



Prvé skúsenosti s monitorovaním vplyvu ionosféry na RTK merania v **SKPOS**



Medzinárodný seminár
DRUŽICOVÉ METODY V GEODÉZII A KATASTRU

2. Február 2012, Brno, Česká republika

Ing. Branislav DROŠČÁK, PhD.

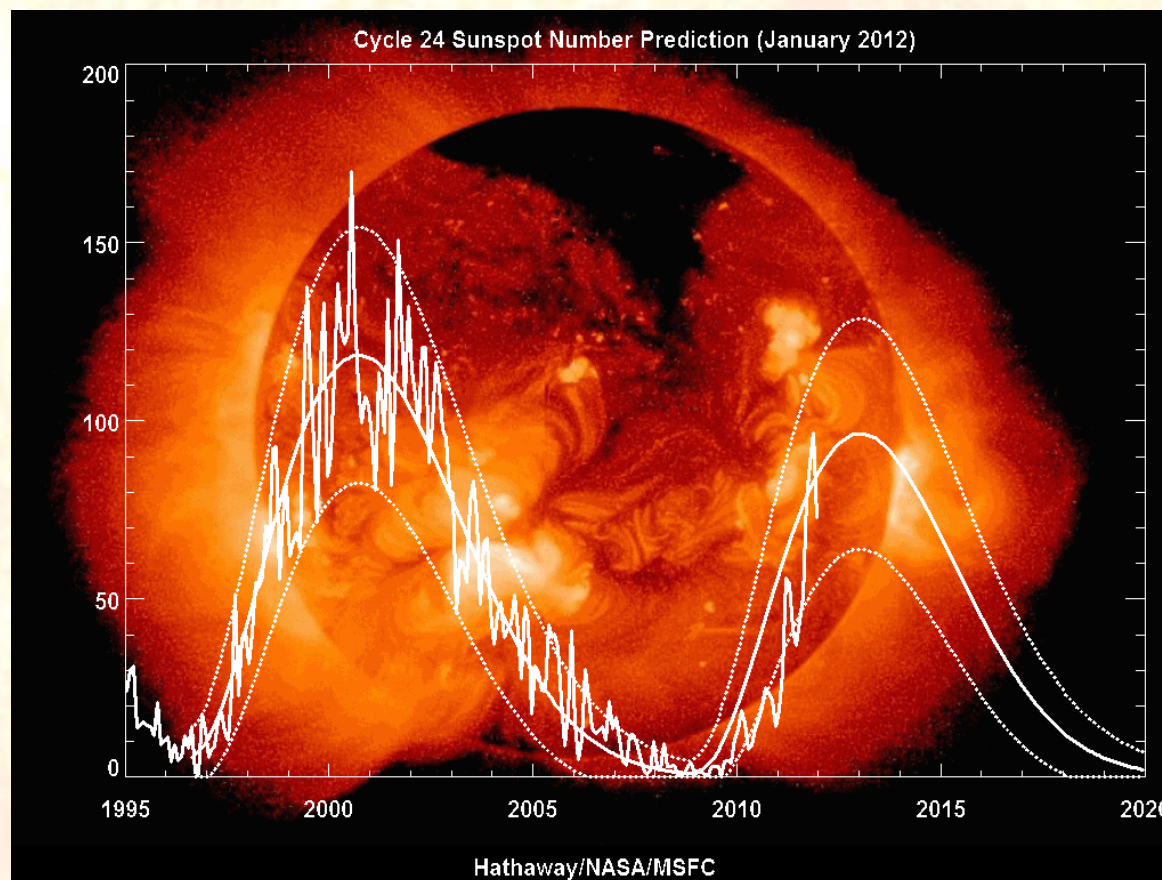
Geodetický a Kartografický Ústav Bratislava
branislav.droscak@skgeodesy.sk



Obsah

- Slniečna aktivita
- Ionosféra
- Vplyv ionosféry na RTK meranie
 - monitorovanie stavu ionosféry
 - modelovanie reziduálnych chýb ionosféry
- Skúsenosti z monitorovania vplyvu ionosféry na RTK merania v SKPOS
- Možnosti eliminácie vplyvu ionosféry
- Záver

Slniečna aktivita

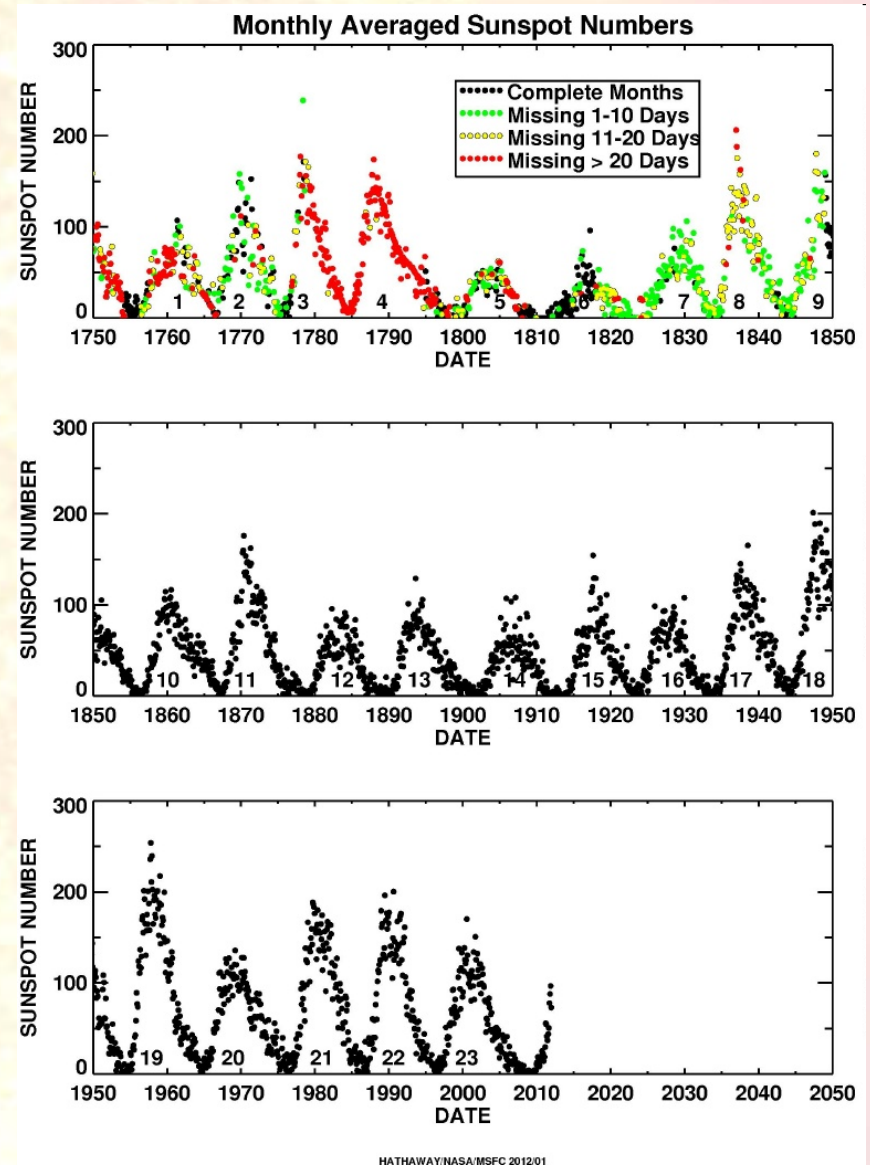


- poslednou dobou „téma číslo jedna“ v GNSS žurnáloch (InsideGNSS, GPS world)
- blížíme sa k obdobiu zvýšenej slnečnej aktivity (marec 2013)
- nevieme ako to ovplyvní GNSS

Slniečna aktivita - monitoring

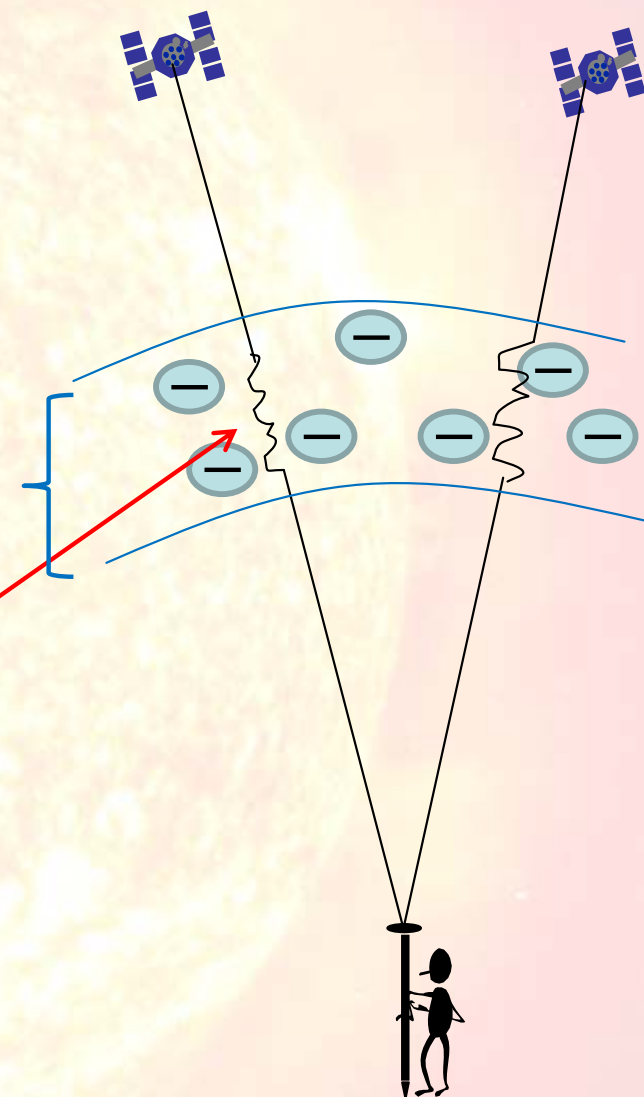
<http://solarscience.msfc.nasa.gov>

- Slniečna aktivita
 - slnečné škvrny
 - solárna žiara
 - katapultovanie masy korony do okolia
- Vplýva na Zem a aj na Ionosféru
 - ovplyvňuje charakter častíc
 - zvyšuje poruchovosť
- Monitorovanie slnečných škvŕn od roku 1755
- 11 ročná perióda
- V roku 2013 pôjde o 24 sledované maximum



Ionosféra

- jedna z viacerých vrstiev atmosféry
- 70-1000km nad povrchom
- obsahuje voľné elektróny a nabité častice
- disperzné prostredie
 - „spomaľuje“ kódové merania
 - „zrýchľuje“ fázové merania
- ovplyvňuje všetky typy GNSS meraní
- systematická chyba = **ionosfériacká refrakcia**
- pri presných prácach (geodézia) nutné eliminovať vplyv ionosféry

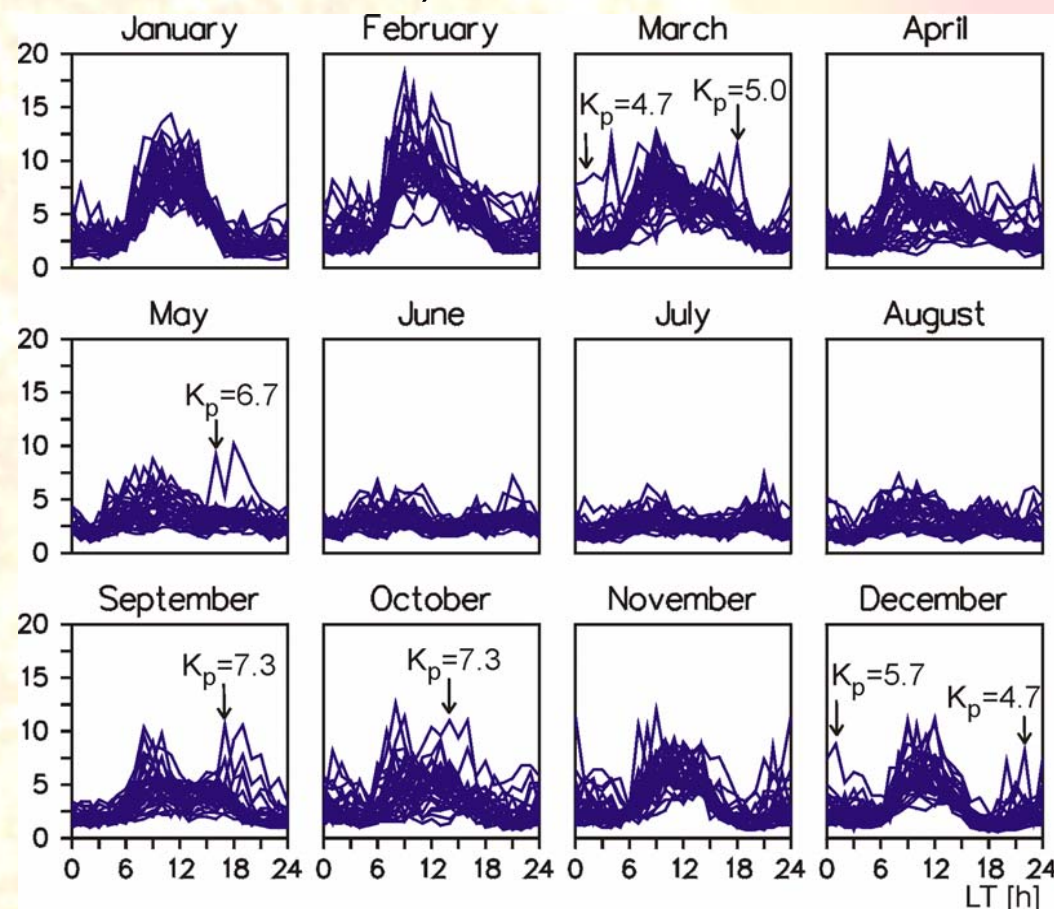


Ionosféra

periódy zvýšenej aktivity ionosféry

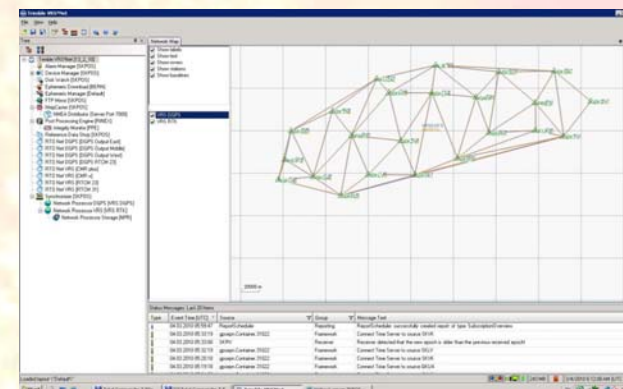
- 11 ročná perióda
 - súvisí z aktivitou Slnka
- Sezónna (ročná) perióda
 - v zime je vplyv väčší ako v lete
- Denná perióda (variácia)
 - na obed je vplyv väčší

Charakter ionosféry (I95 index) v roku 2002

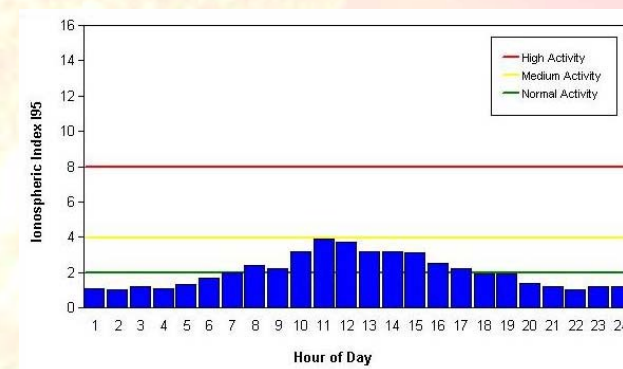


Vyjadrenie stavu ionosféry

- **I95 index**
- rutinný výpočet začal rozvojom siete permanentných staníc (od roku 1998)
- výpočet sa vykonáva štandardnými softvérmi určenými na správu siete referenčných staníc
- na výpočet slúžia spracované fázové merania na oboch frekvenciách zo všetkých staníc siete – z nich sa určia ionosférické korekcie pre jednotlivé družice na jednotlivých permanentných staniciach a najhorších 5% hodnôt sa odstráni > výsledná hodnota = I95 index
- Zobrazenie
 - formou grafov po hodinách

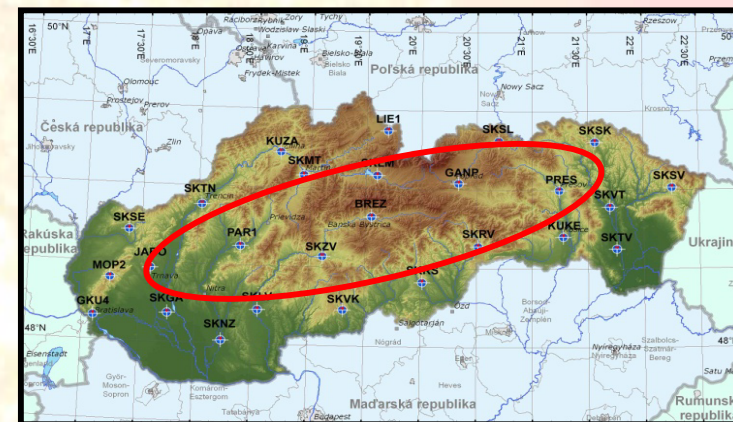


<http://www.skpos.gku.sk/>



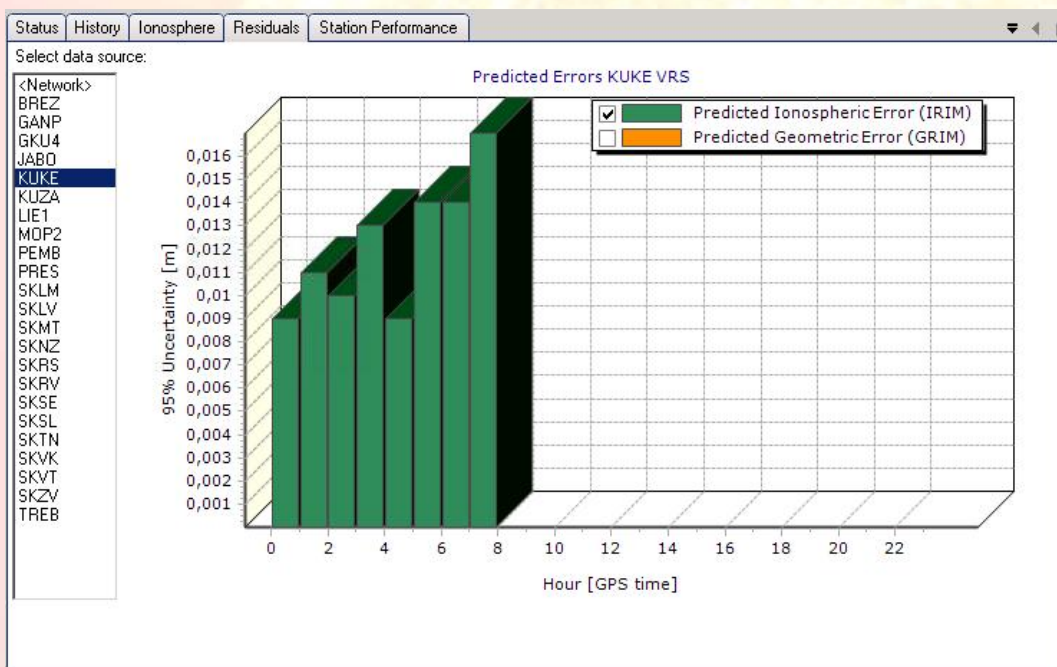
Vplyv ionosféry na RTK merania reziduálne chyby ionosféry

- Napriek sieťovému modelovaniu dochádza s narastajúcou vzdialenosťou od referenčnej stanice v čase zvýšenej aktivity ionosféry k reziduálnym chybám
- Výpočet reziduálnych chýb je možný na vnútorných bodoch siete
- Princíp výpočtu: úmyselne sa vynechá jedna stanica siete a vypočíta sa na základe modelu hodnota ionosférickej korekcie, ktorá sa porovná so skutočnou a vypočíta sa rozdiel (rezíduum - IRIM) pre jednotlivé stanice, ktorý je možné plošne modelovať, alebo vyjadriť pre celú sieť



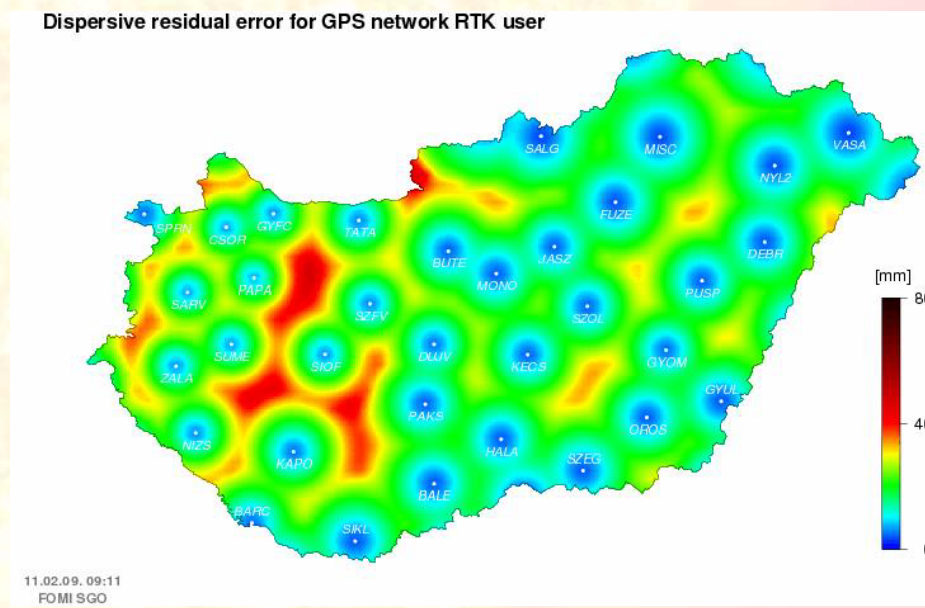
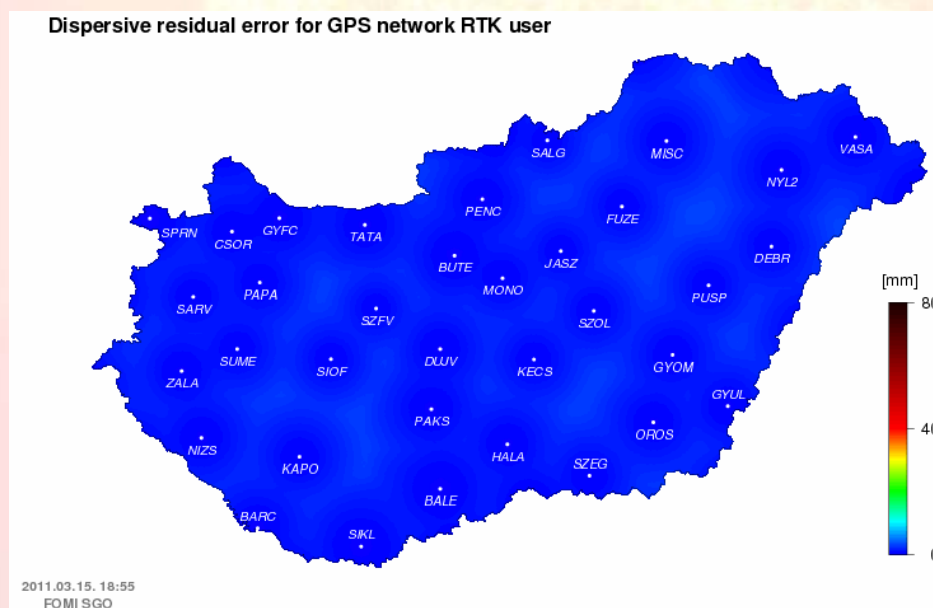
Reziduálne chyby ionosféry IRIM

- Predikované hodnoty IRIM pre vnútorné stanice siete
- Predikované hodnoty IRIM pre VRS sieťové riešenie



Reziduálne chyby ionosféry

- Príklad plošného zobrazenia reziduálnych chýb ionosféry pre dva dni s odlišným charakterom ionosféry v maďarskej GNSS permanentnej sieti GNSSnet.hu





Reziduálne chyby ionosféry

RTCM3.1 správy 1030 a 1031

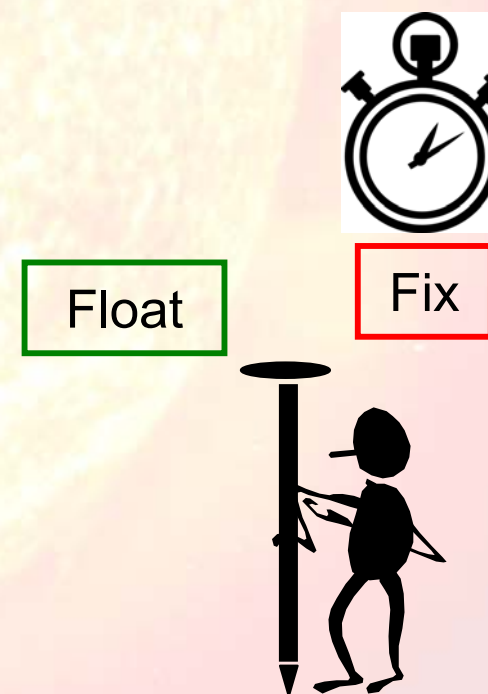
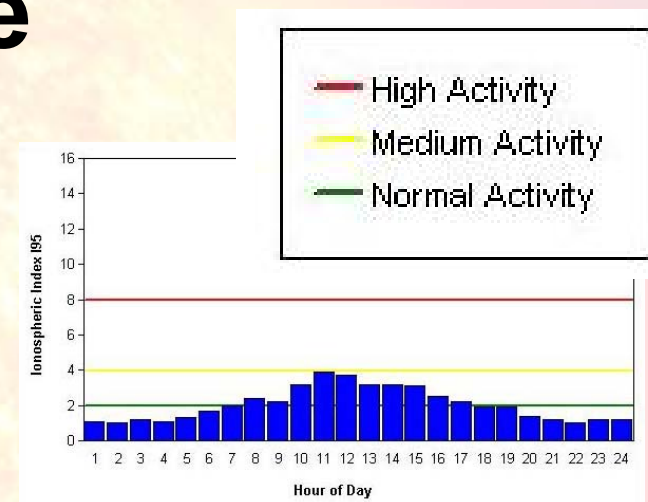
- Reziduálne chyby ionosféry alebo tzv. zvyškové chyby ionosféry je možné vysielat' užívateľom aj pomocou RTCM3.1 správ 1030 a 1031
- MT1030 – obsahuje informácie o zvyškových neistotách pre jednotlivé GPS družice v sledovanom signáli práve v dôsledku zvýšenej aktivity ionosféry
- MT1031 – to isté ale pre družice GLONASS
- Prijímač, ktorý vie uvedené správy využiť prispôsobí svoje výpočtové algoritmy daným podmienkam a zvýši tak svoju výkonnosť
- Služba **SKPOS** posiela tieto informácie užívateľom, ktorý využívajú mountpoint **SKPOS_CM_31**

```
TM RtcM3.1 2251.9 wed Dec 07 09:37:38.353 2011
MT1030 Stat 211 Status 1 Sec 2252 Seq 1000 Frame 496
MT1030 Tow 290233.0 NrRefs 6 NrofGpsSv 8
MT1030 SV 03 Soc 6.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 23.500mm Sid 0.000ppm
MT1030 SV 05 Soc 28.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 17.500mm Sid 0.000ppm
MT1030 SV 06 Soc 5.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 7.000mm Sid 0.000ppm
MT1030 SV 16 Soc 2.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 8.000mm Sid 0.000ppm
MT1030 SV 18 Soc 7.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 17.000mm Sid 0.000ppm
MT1030 SV 21 Soc 0.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 0.500mm Sid 0.000ppm
MT1030 SV 29 Soc 7.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 4.000mm Sid 0.000ppm
MT1030 SV 31 Soc 30.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 16.000mm Sid 0.000ppm

TM RtcM3.1 2236.9 wed Dec 07 09:37:42.229 2011
MT1031 Stat 211 Status 1 Sec 2237 Seq 1000 Frame 496
MT1031 Ept 41818.0 NrRefs 6 NrofGlosv 8
MT1031 SV 46 Soc 20.000mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 37.000mm Sid 0.000ppm
MT1031 SV 47 Soc 2.000mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 13.000mm Sid 0.000ppm
MT1031 SV 48 Soc 9.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 13.500mm Sid 0.000ppm
MT1031 SV 53 Soc 3.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 20.000mm Sid 0.000ppm
MT1031 SV 54 Soc 0.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 12.000mm Sid 0.000ppm
MT1031 SV 62 Soc 8.000mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 12.500mm Sid 0.000ppm
MT1031 SV 63 Soc 0.500mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 5.500mm Sid 0.000ppm
MT1031 SV 64 Soc 3.000mm Sod 0.000ppm Soh 0.000ppm Sic 15.500mm Sid 0.000ppm
```

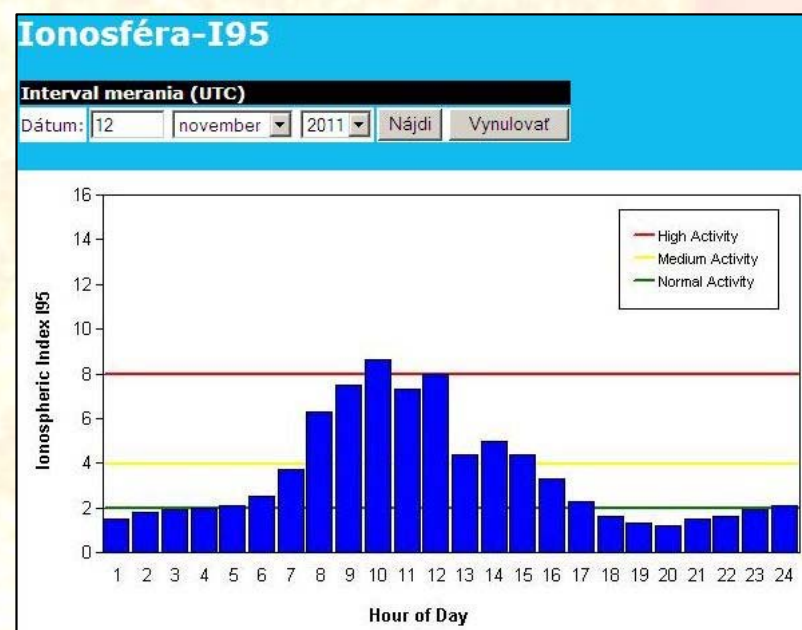
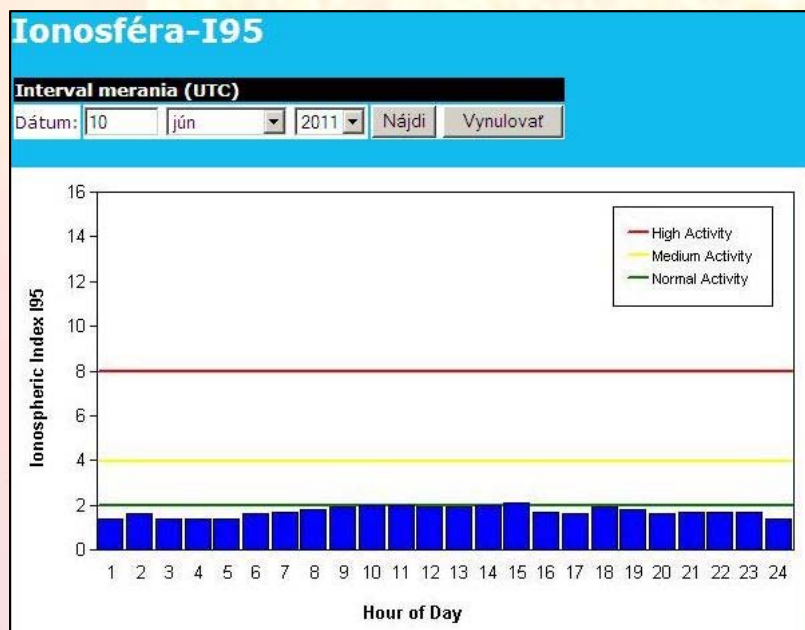

Prejavy vplyv zvýšenej aktivity ionosféry na RTK meranie

- O zvýšenej aktivite ionosféry hovoríme ak $I_{95} > 4$ (8)
- Prejavy zvýšeného vplyvu ionosféry:
 - neúmerne predĺženie inicializačného času potrebného na uskutočnenie „fixácie“ t.j. času potrebného na vyriešenie ambiguit od spustenia merania,
 - problémy až nemožnosť dosiahnutia fixácie,
 - problémy spojené s udržaním fixácie počas merania.



Analýza vplyvu zvýšenej aktivity ionosféry na RTK merania v SKPOS

- Motivácia k analýze:
 - podnety od užívateľov ohľadne problémov s fixáciou pri RTK meraniach (november 2011)
- Návrh testovania – overenie vplyvu ionosféry:
 - Vyhodnotenie dĺžok inicializačných časov užívateľov SKPOS počas dvoch dní z odlišným charakterom stavu Ionosféry





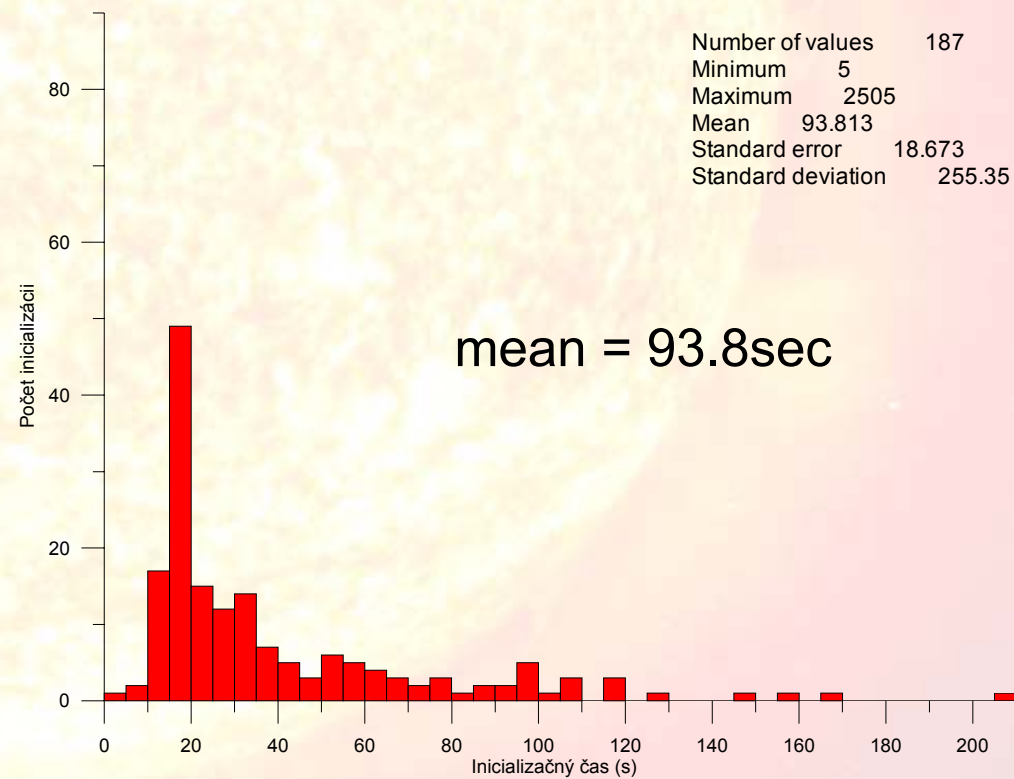
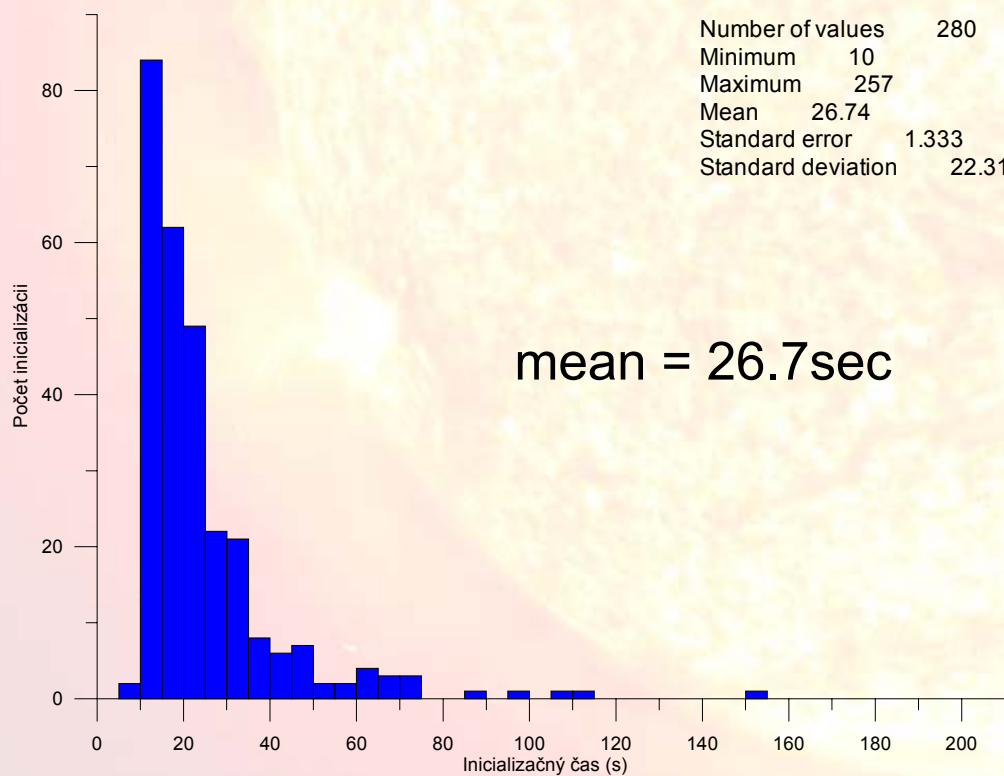
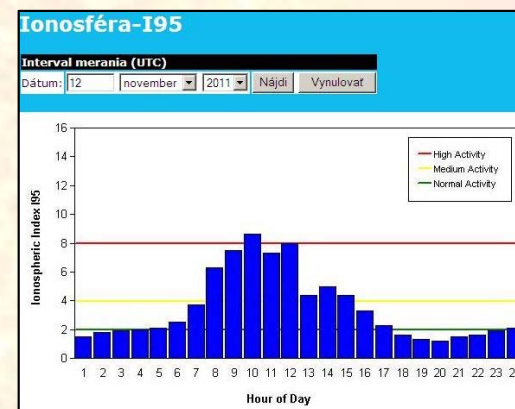
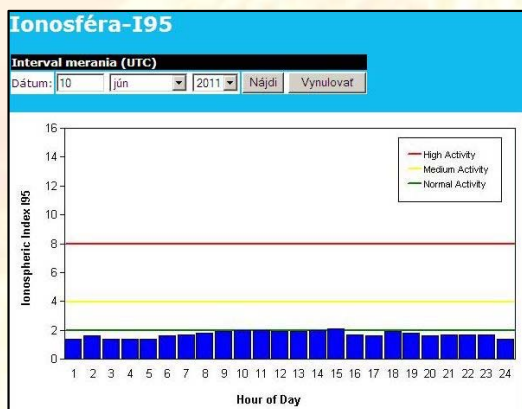
Získanie údajov o inicializačnom čase

- GP GGA NMEA správy od užívateľov
 - Informácie o polohe merača, čase, stave RTK riešenia, dĺžke pripojenia ...
- Stav RTK riešenie - kód 4 = RTK Fix (vypočítané ambiguity)

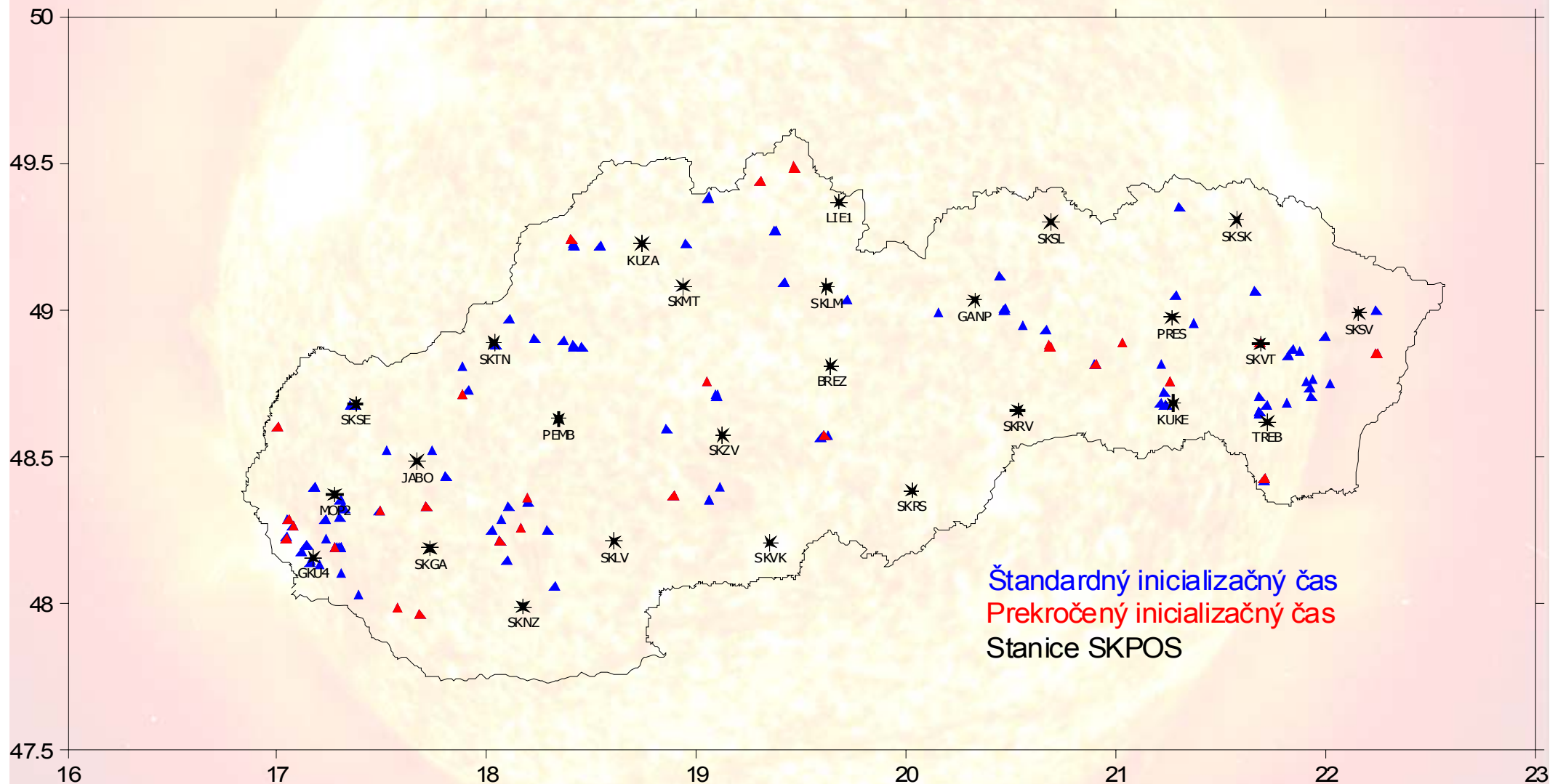
```
nmea20110610.org - Poznámkový blok
Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda
$GPGGA,033554.00,4833.373550,N,01744.221278,E,1,13,0.876372,210.212919,M,0.0,M,,*57
gkufrič 1 GKU 00:00:00
$GPGGA,033559.00,4833.373669,N,01744.221379,E,1,14,0.814355,208.036444,M,0.0,M,,*5D
gkufrič 1 GKU 00:00:04
$GPGGA,033608.00,4833.37103,N,01744.221975,E,4,13,0.861516,209.531388,M,0.0,M,,*52
gkufrič 4 GKU 00:00:13
$GPGGA,033618.00,4833.373096,N,01744.221976,E,4,14,0.782524,209.514633,M,0.0,M,,*5B
gkufrič 4 GKU 00:00:23
$GPGGA,033629.00,4833.373096,N,01744.221973,E,4,15,0.758757,209.569738,M,0.0,M,,*5C
gkufrič 4 GKU 00:00:34
$GPGGA,033639.00,4833.373097,N,01744.221974,E,4,14,0.782317,209.567276,M,0.0,M,,*5C
gkufrič 4 GKU 00:00:44
$GPGGA,033650.00,4833.373097,N,01744.221974,E,4,15,0.758837,209.570800,M,0.0,M,,*51
gkufrič 4 GKU 00:00:54
$GPGGA,033700.00,4833.373097,N,01744.221973,E,4,15,0.758874,209.569863,M,0.0,M,,*58
gkufrič 4 GKU 00:01:05

$GPGGA,033704.00,4850.9684371,N,01801.7072583,E,1,05,1.64,262.5938,M,0.0000,M,,*63
xkeraming1 1 Registered User 00:00:00
$GPGGA,033705.00,4850.9676473,N,01801.7071776,E,1,05,1.64,262.6429,M,0.0000,M,,*6F
```

Výsledok analýzy



Polohy meračov s prekročenou štandardnou hodnotou inicializačného času





Zhodnotenie výsledku analýzy

- z výsledkov analýzy je evidentné, že priemerná hodnota inicializačného času potrebného na získanie fixného riešenia bola počas dňa so zaznamenanou zvýšenou aktivitou ionosféry výrazne väčšia (93s) ako pre deň, kedy bol vplyv ionosféry nevýrazný (27s)
- uvedená skutočnosť potvrdila predpokladanú domnienku o negatívnom vplyve ionosféry na merania RTK
- nakoľko ale nemáme podrobnejšie informácie o typoch použitých prijímačoch a o kvalite prostredia, v ktorom prebiehalo meranie, nemožno samotné zhoršenie inicializačných časov prisúdiť iba vplyvu ionosféry, ale čiastočne aj iným faktorom



Aké máme možnosti eliminácie zvýšeného vplyvu ionosféry

- Meranie vykonávať v čase priaznivejšieho stavu ionosféry
 - sledovať stav ionosféry a organizovať (prispôsobovať časy) merania
 - sledovať slnečnú aktivitu (<http://www.swpc.noaa.gov>)
 - Najlepšie on-line monitorovať stav ionosféry
- Pokiaľ je možnosť - používať RTCM3.1 1030 a 1031 správy
- Ak je meranie vykonávané počas zvýšenej aktivity ionosféry – je odporúčané vykonávať kontrolné merania vo väčšej miere
- dá sa predpokladať, že v tesnej blízkosti permanentných staníc by mal byť negatívny vplyv ionosféry dostatočne eliminovaný

Záver

- výsledky analýzy potvrdili, že zvýšená aktivita ionosféry ovplyvňuje aj RTK merania
- je ale možné, že dĺžku inicializačného času ovplyvnili aj iné efekty (merania boli vykonávané v zákrytoch, problém s GRPS/GSM signálom atď.), ktoré mohli skresliť výsledok
- napriek tomu odporúčame sledovať stav ionosféry a prispôbovať tomu meranie
- sami ešte úplne nevieme čoho všetkého je ionosféra „schopná“
- na GKÚ plánujeme aj naďalej pokračovať v monitoringu vplyvu ionosféry na RTK merania a prinášať tak pre svojich užívateľov ďalšie skúsenosti a odporúčania



Ďakujem za pozornosť!

branislav.droscak@skgeodesy.sk