

HTE előadás

# A pontos idő szerepe az internet mérésében

Előadó:

dr. Darabos Zoltán, Horváth Imre  
COMPU-CONSULT Kft.

Az előadás a <https://www.youtube.com/c/HTEinfo> oldalon követhető és később is megtekinthető

Budapest

2022. október 26. (szerda) 16 - 18 óra

COMPU-CONSULT Kft.

# Tematika

- Kihívások az internet egyes pontjai közötti események mérésben, egyirányú késleltetés mérések RFC2679, RFC2680
- Az idő térbeli eloszlása Földi dimenzióban
- Megmértük a GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU időalapokat, összehasonlítottuk őket
- Milyen pontos idő érhető el az égre tekintve?

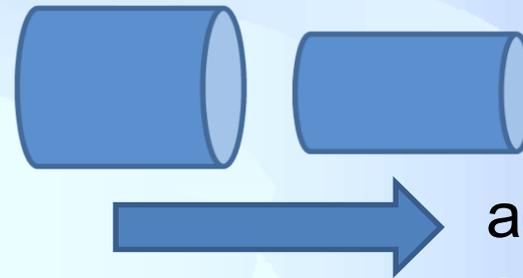
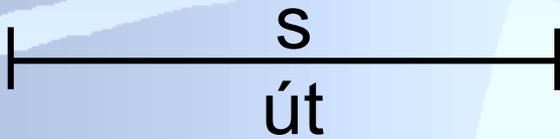
# Sebesség mérés

Középiskolában és informatikában

$$v = \frac{s [m]}{t [s]}$$

$$v_{le,fel} = \frac{D^* [byte]}{t [s]}$$

\* = nettó adatmennyiség

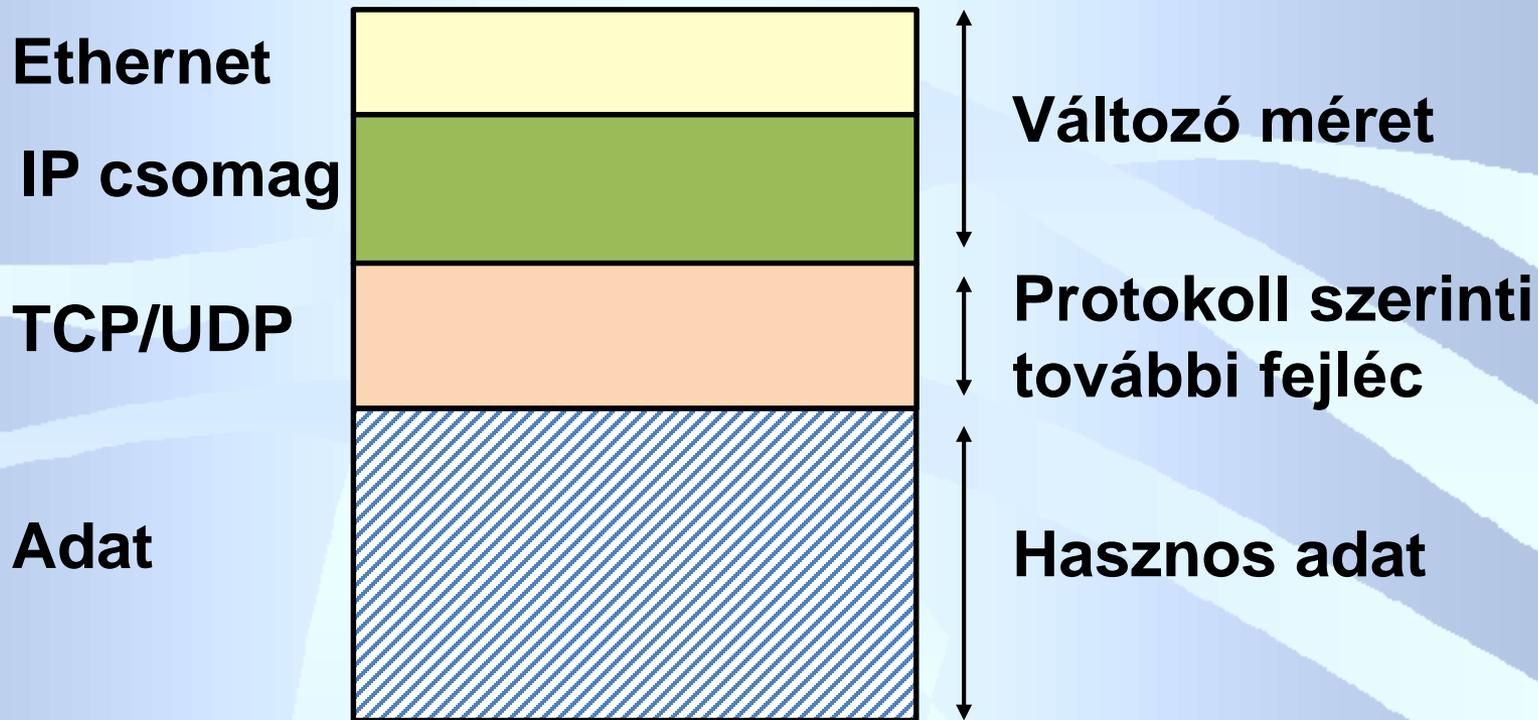


adott kapacitású  
adatcsatorna

# Mitől függ, hogy mennyi nettó adat megy át egy adott előfizetésen?

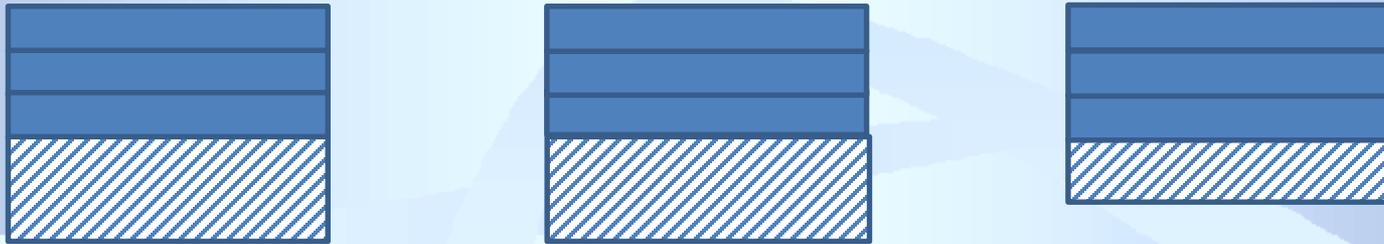
- Csomagméret (Jumbo packet használat)
- Protokoll (a fejlécből adódó + adat)
- Csomagdarabolás (közbenső protokoll (PPP))

# Csomagfejlécek részaránya



# Mikor van szükség rövid csomagokra?

## Késleltetés csökkentése – VoIP.



Rövid csomagok pl. VoIP beszédátvitel esetén  
UDP protokoll

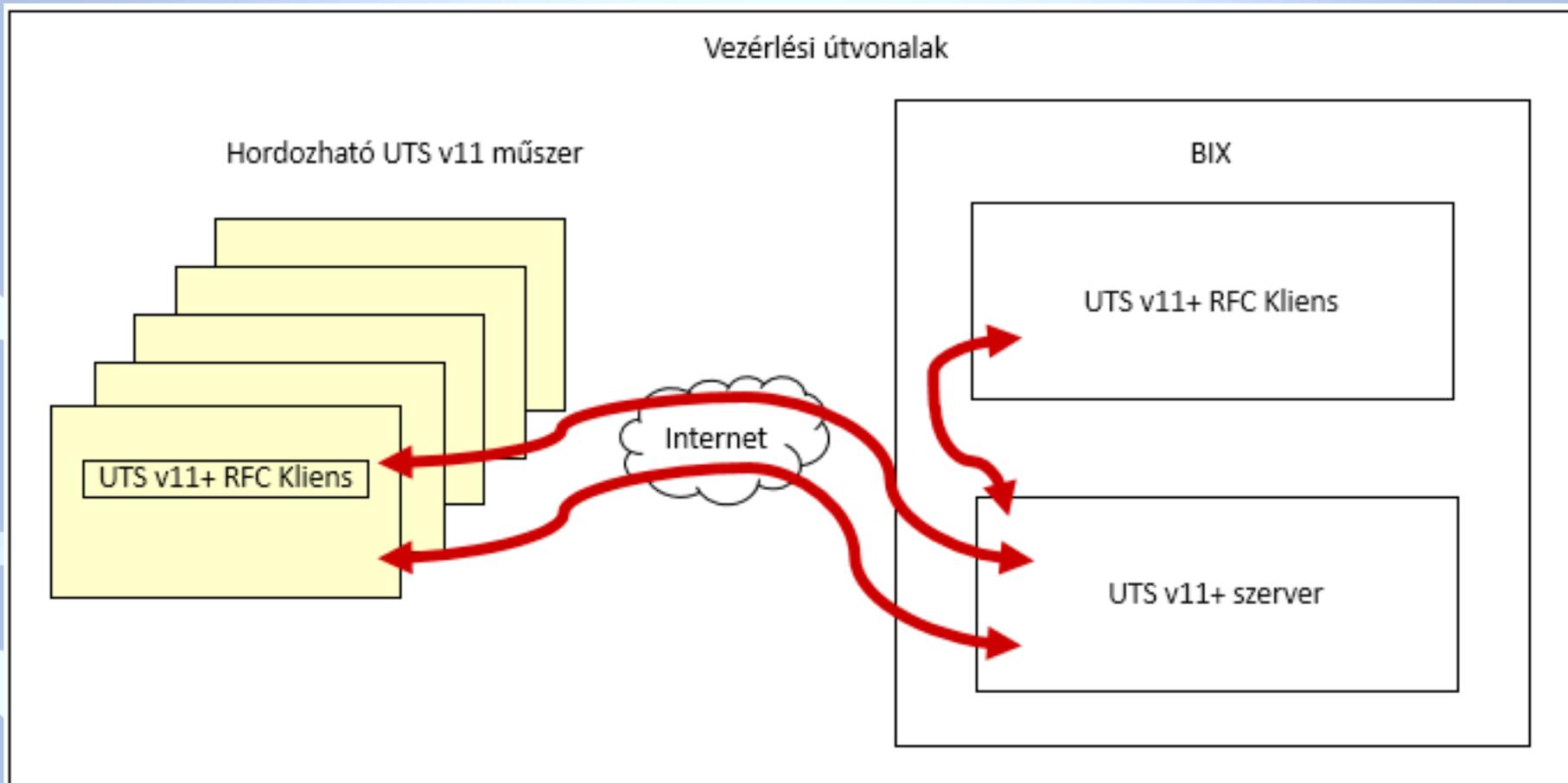
Látható, hogy a hasznos adat összemérhető a  
fejléccel.

# RFC mérések az UTS v.11+ rendszerben

Mérési végpont		HONNAN	
		UTS v.11 hordozható	UTS v.9 MOS BIX szerver UTS v.11+
HOVA	UTS v.11 hordozható	RFC 2679,2680,2681 (egyirányú és kétirányú késleltetés és egyirányú csomagvesztés mérések)	RFC 2680,2681 (körbejárás késleltetés és egyirányú csomagvesztés mérések)
	UTS v.9 MOS BIX szerver UTS v.11+	RFC 2680,2681 (körbejárás késleltetés és egyirányú csomagvesztés mérések)	

Budapest Internet Exchange  
Budapest, Victor Hugo utca 18-22.

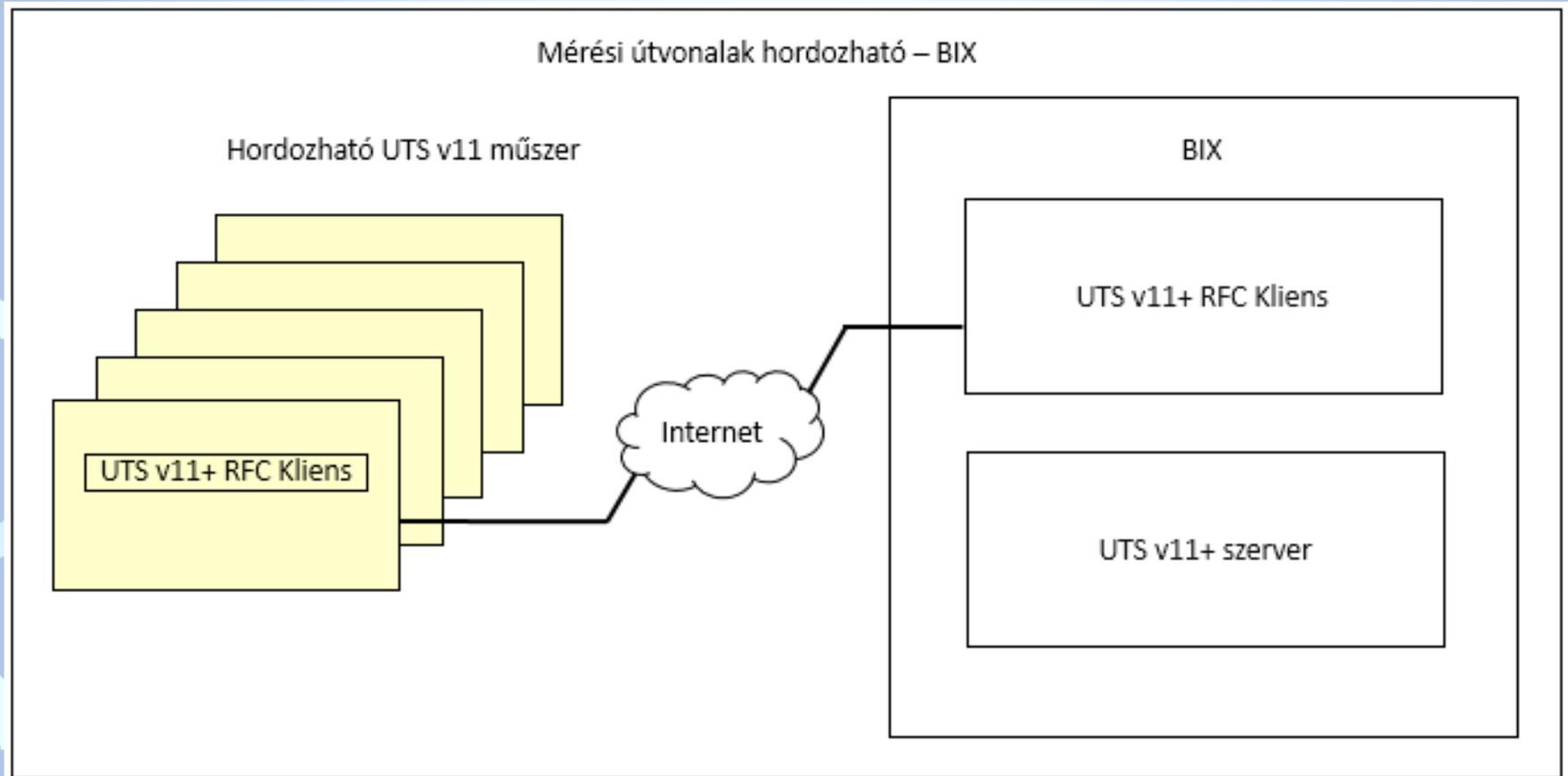
# Vezérlés



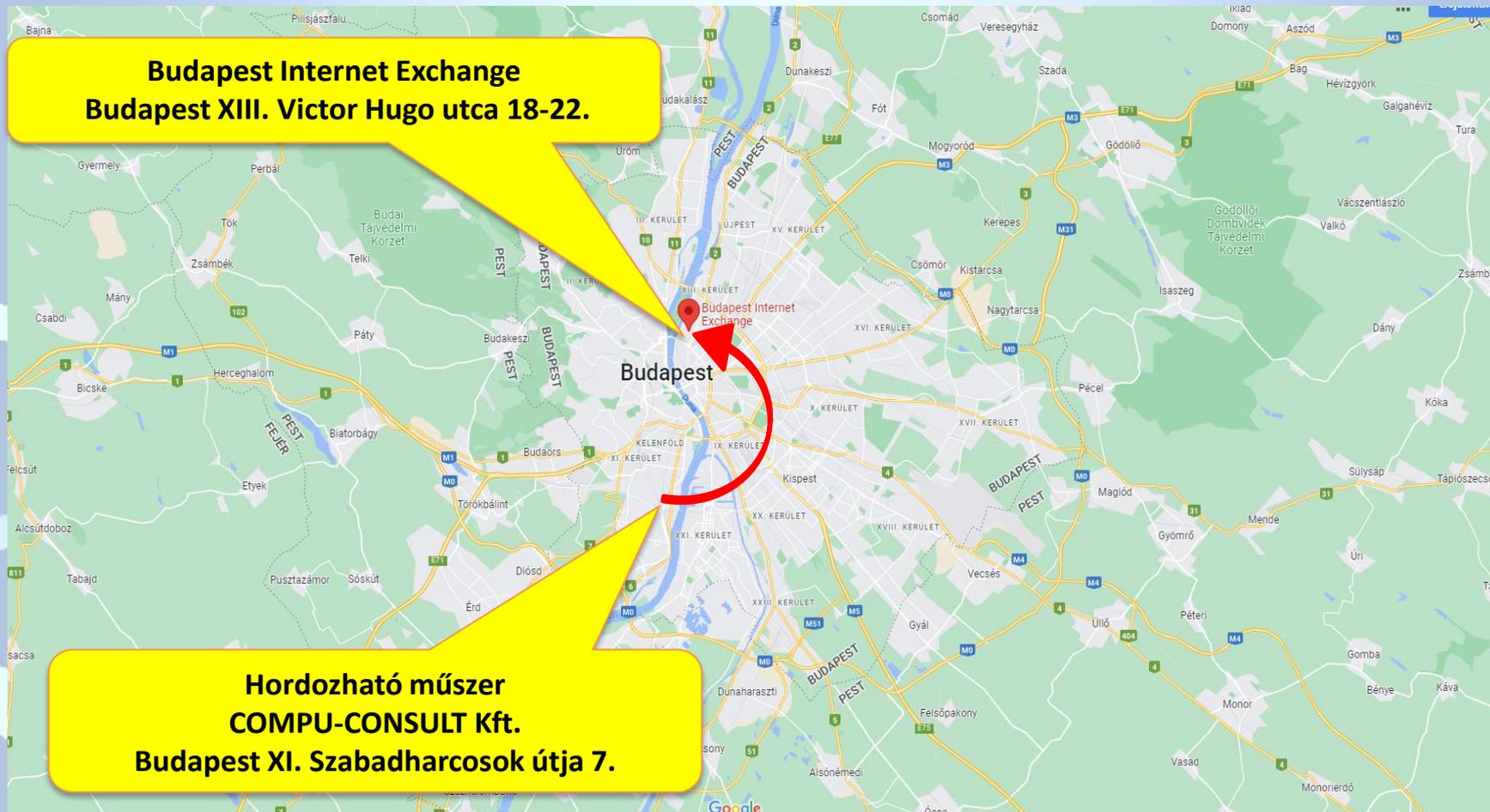
# BIX bejárat



# Mérési viszonylatok



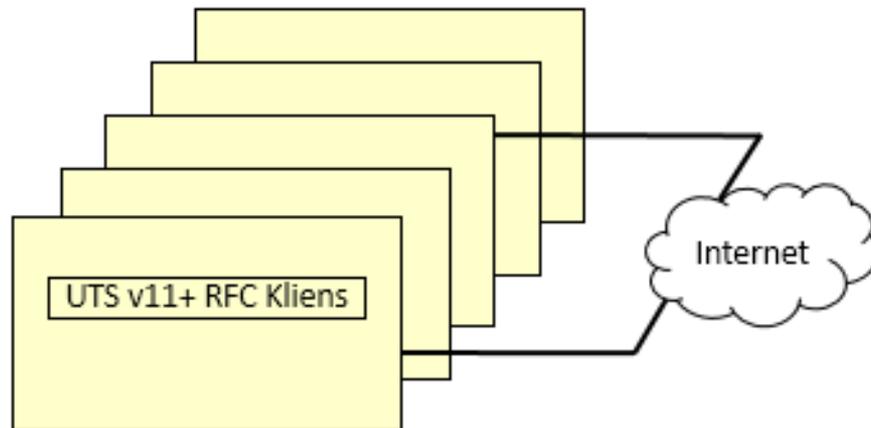
# Műszerszükséglet: hordozható UTS v.11 internet sebesség mérő GPS fejjel, BIX mérőszerver



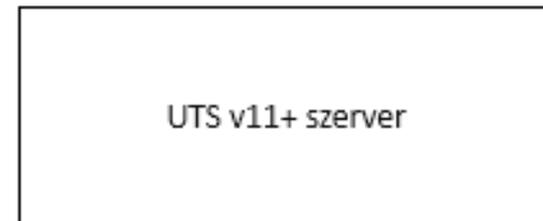
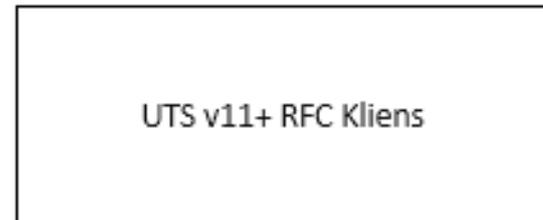
# Mérési viszonylatok

Mérési útvonalak hordozható - hordozható

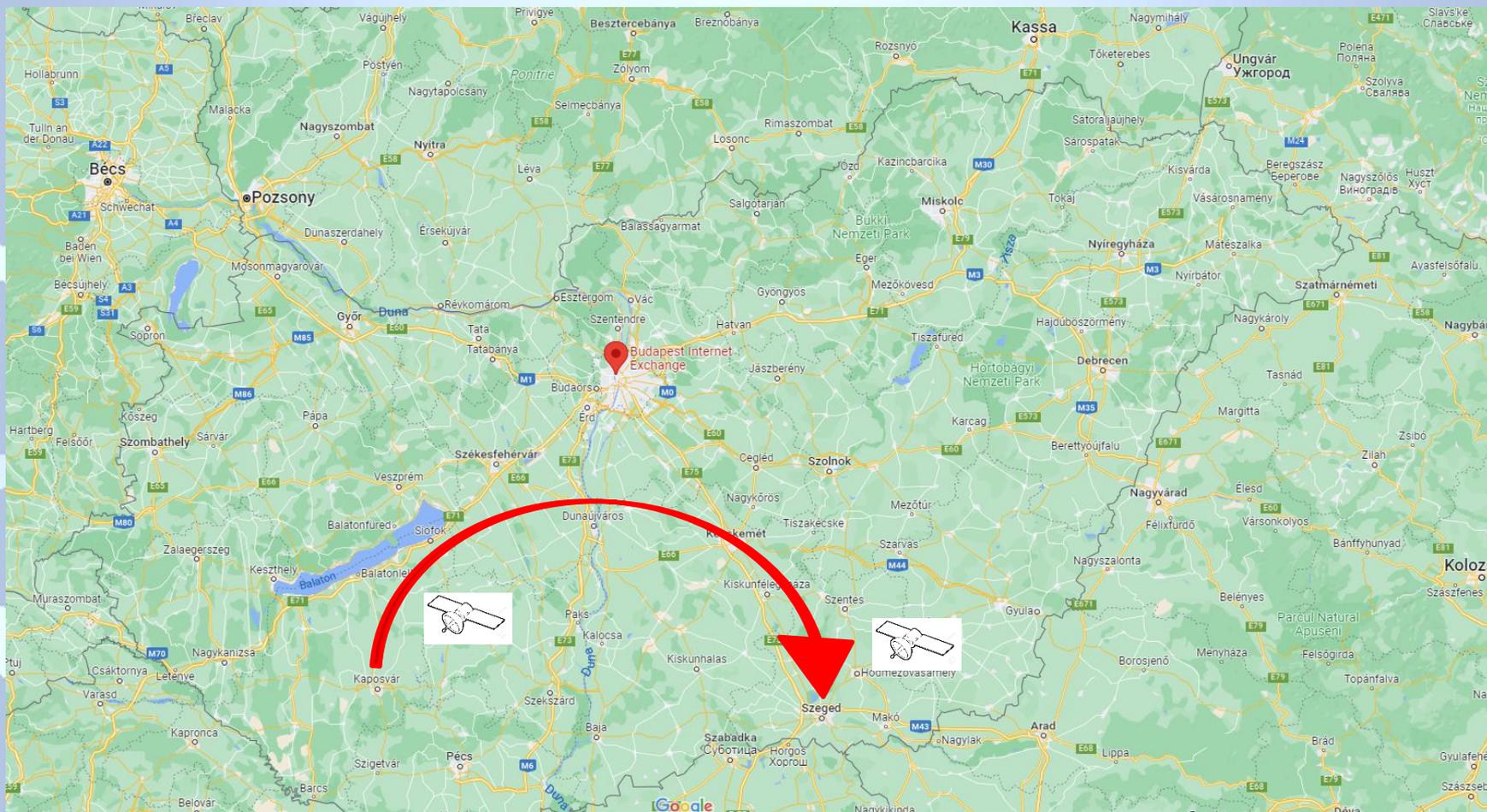
Hordozható UTS v11 műszer



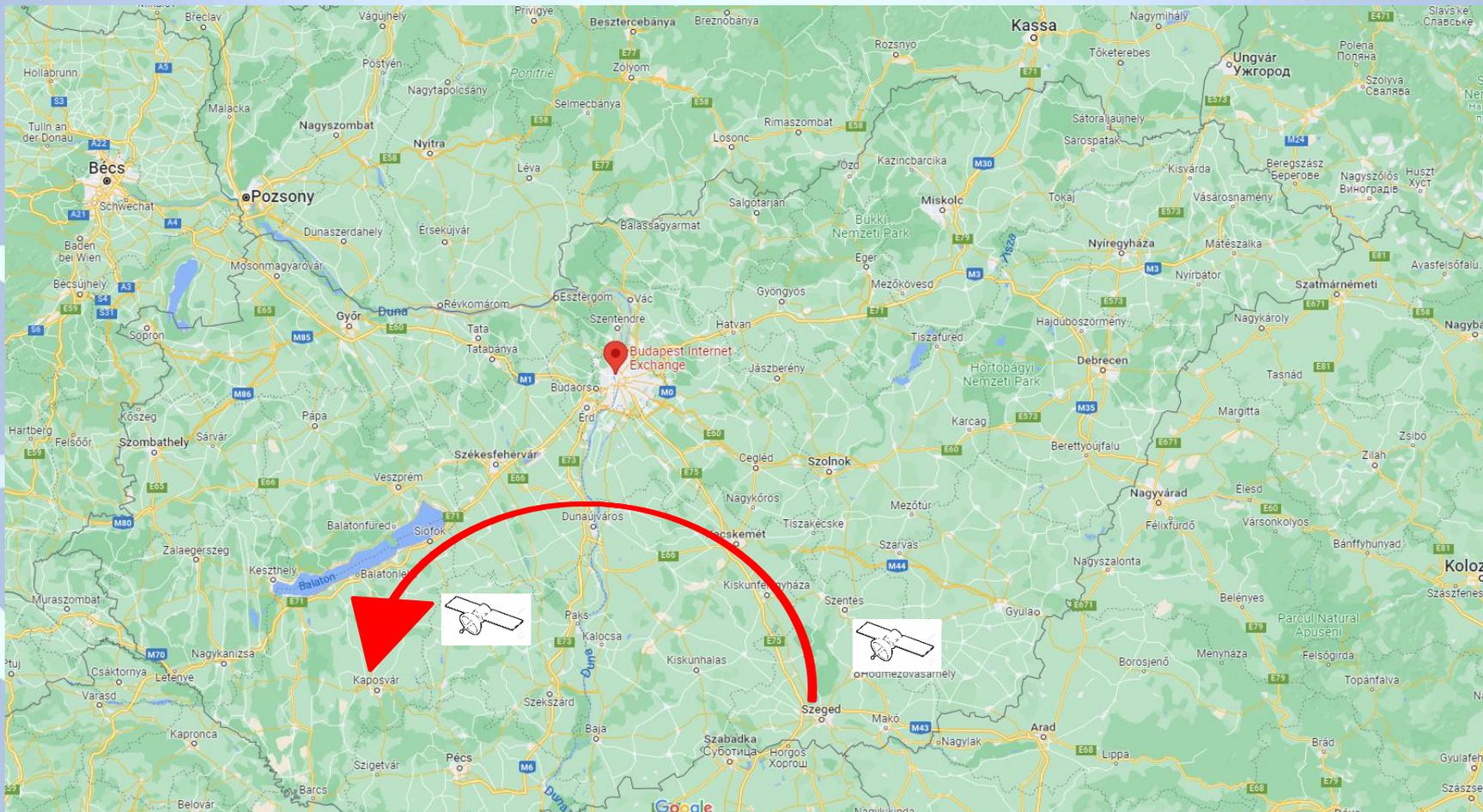
BIX



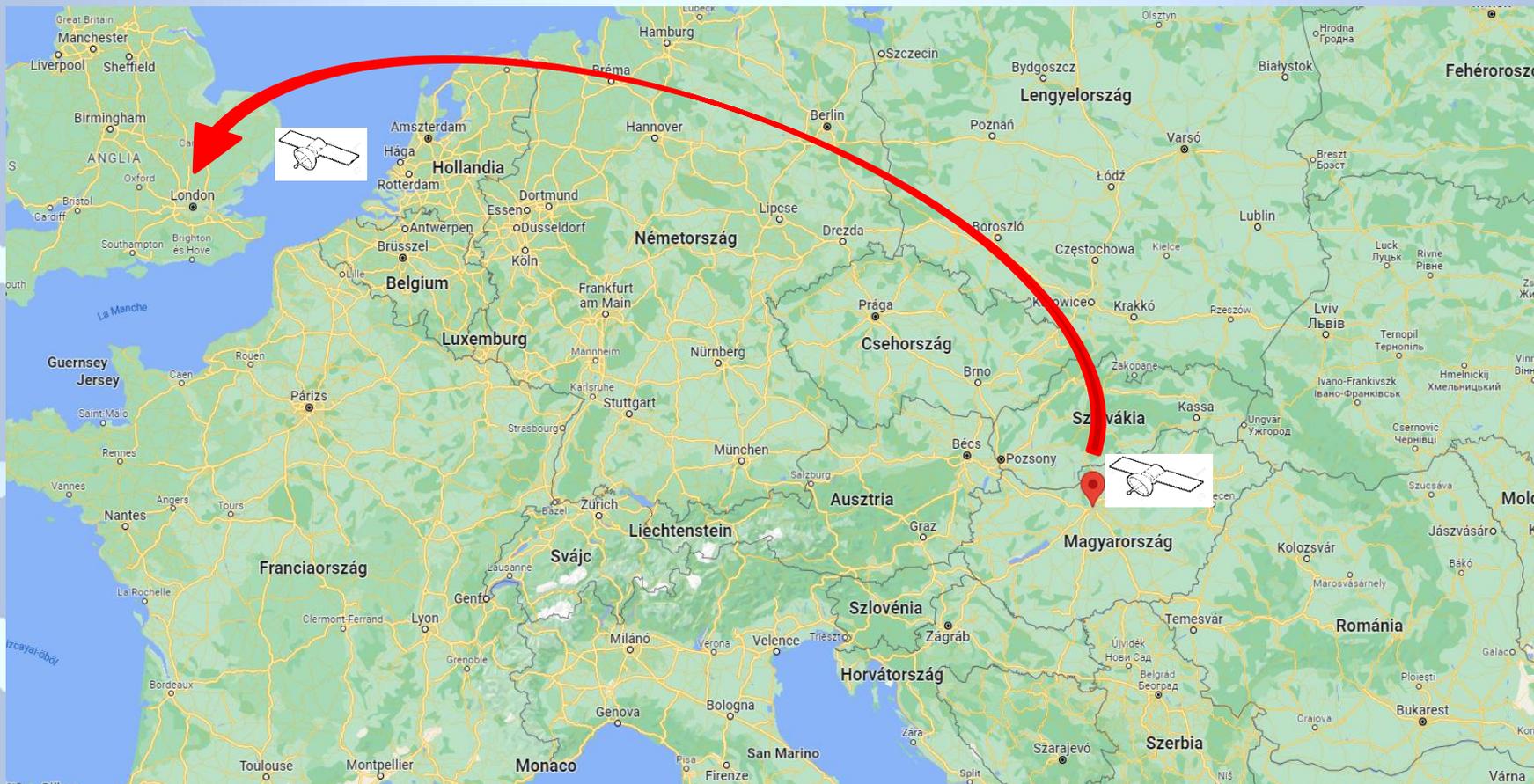
# Egyirányú mérés Kaposvár - Szeged



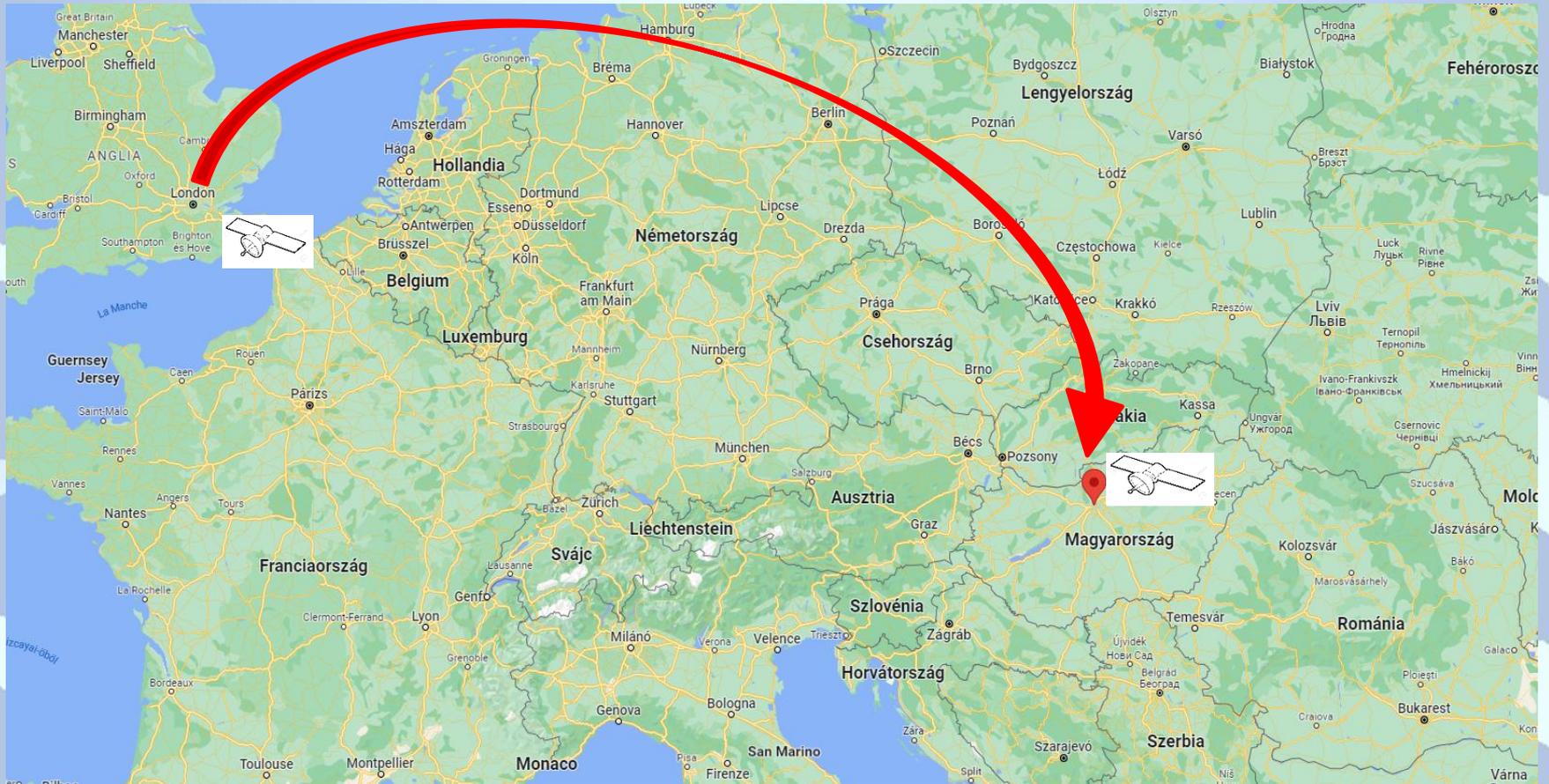
# Egyirányú mérés Szeged - Kaposvár



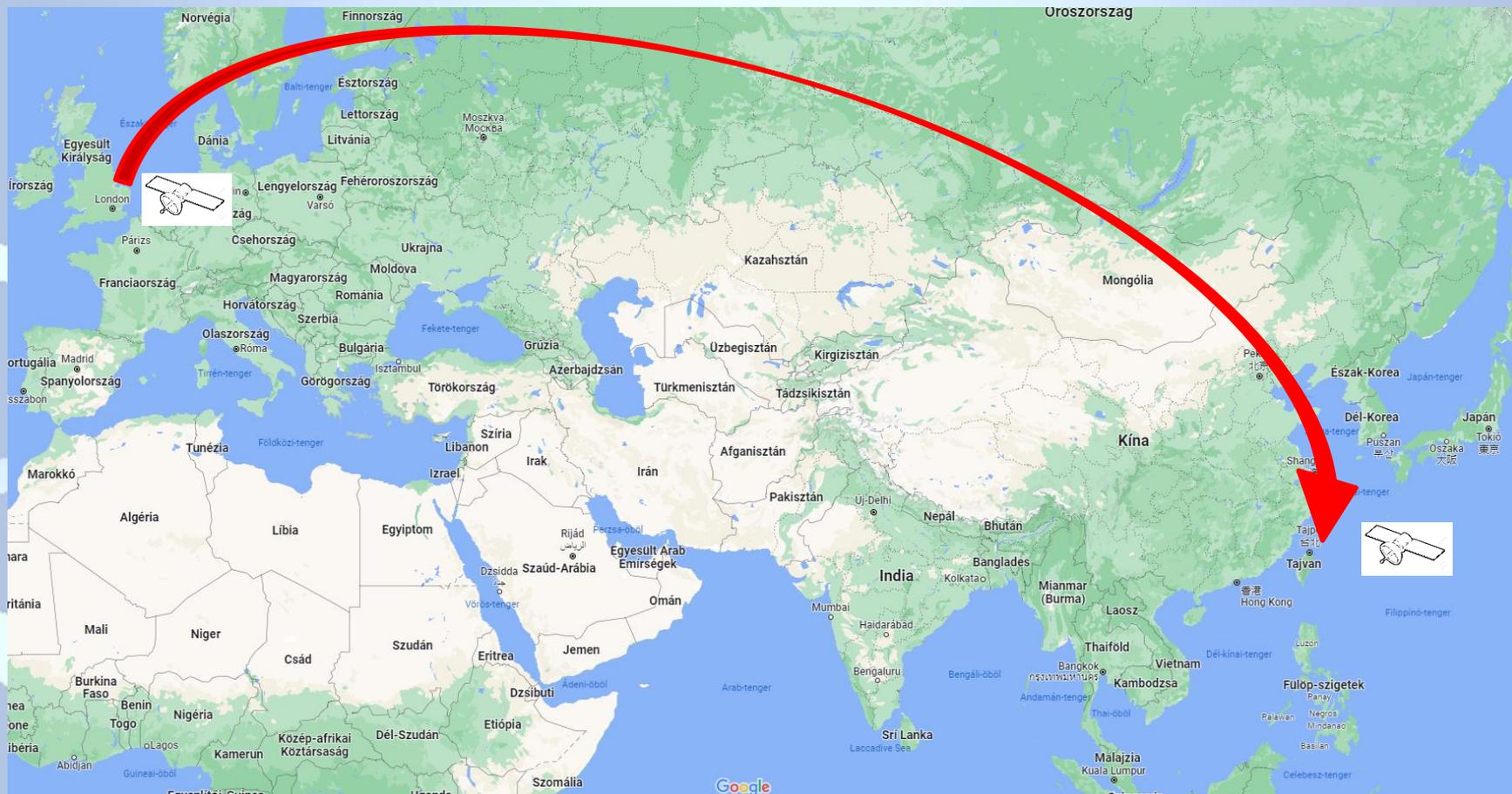
# Budapest - London



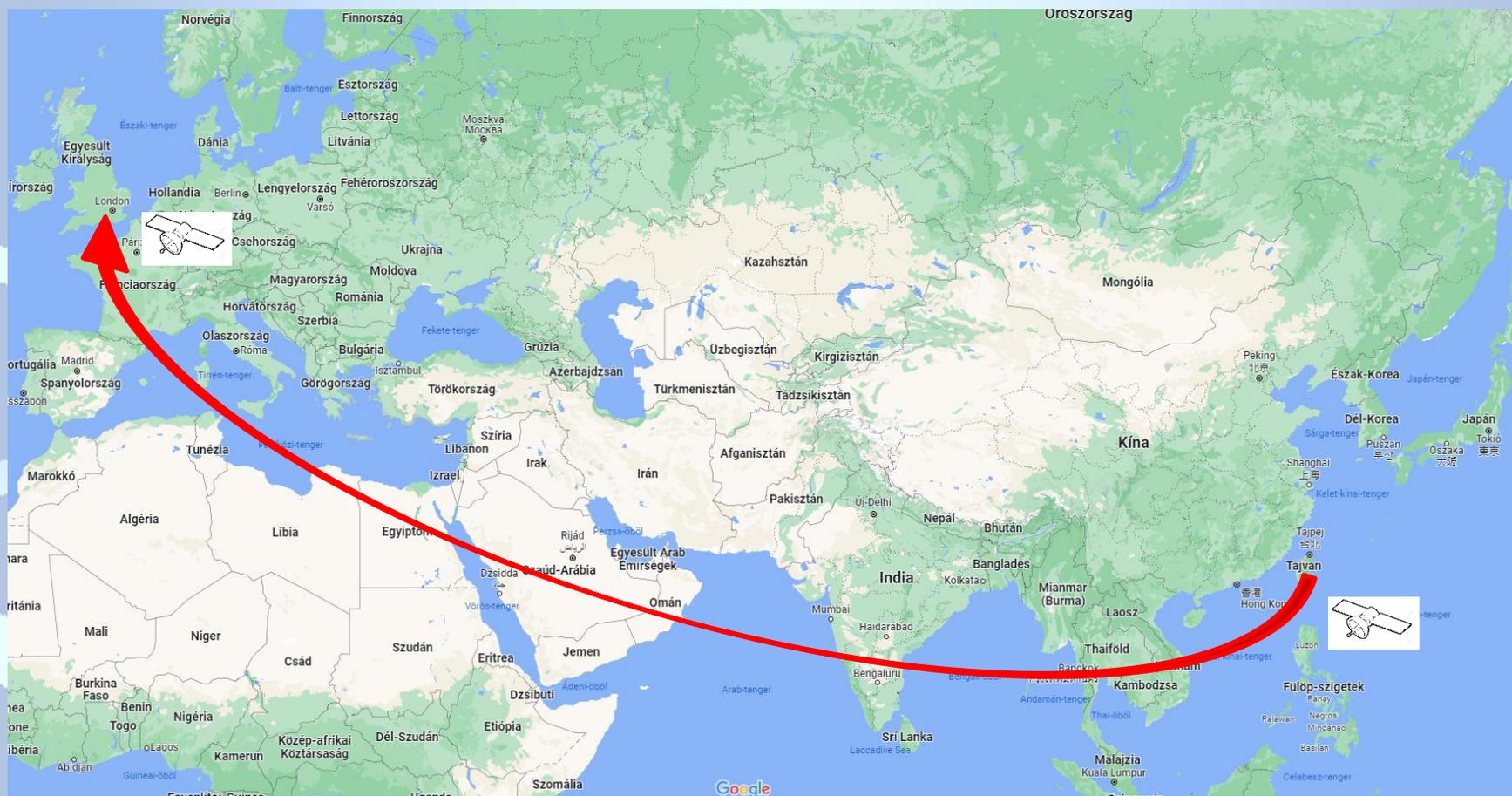
# London - Budapest



# Műszerszükséglet: hordozható UTS v.11 internet sebesség mérő GPS fejjel mindkét helyszínen: London - Tajpej

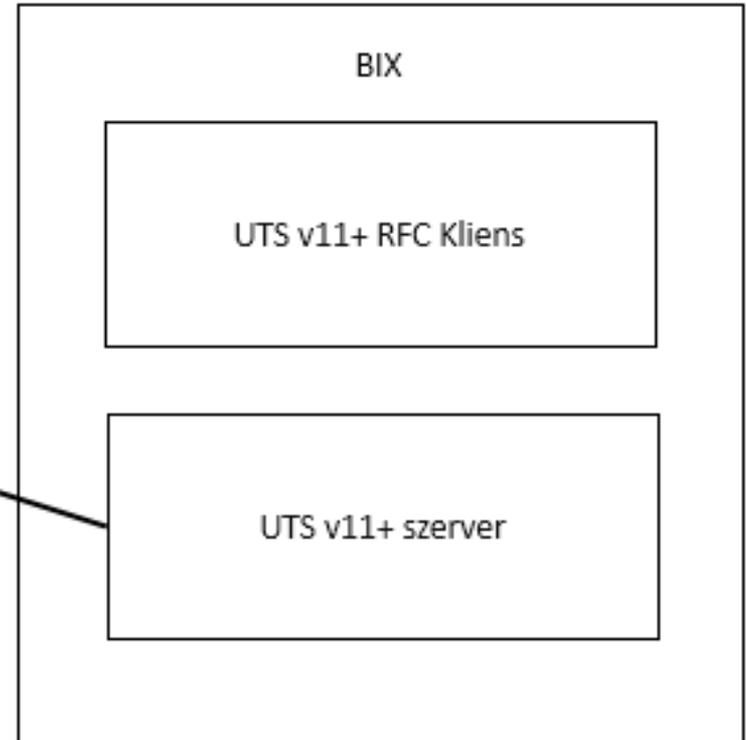


# Műszerszükséglet: hordozható UTS v.11 internet sebesség mérő GPS fejjel mindkét helyszínen: Tajpej - London



# Mért adatok lekérdezése

Mérési adatok, statisztikák lekérdezése



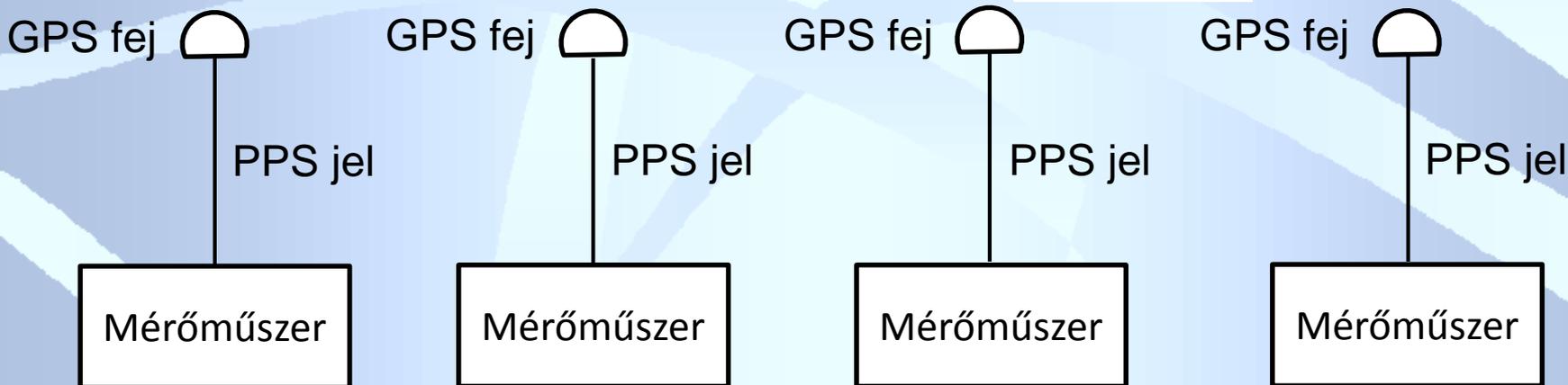
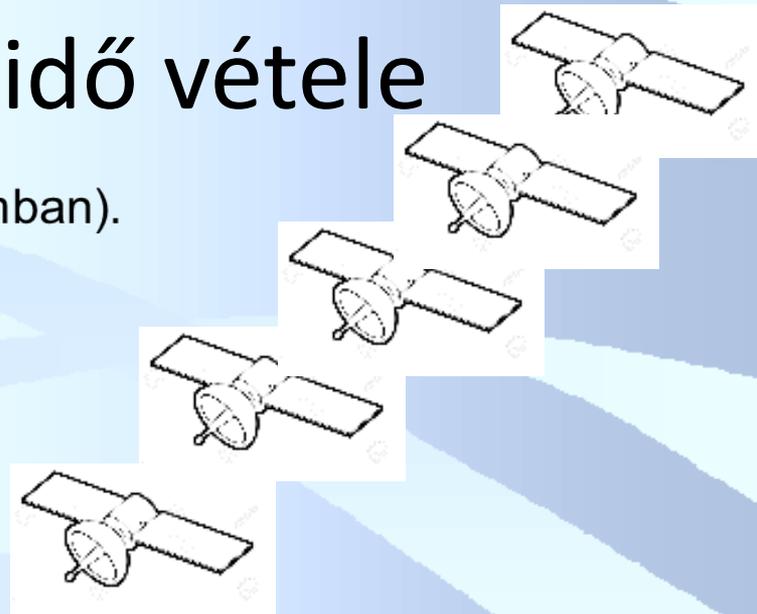
# Terjedési sebesség

## Műholdas pontos idő vétele

Elektromágneses hullám 300 000 km/s (vákumban).

Mennyit tesz meg 1 ns alatt? ( $10^{-9}$  s)

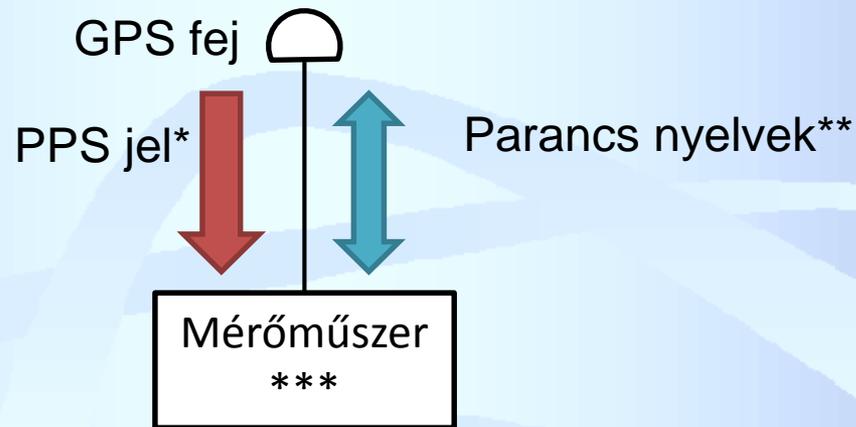
**0,3 m**



ns pontosság esetén a PPS jelek kábelhossza is számít

A műhold és a GPS fej távolságok, továbbá a köztük lévő közeg nem homogén

# GPS\*\*\*\* vevő interfészek



\*Általában RS232 interfészen CTS jel +-5V

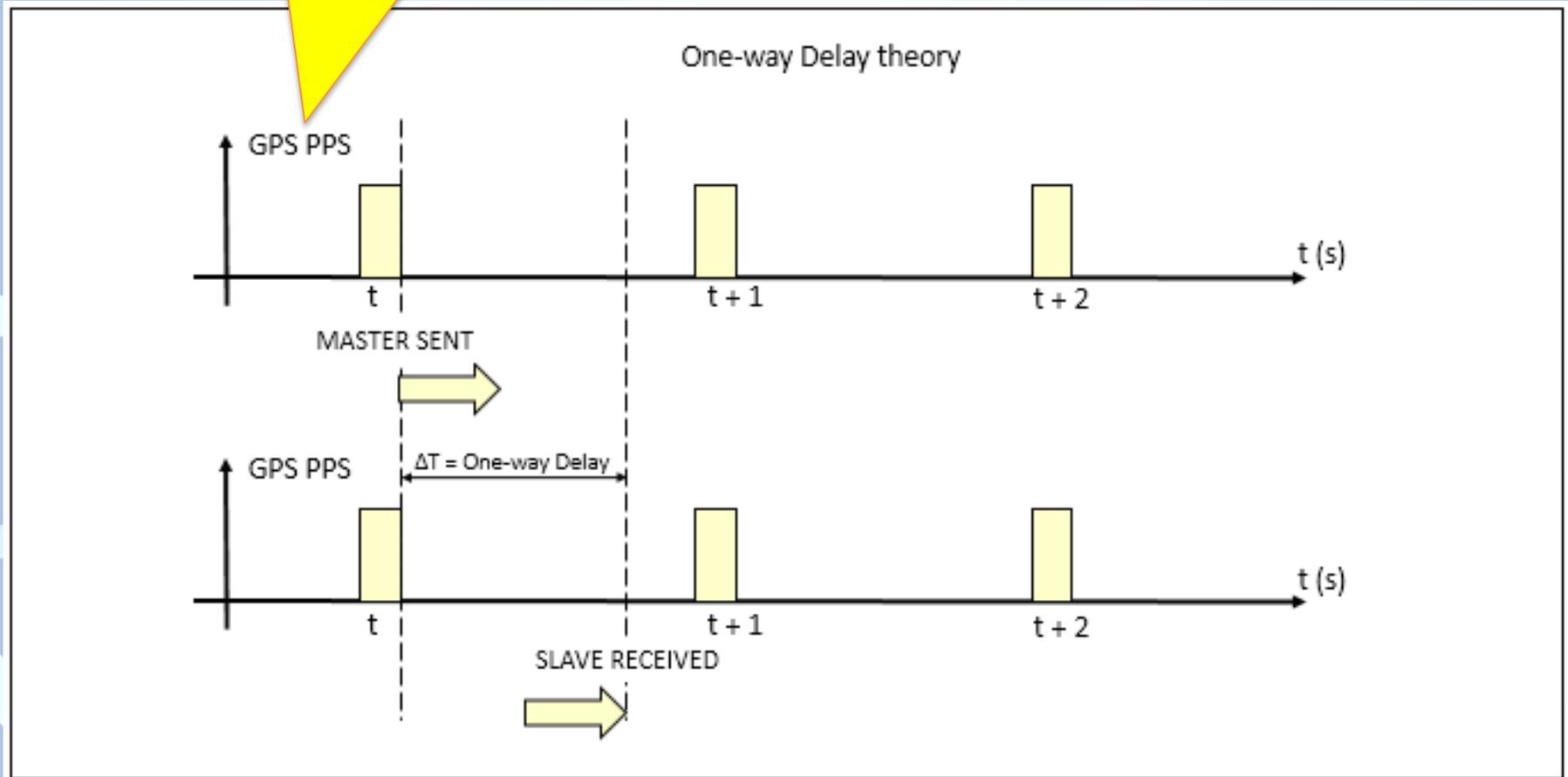
\*\*NMEA vagy OSP, vételi beállítások és állapot közlés, hely, idő (GMT)

\*\*\*A mérőműszer biztosítja a tápfeszültséget

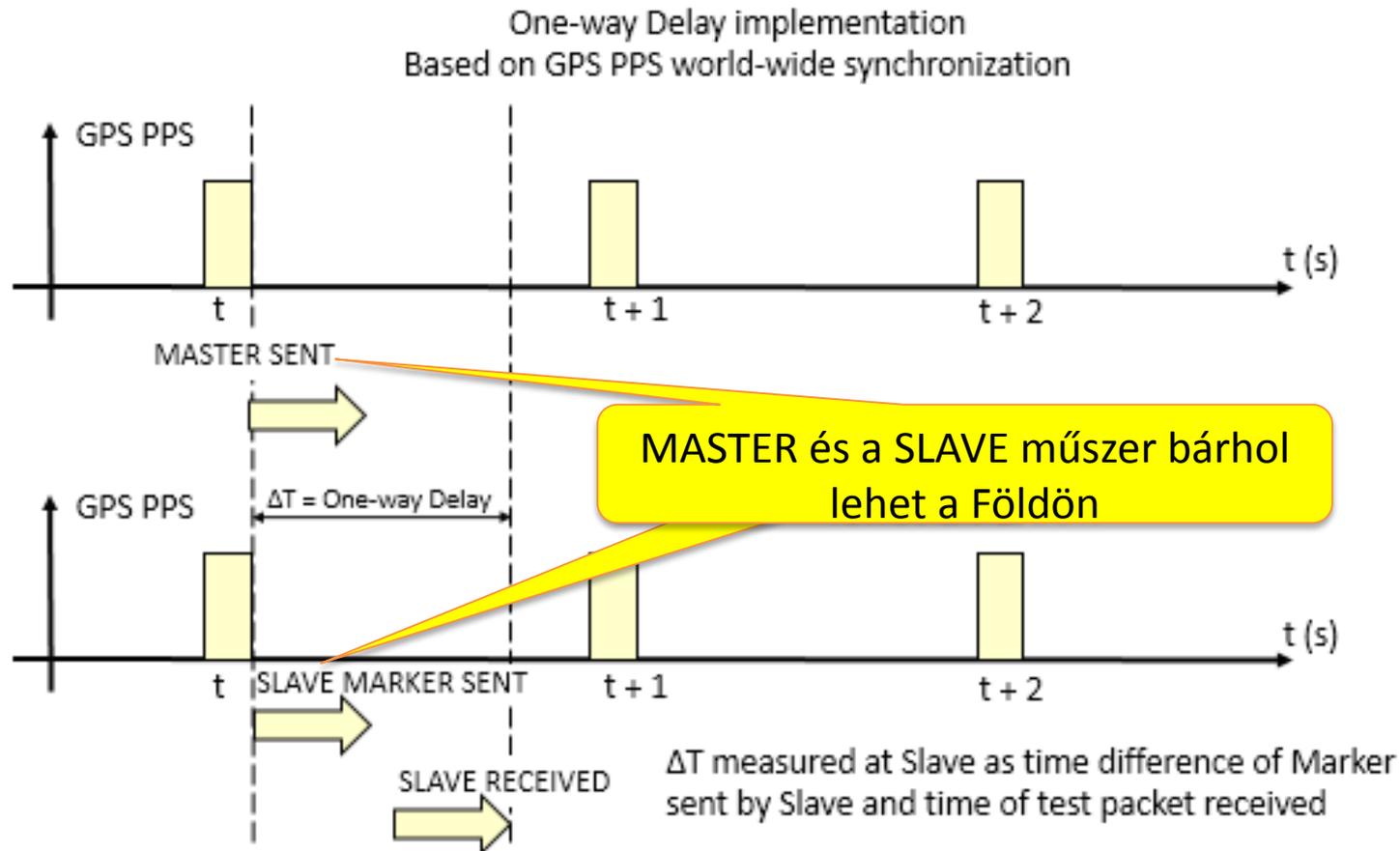
\*\*\*\*GPS = GPS vagy Glonass vagy Galileo vagy Beidou vagy ezek bármilyen kombinációja

# Egyirányú késleltetés mérése

GPS PPS= Pulse / second

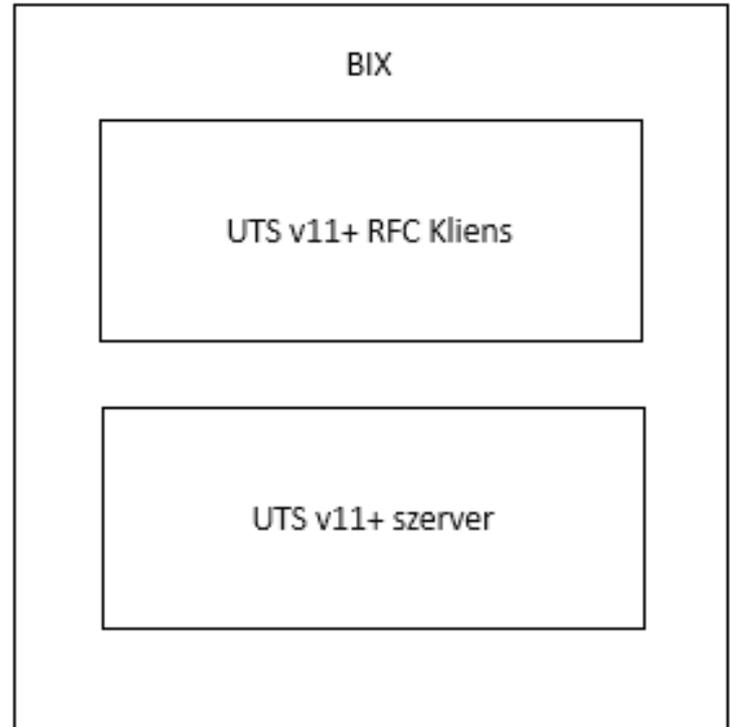
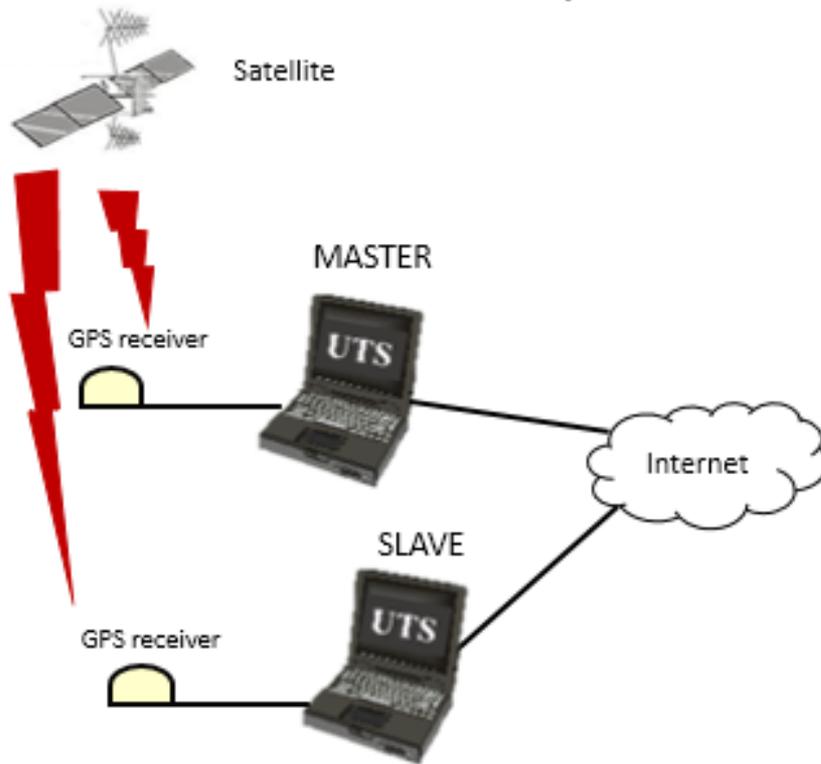


# Egyirányú késleltetés mérés megvalósítás

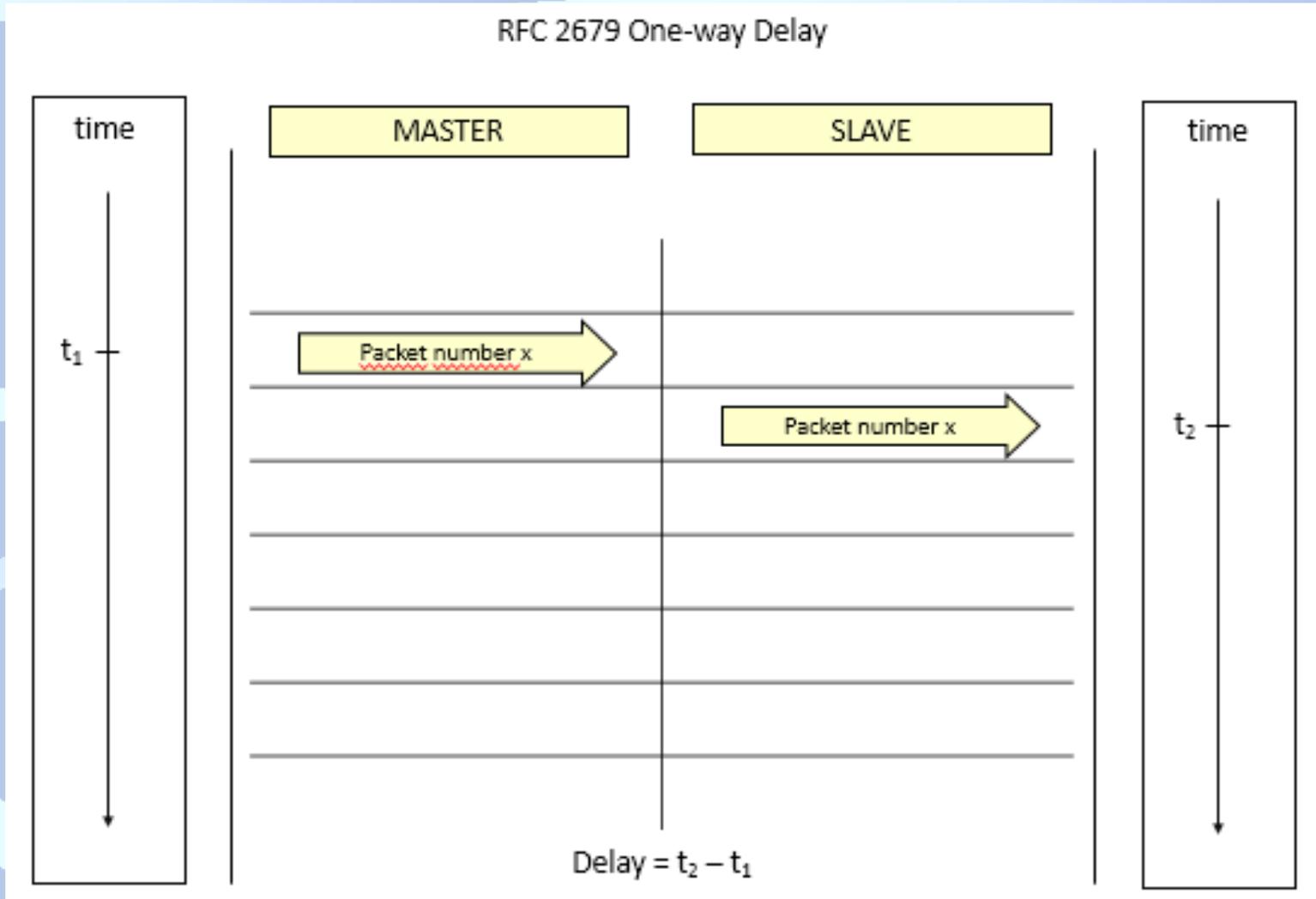


# GPS szinkronizáció

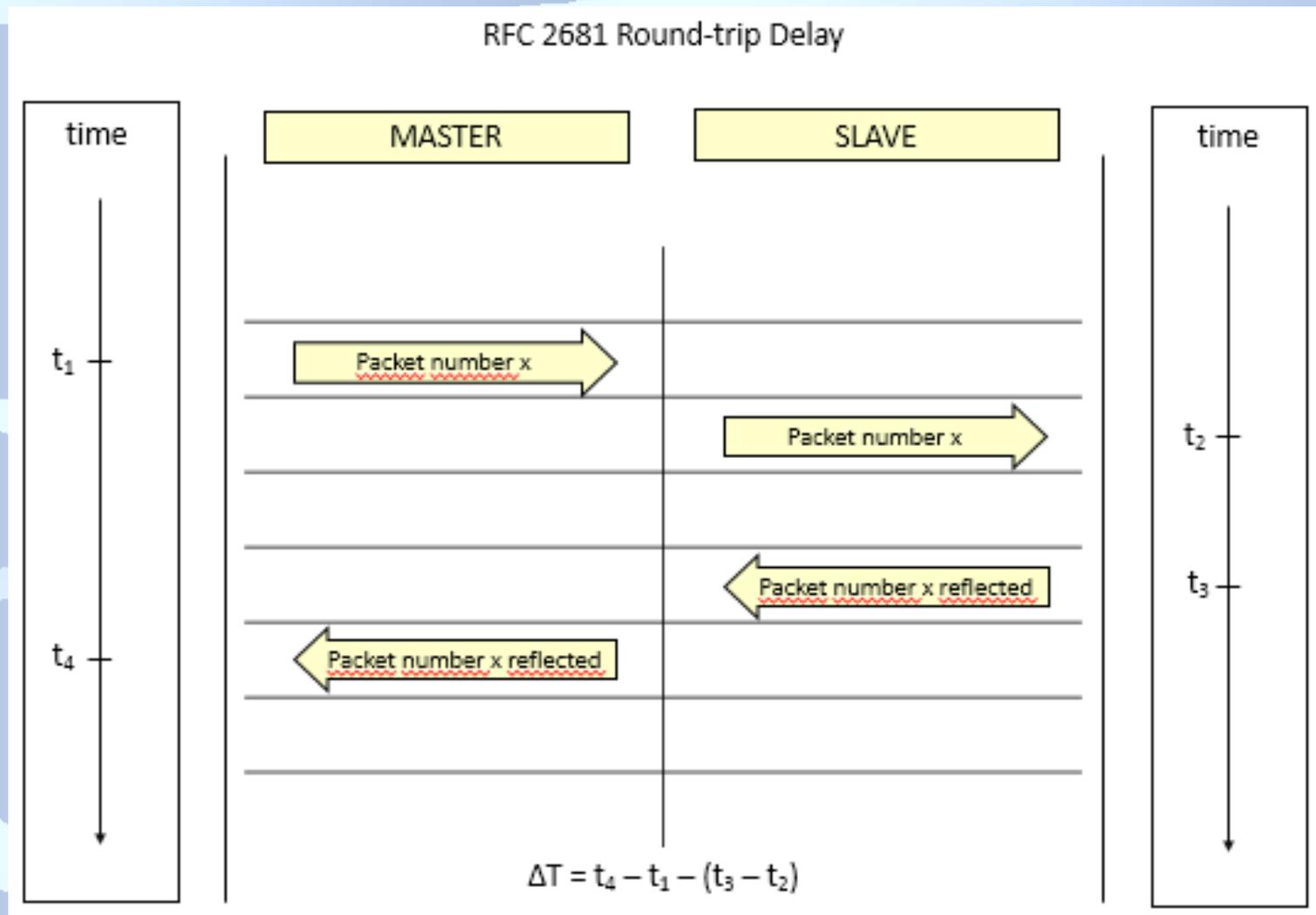
Synchronization to GPS PPS



# Mérési módszerek – egyirányú késleltetés

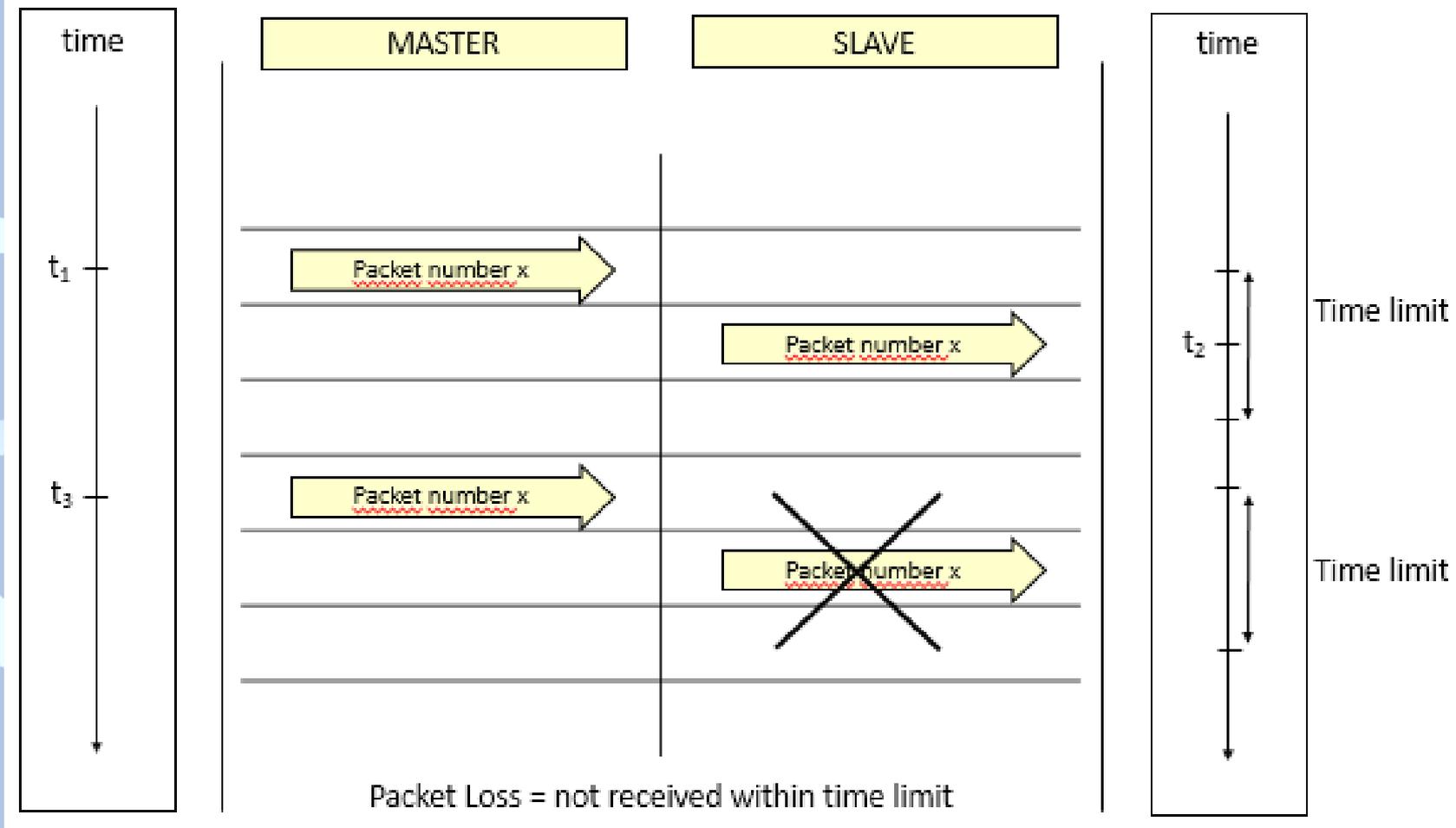


# Mérési módszerek – kétirányú késleltetés



# Mérési módszerek – egyirányú csomagvesztés

RFC 2680 One-way Packet loss



# UTS v.11+ RFC webes mérésindítás

UTS v.11+ IP hálózati QoS Monitor Compu-Consult Kft. 2014 - 2022 ©

Profil Grafikonok Táblázatok **Beállítások** Kezelés Kijelentkezés

Profil kezelés

Profil választás

Paraméterek beállítása

Profil név ?

# UTS v.11+ RFC webes mérésindítás

UTS v.11+ IP hálózati QoS Monitor Compu-Consult Kft. 2014 - 2022 ©

Profil

Grafikonok

Táblázatok

Beállítások

Kezelés

Kijelentkezés

Profil kezelés

Profil választás



Paraméterek beállítása

Profil név ?

Mérés típus ?

Honnan mérőfej ?

Hova mérőfej ?

Protokoll ?

Port (1-65535) ?

Poisson  $\lambda$  (lambda) ?

Csomag db ?

Csomag frekvencia (db/s) ?

Mérés hossz (s) ?

Csomag vesztes határidő (s) ?

Csomag méret ?

Routing ?

Részidőintervallumok ?

Default

Válasszon az alábbiak közül ▾

1

Profil felvétel

Azonnali mérés indítás

Ütemezett mérés feladás

# UTS v.11+ RFC webes mérésindítás

?		201400		202200	
05.18	08:45				
	09:00				
	09:15				
	09:30				
	09:45				
	10:00				
	10:15				
	10:30				
	10:45				
	11:00				
	11:15				
	11:30				
	11:45				
	12:00				
	12:15				
	12:30				
	12:45				
	13:00	M_start		S_start	
	13:15				
	13:30				
13:45	M_stop		S_stop		
14:00					

# UTS v.11+ RFC mérések eredmény megtekintése

UTS v.11+ IP hálózati QoS Monitor Compu-Consult Kft. 2014 - 2022 ©

Profil

Grafikonok

Táblázatok

Beállítások

Kezelés

Kijelentkezés

Profil kezelés

Profil választás

Paraméterek beállítása

Profil név ?

Mérés típus ?

UTS v.11+  
sebességmérő

UTS v.11+ RFC  
mérő

Sebességmérő  
statisztika

azon az alábbiak közül ▾

# UTS v.11+ RFC mérések eredmény megtekintése

UTS v.11+ IP hálózati QoS Monitor Compu-Consult Kft. 2014 - 2022 ©

Profil

Grafikonok

Táblázatok

Beállítások

Kezelés

Kijelentkezés

Mérőfej kiválasztás

Mérés típus

Mérés szám kiválasztás

Kezdő időpont

Év

Hónap

Nap

Óra

Perc

2018

- 9

- 28

11

: 0



Vég időpont

Év

Hónap

Nap

Óra

Perc

2022

- 5

- 12

23

: 59



Részletes táblázat lekérdezés

# UTS v.11+ RFC mérések eredmény megtekintése

UTS v.11+ IP hálózati QoS Monitor Compu-Consult Kft. 2014 - 2022 ©

Profil

Grafikonok

Táblázatok

Beállítások

Kezelés

Kijelentkezés

Vissza

Mérőfej: 201400 Cég: Compu-Consult Kft.

2018-9-28 11:00:00 és 2022-5-12 23:59:00 közötti mérések. A táblázat 100 sorból áll.

Rendezés megszüntetése

Frissítés

Mentés Excel fájlba

Mérési statisztika

rekord_no	meres_szam	profil_id	src_probe	dst_probe	user	type	proto	packetno	
<a href="#">1509</a>	220511101735	0	202200	201400	lmre	TD	TCP	100	192.
<a href="#">1508</a>	220511101735	0	202200	201400	lmre	TD	TCP	99	192.
<a href="#">1507</a>	220511101735	0	202200	201400	lmre	TD	TCP	98	192.
<a href="#">1506</a>	220511101735	0	202200	201400	lmre	TD	TCP	97	192.
<a href="#">1505</a>	220511101735	0	202200	201400	lmre	TD	TCP	96	192.
<a href="#">1504</a>	220511101735	0	202200	201400	lmre	TD	TCP	95	192.
<a href="#">1503</a>	220511101735	0	202200	201400	lmre	TD	TCP	94	192.
<a href="#">1502</a>	220511101735	0	202200	201400	lmre	TD	TCP	93	192.

# UTS v.11+ RFC mérések eredmény megtekintése

rekord_no	meres_szam	Mérési statisztikák		proto	packetno	
<a href="#">1509</a>	220511101735	Idő ablak	<input type="text" value="0"/> - <input type="text" value="40"/> másodperc	TCP	100	192.
<a href="#">1508</a>	220511101735	Kvantilis	alsó: <input type="text" value="5"/> felső: <input type="text" value="95"/>	TCP	99	192.
<a href="#">1507</a>	220511101735	dt késleltetés [s]		TCP	98	192.
<a href="#">1506</a>	220511101735	Minimum	0.000143	TCP	97	192.
<a href="#">1505</a>	220511101735	Maximum	0.000242	TCP	96	192.
<a href="#">1504</a>	220511101735	Átlag	0.000177	TCP	95	192.
<a href="#">1503</a>	220511101735	Medián	0.000176	TCP	94	192.
<a href="#">1502</a>	220511101735	Szórás	0.000016	TCP	93	192.
<a href="#">1501</a>	220511101735	Alsó kvantilis	0.000155	TCP	92	192.
<a href="#">1500</a>	220511101735	Felső kvantilis	0.000208	TCP	91	192.
<a href="#">1499</a>	220511101735	Frissítés		TCP	90	192.
<a href="#">1498</a>	220511101735	Mentés csv-be	Mentés jegyzőkönyvhöz	TCP	89	192.
<a href="#">1497</a>	220511101735	Bezárás		TCP	88	192.
<a href="#">1496</a>	220511101735			TCP	87	192.

# Grafikonok készítése

UTS v.11+ IP hálózati QoS Monitor Compu-Consult Kft. 2014 - 2022 ©

Profil Grafikonok Táblázatok Beállítások Kezelés Kijelentkezés

Profil kezelés  
Profil választás  
Paraméterek beállítása

Profil név ?  
Mérés típus ?  
Honnan mérőfej ?

UTS v.11+ sebességmérő  
UTS v.11+ RFC mérő  
Sebességmérő statisztika

Default

Válasszon az alábbiak közül ▾  
Válasszon az alábbiak közül ▾

# Grafikonok készítése

UTS v.11+ IP hálózati QoS Monitor Compu-Consult Kft. 2014 - 2022 ©

Profil Grafikonok Táblázatok Beállítások Kezelés Kijelentkezés

Mérőfej kiválasztás

Minden céges

Mérés szám kiválasztás

220511101735 TD Src: 202200 Dst: 201400

Grafikon típus

Pontos



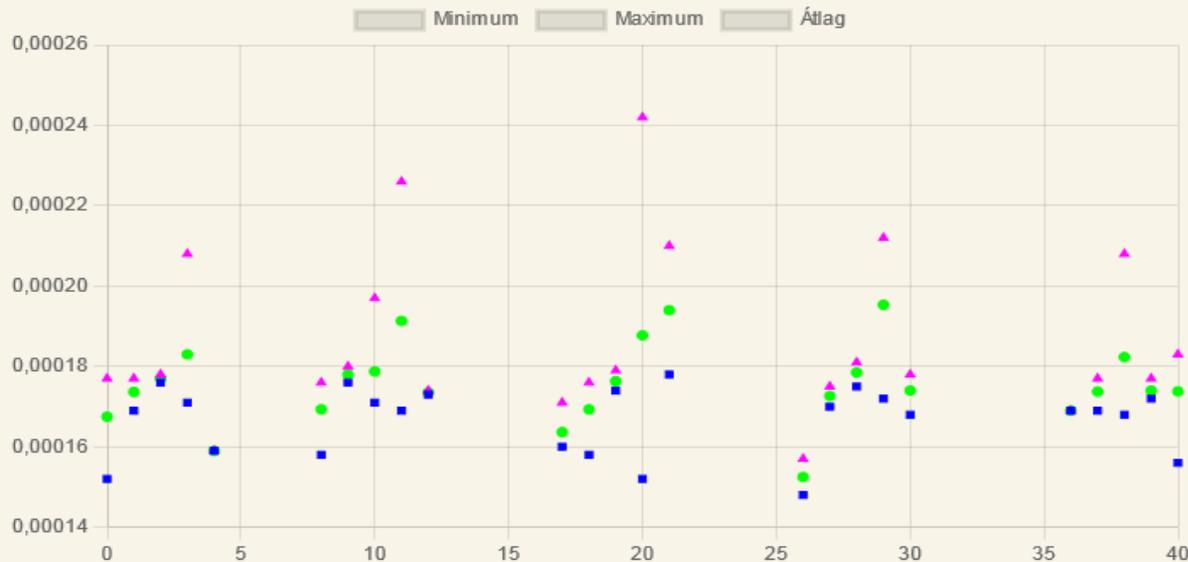
Vonalas



Oszlopos



Grafikon



Mérés

- Csomagvesztés
- Egyirányú késl.
- Körbefordulási késl.

Eredmény

- Maximum
- Átlag  Vonal
- Minimum
- Szórás
- Darab
- Nincs eredmény

X tengely felbontása

- Másodperces
- Perces
- Órai
- Napi

Y tengely felbontása

- Auto:
- Minimum:
- Maximum:

KÉP LETÖLTÉSE

KÉP MENTÉSE JEGYZŐKÖNYVBE

FRISSÍTÉS

AUTO FRISSÍTÉS

# GPS ábra

WENSS - Würth Elektronik Navigation and Satellite Software

COM settings  
Port: COM5 Baud rate: 9600 Disconnect

Navigation Satellite Configuration Utilities Support

Satellite list

PRN	Elevation	Azimuth	SNR	System	Used
16	20.2	199.5	28	Gps	Y
32	23.2	135.8	21	Gps	Y
21	33.9	279	25	Gps	Y
23	37.3	52.6	16	Gps	Y
8	57.8	298.6	36	Gps	Y
10	68.2	74.2	23	Gps	Y
27	75.3	168	27	Gps	Y

Skyview

Show legend

Connection: Open | Protocol: OSP |

# GPS ábra

WE WENSS - Würth Elektronik Navigation and Satellite Software

COM settings  
Port: COM6 Baud rate: 9600 Disconnect

Navigation Satellite Configuration Utilities Support

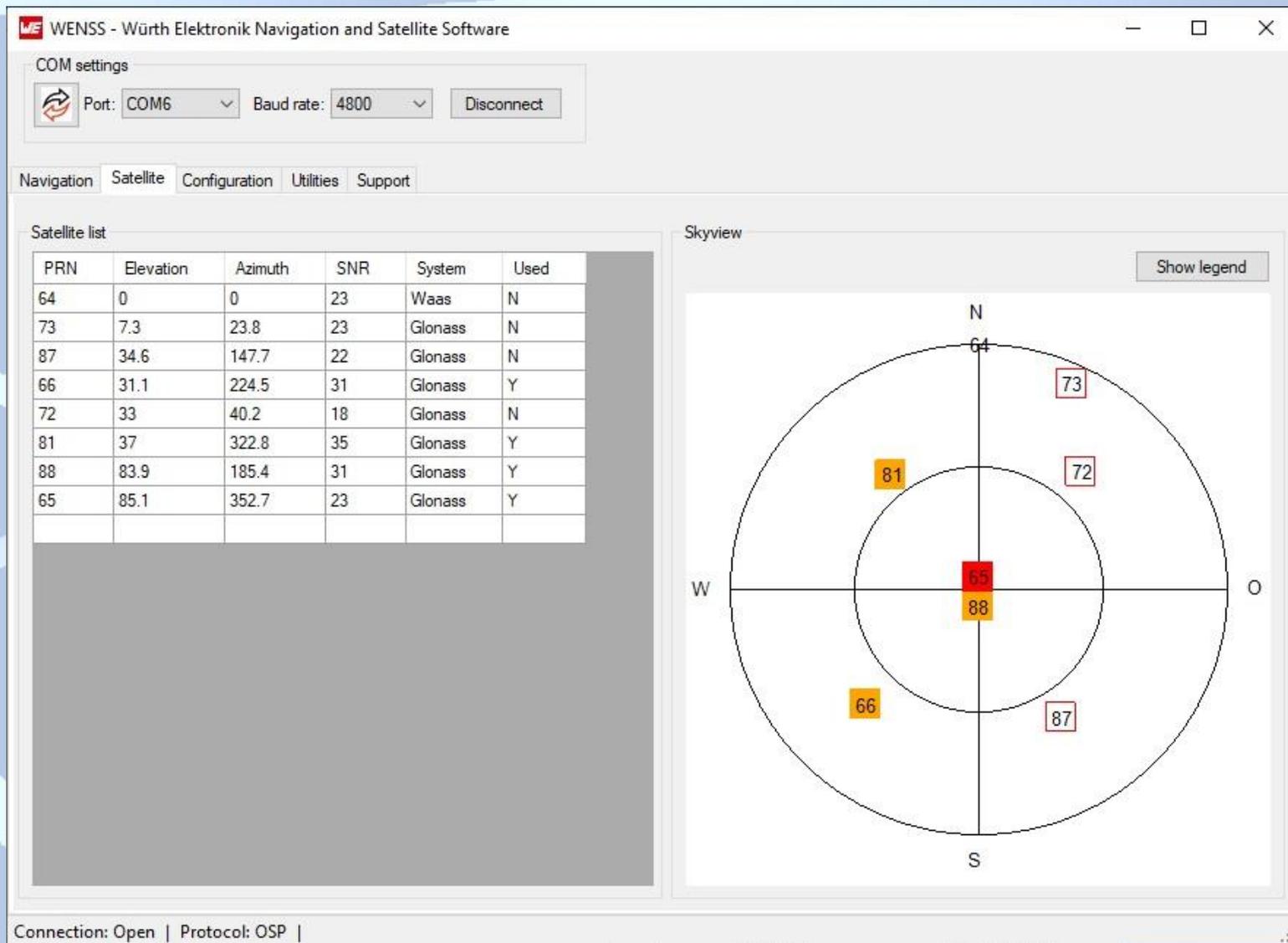
Satellite list

PRN	Elevation	Azimuth	SNR	System	Used
235	18.5	211.7	22	Galileo	N
71	20.7	29.6	27	Glonass	N
214	35.1	282.3	27	Galileo	N
81	8.2	296.9	27	Glonass	Y
78	19.3	263.7	34	Glonass	Y
72	56.2	77.8	32	Glonass	Y
87	58.1	69.6	21	Glonass	N
229	17.5	320.5	17	Galileo	N
88	55.8	323	40	Glonass	Y
65	40.3	161.2	33	Glonass	Y
79	20.7	317.5	34	Glonass	Y
64	0	0	34	Waas	N
216	60.8	295.3	12	Galileo	N
228	34.4	262.8	32	Galileo	Y
237	57.3	71.6	14	Galileo	N
21	33.8	278.9	33	Gps	N
16	20.3	199.5	19	Gps	Y
211	17	39.4	21	Galileo	N
8	57.7	298.6	34	Gps	Y
10	68.3	74.4	37	Gps	Y
27	75.4	168.1	34	Gps	Y

Skyview

Connection: Open | Protocol: OSP |

# Glonass ábra



# Glonass ábra

WENSS - Würth Elektronik Navigation and Satellite Software

COM settings  
Port: COM5 Baud rate: 9600 Disconnect

Navigation Satellite Configuration Utilities Support

Satellite list

PRN	Elevation	Azimuth	SNR	System	Used
69	14.1	24.5	19	Glonass	Y
87	18.4	249.1	27	Glonass	Y
75	24.9	177.9	32	Glonass	Y
77	34.1	321.5	26	Glonass	Y
64	0	0	23	Waas	N
85	42.8	42.8	24	Glonass	Y
76	65.5	247	45	Glonass	Y

Skyview

Connection: Open | Protocol: OSP |

# Glonass ábra

WENSS - Würth Elektronik Navigation and Satellite Software

COM settings  
Port: COM6 Baud rate: 9600 Disconnect

Navigation Satellite Configuration Utilities Support

Satellite list

PRN	Elevation	Azimuth	SNR	System	Used
64	0	0	36	Waas	N
69	14.5	26.8	20	GlONASS	N
87	16.5	247.2	28	GlONASS	Y
75	27.6	177.6	42	GlONASS	Y
77	32	322.9	29	GlONASS	Y
85	45.1	41	29	GlONASS	Y
76	66.6	253.6	45	GlONASS	Y

Skyview

Show legend

Connection: Open | Protocol: OSP |

# Galileo ábra

WENSS - Würth Elektronik Navigation and Satellite Software

COM settings  
Port: COM6 Baud rate: 9600 Disconnect

Navigation Satellite Configuration Utilities Support

Satellite list

PRN	Elevation	Azimuth	SNR	System	Used
218	0	0	36	Galileo	N
213	22.5	49.5	20	Galileo	N
219	51.7	305.8	20	Galileo	N
207	46	211.4	34	Galileo	Y
238	69.7	160.5	37	Galileo	Y
209	72.1	81.7	34	Galileo	Y

Skyview

Connection: Open | Protocol: OSP |

# Galileo ábra

WENSS - Würth Elektronik Navigation and Satellite Software

COM settings  
Port: COM5 Baud rate: 9600 Disconnect

Navigation Satellite Configuration Utilities Support

Satellite list

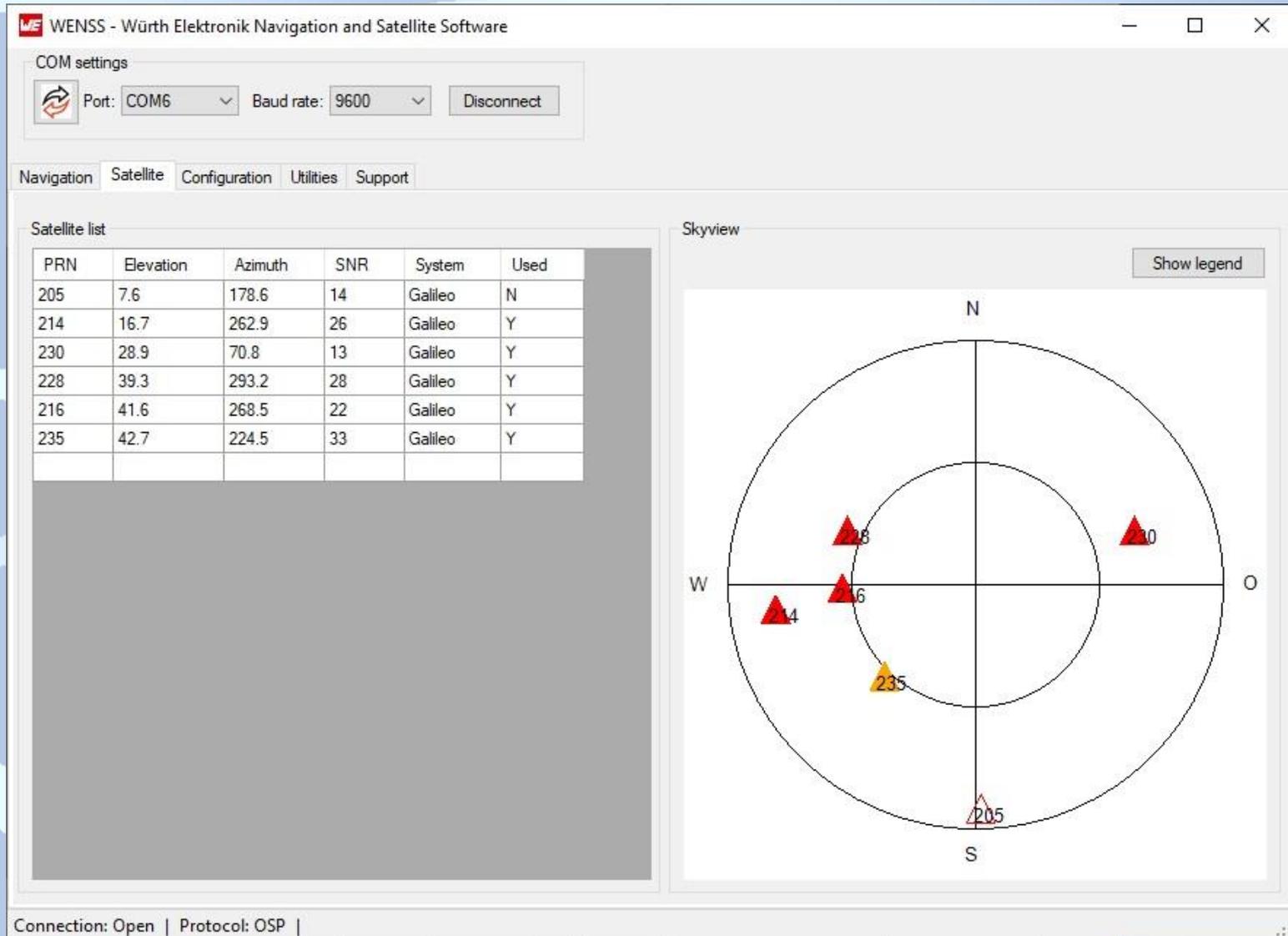
PRN	Elevation	Azimuth	SNR	System	Used
205	7.8	178.6	14	Galileo	N
214	16.5	262.7	24	Galileo	Y
139	47.8	290.4	25	Beidou	N
228	39.2	293.4	18	Galileo	Y
216	41.4	268.4	30	Galileo	Y
235	42.9	224.6	37	Galileo	Y
237	75.8	26.4	26	Galileo	Y

Skyview

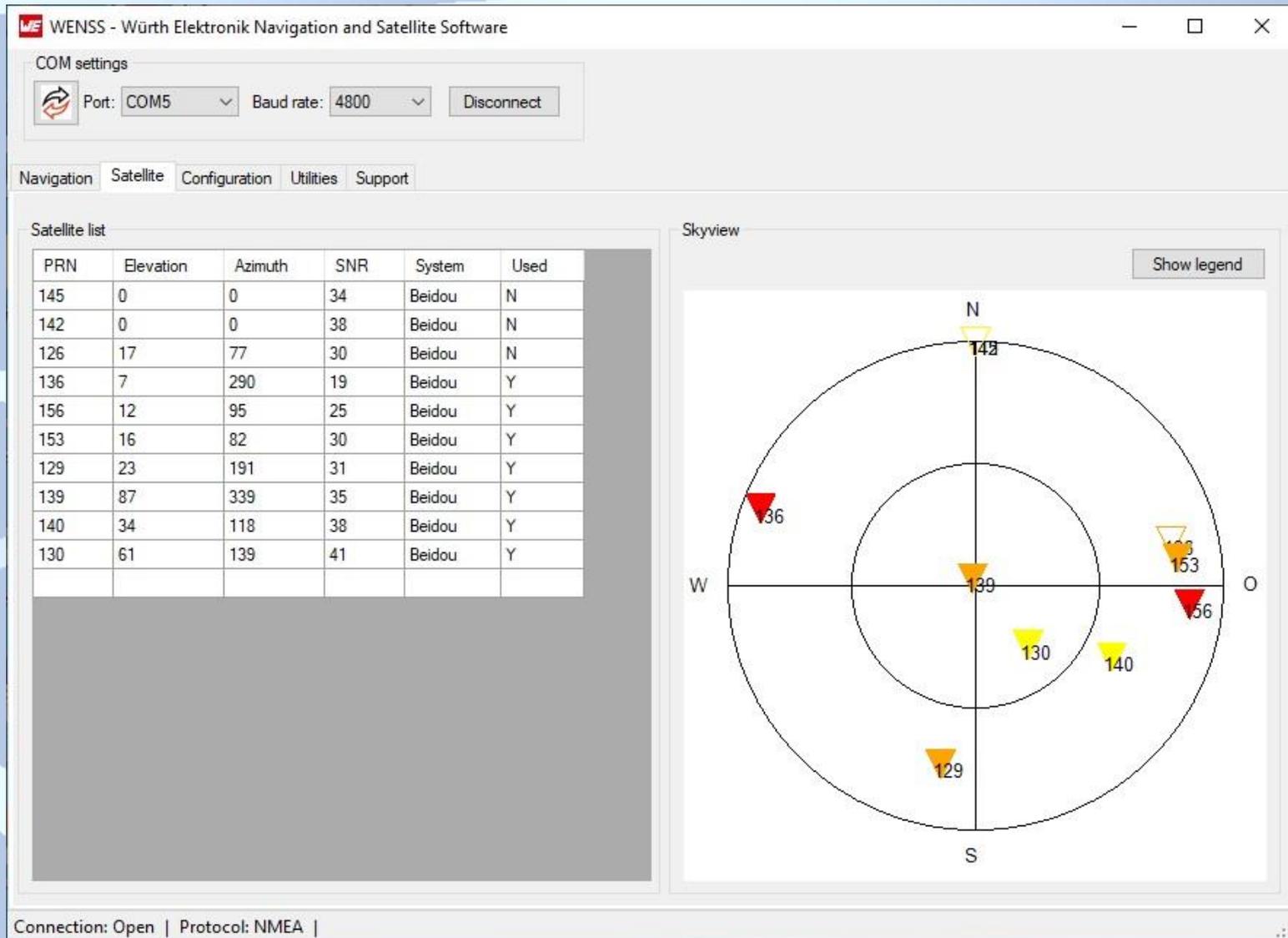
Show legend

Connection: Open | Protocol: OSP |

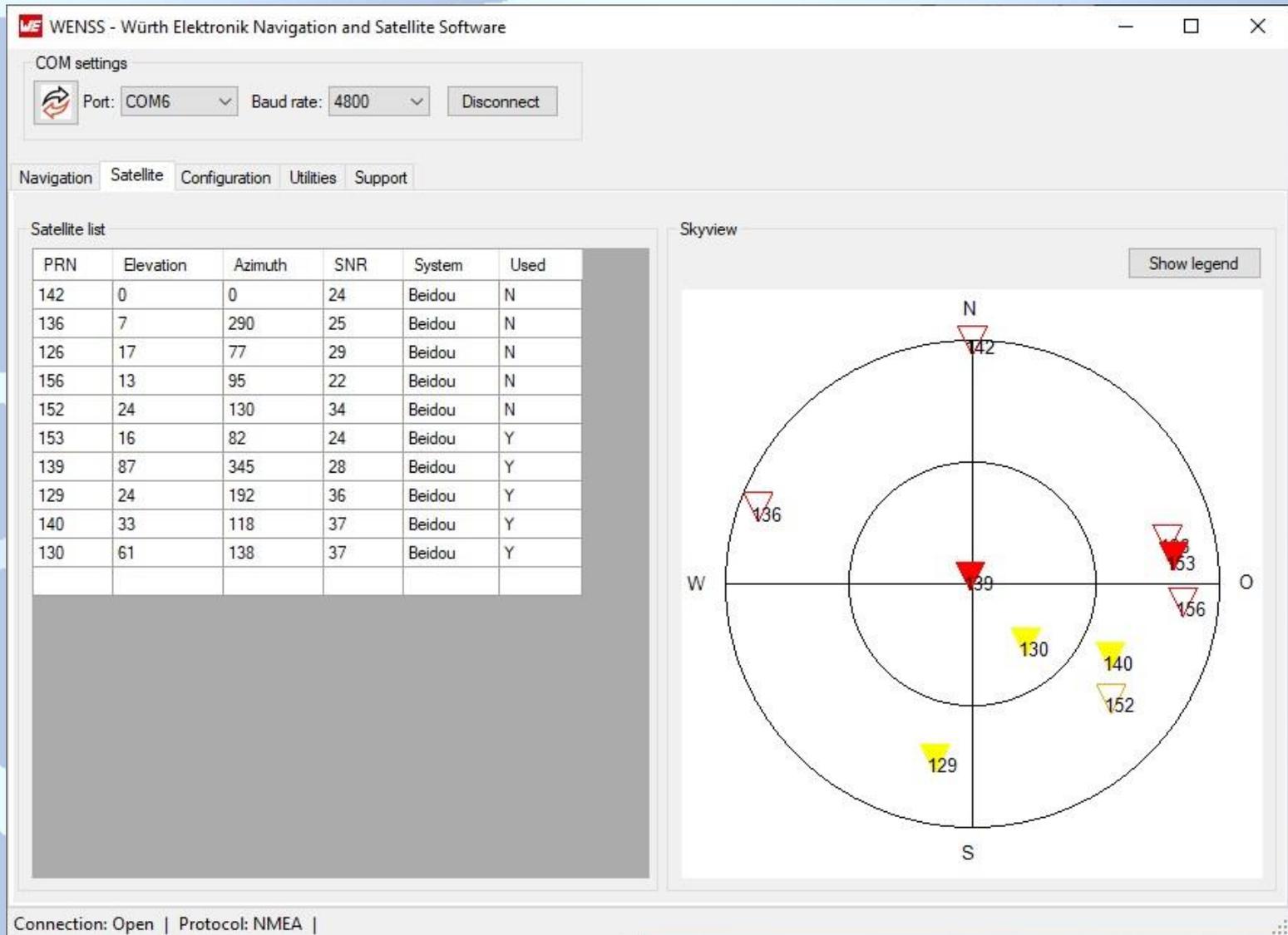
# Galileo ábra



# Beidou ábra



# Beidou ábra



# Összes technológia egyszerre

WENSS - Würth Elektronik Navigation and Satellite Software

COM settings  
Port: COM5 Baud rate: 4800 Disconnect

Navigation Satellite Configuration Utilities Support

Satellite list

PRN	Elevation	Azimuth	SNR	System	Used
229	19	315	16	Galileo	N
237	53	78	20	Galileo	N
87	53	82	23	Glionass	N
235	13	209	23	Galileo	N
72	54	63	21	Glionass	Y
228	31	257	32	Galileo	N
27	67	164	24	Gps	Y
216	65	302	25	Galileo	N
214	39	286	25	Galileo	N
88	62	333	29	Glionass	Y
1	11	274	26	Gps	Y
21	39	283	27	Gps	Y
49	33	198	35	Waas	N
16	14	197	27	Gps	Y
78	13	257	31	Glionass	Y
79	20	309	32	Glionass	Y
81	13	301	35	Glionass	Y
8	63	291	37	Gps	Y

Skyview

Connection: Open | Protocol: NMEA |

# Összes technológia egyszerre

WENSS - Würth Elektronik Navigation and Satellite Software

COM settings  
Port: COM6 Baud rate: 9600 Disconnect

Navigation Satellite Configuration Utilities Support

Satellite list

PRN	Elevation	Azimuth	SNR	System	Used
8	63.9	290.9	36	Gps	Y
79	20.3	309.2	23	Glonass	Y
10	62.6	63.4	23	Gps	Y
21	39.7	283.5	32	Gps	Y
81	14.1	301.8	31	Glonass	Y
27	67.6	164.4	33	Gps	Y
72	54	62.8	29	Glonass	Y
88	62.3	334	38	Glonass	Y
65	49.2	158.2	26	Glonass	Y
23	30.8	51.7	26	Gps	Y
228	30.8	257	36	Galileo	Y
1	11.5	274.3	25	Gps	Y
32	29.1	131.2	23	Gps	Y
229	19.4	315.7	20	Galileo	N
14	2.3	335.5	19	Gps	N
87	53	82.9	21	Glonass	N
235	13	209.5	21	Galileo	N
237	53.4	77.6	25	Galileo	N
22	13.5	150.8	27	Gps	N
214	39.6	286.9	28	Galileo	N
16	13.8	197.3	15	Gps	N

Skyview

Connection: Open | Protocol: OSP |

# Glonass modernizáció

Satellite series	Launch	Current status	Clock error
<a href="#"><u>GLONASS</u></a>	1982–2005	Out of service	$5 \times 10^{-13}$
<a href="#"><u>GLONASS-M</u></a>	2003–	In service	$1 \times 10^{-13}$
<a href="#"><u>GLONASS-K1</u></a>	2011–	In service	$5 \times 10^{-14} \dots 1 \times 10^{-13}$
<a href="#"><u>GLONASS-K2</u></a>	2022–	Test satellite manufacturing	$5 \times 10^{-15} \dots 5 \times 10^{-14}$
GLONASS-V	2023–2025	Design phase	
<a href="#"><u>GLONASS-KM</u></a>	2030–	Research phase	

# BeiDou modernizáció

Óra szinkronizálási pontosság 20 ns

Block	Launch period	Satellite launches			Currently in orbit and healthy
		Success	Failure	Planned	
1	2000–2006	4	0	0	0
2	2007–2019	20	0	0	12
3	2015–present	35	0	0	30
Total		59	0	0	42

# GPS modernizáció

Óra szinkronizálási pontosság 3 ns

Block	Launch period	Satellite launches				Currently in orbit and healthy
		Success	Failure	In preparation	Planned	
<a href="#"><u>I</u></a>	1978–1985	10	1	0	0	0
<a href="#"><u>II</u></a>	1989–1990	9	0	0	0	0
<a href="#"><u>IIA</u></a>	1990–1997	19	0	0	0	0
<a href="#"><u>IIR</u></a>	1997–2004	12	1	0	0	7
<a href="#"><u>IIR-M</u></a>	2005–2009	8	0	0	0	7
<a href="#"><u>IIF</u></a>	2010–2016	12	0	0	0	12
<a href="#"><u>IIIA</u></a>	2018–	5	0	5	0	5
<a href="#"><u>IIIF</u></a>	—	0	0	0	22	0
Total		75	2	5	22	31

# Galileo modernizáció

Óra szinkronizálási pontosság 4,3 ns

Block	Launch period	Satellite launches			In operation and healthy
		Full successes	Failure	Planned	
<a href="#">GIOVE</a>	2005–2008	2	0	0	0
IOV	2011–2012	4	0	0	3
FOC	From 2014	22	2 <a href="#">[α]</a>	10	21
G2G	From 2024	0	0	12	0
Total		28	2	22	24

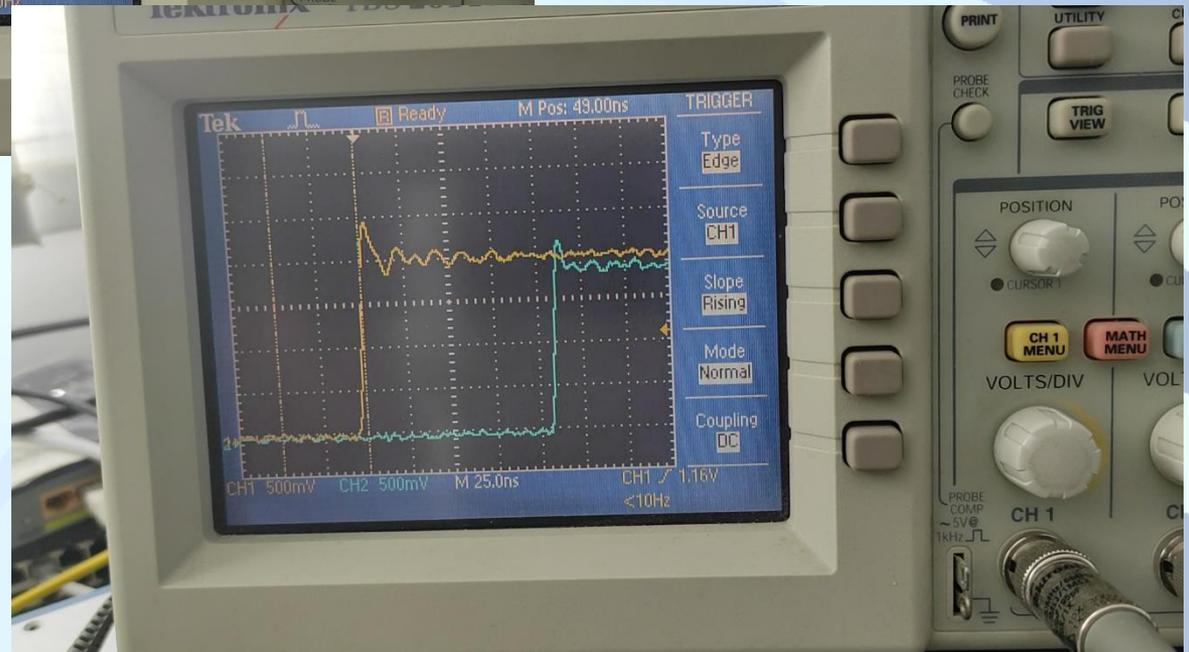
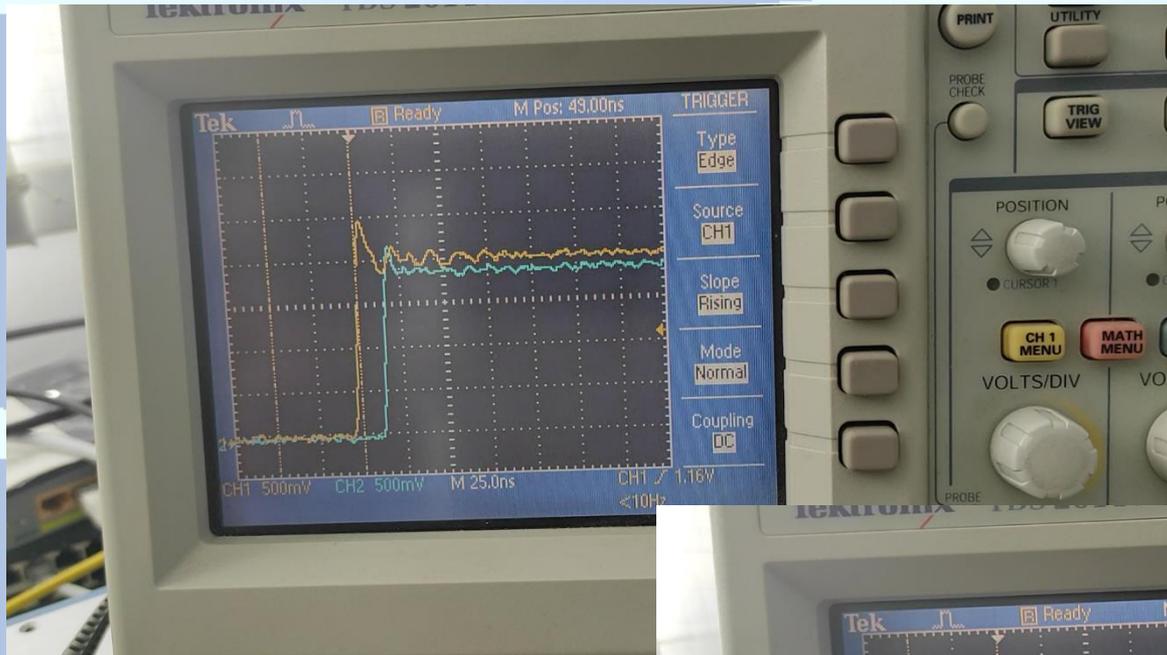
# Mérések összehasonlítása

No.	Antenna1 (sárga)	Antenna2 (kék)	Minimum eltérés [ns]	Maximum eltérés [ns]
1	Minden	Glonass	60	125
2	Minden	Galileo	10	105
3	Minden	Beidou	0	75
4	Glonass	Glonass	0	40
5	Galileo	Galileo	0	70
6	Beidou	Beidou	5	50
7	Minden	Minden	0	40
8	Minden	GPS	0	-35

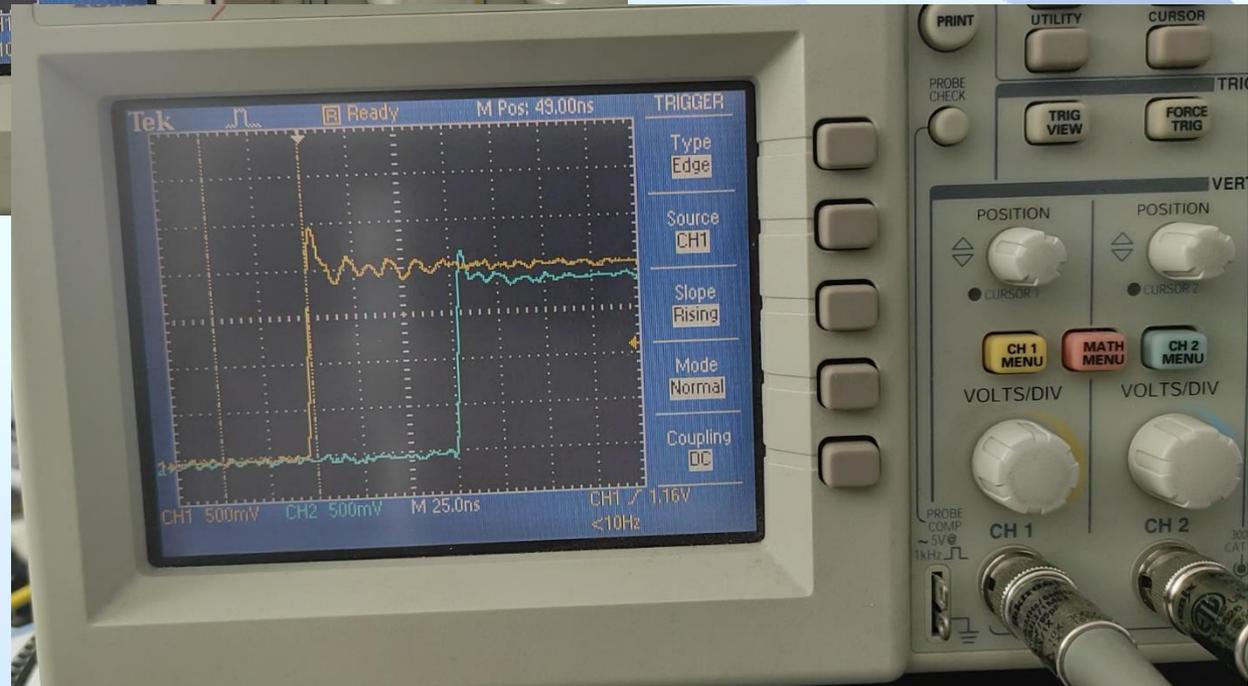
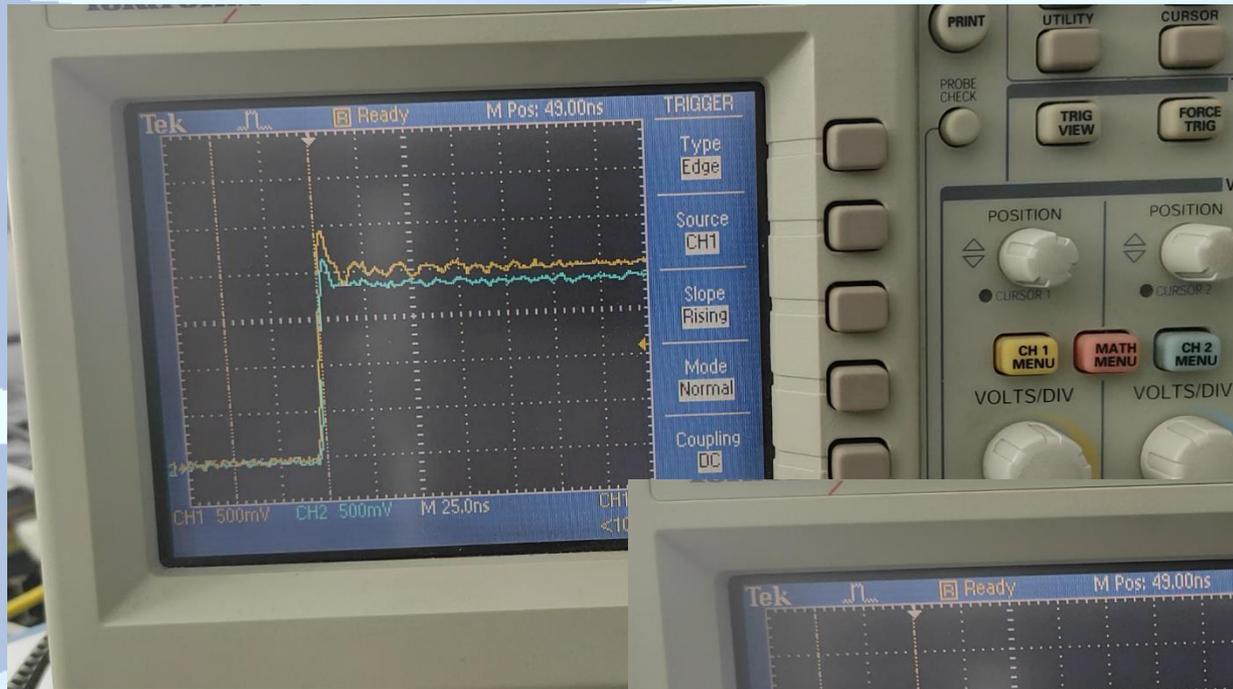
\*Minden = GPS, Glonass, Galileo, Beidou bekapcsolva



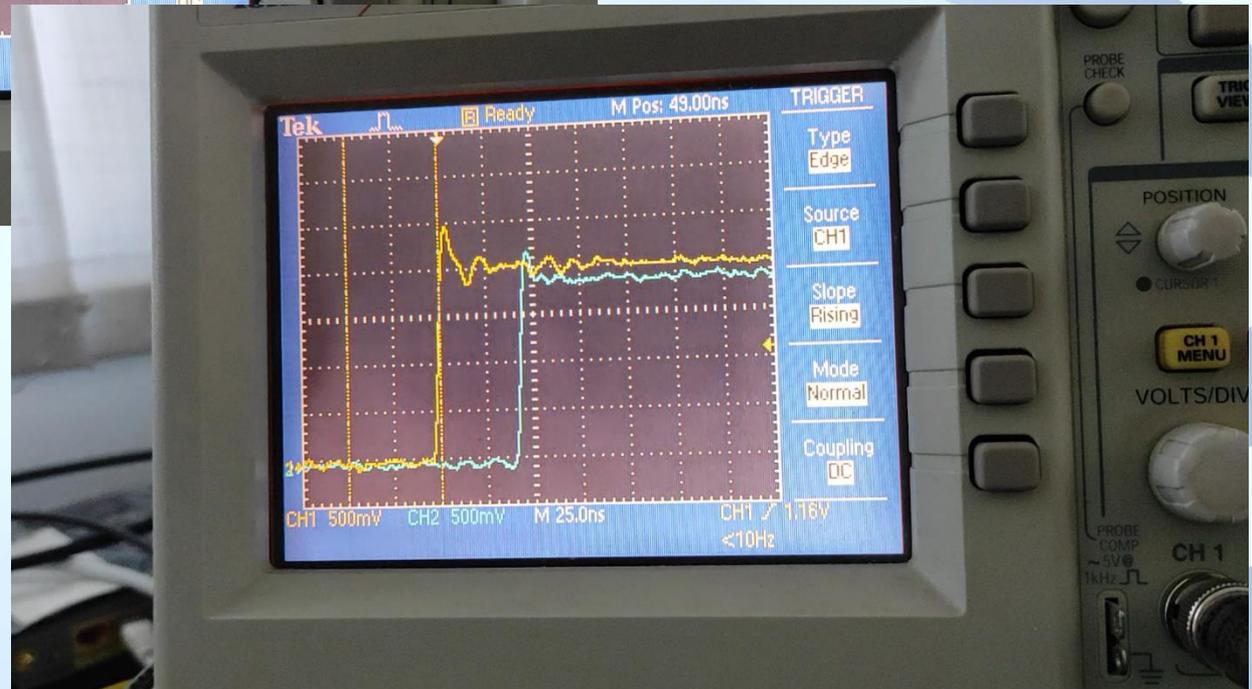
## 2. Minden – Galileo mérés



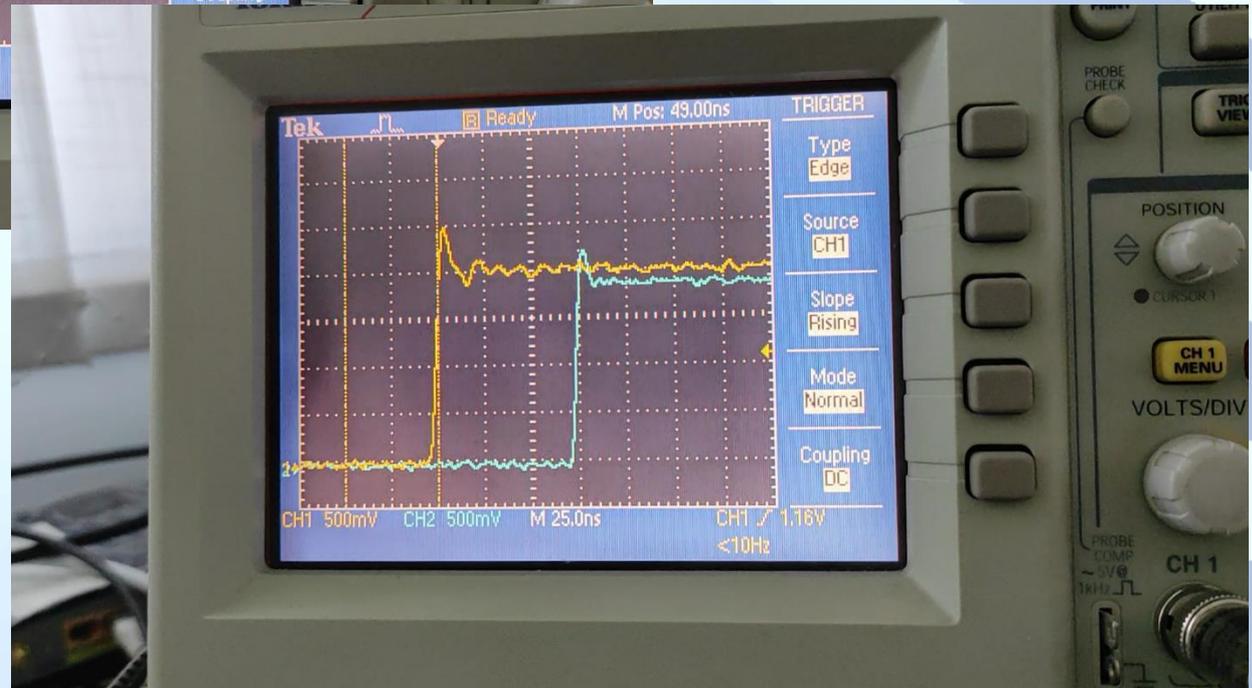
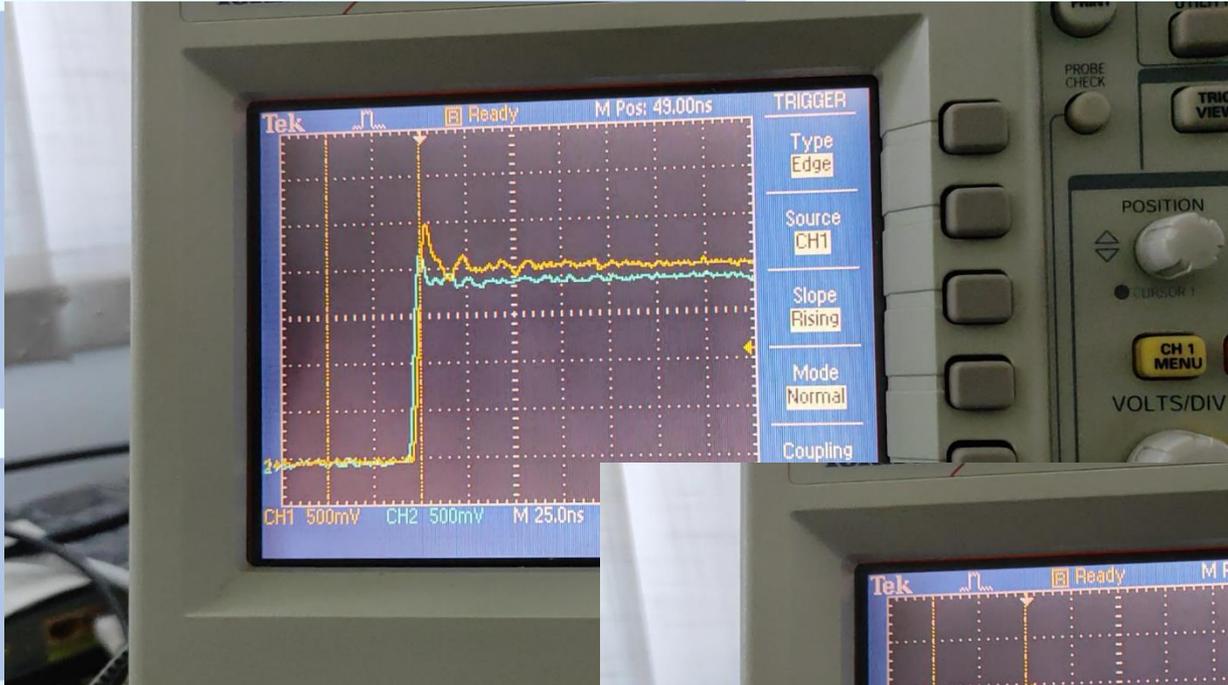
# 3. Minden – Beidou mérés



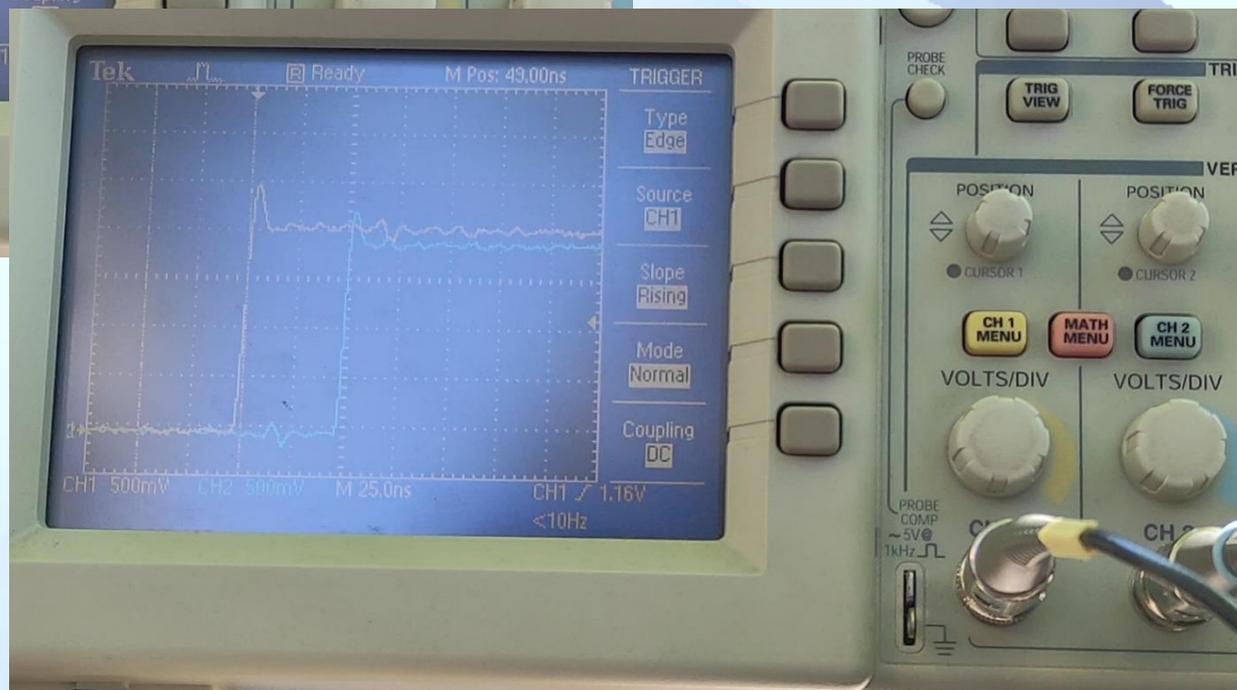
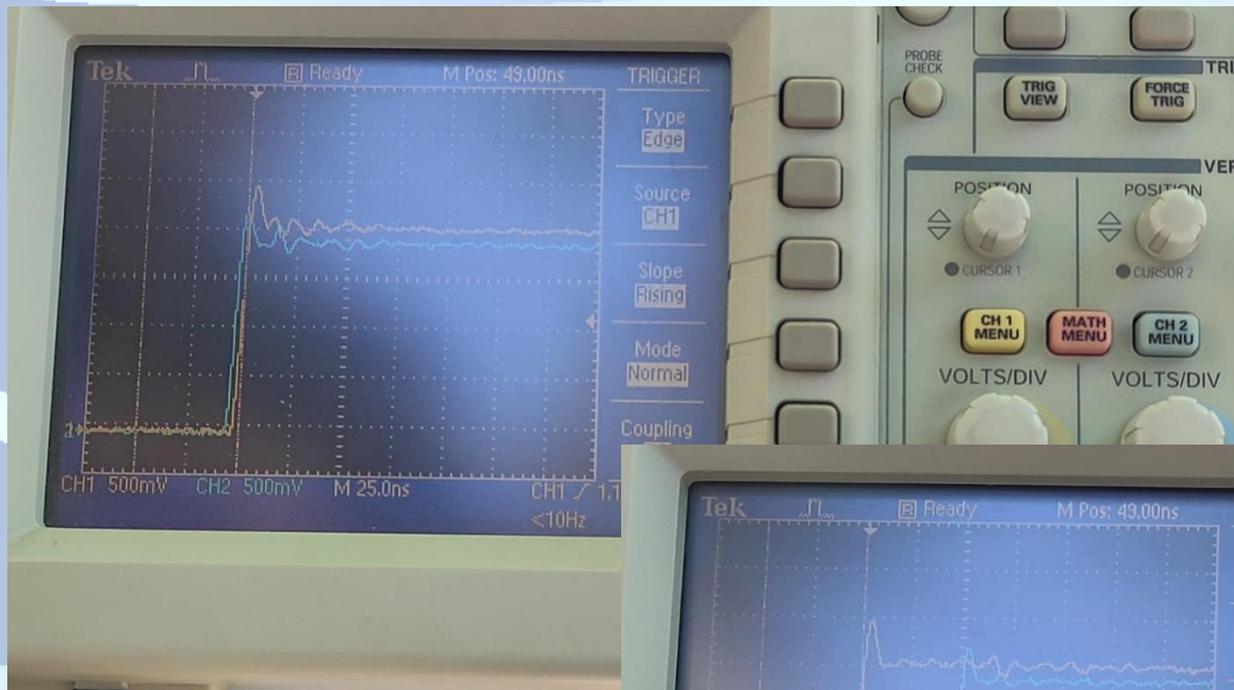
# 4. Glonass – Glonass mérés



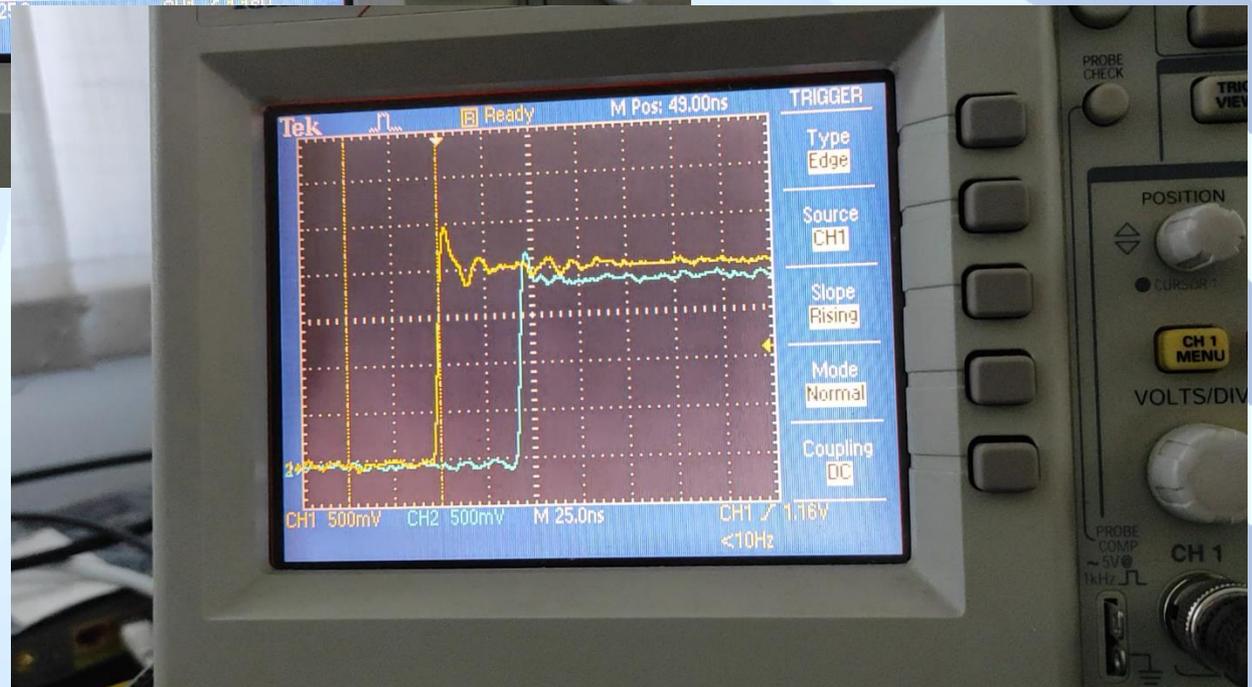
# 5. Galileo – Galileo mérés



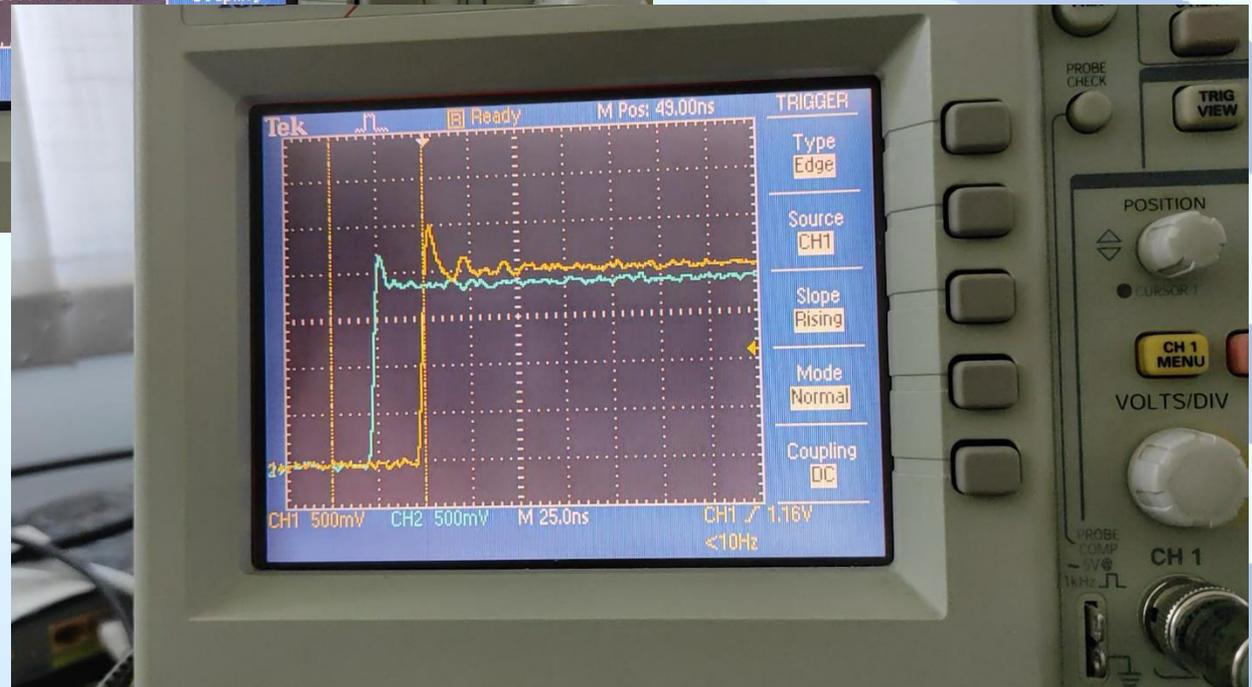
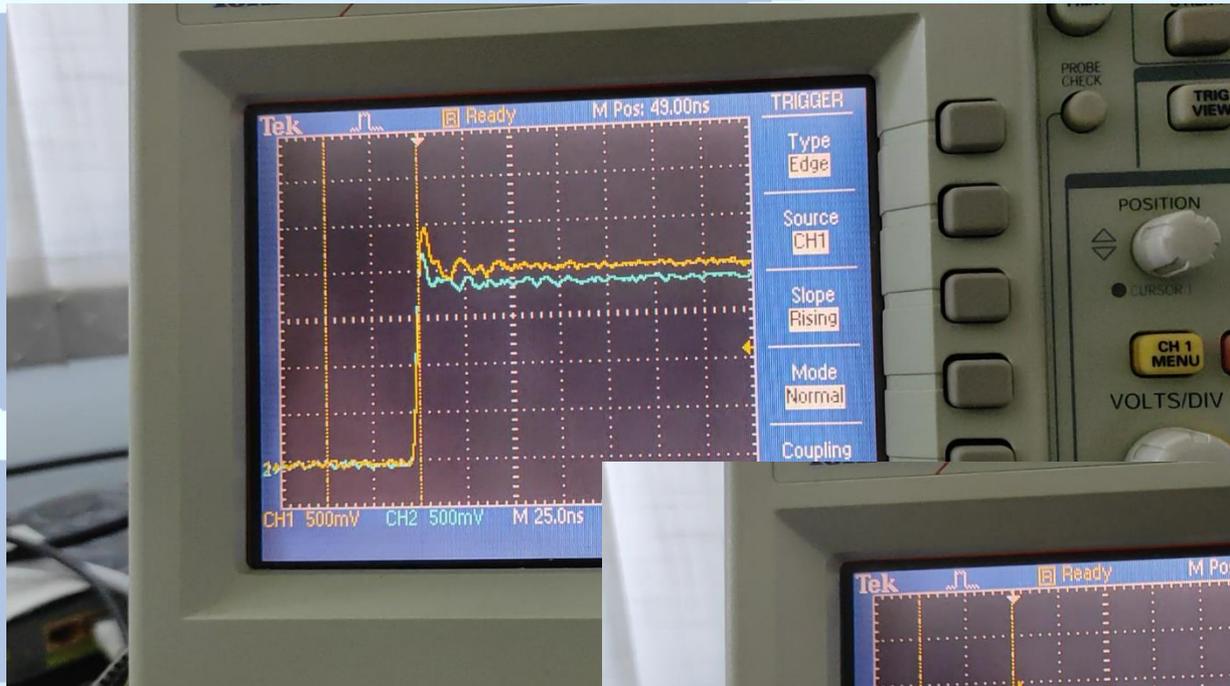
# 6. Beidou – Beidou mérés



# 7. Minden – Minden mérés



# 8. Minden – GPS mérés



# Az idő eltérés csökkentése

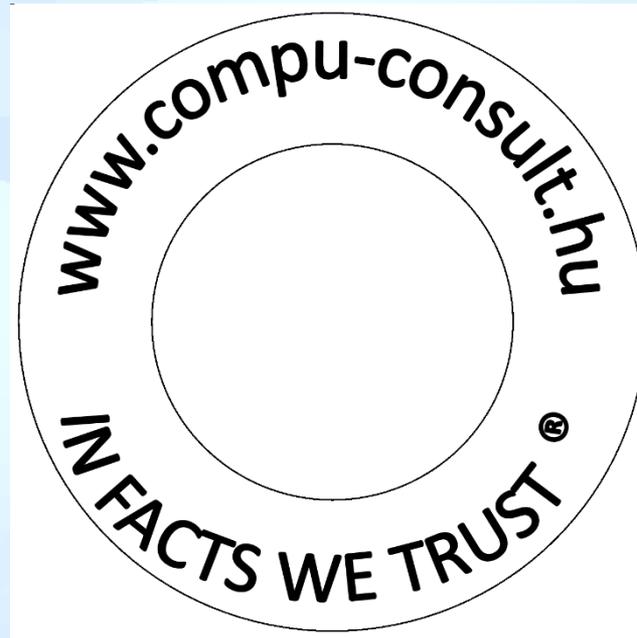
A PPS jel jittere hosszú idejű átlagolással és szűréssel tovább csökkenthető egészen a 10 ns tartományig.

Ping idő mérése speedtest.net-tel  
ms pontosságú  
csak 2 irányú mérések tud

Egyirányú késleltetés mérés UTS v.11 műszerrel  
ms pontosságú  
GPS szinkronnal  
PC-s műszer hardver

compu-consult.hu

A tényeknek hiszünk.



**Köszönöm a figyelmet!**