

A PPP

a vonatkoztatási rendszer, az elmélet és gyakorlat összefüggése
egy Fehérvár környéki kísérleti GNSS-mérés tapasztalatai alapján



Busics György

egyetemi docens

Óbudai Egyetem

Alba Regia Műszaki Kar



Péter Tamás

közép-kelet-európai support munkatárs

Leica

Geosystems Hungary Kft.

Tartalom

- A vonatkoztatási rendszer
- A GNSS technológiák
- A PPP utófeldolgozással
- A **PPP valós időben:**
a Leica új szolgáltatásai

Busics György (5 perc)

Péter Tamás (10 perc)

A vonatkoztatási rendszer a geodéziában

koordináta
-rendszer



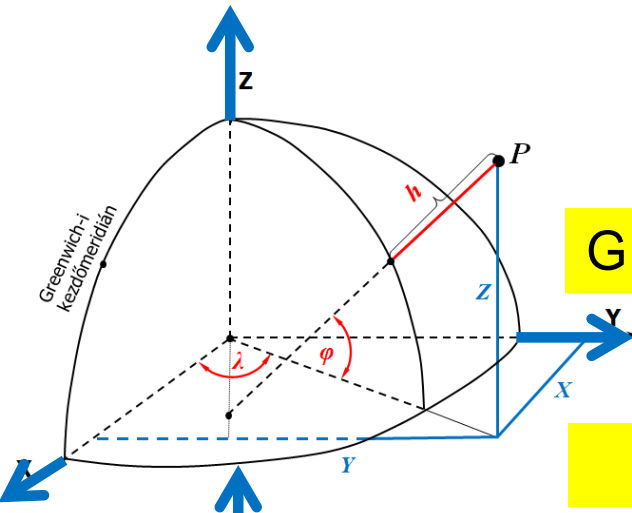
geodéziai
hálózat



vonatkoztatási
rendszer

megvalósítás (realizáció)

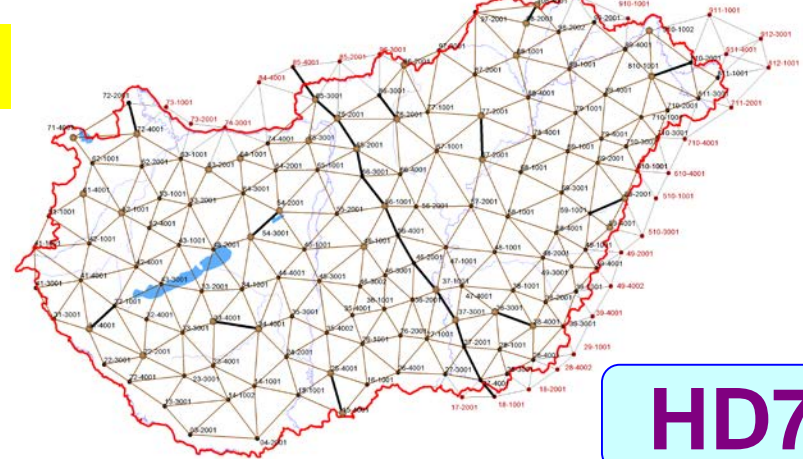
A magyar vízszintes vonatkoztatási rendszer:



GRS67 ellipszoid

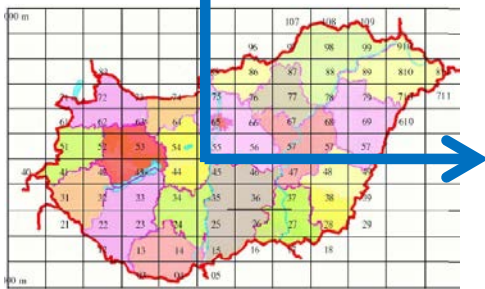
EOV vetület

ellipszoidi és
síkbeli
koordináta-
rendszer



EOVA

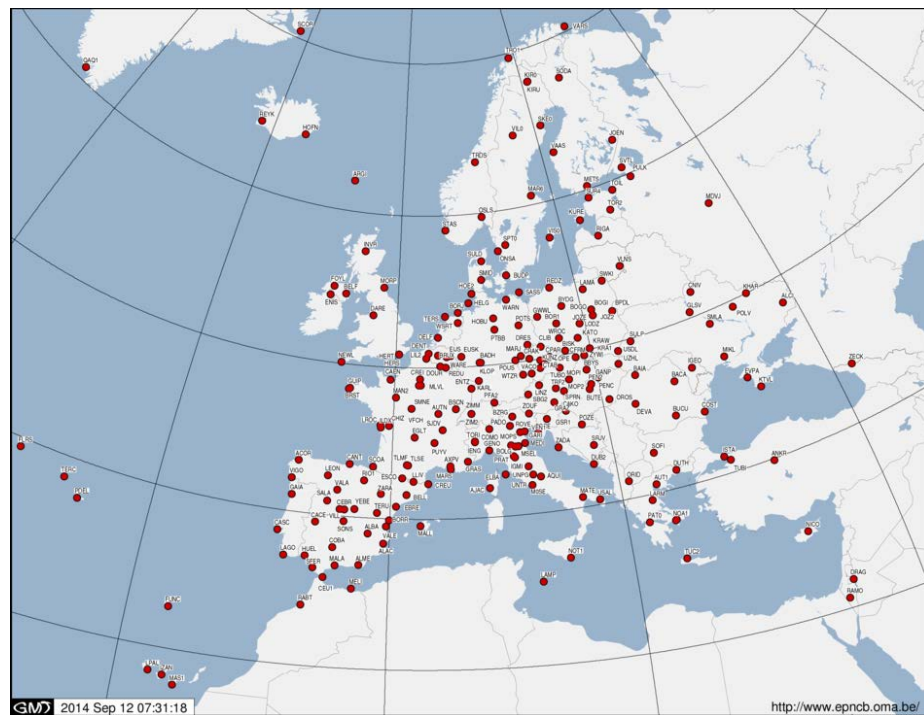
HD72



ETRS89: az európai térbeli vonatkoztatási rendszer



ETRS89/ETRF2000



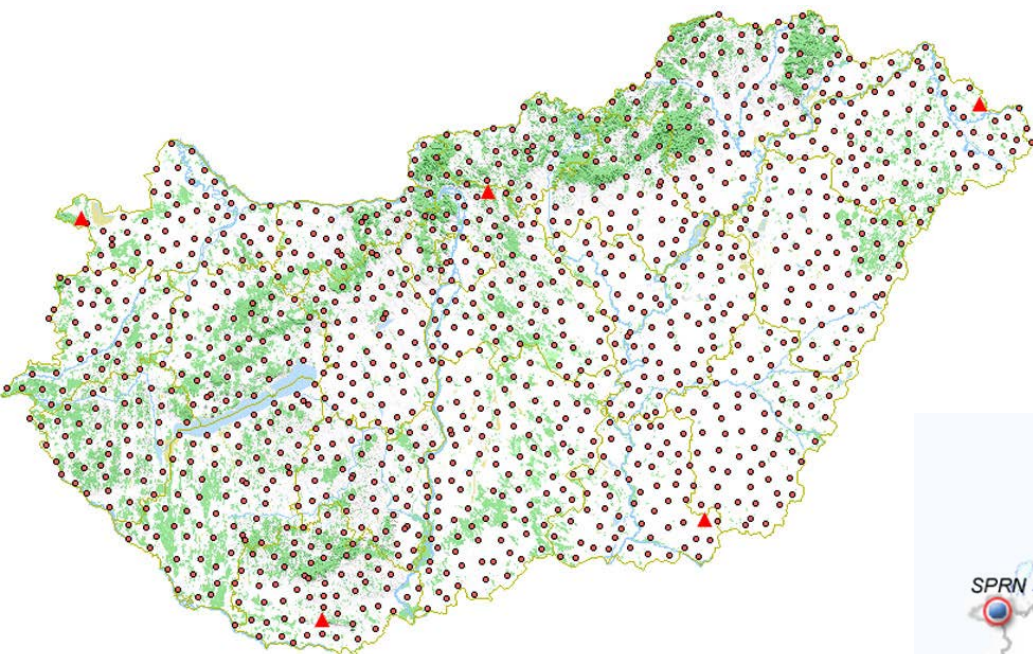
Korábbi megvalósítása: **EUREF**

Mai megvalósítása: **EPN**

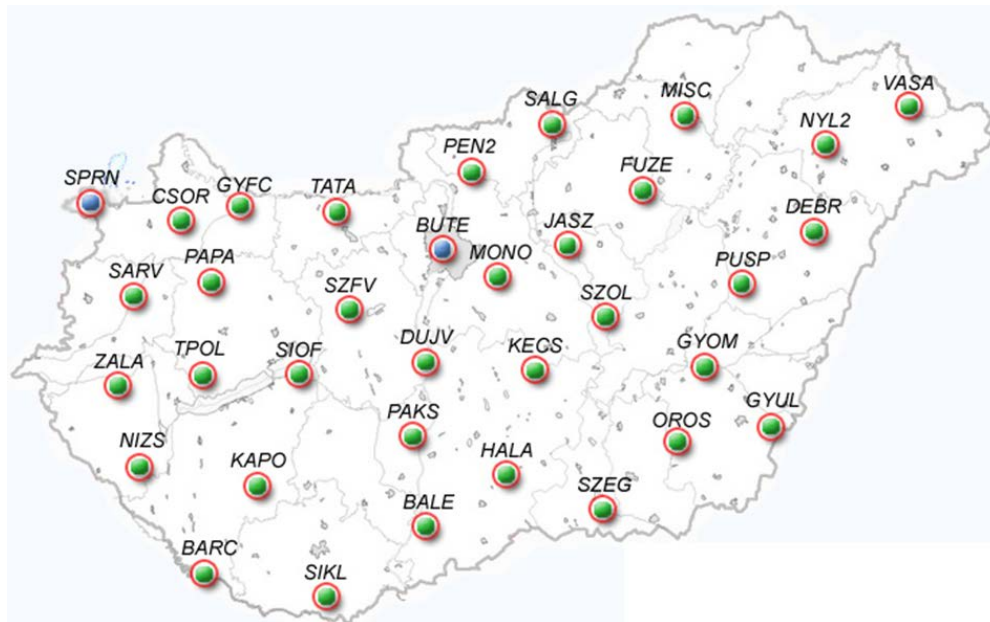
ETRS89: a magyar térbeli vonatkoztatási rendszer

ETRS89/ETRF2000

Térbeli poláris meghatározás
ezen referenciapontokhoz
viszonyítva

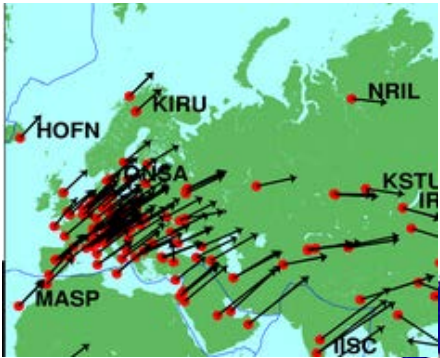


Korábbi megvalósítása:
OGPSH

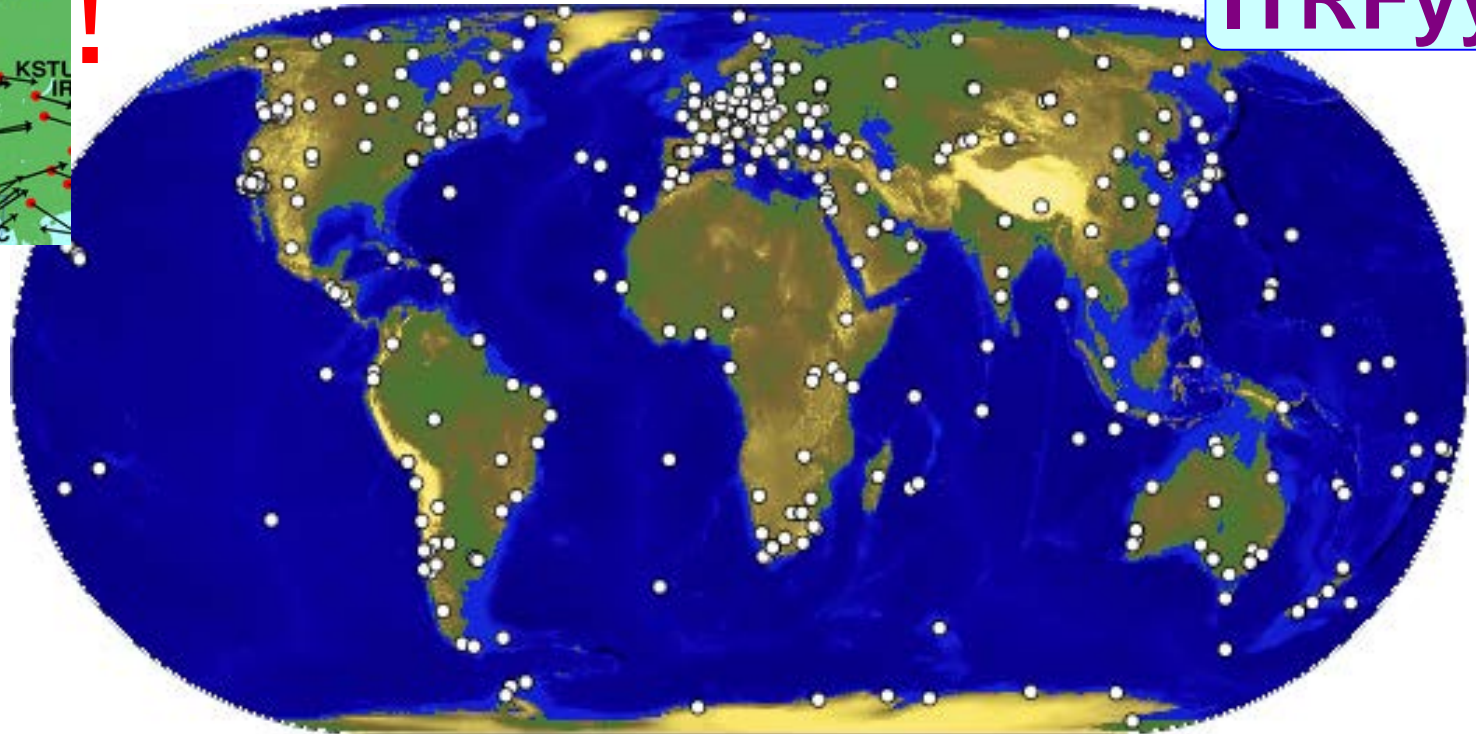


Mai megvalósítása:
GNSStnet.hu

ITRFyy: a nemzetközi földi vonatkoztatási rendszer



ITRFyy



IGS: *International GNSS Service*

www.igsb.jpl.nasa.gov

Több
realizáció

ITRF89

ITRF92

...

ITRF2008

ITRF2014

WGS84: a GPS földi vonatkoztatási rendszere

WGS84



Néhány realizáció

WGS84

≡

ITRFyy

!

G730

G873

G1150

G1674

(Relatív) GNSS technológiák a geodéziában

van
referenciavevő

Gyors statikus

- 15-30 perc mérési idő
- **utófeldolgozással**
- célszerűen több vevővel

Hagyományos RTK

- néhány másodperc mérési idő (+inicializálás)
- valós időben
- **bázis-rover** vevőpárral

Hálózatos RTK

- néhány másodperc mérési idő (+inicializálás)
- valós időben
- **egyetlen vevővel**

Abszolút helymeghatározás

Single
Point
Positioning

SPP

- **mp-es** mérési idő
- valós időben
- fedélzeti pályaadatok
- standard modellek
- pontosság: **5-8 méter**
- WGS84 rendszerben

„navigációs
megoldás”
„önálló”

Precise
Point
Positioning

PPP

utófeldolgozással

- **sok óras** mérés
- utófeldolgozás (**2 hét**)
- precíz pályaadatok
- precíz légköri modellek
- pontosság: **1-2 cm**
- ITRF2014-ben

PPP

közel valós időben

- **félórás** mérés
- **valós időben**
- precíz pályaadatok
- precíz légköri modellek
- pontosság: **4-5 cm**
- ITRF2008-ban

Leica
Geosystems

A kanadai geodéziai szolgálat utólagos PPP feldolgozása

SZFV

Data Start

2016-09-02 06:00:00.000

Data End

2016-09-02 13:59:45.000

Apri / A posteriori Phase Std

0.015m / 0.008m

Observations

Phase and Code

Elevation Cut-Off

10.000 degrees

Antenna Model

LEIAR25.R3 LEIT

Frequency

L1 and L2

Rejected Epochs

0.00 %

APC to ARP

L1= 0.162 m L2= 0.159 m

(APC = antenna phase center; ARP = antenna reference point)

Apri / A posteriori Code Std

2.0m / 0.711m

Mode

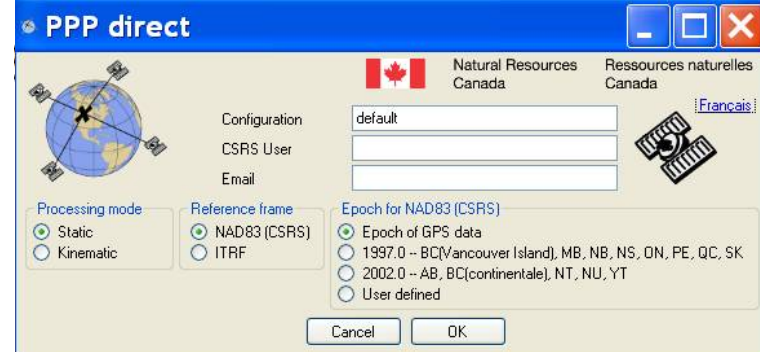
Static

Observation & Estimation Steps

15.00 sec / 15.00 sec

ARP to Marker

0.000 m



www.geod.nrcan.gc.ca

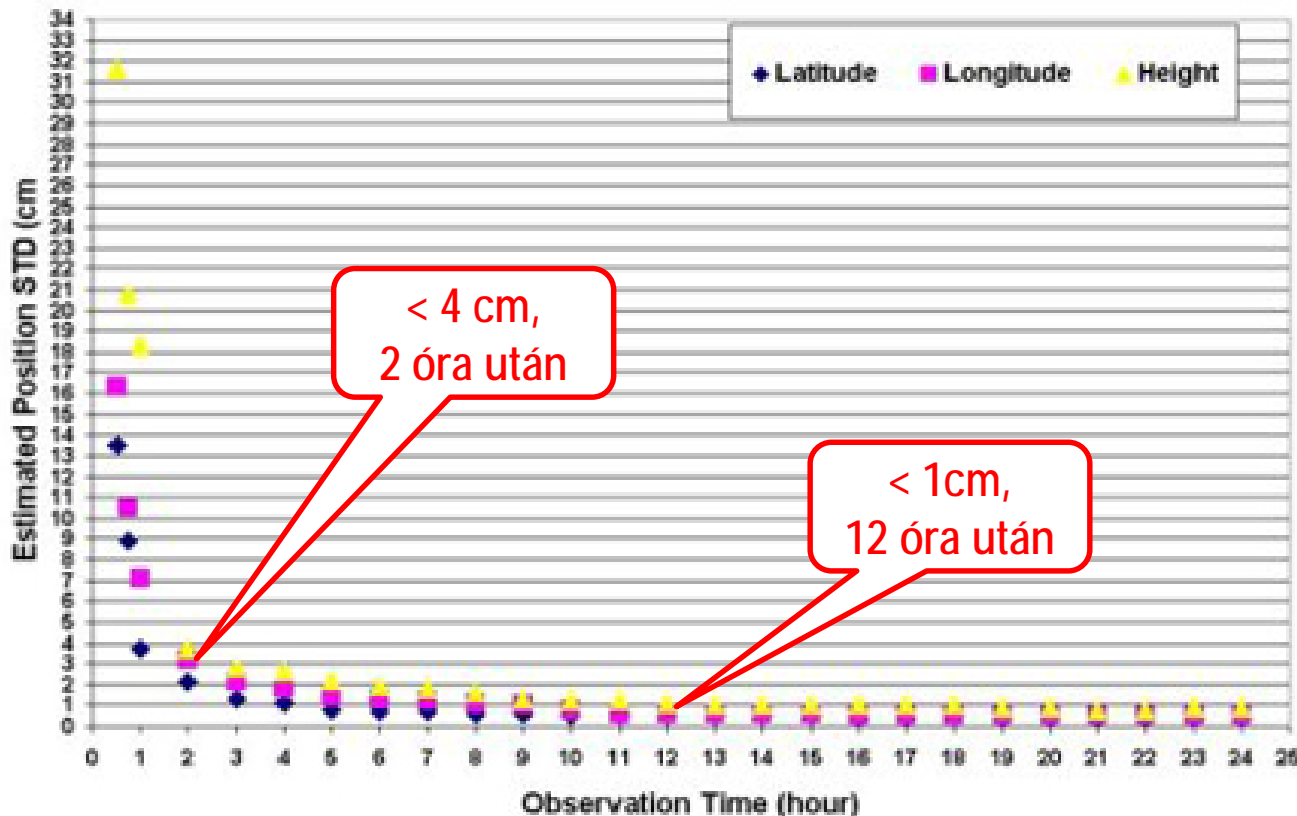
ITRF2008

Estimated Position for SZFV246g.160

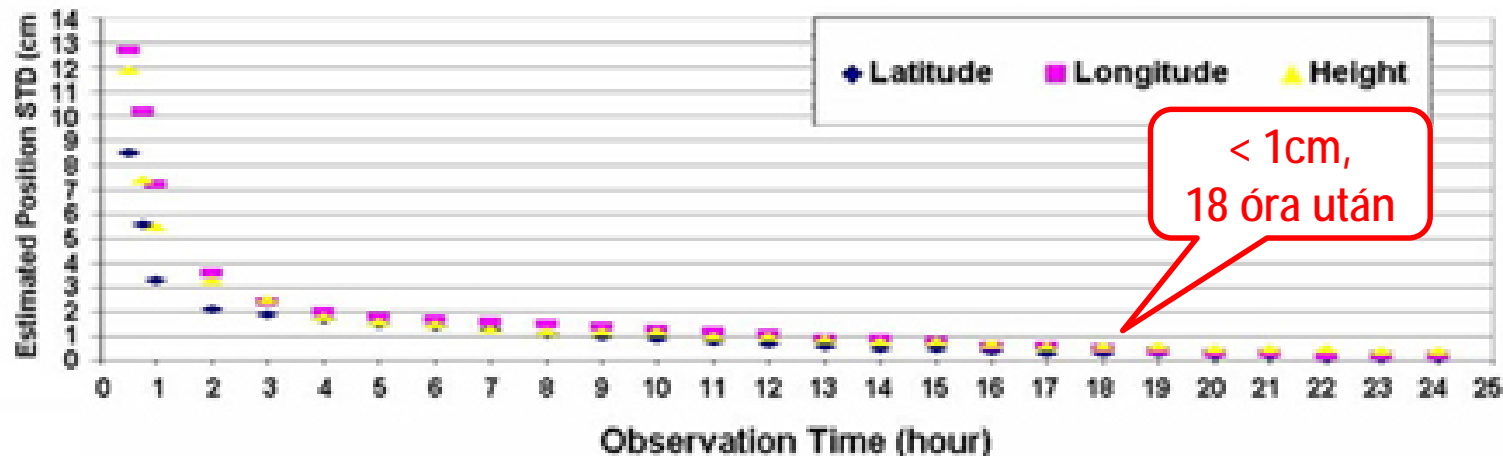
**2016. szept. 2-i
8 órás mérés
eredménye**

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Ell. Height
ITRF08 (2016)	47° 11' 19.5797''	18° 25' 07.8092''	173.284 m
Sigmas(95%)	0.003 m	0.006 m	0.013 m
Apriori	47° 11' 19.564''	18° 25' 07.782''	173.287 m
Estimated - Apriori	0.486 m	0.579 m	-0.003 m

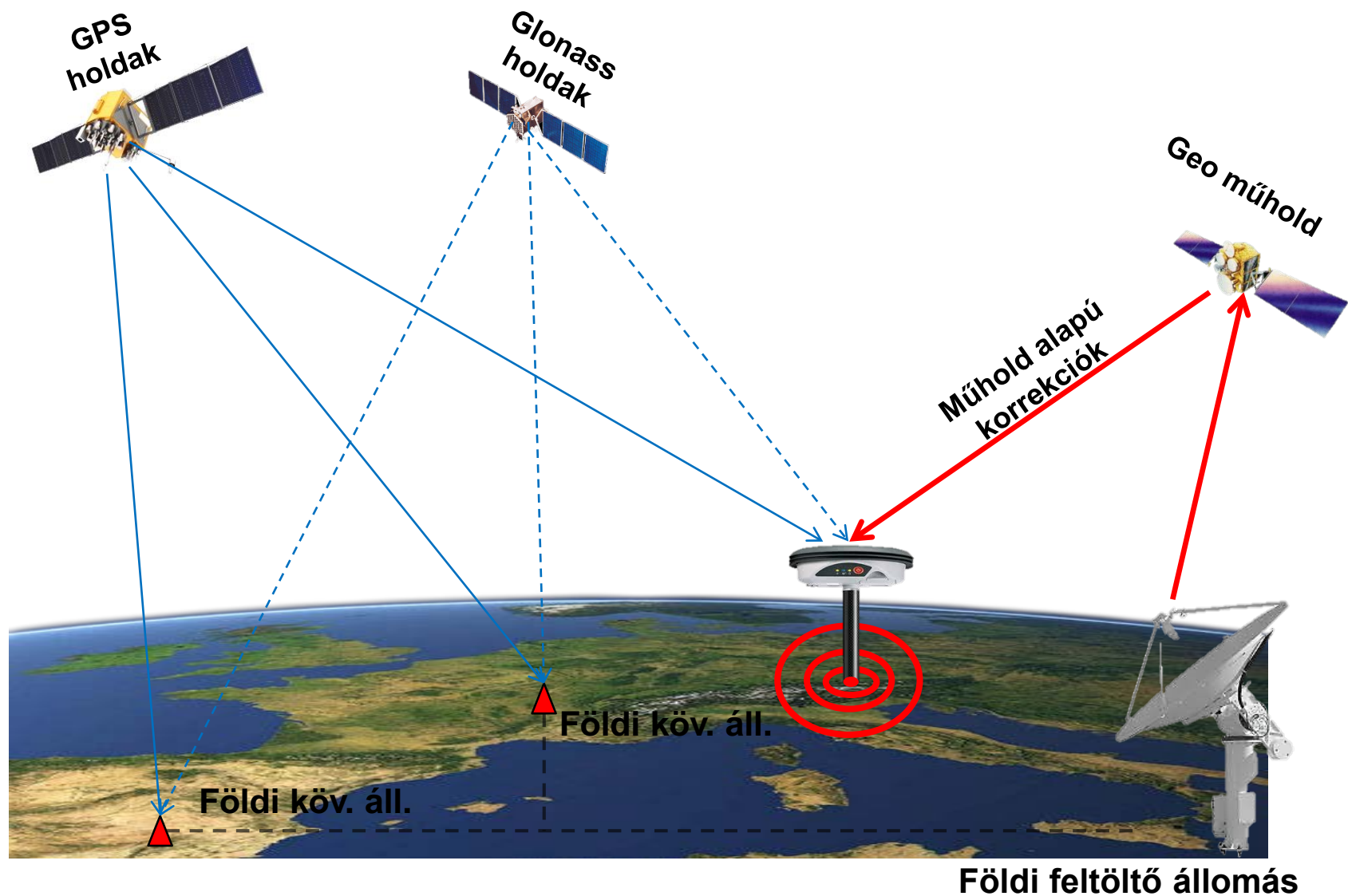
**Az
utófeldolgozásos
PPP pontossága
a mérés
időtartama
függvényében**



554 user-submitted RINEX files – locations unknown

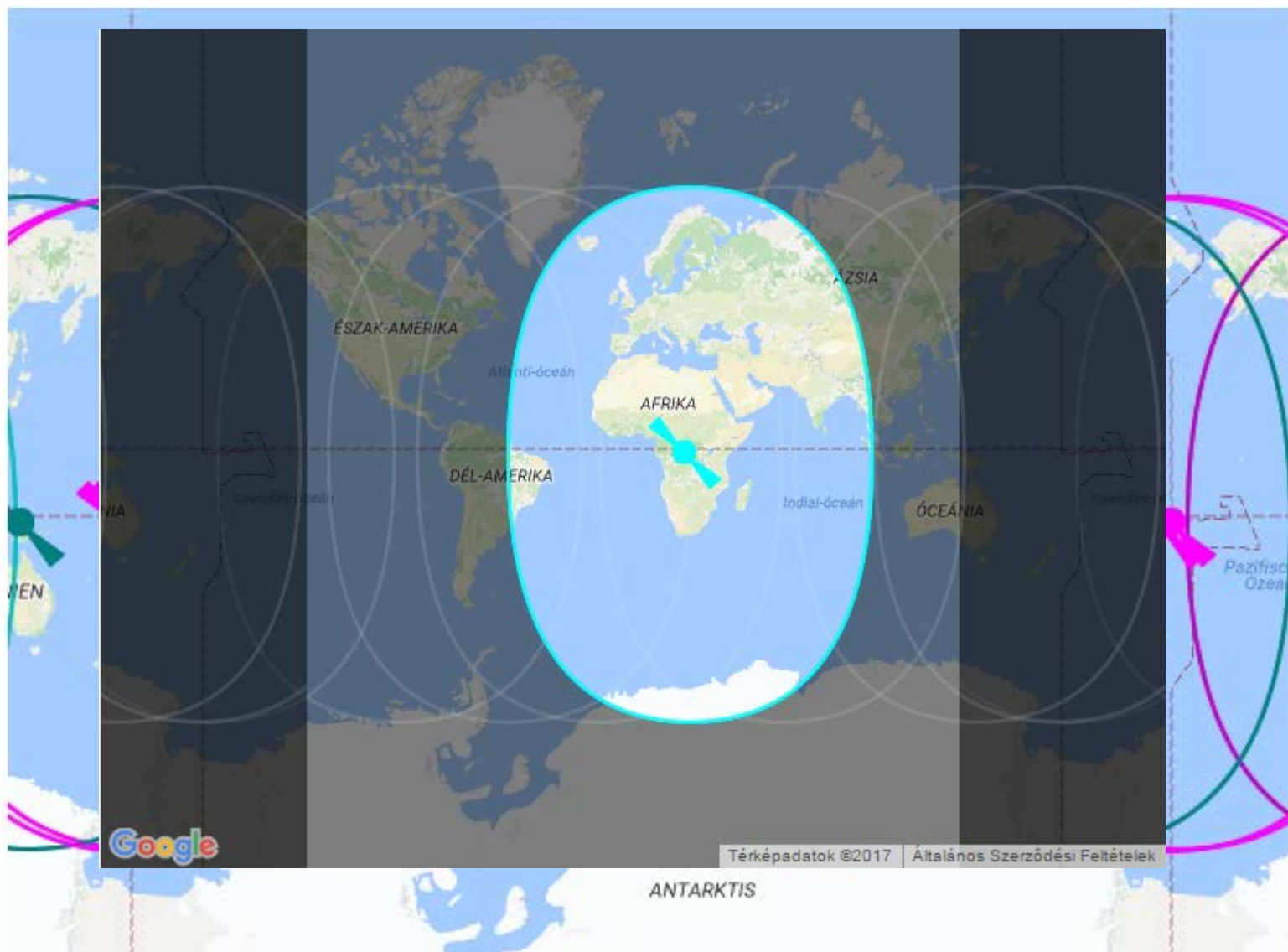


A Leica valós idejű PPP szolgáltatása: Korlátlan idejű – SmartLink



Valós idejű PPP megoldások

SBAS korrekciók – a TerraStar világhálózatától

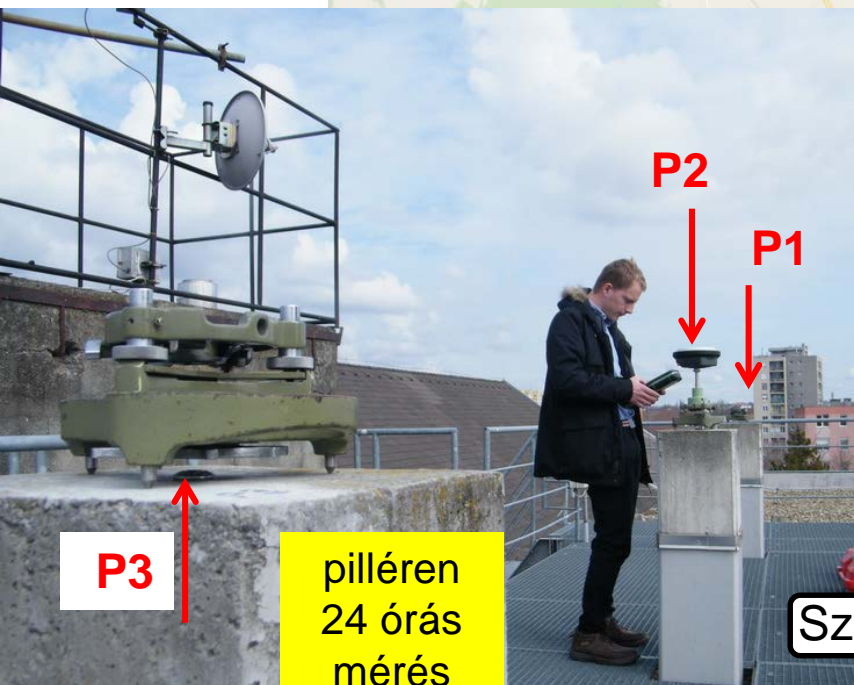


Tesztmérés Helyszínek

EOMA
külpont



EOMA
kőben
gomb



P3

pilléren
24 órás
mérés

Székesfehérvár

Tesztmérés eredményei

Transzformáció

Utókiértékeléses PPP ma: → ITRF2014

Valós idejű PPP: → ITRF2008

közös vonatkoztatási rendszer

ETRF/ITRF Transformation

The following tool allows to transform coordinates (position and velocity) from any ETRFxx to any ITRFyy (or ITRFyy to ETRFxx). In case input and output coordinates are requested at different epochs, then station velocities are mandatory.

Explanation and examples are available from the following [tutorial](#).

Input

Frame:

Epoch:

```
# Lines starting by # are treated as comments
# Fields (in decimal format) should be separated by at least one space
#
# --> Example without velocity - StationName(no space character) X[m] Y[m] Z[m] :
StationName 4027894.006 307045.600 4919474.910
#
# --> Example with velocity - StationName(no space character) X[m] Y[m] Z[m] VX[m/yr] VY[m/yr] VZ[m/yr] :
StationName 4027894.006 307045.600 4919474.910 0.01 0.2 0.03
```

Tesztmérés eredményei

Utólagos és Valós idejű PPP (SmartLink) – Székesfehérvár P3

Utólagos → **24 óra**

Valós idejű → **45 perc**



P3 pillér

Székesfehérvár

SmartLink – P3

Idő	3D CQ (m)	Eltérés (m)
45 perc	0.070	0.058
50 perc	0.075	0.081
58 perc	0.073	0.050
60 perc	0.075	0.080
100 perc	0.073	0.061
150 perc	0.073	0.055
165 perc	0.074	0.088

Átlagos eltérés: **6.8 cm**

Tesztmérés eredményei

Utólagos és Valós idejű PPP – Székesfehérvár P1



Utólagos → **6 óra**

SmartLink – P1		
Idő	3D CQ (m)	Eltérés (m)
100 perc	0.076	0.084
150 perc	0.070	0.055
165 perc	0.072	0.097

Átlagos eltérés: **7.9 cm**

Tesztmérés eredményei

Utólagos és valós idejű PPP – Székesfehérvár P1-P3 újramérése

Fix megoldás 30 perc alatt

Átlagos eltérés: **5.0 cm**

SmartLink – P3			
Idő	Megoldás	3D CQ (m)	Eltérés (m)
15 perc	Float	0.312	0.239
30 perc	Fix	0.141	0.067
35 perc	Fix	0.125	0.042
45 perc	Fix	0.092	0.040

Fix megoldás 25 perc alatt

Átlagos eltérés: **6.9 cm**

SmartLink – P1			
Idő	Megoldás	3D CQ (m)	Eltérés (m)
25 perc	Fix	0.167	0.089
30 perc	Fix	0.140	0.034
35 perc	Fix	0.125	0.083
40 perc	Fix	0.099	0.075
45 perc	Fix	0.094	0.062

Tesztmérés eredményei

RTK és valós idejű PPP

← **Műhold Követés**   16  T 0.000 m 3D 0.464 m @  14:01

Követés Kiegészítő Műholdak Több

SmartLink Használat

Referencia keret **ETRF2000** 

Epocha **2007.40**

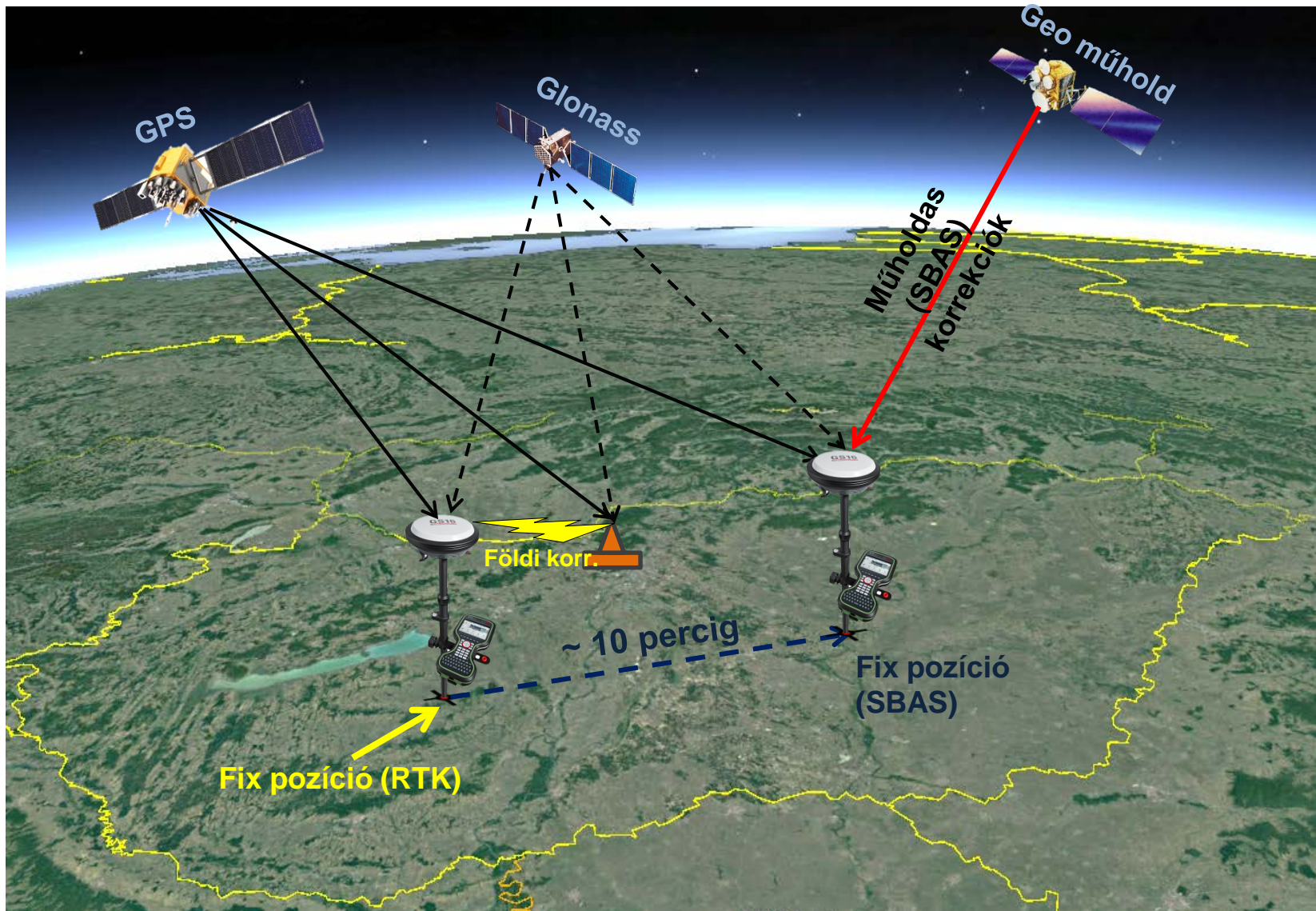
Smartlink lehetővé teszi autonóm pontok pozíciójának kiszámítását műholdal korrekciók használatával, ha nincs RTK adatfogadás, és lehetővé teszi az RTK kimaradások áthidalását ameddig szükséges vagy lehetséges

OK Oldal

RTK – SmartLink		
Pont ID	3D CQ (m)	Eltérés (m)
Fehérvár P3	0.096	0.068
Fehérvár P1	0.097	0.047
Mór	0.108	0.052

Átl. eltérés: 5.6 cm

A Leica valós idejű PPP szolgáltatása: Határozott idejű – SmartLink Fill



Tesztmérés eredményei

RTK és valós idejű PPP – SmartLink Fill összehasonlítása

Fehérvár – P3			
Fehérvár – P2			
Fehérvár – P1			
Pont ID	3D CQ (m)	Eltérés (m)	
1 fill	0.058	0.029	
1 fill 2	0.070	0.015	
1 fill 3	0.111	0.040	
1 fill 3-1	0.082	0.089	
1 fill 4	0.084	0.040	
1 fill 5	0.070	0.024	
1 fill 6	0.115	0.054	

Tesztmérés eredményei

RTK és valós idejű PPP – SmartLink Fill összehasonlítása

Fehérvár – P3			
P			
Fehérvár – P2			
3			
3			
3			
2			
Fehérvár – P1			
Pont ID	3D CQ (m)	Eltérés (m)	
1 fill	0.058	0.029	
1 fill 2	0.070	0.015	
1 fill 3	0.111	0.040	
1 fill 3-1	0.082	0.089	
1 fill 4	0.084	0.040	
1 fill 5	0.070	0.024	
1 fill 6	0.115	0.054	

Zámoly – P1		
Pont ID	3D CQ (m)	Eltérés (m)
Z fill 1	0.042	0.022
Z fill 2	0.040	0.018
Z fill 3	0.035	0.019
Z fill 4	0.049	0.070
Z fill 5	0.054	0.037

Mór – P1		
Pont ID	3D CQ (m)	Eltérés (m)
m fill	0.062	0.102
m fill 2	0.085	0.060
m fill 3	0.055	0.030
m fill 4	0.055	0.111
m fill 5	0.065	0.020
m fill 6	0.064	0.052

Átl. eltérés: **4.1 cm**

Átl. eltérés: **3.3 cm**

Átl. eltérés: **6.2 cm**

Tesztmérés eredményei

Konklúzió



← fehevar ✕ 14 📏 0.000 m 📍 3D 0.079 m 📶 🔋 11:29

📍 🏠

Pont Sz
3 58p 6

Antenna mag

2D minőség
0.046 m

1D minőség
0.064 m ←-0.15 m→

Fn Mérés Oldal Fn

Köszönjük a figyelmet!



<http://www.asiasat.com/technology/satellite-fleet>

Blog honlap:
<https://svajcipontosan.com/>