



Geokinematika Slovenska z pohľadu spracovania údajov z referenčných staníc SKPOS (roky 2007-2017)

Ing. Branislav Droščák, PhD., Ing. Pavol Ceizel

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

branislav.droscak@skgeodesy.sk

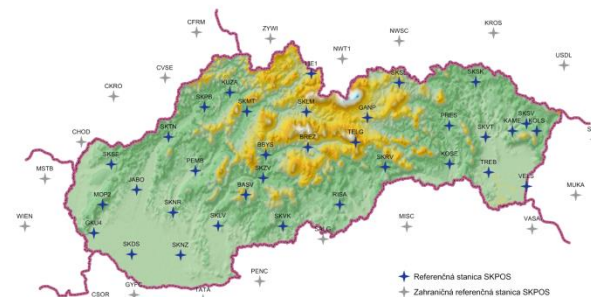
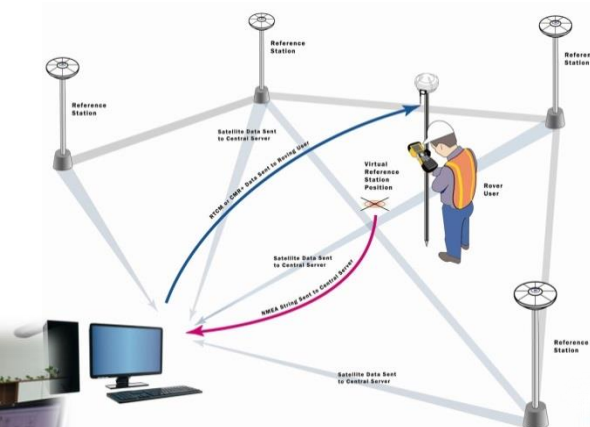
Obsah

- SKPOS
- Výpočet súradníc referenčných staníc SKPOS
- Tvorba časových radov staníc SKPOS
- Odhad rýchlostí permanentných GNSS staníc
- Porovnanie odhadnutých rýchlostí GNSS staníc z GKU a EPN riešenia

SKPOS



- Slovenská priestorová observačná služba (SKPOS) je multifunkčný nástroj na presné určovanie polohy objektov a javov pomocou globálnych navigačných družicových systémov, ktorý umožňuje používateľom pracovať on-line alebo dodatočne v záväzných geodetických referenčných systémoch ETRS89 a S-JTSK (v realizácii JTSK03).



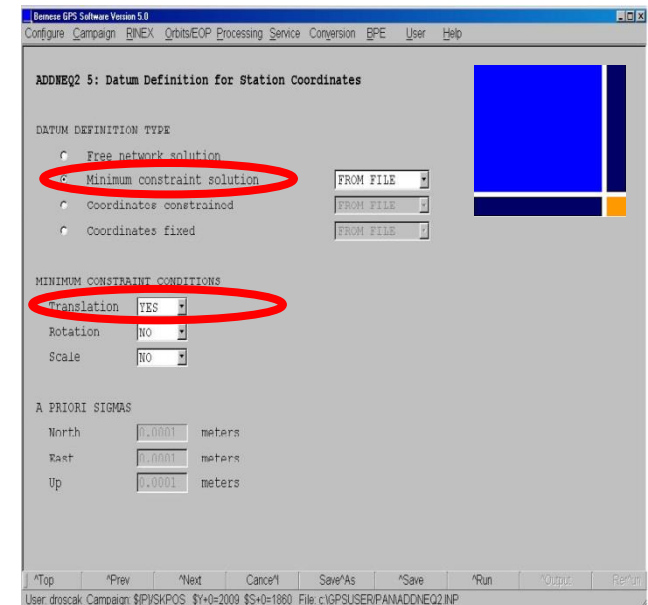
Sieť referenčných staníc

- 34 slovenských permanentných staníc
 - 14 staníc so špeciálnou stabilizáciou na geokinematický výskum
- 20 zahraničných permanentných staníc



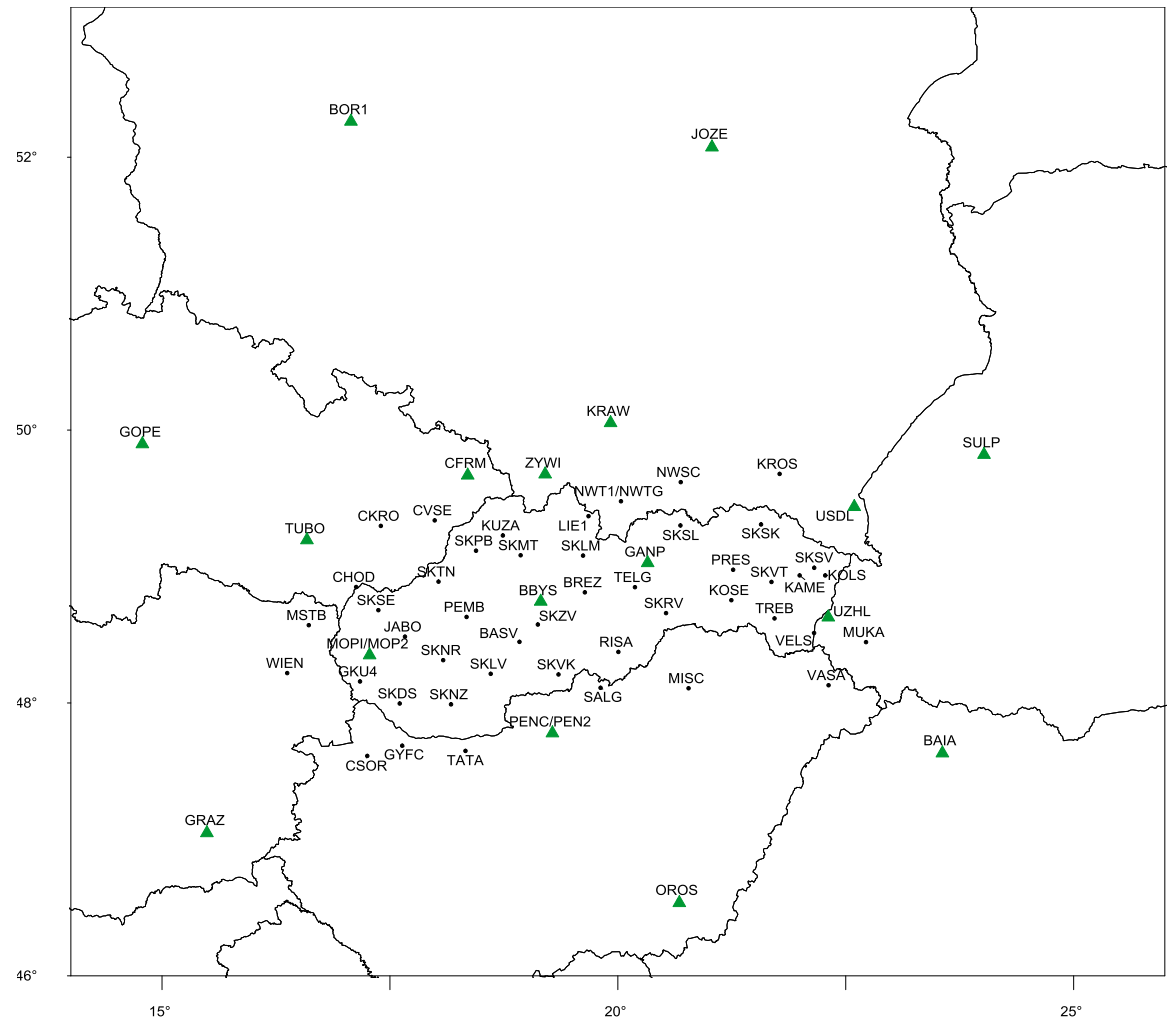
Výpočet súradníc referenčných staníc SKPOS

- Softvér Bernese 5.2
- Výpočet - denné riešenia
 - presné spracovanie GNSS observácií
 - ITRS (ITRF2008 resp. ITRF2014)
 - Absolútne modely fázových centier antén
 - Presné finálne IGS efemeridy
 - GPS+GLONASS
 - Vyrovnanie
 - podmienka Minimal Constraint – no net translation na vybraných EPN stanicích
- Výpočet - týždenné riešenia (SINEX)
 - kombinácia denných riešení
 - XYZ súradnice v ITRF2008 resp. ITRF2014
- Vykreslenie časových radov
 - týždenné riešenia - topocentrické súradnice v ETRS89



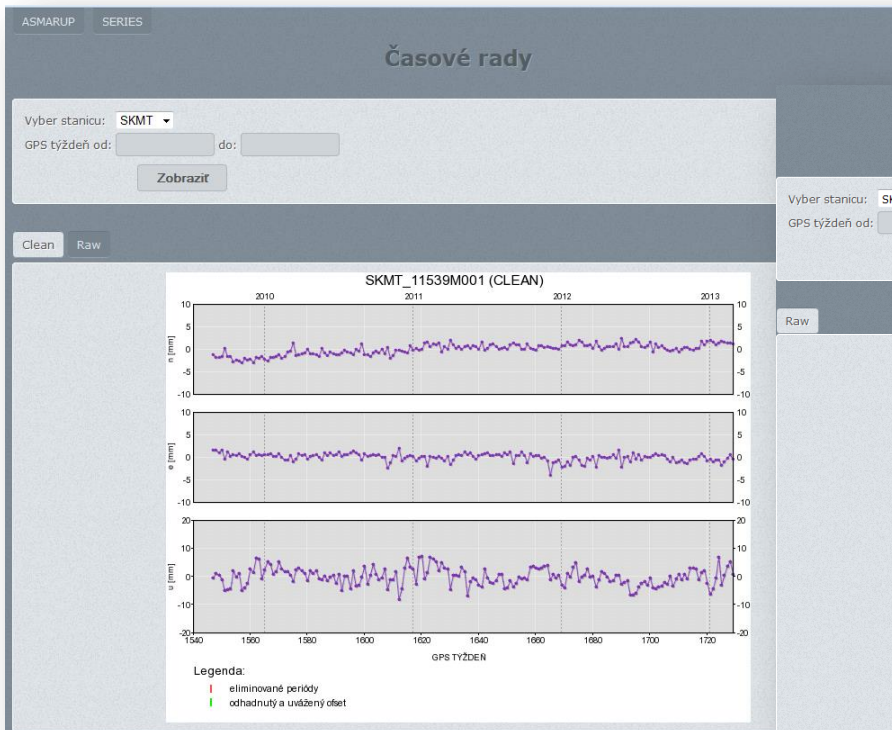
Stanice zahrnuté do spracovania

- Stanice SKPOS z územia Slovenska
 - GKÚ
 - STU
 - TOPÚ
 - Vihorlatská hviezdáreň
- Zahraničné stanice susedných štátov zapojené do SKPOS na základe dohôd
- Vybrané okolité EPN stanice
- Spolu 63 staníc



Vykreslenie časových radov súradníc staníc SKPOS

- ETRS89 (ETRF2000)
 - RAW
 - CLEAN

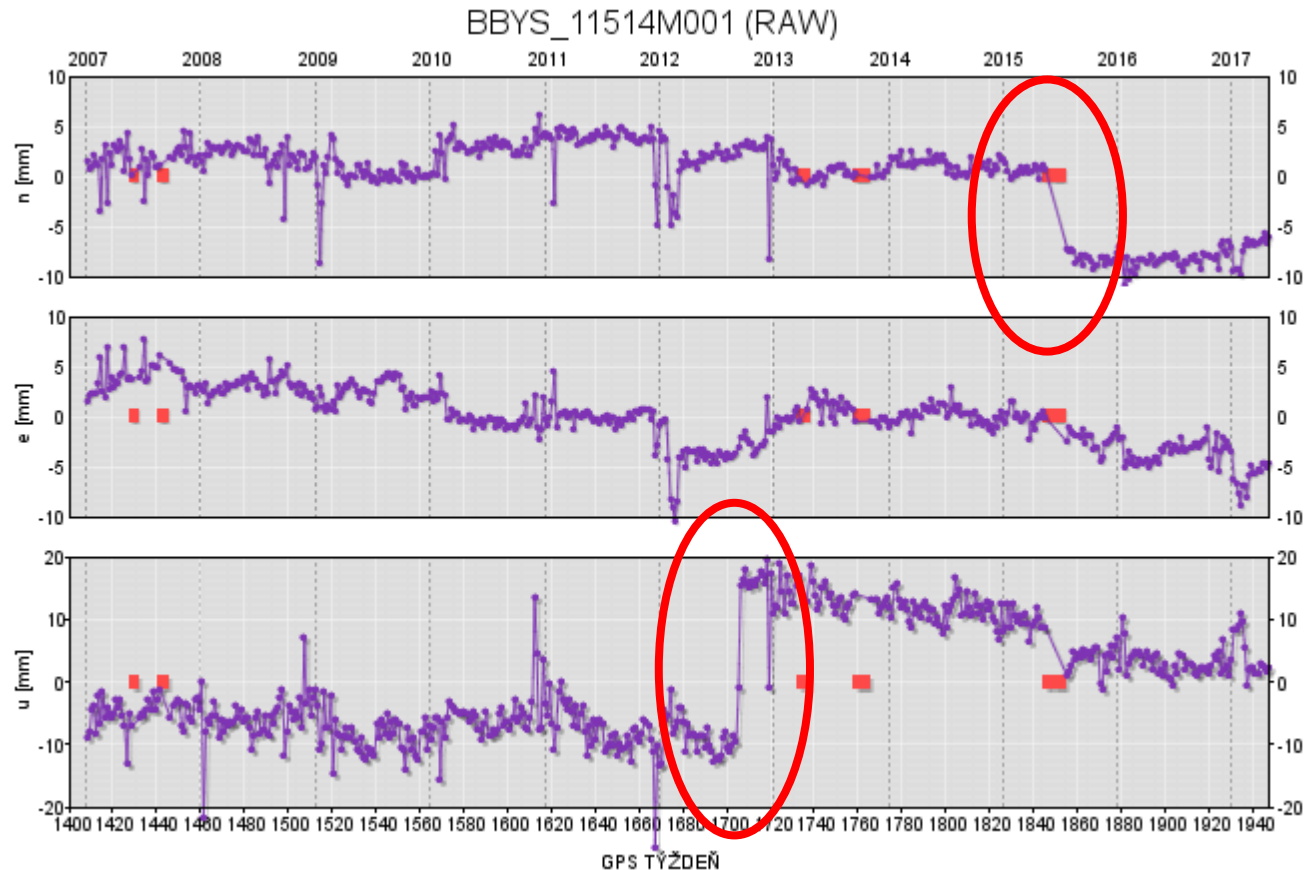


Odhad rýchlostí permanentných GNSS staníc

- Predpoklad konštantnej rýchlosti
- Odhad HZ a V rýchlostí – metóda lineárnej regresie (MNŠ)
 - Eliminácia skokov
 - Eliminácia sezónnej zložky
 - Eliminácia anomálnych období
 - Eliminácia odľahlých hodnôt
- Reziduálne rýchlosti = reprezentujú geokinematiké pohyby

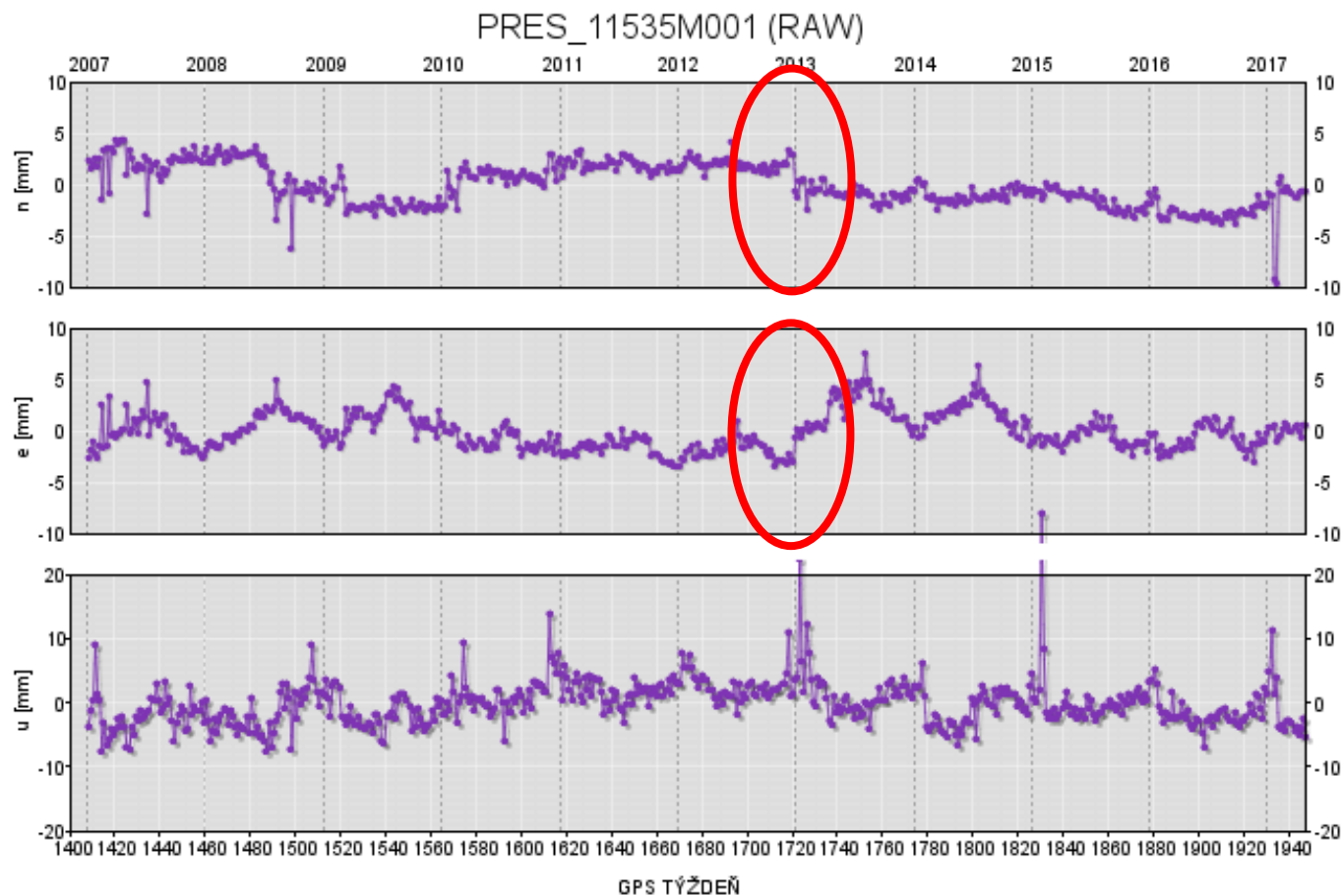
Odhad rýchlostí permanentných GNSS staníc

- Výskyt skokov v súradniciach v dôsledku výmeny hardwaru na stanici



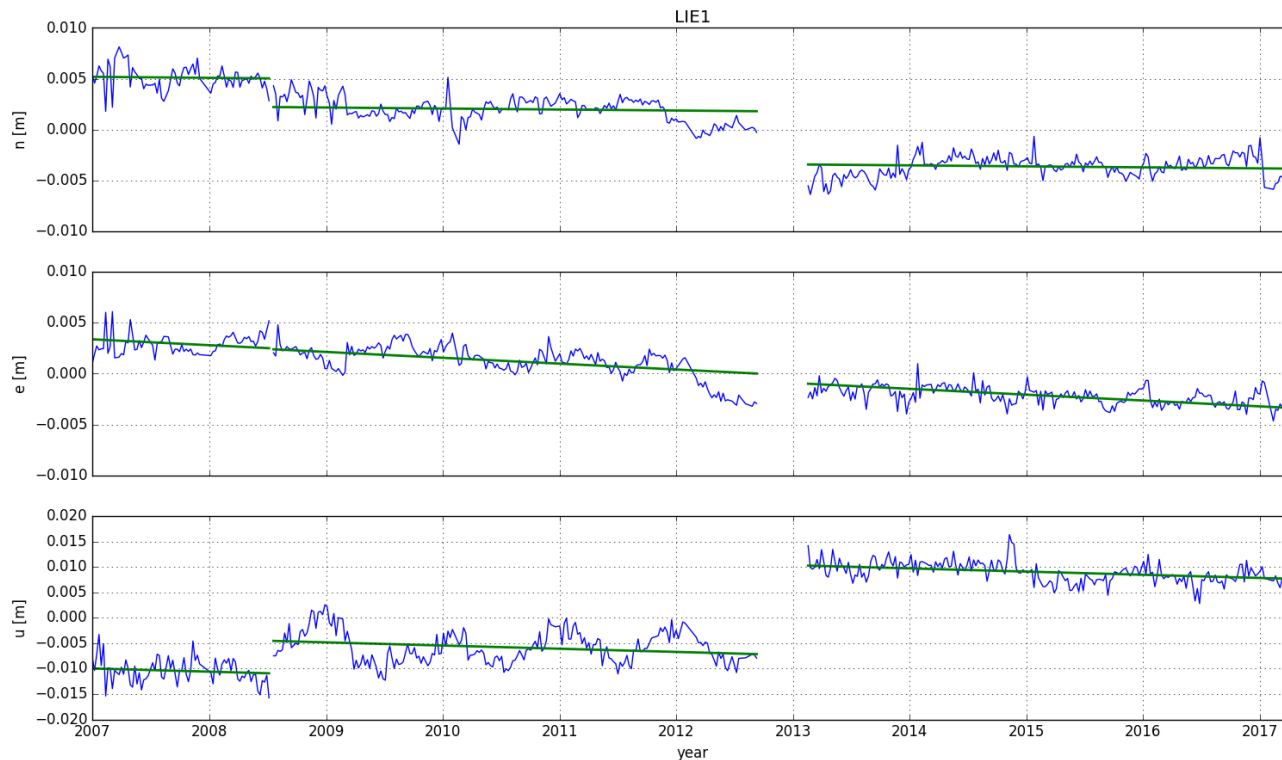
Odhad rýchlostí permanentných GNSS staníc

- Výskyt skokov v súradniciach v dôsledku zmeny spôsobu spracovania (ITRF05 → ITRF08/IGb08)



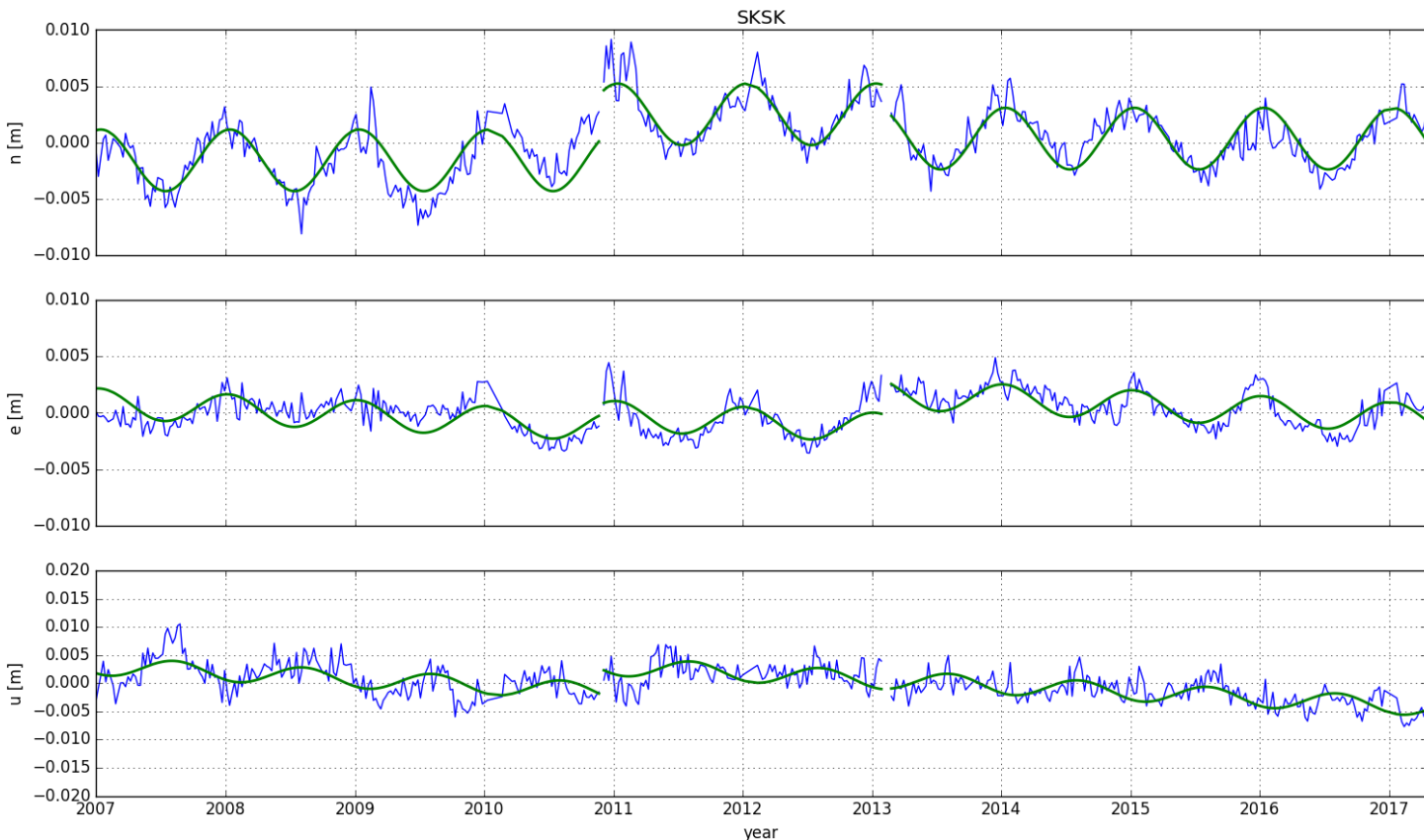
Odhad rýchlostí permanentných GNSS staníc

- Detekcia dátumov skokov v Bernese 5.2 (FODITS)
- Súčasný odhad veľkosti skokov a lineárneho trendu časových radov



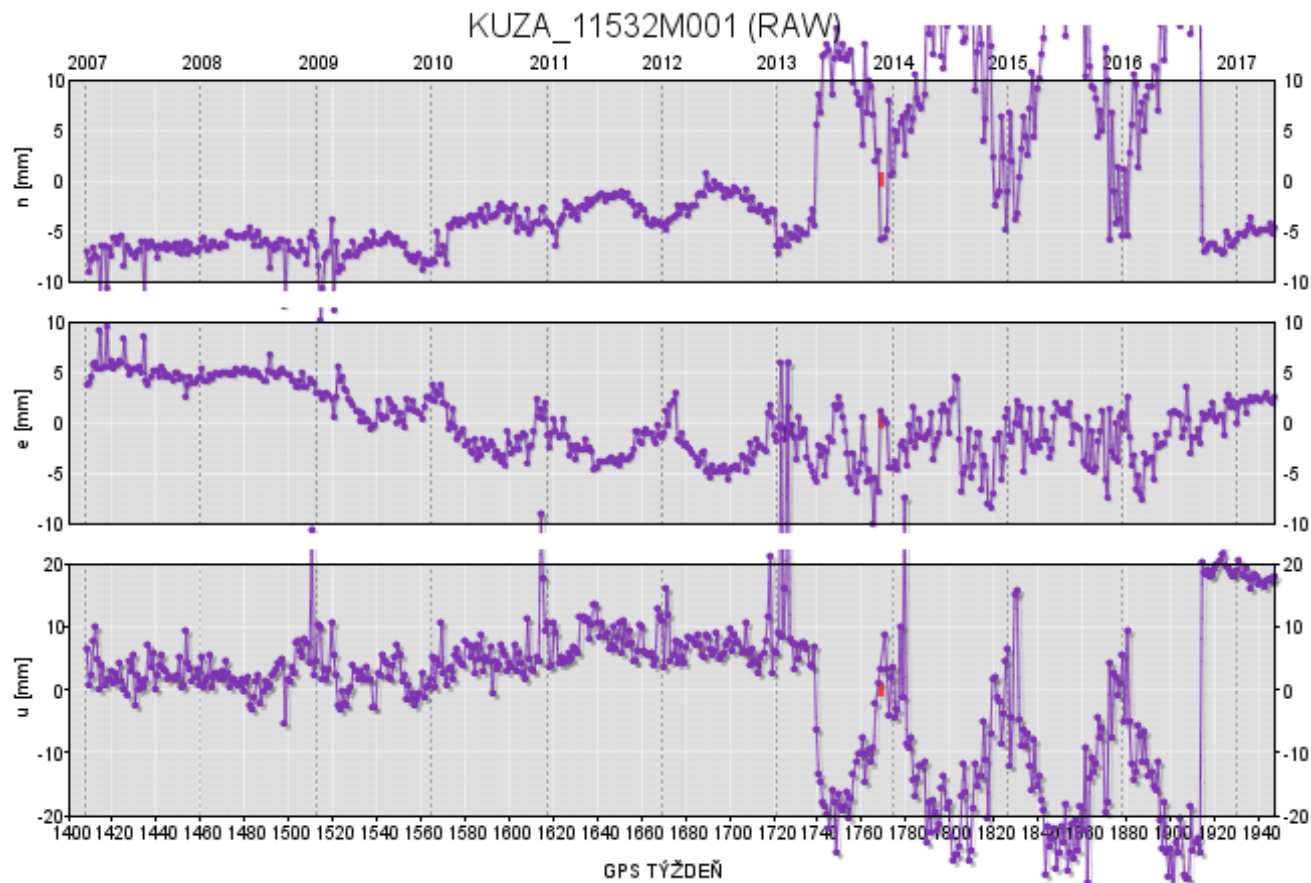
Odhad rýchlostí permanentných GNSS staníc

- Odhad sezónnej zložky časových radov s ročnou periódou



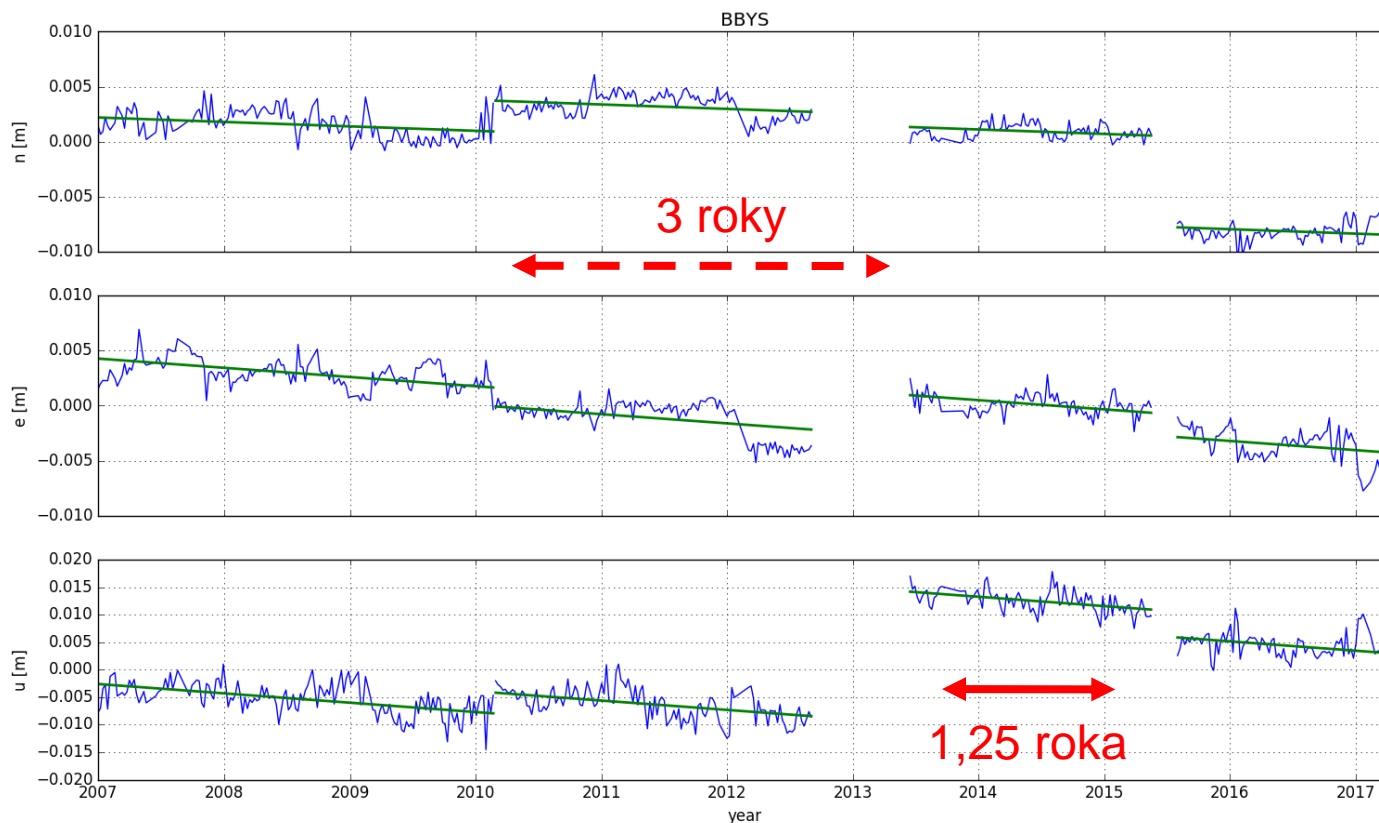
Odhad rychlostí permanentních GNSS stanic

- Eliminácia úsekov s anomálnym správaním časových radov



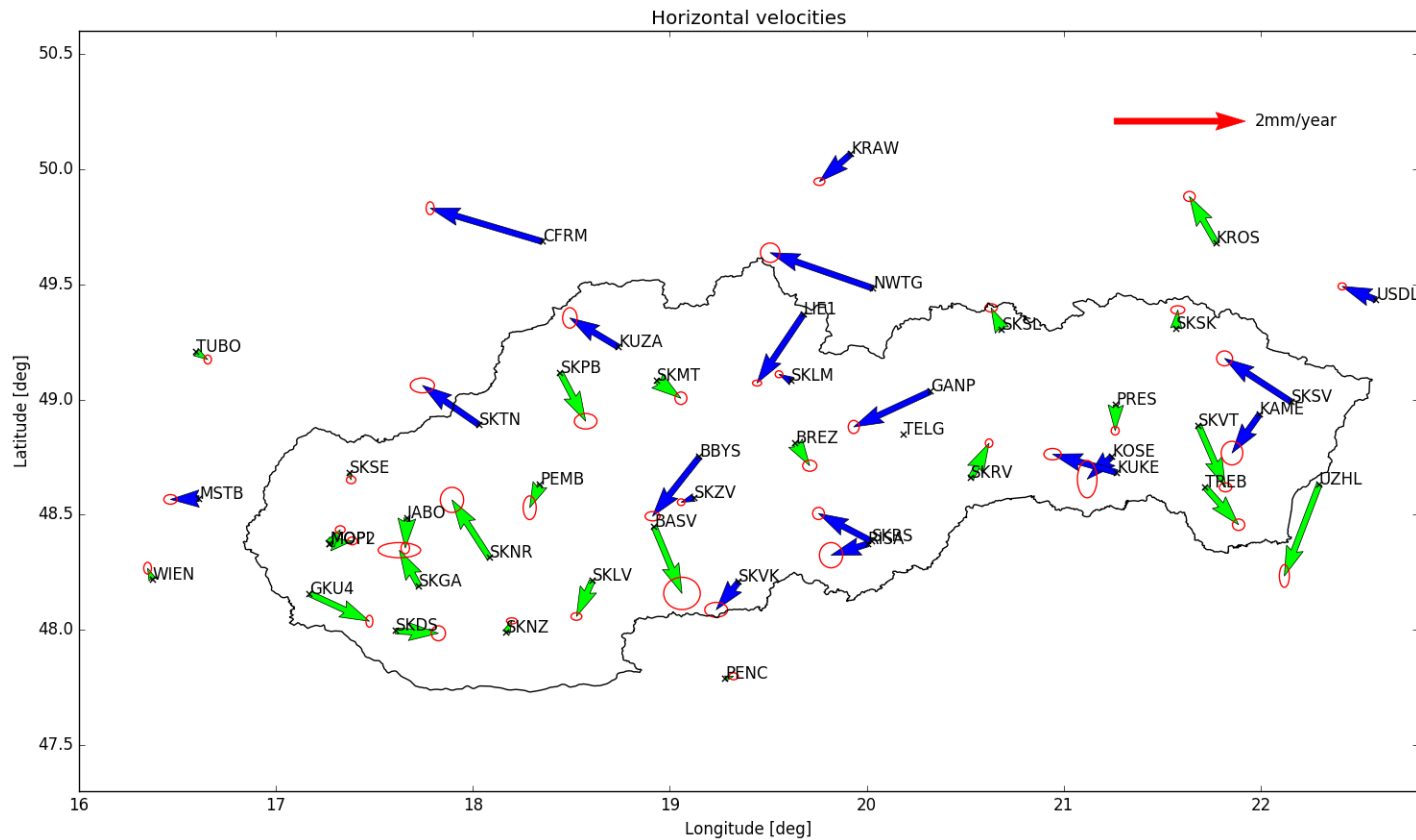
Podmienky minimálnej dĺžky časových radov

- Celková dĺžka min. 3 roky
- Dĺžka jedného úseku min. 1,25 roka



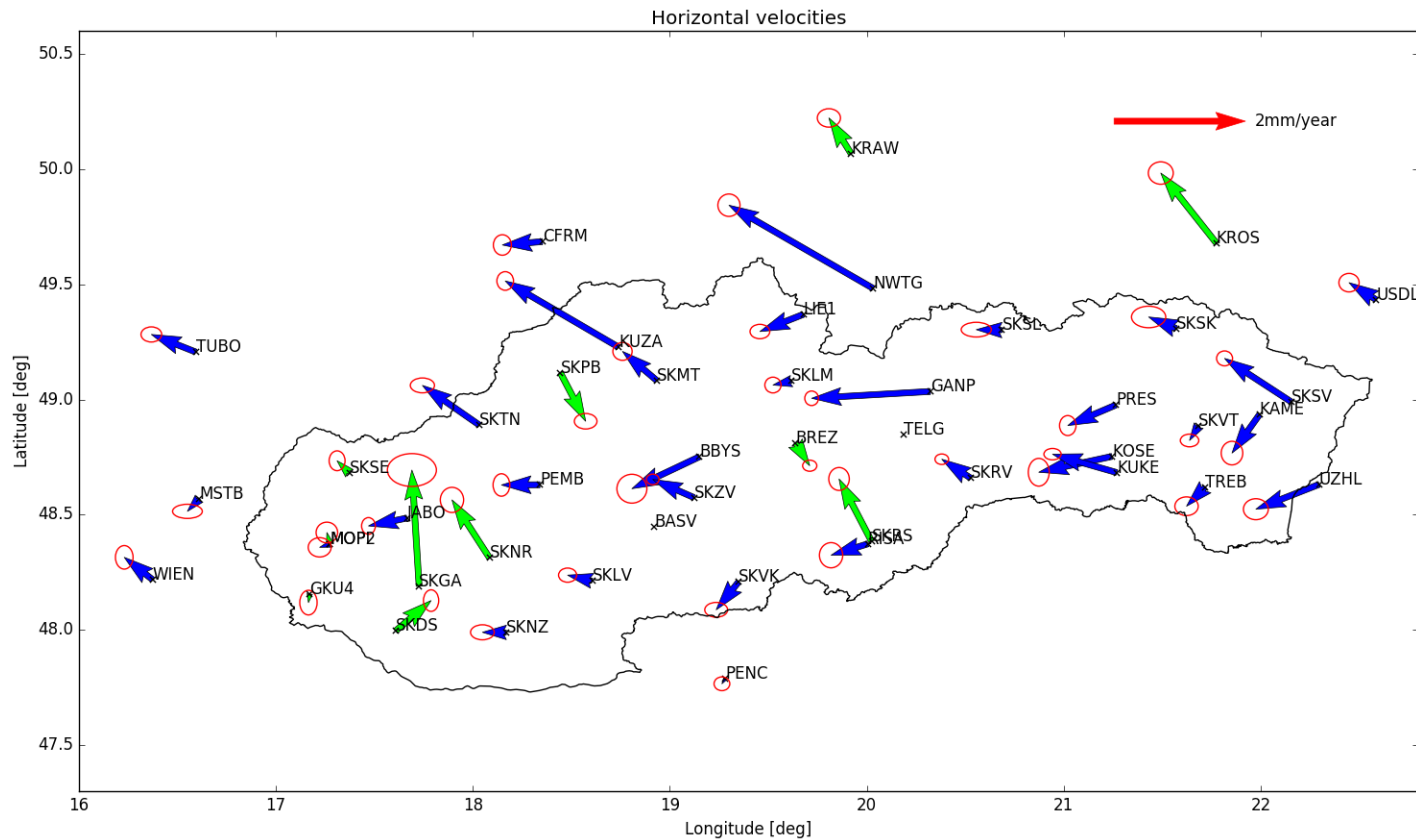
Porovnanie horizontálnych rýchlostí permanentných GNSS staníc v závislosti od postupu spracovania

RAW



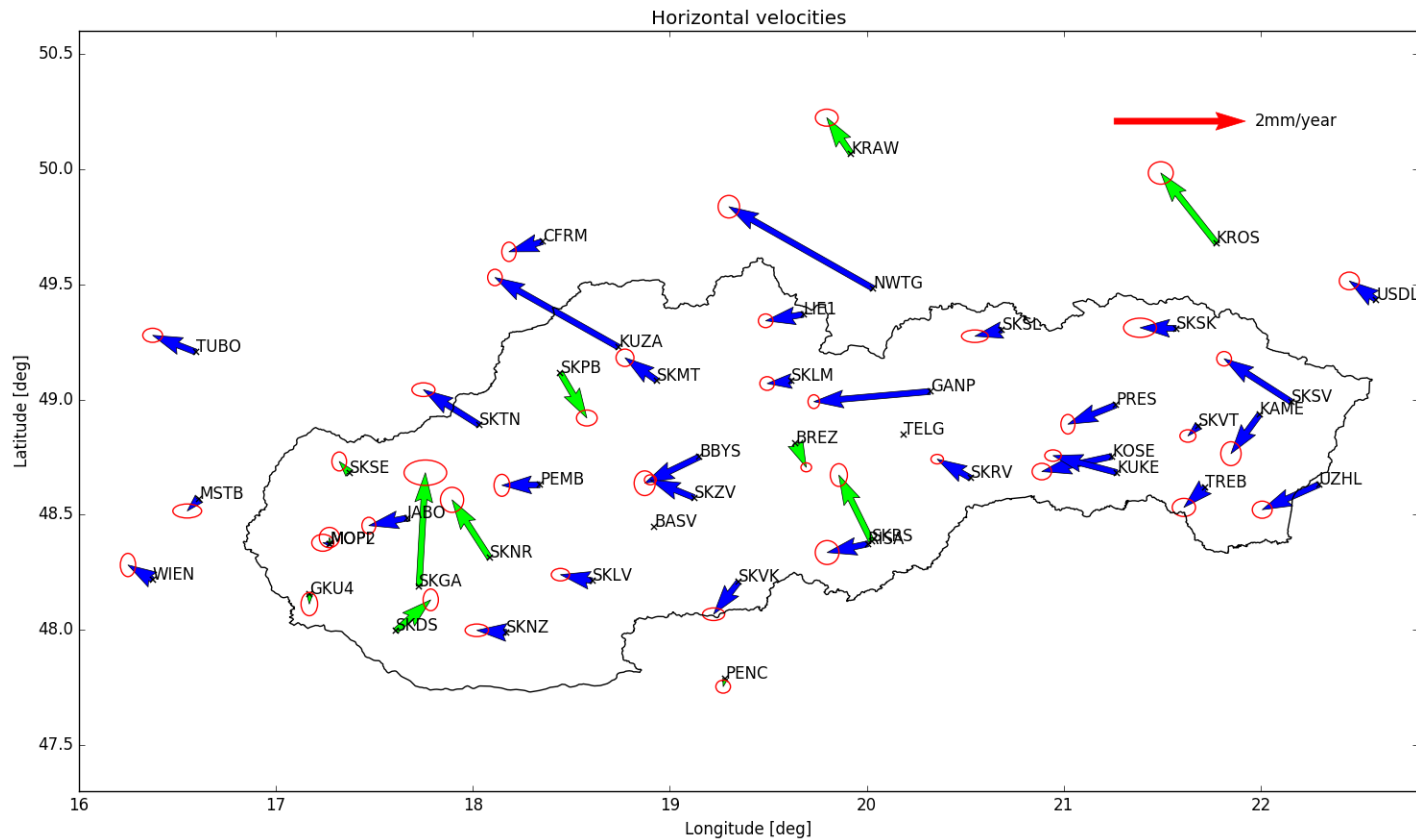
Porovnanie horizontálnych rýchlostí permanentných GNSS staníc v závislosti od postupu spracovania

eliminated: jumps



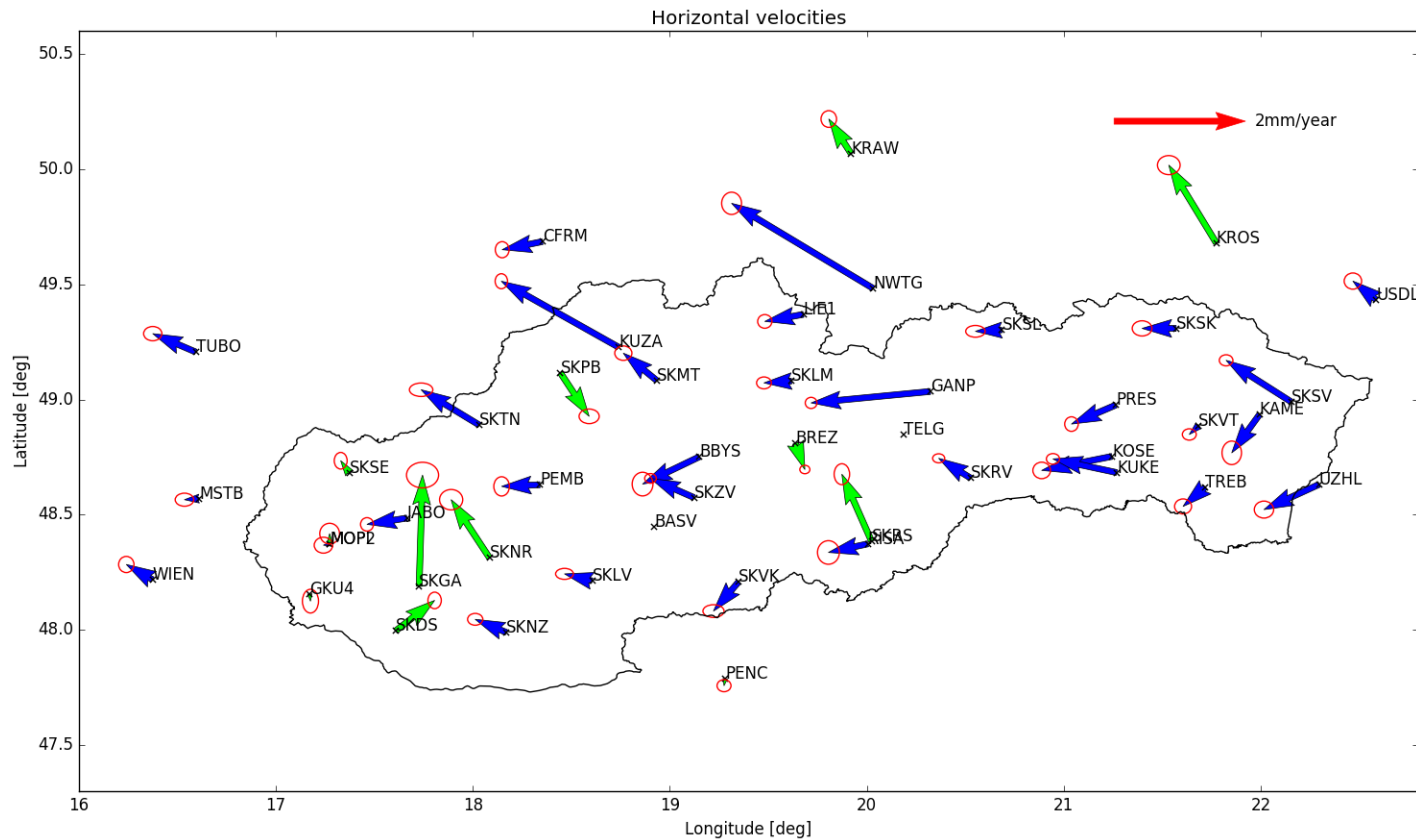
Porovnanie horizontálnych rýchlostí permanentných GNSS staníc v závislosti od postupu spracovania

eliminated: jumps + outliers



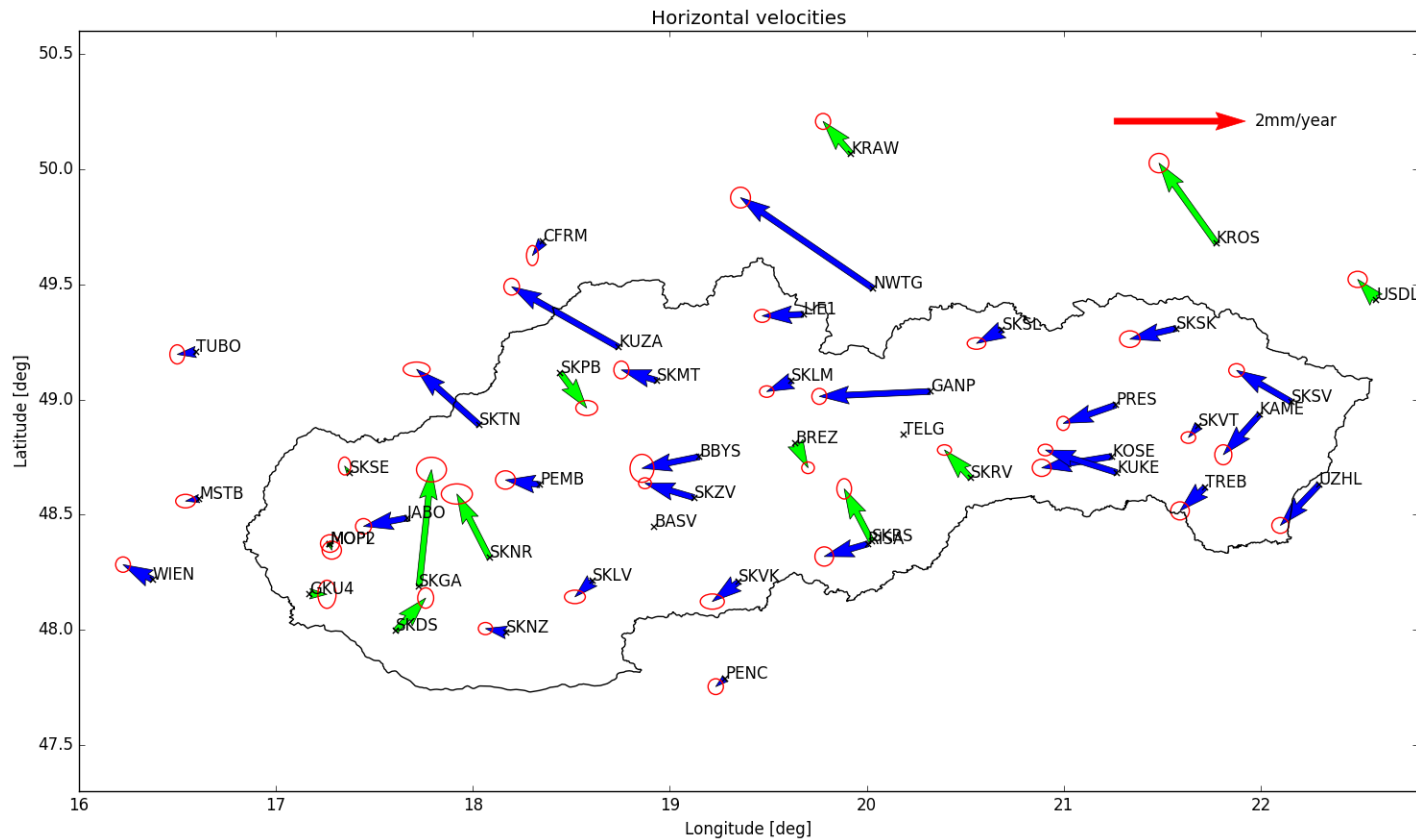
Porovnanie horizontálnych rýchlostí permanentných GNSS staníc v závislosti od postupu spracovania

eliminated: jumps + outliers + period

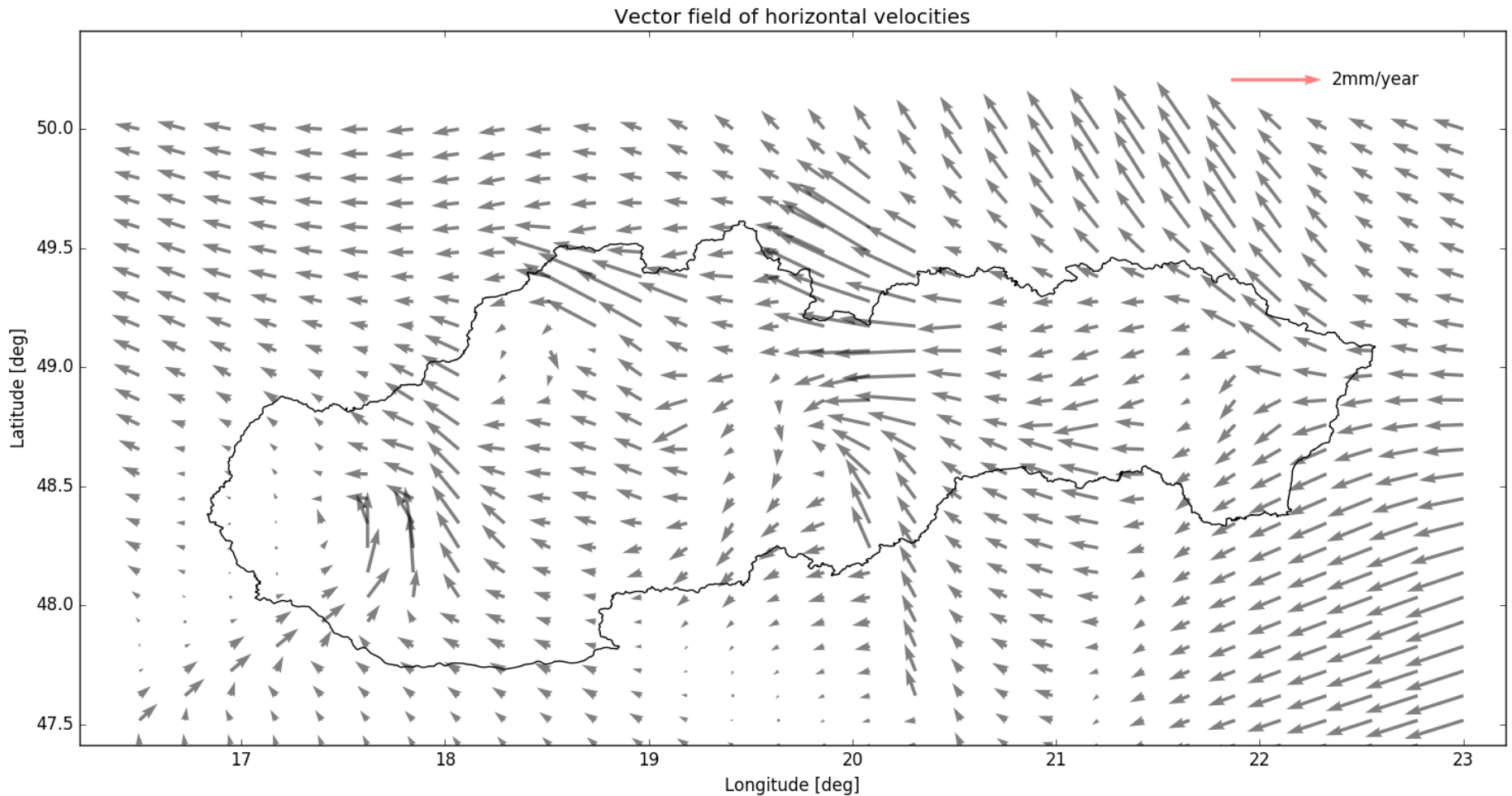


Porovnanie horizontálnych rýchlostí permanentných GNSS staníc v závislosti od postupu spracovania

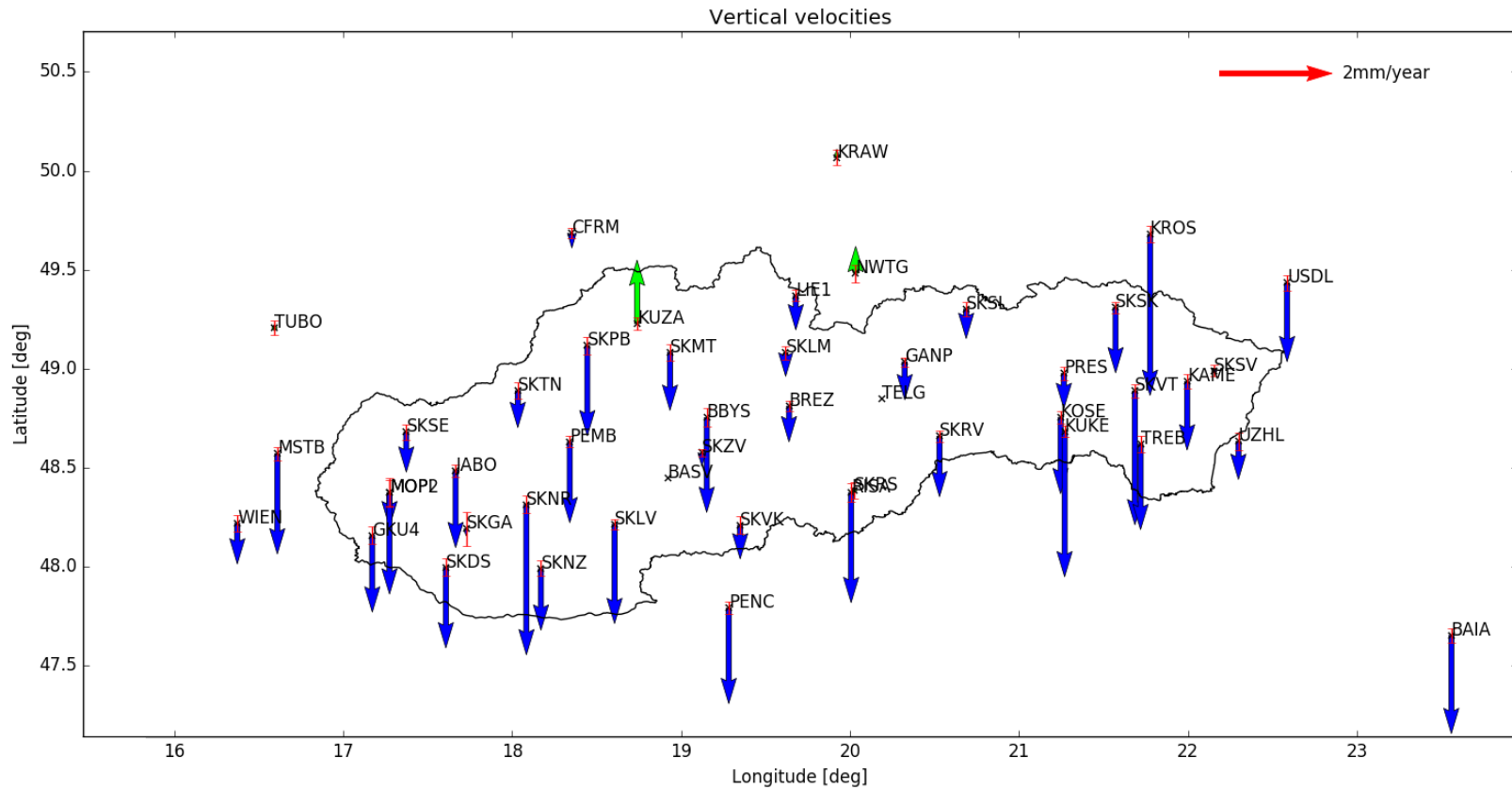
eliminated: jumps + outliers + period + weights



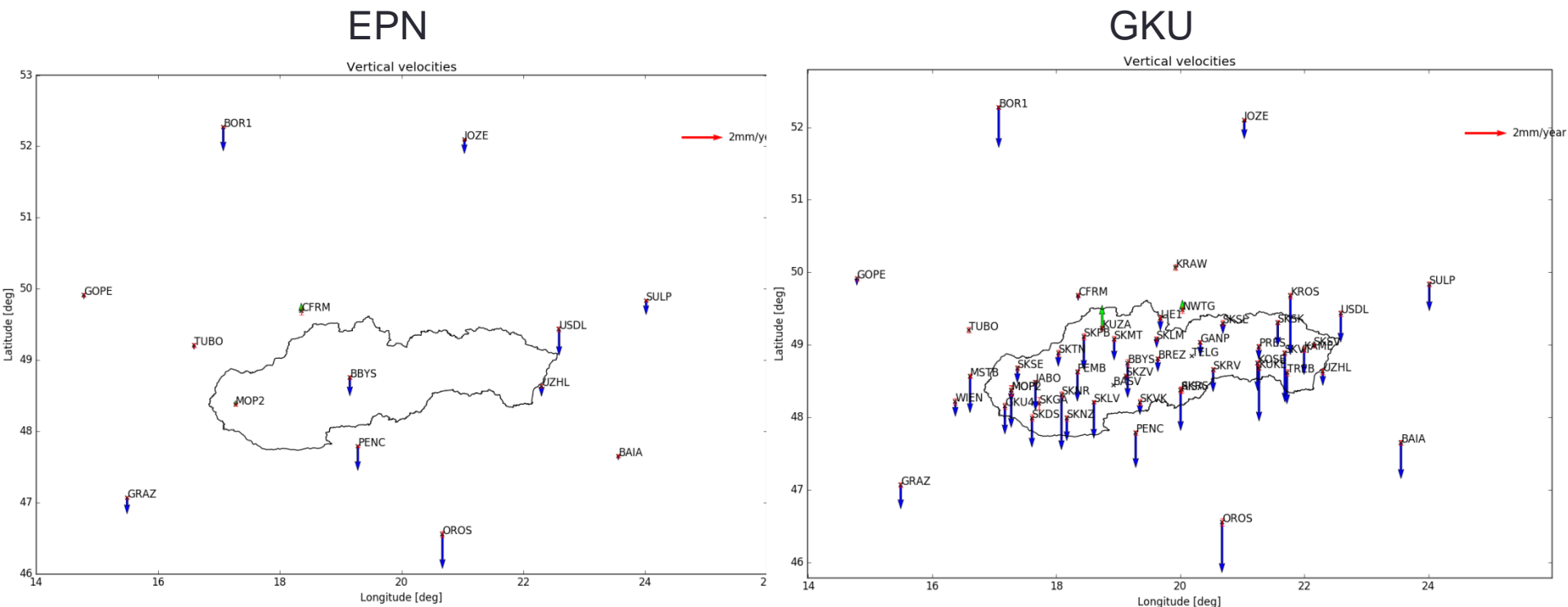
Vektorové pole horizontálních rychlostí permanentních GNSS stanic



Vertikálne rýchlosti staníc SKPOS



Porovnanie vertikálnych rýchlostí GNSS staníc z GKU a EPN riešenia



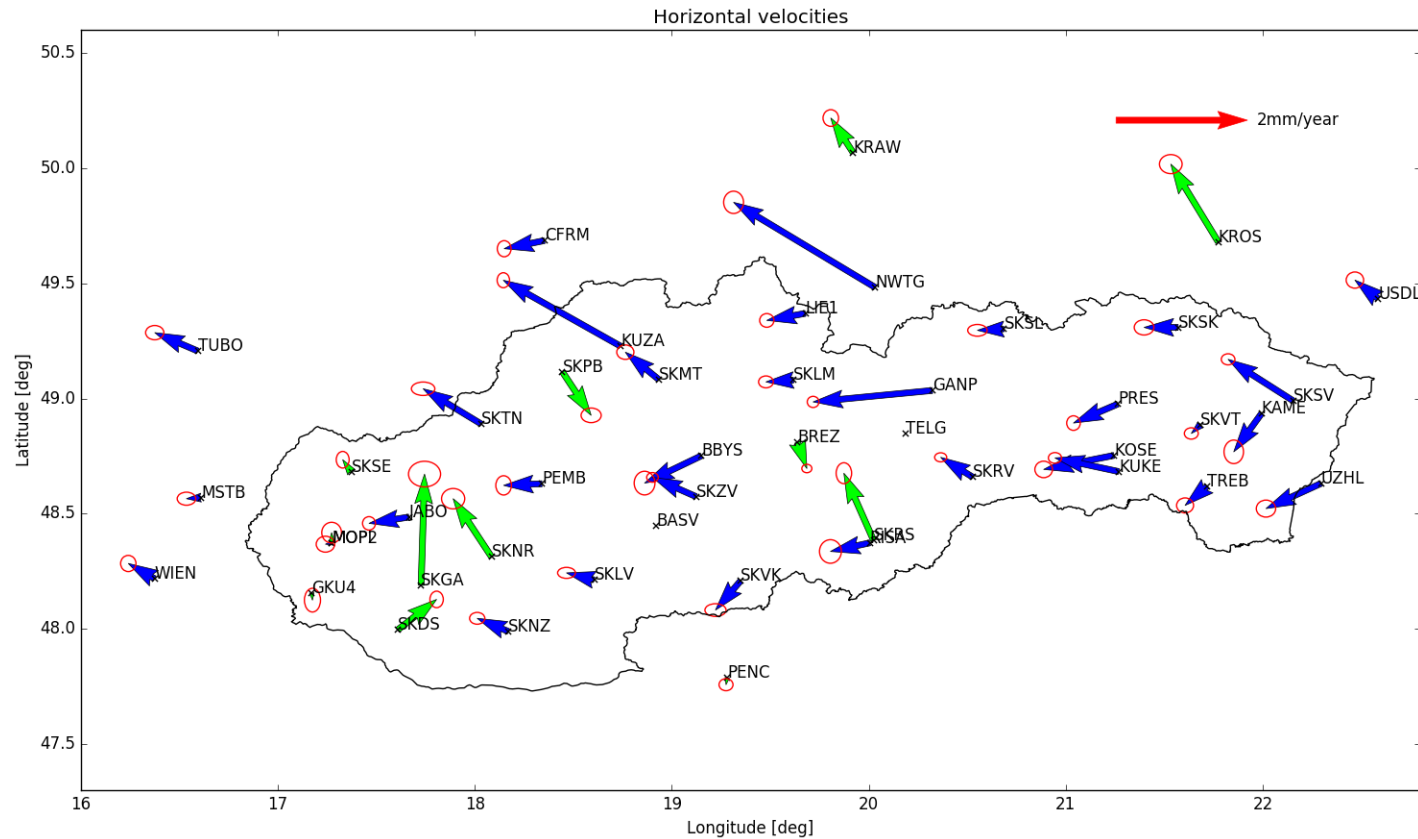
$$u_{\text{EPN}} - u_{\text{GKÚ}}$$

0.54 mm/rok

Porovnanie odhadnutých rychlostí SKPOS staníc s minulými spracovaniami GKU

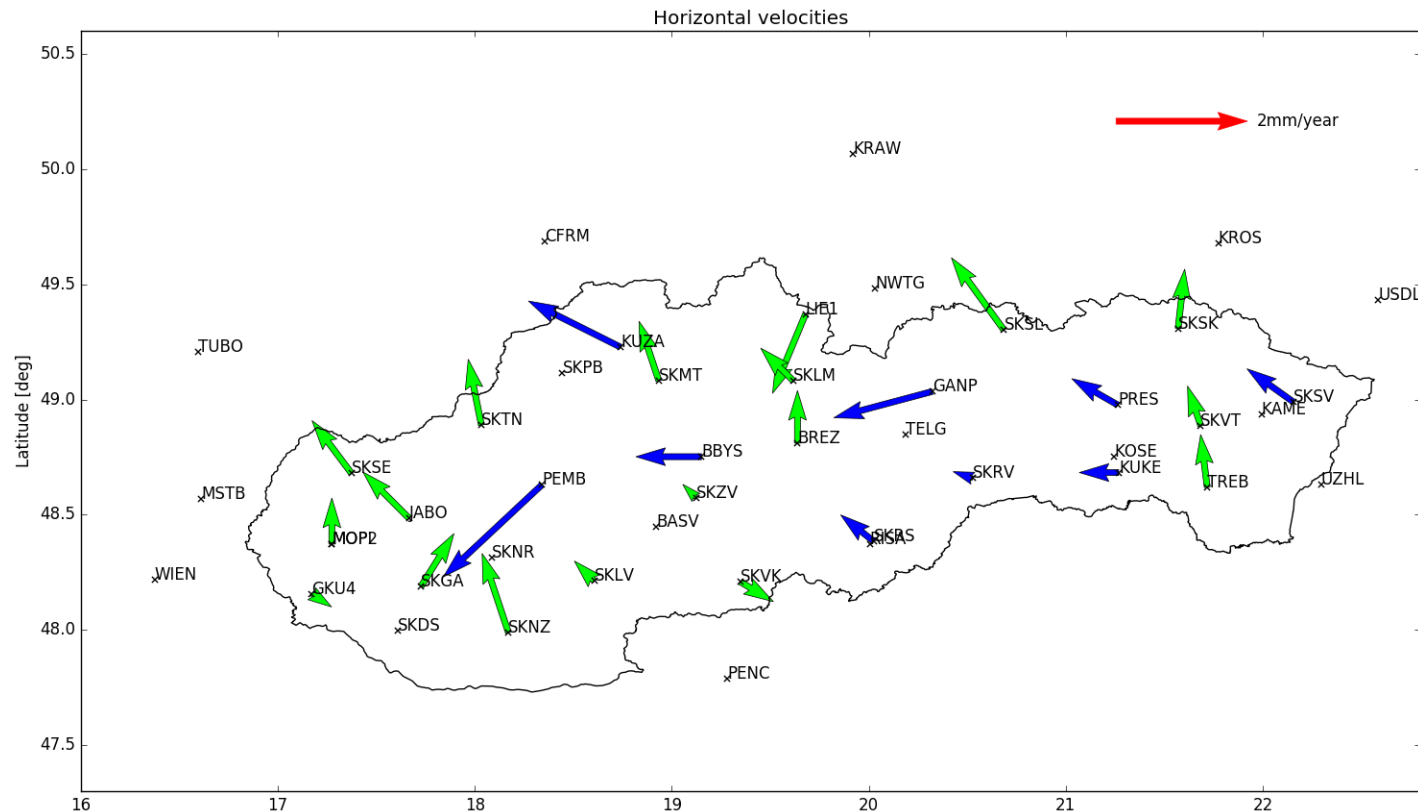
eliminated: jumps + outliers + period

GKU 2017



Porovnanie odhadnutých rýchlostí SKPOS staníc s minulými spracovaniami GKU

GKU 2013



$n_{\text{GKÚ2013}} - n_{\text{GKÚ2017}}$

0.57 mm/rok

$e_{\text{GKÚ2013}} - e_{\text{GKÚ2017}}$

0.30 mm/rok

$u_{\text{GKÚ2013}} - u_{\text{GKÚ2017}}$

1.07 mm/rok

Záver

- 1) odhadnuté HZ a V rýchlostí dosahujú milimetrové hodnoty => Slovensko nachádza na stabilnej časti eurázijskej tektonickej platne
- 2) spoľahlivosť výsledkov je preukázaná vnútornými charakteristikami presnosti a porovnaním s riešením EPN
- 3) v HZ rovine prevládajú vnútroplatňové pohyby v západnom smere o priemernej veľkosti cca 0.7 mm/rok
- 4) vo V rovine prevláda proces klesania o priemernej veľkosti -1.0 mm/rok, pričom juh Slovenska voči severu dosahuje dvojnásobné hodnoty,
- 5) odhadnuté rýchlostí staníc presahujúce priemerné hodnoty => ide o stanice s kratšou dĺžkou observácie resp. o stanice na ktorých bolo nutné vykonať elimináciu odľahlých hodnôt, alebo elimináciu dlhšieho obdobia v zmysle nastavených kritérií
- 6) najdôležitejší faktor spoľahlivého odhadu - kontinuálna dĺžka observácie
- 7) sezónna variácia, alebo uplatnenie váh má na odhad rýchlostí preukázateľne minimálny efekt



Ďakujem za pozornosť

Ing. Branislav Droščák, PhD.

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

branislav.droscak@skgeodesy.sk