



# Geokinematika Slovenska na základe údajov z SKPOS

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

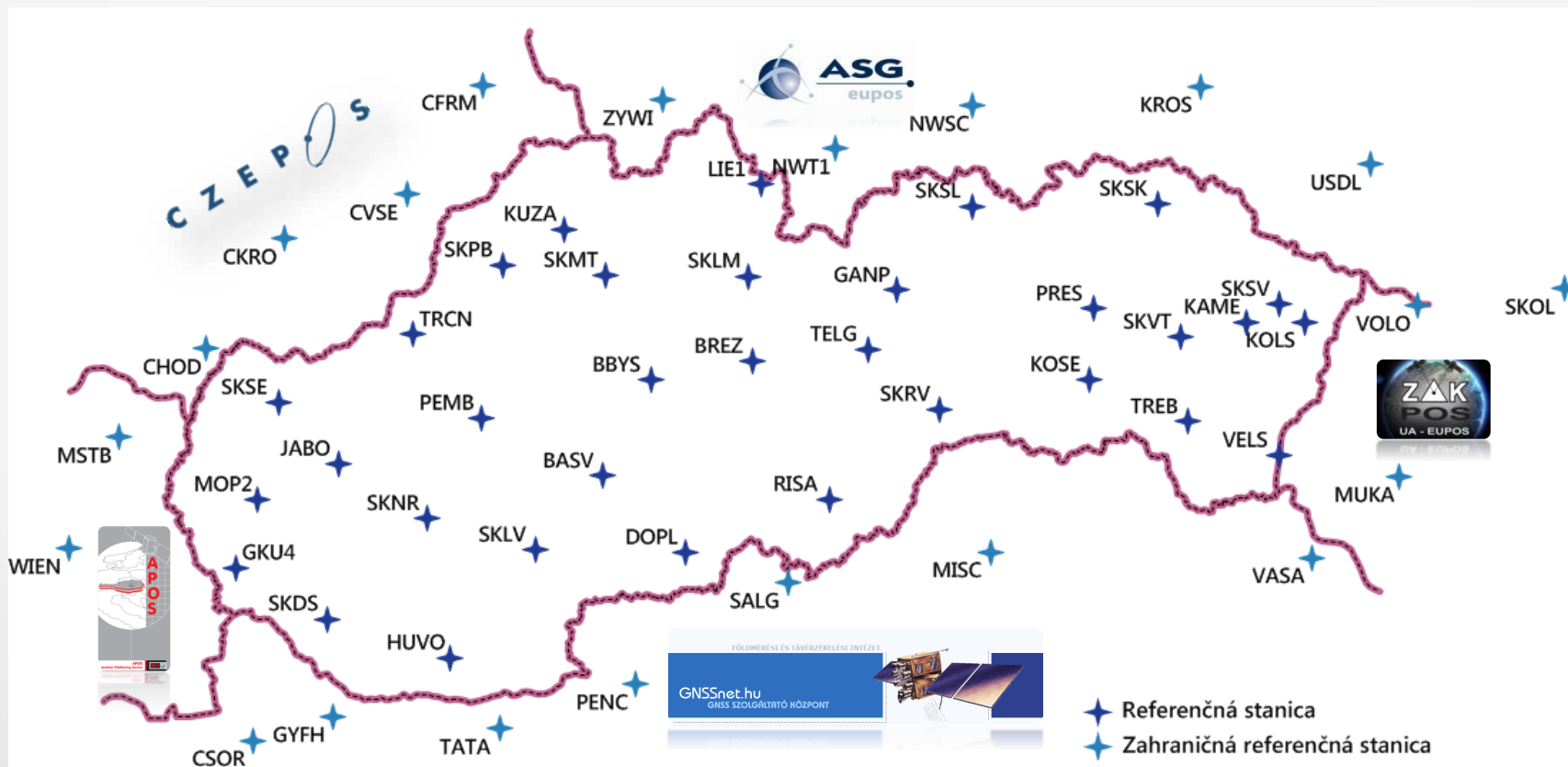
Geodetický a kartografický ústav Bratislava

[martin.ferianc@skeodesy.sk](mailto:martin.ferianc@skeodesy.sk), [branislav.droscak@skgeodesy.sk](mailto:branislav.droscak@skgeodesy.sk)

Medzinárodný seminár  
DRUŽICOVÉ METODY V GEODÉZII A KATASTRU  
30.1.2020, Brno, Česká republika

# SKPOS<sup>®</sup>

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



- 31 staníc na území SR
  - ✓ 31/31 prijíma signály: GPS, GLO, GAL, BDS
  - ✓ 20/31 má individuálnu kalibráciu antény
  - ✓ 15/31 má stabilizáciu vhodnú pre výskum geokinematiky
  - ✓ aktuálny status: <http://skpos.gku.sk/stanice.php>

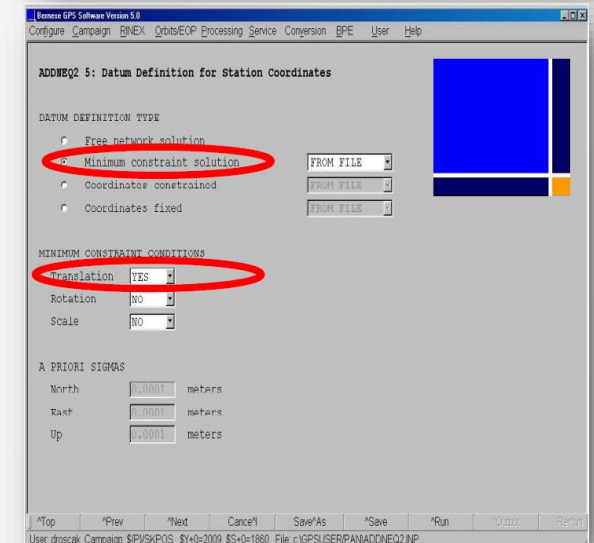
## Referenčné stanice

#	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	<a href="#">Site log</a>
2	BBYS	Banská Bystrica	3980359.1362	1382291.8714	4772771.7528	TRM59800.00 NONE	TRIMBLE NETR9	<a href="#">Site log</a>
3	BREZ	Brezno	3963889.0095	1414440.8746	4777131.8796	TRM55971.00 NONE	TRIMBLE NETR9	<a href="#">Site log</a>
4	DOPL	Dolné Plachtince	4019049.1891	1408890.6541	4732383.5840	TRM55971.00 NONE	TRIMBLE NETR9	<a href="#">Site log</a>
5	GANP	Gánovce	3929181.8685	1455236.5018	4793653.7059	TRM59800.00 SCIS	TRIMBLE ALLOY	<a href="#">Site log</a>
6	GKU4	Bratislava	4072810.9833	1258556.7507	4728707.6032	TRM115000.00 NONE	TRIMBLE NETR9	<a href="#">Site log</a>
7	HUVO	Hurbanovo	4072066.0743	1338280.1018	4707504.3201	TRM55971.00 NONE	TRIMBLE NETR9	<a href="#">Site log</a>
8	JABO	Jaslovské Bohunice	4035866.0213	1285295.0839	4753013.4000	TRM55971.00 NONE	TRIMBLE NETR9	<a href="#">Site log</a>



# Spracovanie údajov referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup>

- Softvér: Bernese 5.2
- **Výpočet denných riešení**
  - ✓ presné spracovanie GNSS observácií
  - ✓ absolútne modely fázových centier antén
  - ✓ finálne produkty IGS (efemeridy družíc, EOP, ...)
  - ✓ observácie:
    - ✓ GPS+GLO
    - ✓ GPS+GLO+GAL (od 01/01/2020)
  - ✓ súradnice: ITRS (IGS14)
  - ✓ vyrovnanie: (Minimal Constraint – no net translation na vybraných staniciach EPN)
- **Výpočet týždenných riešení (SINEX)**
  - ✓ kombinácia denných riešení
  - ✓ súradnice: ITRS (IGS14), ETRS89 (ETRF2000)
- **Vykresľovanie časových radov**
  - ✓ týždenné riešenia – topocen. súradnice v ETRS89



# Permanentné stanice zahrnuté do spracovania

## ■ SKPOS stanice:

- ✓ GKÚ
- ✓ STU
- ✓ TOPÚ
- ✓ VH

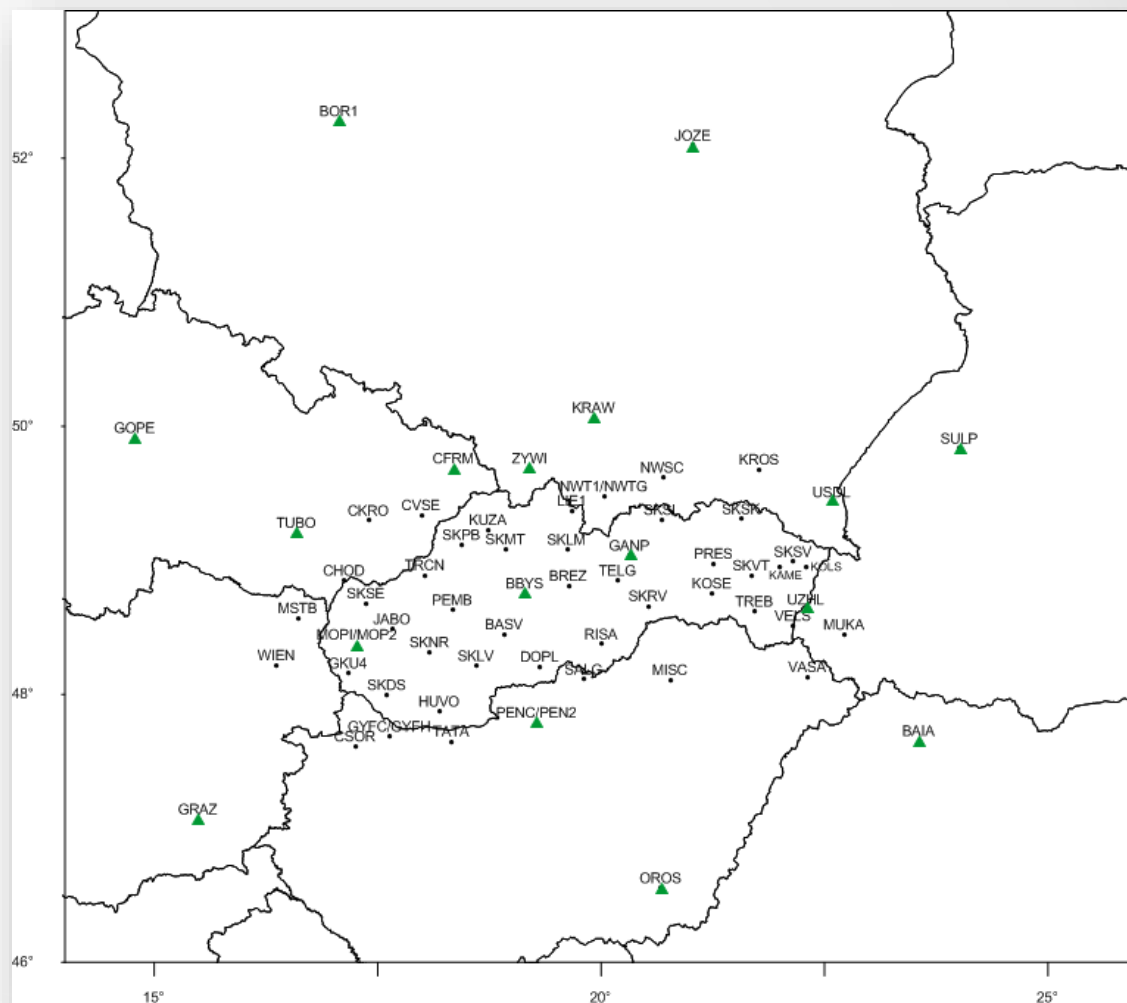
## ■ Zahraničné SKPOS stanice:

- ✓ APOS
- ✓ ASGEUPOS
- ✓ CZEPOS
- ✓ HUNET
- ✓ ZAKPOS

## ■ EPN stanice:

- ✓ EPN class A
- ✓ EPN class B

## ■ Spolu: 65 staníc



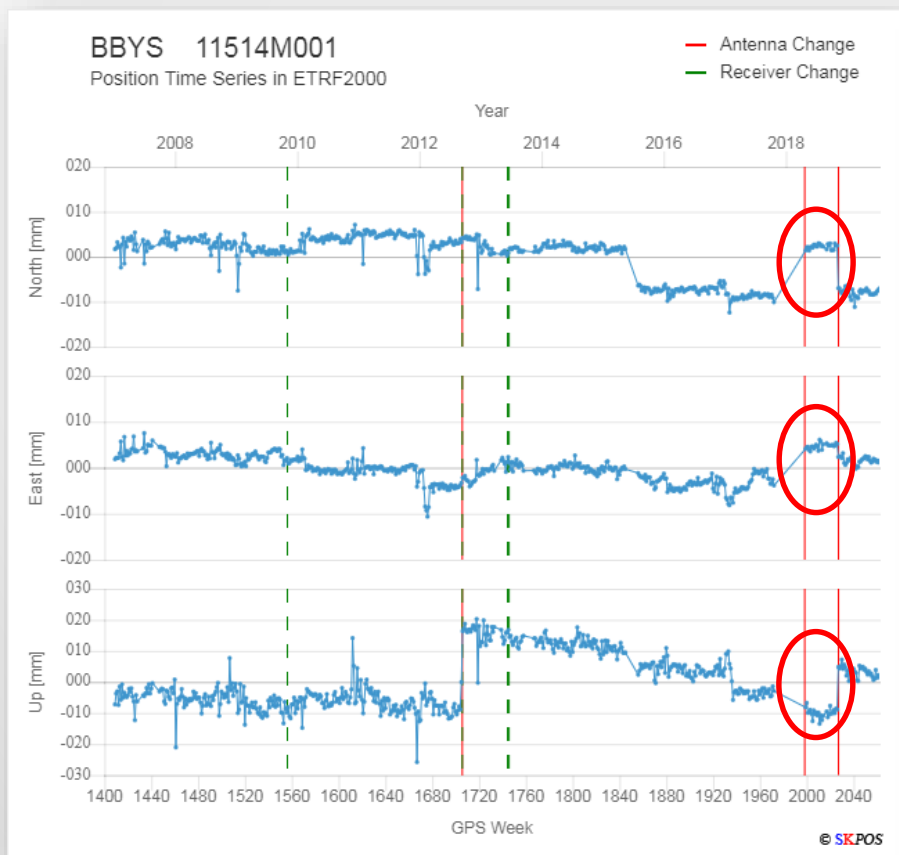
# Odhad rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup>

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

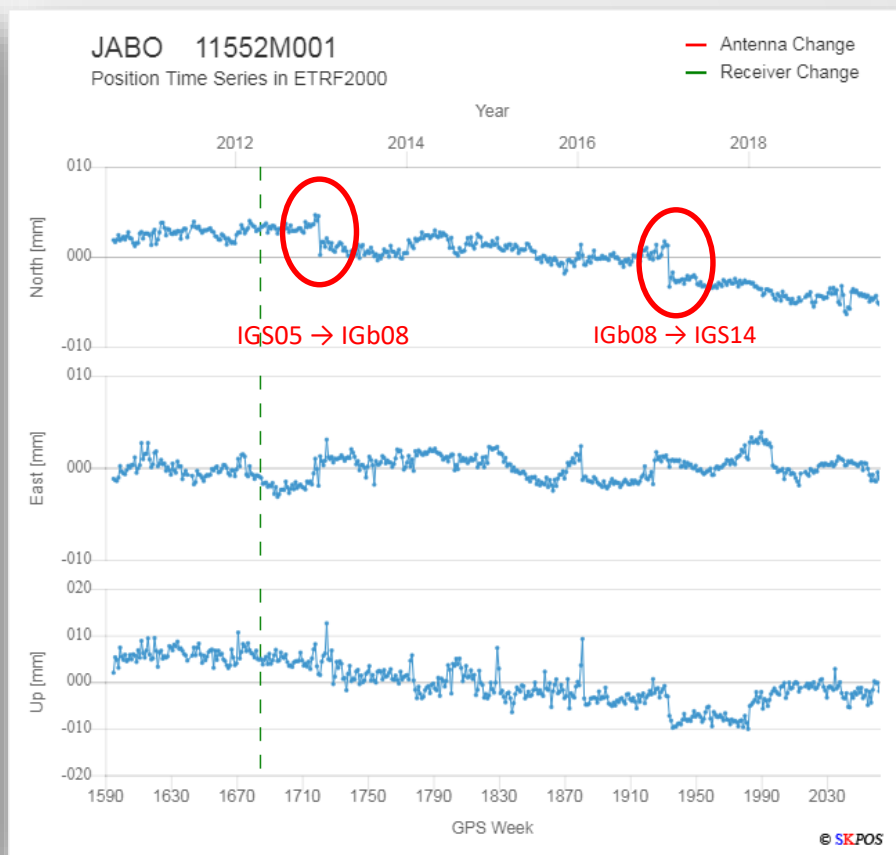
# Odhad rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup>

- Identifikácia a eliminácia skokov v časových radoch v dôsledku:

a) zmeny antény prijímača

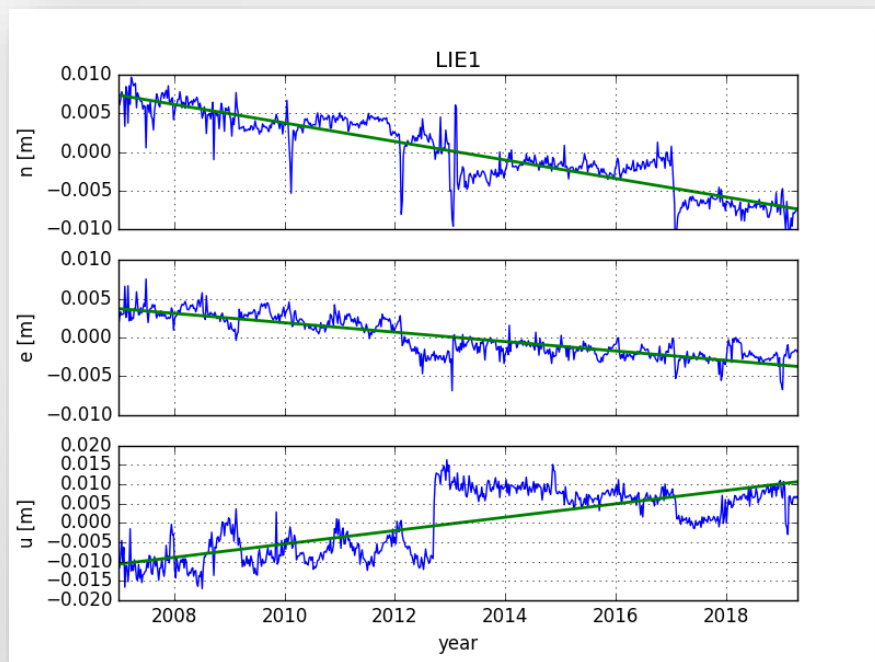


b) zmeny referenčného rámca

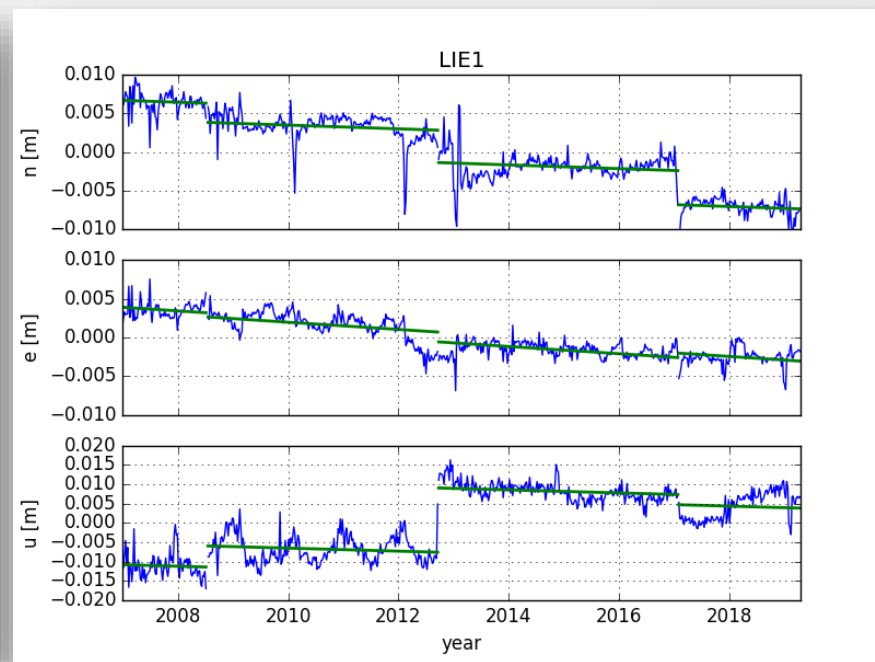


# Odhad rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup>

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



a) bez uváženia skokov

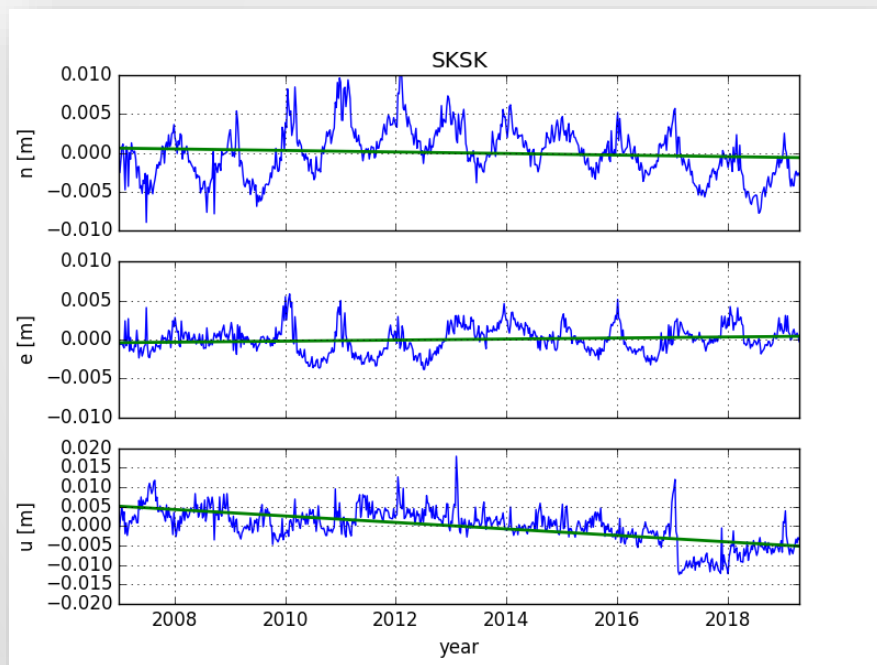


b) s uvážením skokov

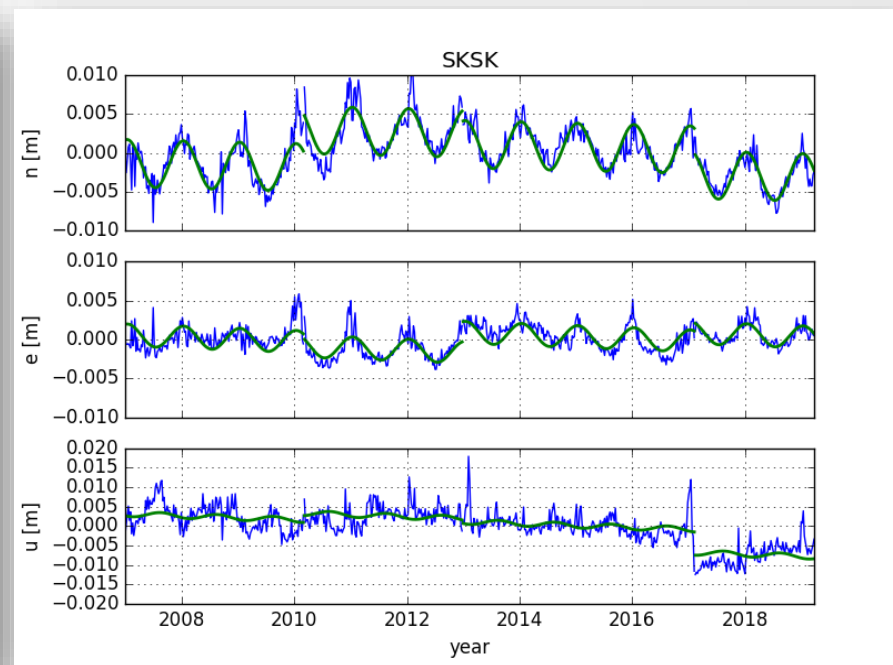


# Odhad rýchlostí referenčních staníc **SKPOS**<sup>®</sup>

- Odhad a eliminácia sezónnej zložky (s ročnou periódou)



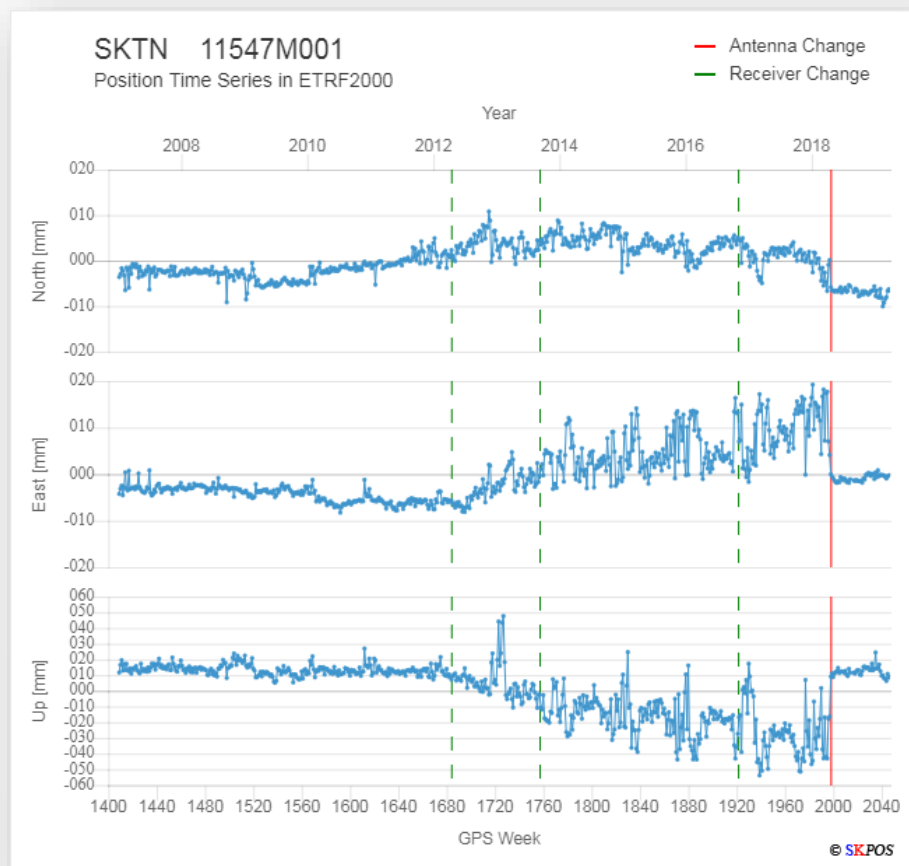
a) bez uváženia skokov a sezónnej zložky



b) s uvážením skokov a sezónnej zložky

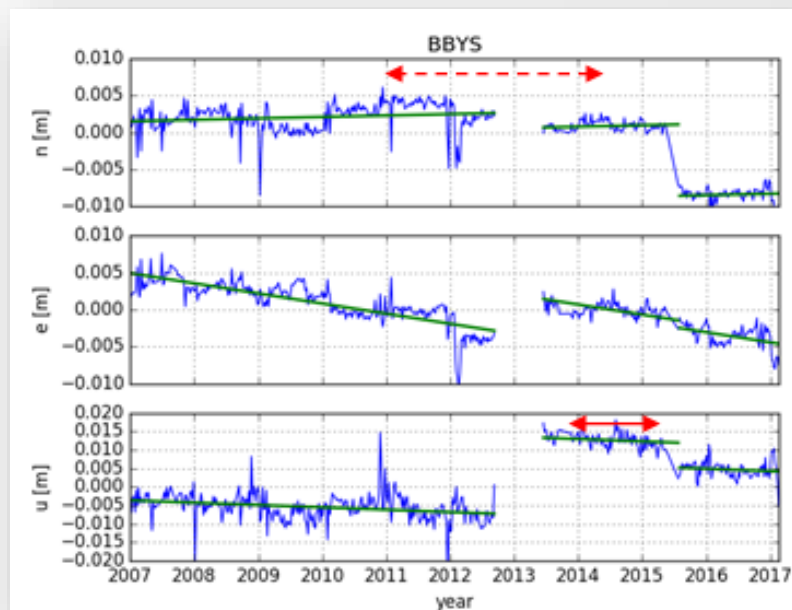
# Odhad rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup>

- Eliminácia úsekov s anomálnym správaním



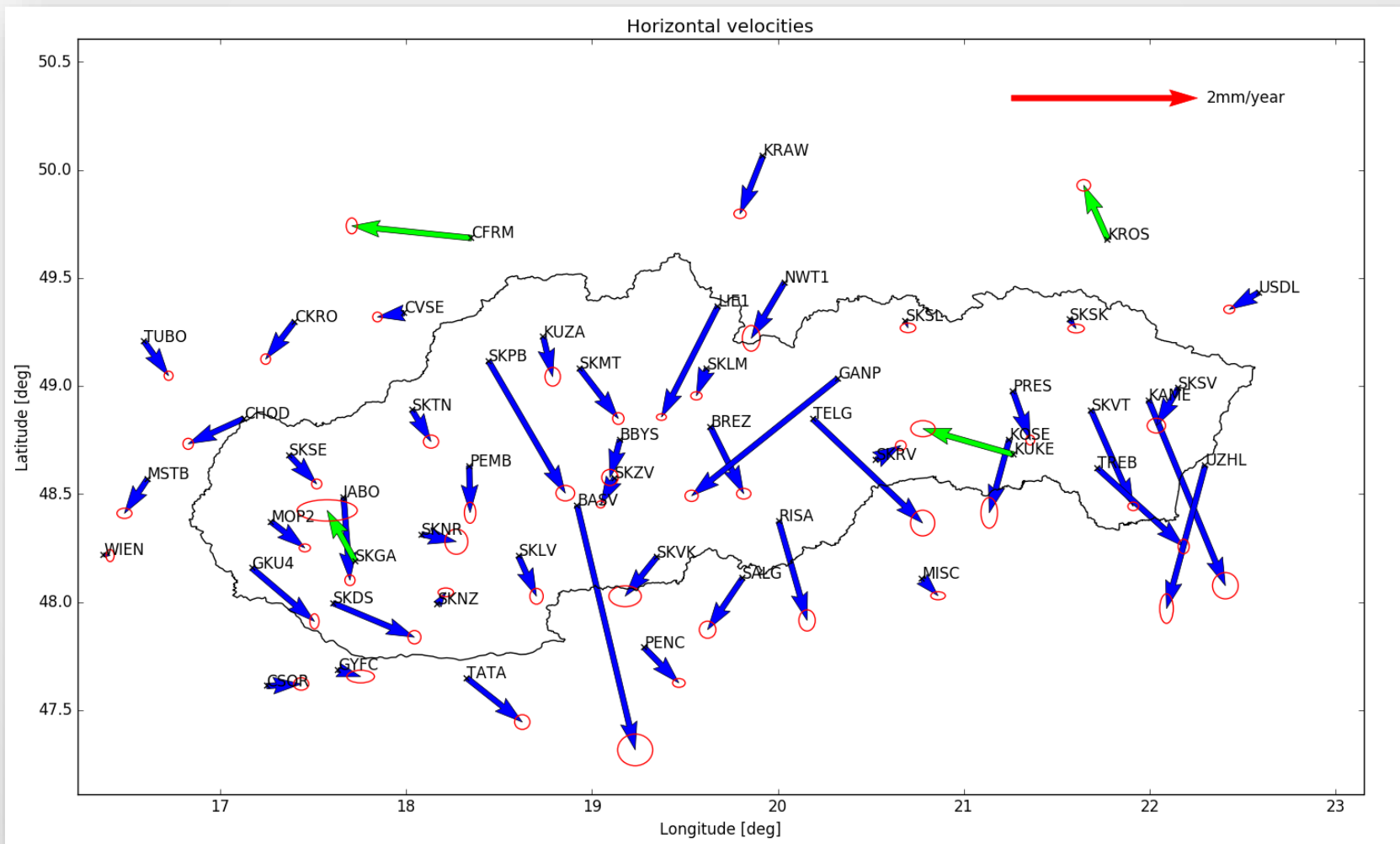
# Odhad rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup>

- Eliminácia odľahlých hodnôt (Bernese 5.2)
- Vylúčenie krátkych časových radov = Podmienka minimálnej dĺžky časového radu:
  - ✓ celková dĺžka: min. 3 roky
  - ✓ dĺžka jedného úseku: min. 1,25 roka



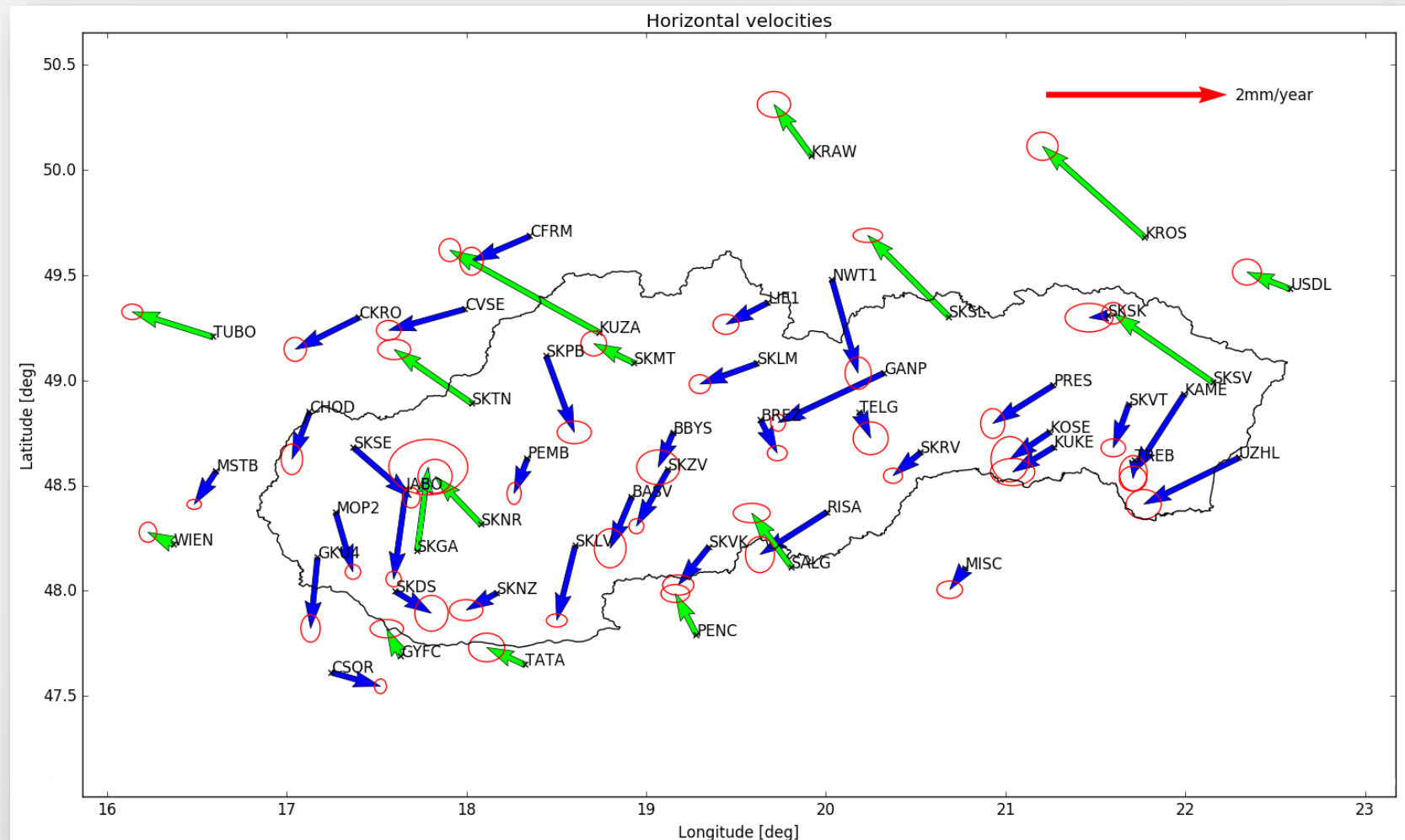
# Porovnanie horizontálnych rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup> v závislosti od postupu spracovania

RAW



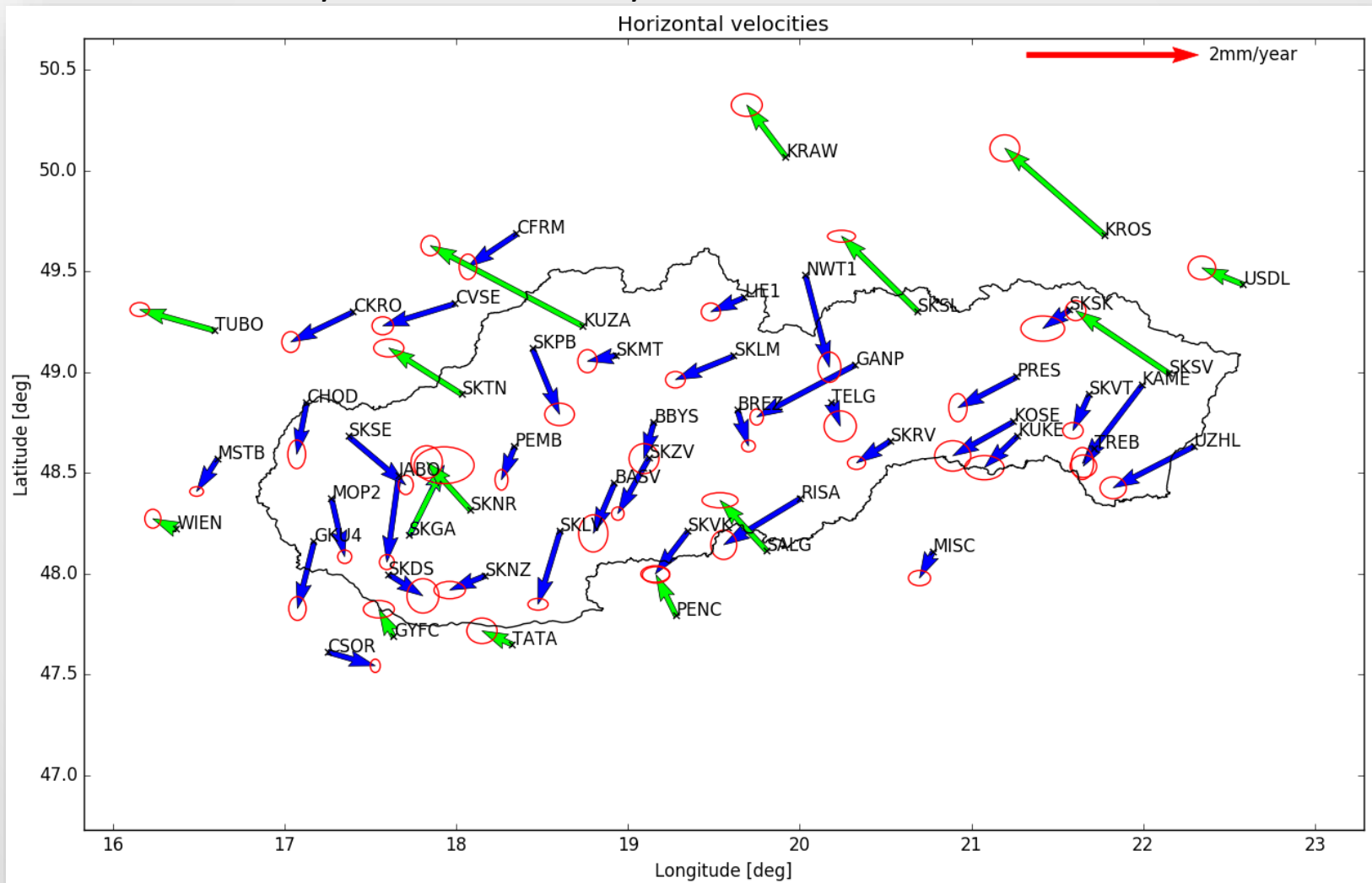
# Porovnanie horizontálnych rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup> v závislosti od postupu spracovania

eliminované: skoky



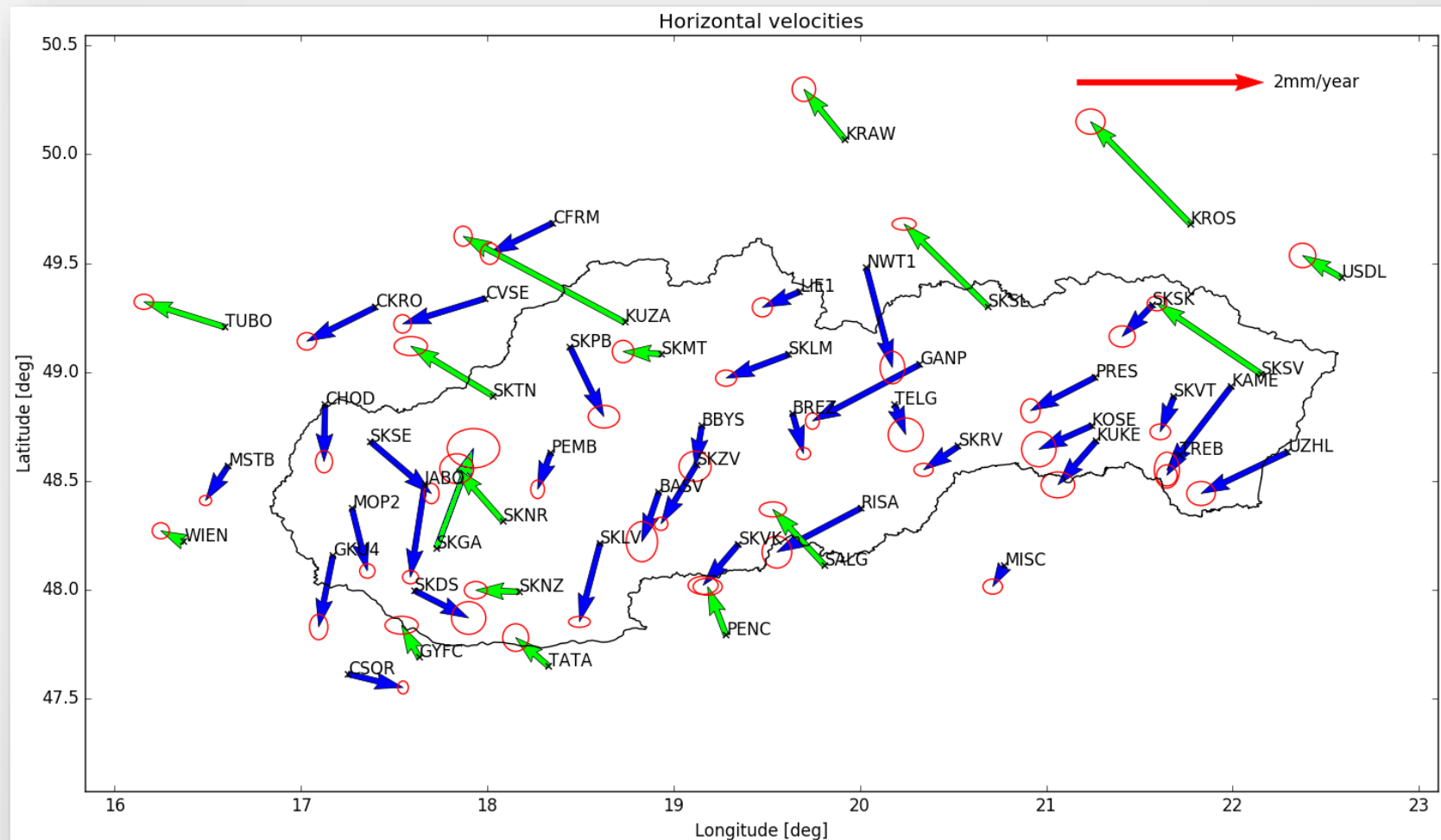
# Porovnanie horizontálnych rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup> v závislosti od postupu spracovania

eliminované: skoky + odľahlé hodnoty



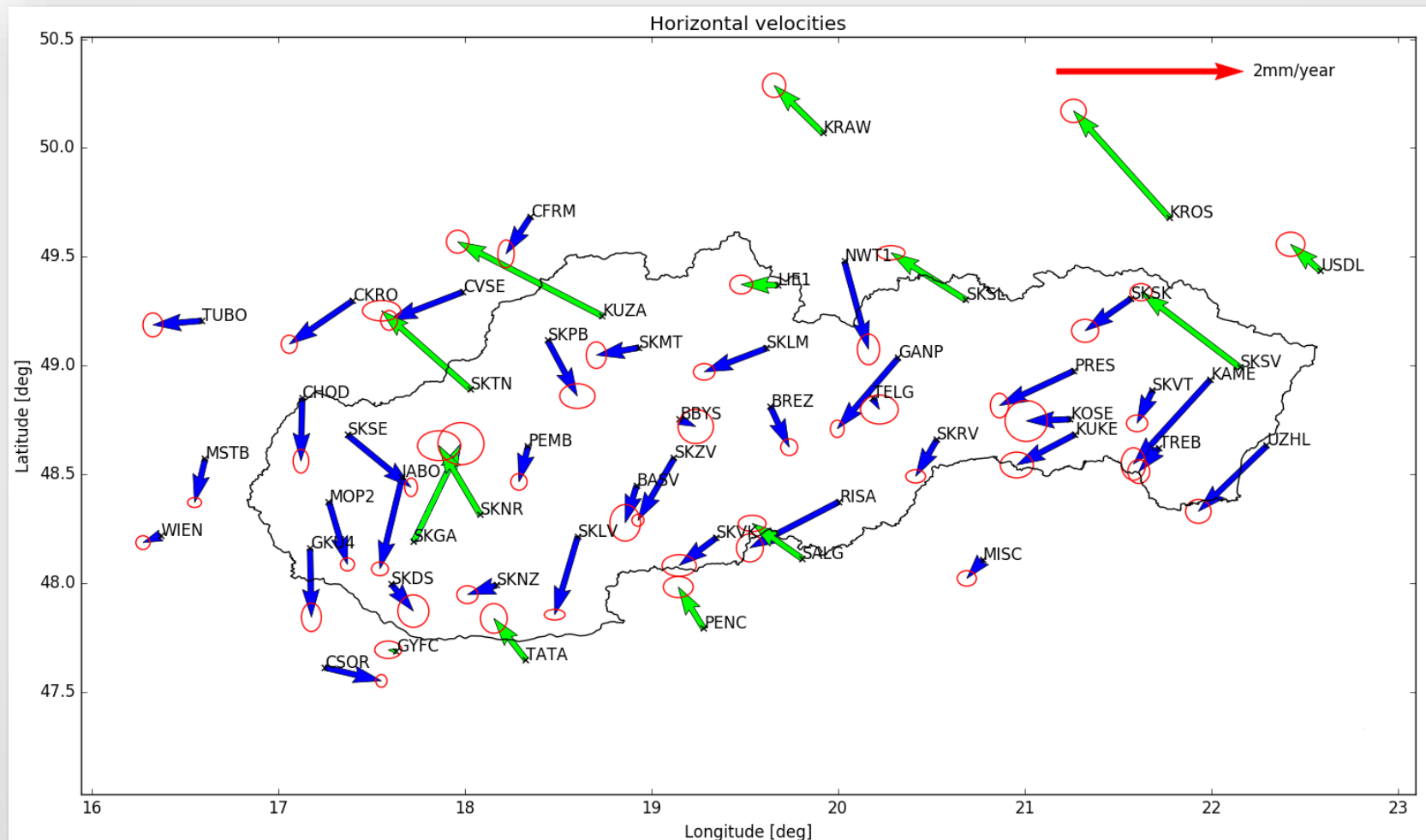
# Porovnanie horizontálnych rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup> v závislosti od postupu spracovania

eliminované: skoky + odľahlé hodnoty + sezónna zložka



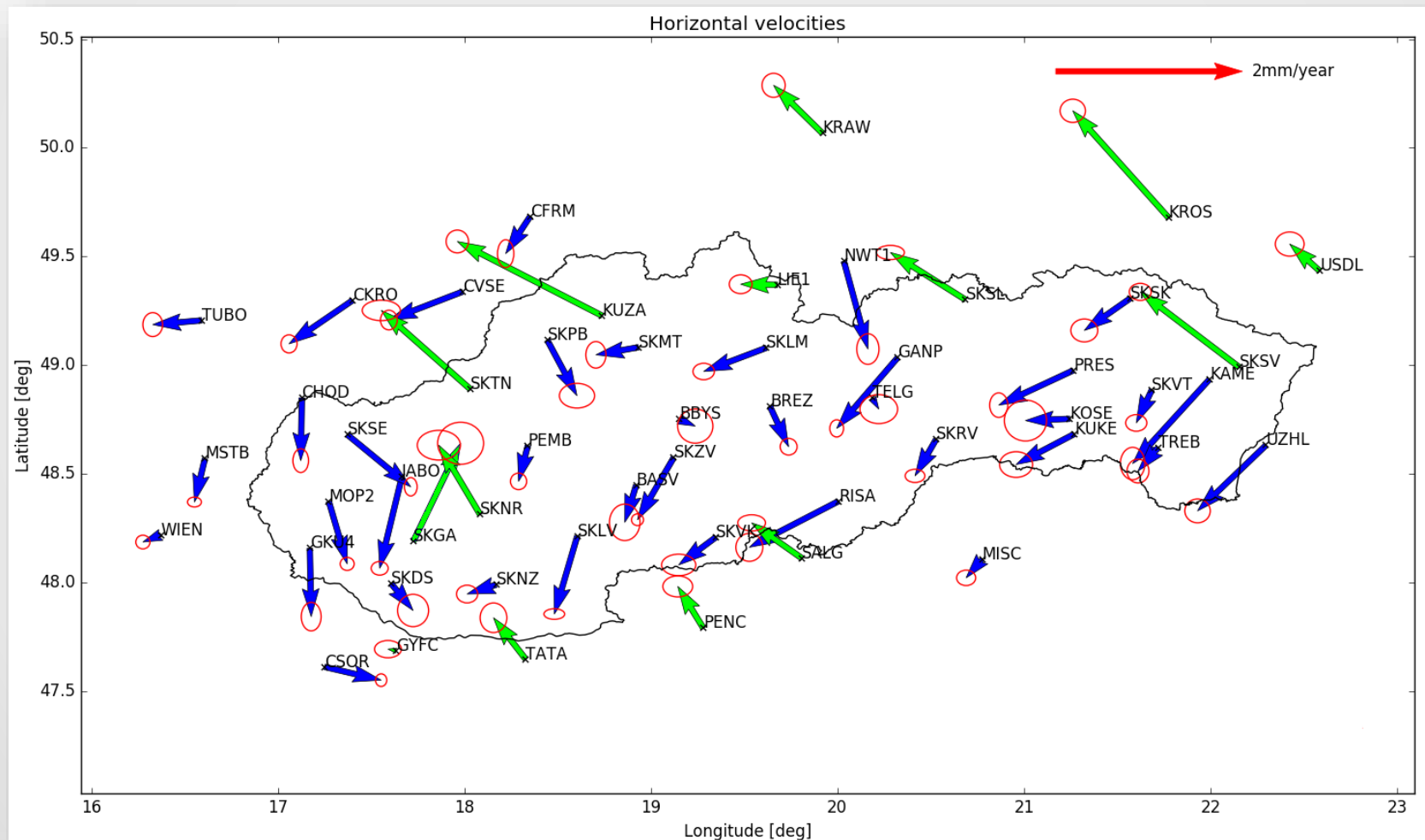
# Porovnanie horizontálnych rýchlostí referenčných staníc **SKPOS**<sup>®</sup> v závislosti od postupu spracovania

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



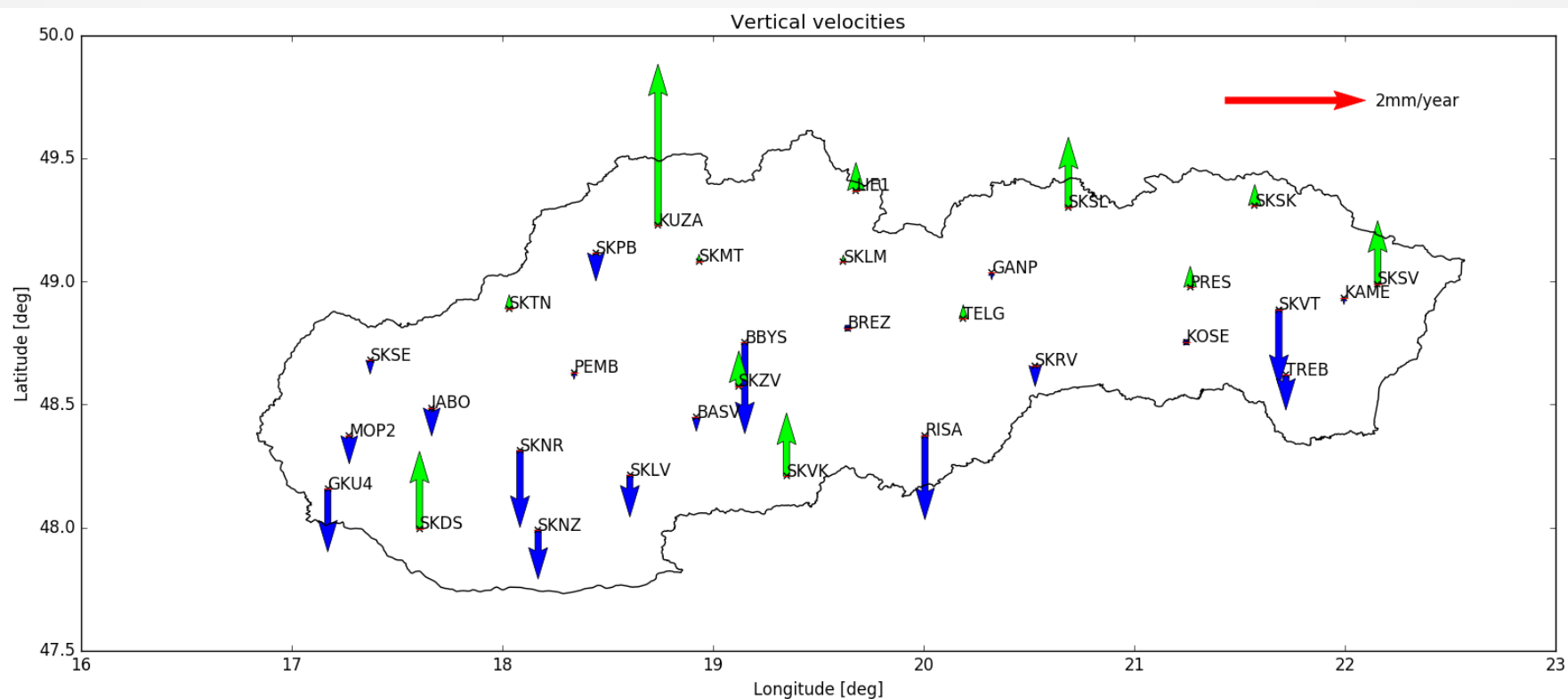
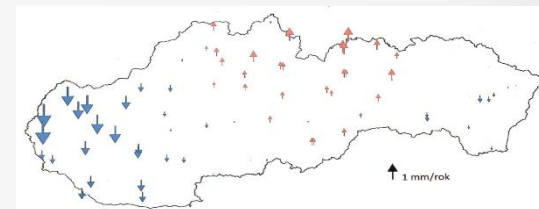


# Horizontálne rýchlosti staníc SKPOS<sup>®</sup>

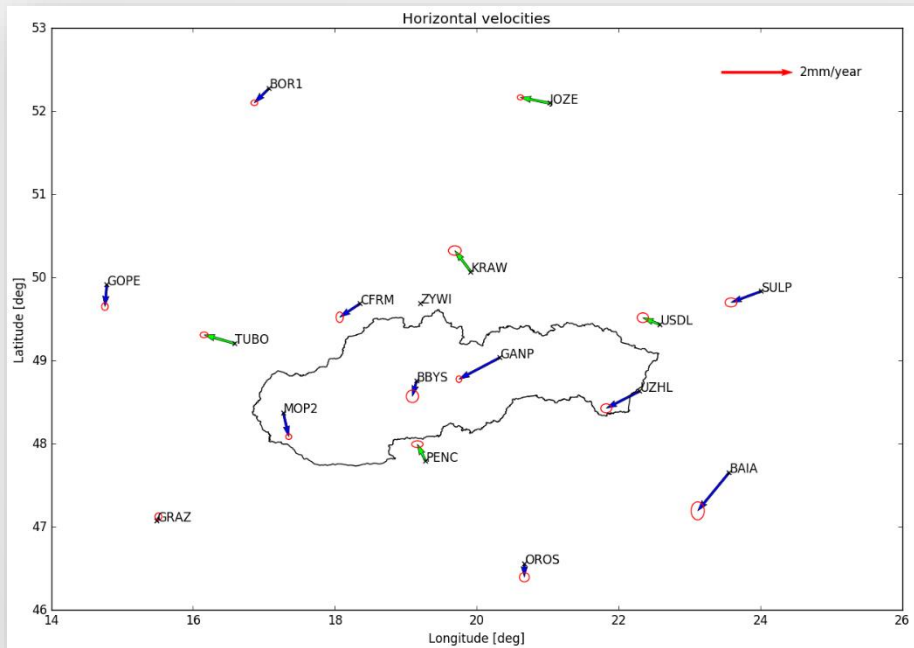


# Vertikálne rýchlosti staníc SKPOS®

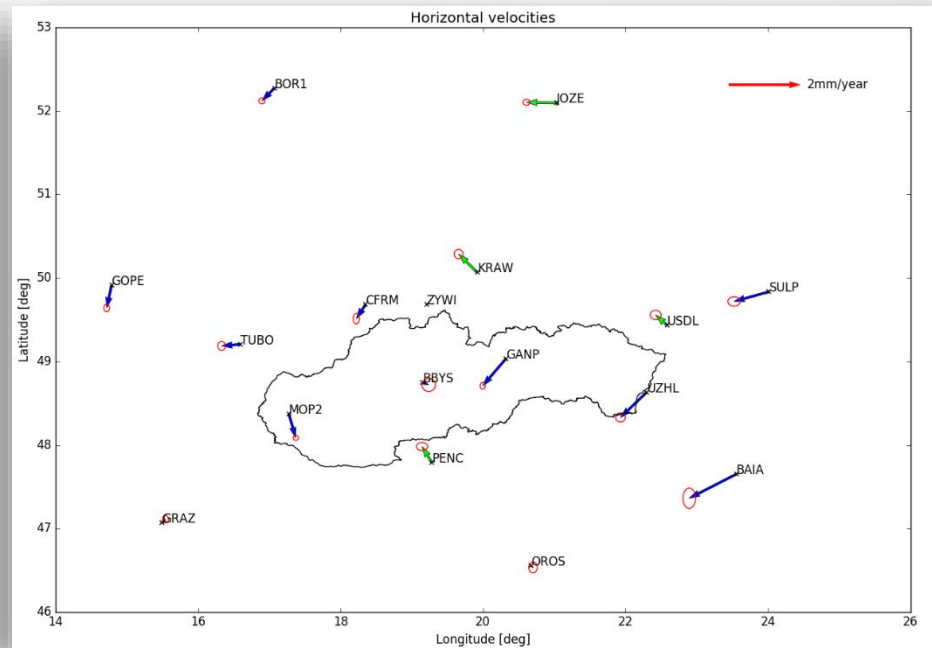
Po nafitovaní na rýchlosti z VPN



# Porovnanie horizontálnych rýchlostí staníc z GKÚ a EPN riešenia

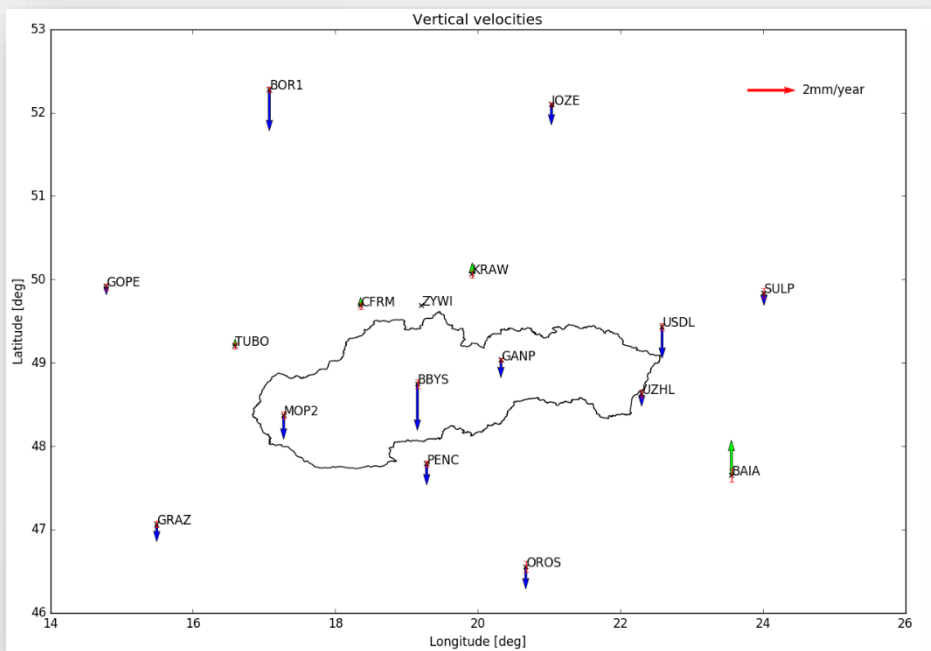


EPN riešenie

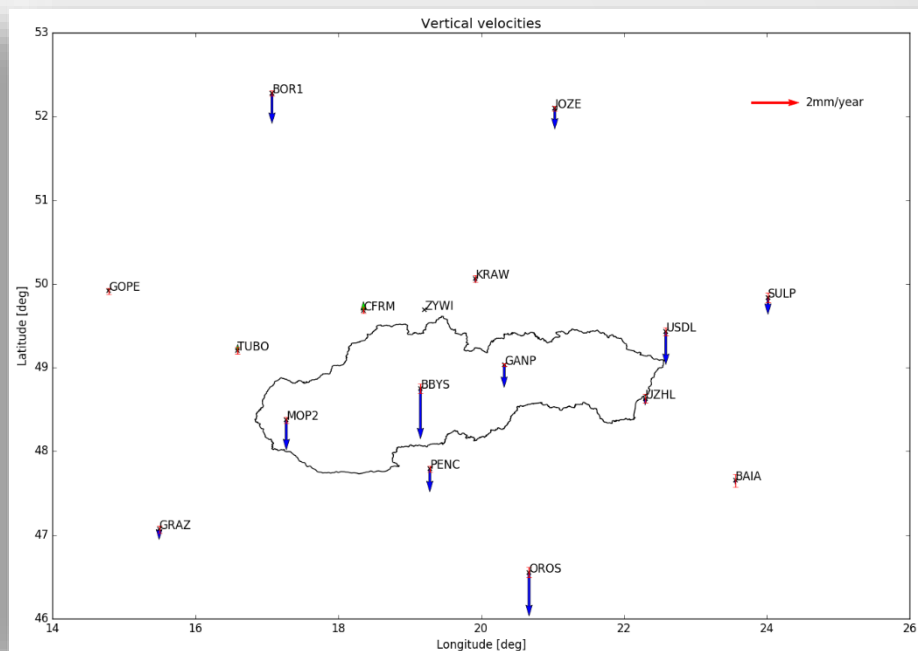


GKÚ riešenie

# Porovnanie vertikálnych rýchlostí staníc z GKÚ a EPN riešenia



EPN riešenie



GKÚ riešenie

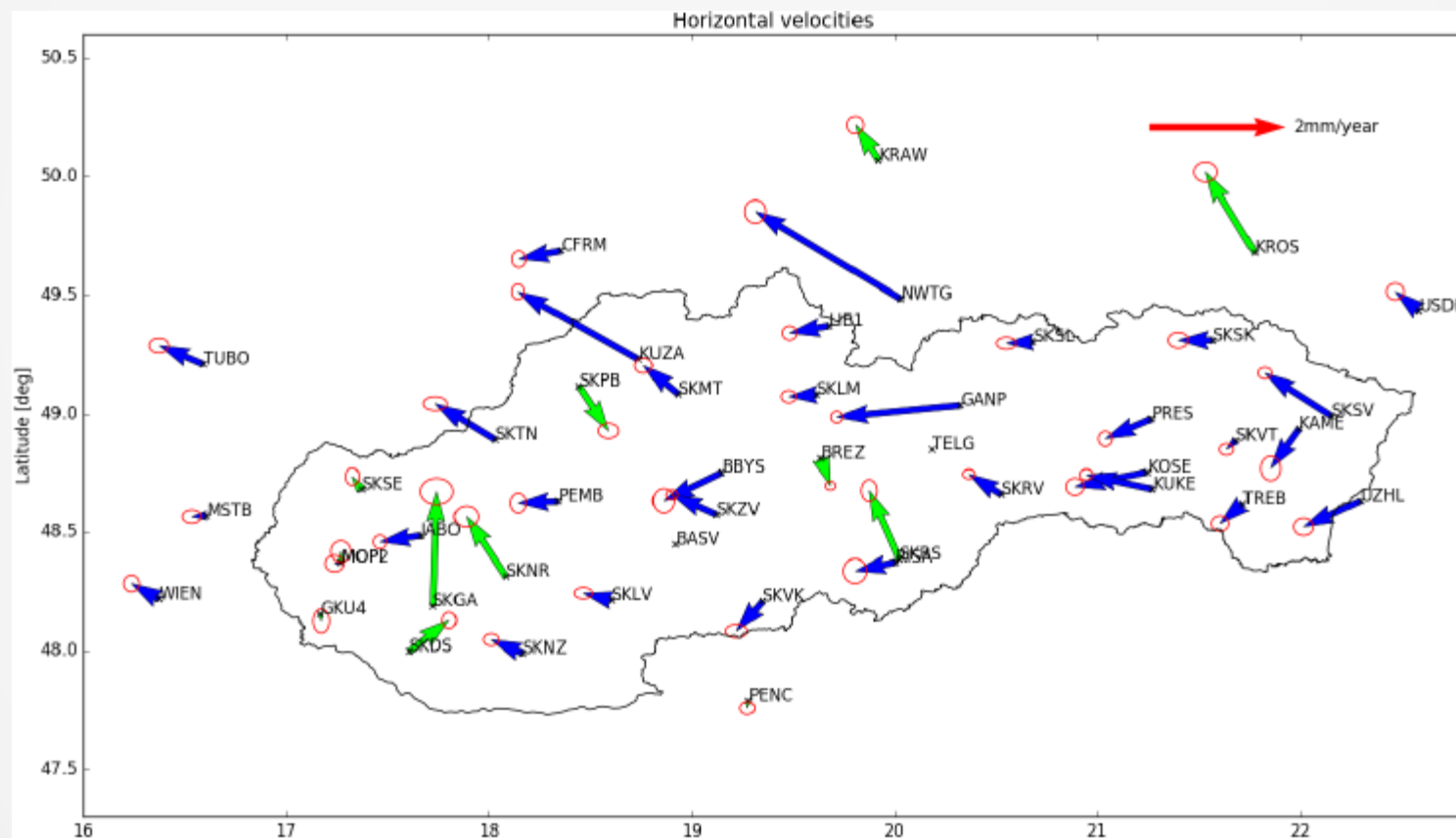
# Porovnanie rýchlostí EPN staníc z GKÚ a EPN riešenia

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



# Porovnanie horizontálnych rýchlostí **SKPOS**<sup>®</sup> staníc s minulými spracovaniami GKÚ

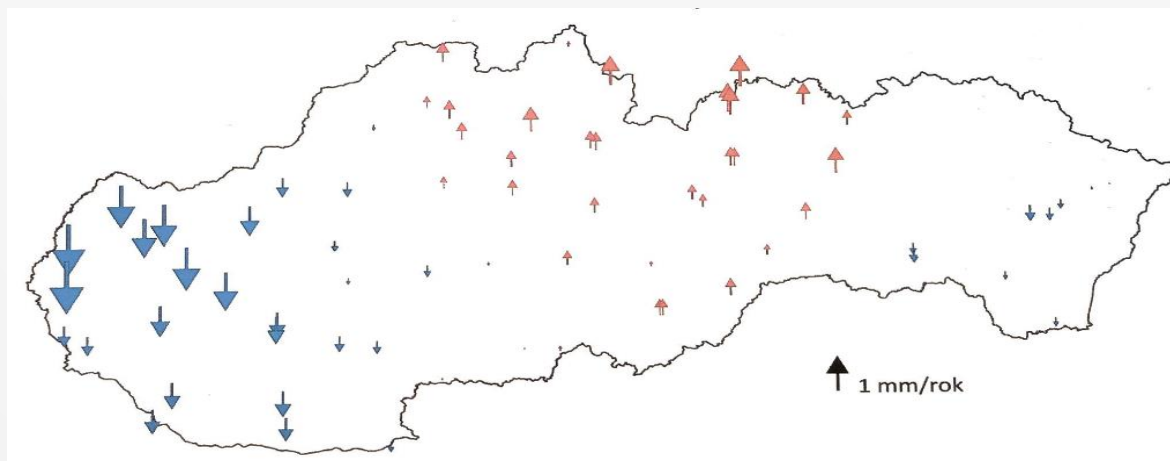
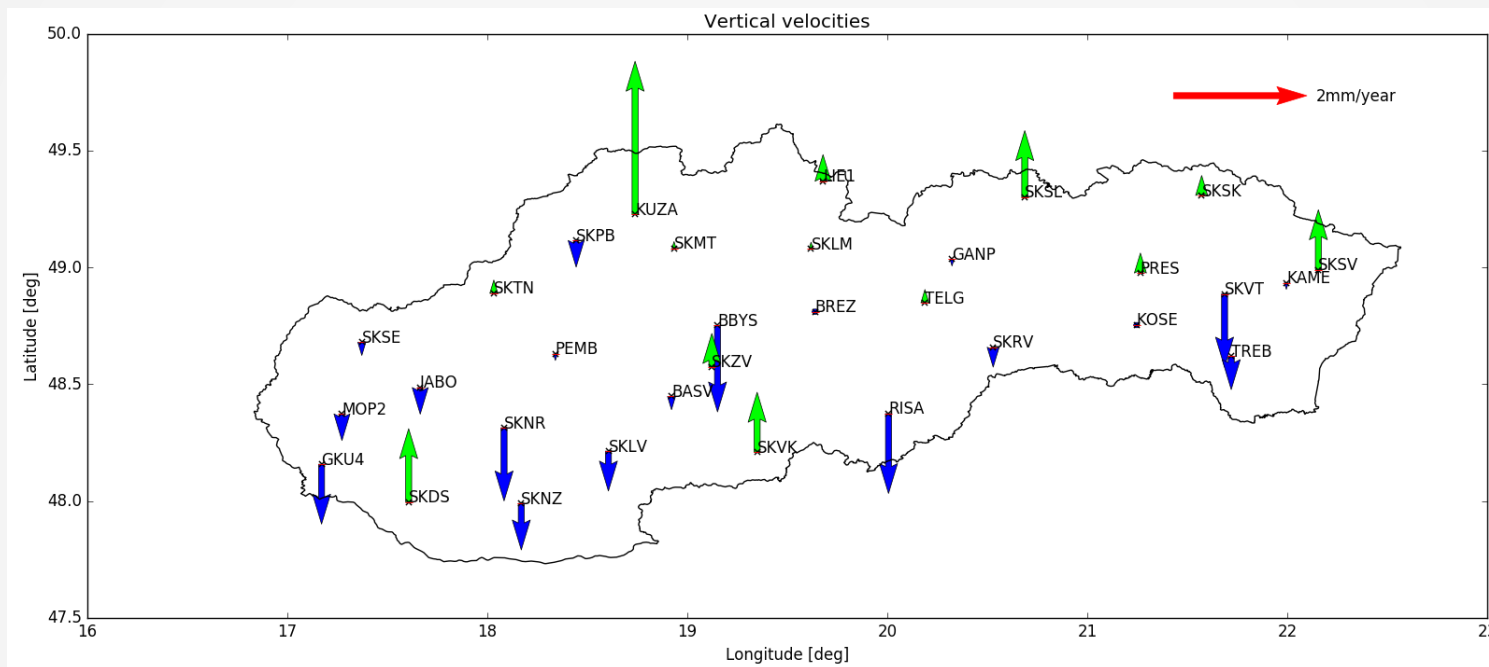
GKÚ 2017







# Porovnanie vertikálnych rýchlostí **SKPOS**<sup>®</sup> 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. Branislav Droščák, PhD.

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

branislav.droscak@skgeodesy.sk