

A FÖMI GNSS szolgáltatása változó környezetben

Braunmüller Péter

FÖMI Kozmikus Geodéziai Obszervatórium

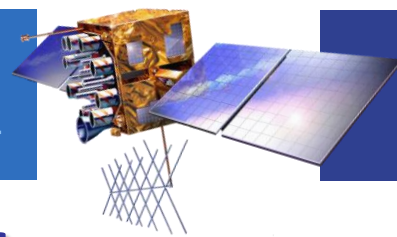
braunmuller@gnssnet.hu

www.gnssnet.hu

Tel.: 06-27-200-930, 06-27-200-931

Mobil: 06-30-867-2568





Tartalom

Mi változott?

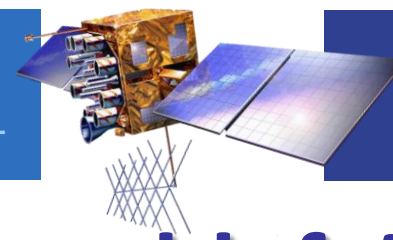
- Az elmúlt évek fejlesztései

Mi változik?

- A környezet folyamatos változása, ezzel összefüggő fejlesztések

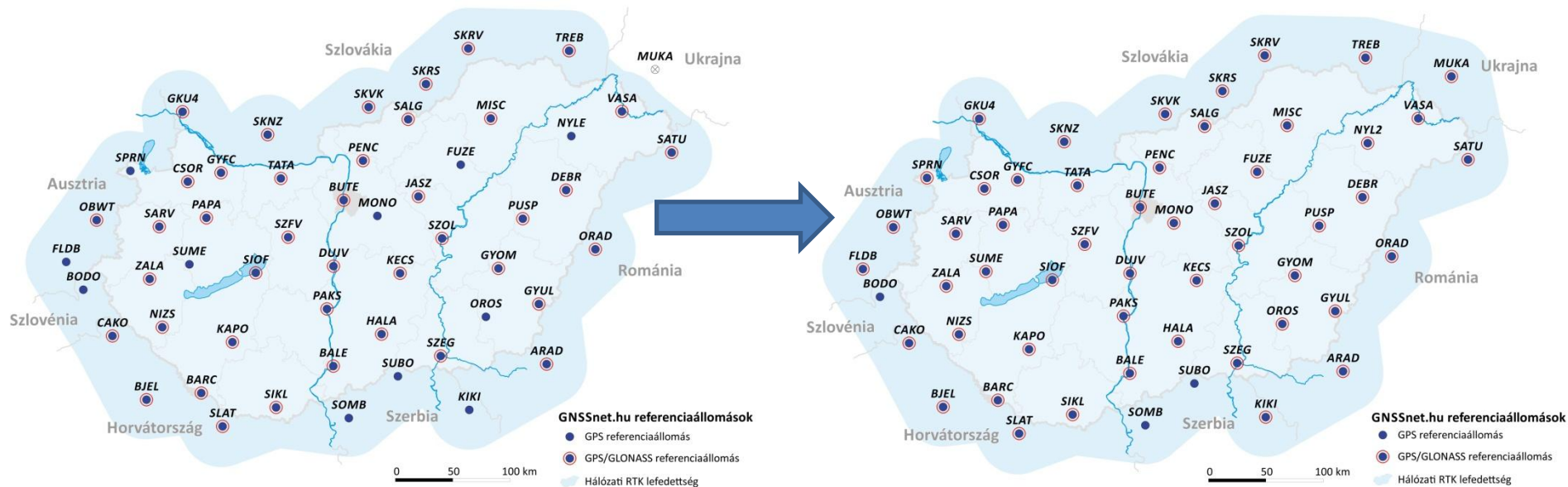
Mi fog változni?

- A jövőben várható újdonságok

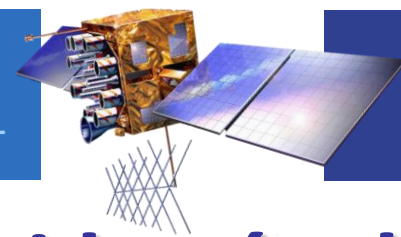


Az elmúlt évek fontosabb fejlesztései

- Állomás-korszerősítések

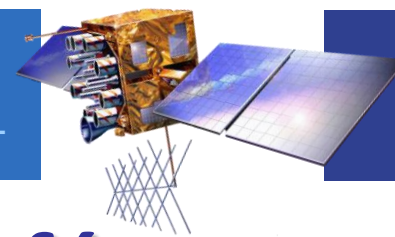


- RTCM alapú VITEL bevezetése
- 3 új mountpoint bevezetése a GLONASS jelek frekvenciafüggő hatásának kiküszöbölésére



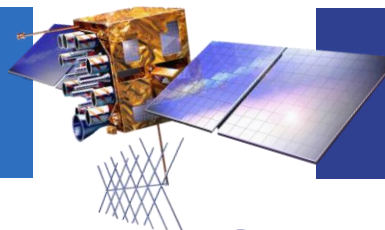
Légkör, helyi hatások

- Ionoszféra, troposzféra, többutas terjedés
- A helyi hatások leválasztásával jobban külön lehet modellezni az egyes hibaforrások hatását (troposzféra okozta késleltetés, ionoszféra hatása, stb.)
- Növelni lehet a helymeghatározás pontosságát, megbízhatóságát
- Az egyes hibaforrások szétválasztása elengedhetetlenül fontos a PPP-RTK számára



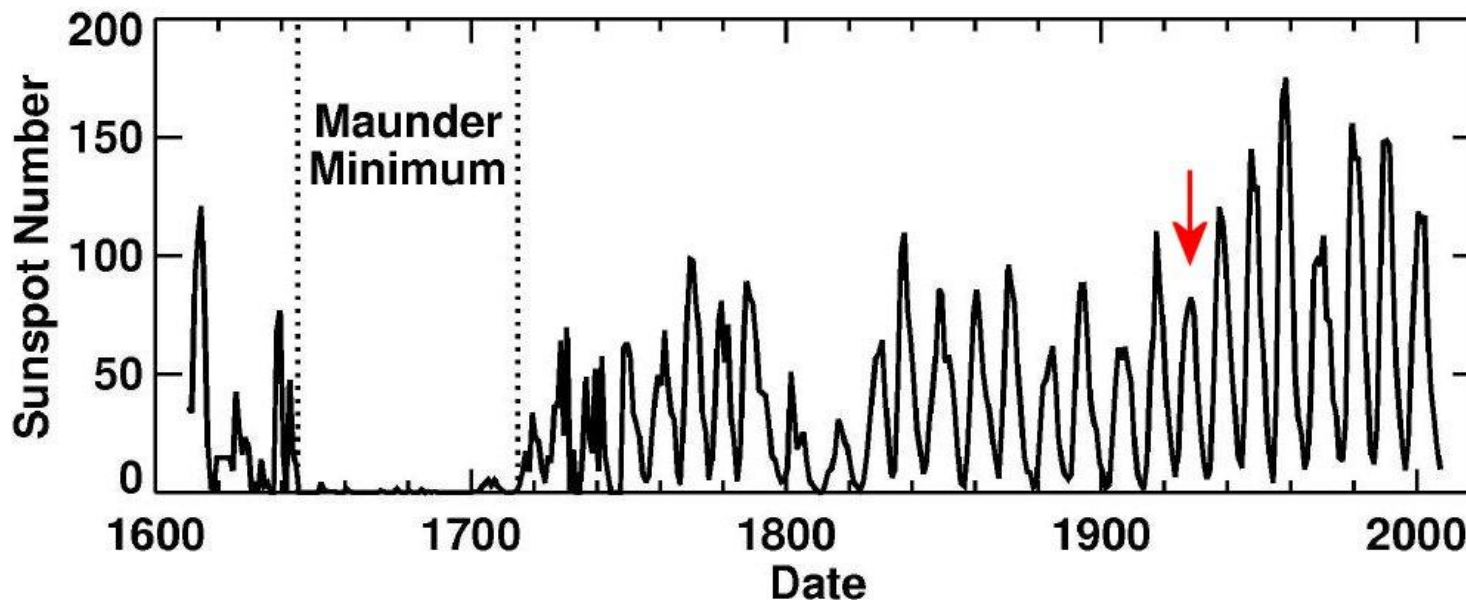
Ionoszféra

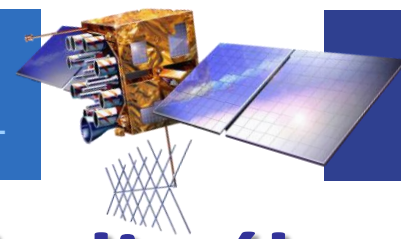
- A légkör 50-1000 km közötti magasságban fekvő része
- A Nap elektromágneses sugárzása ionizálja az itt található semleges atomokat és molekulákat
- A késleltetés mértéke a szabad elektronok és ionok mennyiségével arányos
- Diszperzív közeg, azaz hatása frekvencia-függő
- A hatása időben és térben változó
 - 11 éves periódus (napfoltciklus)
 - Éves periódus
 - Napi periódus



Ionosféra időbeli változása

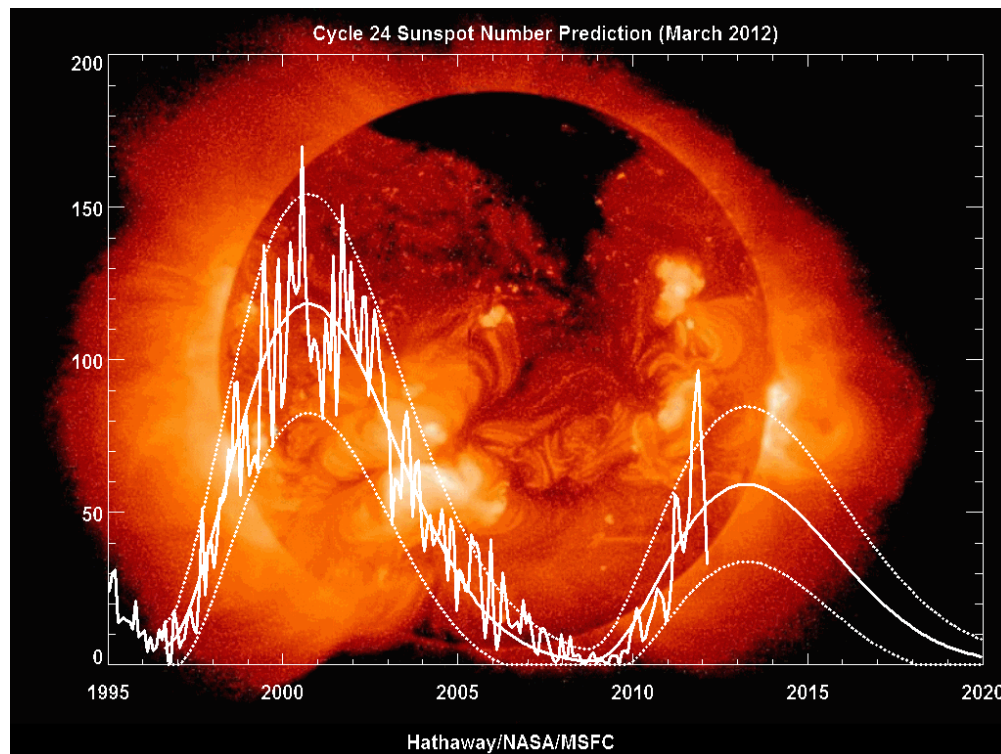
- 11 éves periódus (24. napfoltciklus)

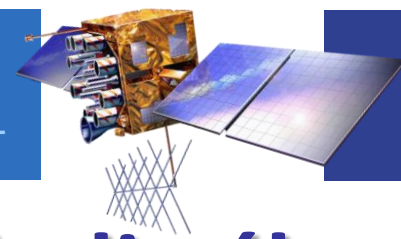




Ionosféra időbeli változása

- 11 éves periódus (24. napfoltciklus)

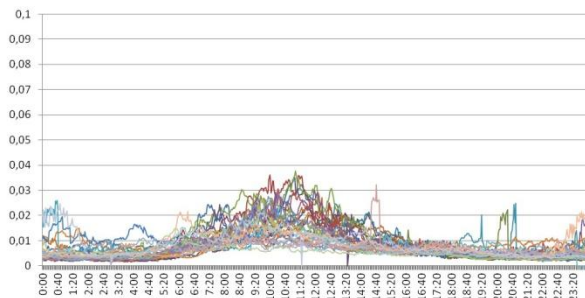




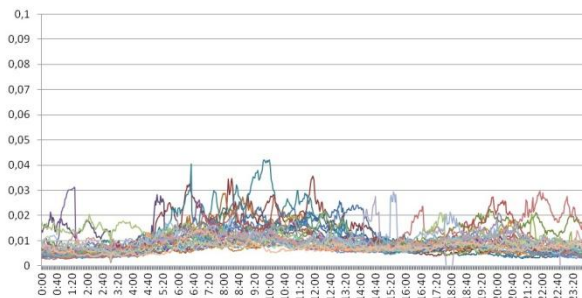
Ionoszféra időbeli változása

- Éves és napi periódus

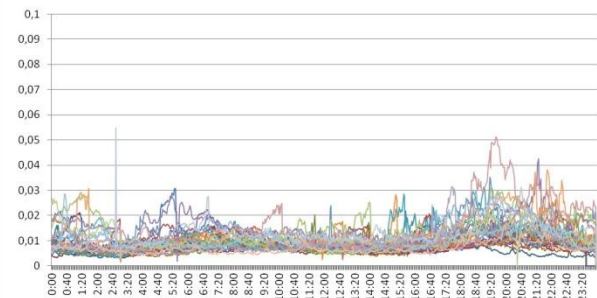
IPI 2011 Március [m]



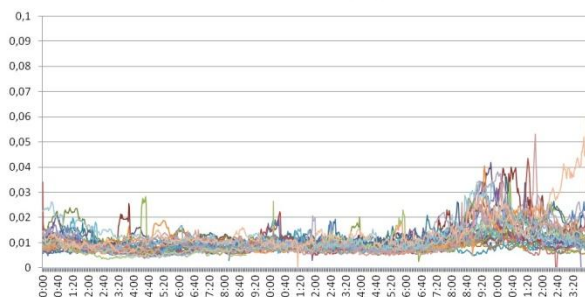
IPI 2011 Április [m]



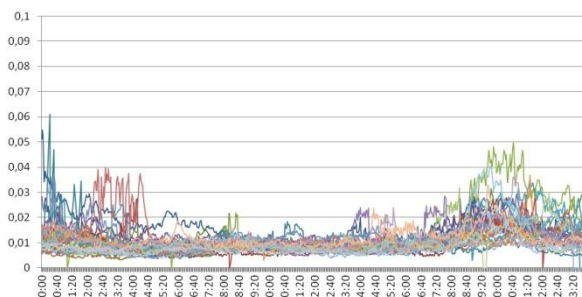
IPI 2011 Május [m]



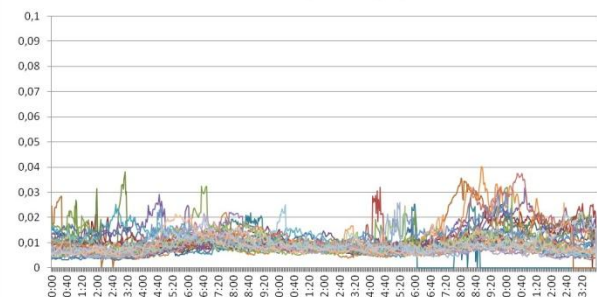
IPI 2011 Június [m]

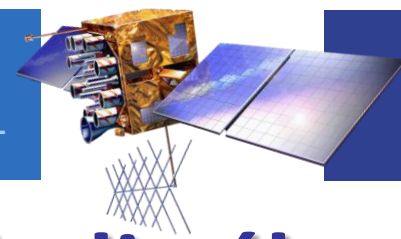


IPI 2011 Július [m]



IPI 2011 Augusztus [m]

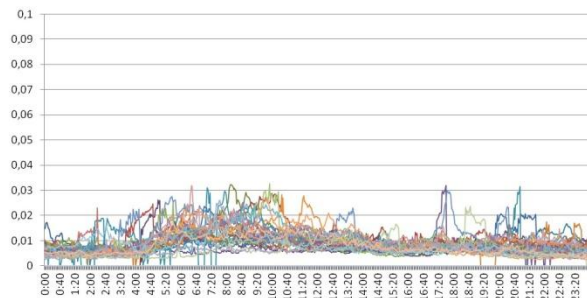




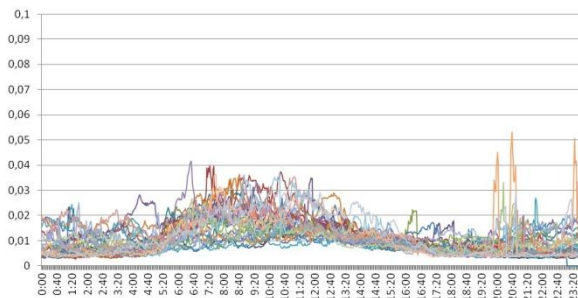
Ionoszféra időbeli változása

- Éves és napi periódus

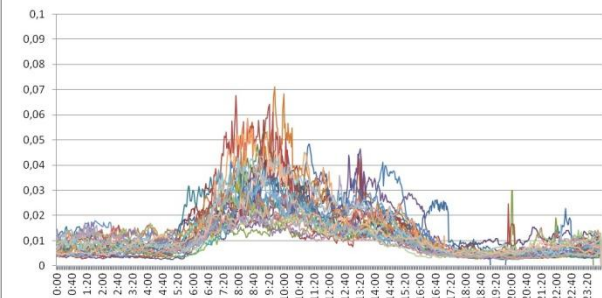
IPI 2011 Szeptember [m]



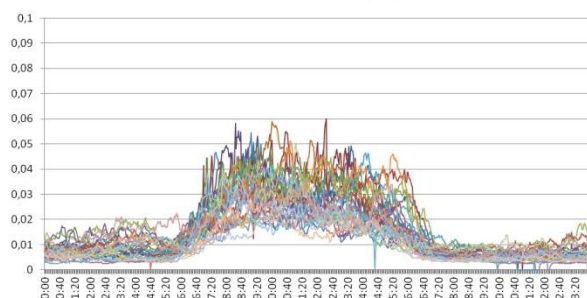
IPI 2011 Október [m]



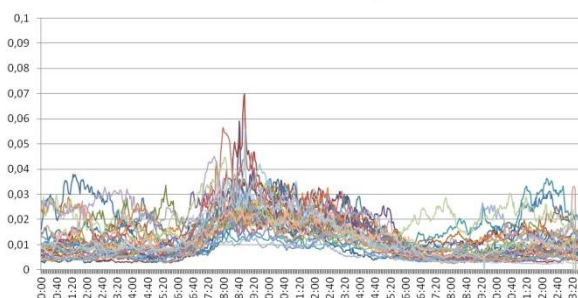
IPI 2011 November [m]



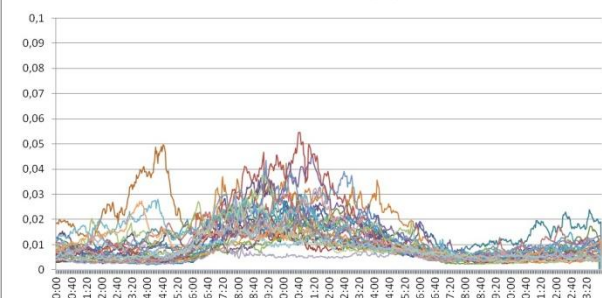
IPI 2011 December [m]

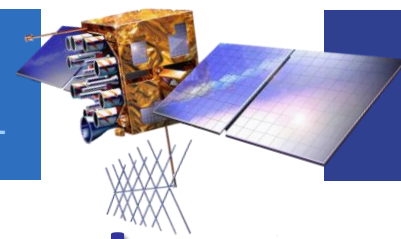


IPI 2012 Január [m]



IPI 2012 Február [m]





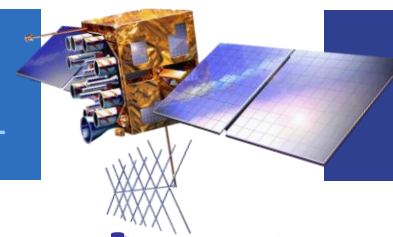
Ionosféra-állapot figyelemmel követése

- Ionosféra maradékhiba idősor a GSZK honlapján (<http://www.gnssnet.hu/monitor/ionoszfera.php>)

Ionosféra maradékhibák

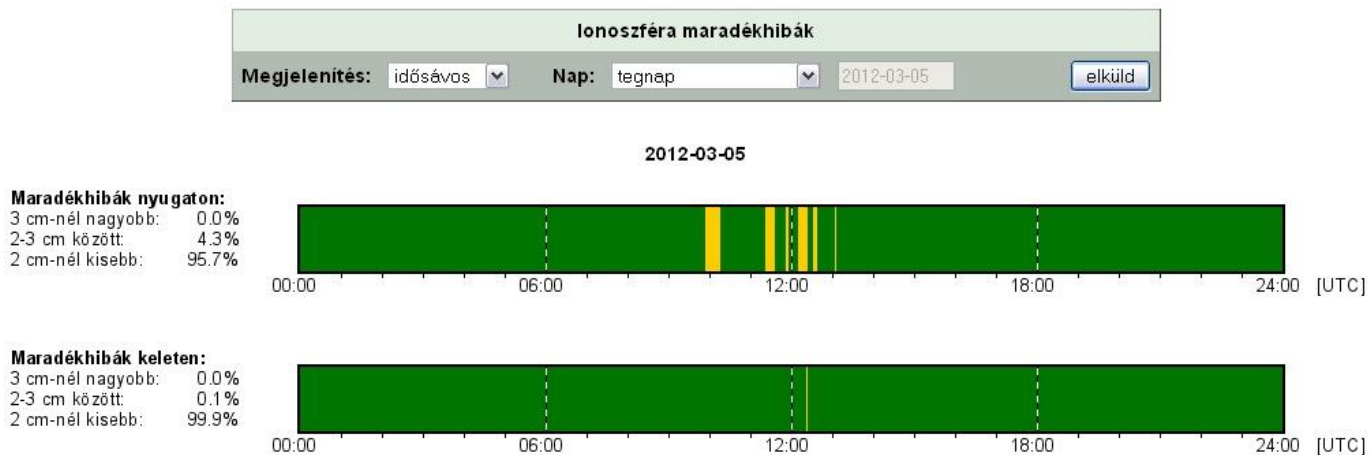
Megjelenítés: Nap:

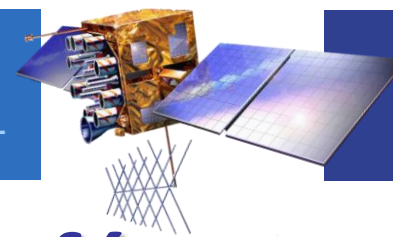




Ionosféra-állapot figyelemmel követése

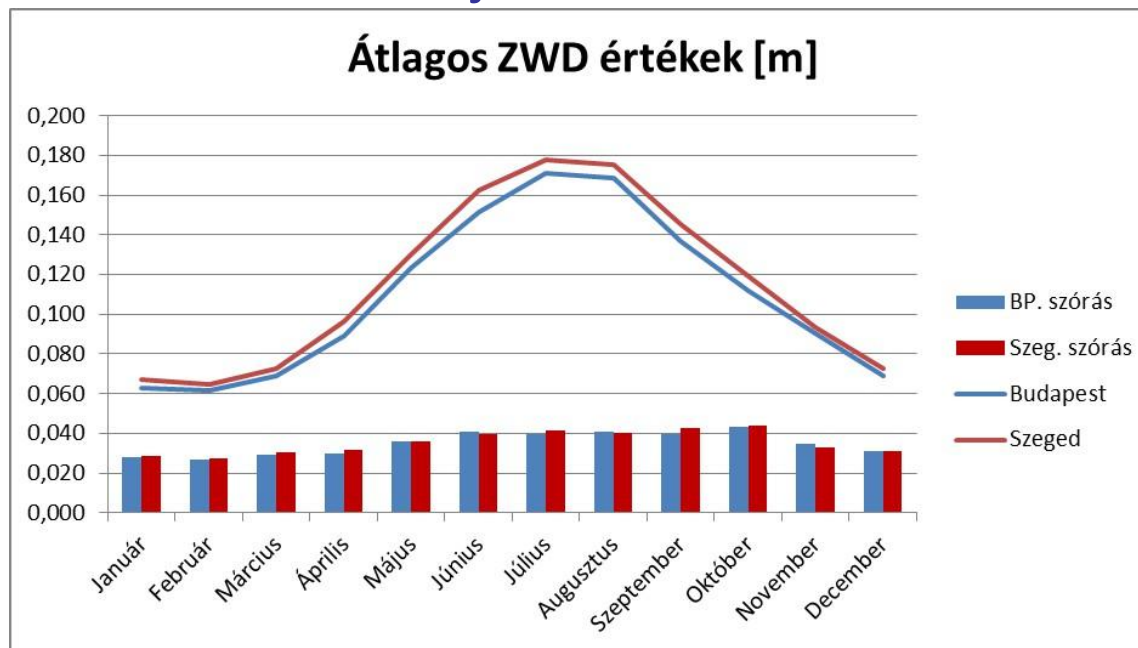
- Ionosféra maradékhiba idősor a GSZK honlapján (<http://www.gnssnet.hu/monitor/ionoszfera.php>)

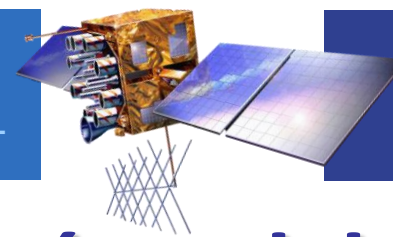




Troposzféra

- A troposzféra a légkör alsó ~11 km vastagságú rétege
- Itt található a vízpára ~99 %-a
- A vízpára a műholdak által kibocsátott jelek késését okozza
- A késés két összetevője: hidrosztatikus és nedves

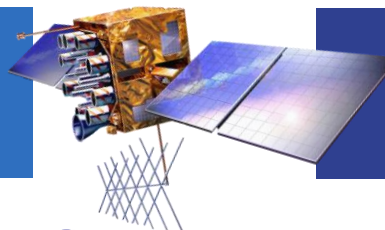




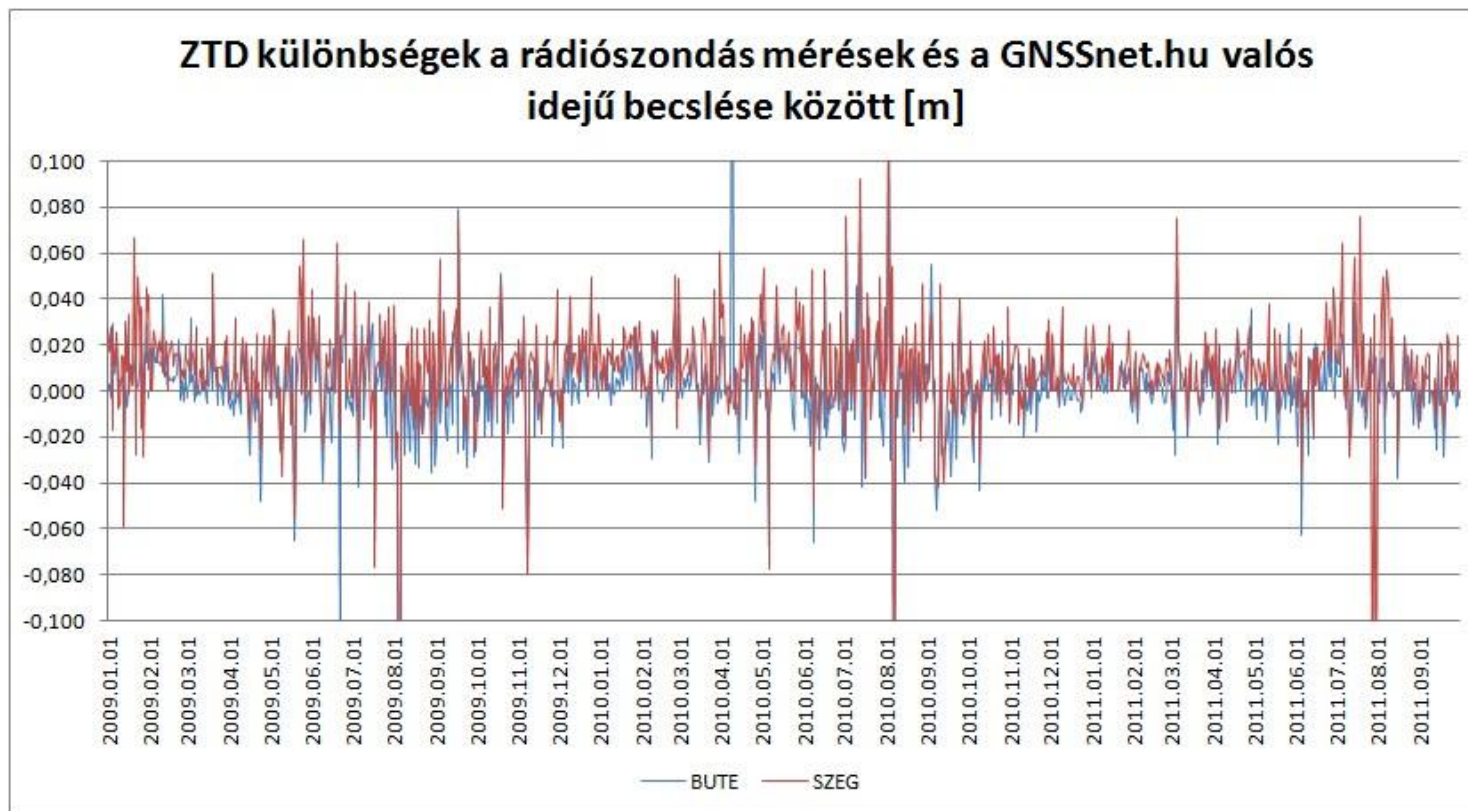
Troposzféra paraméterek becslése

- A GNSS mérésekből becsült troposzférikus késések validációja rádiószondás mérésekkel
- Rádiószonda:
 - Különböző magasságokban méri a hőmérsékletet, légnyomást és harmatpontot
 - Minden nap UTC 23:00-kor engedik fel
 - Magyarországon két rádiószonda állomás: **Budapest, Szeged**

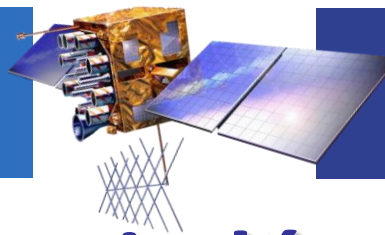




Troposzféra-paraméterek becslése

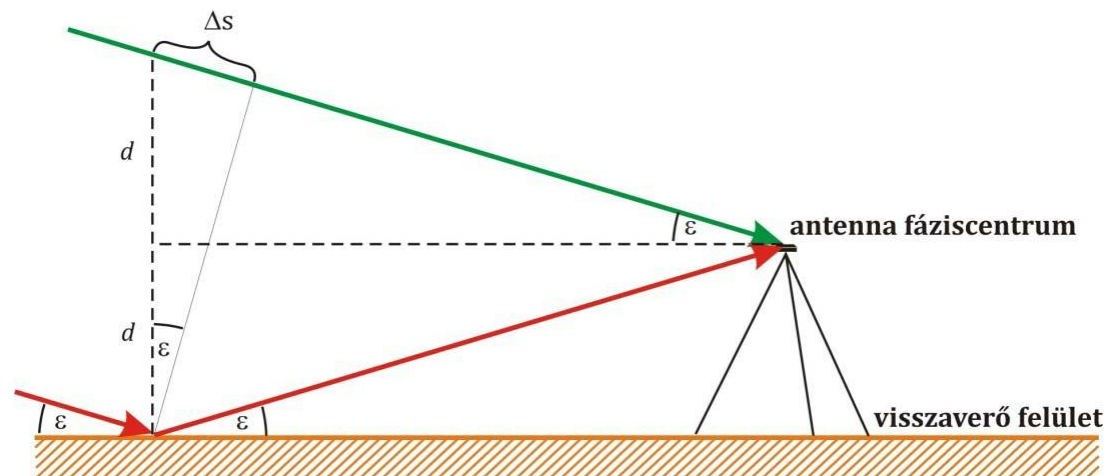


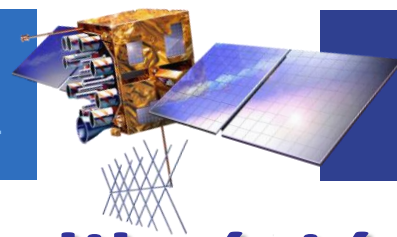
	Budapest	Szeged
Eltérések átlaga [m]	0,013	0,017
Eltérések szórása [m]	0,017	0,019



Többutas terjedés

- A helyi hatások függenek:
 - Antenna típusa
 - Pontjel
 - Az antenna környezete
 - Időjárás
- Megoldás:
 - Helyszíni kalibráció
 - A hatások kompenzációja
 - Kalibráció + kompenzáció

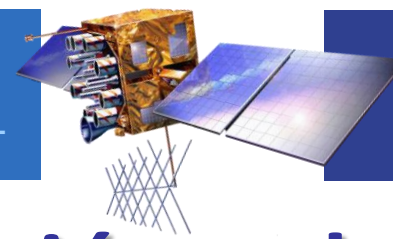




Helyszíni kalibráció

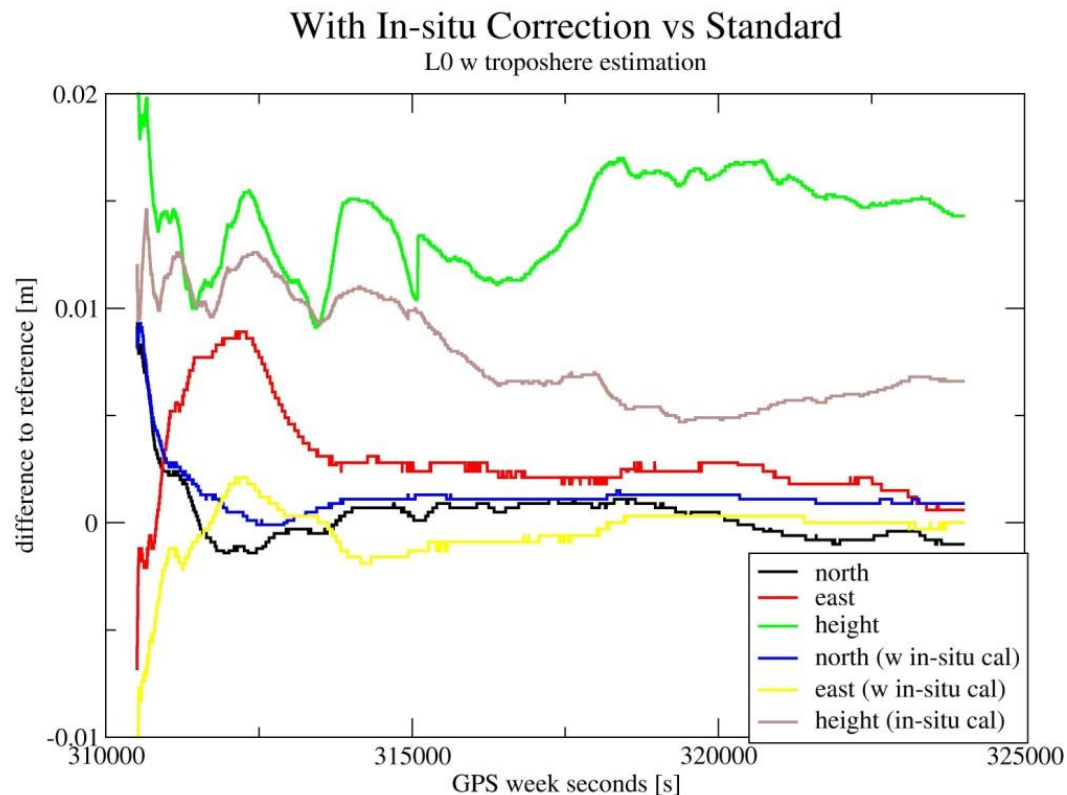
- Ideiglenes antennák segítségével, amik mentesek a többutas jelterjedés hatásától
- Rövid bázisvonalhossz
- Legalább 24 órányi mérés
- Eredmény: PCV/többutas terjedés modell; azimut és magassági szög függő javítások és súlyozás

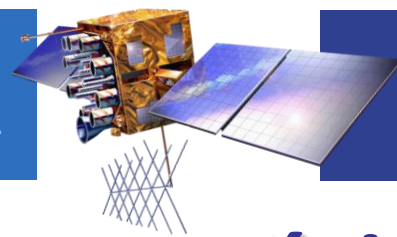
- Bármilyen változás esetén új kalibráció szükséges



Helyszíni kalibráció eredménye

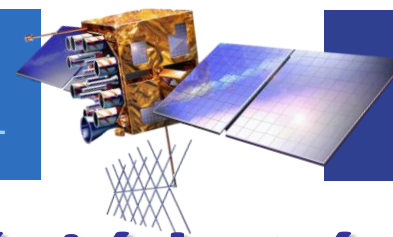
- Geo++[®] példa:





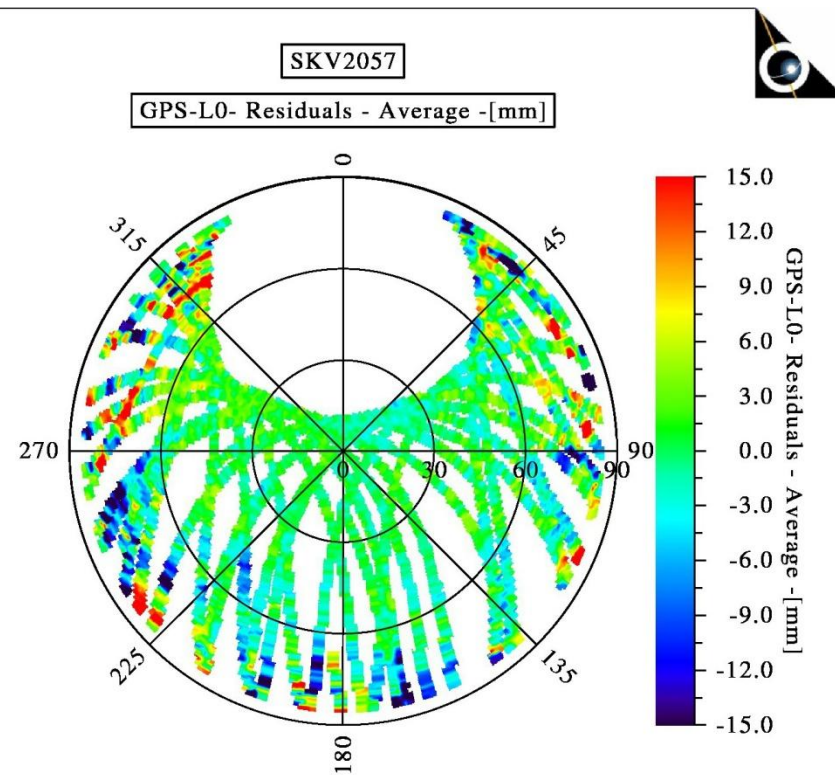
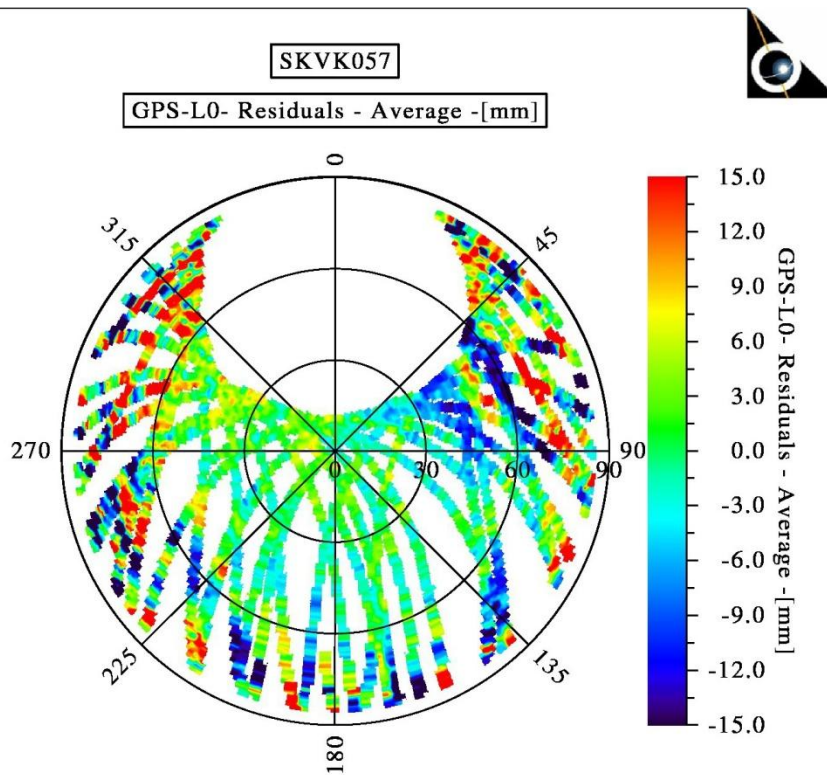
A hatások kompenzációja

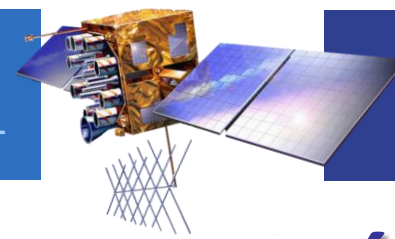
- A GNSS hálózat redundanciáját használja ki
- A hatások a hálózat összes referenciaállomására meghatározásra kerülnek az L0 maradékhibák alapján
- Magassági szög és azimut függő kompenzáció
- Jelenleg tesztelés/finomítás alatt az eljárás



A kompenzáció hatása

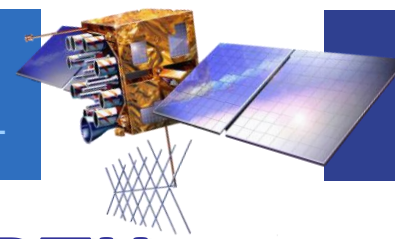
- Maradékhibák csökkenése





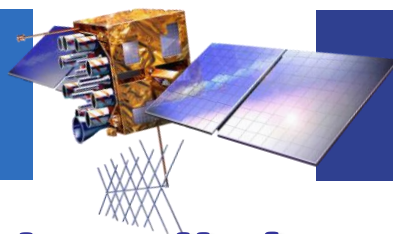
Kalibráció + kompenzáció

- Néhány állomás helyszíni kalibrációja
- A kompenzáció során a kalibráció eredményeinek figyelembe vétele
- Megfelelő ionoszféra modellel az ionoszféra-mentes L0 kombináció helyett a nyers mérési adatokat lehet használni
- L1/L2/L5 korrekciók és súlyozás az összes állomásra



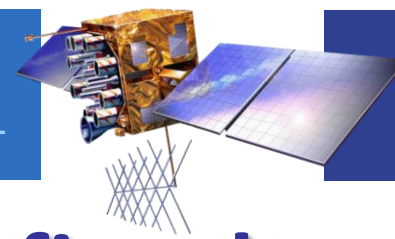
PPP-RTK

- Abszolút helymeghatározási technika, de a megfelelő szolgáltatott adatok előállításához szükség van referenciaállomás-hálózatra (Kisebb állomássűrűség is elegendő)
- GNSS hibaforrások szétválasztása
- RTK hálózatok állapot-tér modellezésén (SSM) alapszik
- 10-50 mp konvergencia (PPP: 30-1800 mp)
- Szolgáltatott információ: műhold pálya, műhold órahiba, ionoszféra, troposzféra állapota
- Becsült: vevő órahiba (PPP: troposzféra és ionoszféra is)
- 1-3 cm pontosság valós-időben (PPP: 15-20 cm)
- Alacsony sávszélesség igény (függ a pontossági igényektől is)



Tervek a következő évekre

- Központi backup rendszer kiépítése
→ rendelkezésre állás növelés
- Galileo műholdrendszer támogatása
- Automatikus utófeldolgozás a központban
- PPP-RTK-hoz állapot-tér adatok szolgáltatása



Köszönöm a figyelmet!



A GNSS Szolgáltató Központ elérhetőségei:

Web: www.gnssnet.hu

E-mail: support@gnssnet.hu

Telefon: +36-27-200-930, +36-27-200-931

Fax: +36-27-374-982

Ügyeleti mobil: +36-30-867-2570