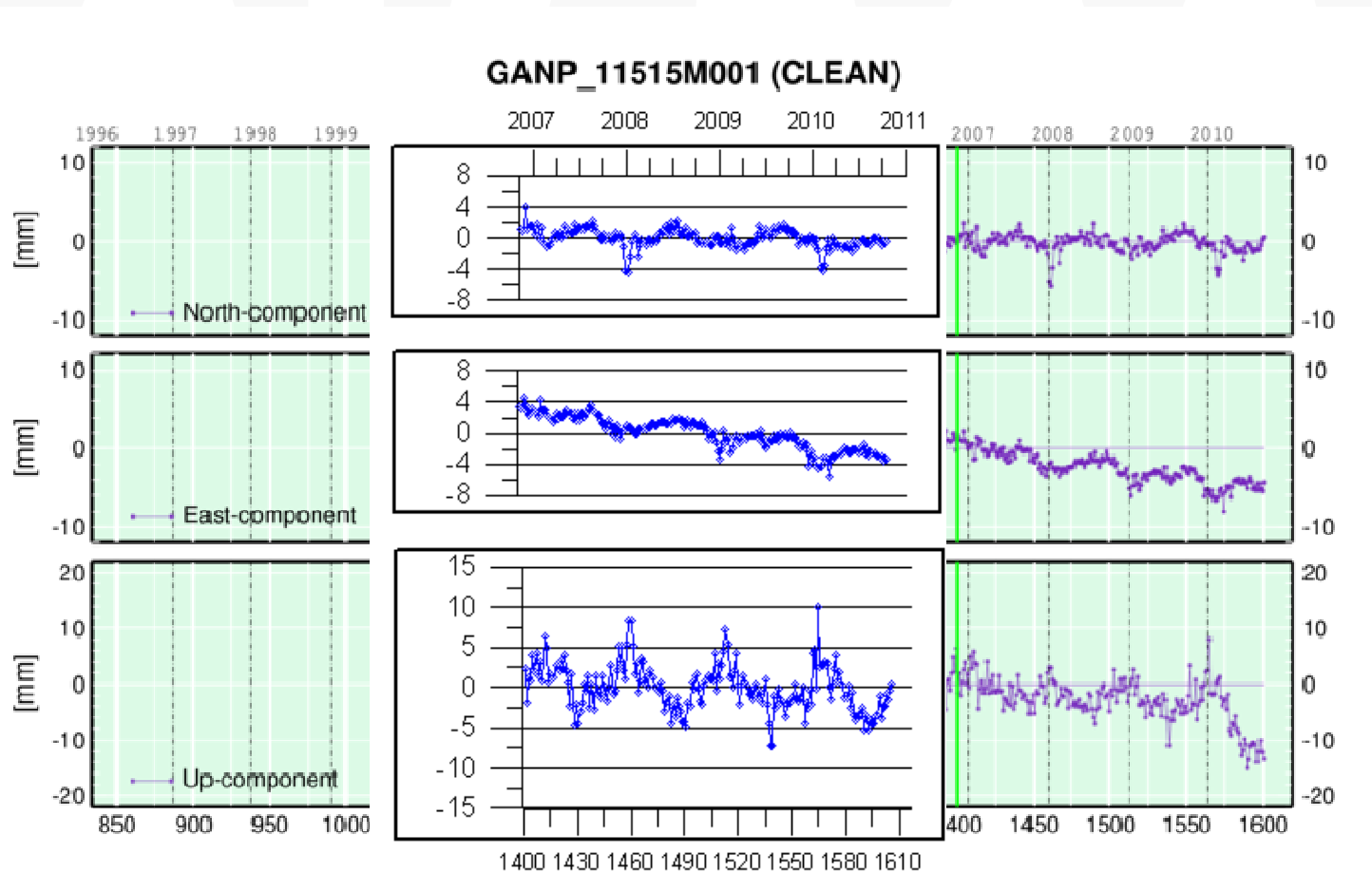
$$d\mathbf{N}_i(t) = \begin{pmatrix} dn_i(t) \\ de_i(t) \\ du_i(t) \end{pmatrix} = \mathbf{R}(B_i, L_i) \cdot d\mathbf{X}_i(t)$$

3. Zostavenie rezíduí (neu) do časových radov



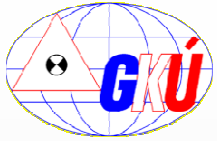


Kontrola správnosti výpočtu rezíduí porovnanie s EPN riešením

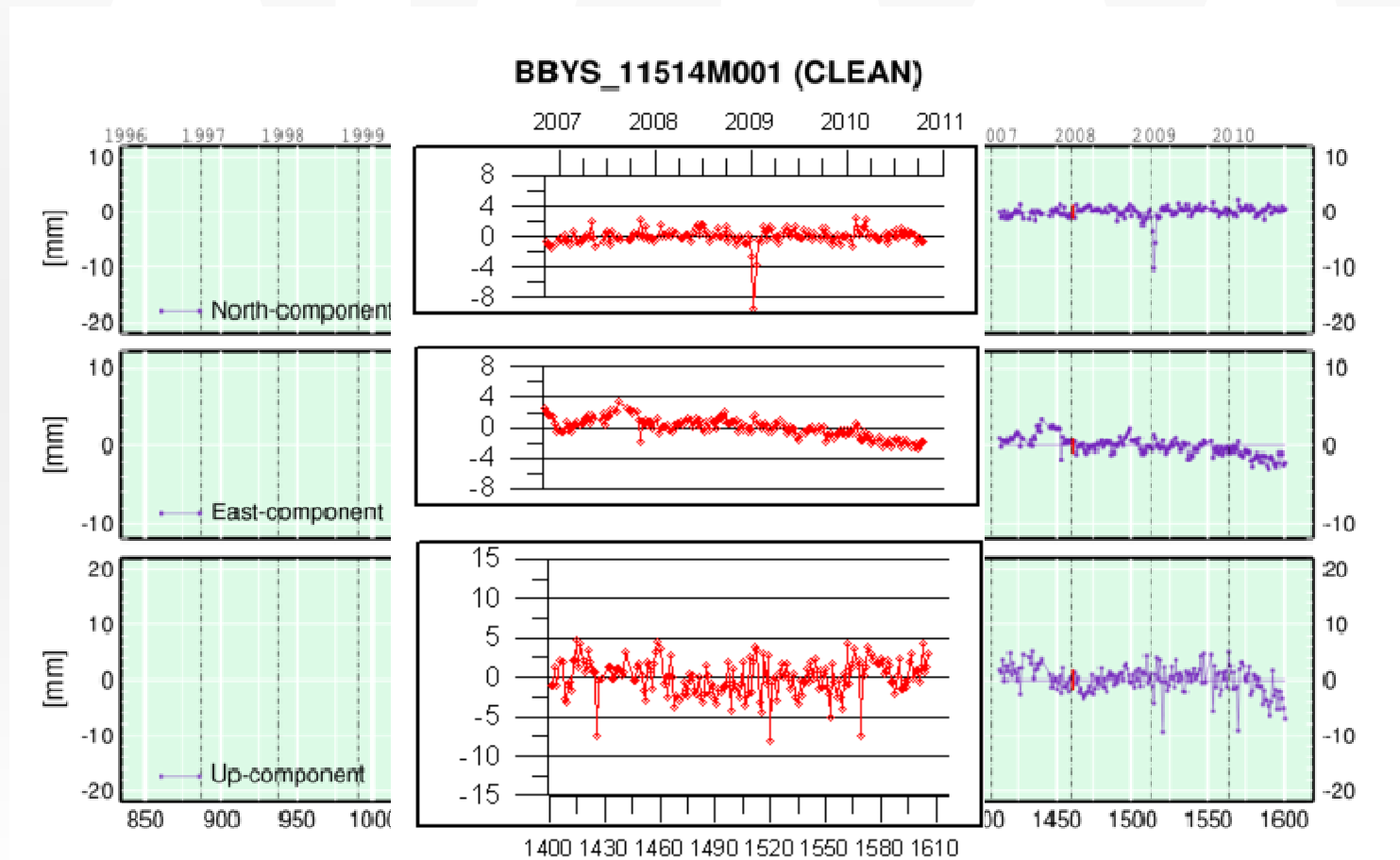


EPN_C1600_weekly

Sat Oct 23 13:49:03 2010

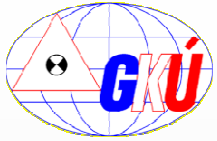


Kontrola správnosti výpočtu rezíduí porovnanie s EPN riešením



EPN_C1600_weekly

Sat Oct 23 13:44:24 2010



Dekompozícia časových radov + identifikácia skokov

- Odhad a eliminácia skokov
 - Metódou lineárnej regresie MNŠ

$$\boxed{y_1 = a \cdot x + b_1} \quad \boxed{y_2 = a \cdot x + b_2} \quad \boxed{\text{skok} = b_2 - b_1}$$

- Dekompozícia časových radov – odhad trendu a sezónnej variácie

Trend

Amplitúda sezónnej variácie

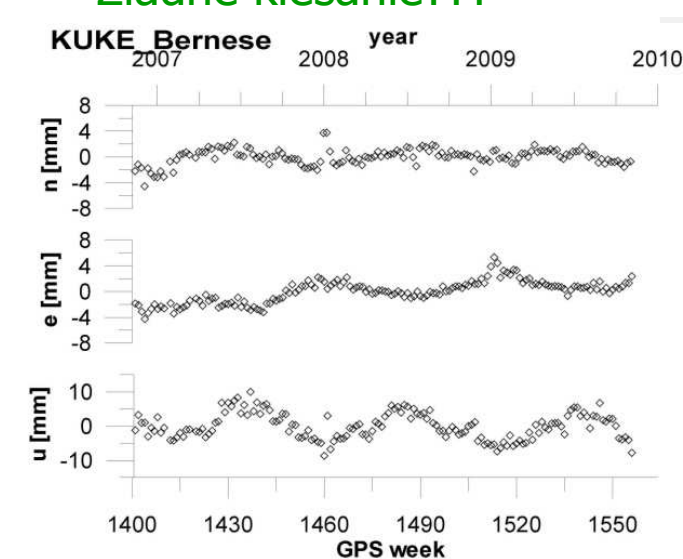
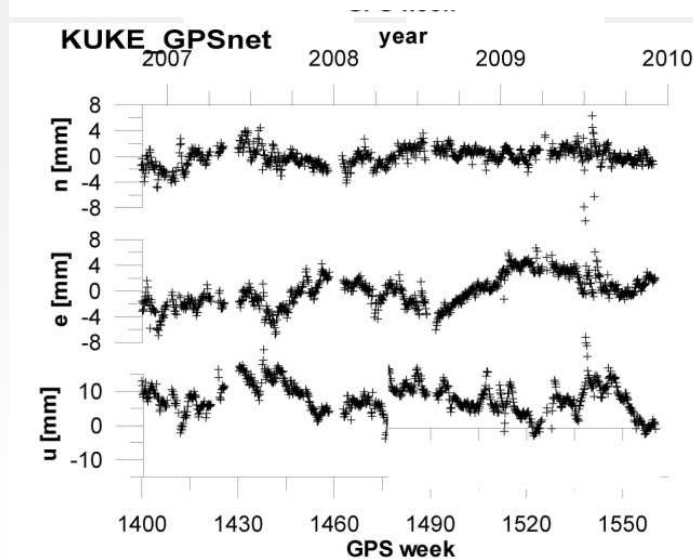
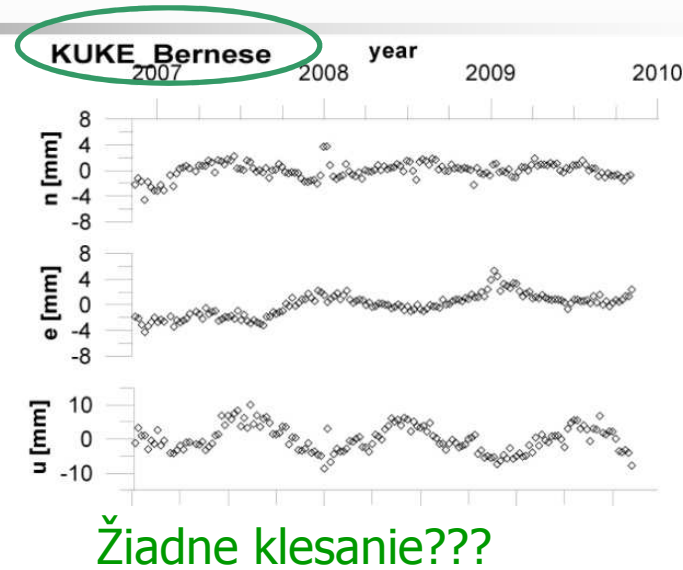
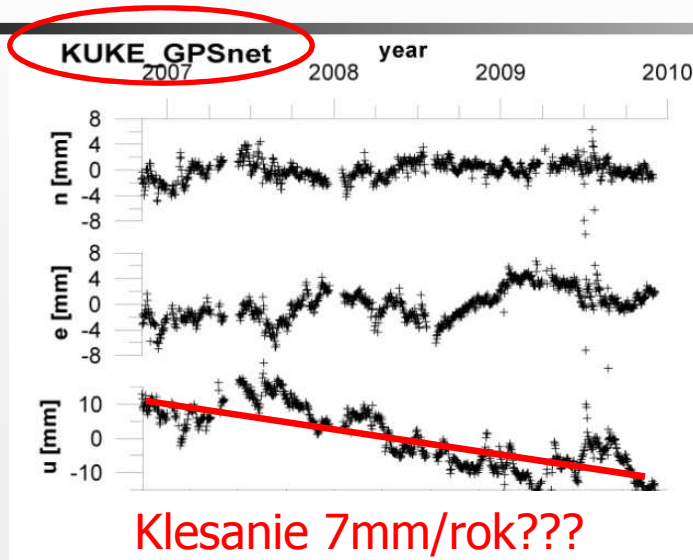
$$\boxed{y = \mathbf{a} \cdot x + b + \mathbf{A} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot x - \varphi)}$$

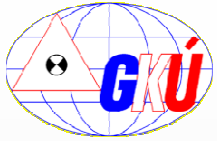


- Skúsenosti získané z monitoringu



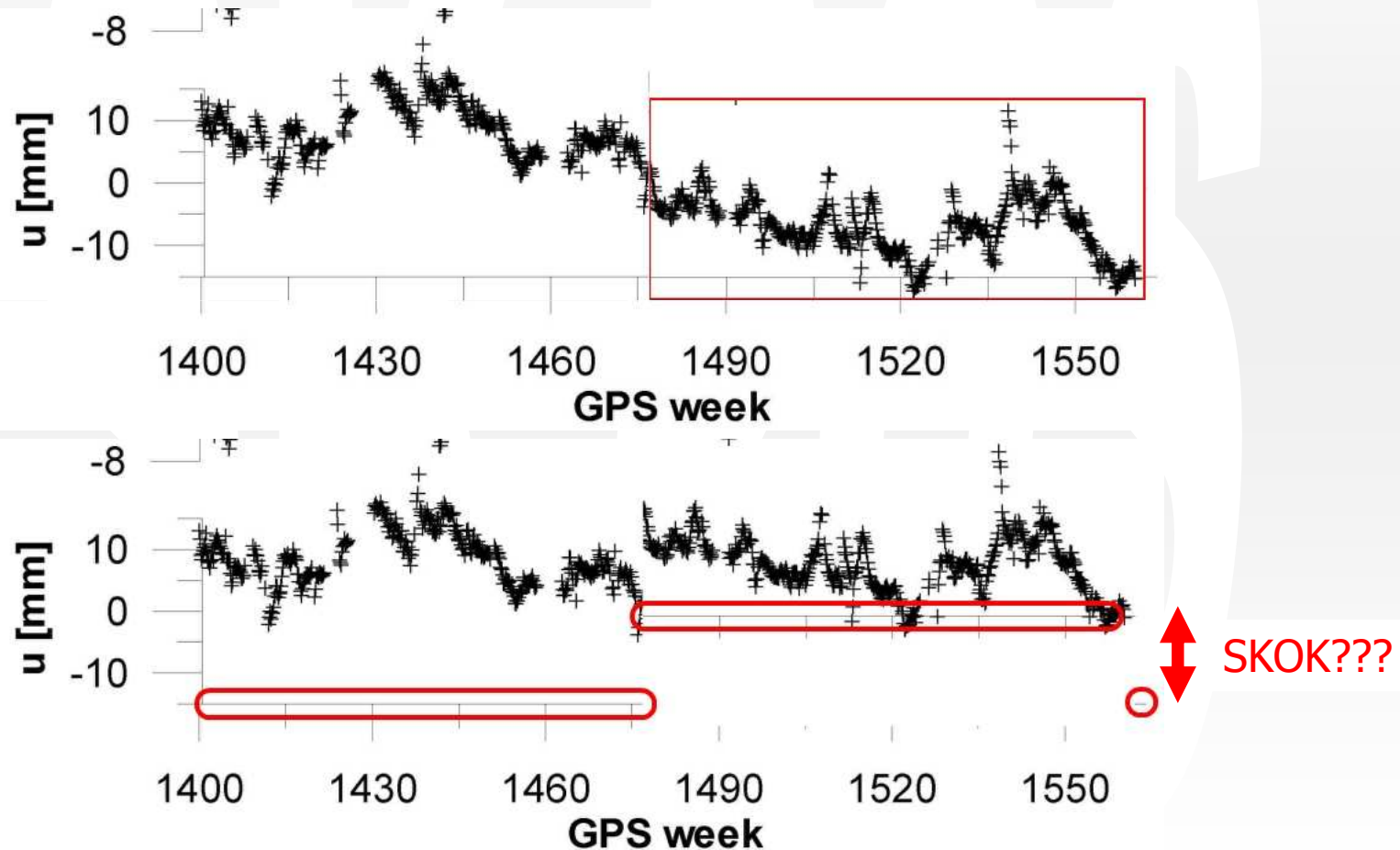
Negatívnej skúsenosť z firemným softvérom – stanica **KUKE**

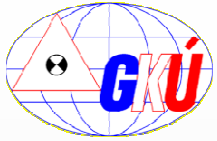




Negatívnej skúsenosť z firemným softvérom – stanica **KUKE** detail

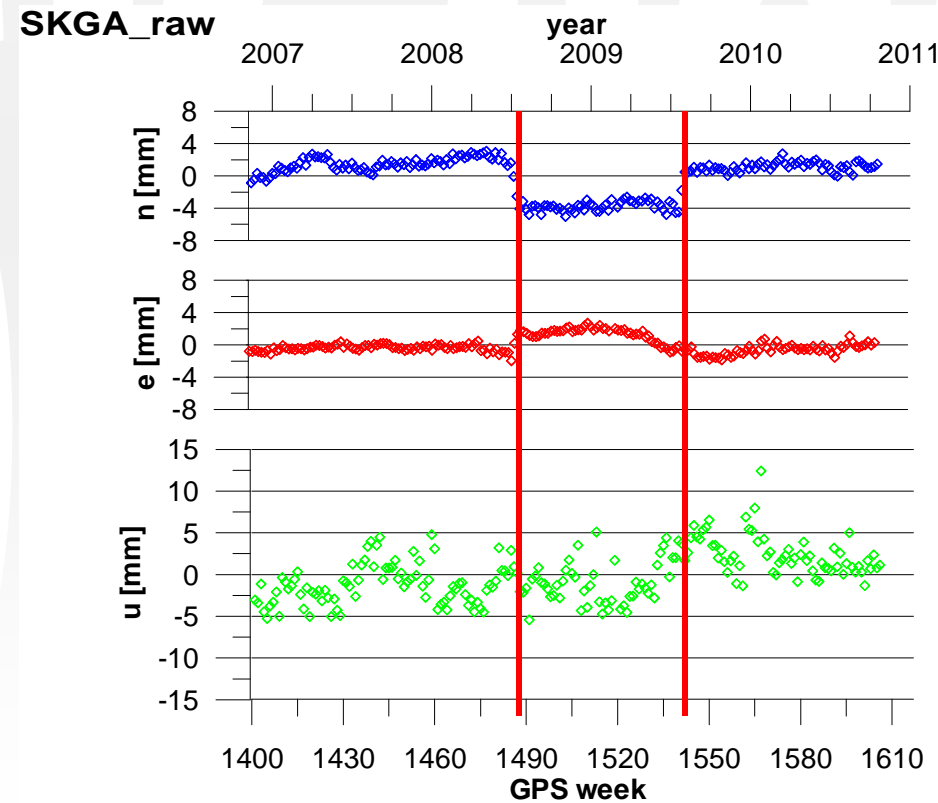
- Zrejme skok vo výpočte vo firemnom softvéri

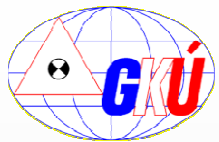




Skoky v časových radoch spôsobené výmenou resp. reinštaláciou antény

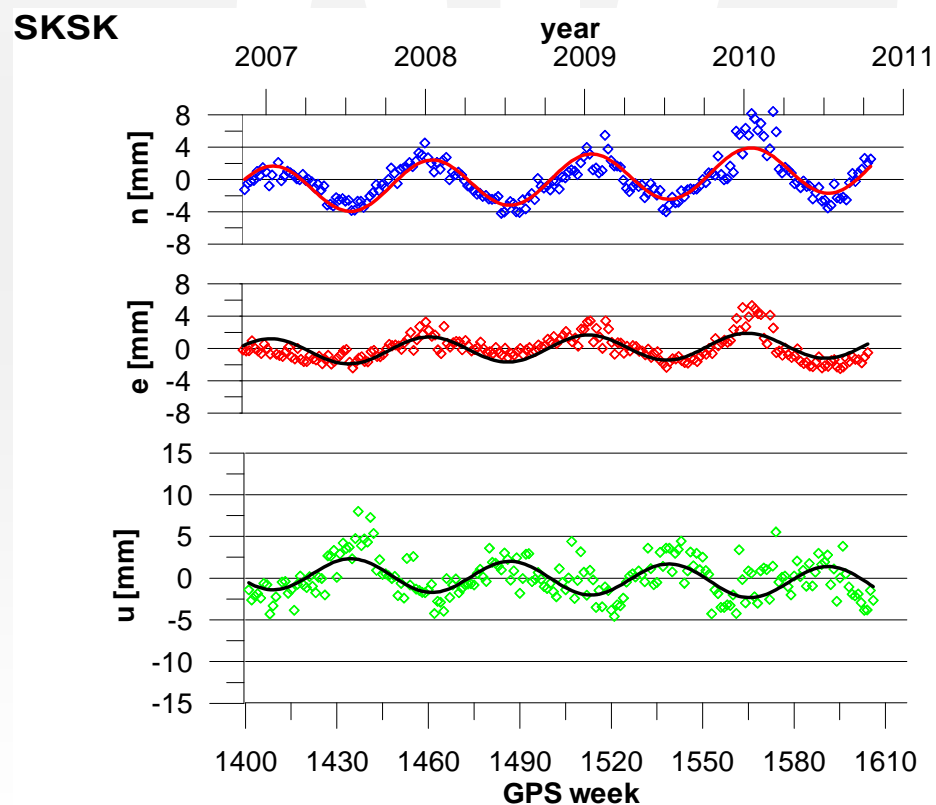
- Manipulácia s anténami (reinštalácia, výmena) = skok v časových radoch ☹️
- Ovplyvňuje vertikálnu ako aj horizontálnu zložku na milimetrovej úrovni





“Výrazné” sezónne variácie na stanici **SKSK** (Svidník)

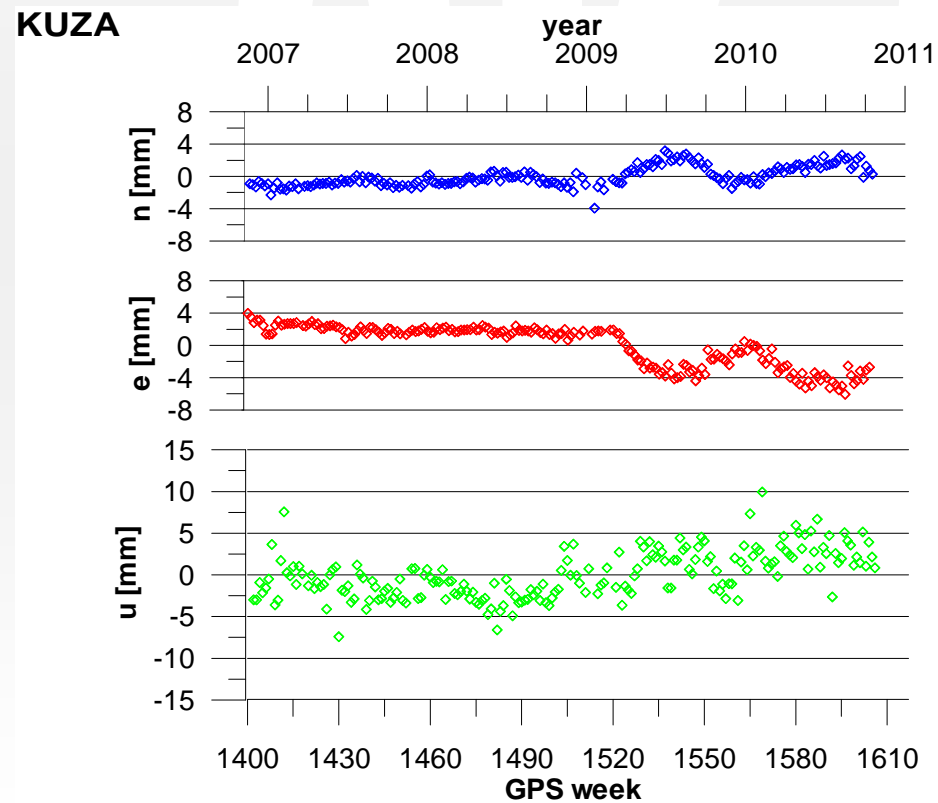
- Amplitúdy:
 - $n = 2.9\text{mm}$, $e = 1.6\text{mm}$, $u = 1.9\text{mm}$
 - Ale stále iba v milimetroch – neovplivní geodetov!!!

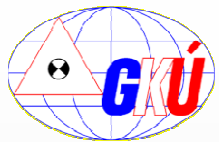




Anomálne správanie sa stanice **KUZA** (Žilina)

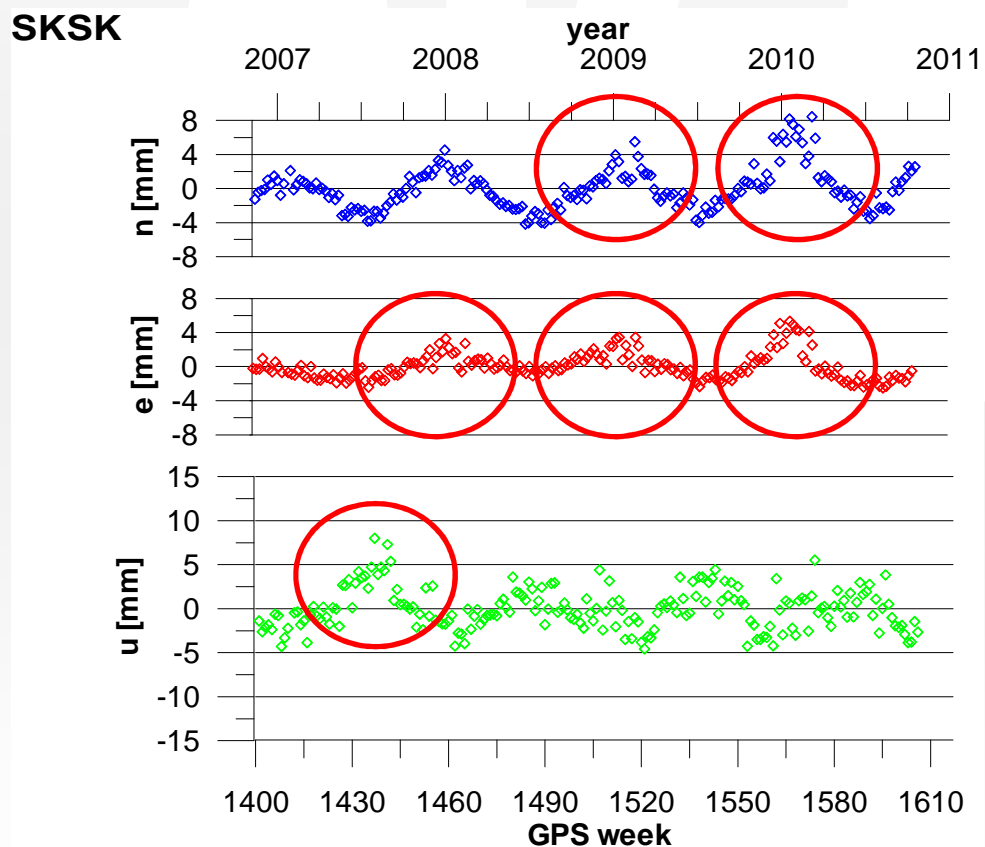
- Prerábanie strechy/podkrovia – zrejme oslabenie konštrukcie?





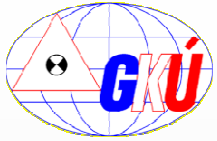
Vplyv zimy (sneh, ľad) na antény = väčší rozptyl rezíduí

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

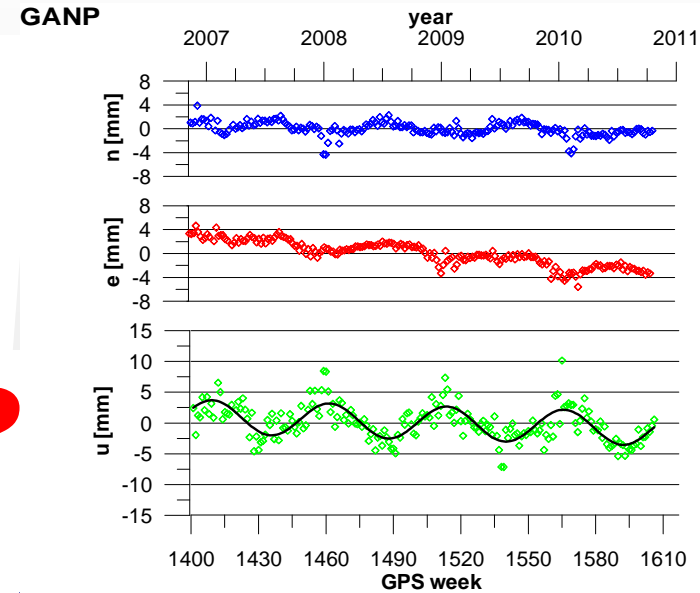
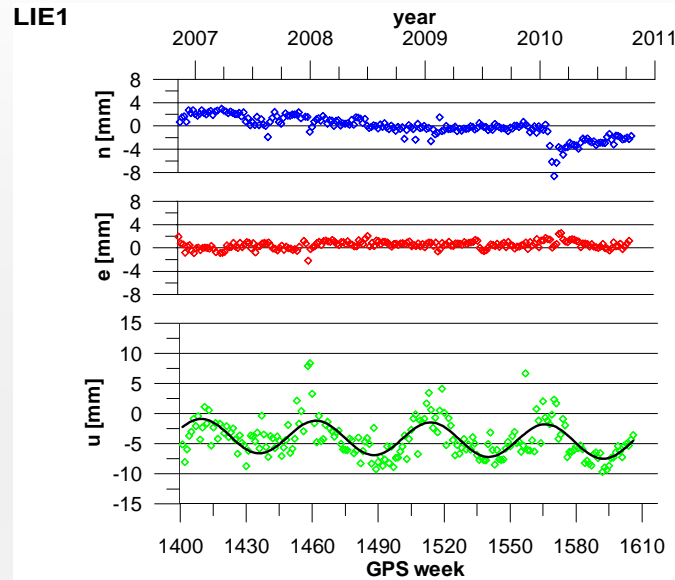


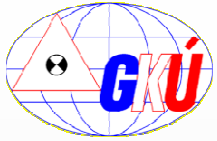
- Kryt antény na stanici SKMT (Martin)





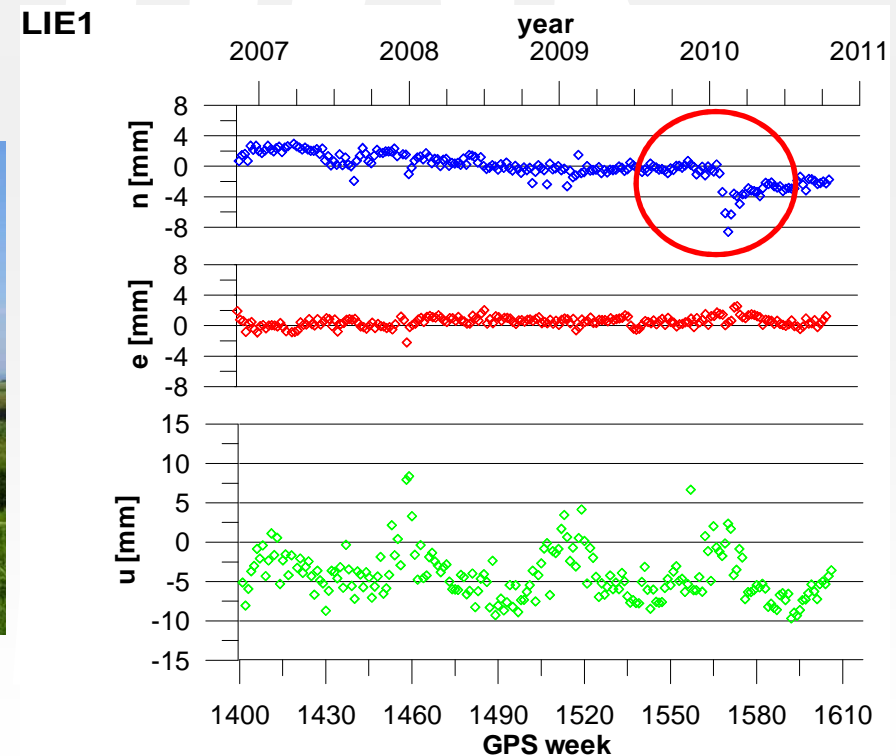
Sezónna variácia „pilierových“ staníc vo výškovej zložke





Nečakaný skok na stanici **LIE1** (Lieseck)

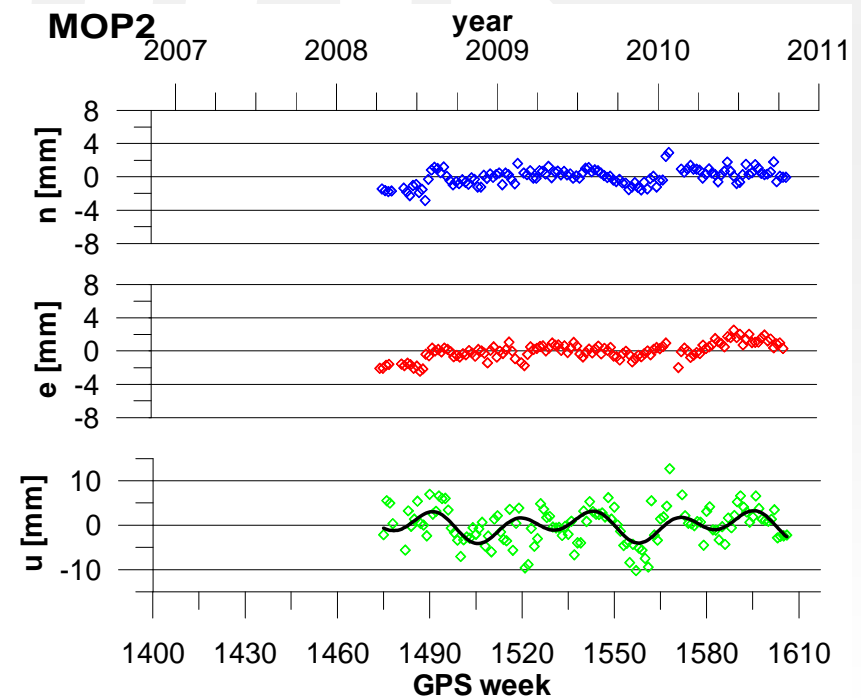
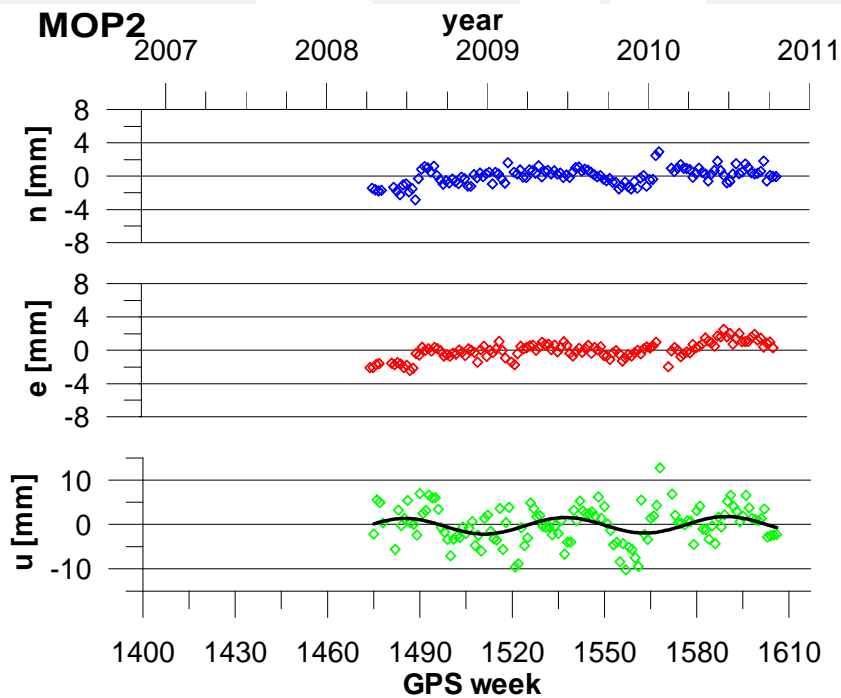
- Pohyb alebo náhoda?
- Ovplyvnená iba jedna zložka!
- Udialo sa po zime - náhoda? Alebo problém z anténou (fázovým centrom)?

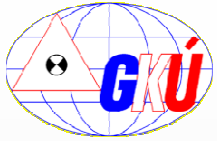




Ročná + polročná perióda variácie sezónnej zložky

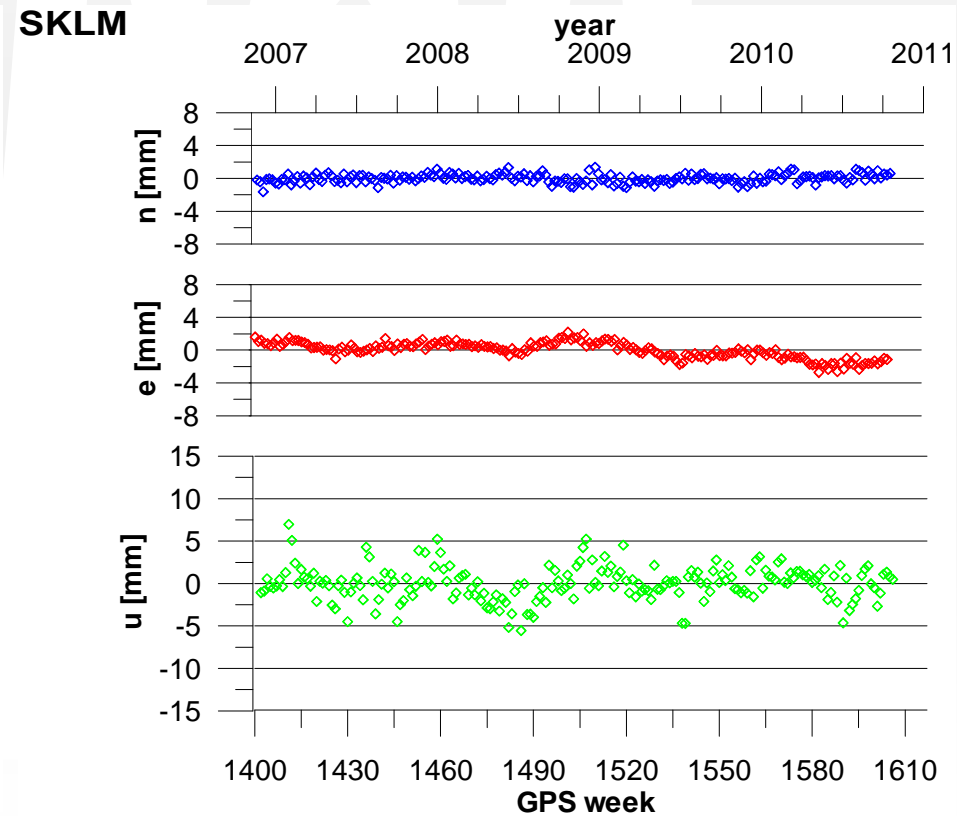
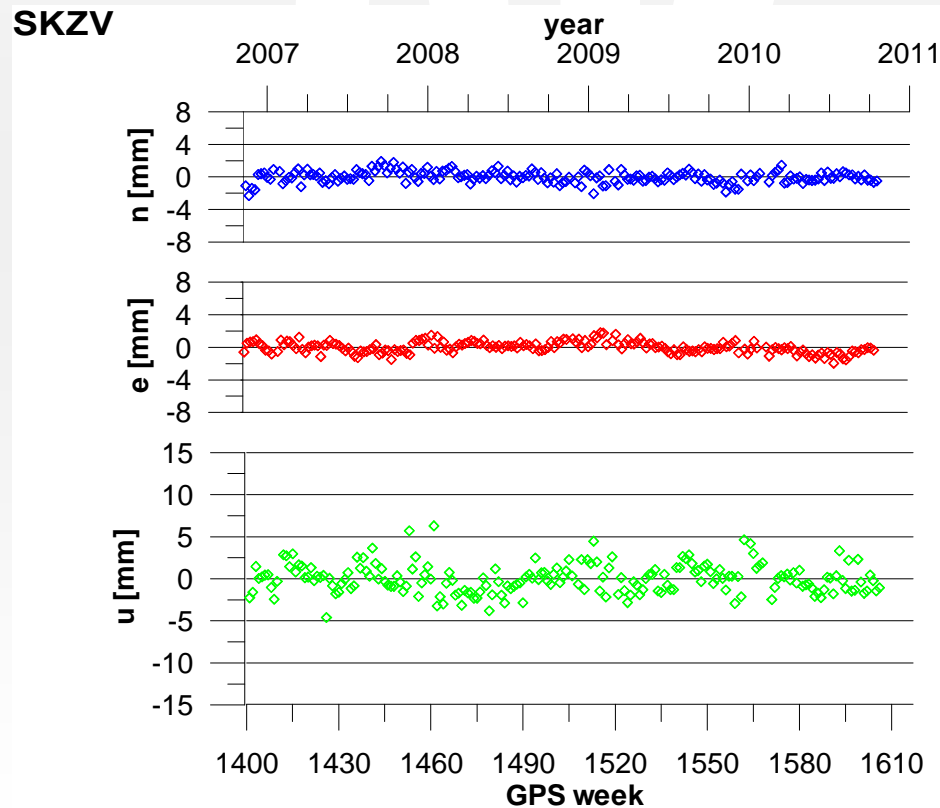
- Odhad variácie s ročnou + polročnou periódou lepšie modeluje správanie sa niektorých staníc (napr. MOP2)

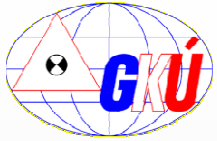




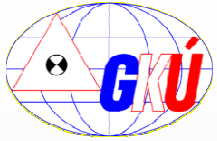
Stabilný priebeh

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





- Na základe skúsenosti preferujeme výsledky získané z monitoringu vedeckým softvérom.
- Všetky odhalené „chyby“ v správaní sa staníc **SKPOS** sa pohybujú v milimetroch a v žiadnom prípade neznehodnotili ani neznehodnocujú kvalitu presnosti garantovanú službou **SKPOS**, práve naopak, dokazujú silu a potenciál GNSS technológií, keďže umožňujú detekovať aj milimetrové zmeny a pohyby.



Ďakujem za pozornosť!

Ing. Branislav Droščák

Geodetický a kartografický ústav BRATISLAVA

branislav.droscak@skgeodesy.sk