



Geokinematika Slovenska z pohľadu spracovania údajov z referenčných staníc SKPOS (roky 2007–2019)

Ing. Martin Ferianc, Ing. Branislav Droščák, PhD.

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

martin.ferianc@skgeodesy.sk, branislav.droscak@skgeodesy.sk

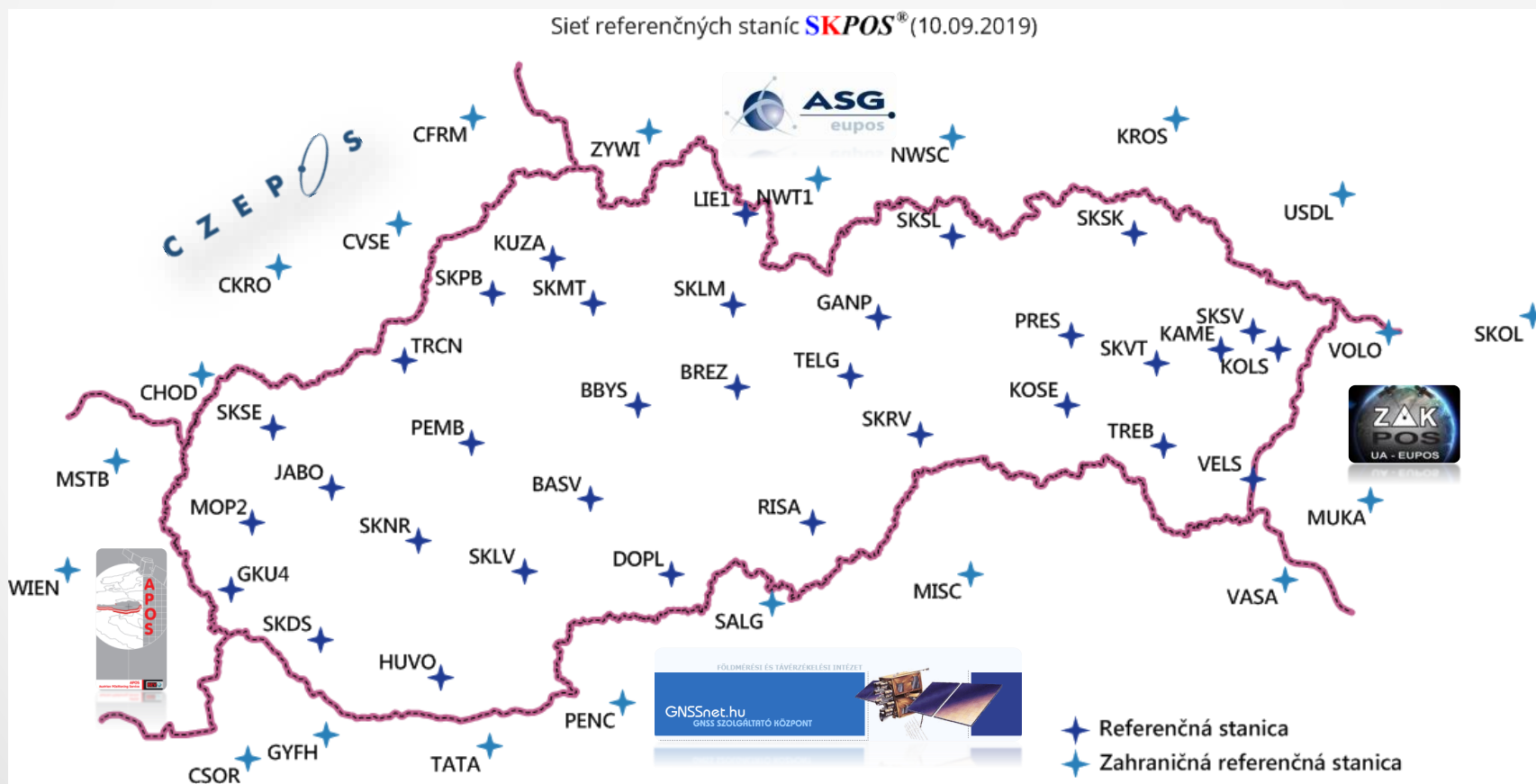
XI. medzinárodná vedecko-odborná konferencia

Geodézia, kartografia a geoinformatika 2019

10. - 13. október 2019, Demänovská dolina, Nízke Tatry

SKPOS[®]

- 33 staníc na území SR
- 21 zahraničných staníc (APOS, gnssnet.hu, CZEPOS, ASG-EUPOS, ZAKPOS)



- 33 staníc na území SR
 - ✓ 33/33 prijíma signály: GPS, GLO, GAL, BDS
 - ✓ 20/33 má individuálnu kalibráciu antény
 - ✓ 15/33 má stabilizáciu vhodnú pre výskum geokinematiky
 - ✓ aktuálny status: <http://skpos.gku.sk/stanice.php>

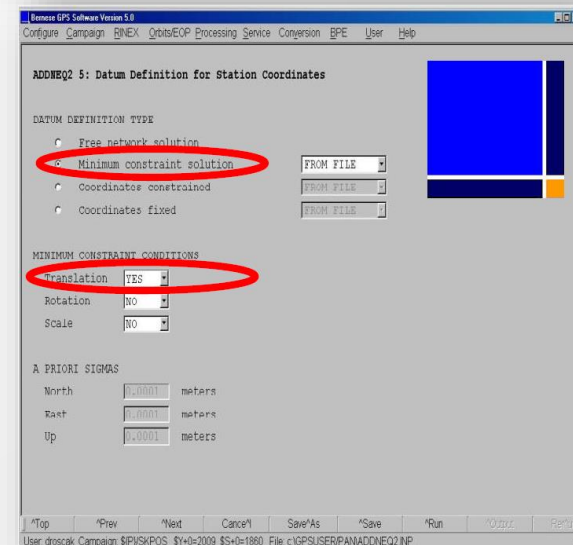
Referenčné stanice

#	Referenčná stanica	Lokalita	Súradnice <small>Zmeniť formát súradníc</small>			Anténa	Prijímač	Site log
			ETRS89 (ETRF2000) epocha 2008.5					
			X (m)	Y (m)	Z (m)			
1	BASV	Banská Štiavnica	4009952.2193	1374556.6500	4750511.3543	TRM59800.00 SCIS	TRIMBLE NETR9	Site log
2	BBYS	Banská Bystrica	3980359.1362	1382291.8714	4772771.7528	TRM59800.00 NONE	TRIMBLE NETR9	Site log
3	BREZ	Brezno	3963889.0095	1414440.8746	4777131.8796	TRM55971.00 NONE	TRIMBLE NETR9	Site log
4	DOPL	Dolné Plachtince	4019049.1891	1408890.6541	4732383.5840	TRM55971.00 NONE	TRIMBLE NETR9	Site log
5	GANP	Gánovce	3929181.8685	1455236.5018	4793653.7059	TRM59800.00 SCIS	TRIMBLE ALLOY	Site log
6	GKU4	Bratislava	4072810.9833	1258556.7507	4728707.6032	TRM115000.00 NONE	TRIMBLE NETR9	Site log
7	HUVO	Hurbanovo	4072066.0743	1338280.1018	4707504.3201	TRM55971.00 NONE	TRIMBLE NETR9	Site log
8	JABO	Jaslovské Bohunice	4035866.0213	1285295.0839	4753013.4000	TRM55971.00 NONE	TRIMBLE NETR9	Site log



Výpočet súradníc referenčných staníc SKPOS[®]

- Softvér: Bernese 5.2
- **Výpočet denných riešení**
 - ✓ presné spracovanie GNSS observácií
 - ✓ absolútne modely fázových centier antén
 - ✓ finálne produkty IGS (efemeridy družíc, EOP, ...)
 - ✓ observácie: GPS+GLONASS
(testovacia kampaň: GPS+GLO+GAL)
 - ✓ súradnice: ITRS (IGb08, resp. IGS14)
 - ✓ vyrovnanie: (Minimal Constraint – no net translation na vybraných staniciach EPN)
- **Výpočet týždenných riešení (SINEX)**
 - ✓ kombinácia denných riešení
 - ✓ súradnice: ITRS (IGb08/IGS14), ETRS89 (ETRF2000)
- **Vykresľovanie časových radov**
 - ✓ týždenné riešenia – topocen. súradnice v ETRS89



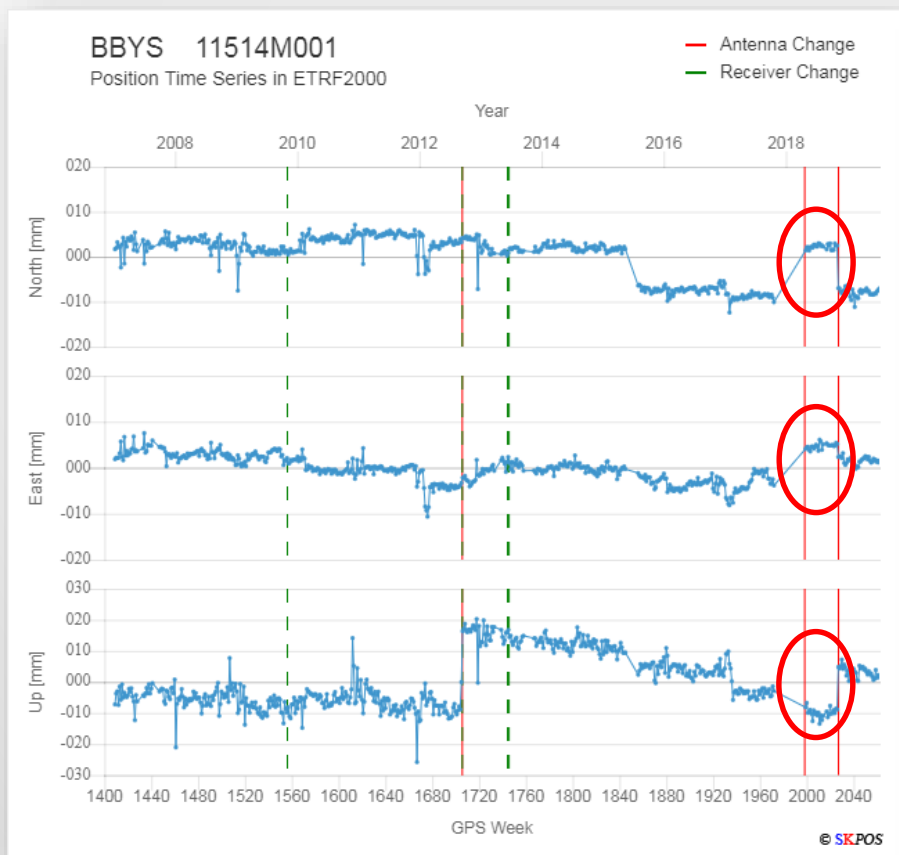
Odhad rýchlostí referenčných staníc SKPOS®

- predpoklad: rýchlosť je v čase konštantná
- odhad HZ a V rýchlostí – metóda lineárnej regresie
 - ✓ eliminácia skokov
 - ✓ eliminácia sezónnej zložky
 - ✓ eliminácia anomálnych období
 - ✓ eliminácia odľahlých hodnôt
- reziduálne rýchlosti = reprezentujú geokinematické pohyby

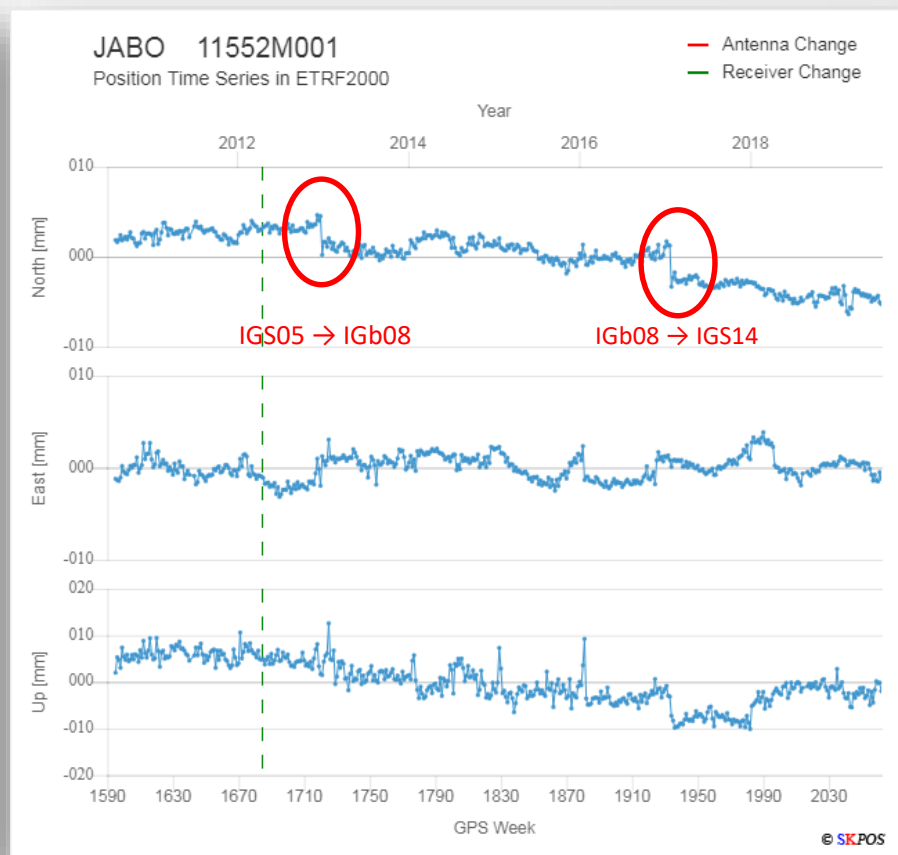
Odhad rychlostí referenčních stanic SKPOS®

- Výskyt skokov v časových radoch v dôsledku:

a) zmeny antény GNSS

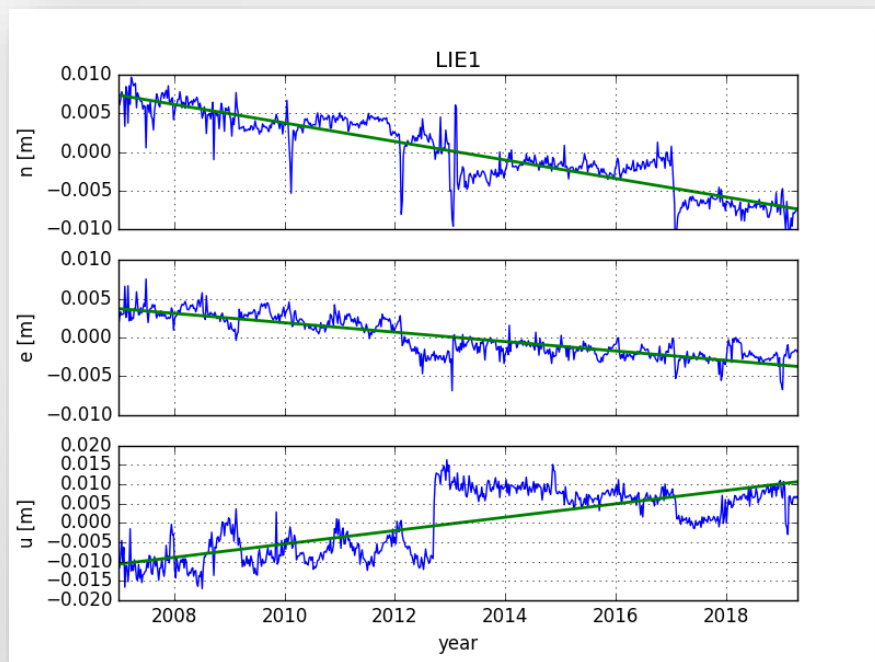


b) zmeny referenčného rámca

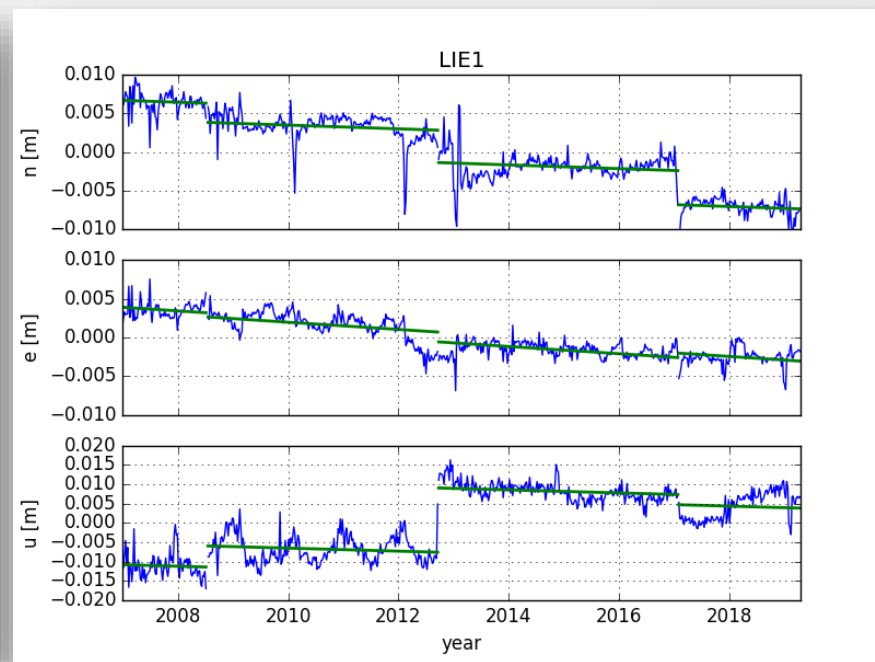


Odhad rýchlostí referenčních staníc SKPOS[®]

- Detekcia dátumov skokov v Bernese 5.2 (FODITS)
- Odhad lineárneho trendu a veľkosti skokov v časových radoch



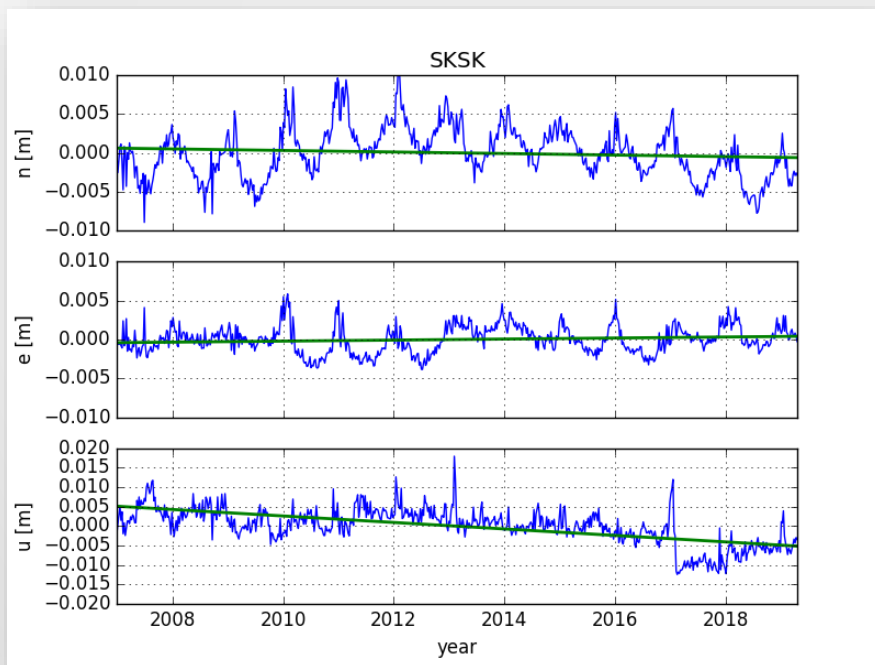
a) bez uváženia skokov



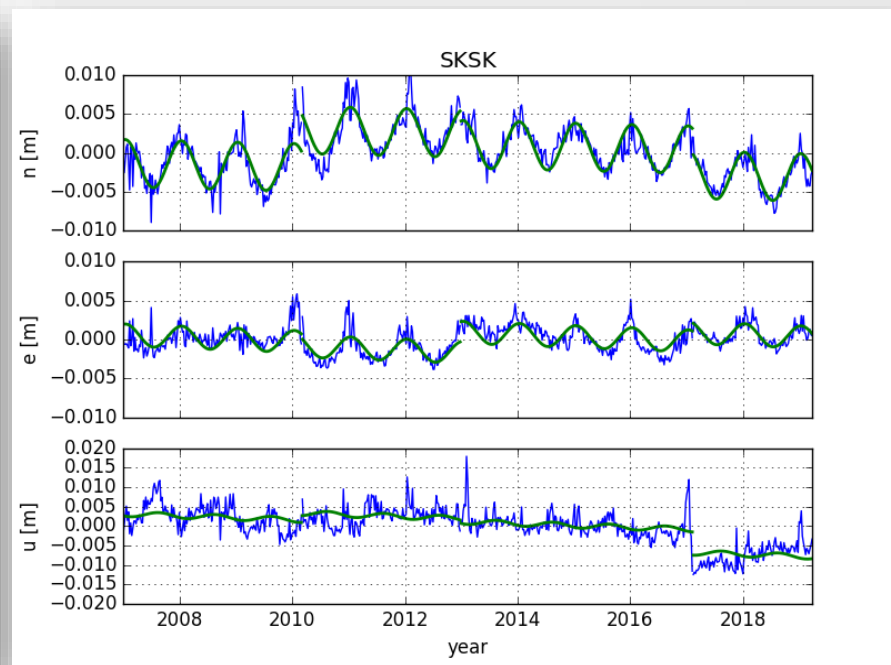
b) s uvážením skokov

Odhad rýchlostí referenčních staníc SKPOS[®]

- Odhad sezónnej zložky s ročnou periódou



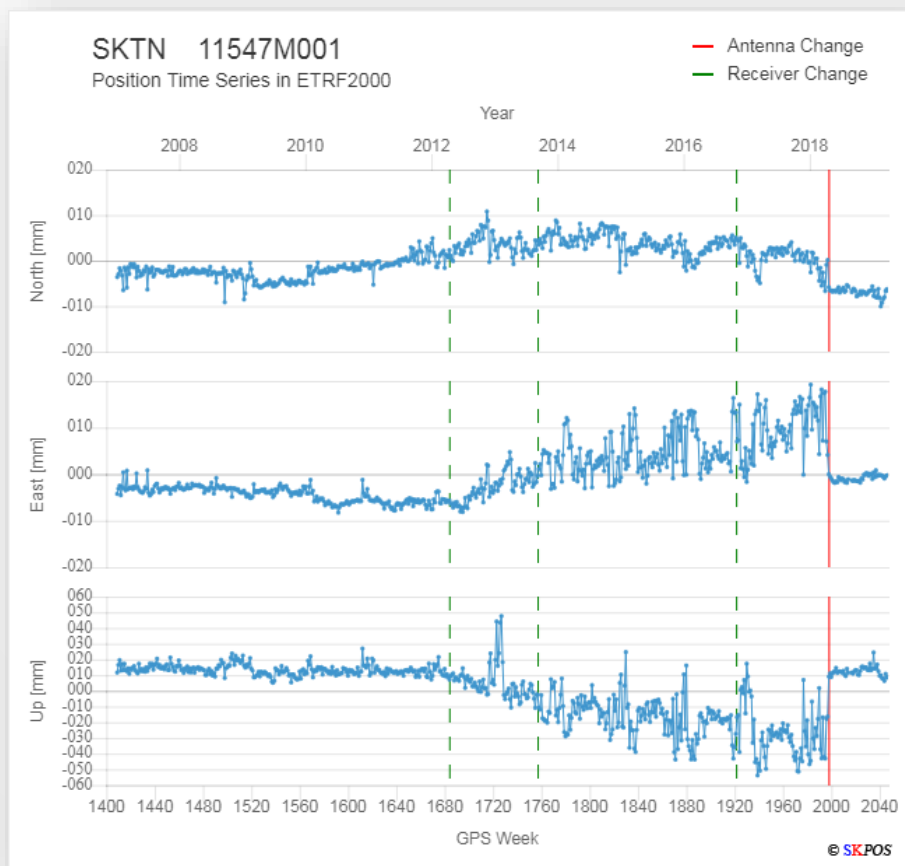
a) bez uváženia skokov a sezónnej zložky



b) s uvážením skokov a sezónnej zložky

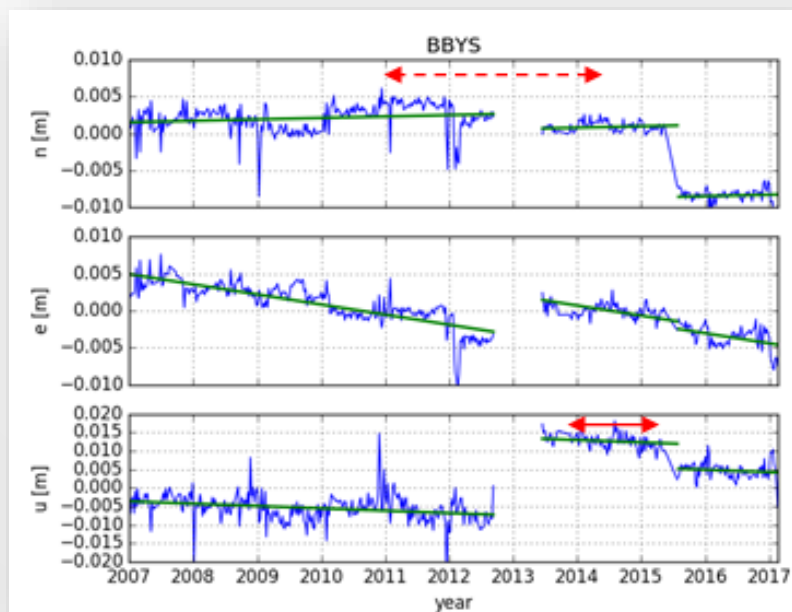
Odhad rýchlostí referenčných staníc SKPOS®

- Eliminácia úsekov s anomálnym správaním



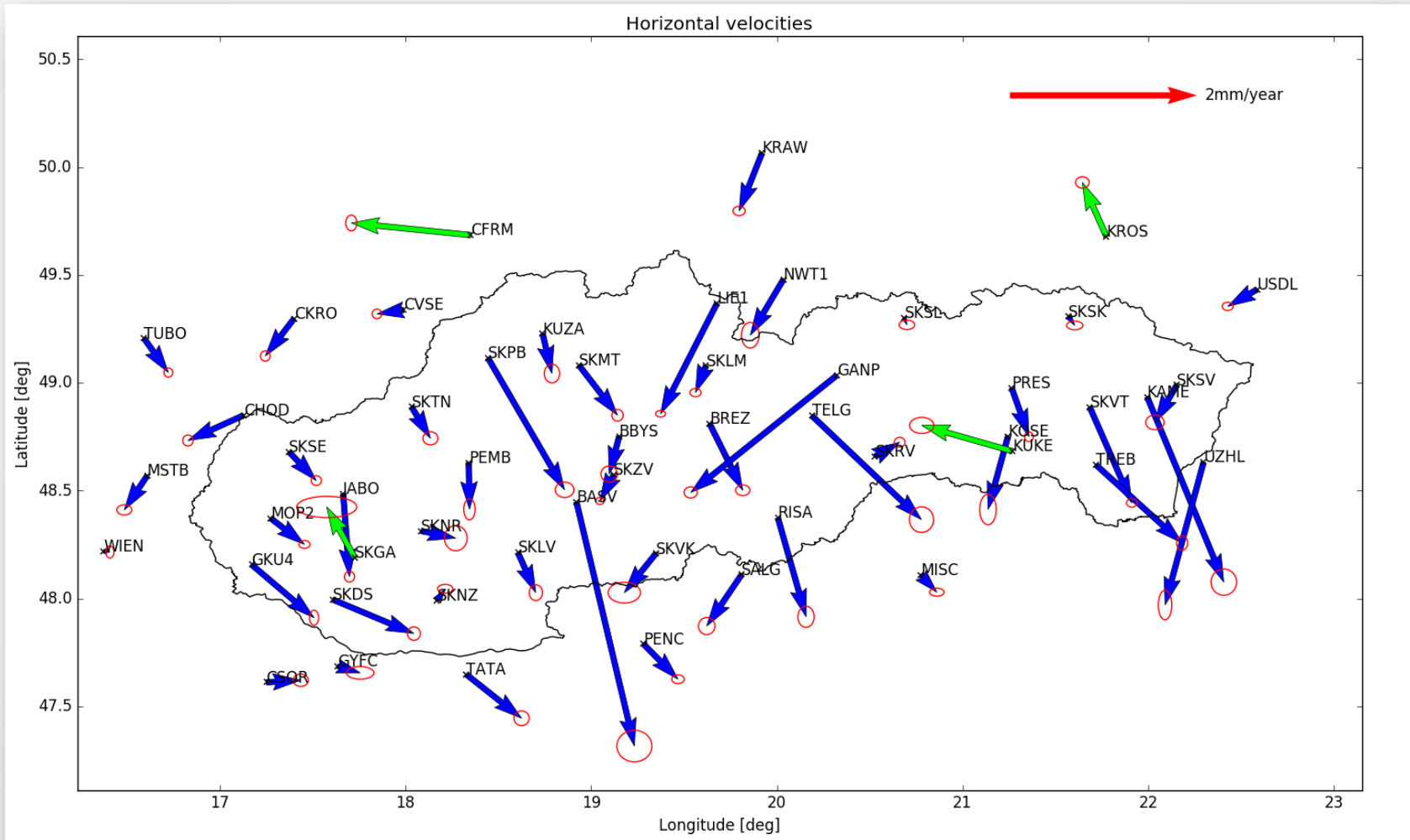
Odhad rýchlostí referenčných staníc SKPOS®

- Eliminácia odľahlých hodnôt (Bernese 5.2)
- Podmienky minimálnej dĺžky časových radov:
 - ✓ celková dĺžka: min. 3 roky
 - ✓ dĺžka jedného úseku: min. 1,25 roka



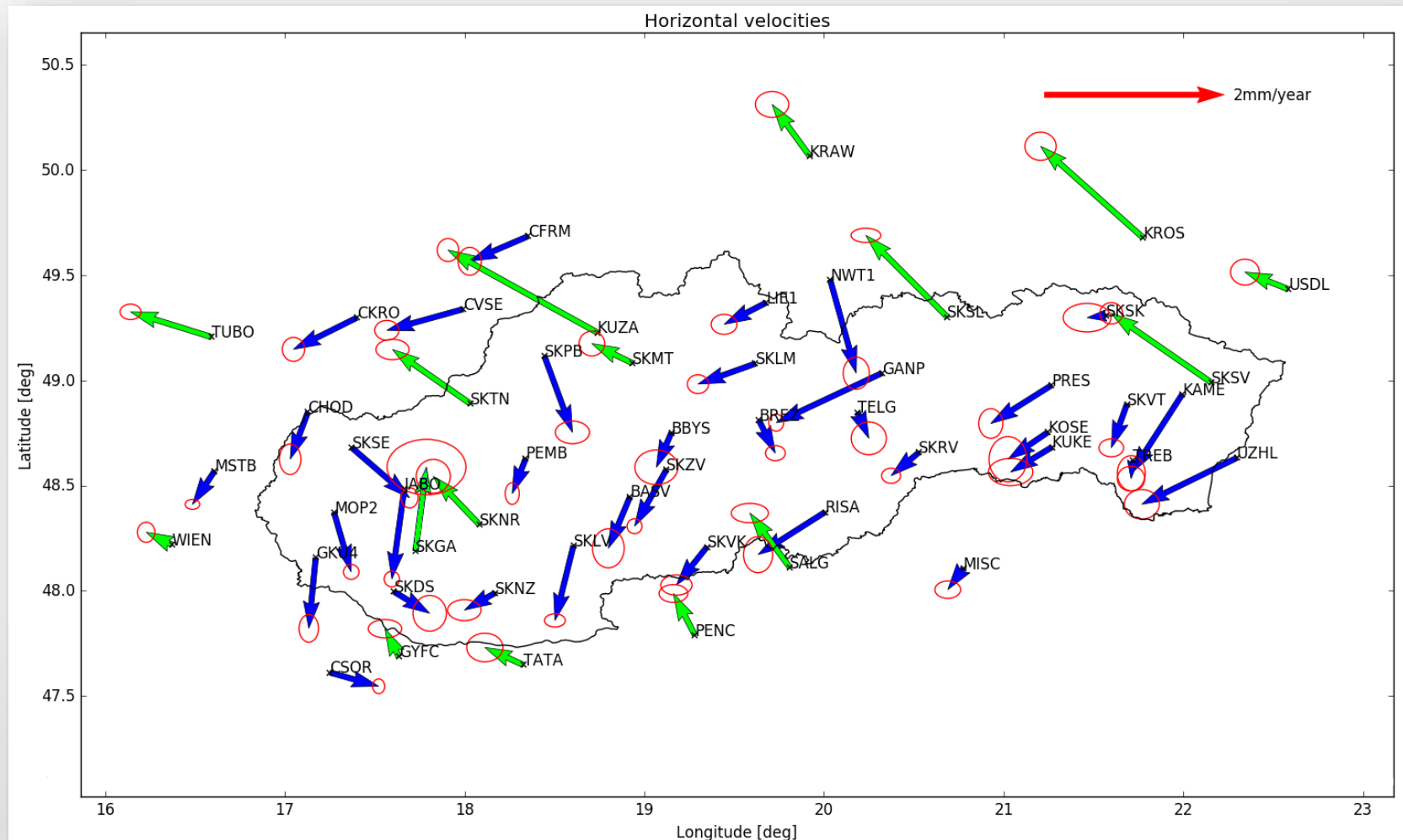
Porovnanie horizontálnych rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**[®] v závislosti od postupu spracovania

RAW



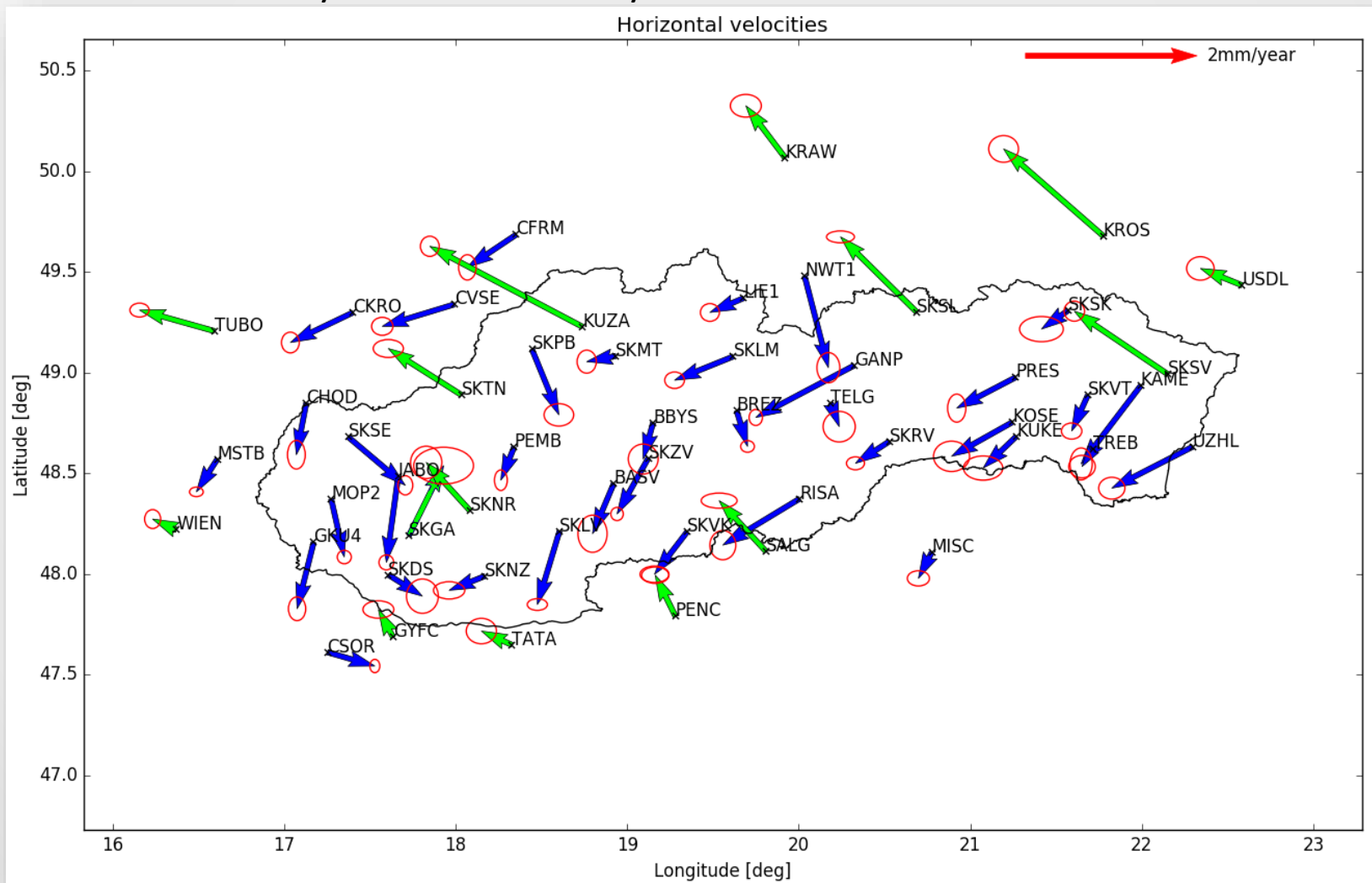
Porovnanie horizontálnych rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**[®] v závislosti od postupu spracovania

eliminované: skoky



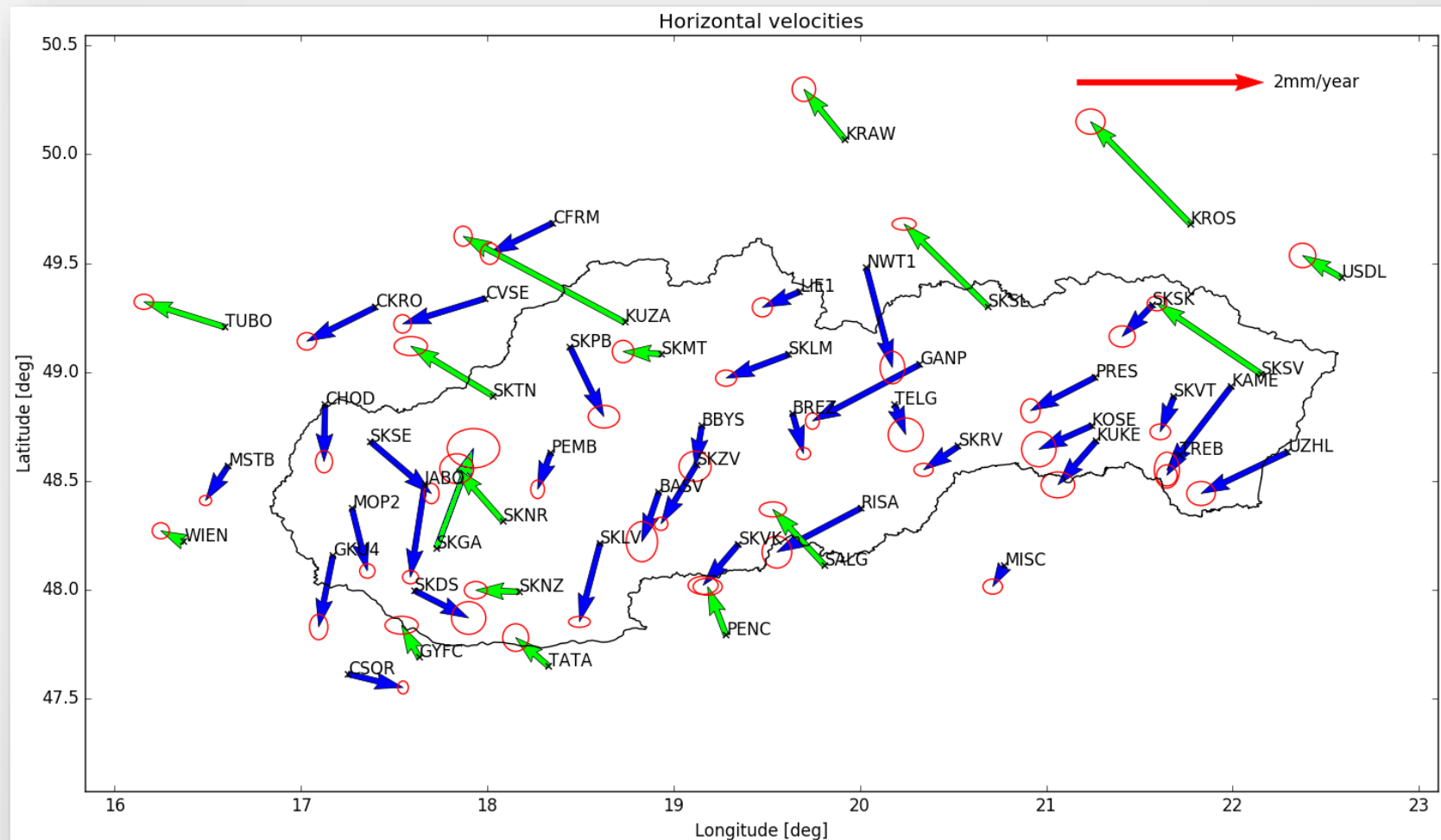
Porovnanie horizontálnych rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**[®] v závislosti od postupu spracovania

eliminované: skoky + odľahlé hodnoty



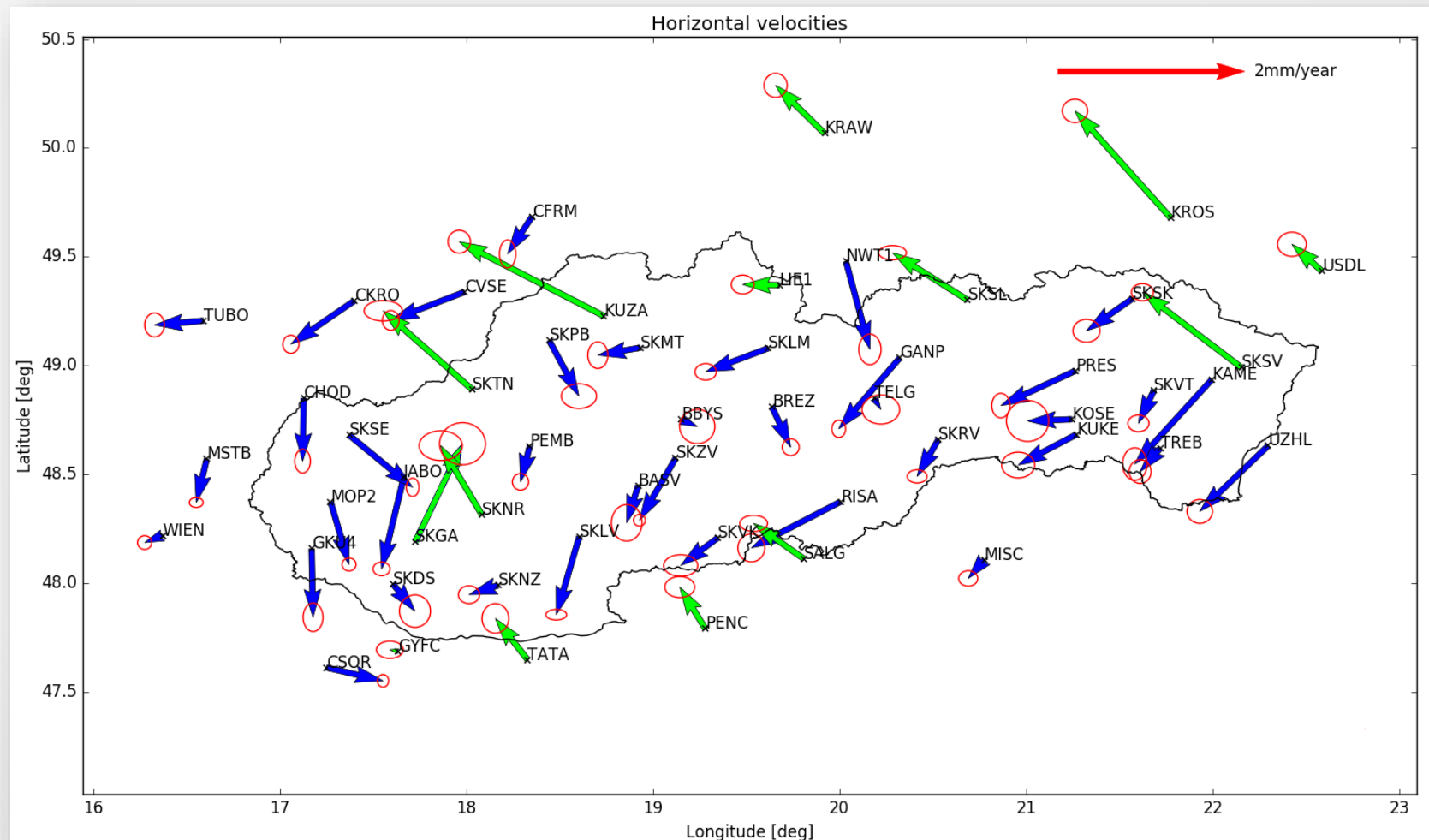
Porovnanie horizontálnych rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**[®] v závislosti od postupu spracovania

eliminované: skoky + odľahlé hodnoty + sezónna zložka

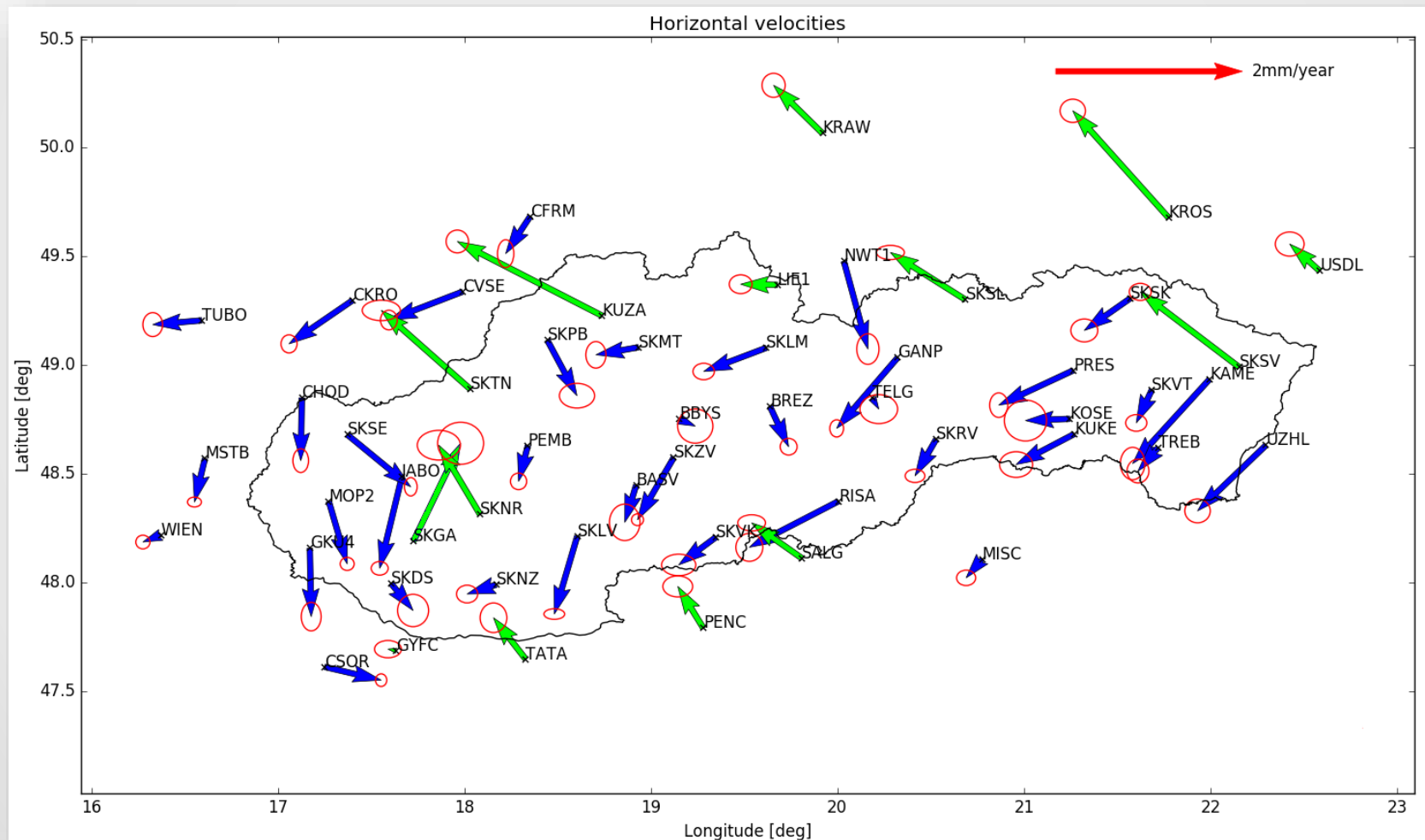


Porovnanie horizontálnych rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**[®] v závislosti od postupu spracovania

eliminované: skoky + odľahlé hodnoty + sezónna zložka + uváženie matice váh

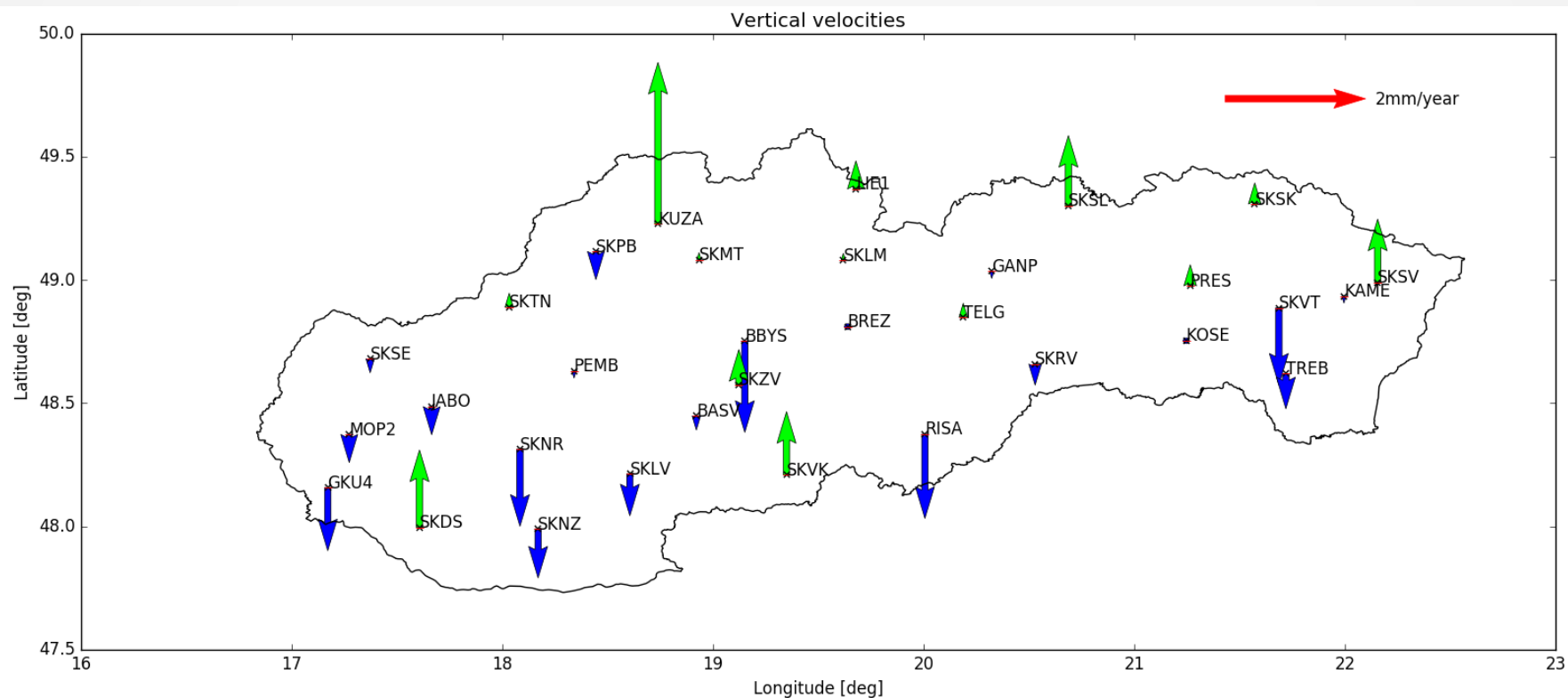
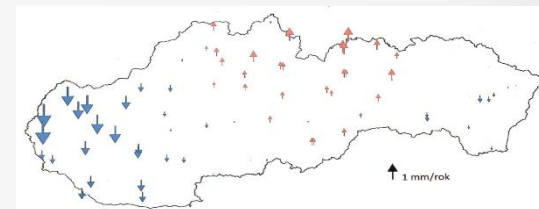


Horizontálne rýchlosti staníc SKPOS[®]

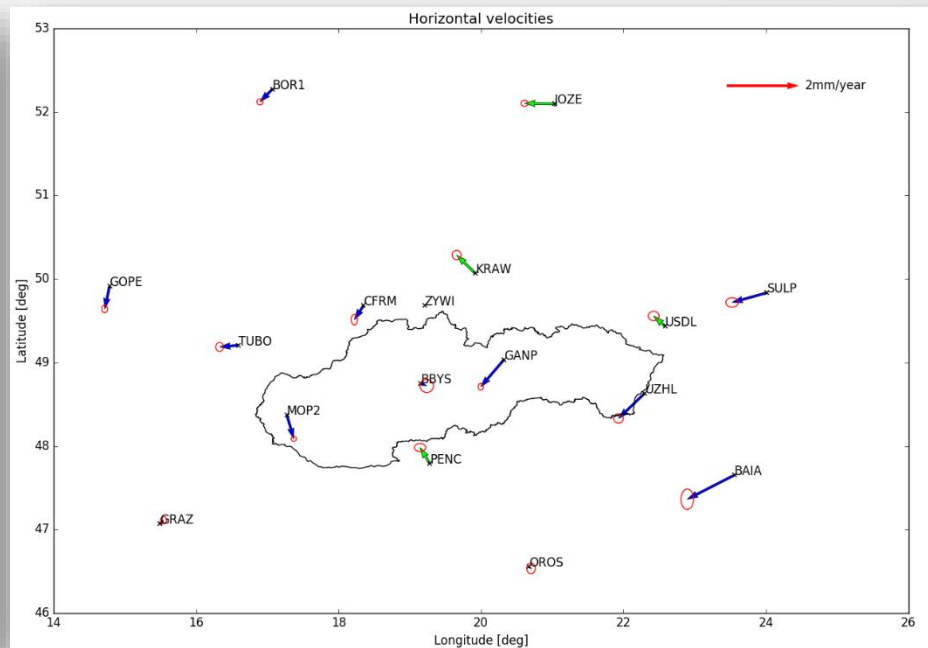
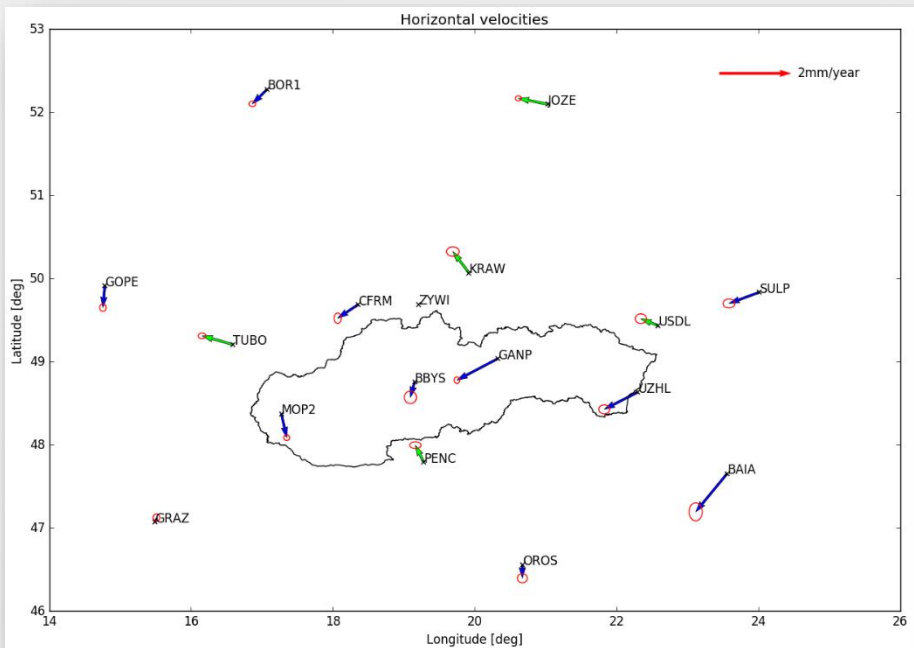


Vertikálne rýchlosti staníc SKPOS[®]

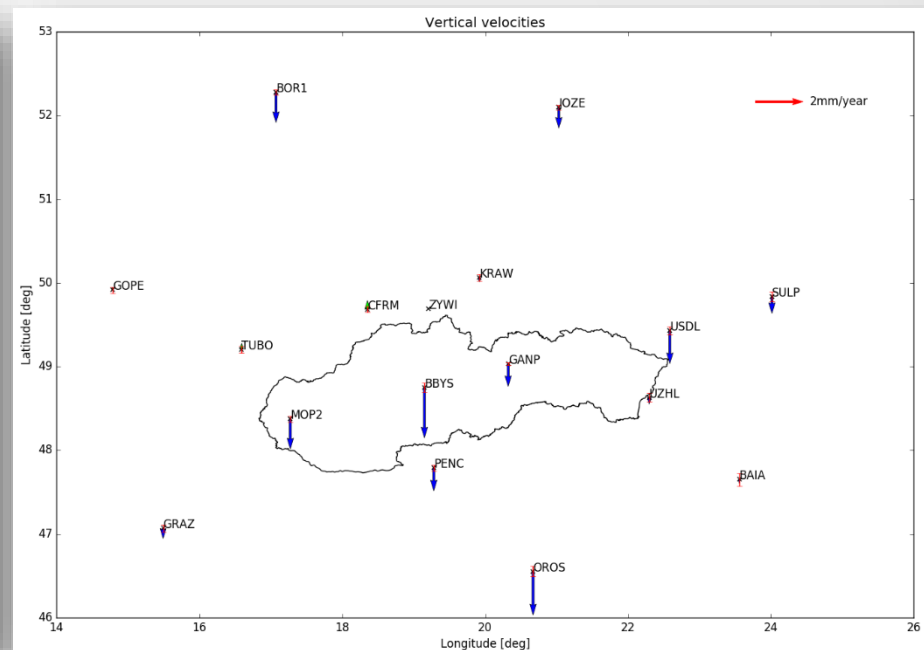
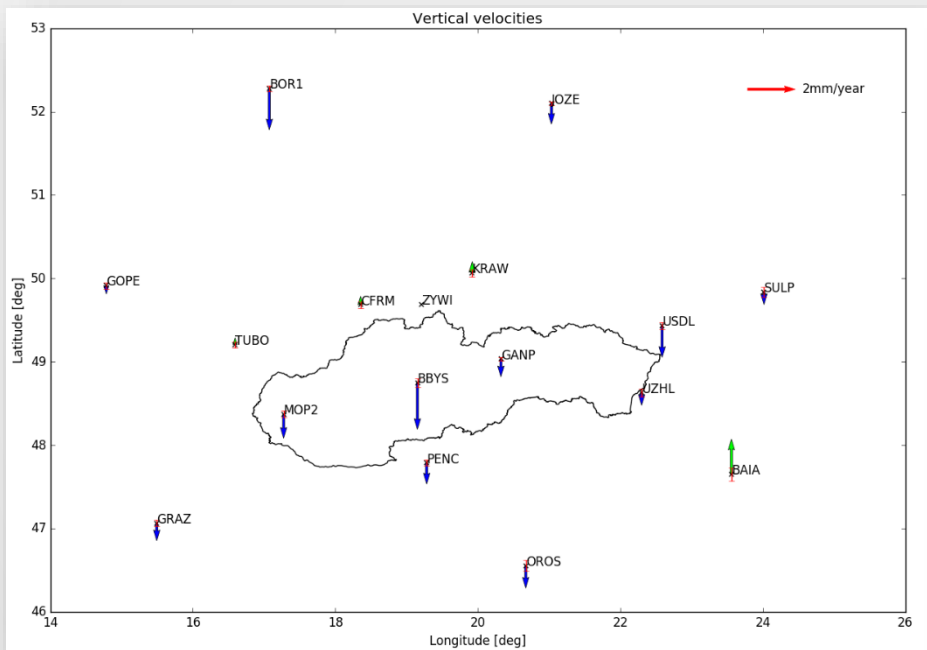
Po nafitovaní na rýchlosti z VPN



Porovnanie horizontálnych rýchlostí staníc z GKÚ a EPN riešenia



Porovnanie vertikálnych rýchlostí staníc z GKÚ a EPN riešenia

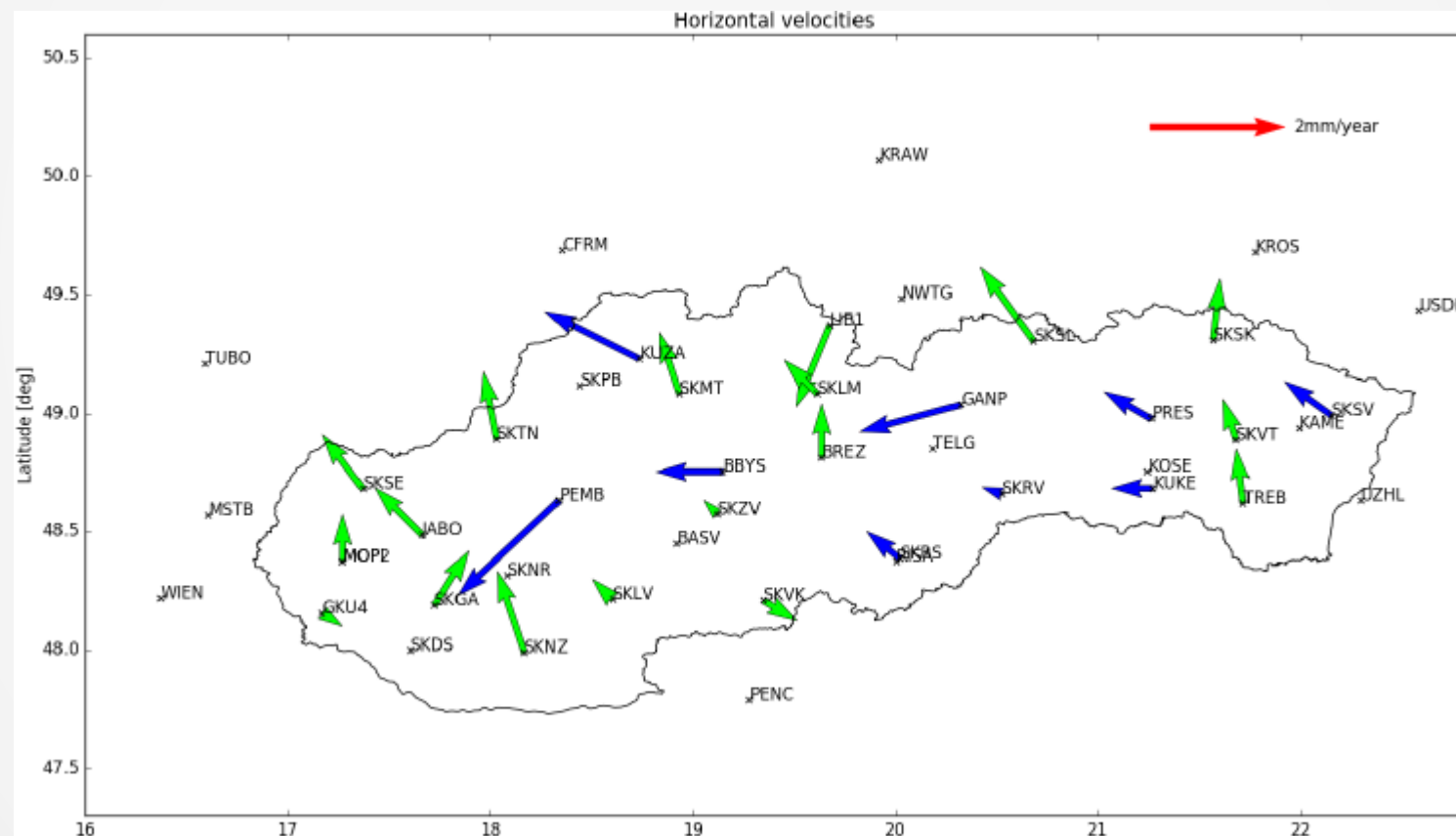


Porovnanie rýchlostí EPN staníc z GKÚ a EPN riešenia

Stanica	EPN riešenie (mm/rok)			GKÚ riešenie (mm/rok)			Rozdiely (mm/rok)		
	v_n	v_e	v_u	v_n	v_e	v_u	Δv_n	Δv_e	Δv_u
BAIA	-1,1	-0,9	1,5	-0,7	-1,3	-0,2	-0,4	0,4	1,7
BBYS	-0,4	-0,1	-2,0	-0,1	0,2	-2,1	-0,3	-0,3	0,1
BORI	-0,4	-0,4	-1,7	-0,4	-0,4	-1,3	0,0	0,0	-0,4
CFRM	-0,4	-0,6	0,4	-0,4	-0,3	0,4	0,0	-0,3	0,0
GANP	-0,6	-1,1	-0,7	-0,8	-0,7	-1,0	0,2	-0,4	0,3
GOPE	-0,6	-0,1	-0,3	-0,6	-0,1	0,1	0,0	0,0	-0,4
GRAZ	0,1	0,0	-0,7	0,1	0,1	-0,4	0,0	-0,1	-0,3
JOZE	0,2	-0,8	-0,9	0,0	-0,8	-0,9	0,2	0,0	0,0
KRAW	0,6	-0,5	0,5	0,5	-0,5	-0,2	0,1	0,0	0,7
MOP2	-0,7	0,2	-1,0	-0,7	0,2	-1,3	0,0	0,0	0,3
OROS	-0,4	0,0	-0,9	-0,1	0,1	-1,8	-0,3	-0,1	0,9
PENC	0,5	-0,2	-0,9	0,4	-0,3	-1,0	0,1	0,1	0,1
SULP	-0,3	-0,9	-0,5	-0,3	-1,0	-0,7	0,0	0,1	0,2
TUBO	0,2	-0,9	0,3	0,0	-0,5	0,2	0,2	-0,4	0,1
USDL	0,2	-0,5	-1,3	0,3	-0,3	-1,4	-0,1	-0,2	0,1
UZHL	-0,5	-0,9	-0,5	-0,7	-0,7	-0,3	0,2	-0,2	-0,2

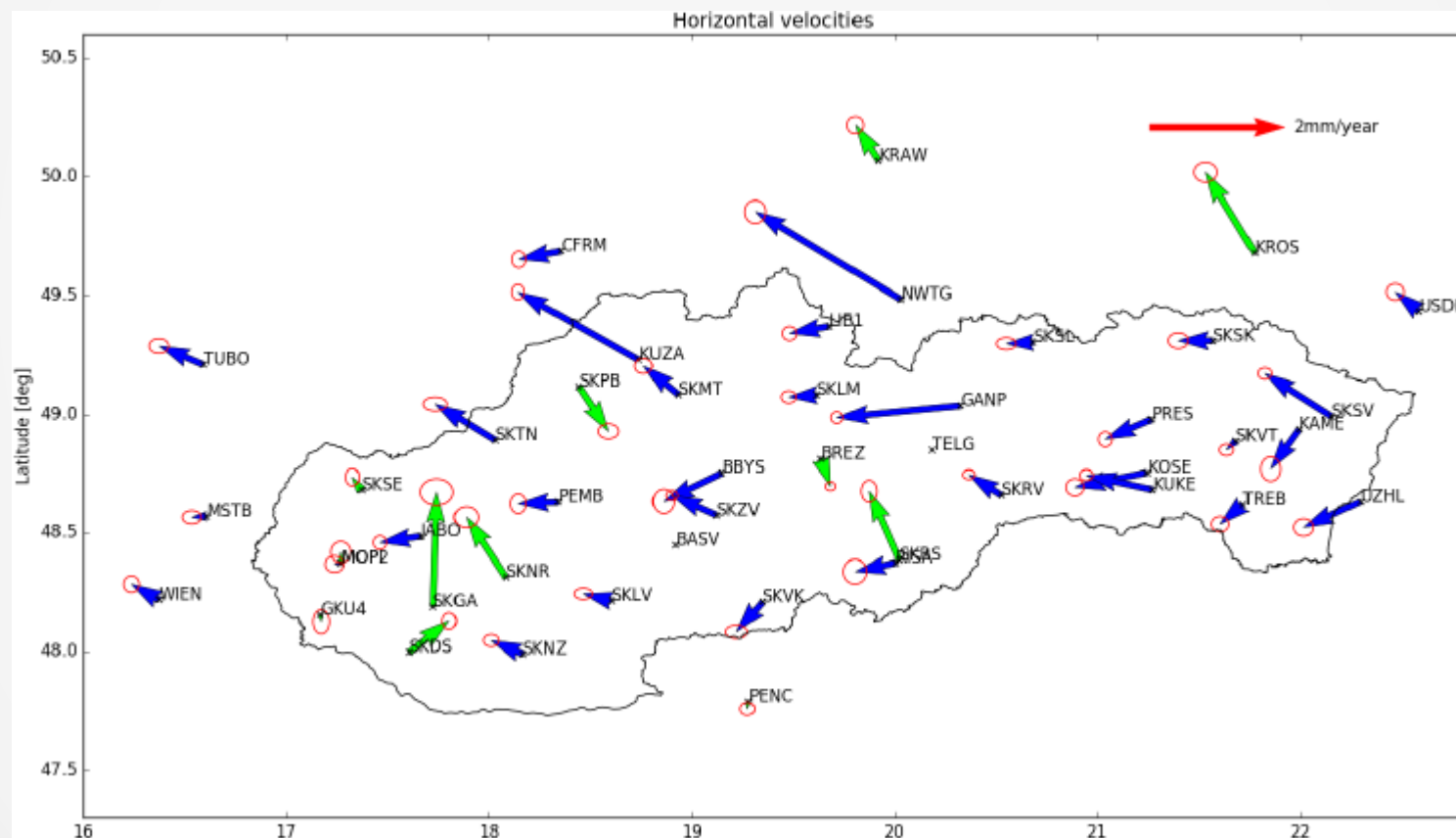
Porovnanie horizontálnych rýchlostí SKPOS[®] staníc s minulými spracovaniami GKÚ

GKÚ 2013



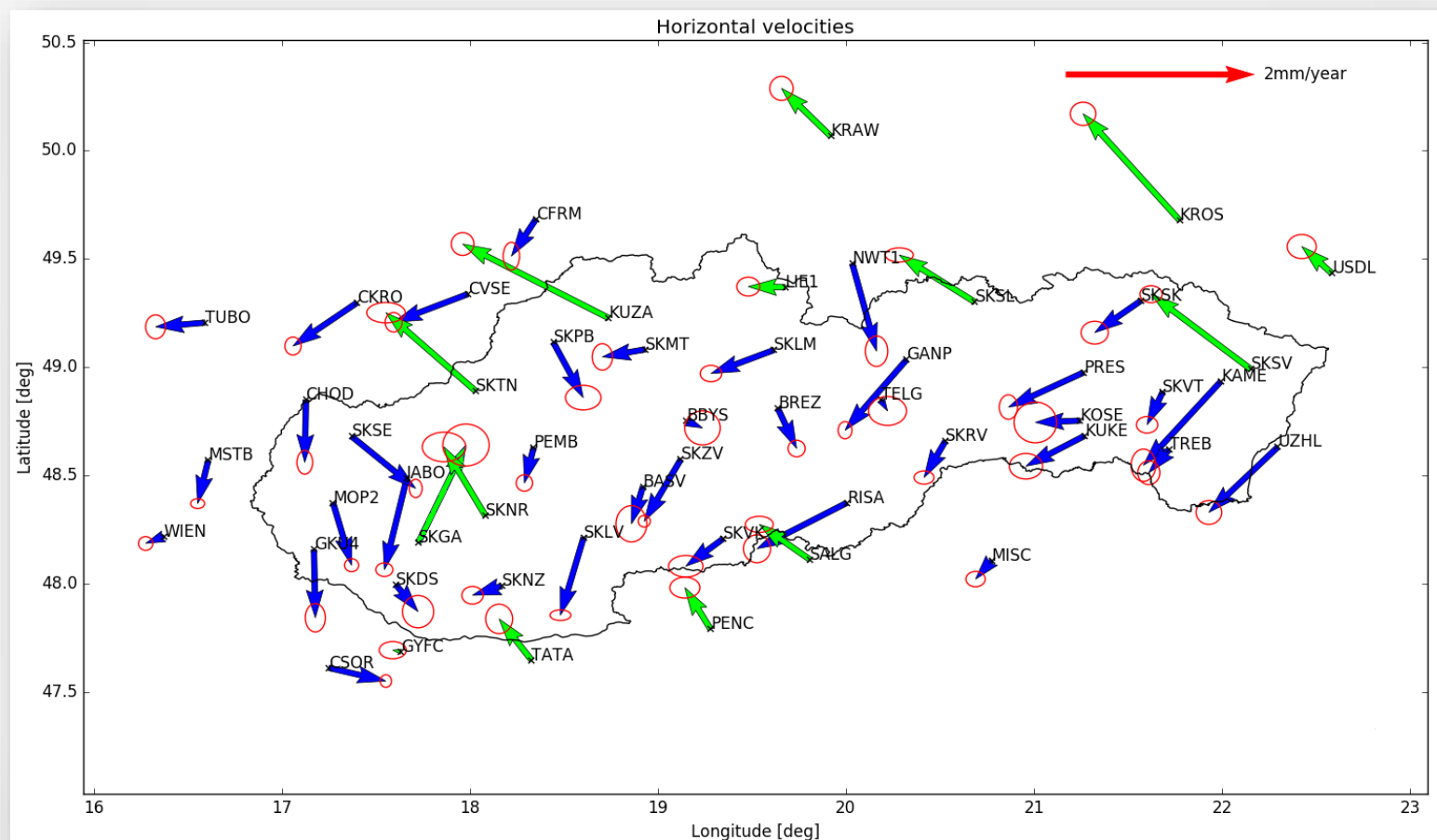
Porovnanie horizontálnych rýchlostí SKPOS[®] staníc s minulými spracovaniami GKÚ

GKÚ 2017

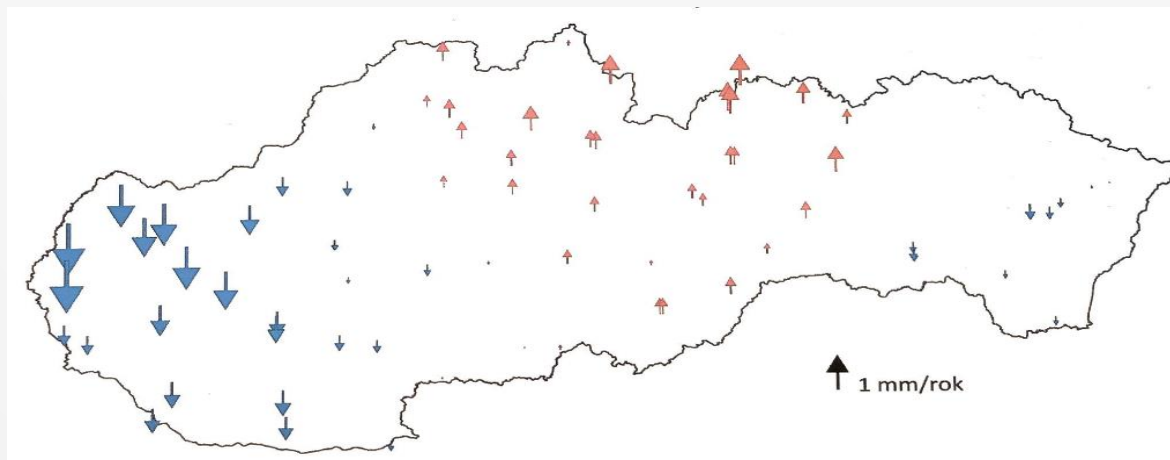
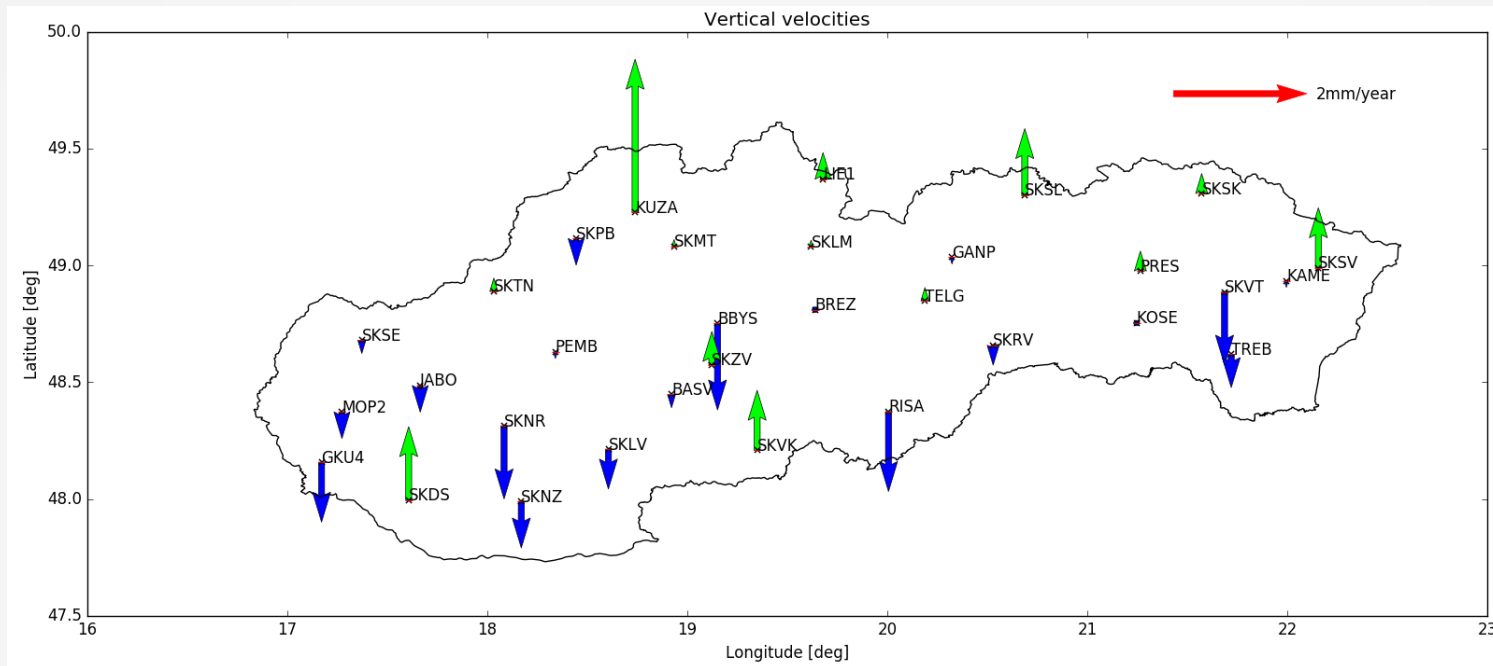


Porovnanie horizontálnych rýchlostí **SKPOS**[®] staníc s minulými spracovaniami GKÚ

GKÚ 2019



Porovnanie vertikálnych rýchlostí SKPOS[®] staníc s rýchlosťami z nivelačných meraní



Záver

- ✓ odhadnuté rýchlosti dosahujú sub-milimetrové až milimetrové hodnoty (SK na stabilnej časti eurázijskej tektonickej platne)
 - ✓ v HZ rovine prevládajú vnútroplatňové pohyby v západnom smere (cca 0.6 mm/rok)
 - ✓ vo V rovine prevláda mierny pokles JZ a JV časti Slovenska (cca -0.6 mm/rok) a mierny zdvih na strednej a severnej časti Slovenska (cca 1.0 mm/rok)
- ✓ spoľahlivosť výsledkov je preukázaná vnútornými charakteristikami presnosti a porovnaniami s EPN, resp. nivelačnými meraniami
- ✓ odhadnuté rýchlosti staníc presahujúce priemerné hodnoty = stanice s kratšou dĺžkou observácie, resp. stanice na ktorých bolo nutné vykonať elimináciu odľahlých hodnôt alebo elimináciu dlhšieho časového obdobia v zmysle nastavených kritérií
- ✓ najdôležitejší faktor spoľahlivého odhadu – kontinuálna dĺžka observácie
- ✓ minimálny vplyv sezónnej variácie, resp. uplatnenie váh na odhad rýchlostí staníc



Ďakujem za Vašu pozornosť

Ing. Martin Ferianc

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

martin.ferianc@skgeodesy.sk