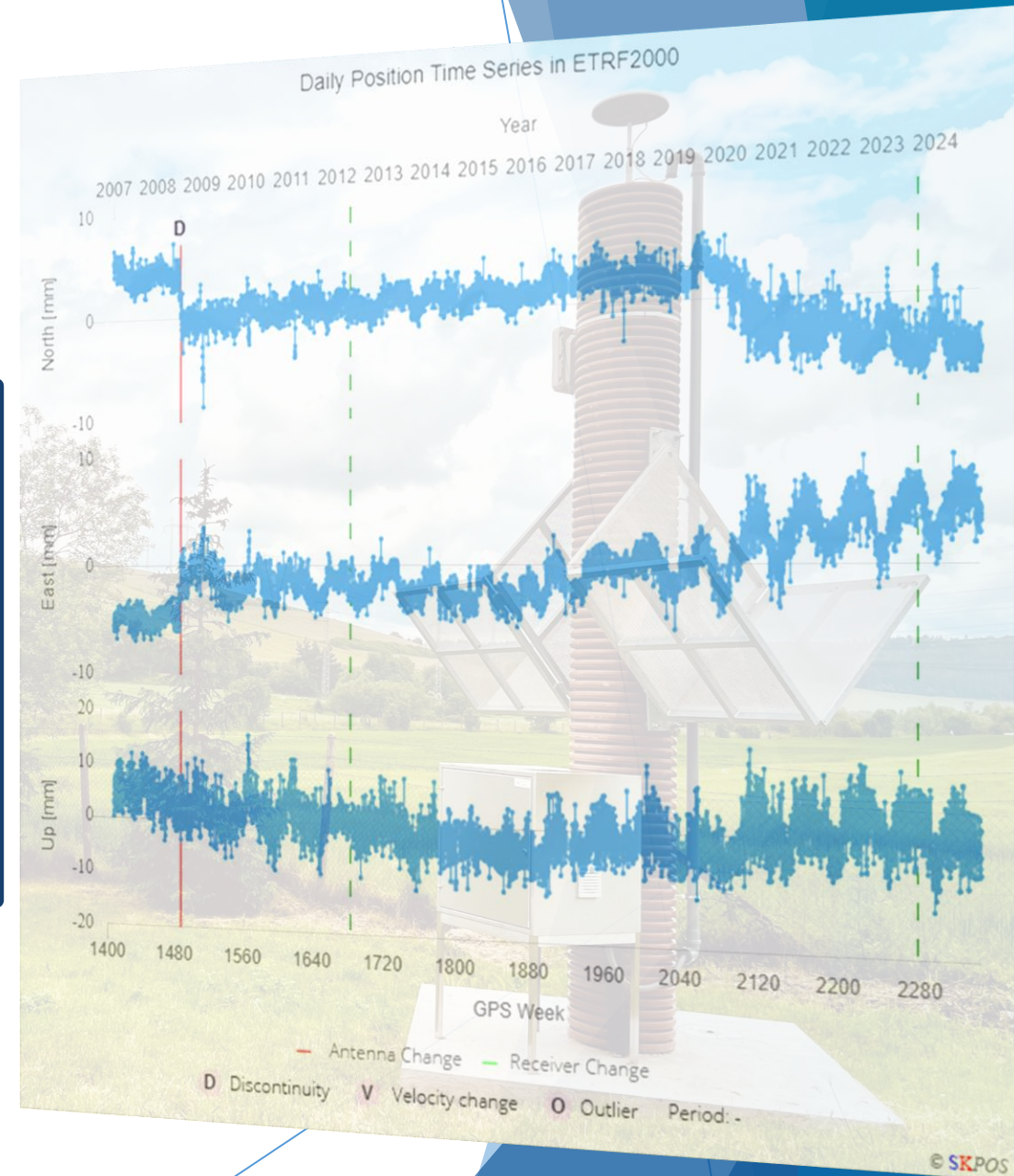


# AKO POČÍTAME SÚRADNICE REFERENČNÝCH STANÍC V RÁMCI SKPOS?



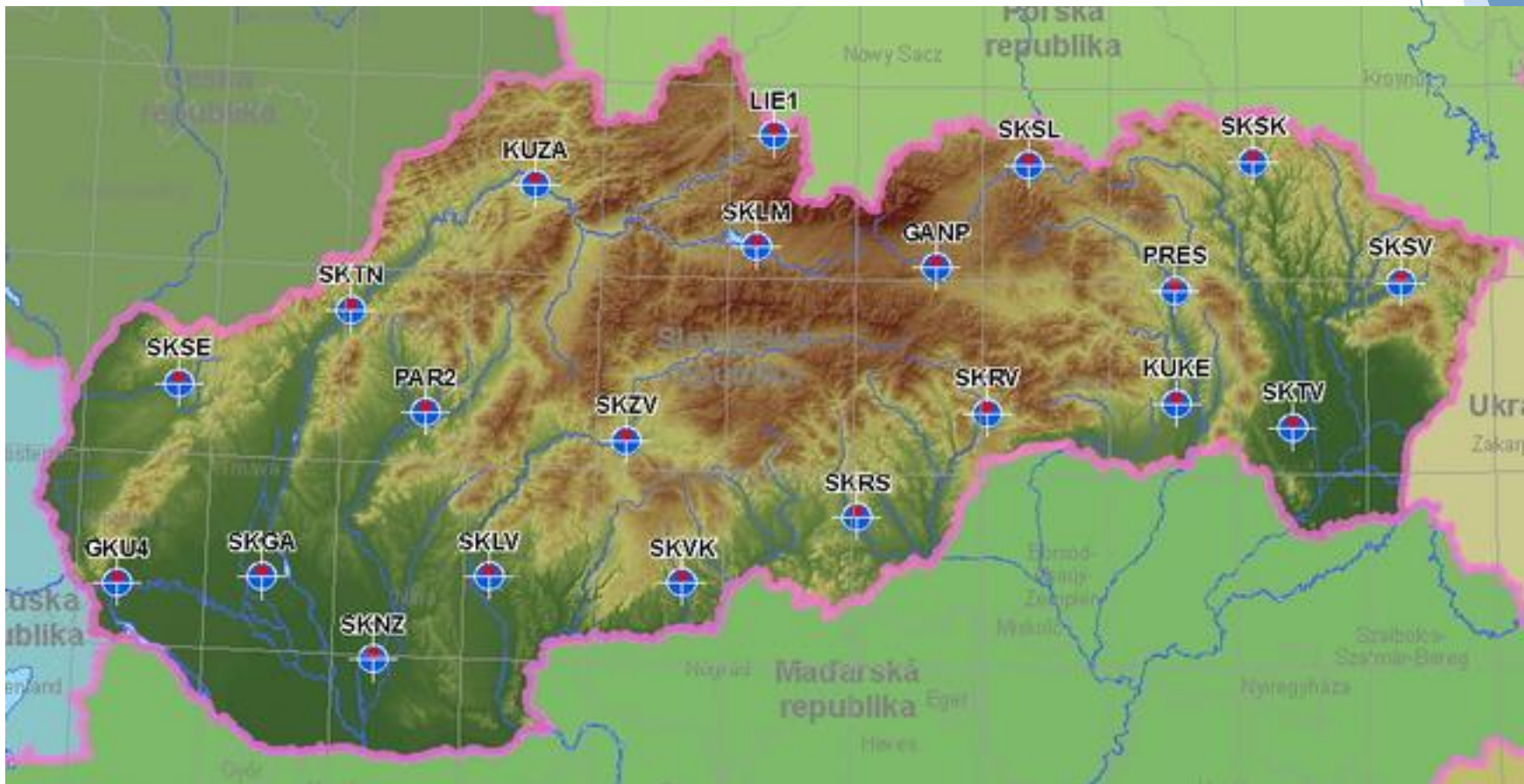
Martin Ferianc, Karol Smolík

Seminár Družicové metódy v teórii a praxi  
04.02.2025, VUT Brno



# ÚVOD

2006 ● spustenie prevádzky SKPOS



# ÚVOD

- 2006 ● spustenie prevádzky SKPOS
- 2009 ● ETRS89 – záväzný GRS na Slovensku

ZBIERKA  ZÁKONOV  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Ročník 2009

Vyhlásené: 25. 7. 2009 Časová verzia predpisu účinná od: 1.10.2019 do: 31. 3.2024

**Obsah dokumentu je právne záväzný.**

**300**

**VYHLÁŠKA**

**Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky**

zo 14. júla 2009,

**ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky  
č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov**

Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky (ďalej len „úrad“) podľa § 28 ods. 1 zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon“) ustanovuje:

**PRVÁ ČASŤ**

**ZÁVÄZNÉ GEODETICKÉ REFERENČNÉ SYSTÉMY A ICH PLATNÉ REALIZÁCIE**

**§ 2**

(1) Názvy a kódy záväzných geodetických referenčných systémov sú:

- a) Európsky terestrický referenčný systém 1989 s alfanumerickým kódom ETRS89, kódom EPSG::4927 pre 3D –  $\varphi$ ,  $\lambda$ , h, kódom EPSG::4258 pre 3D – X, Y, Z a kódom EPSG::4936 pre 2D –  $\varphi$ ,  $\lambda$ .



# ÚVOD

- 2006 ● spustenie prevádzky SKPOS
- 2009 ● ETRS89 – záväzný GRS na Slovensku
- 2010 ● 1. multi-ročné spracovanie údajov GNSS (v IGS05)
  - ▶ permanentné merania na staniciach SKPOS (2007 – 2009)
  - ▶ epochové merania na bodoch SGRN (1995 – 2009)
  - ▶ vyrovnanie na referenčné stanice EPN
  - ▶ **ref. epocha: 2008.5** (stred observácií SKPOS 2007 – 2009)



# ÚVOD

- 2006 ● spustenie prevádzky SKPOS
- 2009 ● ETRS89 – záväzný GRS na Slovensku
- 2010 ● 1. multi-ročné spracovanie údajov GNSS (v IGS05)
- ▶ permanentné merania na staniciach SKPOS (2007 – 2009)
  - ▶ epochové merania na bodoch SGRN (1995 – 2009)
  - ▶ vyrovnanie na referenčné stanice EPN
  - ▶ ref. epocha: 2008.5 (stred observácií SKPOS 2007 – 2009)
- 2011 ● SKTRF2009 (1. národná realizácia ETRS89)
- ▶ = ETRF2000 (epocha 2008.5)
  - ▶ definovaná súradnicami SKPOS a SGRN

GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ ÚSTAV BRATISLAVA

Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava

Odbor geodetických základov

Skupina analýz a spracovania meraní

TECHNICKÁ SPRÁVA

SKTRF2009

VÝPOČET SÚRADNÍC A CHARAKTERISTÍK PRESNOSTÍ BODOV  
ŠTÁTNEJ PRIESTOROVEJ SIETE V SYSTÉME ETRS89

Autor: Ing. Branislav Droščák, PhD.

April - júl 2011  
Bratislava

# ÚVOD

*nové GNSS (Galileo, BeiDou)*

*nové realizácie IGS a produkty GNSS*

*nové smernice EUREF na spracovanie údajov GNSS*

*nové stanice SKPOS*

*ukončenie epochových meraní na bodoch SGRN*

*10+ rokov permanentných observácií SKPOS*

*absencia ročných zmien súradníc (rýchlostí) v SKTRF2009*

***(potreba aktualizácie národnej realizácie ETRS89)***



| Realizácie IGS | Platná od  | Platná do  |
|----------------|------------|------------|
| IGS05          | 05.12.2006 | 16.04.2011 |
| IGS08          | 17.04.2011 | 06.10.2012 |
| IGb08          | 07.10.2012 | 28.01.2017 |
| IGS14          | 29.01.2017 | 16.05.2020 |
| IGb14          | 17.05.2020 | 26.11.2022 |



IAG sub-commission for the European Reference Frame – EUREF

## Guidelines for EUREF Densifications

J. Legrand<sup>1</sup>, C. Bruyninx, Z. Altamimi, A. Caporali, A. Kenyeres, M. Lidberg  
*Questions or remarks can be directed to epncb@oma.be*

Version 1: 26-05-2009

Version 2: 04-05-2010: Minor corrections/clarifications based on user feedback

Version 3: 24-05-2012: Encourage the use of GLONASS observations

Version 4: 13-06-2012: Modified links due to the EPN CB web site restructuring

Version 5: 28-05-2013: Replacement of ITRF2005 with IGb08 and additional clarifications

Version 5: 09-03-2018: Move historical background to annex, rewrite the introduction, introduce



# ÚVOD

*nové GNSS (Galileo, BeiDou)*

*nové realizácie IGS a produkty GNSS*

*nové smernice EUREF na spracovanie údajov GNSS*


*nové stanice SKPOS*

*ukončenie epochových meraní na bodoch SGRN*

*10+ rokov permanentných observácií SKPOS*

*absencia ročných zmien súradníc (rýchlostí) v SKTRF2009*

***Inšpirácia: nová národná realizácia ETRS89 v Estónsku***



MAA-AMET

## Multi-year solution for the ESTPOS network

Karin Kollo, Jaanus Metsar, Priit Pihlak,  
Artu Ellmann

Department of Geodesy  
Estonian Land Board

# ÚVOD

*nové GNSS (Galileo, BeiDou)*

*nové realizácie IGS a produkty GNSS*

*nové smernice EUREF na spracovanie údajov GNSS*

*nové stanice SKPOS*

*ukončenie epochových meraní na bodoch SGRN*

*10+ rokov permanentných observácií SKPOS*

*absencia ročných zmien súradníc (rýchlostí) v SKTRF2009*

2019

## **Nová koncepcia výpočtu súradníc staníc SKPOS**

- ▶ nový homogénny prepočet siete SKPOS
- ▶ nová národná realizácia ETRS89 (iba stanice SKPOS)
- ▶ postup výpočtu súradníc nových staníc
- ▶ postup aktualizácie súradníc po výmene antény



# TYPY SÚRADNÍC V RÁMCI SKPOS



## Približné súradnice

- ▶ **Výpočet:** po spustení prevádzky stanice
- ▶ **Údaje:** 24h RINEX
- ▶ **Spracovanie:** SKPOS Online PP
- ▶ **Účel:** prvotné testovanie, monitorovanie
- ▶ **Dokumentácia:** nie

**SKPOS®**  
Online Postprocessing  
<http://skpos.gku.sk>

**Vstupné informácie**

ID výpočtu: 1830  
 Nahrané súbory: PRSV1690.T02  
 Dátum: 06/18/2024 04:41:38 UTC (MM/DD/YYYY HH:MM:SS)  
 Prijímač: TRIMBLE ALLOY  
 Označenie: TRM115000.00 NONE  
 Anténa: TRM115000.00 NONE  
 Výška [m]: 0.283  
 Referenčný bod: Bottom of antenna mount

**Informácie o výpočte**

Začiatok merania: 06/17/2024 13:17:00 UTC (MM/DD/YYYY HH:MM:SS)  
 Koniec merania: 06/17/2024 23:59:30 UTC (MM/DD/YYYY HH:MM:SS)  
 Metóda merania: Static  
 Interval záznamu: 30 s  
 Typ efemerid: Broadcast  
 Referenčný systém: ETRS89 (ETRF2000 epocha 2008.5)  
 Tektonická platňa: Eurasia

**Základnice (referenčná stanica - určený bod)**

| Referenčná stanica | Dĺžka základnice [km] | Štatistika observácií GNSS (spolu / využiteľné / využité / %) | Počet použitých druhíc GNSS       |
|--------------------|-----------------------|---|-----------------------------------|
| PRSV               | 0.06                  | 38551 / 1285 / 1285 / 100%                                    | 27 GPS / 23 GLN / 18 GAL / 14 BDS |
| KOSE               | 24.84                 | 38551 / 1285 / 1285 / 100%                                    | 26 GPS / 20 GLN / 18 GAL / 6 BDS  |
| VRAN               | 32.73                 | 38551 / 1285 / 1285 / 100%                                    | 27 GPS / 21 GLN / 18 GAL / 6 BDS  |
| SPVL               | 34.66                 | 38551 / 1285 / 1285 / 100%                                    | 27 GPS / 21 GLN / 18 GAL / 6 BDS  |
| SKSK               | 43.19                 | 38551 / 1285 / 1285 / 100%                                    | 27 GPS / 20 GLN / 18 GAL / 6 BDS  |
| TREB               | 51.86                 | 38551 / 1285 / 1285 / 100%                                    | 27 GPS / 20 GLN / 18 GAL / 6 BDS  |

**Výsledok pre bod: PRSV**

ETRS89 (ETRF2000 epocha 2008.5)

Súradnice vzťahnuté k meranému bodu

| Súradnica          | Hodnota             | σ [m] |
|--------------------|---------------------|-------|
| X [m]              | 3909055.415         | 0.001 |
| Y [m]              | 1521246.317         | 0.001 |
| Z [m]              | 4789034.958         | 0.002 |
| Elipsoidická šírka | 48° 58' 34.06228" N | 0.001 |
| Elipsoidická dĺžka | 21° 15' 50.31253" E | 0.001 |
| Elipsoidická výška | 289.354 m           | 0.002 |

**Informácie o reporte**

Verzia softvéru: 5.1.1  
 Dátum vytvorenia: 06/18/2024 04:46:05 UTC (MM/DD/YYYY HH:MM:SS)


Podľa ods. 4.9. Všeobecno obchodných podmienok pre poskytovanie produktov a služieb SKPOS, za presnosť a kvalitu výsledkov získaných prostredníctvom využívania Tovarú zodpovedá Odberateľ.




# TYPY SÚRADNÍC V RÁMCI SKPOS



## Operatívne súradnice


- ▶ **Výpočet:** po min. 4 týždňoch prevádzky
- ▶ **Údaje:** min. 28 denných SINEX/NEQ
- ▶ **Spracovanie:** Bernese 
- ▶ **Účel:** implementácia do siete a služby RTN
- ▶ **Dokumentácia:** technická správa



Geodetický a kartografický ústav Bratislava

VÝPOČET OPERATÍVNYCH SÚRADNÍC  
REFERENČNEJ STANICE SKPOS PREŠOV (PRSV)  
V SYSTÉME ETRS89

Technická správa

| Doložka o autorizáčnom overení                 |  |
|--|--|
| Názov zákazky/práce/projektu                   | Výpočet operatívnych súradníc referenčnej stanice Prešov (PRSV) siete SKPOS  |
| Počet strán                                    | 10   |
| Prílohy (počet príloh/počet strán)             | 2  |
| Náležitostami a presnosťou zodpovedá predpisom |  |
| Miesto a dátum                                 | Žilina, 23.07.2024   |
| Meno, priezvisko a podpis                      | Ing. Karol Smolík  |
| Odtlačok pečiatky a číslo osvedčenia           | Číslo osvedčenia: 003/2020<br><br>Rozsah podľa § 6 písm. d), e), f) a j) zákona NR SR č. 215/1995 Z. z. |


Autor: Ing. Martin Ferienc  
Bratislava, 23.07.2024

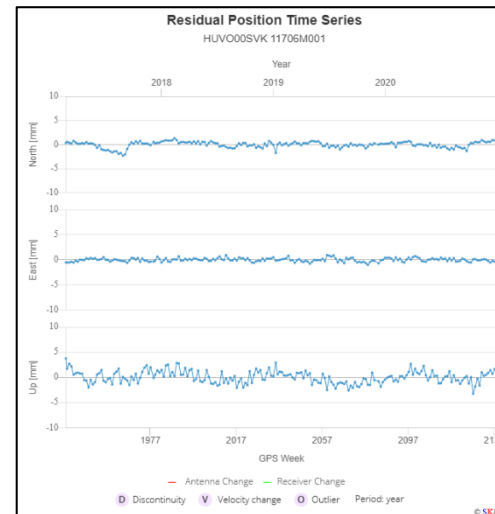


# TYPY SÚRADNÍC V RÁMCI SKPOS



## Oficiálne súradnice a rýchlosti

- ▶ **Výpočet:** po 3 rokoch prevádzky / po aktualizácii ref. rámca IGS
- ▶ **Údaje:** min. 3 roky denných/týždenných SINEX/NEQ
- ▶ **Spracovanie:** Bernese 
- ▶ **Účel:** aktualizácia národnej realizácie ETRS89
- ▶ **Dokumentácia:** report (validácia EUREF GB)



Geodetic and Cartographic Institute Bratislava

### REPORT OF COMPUTATION OF THE SKPOS MULTI-YEAR SOLUTION AS EUREF DENSIFICATION FOR SLOVAKIA

For the validation to the EUREF Governing Board

Authors: Martin Ferienc, Branislav Droščák, Karol Smolík,  
Miroslav Roháček, Miroslav Steinhübel

Bratislava  
2021

# VÝPOČET OFICIÁLNYCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

## Postup

### 2019 ● EPN AC Workshop

- ▶ nové odporúčenia a štandardy spracovania údajov v rámci EPN

#### Reference Station Selection

This tool aims at choosing suitable reference stations in order to be a densification solution to the EPN multi-year position and velocity solution, following the Guidelines for EUREF densifications.

**Inputs**

**Begin and End Dates of the Densification Solution**

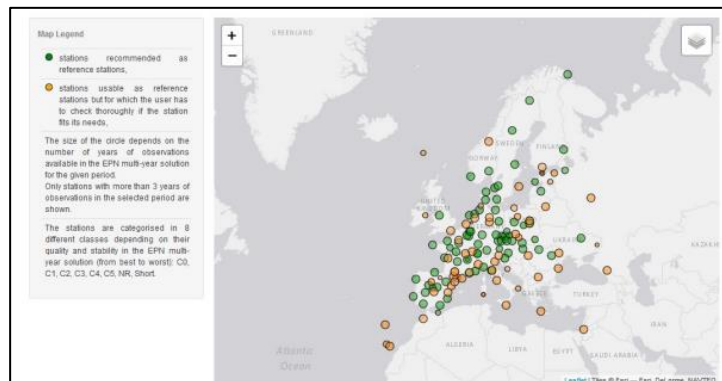
Begin Date:  End Date:

Remarks: The system is assuming that the user will use the same data selection/rejection policy as in the EPN multi-year position and velocity solution (the list of rejected data is available here).  
If no date is set, then the begin and end date of the last EPN solution will be used.

**List of Pre-selected Reference Stations (optional)**

Pre-Selected Station List:

I also want to show the stations that are **not recommended** as reference station on the map.



#### EUREF-AC-MAIL: #2492

CODE is providing as the **first** of the IGS analysis centers a combined

**GPS+GLONASS+Galileo**  
orbit and clock product

in its **legacy rapid and ultra-rapid processing chains** since September 23<sup>rd</sup>, 2019.

Slide 2 of 21

Astronomical Institute, University of Bern **AIUB** **CODE**

#### Summary

- Galileo observations have been officially included in EPN final daily coordinate solutions since GPS week 2044 (March 10, 2019)
  - since mid September, because of new three system CODE products, Galileo observations may be used also in EPN rapid and ultra-rapid processings
- Analysis centres are asked to:
  - use the new EPN ANTEX file (with multiple antenna calibrations). (For how long the old files should be maintained?)
  - switch to RINEX3 processing (if not already done); since new year, RINEX 2 data may not be available for some stations
- The activities on the analysis of the impact global sites on EPN daily coordinate solutions have been started
  - How do we proceed?
  - Are more ACs interested to join these activities?

Liemo et al. EPN ACC Report





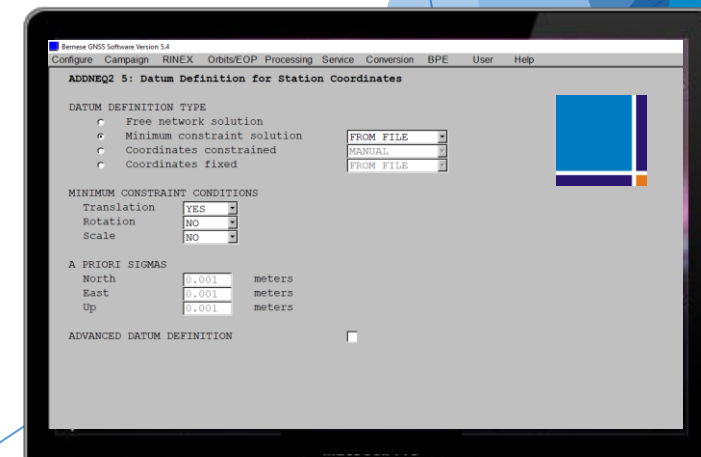
# VÝPOČET OFICIÁLNYCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

## Postup

- 2019 ● EPN AC Workshop
  - ▶ nové odporúčenia a štandardy spracovania údajov v rámci EPN
- 2020 ● Kurz - Bernese GNSS Software
  - ▶ nastavenia programov v rámci Bernese
  - ▶ nastavenie spracovateľskej kampane



| Parameter / Kampaň       | REPRO<br>(GPS týždne 1408 - 1933)                    | OPERATIONAL<br>(GPS týždne 1934 - 2085) | OPERATIONAL<br>(GPS týždne 2086 - 2138) |
|--------------------------|--|---|---|
| Referenčný rámeč         | IGb08  | IGS14                                   | IGS14 (since 2106 IGb14)                |
| Kalib. model antény      | epn_08.atx   | epn_14.atx                              | epn_14.atx                              |
| Produkty CODE            | REPRO_2015 (GPS+GLO)                                 | final (GPS+GLO)                         | rapid (GPS+GLO+GAL)                     |
| Orbitálny model CODE     | DYX sun-oriented (old)                               | D2X sun-oriented (new)                  | D2X sun-oriented (new)                  |
| Súbory RINEX             | RINEX v2   | RINEX v2                                | RINEX v2 + RINEX v3                     |
| Družicové systémy        | GPS+GLO  | GPS+GLO                                 | GPS+GLO+GAL                             |
| Riešenie EPN             | EPN_A_IGb08_C1934.SNX                                | EPN_A_IGb14_C2130.SNX                   | EPN_A_IGb14_C2130.SNX                   |
| Typ spracovania          |  | Network DD                              |   |
| Strat. sprac. základníc  |  | OBS-MAX                                 |   |
| Strat. riešenia ambiguit | L5/L3, QIF, L1/L2 (v závislosti od dĺžky základnice) |   |   |
| Model troposféry         | VMF1   |   |   |
| Model ionosféry          | CODE   |   |   |
| Oceánske slapy           | FES2004  |   |   |
| Atmosférické slapy       | generované softvérom Bernese 5.2                     |   |   |



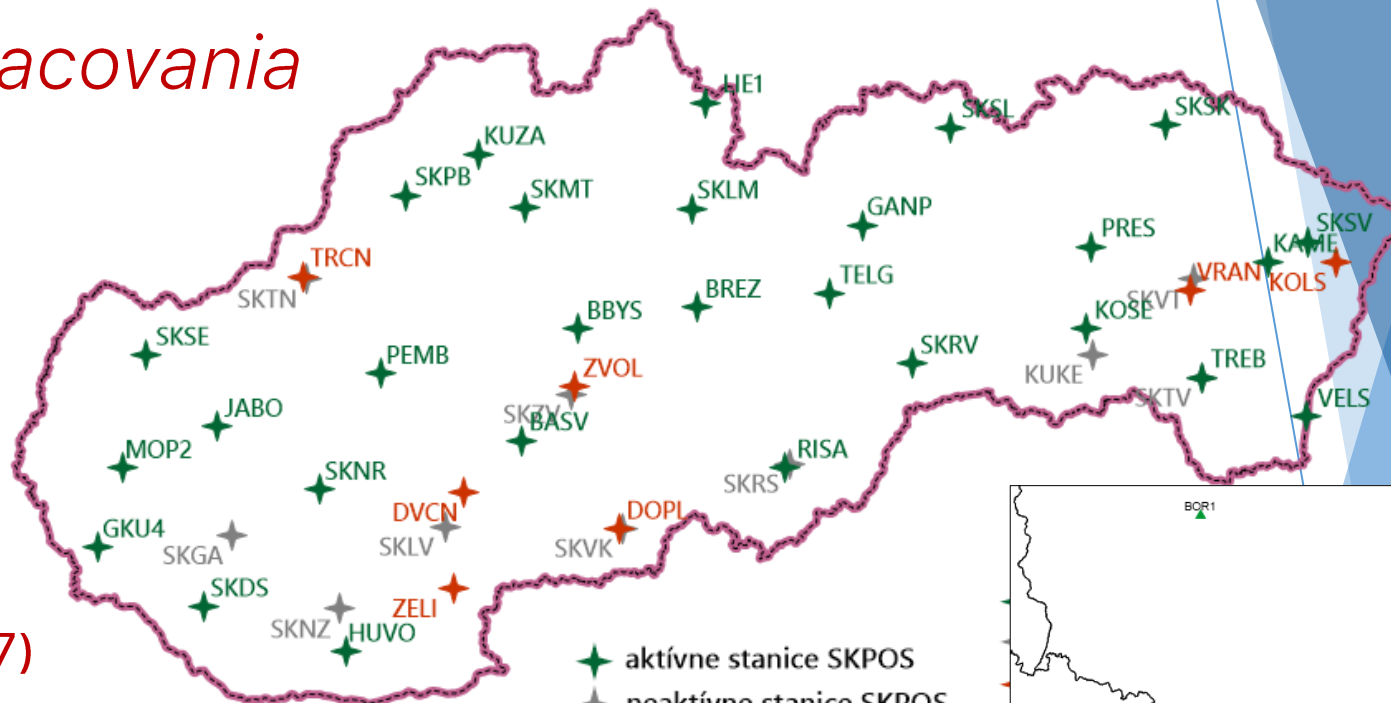
# VÝPOČET OFICIÁLNYCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

## *Postup*

- 2019 ● EPN AC Workshop
  - ▶ nové odporúčenia a štandardy spracovania údajov v rámci EPN
- 2020 ● Kurz - Bernese GNSS Software
  - ▶ nastavenia programov v rámci Bernese
  - ▶ nastavenie spracovateľskej kampane
- 2021 ● Spracovanie - reprocessing údajov SKPOS (2007-2020)
  - ▶ výber staníc do spracovania
  - ▶ výpočet denných riešení
  - ▶ výpočet týždenných riešení
  - ▶ výpočet 2. multi-ročného riešenia SKPOS
  - ▶ verifikácia výsledkov

# VÝPOČET OFICIÁLNYCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

## *Výber staníc do spracovania*



### ▶ stanice SKPOS (38):

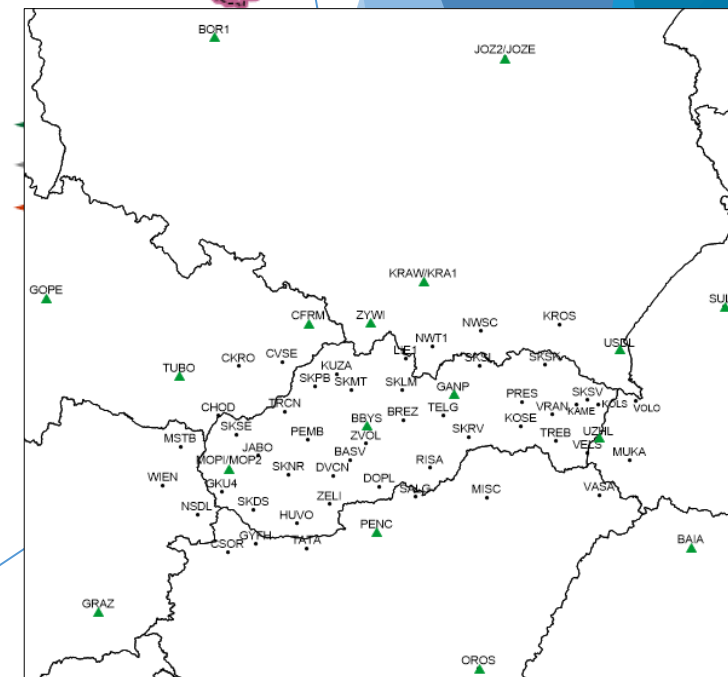
- ▶ 28 aktívnych
- ▶ 10 neaktívnych

### ▶ vylúčené stanice SKPOS (7)

- ▶ 5 nových staníc (< 3 roky)
- ▶ 2 stanice s nestabilným časovým radom

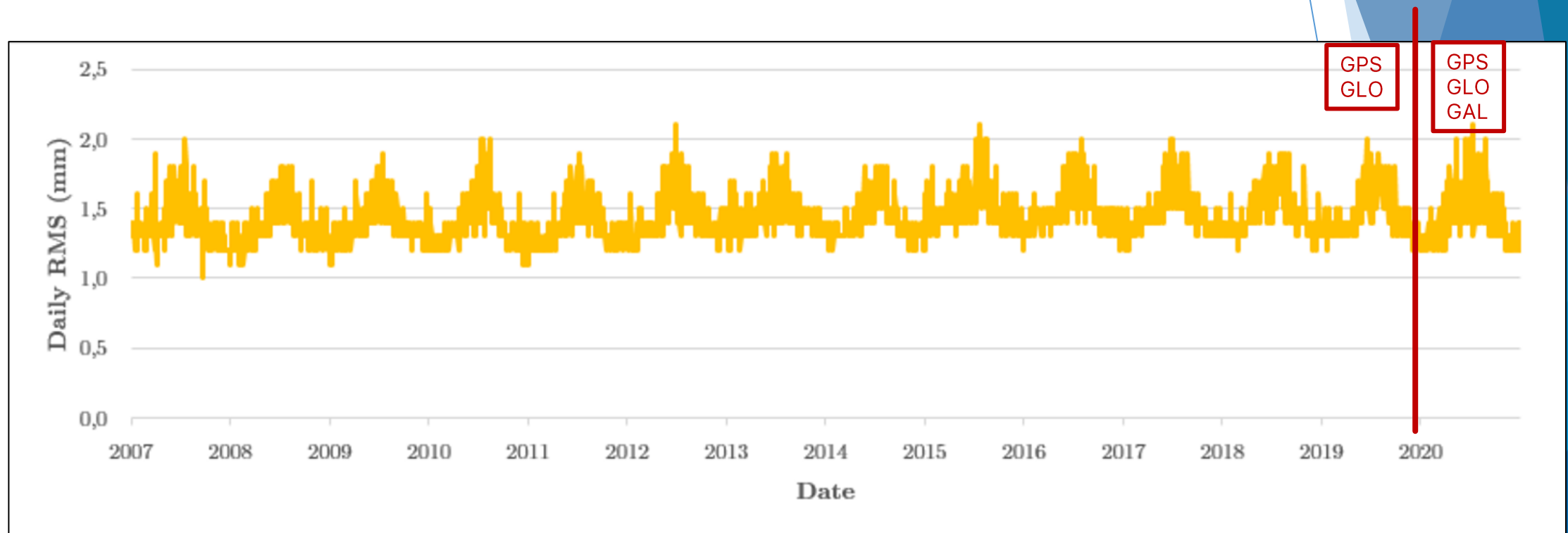
### ▶ zahraničné stanice SKPOS

### ▶ referenčné stanice EPN z okolia Slovenska



# VÝPOČET OFICIÁLNÝCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

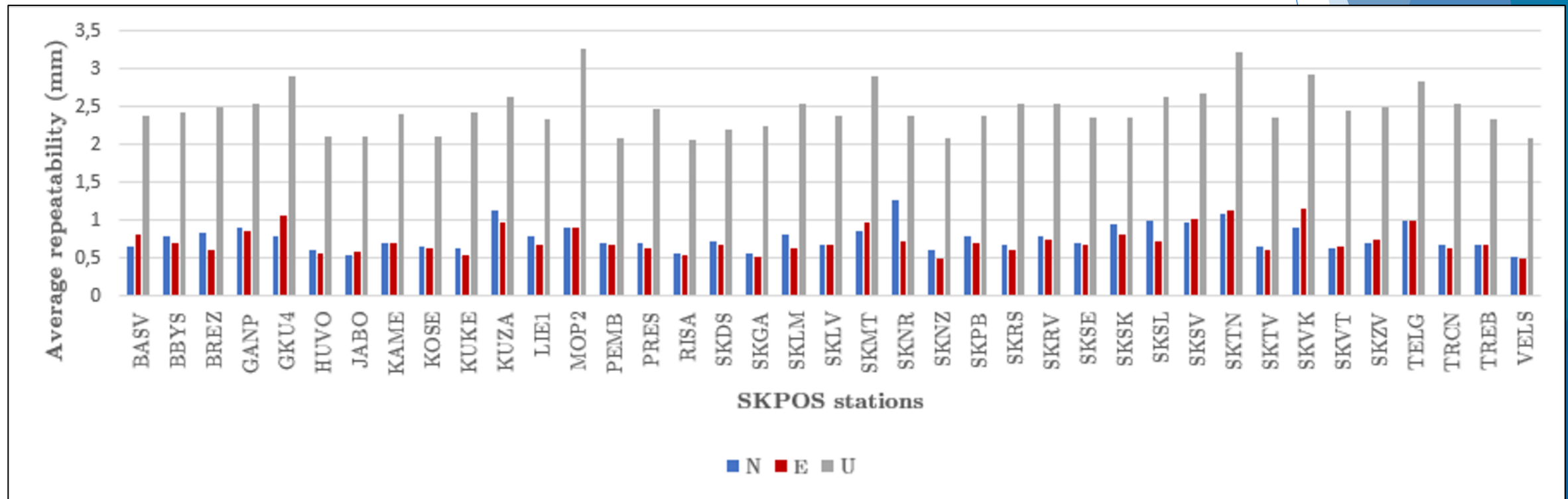
*Výpočet denných riešení*





# VÝPOČET OFICIÁLNYCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

*Výpočet týždenných riešení*



# VÝPOČET OFICIÁLNYCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

## Výpočet 2. multi-ročného riešenia SKPOS

### 1. Transformácia riešení (GPSw 1408 – 1933) z IGb08 do IGb14

- ▶ latitude-dependent modely + skripty IGS

### 2. Konverzia SINEX riešení na NEQs (SNX2NQ0)

### 3. Analýza časových radov (FODITS)

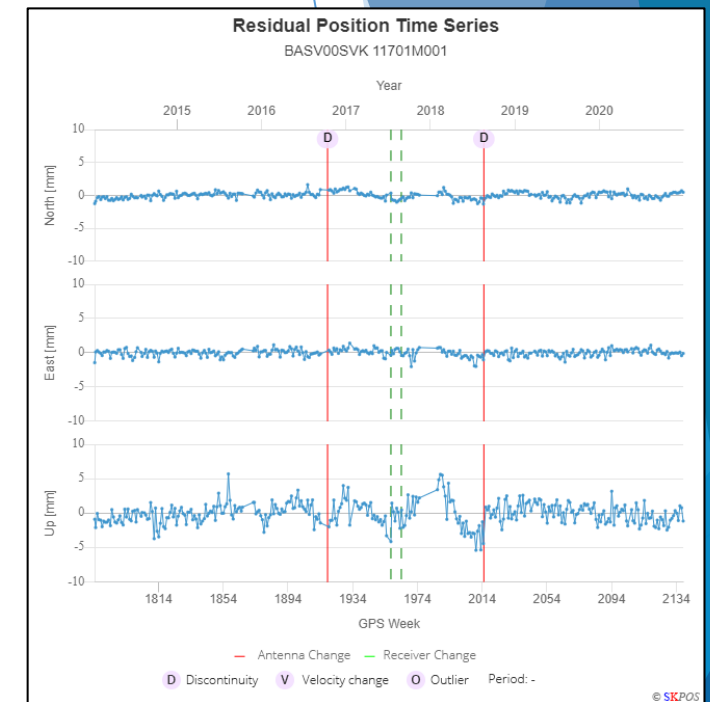
- ▶ odhad diskontinuit staníc EPN a SKPOS

### 4. Kombinácia NEQs 2007 – 2020 (ADDNEQ2)

- ▶ odhad súradníc a rýchlostí v IGb14
- ▶ reziduálne časové rady súradníc

### 5. Transformácia súradníc z IGb14 do ETRF2000

- ▶ EPN Transformation Tool



| Site | Solution number | Coordinates in ETRF2000 |              |              | Velocities in ETRF2000 |                      |                      |
|------|-----------------|-------------------------|--------------|--------------|------------------------|----------------------|----------------------|
|      |                 | X (m)                   | Y (m)        | Z (m)        | v <sub>x</sub> (m/y)   | v <sub>y</sub> (m/y) | v <sub>z</sub> (m/y) |
| RISA | 1               | 3988763.1382            | 1452239.9551 | 4744787.8363 | -0.00034               | -0.00005             | -0.00030             |
| SKDS | 1               | 4075846.2278            | 1293505.1654 | 4716693.9636 | -0.00091               | 0.00012              | -0.00006             |
|      | 2               | 4075846.2268            | 1293505.1520 | 4716693.9619 | -0.00091               | 0.00012              | -0.00006             |
| SKGA | 1               | 4057834.3697            | 1297133.7661 | 4731114.2889 | -0.00135               | 0.00048              | -0.00124             |
|      | 2               | 4057834.3757            | 1297133.7692 | 4731114.2880 | -0.00135               | 0.00048              | -0.00124             |
|      | 3               | 4057834.3723            | 1297133.7668 | 4731114.2909 | -0.00135               | 0.00048              | -0.00124             |
| SKLM | 1               | 3943154.9394            | 1405526.0040 | 4796851.4987 | -0.00022               | -0.00013             | -0.00026             |
|      | 2               | 3943154.9443            | 1405526.0036 | 4796851.4998 | -0.00022               | -0.00013             | -0.00026             |
| SKLV | 1               | 4035647.4181            | 1358582.5220 | 4732883.1237 | -0.00054               | -0.00032             | -0.00166             |
|      | 2               | 4035647.4230            | 1358582.5263 | 4732883.1381 | -0.00054               | -0.00032             | -0.00166             |

# VÝPOČET OFICIÁLNYCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

## *Verifikácia výsledkov*

Porovnanie súradníc a rýchlostí staníc EPN/SKPOS: GKU vs. EPN/EPN Densification

| Kumulatívne riešenie      | Autor            | Porovnávané stanice (#) | Rozdiely v polohe > 5 mm | Rozdiely v rýchlosti > 0.5 mm/rok |
|---------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| EPN (C2130)               | Juliette Legrand | EPN (18)                | 0x                       | 0x                                |
| EPN Densification (C2145) | Joaquin Zurutuza | SKPOS (38)              | 1x                       | 2x                                |
| EPN Densification (D2100) | Ambrus Kenyeres  | SKPOS (28)              | 2x                       | 4x                                |

# VÝPOČET OFICIÁLNYCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

## Postup

### 2022 ● Validácia výsledkov

- ▶ 03/2022 – obhájené pred EUREF GB
- ▶ 06/2022 – akceptované rezolúciou na sympóziu EUREF 2022
- ▶ 08/2022 – definovaný SKTRF2022 (nová národná realizácia ETRS89)



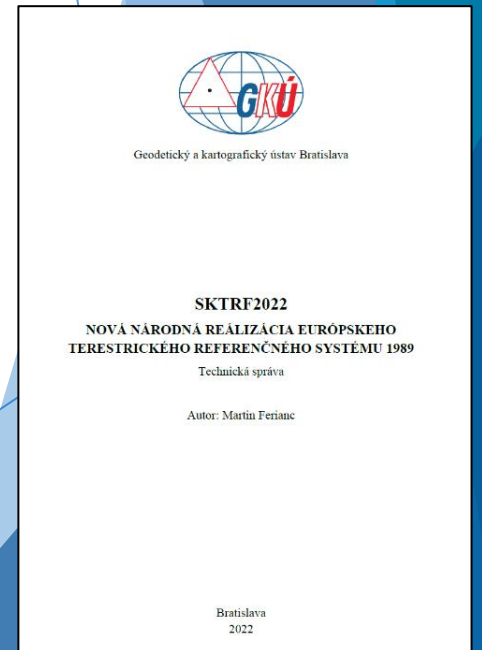
## EUREF 2022 Resolutions

### Resolution No. 1.

The IAG Reference Frame Sub-commission for Europe (EUREF)

*recognising* that the multi-year solution for the Slovakian SKPOS network was completed and presented to the EUREF Governing Board (GB) by representatives of Slovakia and that these results were accepted by the GB as Class A standard

*endorses* the set of points for Slovakia, as submitted to the GB, as a national realisation of ETRS89





# VÝPOČET OFICIÁLNYCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

## Postup

2022 ●

### Validácia výsledkov

- ▶ 03/2022 – obhájené pred EUREF GB
- ▶ 06/2022 – akceptované rezolúciou na sympóziu EUREF 2022
- ▶ 08/2022 – definovaný SKTRF2022 (nová národná realizácia ETRS89)

2024 ●

### Novelizácia Vyhlášky ÚGKK SR č. 300/2009 Z.z.

- ▶ 01.04.2024 – SKTRF2020 nahradil pôvodný SKTRF2009

**(4)** Realizácia Európskeho terestrického referenčného systému 1989 predstavuje súbor geocentrických priestorových súradníc, ročných zmien súradníc a charakteristík presností vybraných bodov Štátnej priestorovej siete s alfabetickým kódom ŠPS, spracovaných k určitému dátumu pomocou množiny staníc EUREF permanentnej siete postupom definovaným v EUREF smerniciach, na ktoré sú naviazané ostatné body ŠPS. Jej názov je Slovenský terestrický referenčný rámec s alfanumerickým kódom SKTRFyyyy a ten zodpovedá a reprezentuje národné zhustenie konkrétne zvolenej epochy Európskeho terestrického referenčného rámca s alfanumerickým kódom ETRFyyyy a epochou yyyy.yyy. Súradnice a charakteristiky presností ostatných bodov ŠPS sú určené vo väzbe na realizáciu SKTRFyyyy, a tým preberajú jej charakteristiky z pohľadu ETRFyyyy a epochy yyyy.yyy. Národnou realizáciou ETRS89 je realizácia SKTRF2022, ktorá zodpovedá ETRF2000 a epoche 2008.5.“ a na konci sa pripája táto veta: „Kód EPSG národnej realizácie ETRS89 pre 3D  $\phi$ ,  $\lambda$ ,  $h$  je EPSG::4937, pre 2D  $\phi$ ,  $\lambda$  je EPSG::4258 a pre 3D X, Y, Z je EPSG::4936.

# VÝPOČET OFICIÁLNYCH SÚRADNÍC A RÝCHLOSTÍ

## 3. multi-ročné spracovanie SKPOS

- 2022 ● Nová realizácia IGS (IGS20)
- ▶ IGS repro3 - homogénne produkty GNSS v IGS20 (GPS+GLO+GAL)
  - ▶ nové 9-miestne označenie produktov GNSS
  - ▶ nové štandardy v rámci spracovania:
    - ▶ upustenie od individuálnych kalibrácií antén
    - ▶ posudzovanie vplyvu antén nenasmerovaných na sever
    - ▶ nový model oceánskych slapov (FES2014b)
    - ▶ nový model troposféry: VMF3
  - ▶ update Bernese v5.2 → Bernese v5.4
- 2024 ● Reprocessing údajov SKPOS v IGS20 (2007 – 2022) ✓
- 2025 ● Výpočet 3. multi-ročného riešenia SKPOS ?

# VÝPOČET OPERATÍVNYCH SÚRADNÍC

- ▶ **Dôvod:** budovanie nových staníc SKPOS
- ▶ **Problém:** výpočet súradníc stanice v ref. epoche 2008.5 bez znalosti jej rýchlostí
- ▶ **Optimálne riešenie (3 roky):**
  - 1) stanica spracovávaná 3 roky mimo sieťového riešenia
  - 2) výpočet súradníc v 2008.5 na základe odhadnutých rýchlostí
  - 3) zaradenie do siete a služby RTN (SKPOS)

**zdĺhavé a prakticky neefektívne**
- ▶ **Alternatívne riešenie (2 mesiace):**
  - ▶ 2-etapové spracovanie súradníc v Bernese



# VÝPOČET OPERATÍVNYCH SÚRADNÍC

## 1. Výpočet súradníc v strednej epoche observácie

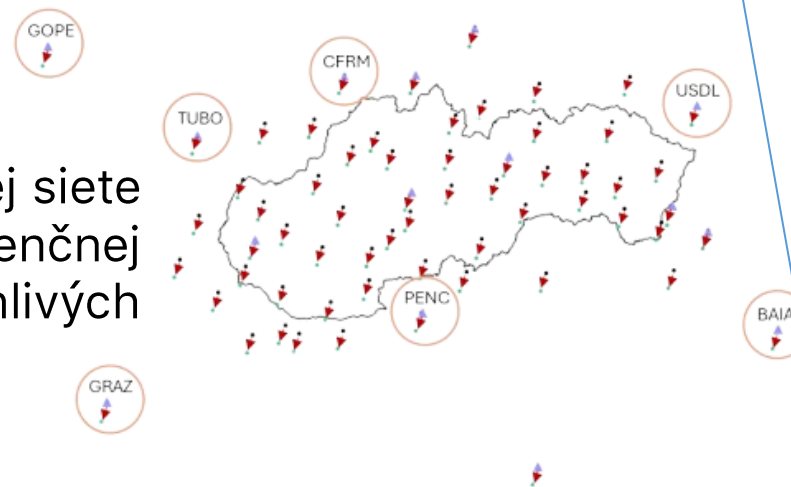
- ▶ **Program:** ADDNEQ2
- ▶ **Princíp:** kombinácia min. 28 denných NEQs
  - ▶ vyrovnanie siete na jej ťažisko (spolahlivé referenčné stanice EPN)
  - ▶ podmienka: Minimum Constraints
- ▶ **Výsledok:** súradnice v strednej epoche observácie v IGS20 (ADDNEQ2.CRD)
- ▶ **Kontrola** (ADDNEQ2.OUT):
  - ▶ opakovanosť súradníc novej stanice + EPN →
  - ▶ kritérium: do 5 mm pre jednotlivé osi NEU

| Stanica | North (mm) | East (mm) | Up (mm) |
|---------|------------|-----------|---------|
| SPVL    | 0.68       | 0.56      | 1.96    |
| BAIA    | 0.55       | 0.55      | 2.69    |
| BOR1    | 0.85       | 0.47      | 1.46    |
| CFRM    | 0.52       | 0.50      | 1.71    |
| GOPE    | 0.39       | 0.52      | 1.50    |
| GRAZ    | 0.52       | 0.67      | 2.20    |
| JOZ2    | 0.48       | 0.49      | 1.38    |
| JOZE    | 0.57       | 0.49      | 1.80    |
| PENC    | 0.52       | 0.58      | 2.19    |
| TUBO    | 0.39       | 0.57      | 2.02    |
| USDL    | 0.90       | 0.98      | 1.97    |

# VÝPOČET OPERATÍVNYCH SÚRADNÍC

## 2. Helmertova transformácia

- ▶ **Program:** HELMR1
- ▶ **Princíp:** Helmertova transformácia súradníc celej siete SKPOS zo strednej epochy observácie do referenčnej epochy 2008.5 na základe rýchlostí spoľahlivých referenčných staníc EPN
  - ▶ vylúčenie staníc EPN s reziduami  $> 10$  mm v NEU
- ▶ **Výsledok:** súradnice v ref. epoche 2008.5 v IGS20 (HELMERT.CRD)
- ▶ **Kontrola** (HELMERT.OUT):
  - ▶ **stredná chyba Helmert. transformácie**
  - ▶ **reziduá na staniciach EPN** →
- ▶ **Transformácia z IGS20 do ETRF2000**
  - ▶ EPN Transformation Tool



| Stanica | North (mm) | East (mm) | Up (mm) |
|---------|------------|-----------|---------|
| BAIA    | -0.59      | -0.21     | -2.27   |
| BOR1    | 0.63       | -0.58     | 1.18    |
| CFRM    | 0.29       | -0.93     | 1.31    |
| GOPE    | 0.91       | 0.08      | -6.36   |
| GRAZ    | 1.18       | -0.26     | 4.46    |
| JOZ2    | 1.53       | 2.62      | -3.89   |
| JOZE    | -2.01      | 1.26      | 1.76    |
| PENC    | 0.19       | -1.60     | 1.49    |
| TUBO    | -1.90      | -0.55     | 2.54    |
| USDL    | -0.59      | -0.21     | -2.27   |



# VÝPOČET OPERATÍVNYCH SÚRADNÍC

## *Implementácia novej stanice do SKPOS*

### ▶ **Postup:**

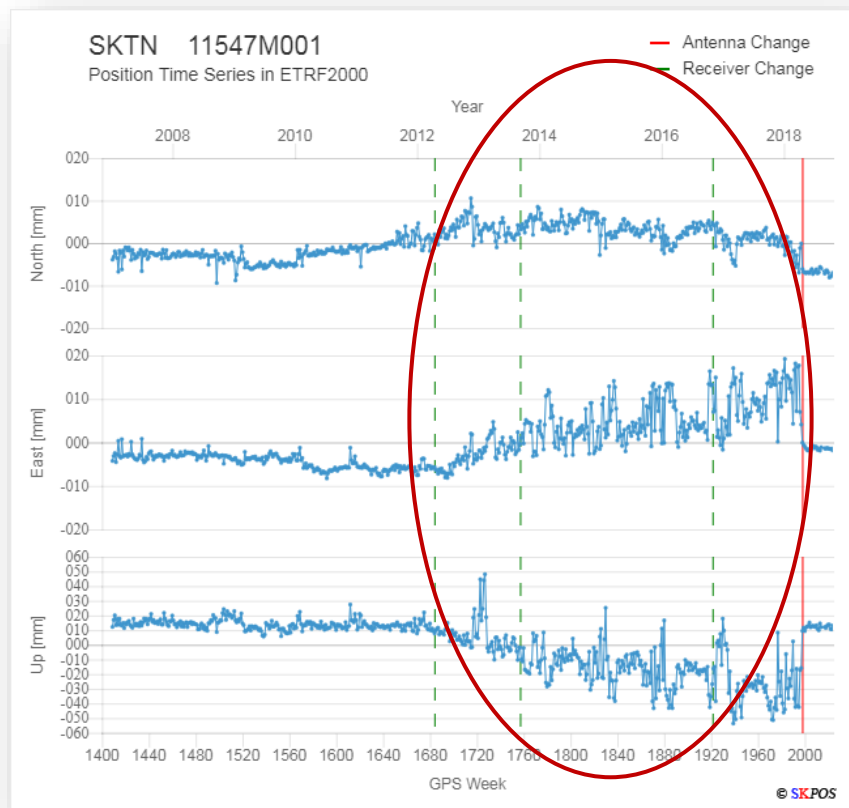
- 1) nastavenie operatívnych súradníc a pridanie stanice do SKPOS mimo sieťového riešenia
- 2) kontrola stability súradníc riadiacim softvérom SKPOS (2-5 dní)
- 3) začlenenie stanice do sieťového riešenia SKPOS
- 4) po uplynutí 3 rokov / po aktualizácii realizácie IGS – výpočet oficiálnych súradníc a rýchlostí

### ▶ **Implementácia novej stanice:** cca 2 mesiace

### ▶ **Dokumentácia:** technická správa (autorizovaná správcom GZ)

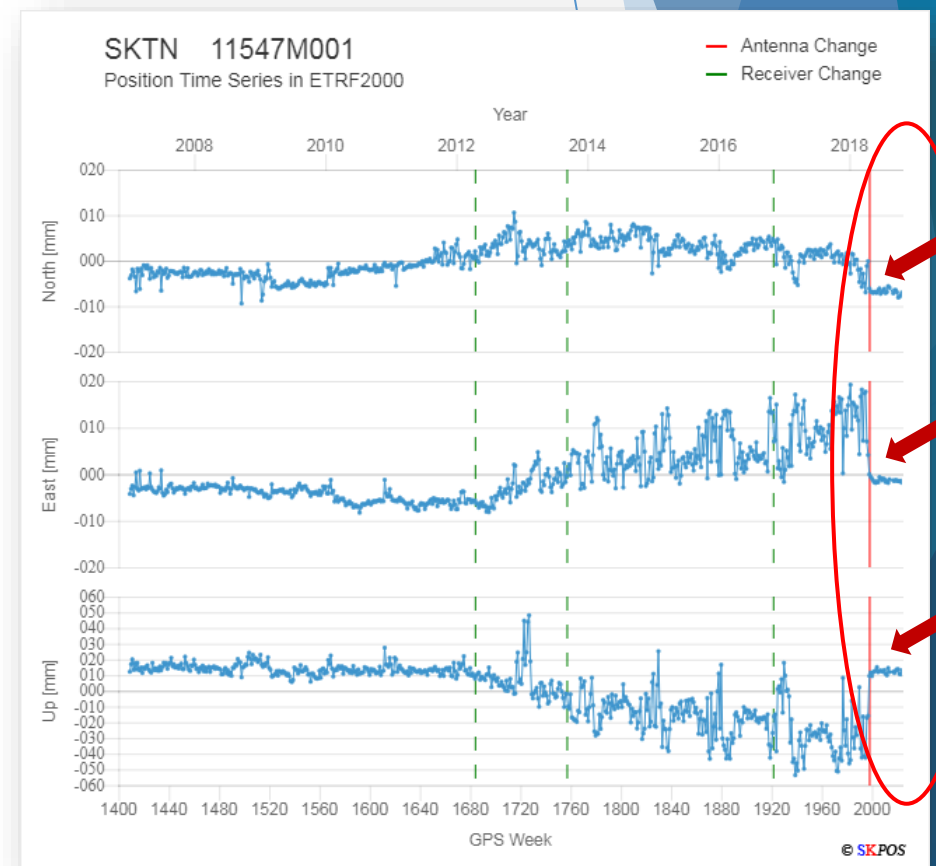
# AKTUALIZÁCIA SÚRADNÍC PO VÝMENE ANTÉNY

- ▶ **Problém č. 1:** anomálne správanie stanice (nárast odľahlých hodnôt v časovom rade)
- ▶ **Riešenie č. 1:** výmena antény



# AKTUALIZÁCIA SÚRADNÍC PO VÝMENE ANTÉNY

- ▶ **Problém č. 1:** anomálne správanie stanice (nárast odľahlých hodnôt v časovom rade)
- ▶ **Riešenie č. 1:** výmena antény
- ▶ **Problém č. 2:** výmena antény = diskontinuita v ČR
- ▶ **Riešenie č. 2:** aktualizácia súradníc



# AKTUALIZÁCIA SÚRADNÍC PO VÝMENE ANTÉNY

- ▶ **Problém č. 1:** anomálne správanie stanice (nárast odľahlých hodnôt v časovom rade)
- ▶ **Riešenie č. 1:** výmena antény
- ▶ **Problém č. 2:** výmena antény = diskontinuita v ČR
- ▶ **Riešenie č. 2:** aktualizácia súradníc

## Pri multi-ročnom spracovaní:

- ▶ súradnice sú automaticky počítané samostatne pre jednotlivé obdobia s rôznymi anténami

```
FORMAT VERSION: 1.01
TECHNIQUE:

TYPE 001: RENAMING OF STATIONS
-----
STATION NAME      FLG      FROM              TO              OLD STATION NAME  REMARK
*****          *
BAIA111406M001    001                2020 10 01 11 31 00  BAIA 11406M001    EPN: antenna & cut off change
BAIA211406M001    001 2020 10 01 11 31 00  BAIA 11406M001    EPN:
BASV111701M001    001                2016 10 13 10 00 00  BASV 11701M001    GKU: antenna change
BASV211701M001    001 2016 10 13 10 00 00  2018 08 20 07 27 00  BASV 11701M001    GKU: antenna change
BASV311701M001    001 2018 08 20 07 27 00  BASV 11701M001    GKU:
BBYS111514M001    001                2005 01 11 14 00 00  BBYS 11514M001    EPN: antenna & cut off change
BBYS211514M001    001 2005 01 11 14 00 00  2012 01 01 00 00 00  BBYS 11514M001    EPN: unknown
BBYS311514M001    001 2012 01 01 00 00 00  2012 09 14 10 00 00  BBYS 11514M001    EPN: antenna & receiver change
BBYS411514M001    001 2012 09 14 10 00 00  2015 07 31 07 17 00  BBYS 11514M001    EPN: antenna h. change
BBYS511514M001    001 2015 07 31 07 17 00  2018 04 24 10 05 00  BBYS 11514M001    EPN: antenna change
BBYS611514M001    001 2018 04 24 10 05 00  2018 11 12 10 29 00  BBYS 11514M001    EPN: antenna change
```

# AKTUALIZÁCIA SÚRADNÍC PO VÝMENE ANTÉNY

- ▶ **Problém č. 1:** anomálne správanie stanice (nárast odľahlých hodnôt v časovom rade)
- ▶ **Riešenie č. 1:** výmena antény
- ▶ **Problém č. 2:** výmena antény = diskontinuita v ČR
- ▶ **Riešenie č. 2:** aktualizácia súradníc

## Pri multi-ročnom spracovaní:

- ▶ súradnice sú automaticky počítané samostatne pre jednotlivé obdobia s rôznymi anténami

## V rámci 3-ročnej prevádzky:

- ▶ aplikuje sa postup výpočtu operatívnych súradníc



# ZÁVER

## Súradnice staníc SKPOS

- ▶ ETRS89 (ETRF2000, epocha 2008.5)

## Typy súradníc

- ▶ **približné** (po zriadení stanice, SKPOS Online PP)
- ▶ **operatívne** (po min. 4 týždňoch prevádzky, 2-etapové spracovanie v Bernese)
- ▶ **oficiálne** (po 3 rokoch prevádzky / po aktualizácii realizácie IGS, multi-ročné spracovanie v Bernese)

## Aktualizácia súradníc po výmene antény

***Ostatné krajiny?***

# ĎAKUJEM



Martin Ferianc, Karol Smolík



[www.skpos.gku.sk](http://www.skpos.gku.sk)



[skpos@skgeodesy.sk](mailto:skpos@skgeodesy.sk)



SKPOS

