

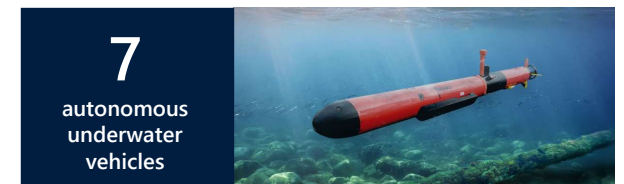
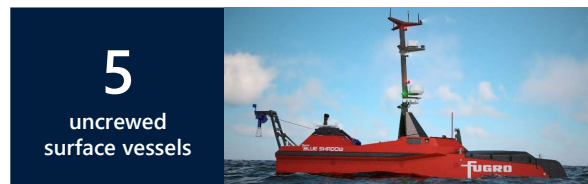


Nieuwe GNSS toepassingen in de Hydrografie

Hans.Visser@Fugro.com

18-Mei-2022, GNSS voor nieuwe precisietoepassingen TU Delft VPN/NIN/GIN

Fugro overzicht



Hydrografie op afstand



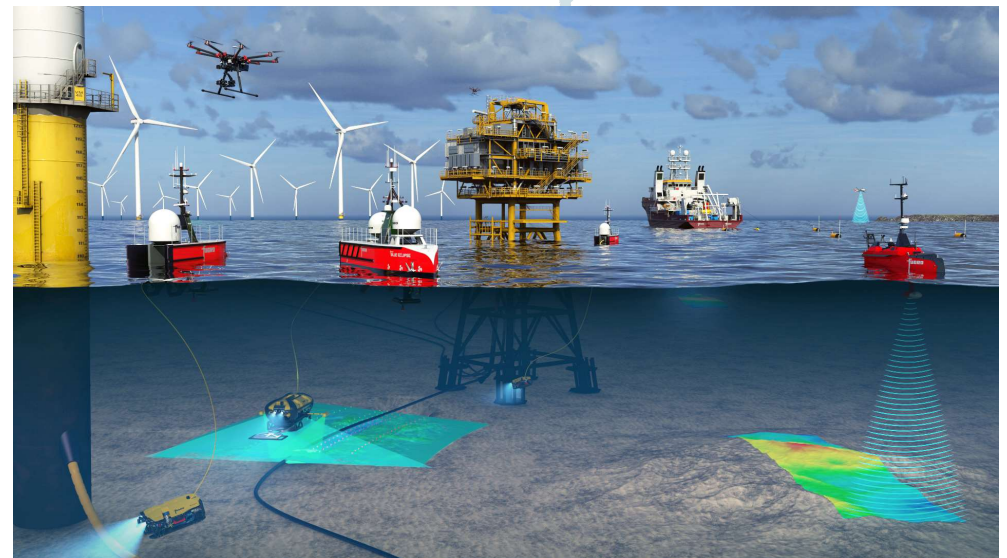
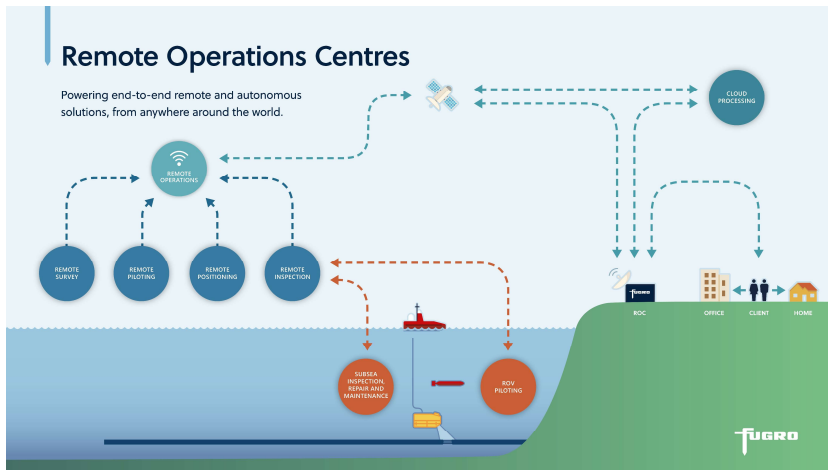
Blue Shadow
8 Meter



Blue Essence
12 Meter



Blue Eclipse
18 Meter



De toekomst





GPS Status en toekomst

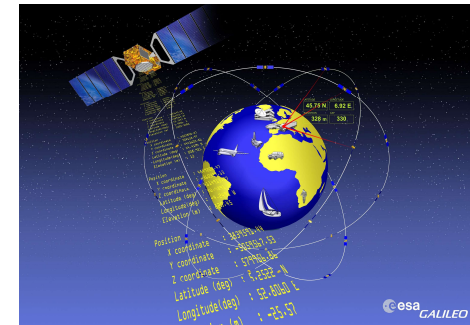
Satelliet	Aantal *Uit	Oud Jaren	Oudste Jaren	Signalen	Commentaar	Initieel Operationeel (IOV)?
GPSIIR Revised	7(5*)	20.3	24.7	L1,L2, P1, P2	Standaard. Nucleaire Detectie	
GPSIR-M	7(1*)	14.5	16.5	+L2C	+Sterker L2 signaal	2023
GPSIIF Follow on	12	8.2	11.8	+L5 +M-Code	+3e Frequentie in beschermde band Nieuwe Militaire code Betere klokken	2024 2025
GPSIII	4(1* G11) Nog 6 te lanceren	2.0 > MTBF	3.3	+L1C	Compatibel met Galileo Nog betere klokken Betere jamming bescherming 60x Regionaal Militaire Protectie	>2030
GPSIIF Follow on	22	> > MTBF	2026		Laser Reflectors voor precieze baan Search en Rescue (SAR) Betere Nucleaire Detectie	

Galileo Status



22 Werkende satellieten

- E10 E34 Gelanceerd december 2021. E34 werkt. E10 komt snel.
- E14 E18 in elliptische baan zullen niet bruikbaar worden.
- E20 IOV 104 staat uit sinds 2014. Alleen E1 werkt. Mogelijk klok problemen.
- E01 klok drift sinds 29-April-2022... Nieuwe klok
- 10 Batch3 Galileo Satellieten zijn klaar voor lancering
- Zeer nauwkeurige klokken.
- Mogelijk problemen met betrouwbaarheid bestaande klokken. In 2017 onderzocht en verbeterde procedure.
- Mogelijk soms problemen met de uplinks 4 locaties, 5 schotels.
- Bonaire krijgt een GESS Referentie station (klaar 2024)



Galileo Toekomst



~~2022 lancering 4 Satellieten met 2 Sojouz raketten in Guyana.~~

2023 2 Lanceringen met Ariane62 raket (2 Booster straps) : Galileo Initieel Operationeel (I)

2024... Twee Lanceringen per jaar? Volledig Operationeel.

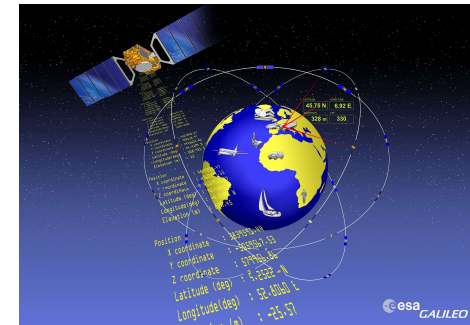
2023 Open Service Navigatie Message Authenticatie(OSNMA) (Checksum op ephemeriden) test. Initiele Service.

2022 Mei ICD High Accuracy Service (HAS1) is beschikbaar

2022-Zomer HAS(Service Level1) Eerste publieke testen Europa

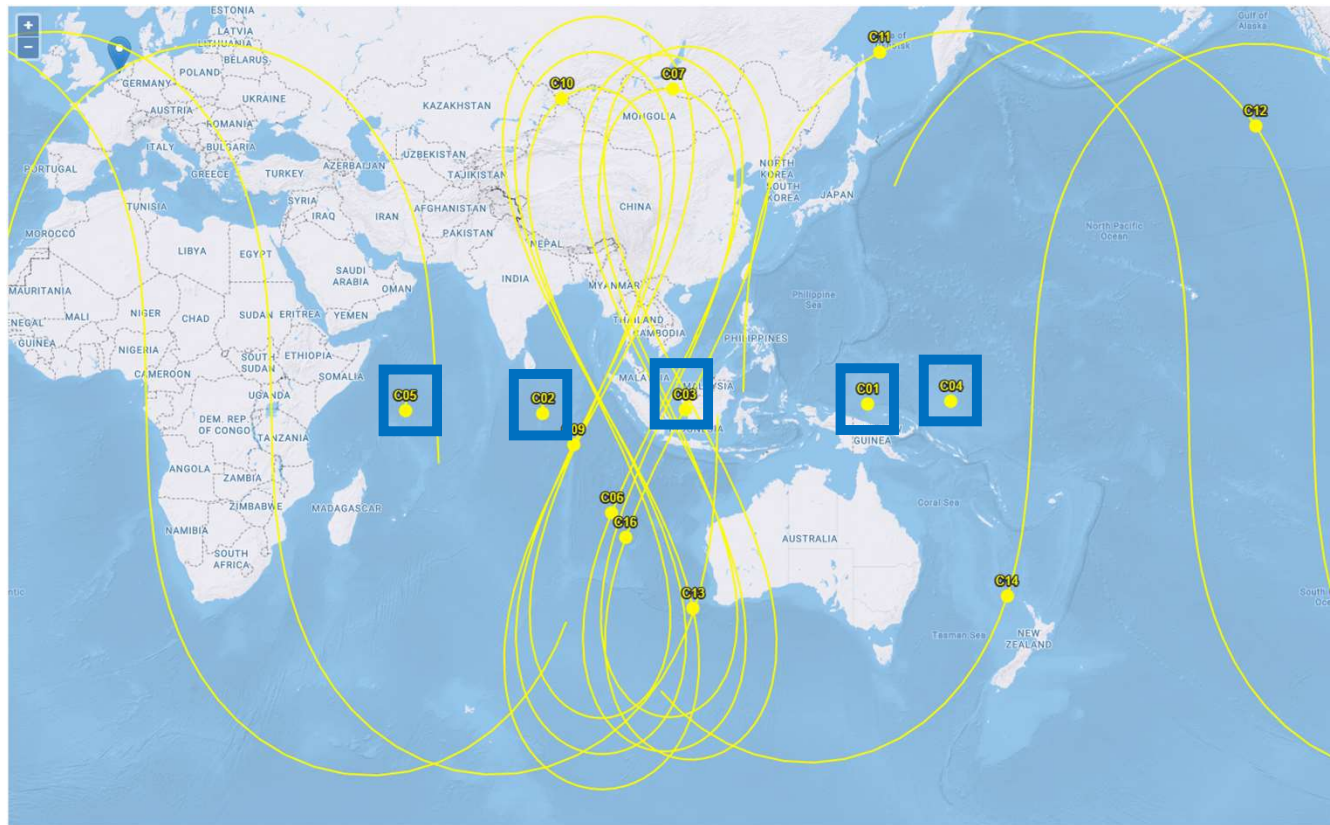
40 cm Hoogte, 20 cm horizontaal 95%

2024 HAS(Service Level2) met externe banen en Ionosfeer mode (5 Minuten convergentie boven Europa)



BeiDou2 (Sinds 2014)

Status 2022

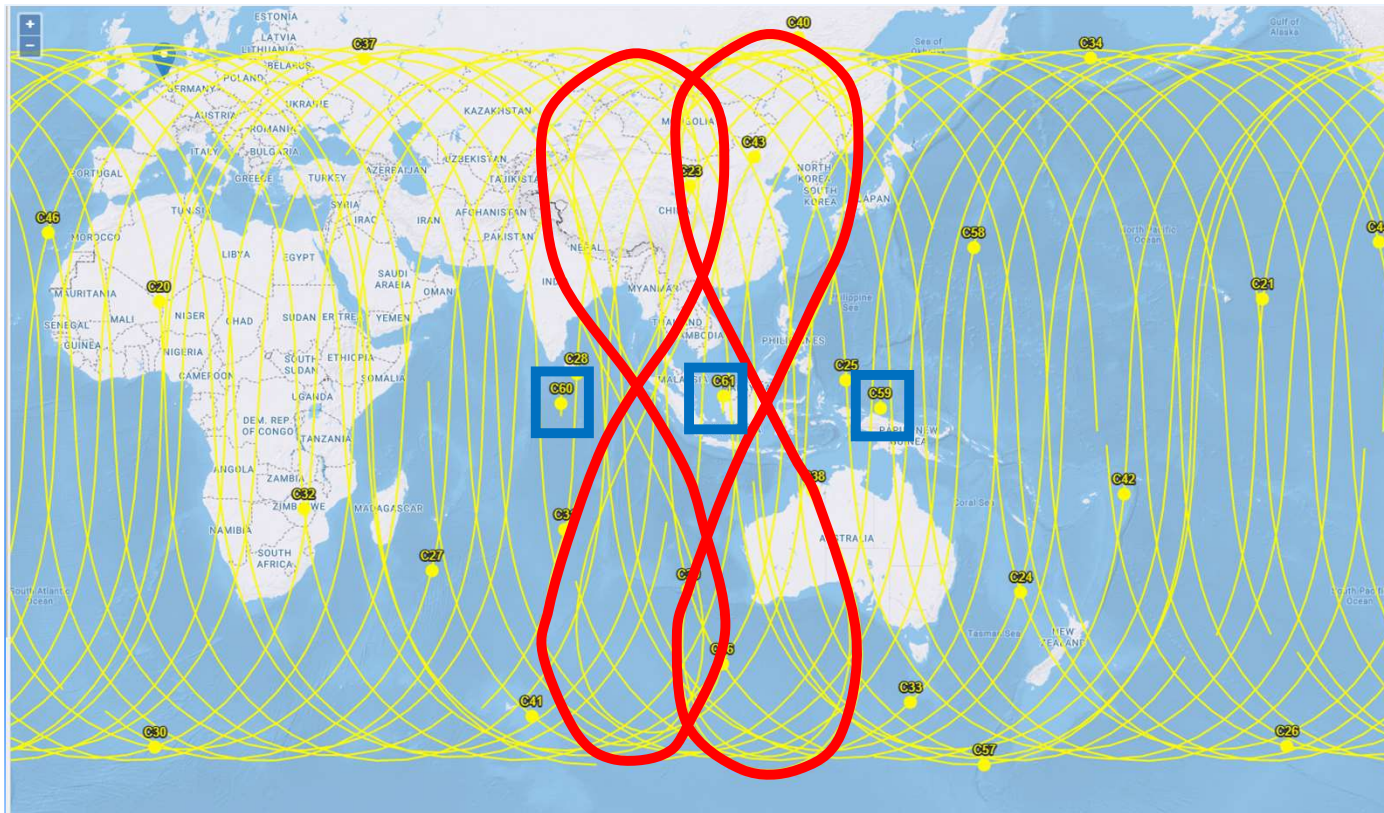


5 Geostationair op evenaar
C1-C5
Nabij China CONUS.

5 Inclined Geostationare
Orbit (IGSO)
C6-C10, C13
Draaien 8 over evenaar.

3 Medium Earth Orbit(MEO)
C11, C12, C14
Draaien rond de aarde, dus
slechte dekking America's

BeiDou3 C19-C60 (Sinds 2020)



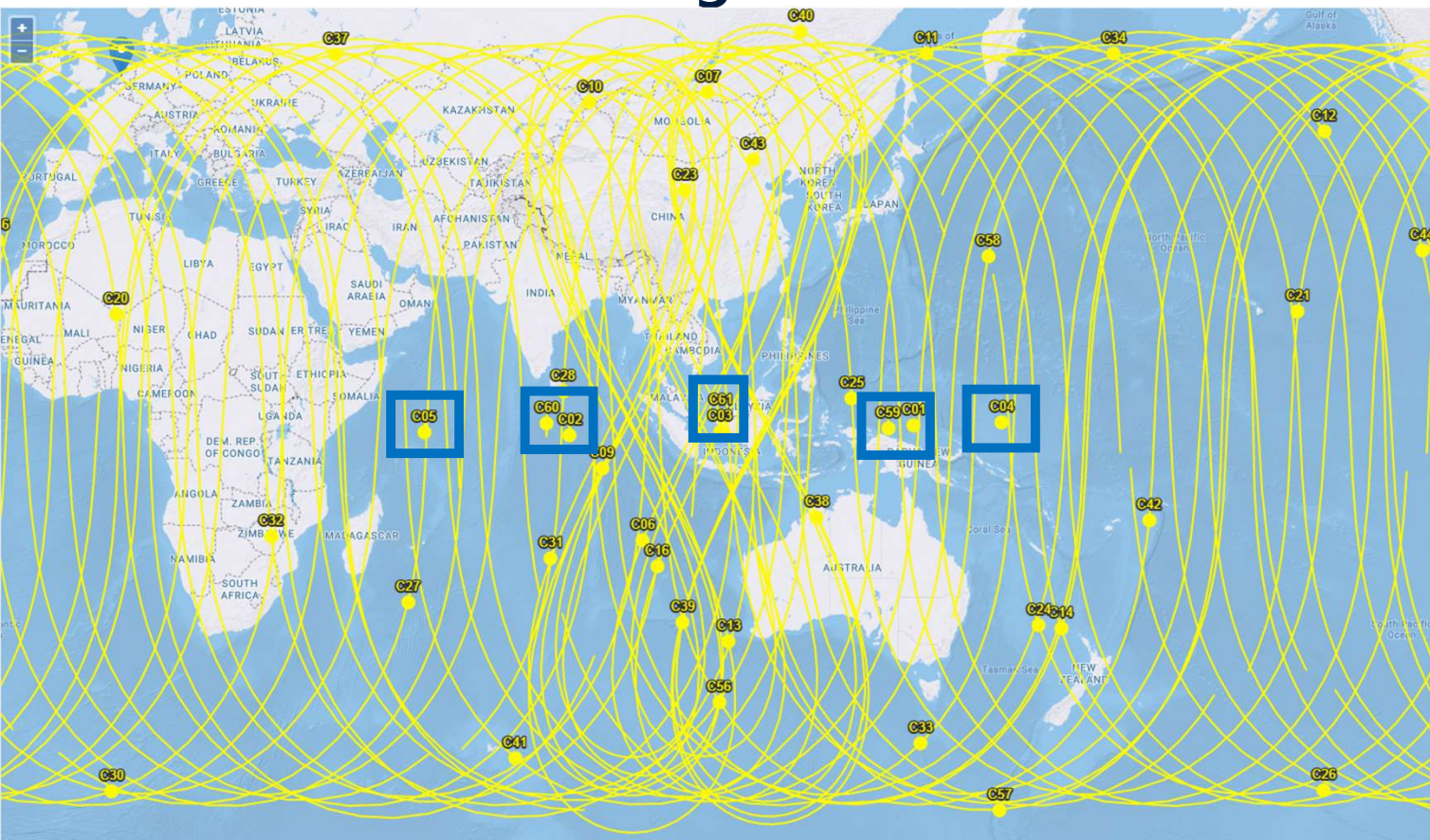
27 Medium Earth Orbit(MEO)
C19-C37, C41-C46
Draaien rond de aarde.

3 Geostationair
C59-C61 nabij China.
PPP service operationeel.

3 Inclined Geostationaire Orbit.
C38-C40 8 patroon nabij China

C31, C56-C58, Experimenteel

BeiDou2+3 dekking



Model	GEO	IGSO	MEO	Totaal
BDS-2	5	7	3	15
BDS-3	3	3	24	30
BDS-3S		2	2	4
Totaal	8	12	29	49

Regelmatig een satelliet
"ongezond"

Glionass

Glionass nu 19 bruikbare Satellieten met L1 en L2, (R6, R10, R23 L2 werkt niet)

Glionass K R11, R09 met CDMA (Code division Multiple Access). L1, L2, L3

Glionass R11 Bruikbaar sinds Mei 2022.

15 Satellieten zijn ouder dan nominale levensverwachting!

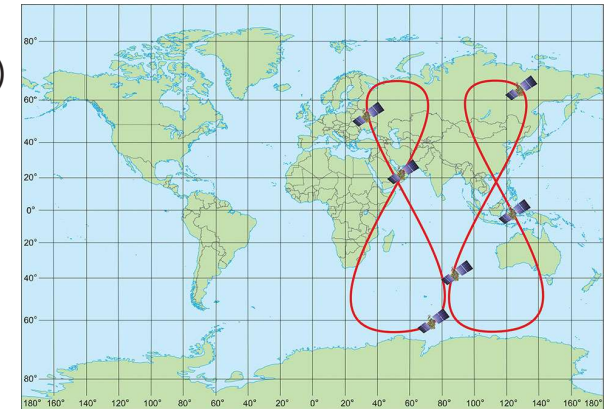
Voor RTK/Fugro PPP kort maar 2/3 Glionass Satellieten beschikbaar in sommige delen van de wereld.

2022 Q1 Glionass K2 lancering (Vertraagd) (Problemen met onderdelen?)

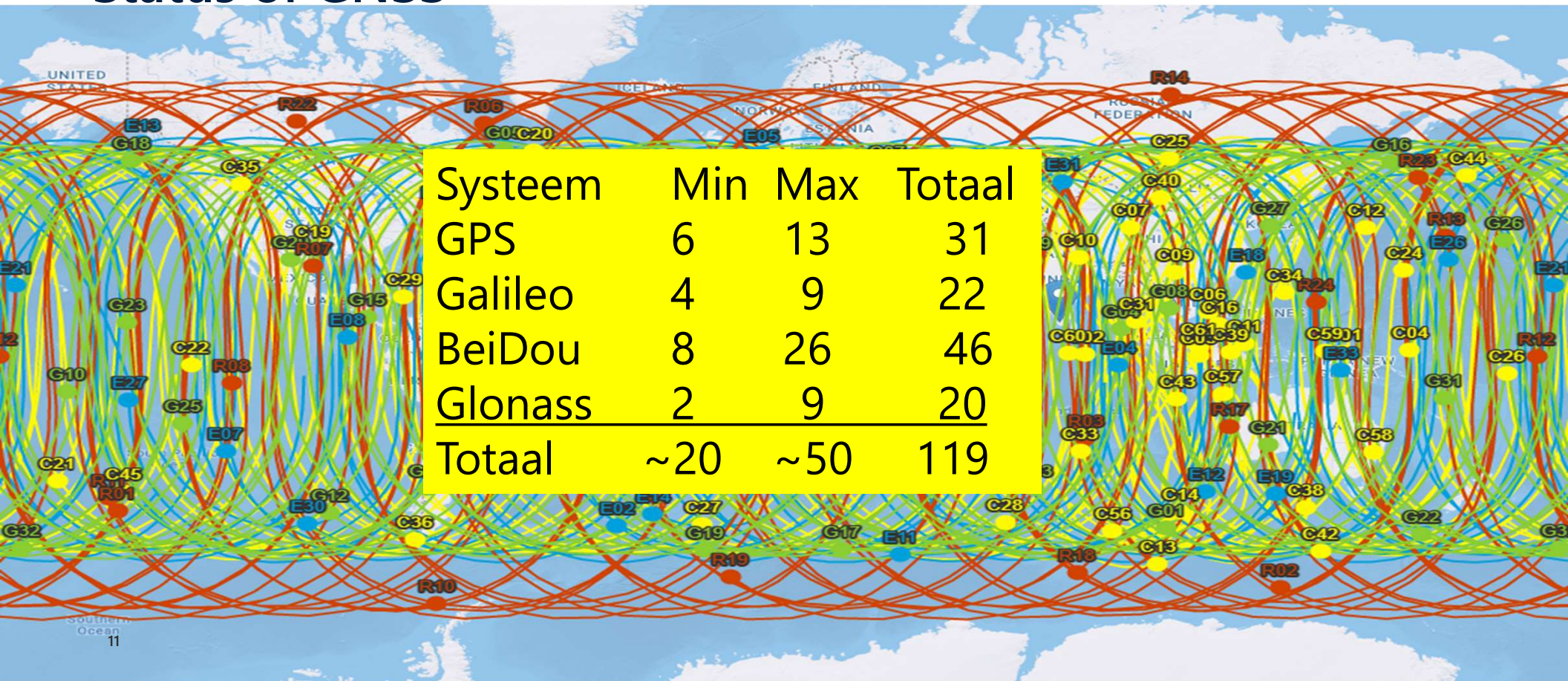
Volgende Glionass K lancering

2024... Twee lanceringen per jaar...

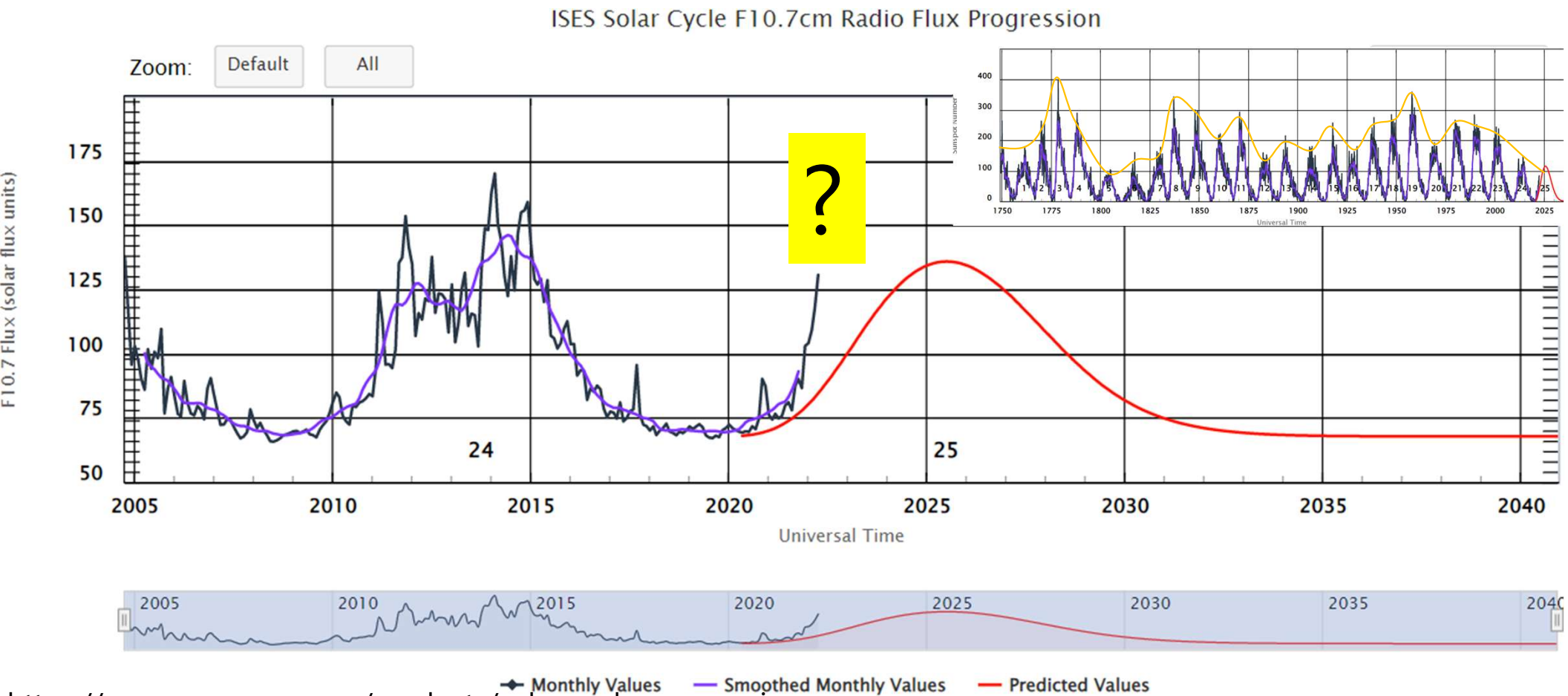
2026 Glionass in hoog excentrische baan. (Net als QZSS)



Status of GNSS



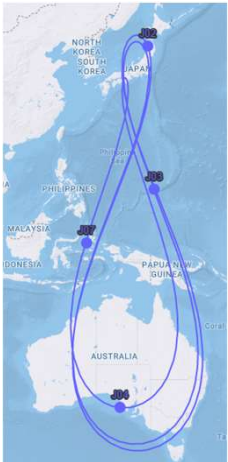
Zonnecyclus 25: Lijkt sterker dan voorspeld.



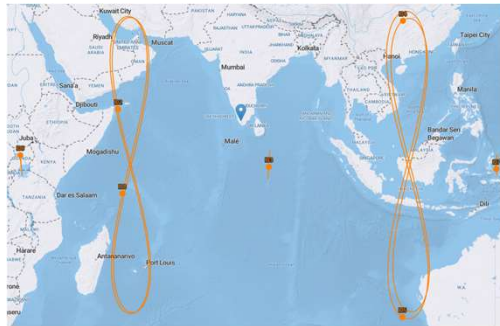
<https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>

Andere systemen

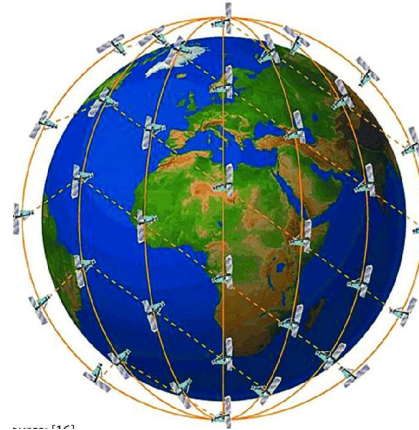
QZSS



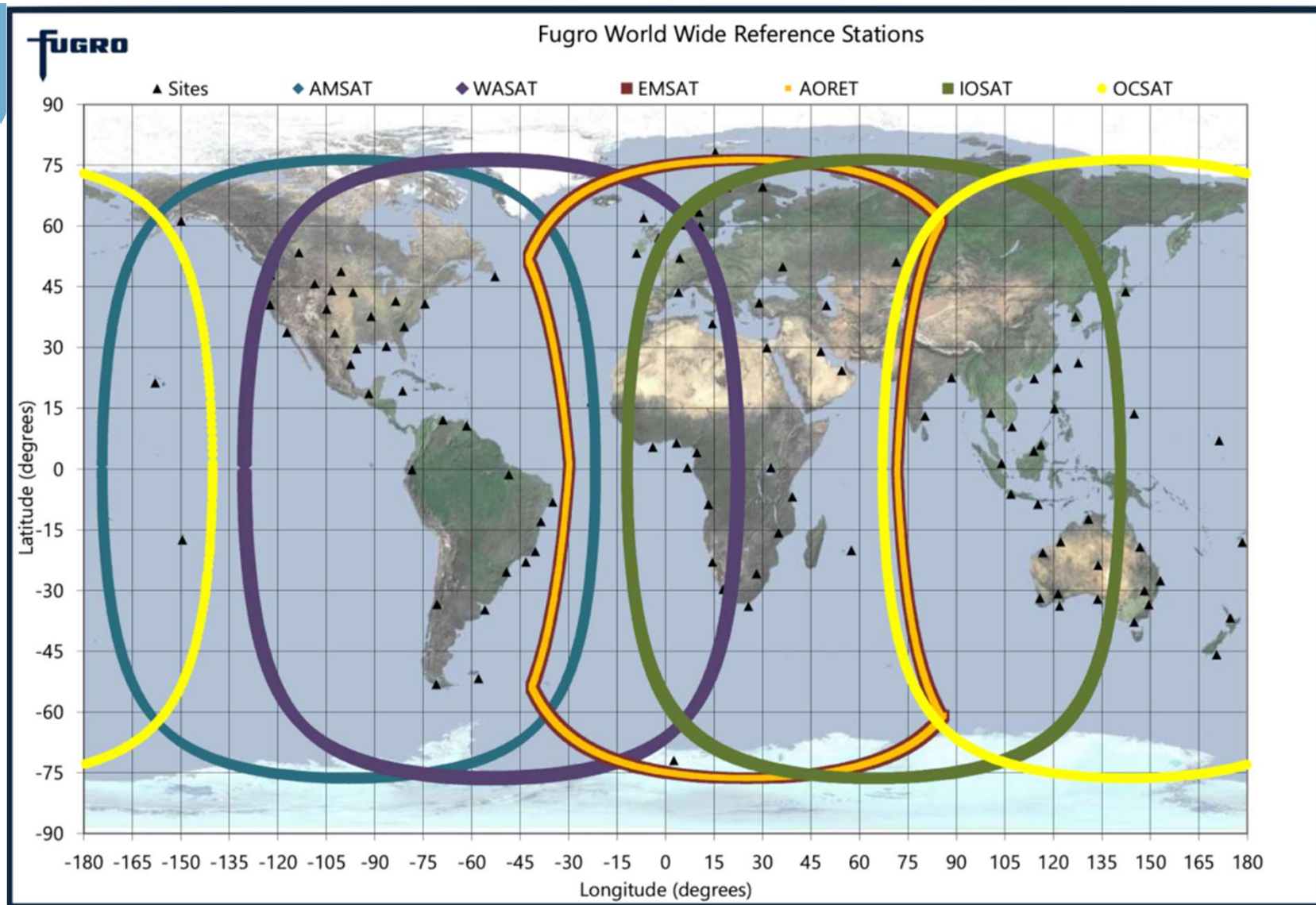
NAVIC



Satelles/Iridium

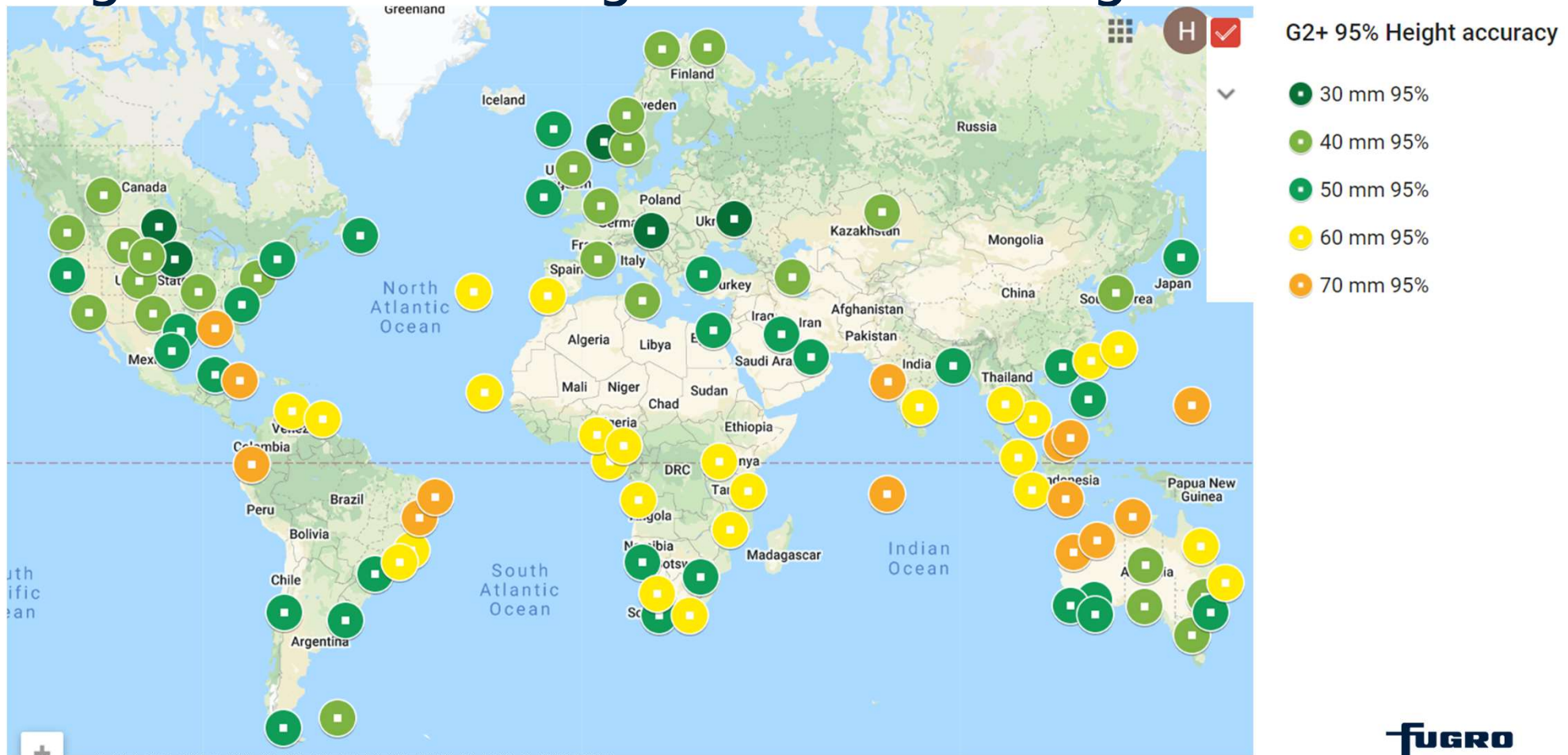


- Japan QZSS(GPSIII compatibel) CLAS dm PPP service over Japan. In 2023 Drie extra Satellieten gepland.
- India Navic 7 Satellieten regional boven India
- Iridium Satelles ~66 Satellieten 10-50 Meter. (Containers/Timing)
- United Kingdom GNSS 2025-2030 Lancering uit Schotland.
- Volkswagen groep: Eigen (Europees) lage baan constellatie. (LEO) voor autonavigatie
- Startups..



<https://fsp.support/beams/coverage.php>

Fugro Marinestar :Hoogte 95% Nauwkeurigheid



<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1WZjPPzcK>

Incrementele verbeteringen Fugro PPP Marinestar

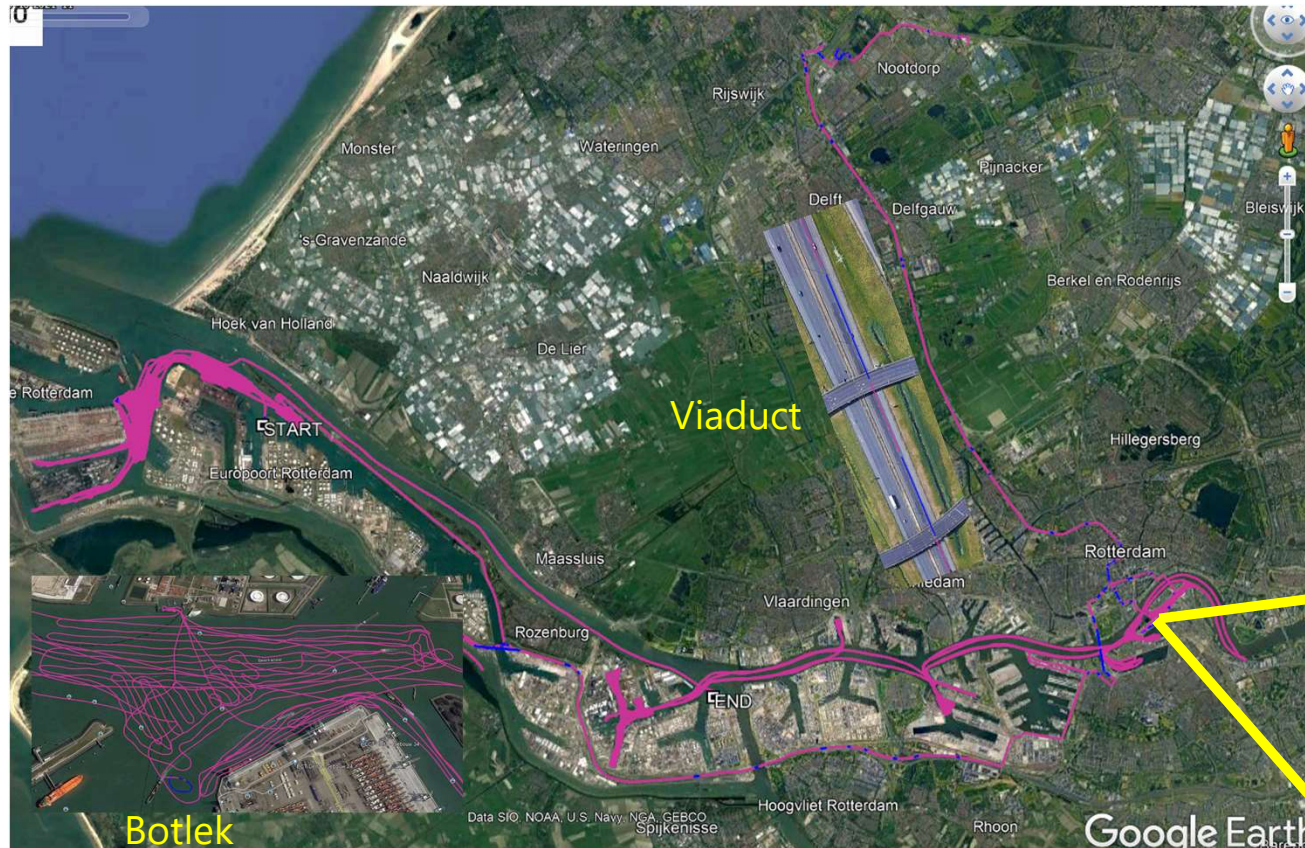
- Multi-Lband correcties van 4 Satellieten en NTRIP Internet (Septentrio M3)
- Lband MPOC3 Nieuw intern formaat voor de nieuwe GNSS signalen. BeiDouIII, meer frequenties
- Herstel na onderbreking onder brug/jamming (tot 90 seconden).
- Vele kleine verbeteringen Welke elk millimeters winst opleveren. Bijv. Datum.
- Horizontaal 6 mm, 9 mm en hoogte 20 mm standaard afwijking in Europa/Noord Amerika

Uitdagingen

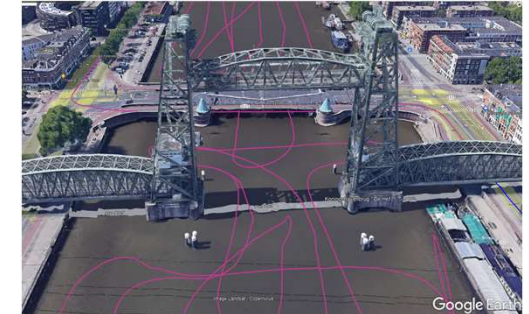
- BeiDou C32-C46 Zomer 2022. (baan en klok berekeningen).
- Troposfeer (Zware buien in de tropen)
- Scintillatie jitter (Bedekt groot deel van de hemel rond equator)
- Convergentietijd (Meer frequenties gebruiken). Zie PhD dissertatie Dimitrios Psychas
- Nog betere robuustheid voor autonome toepassingen. (TU Delft PhD Sebastian Ciuban)

Test Rotterdam.

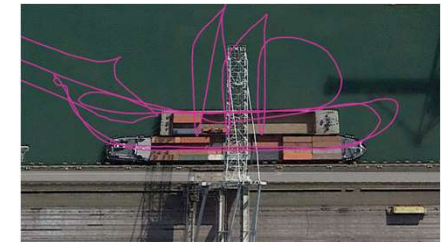
Oktober 2021 BeiDou C1-C30



"De Hef" Rotterdam



"EMO" Kraan



"Kop van Zuid"

FUGRO

Hoge Hertz voor Hydrografie

Wat is de waarde?

GNSS Ontvangers die 100 Hz kunnen

- Javad Alpha RTK
- Trimble Alloy
- Novatel PwrPak7D
- Septentrio M3, U3
- Etc.

Multi RTK/PPP bepaald instant 3D

INS Systemen
100-200 Hz output
0.01 graad
Maar bias

Snelheden in hydrografie

Multibeam tot 30 pings per seconde in ondiep water

Standaard survey 5 knopen = $2.5 \text{ m/s} = 25 \text{ mm} / 0.01 \text{ Sec}$

Maximaal 20 knopen = $5 \text{ m/s} = 50 \text{ mm} / 0.01 \text{ Sec}$.

Golfhoogte 3.5 Meter in 5 sec.

Versnellingen in hydrografie

Vibraties van schepen

Golven/boeien

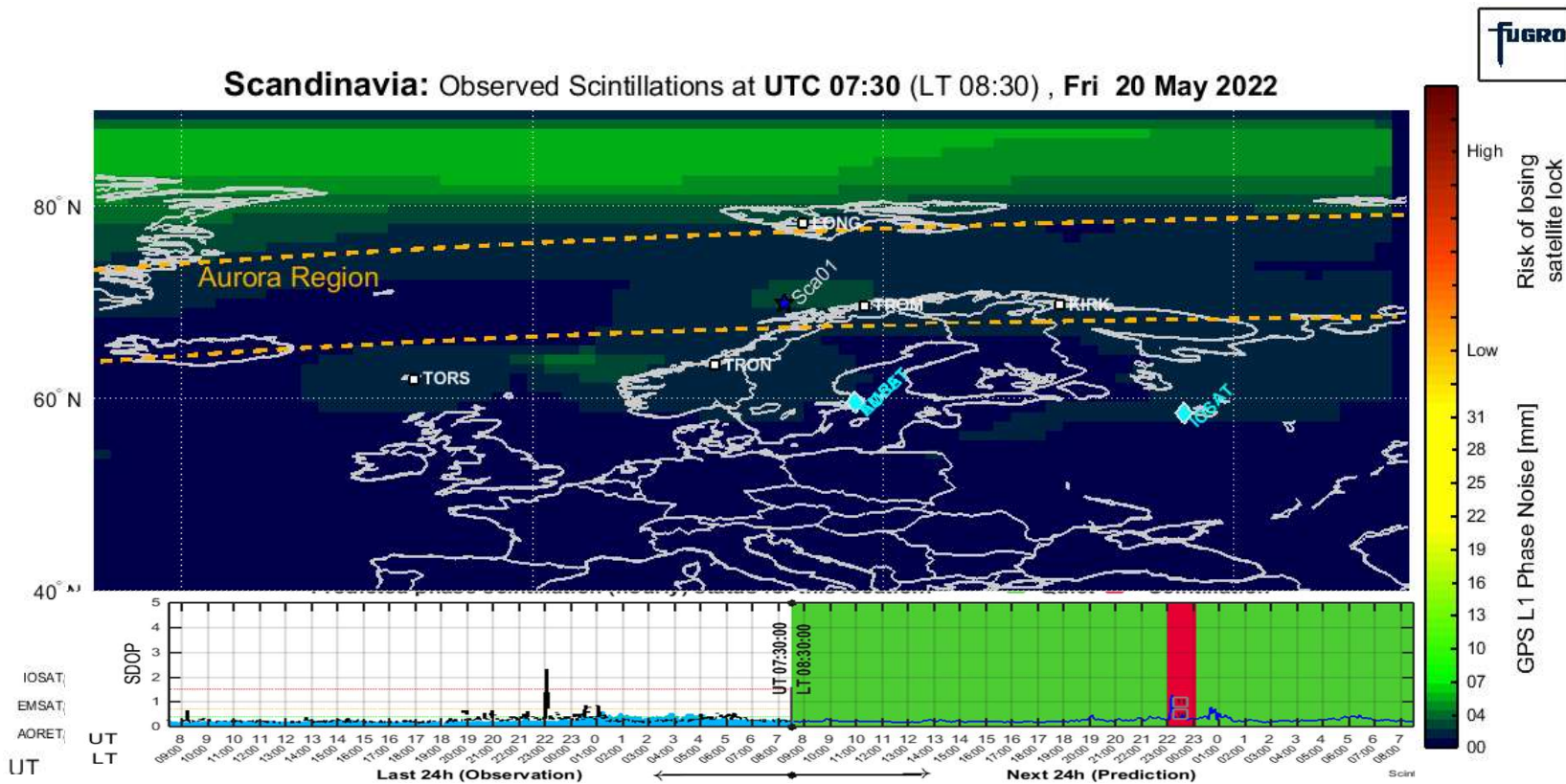
Kraanbewegingen

Voorspelling: 3D Multi-Antenna GNSS met
25, 50 of 100 Hz kan INS vervangen.

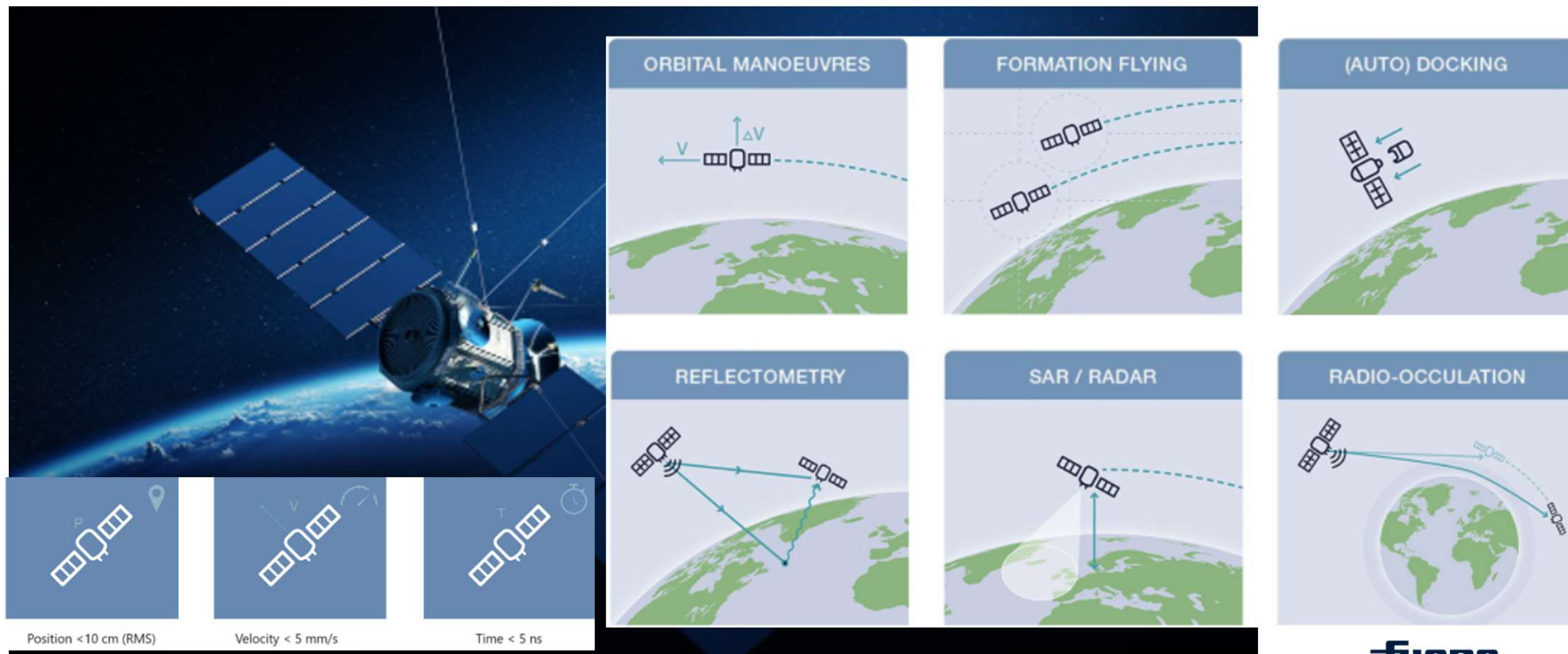
Scintillation meting en voorspelling. Scintmon

Gisteravond.

Scandinavia: Observed Scintillations at UTC 07:30 (LT 08:30) , Fri 20 May 2022



Spacestar – 10 cm in de ruimte.



Fugro Satguard :Checksum on G4 navigation messages



SatGuard=
OSNMA voor
GPS GALILEO BEIDOU GLONASS
+Correcties

We provide GNSS software solutions to support position integrity by using high quality data and services generated from our proprietary global reference receiver network. Our network offers excellent performance and multiple layers of redundancy, allowing you a higher service level of trusted positioning.



Proprietary global reference network



High availability and redundancy



Navigation message authentication

fugro

<https://www.fugro.com/satguard>

Fugro Atomicron – Nauwkeurige tijd

Tijd offsets

- BeiDou
- GPS
- Galileo
- Glonass

Fugro-Tijd

Offsets over Lband/Internet



2019: A novel PPP Disciplined Oscillator IEEE

10^{-13} tau 200 Seconds
 8×10^{-15} tau 10.000 Seconds

FUGRO
ATOMICRON™

Tot slot: De waarde van veel Satellieten...

- 1) Constellaties kunnen falen. Galileo 1-week 2019. Glonass 1-April-2014. GPS 2023 tijdens OCX??
- 2) Radio interferentie kan L1/E1 blokken, maar L2, L3 blijven beschikbaar.
- 3) Scintillaties kunnen groot deel van de horizon bedekken in de equatorial en polaire zone
- 4) Radio interferentie heeft meest effect op SNR lage elevatie satellieten. (Kans op overleven groter)
- 5) Zon X-Ray events in 8 minuten (1989, 2003, 2006, 2011, 2016, 2017, ..)
- 6) In havens nabij zeeschepen onder bruggen
- 7) Rotterdam. Urban canyon blijft een uitdaging
- 8) Meer Satellieten helpen

