

Zonnevlekkengroep AR3664, geomagnetische storm 10/11 mei 2024, Aurora en meer

TOM KOEKEN PC5D

Inhoud AR3664, Aurora mei 2024 ...

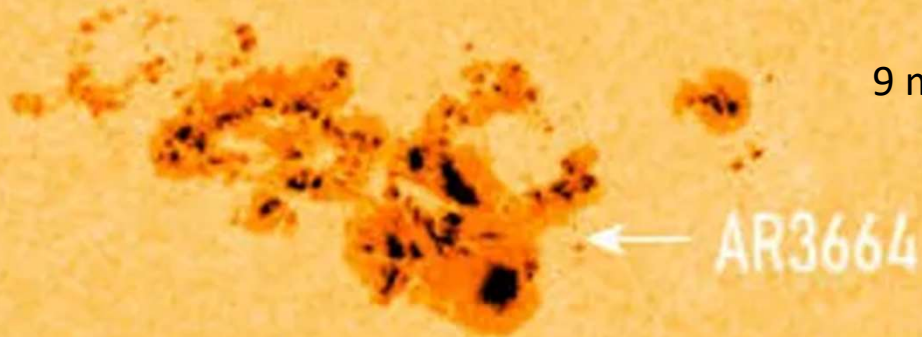
- PC5D
- Waarom dit onderwerp
- Verloop van de activiteit van de zonnevlekkengroep AR3664
- Effecten op propagatie
- Achtergrond Aurora noorderlicht en reflecties
- Opnames verschillende banden en modes
- Vergelijking storm 10 mei 2024 met andere stormen

NB Copyright is bij vermelde bronnen (niet bij PC5D)

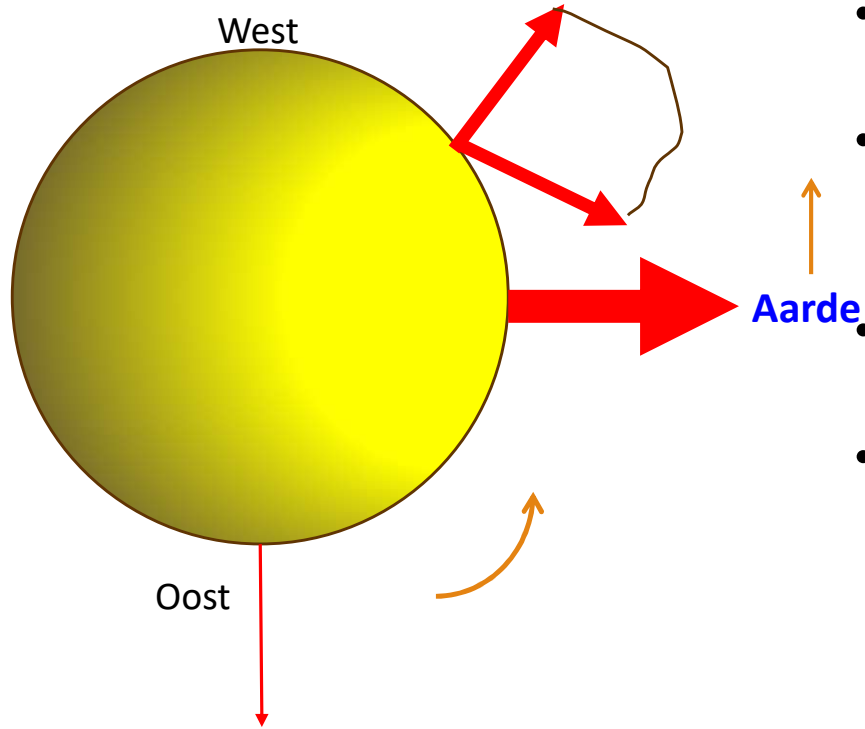
1 en 2 sep 1859,
eerste waargenomen zonnevlam



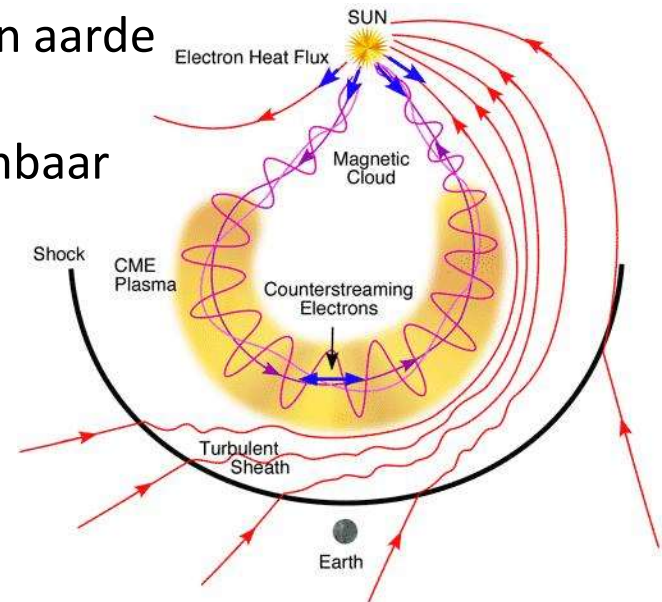
9 mei 2024



Invloed locatie zonnevlam



- Centraal op zonneschijf: vlam + CME gericht op aarde
- Uit het centrum: vlam zichtbaar vanaf aarde, CME kan aarde raken
- Rand van de zon: zijaanzicht van de vlam, CME meestal weg van aarde
- Achterzijde zon: niet direct waarneembaar

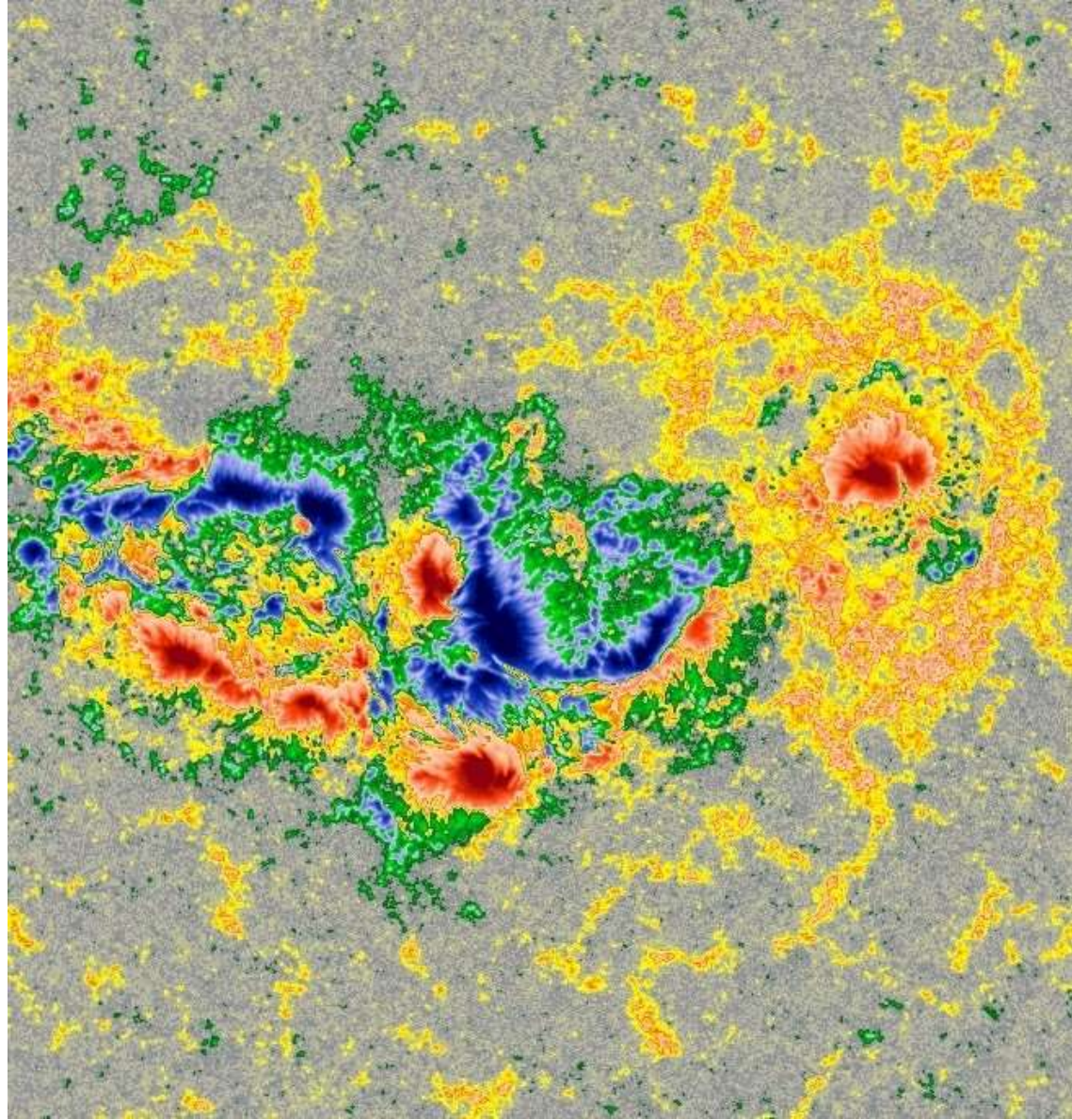


Begin 1 mei 2024

zonnevlekgebied zichtbaar
op zuidoost rand

nummer AR(1)3664
toegewezen.

7 mei: snelle ontwikkeling
grootte en magnetische
complexiteit.

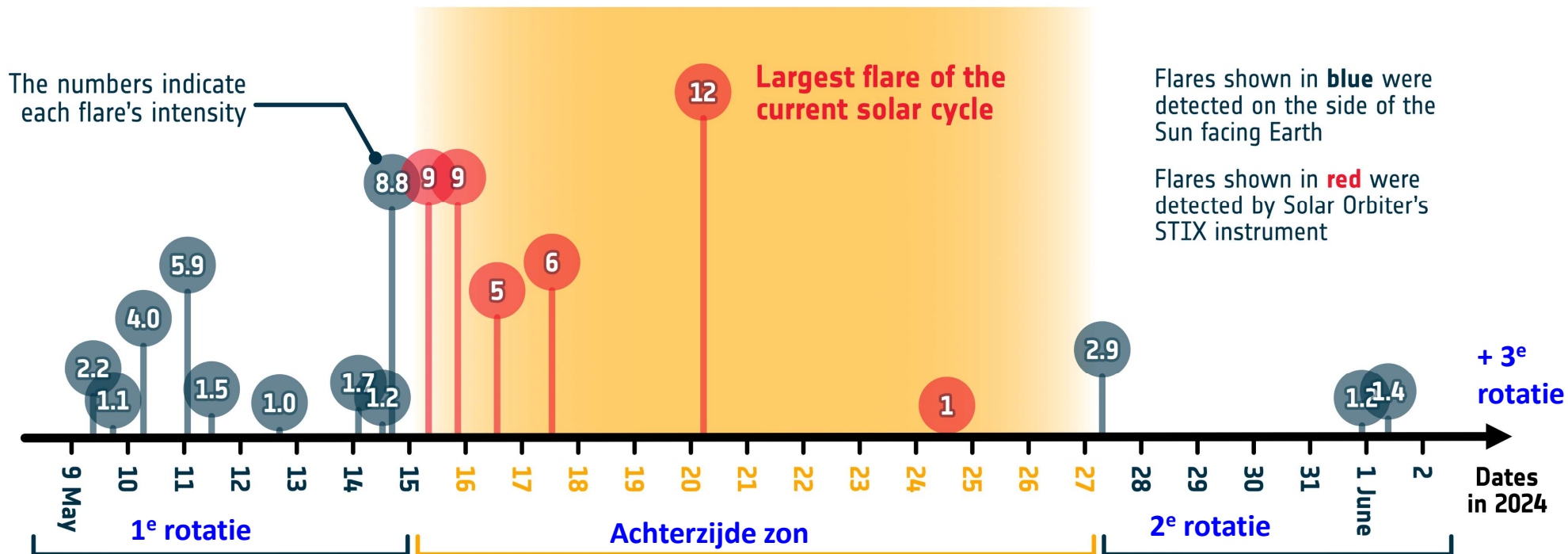


Video: groei
AR3664 in 3 dagen
= (1minuut)



X-CLASS SOLAR FLARES FROM ACTIVE REGION AR3664

Korte samenvatting



Flares and other activity from AR3664 cause radio blackouts and a large geomagnetic storm on Earth

AR3664 facing away from Earth, but Solar Orbiter witnesses its continued activity

Flares from AR3664 cause more radio blackouts on Earth





Proba-2 watching the Sun from Earth's side



2024-05-01T00:20:41.758 SWAP 174

Solar Orbiter watching the back of the Sun



2024-05-01T00:04:18.703 EUI FSI 174

Korte samenvatting

1 mei 2024

t/m

12 jun 2024

Nieuwe rotatie

= nieuw nr

AR3664

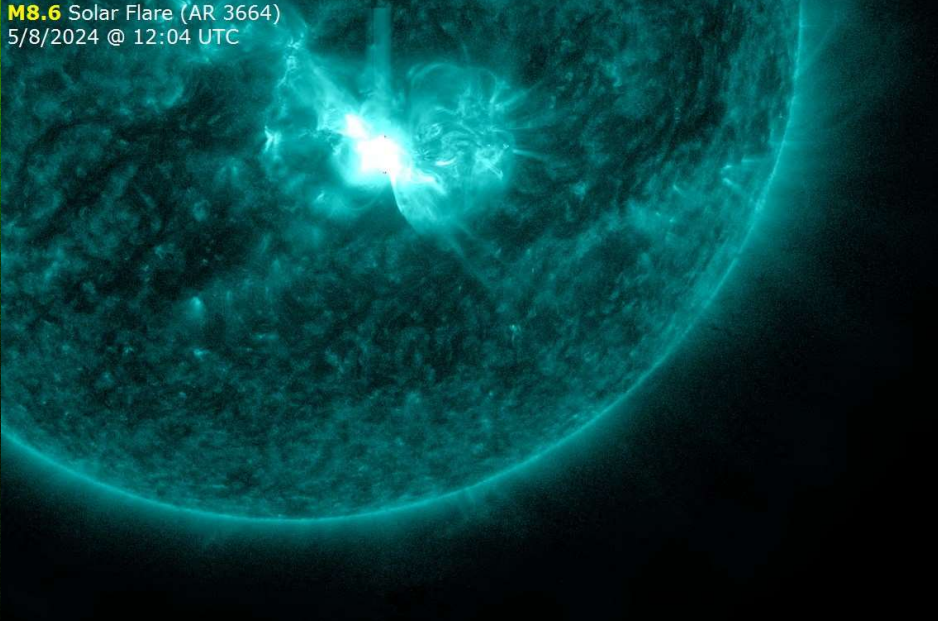
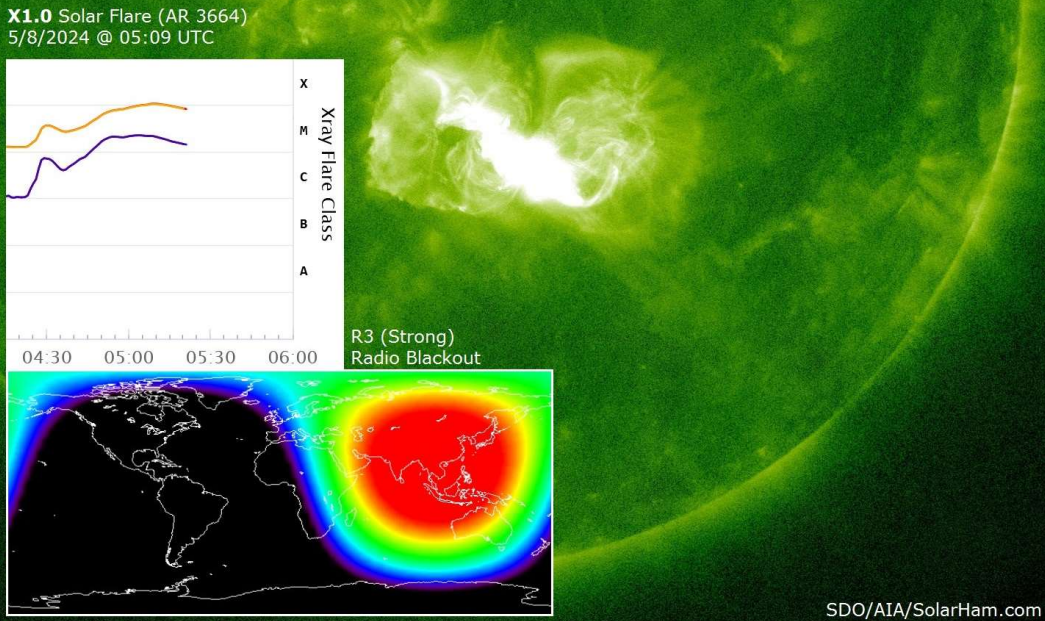
= AR3697

= AR3723

Op aarde gerichte kant van de zon

Achterkant van de zon

Details 8 mei start reeks X flares in 4 dagen



1= 05:09 UTC X1.0 Halo + CME

2= 12:04 UTC M8.6
iets snellere halo CME

8 mei 21:40 UTC

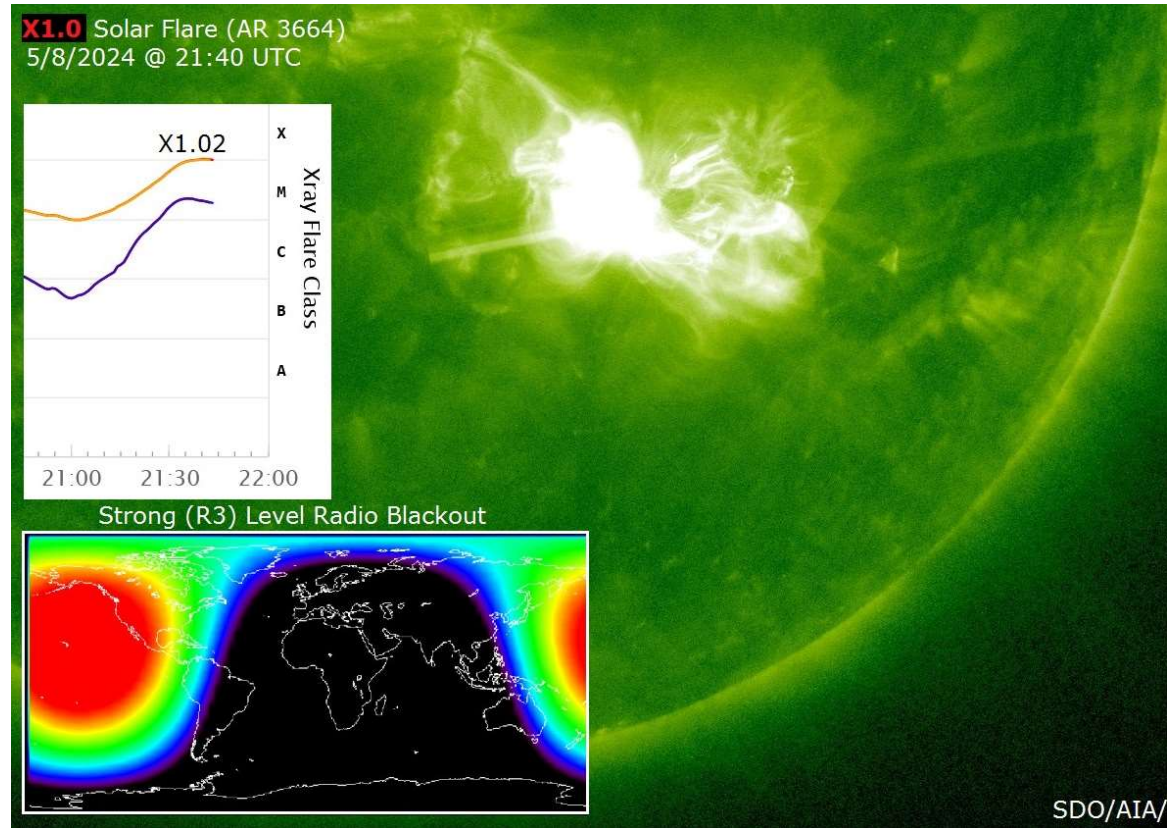
dubbele piek

3= X1.0 /

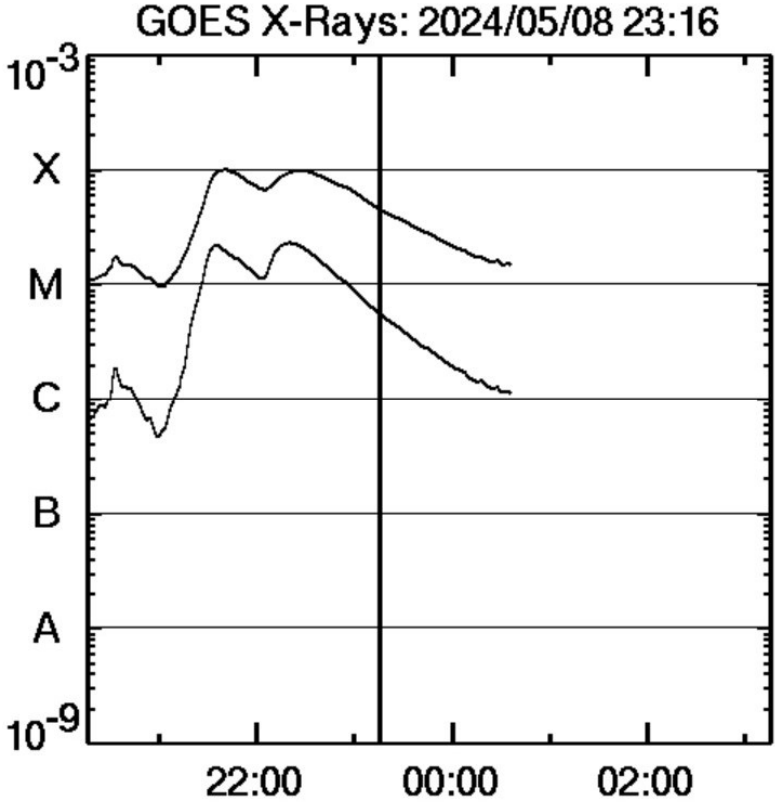
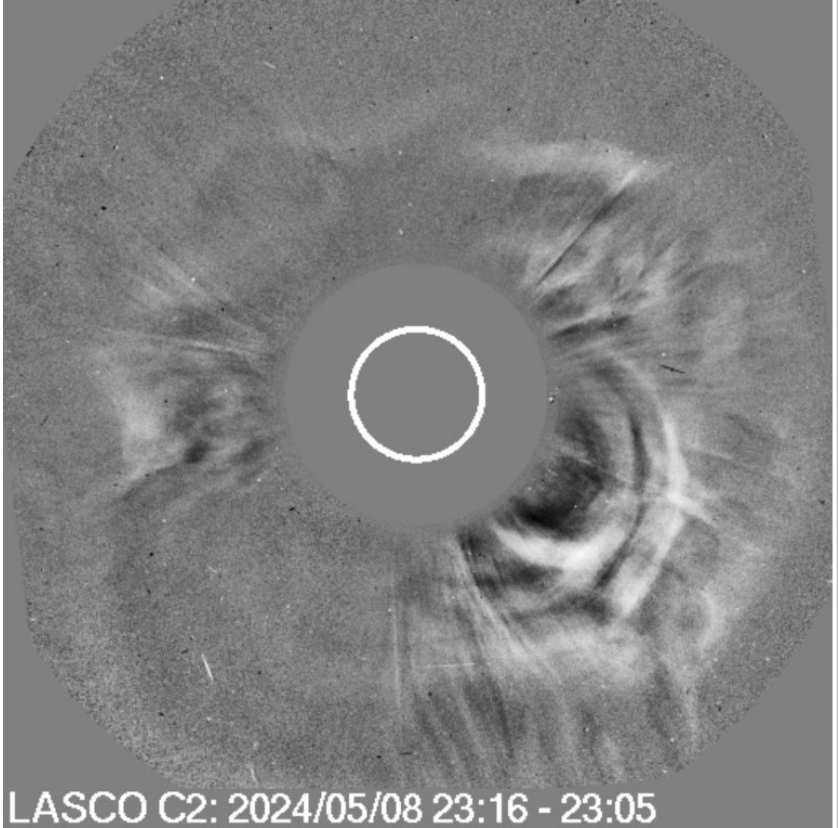
4= M9.8.

derde CME naar aarde gericht:

combinatie 4 flares in 16,5 uur



8 mei 23:16 UTC



9 mei 09:13 + 17:43

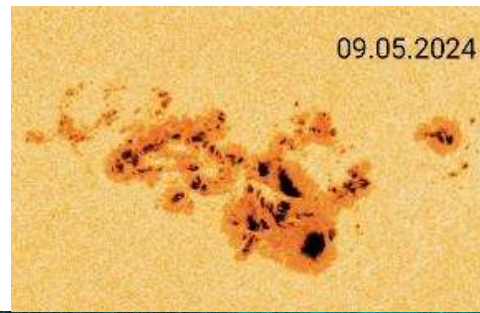
AR3664 omvang meer dan 102.000 km (16 aarddiameter).

Op 3 na grootste groep van afgelopen 30 jaar.

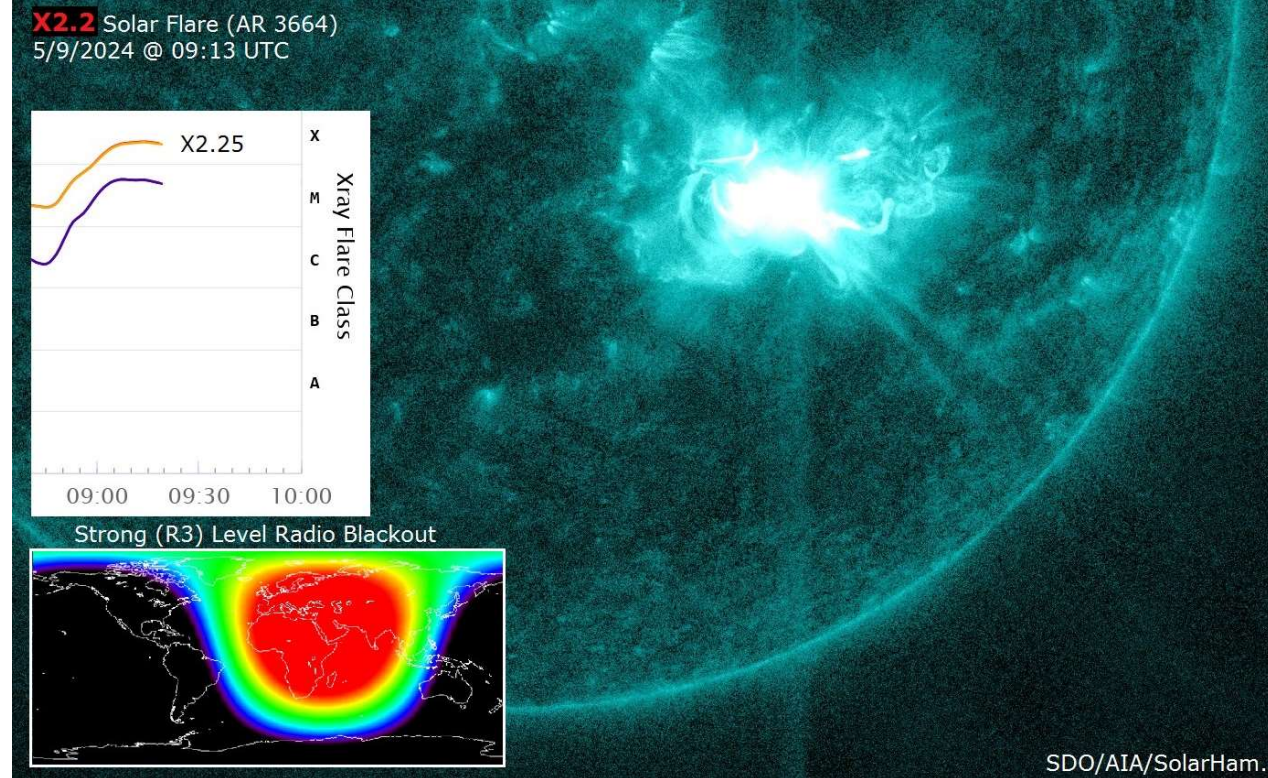
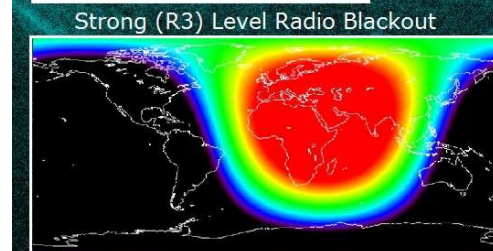
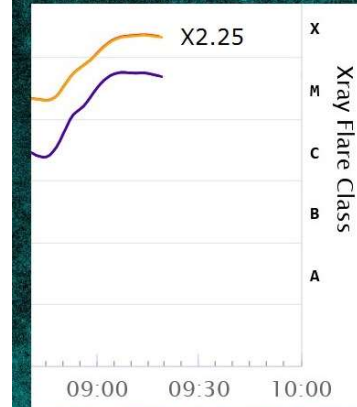
nog twee X-Class events

5= 09:13 UTC X2.2 + 4^e CME

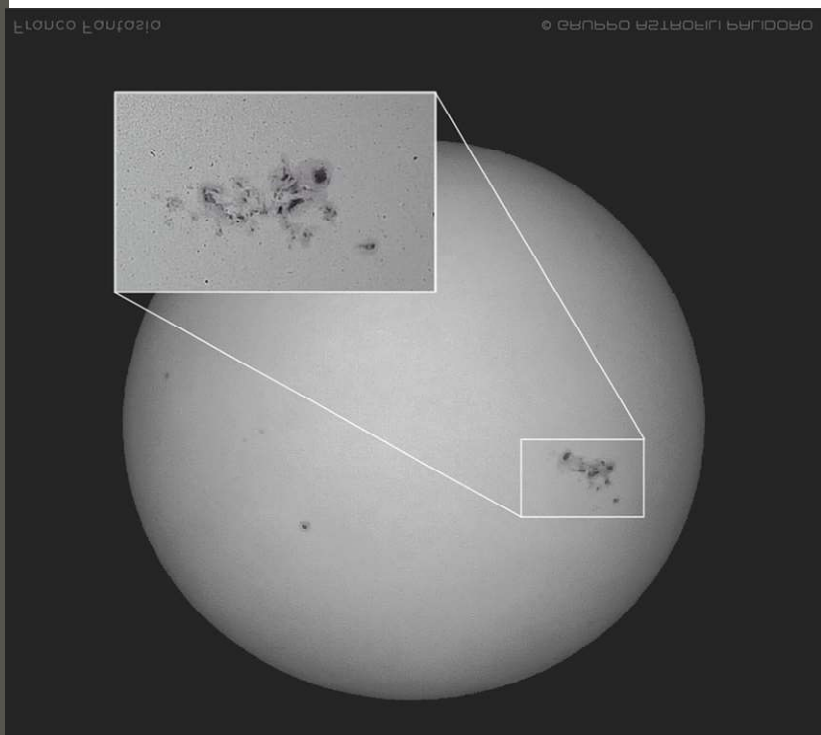
6= 17:43 UTC X1.1



X2.2 Solar Flare (AR 3664)
5/9/2024 @ 09:13 UTC



Zichtbaar vanaf aarde zonder vergroting



apod.nasa.gov/apod/ap240513.html



Marco Meniero

9 mei: Waarschuwing NOAA Space Weather Prediction Center (SWPC)

4 CME's komen af op de aarde >> eerste zware, Severe (G4) geomagnetic storm van de huidige Solar Cycle 25
de twee uitbarstingen van 8 mei komen mogelijk samen aan op 10 mei, gevolgd door extra passages kort daarna.

Space Weather Message Code: WATA99

Serial Number: 6

Issue Time: 2024 May 09 1722 UTC

WATCH: Geomagnetic Storm Category G4 or Greater Predicted

Highest Storm Level Predicted by Day:

May 10: G1 (Minor) May 11: G4 (Severe) May 12: G2 (Moderate)

THIS SUPERSEDES ANY/ALL PRIOR WATCHES IN EFFECT

NOAA Space Weather Scale descriptions can be found at

www.swpc.noaa.gov/noaa-scales-explanation

Potential Impacts: Area of impact primarily poleward of 45 degrees Geomagnetic Latitude.

Induced Currents - Possible widespread voltage control problems and some protective systems may mistakenly trip out key assets from the power grid. Induced pipeline currents intensify.

Spacecraft - Systems may experience surface charging; increased drag on low earth orbit satellites, and tracking and orientation problems may occur.

Navigation - Satellite navigation (GPS) degraded or inoperable for hours.

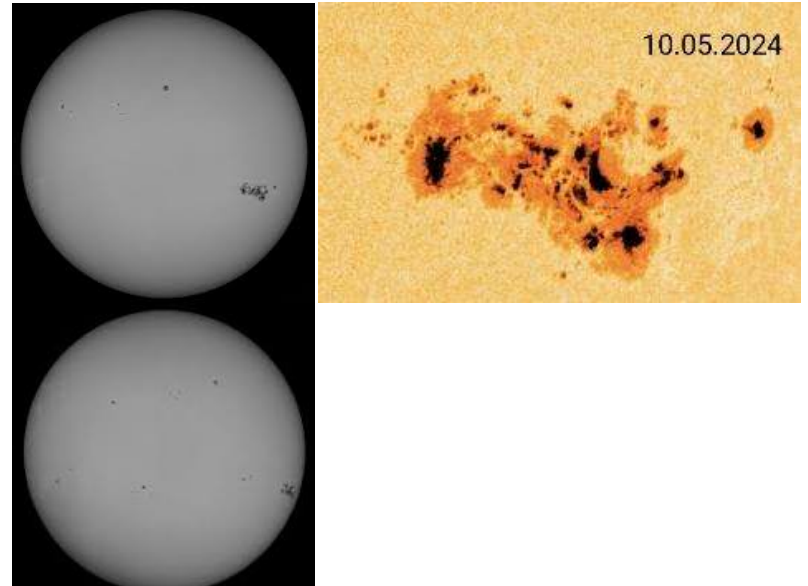
Radio - HF (high frequency) radio propagation sporadic or blacked out.

Aurora - Aurora may be seen as low as Alabama and northern California.

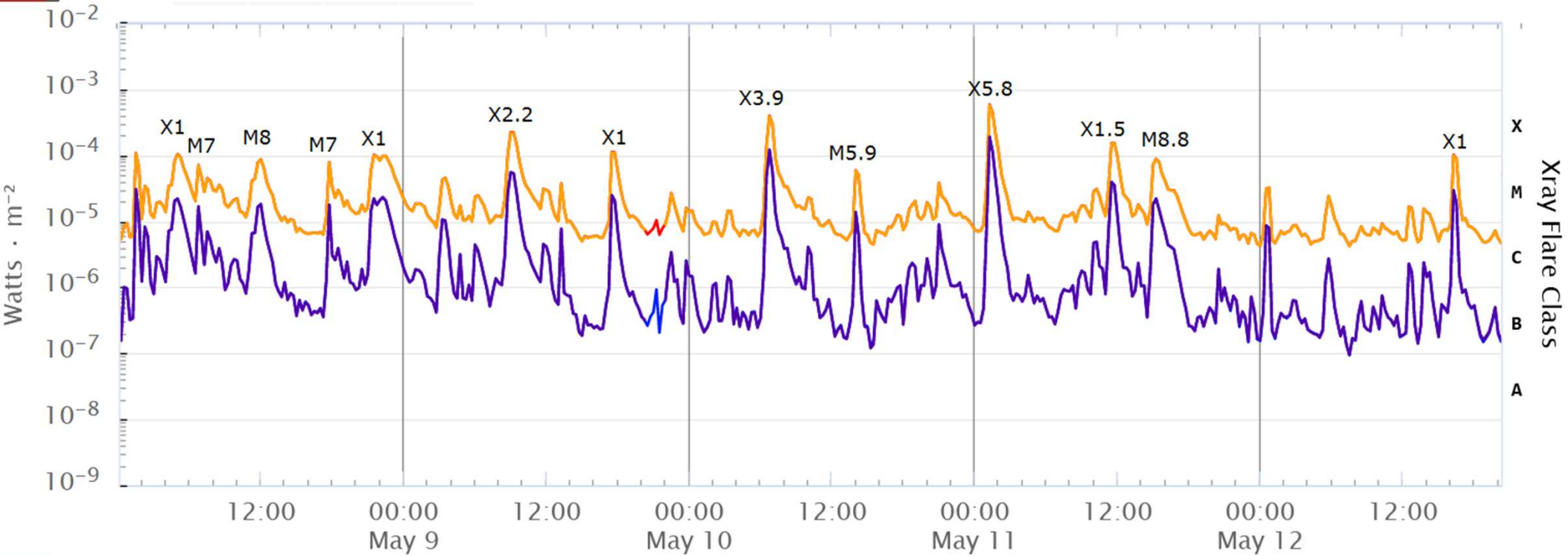
Vrijdag 10 – zondag 12 mei

Kp-index ongeveer 24 uur lang Severe (G4) tot Extreme (G5)

+ 4 grote vlammen geproduceerd
een X3.9 om 06:54 UTC (10 mei)
een X5.8 om 01:23 UTC (11 mei)
een X1.5 om 11:44 UTC (11 mei)
een X1.0 om 16:26 UTC (12 mei)



Overzicht M en X zonnevlammen



X klasse flares

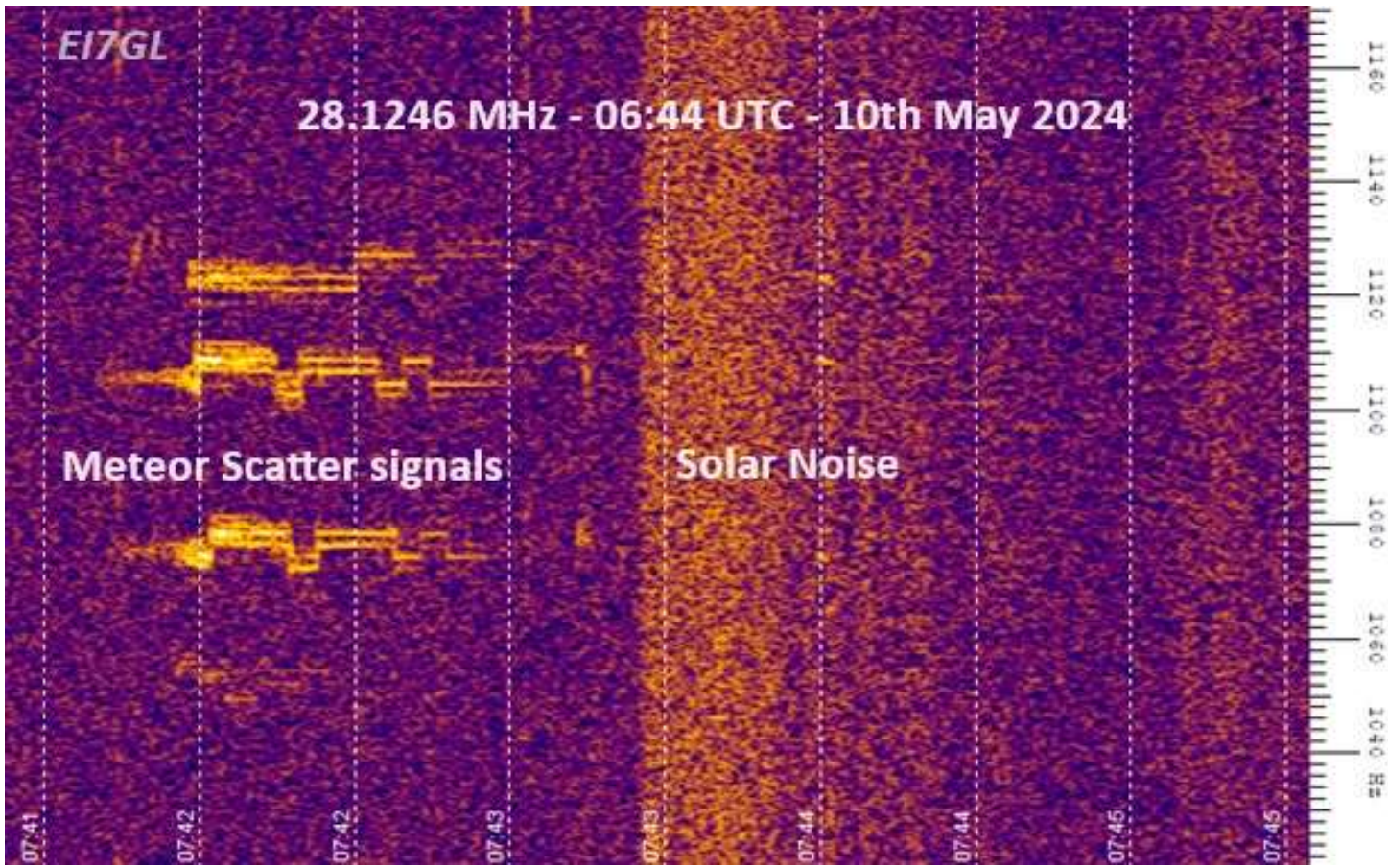
datum	tijd	sterkte	Aarde gericht
8 mei wo	0133	X1	Ja
	0509	X1	Ja
	2104	X1	Ja
9 mei do	0913	X2,2	Ja
	1744	X1,1	Ja
10 mei vr	0654	X3,98	ja
11 mei za	0123	X5,89	Ja Plek 28
	1144	X1,5	Ja
12 mei zo	1626	X1,02	deels
14 mei di	0209	X1,7	deels
	1255	X1,2	Nee
	1651	X8,7	Nee
15 mei wo	0837	X3,4	Nee

			Groep	Start	Maximum	Einde
1	X40+	04/11/2003	0486	19:29	19:53	20:06
2	X28.57+	02/04/2001	9393	21:32	21:51	22:03
3	X24.57+	28/10/2003	0486	09:51	11:10	11:24
4	X24.42+	07/09/2005	0808	17:17	17:40	18:03
5	X20.67+	15/04/2001	9415	13:19	13:50	13:55
6	X14.36	29/10/2003	0486	20:37	20:49	21:01
7	X13.37	06/09/2017	2673	11:53	12:02	12:10
8	X12.97	06/11/1997	8100	11:49	11:55	12:01
9	X12.95	05/12/2006	0930	10:18	10:35	10:45
10	X11.96	02/11/2003	0486	17:03	17:25	17:39

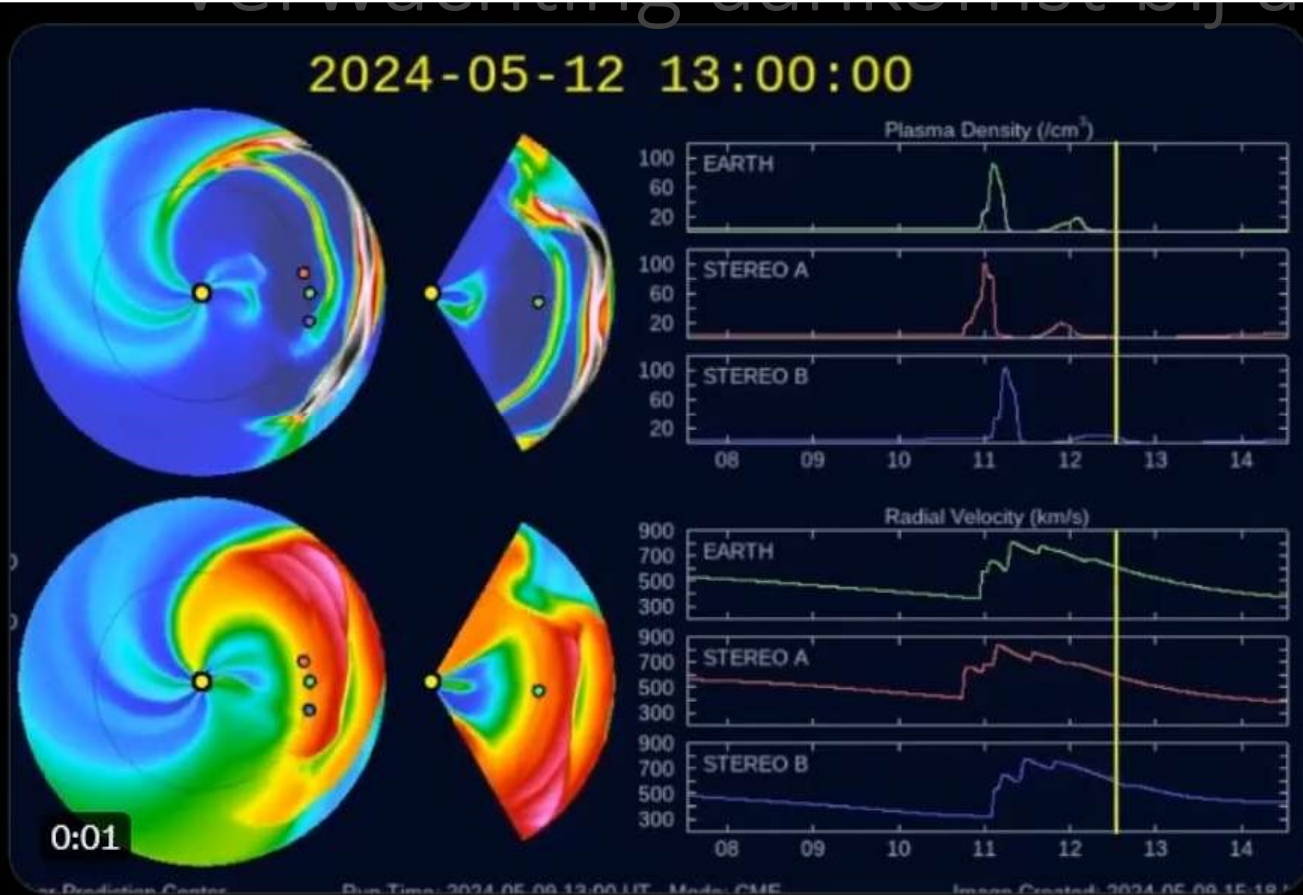
10 mei EI7GL: X3,98 Solar noise op 28 MHz

RX 28.1246 MHz WSPR & QRSS
 06:42 UTC meteor verbrand op
 ca. 100 km G / GW
 Circa 1 minuut lang genoeg voor
 enkele QRSS-signalen van ca 600
 km.

06:43:30 geluid van zonnevlam:
 luid sissend **geluid** op **28 MHz**.
 fellere kleur in waterval.
 Daarna vervaagde het langzaam
 met enkele kleine pieken in de
 volgende paar minuten.



Verwachting impact CME dd 9 mei 1300 UTC



Afstand zon
149 miljoen km
@ 1000 km/s 41h 20m
@ 600 km/s 69 uur

[www.youtube.com/
@drkstrong/videos](https://www.youtube.com/@drkstrong/videos)

25

593

1,4K

104K

Vrijdag 10 mei countdown

Wachten op tekenen van de inkomende interplanetaire schokgolf.

Verwachting noorderlicht en aurora

16:40 UTC alarm: detectie DSCOVR en ACE ruimtevaartuigen
toename zonnwind van ca. 450 km/s naar meer dan 700 km/s.

De Bz-component van interplanetaire magnetische veld (IMF)
zuidelijke oriëntatie van bijna -40 nanoteslas (nT).

DSCOVER

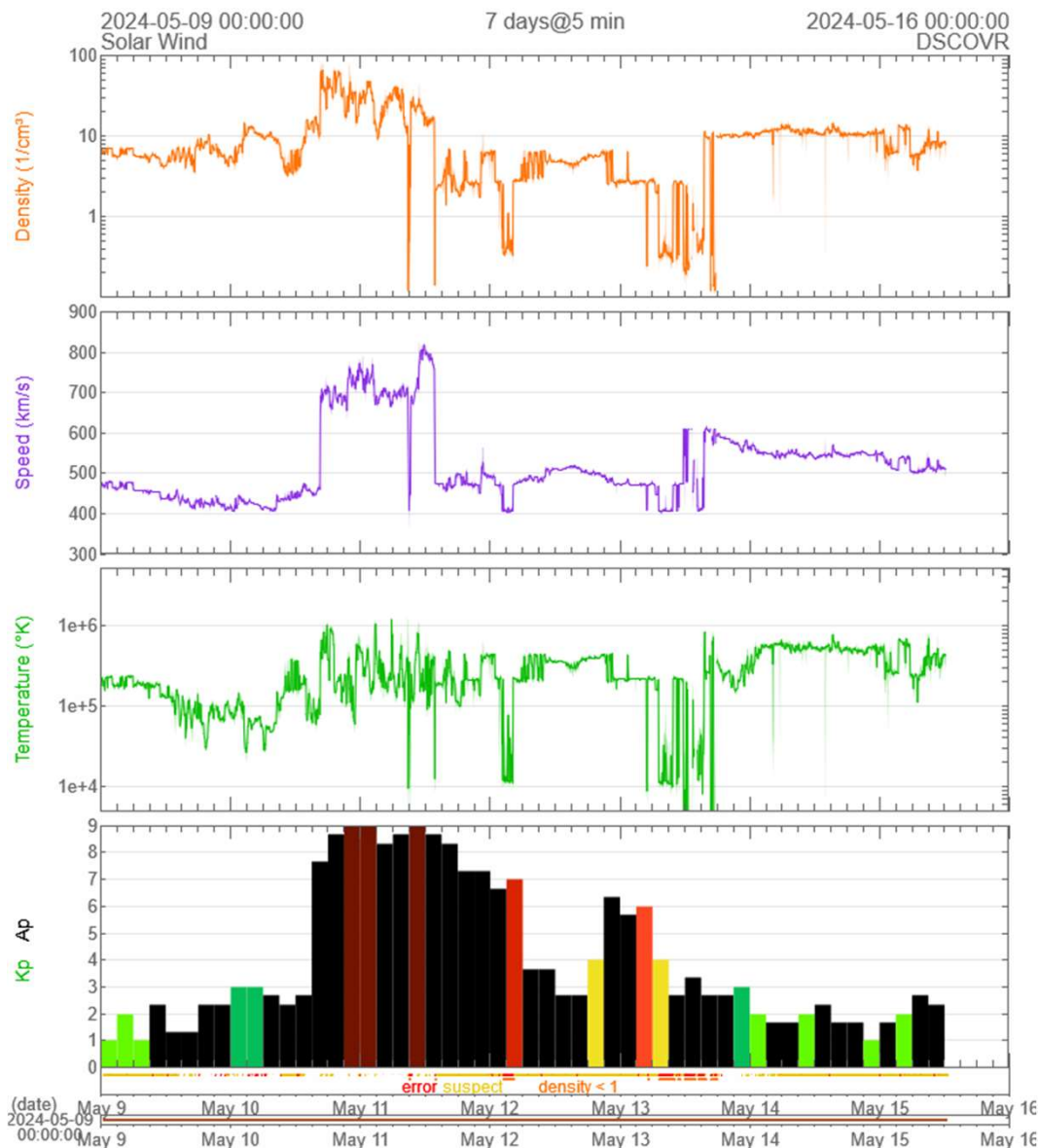
1,5 miljoen kilometer (=1% AU)

Aankomst CME:

- Toename dichtheid
- Toename snelheid
- Toename Kp

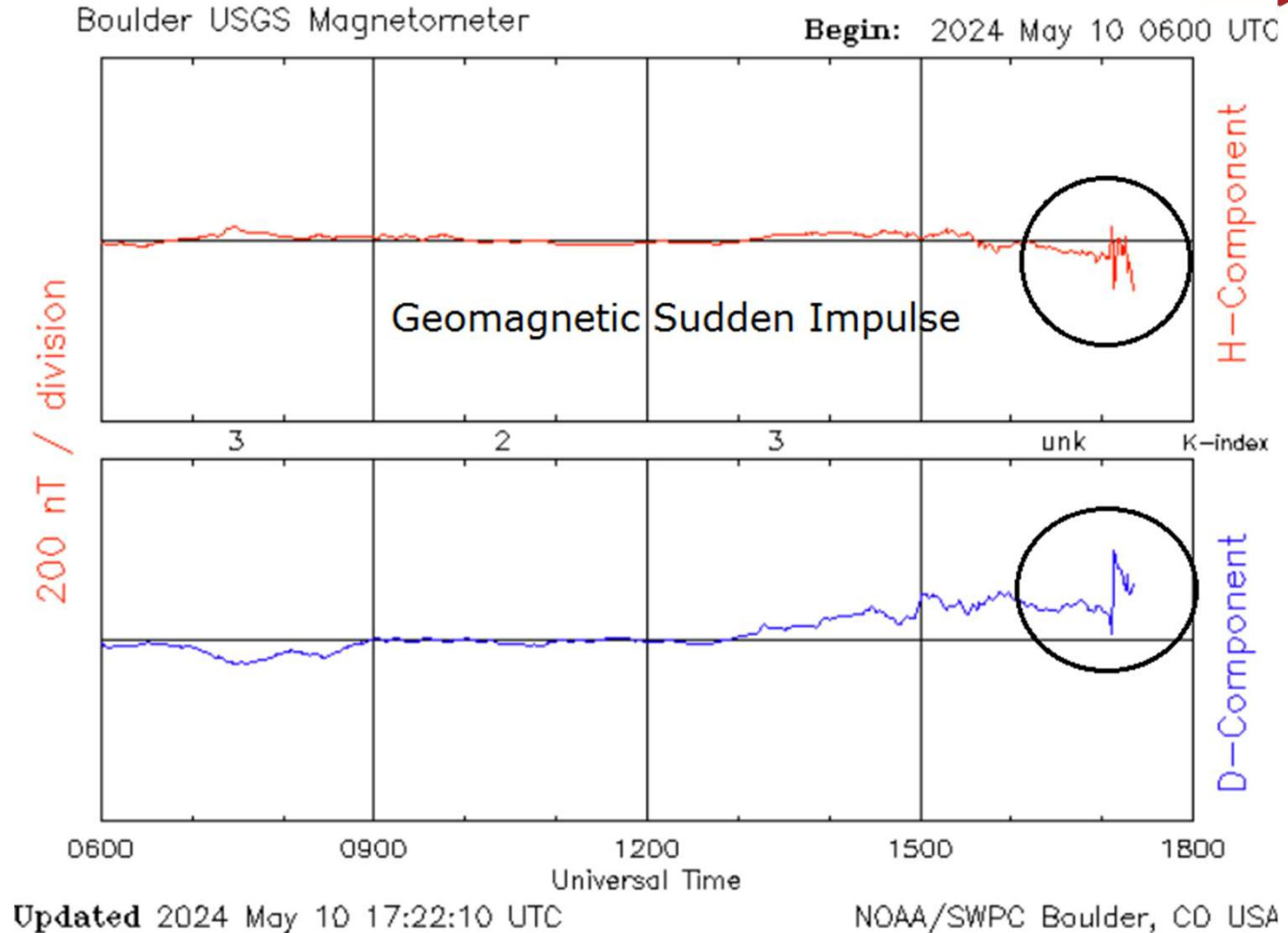
@ 800 km/s ~ 30 min tijd

Max 9
Stapjes van 1/3



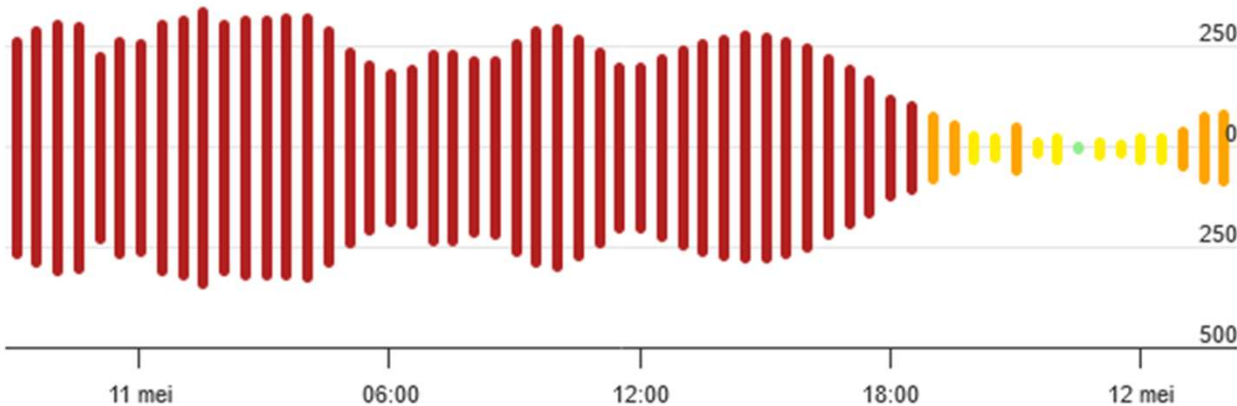
10 mei 17:00

- 17:00 UTC sterke geomagnetische impuls van 108 nT gedetecteerd in Boulder USA.
- onmiddellijk start geomagnetische storm
- Binnen 45 minuten Severe (G4) stormdrempel bereikt.



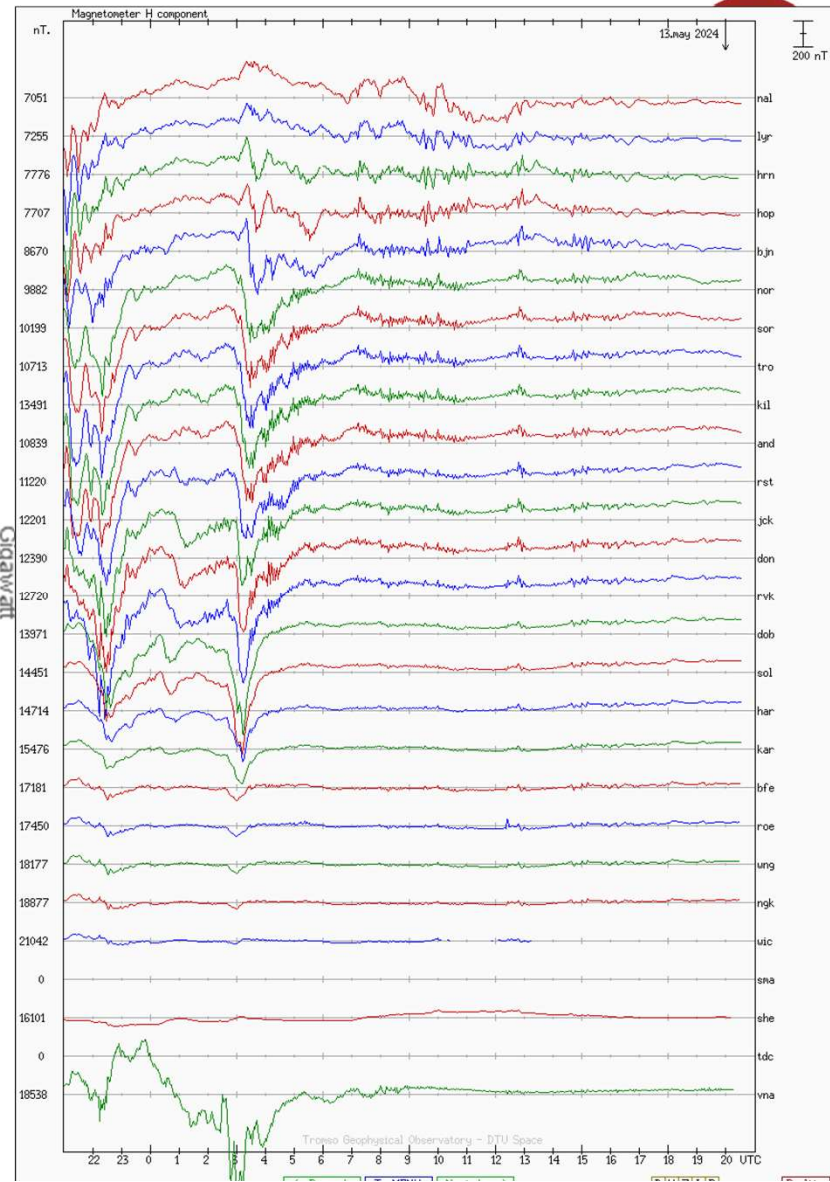
Effecten hemisfeer

350 GW in poollicht regio:
afwijkingen tot 1100 nT



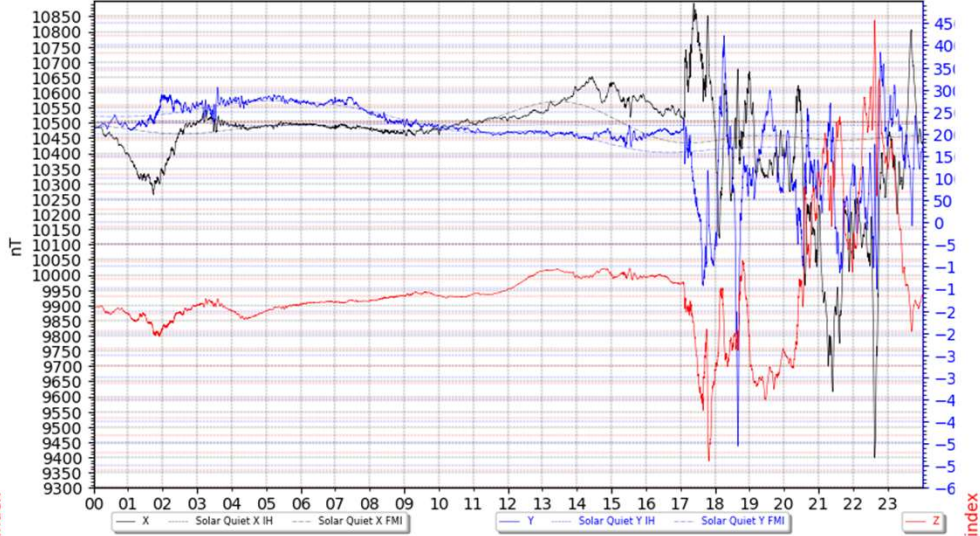
- < 20 GW niet zichtbaar
- 20-50 alleen dichtbij zichtbaar op hogere breedte
- 50-100 goed zichtbaar
- > 100 flinke storm

www.poollicht.be/nl/archief/2024/05/10.html

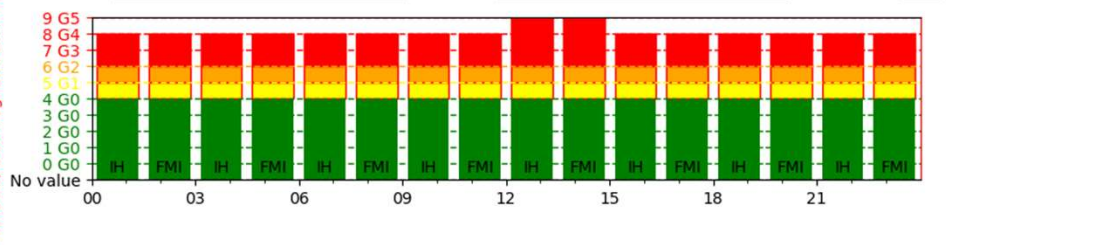
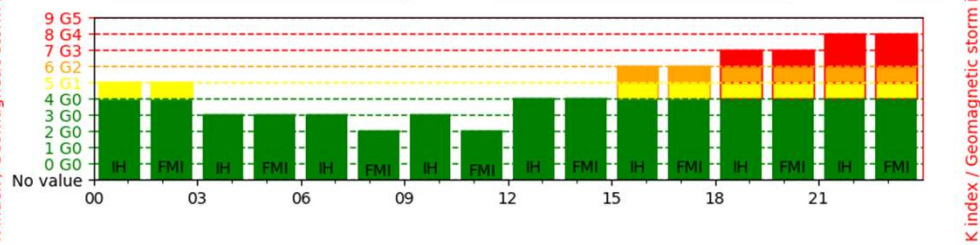
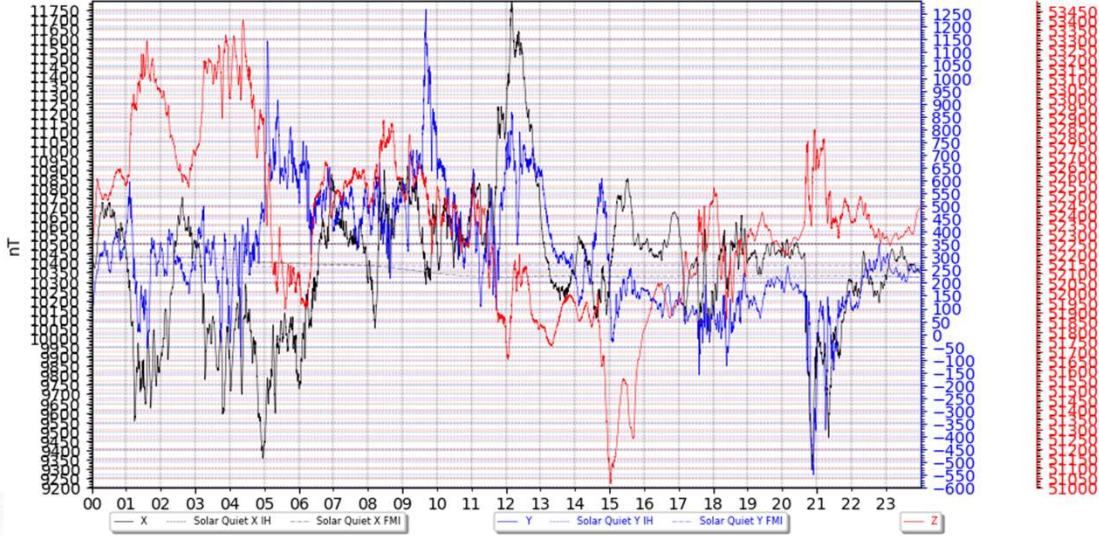


10/11 mei Kuruna magnetometer 67 °N

Kiruna Suspended Magnetometer
2024-05-10 00:00:00 - 2024-05-10 23:59:59 [UTC]

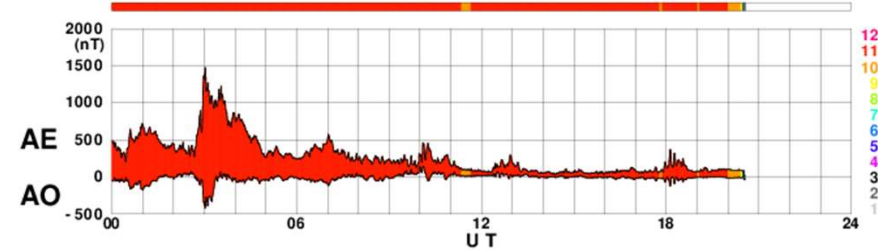
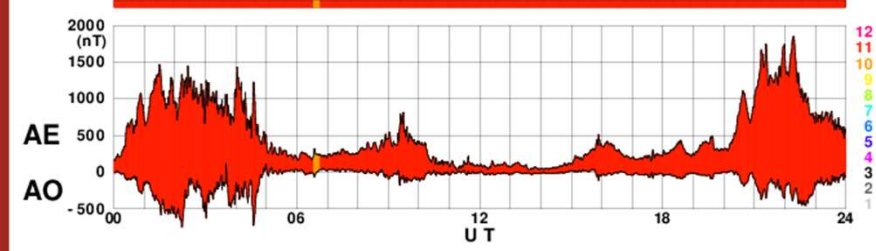
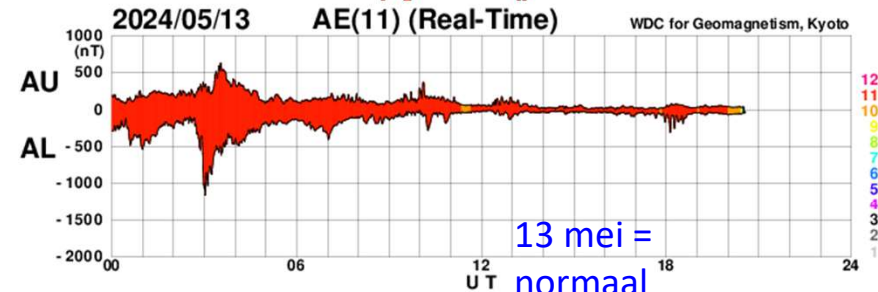
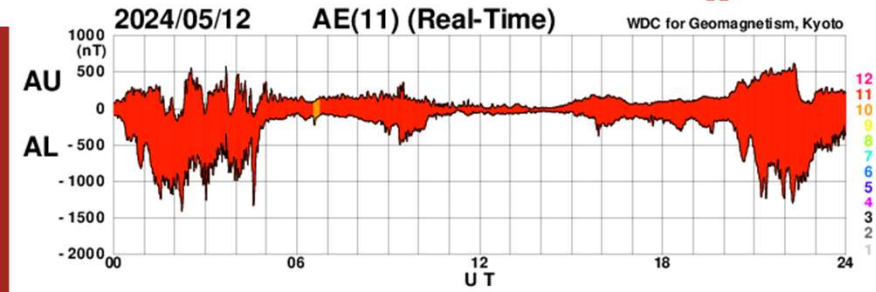
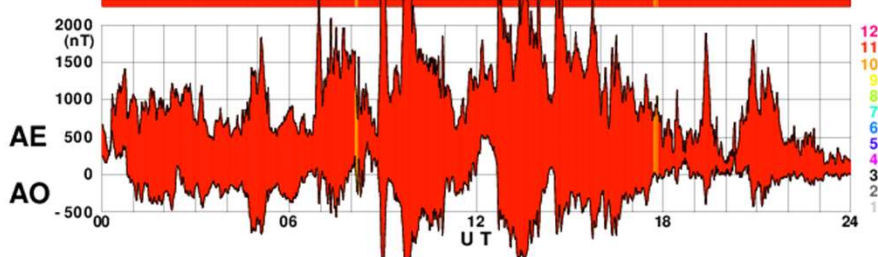
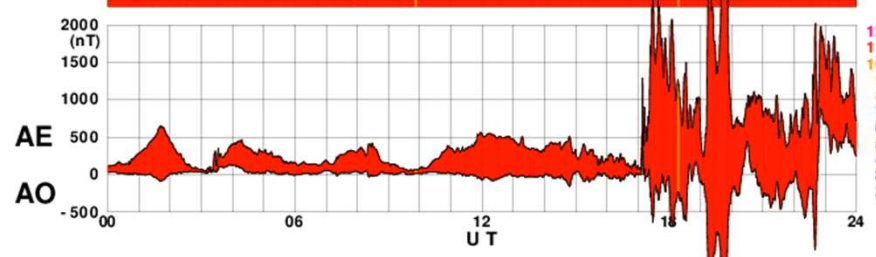
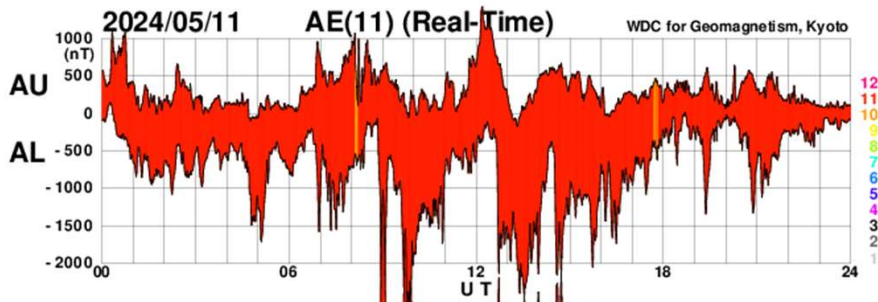
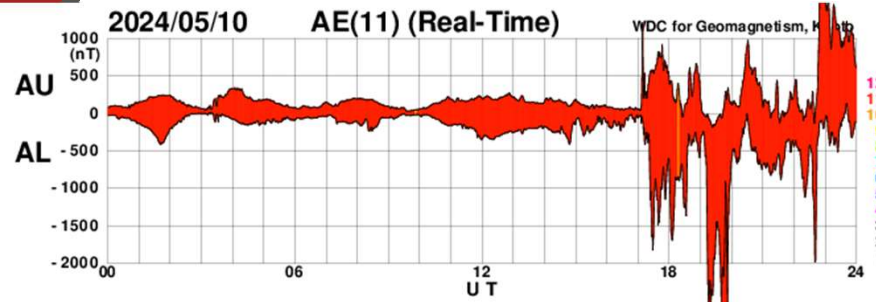


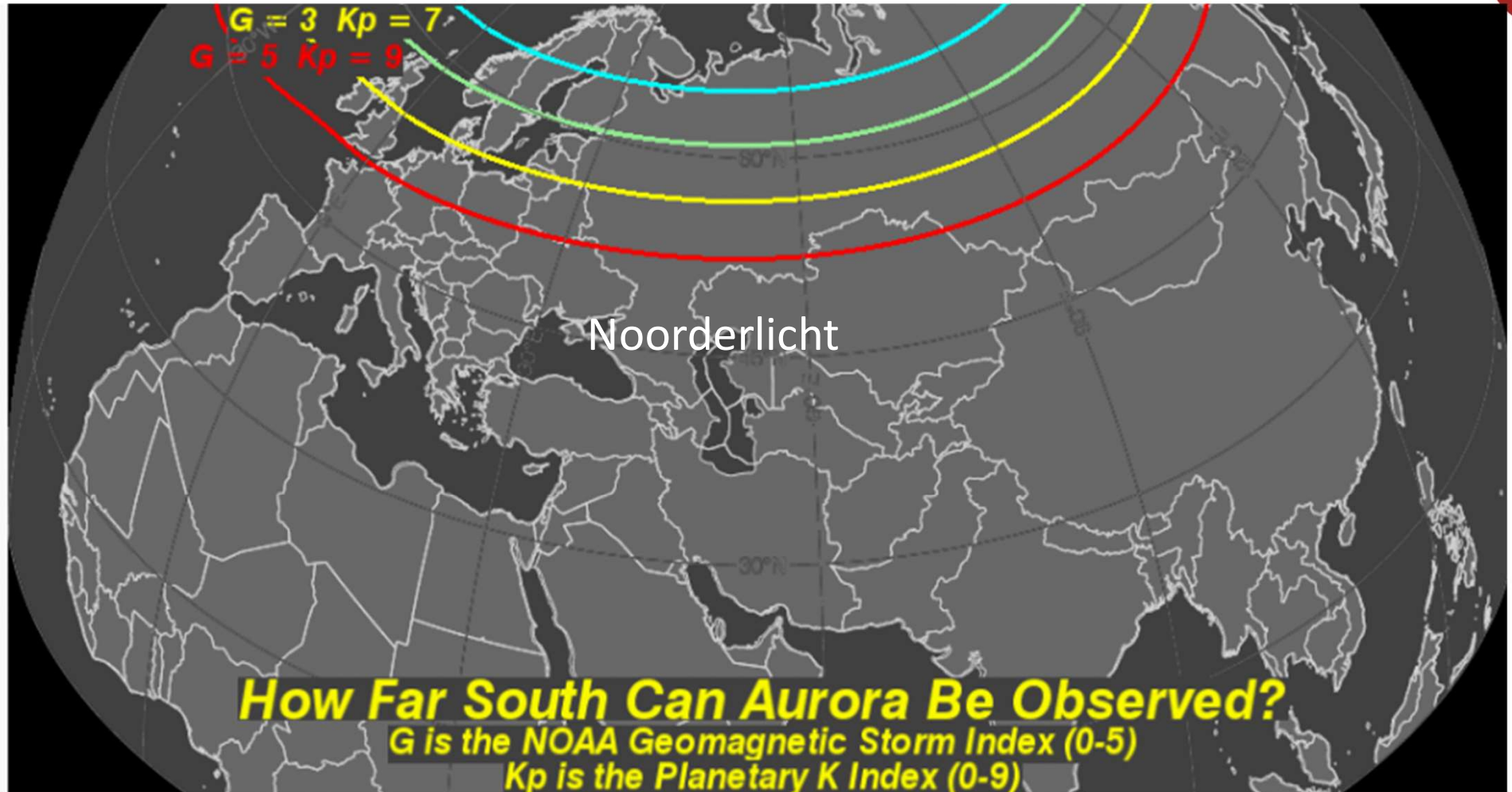
Kiruna Suspended Magnetometer
2024-05-11 00:00:00 - 2024-05-11 23:59:59 [UTC]



10/12 mei
Kyoto
JA
35 °N

EM veld





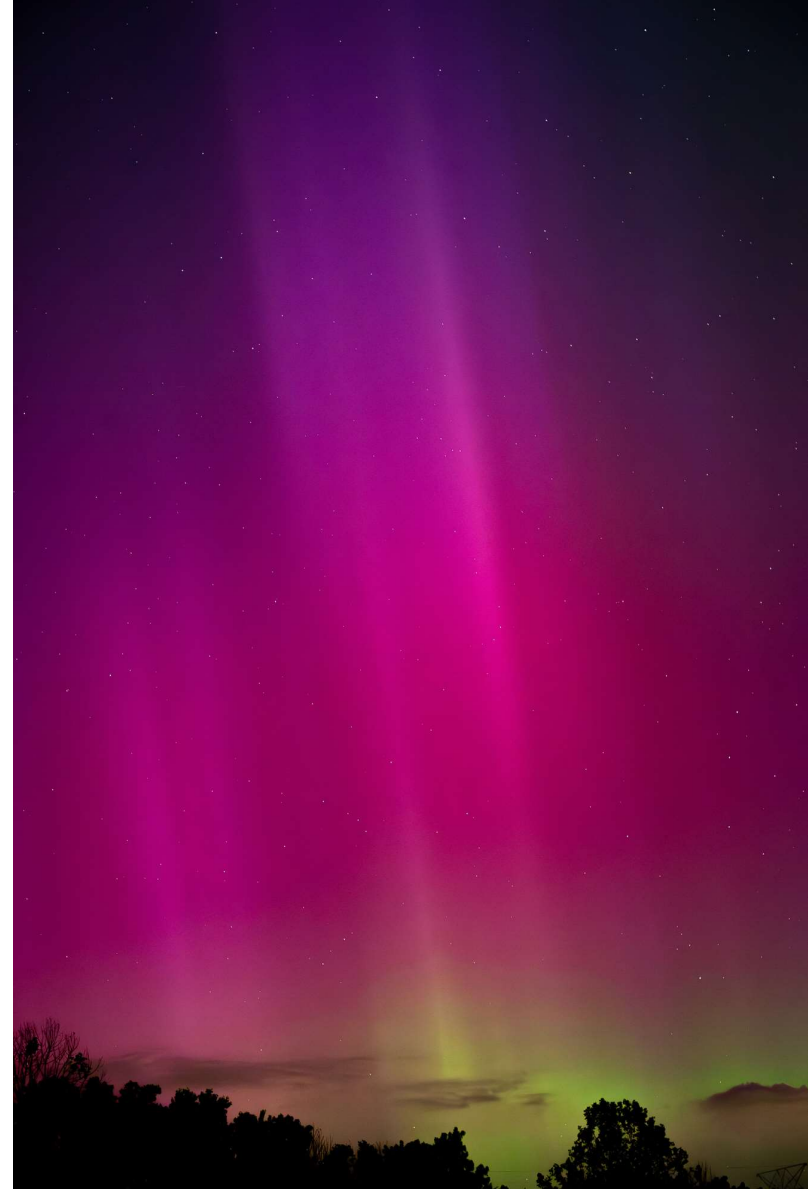
Poollicht

Wijdverspreid zichtbaar poollicht.

22:54 UTC drempel extreme
geomagnetische storm **G5**

Voorgaande keer was Halloween storm
van okt. 2003

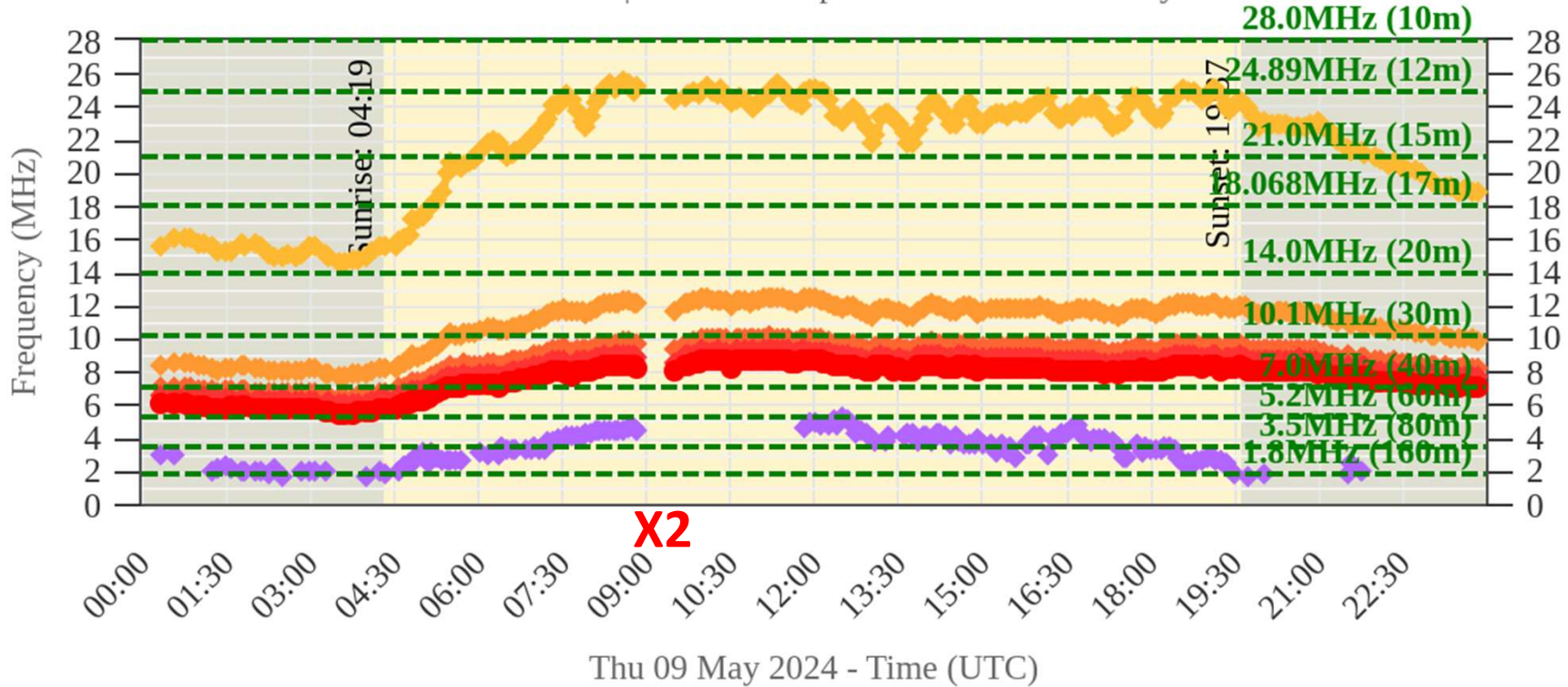
Zichtbaar poollicht werd zelfs
waargenomen vanuit het zuiden, tot in
Arizona 34 °N bij de Mexicaanse grens.



F2 (foF2) and Es (foEs) Critical Frequency / F2 Maximum Usable Frequency (MUF) for selected skip distances

Source: DB049 Dourbes | Global Ionospheric Radio Observatory

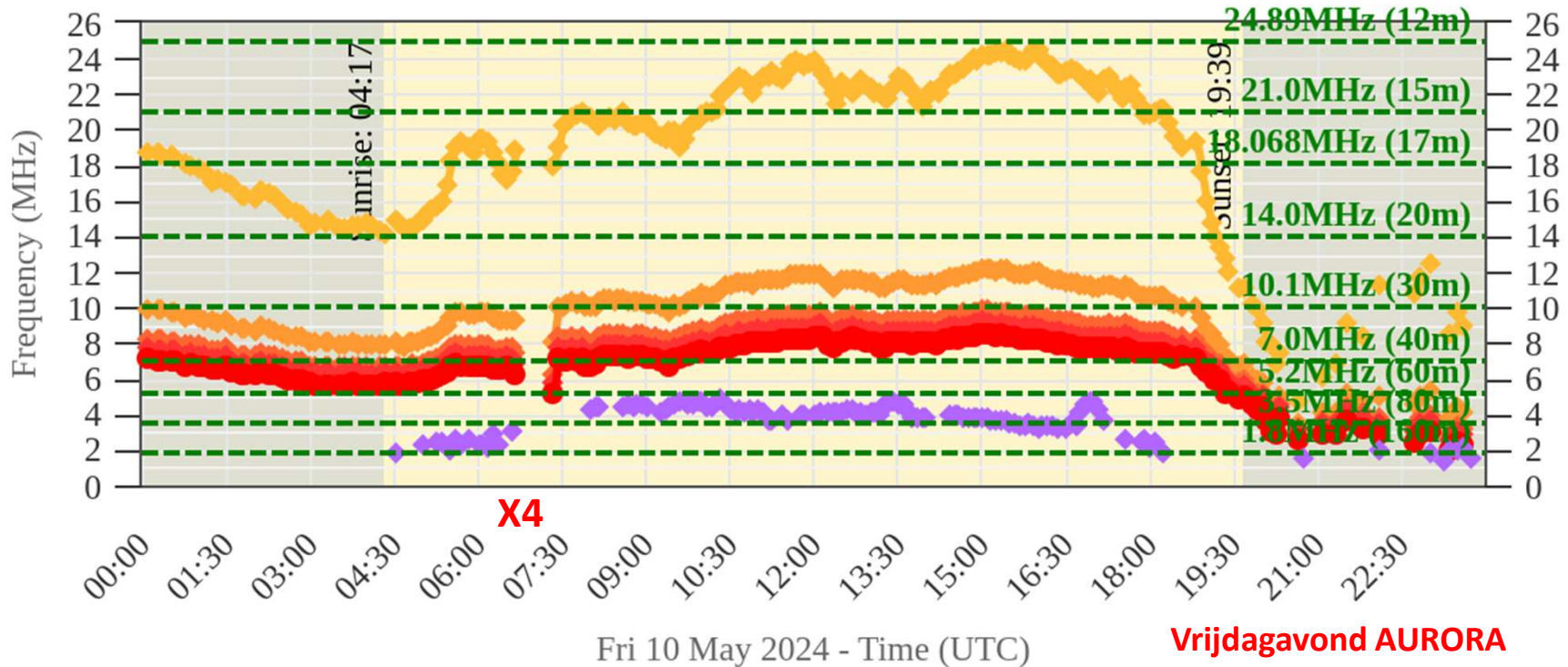
www.propquest.co.uk



- 3000km F2 MUF
- 1000km F2 MUF
- 500km F2 MUF
- 100km F2 MUF
- foF2
- foEs

F2 (foF2) and Es (foEs) Critical Frequency / F2 Maximum Usable Frequency (MUF) for selected skip distances

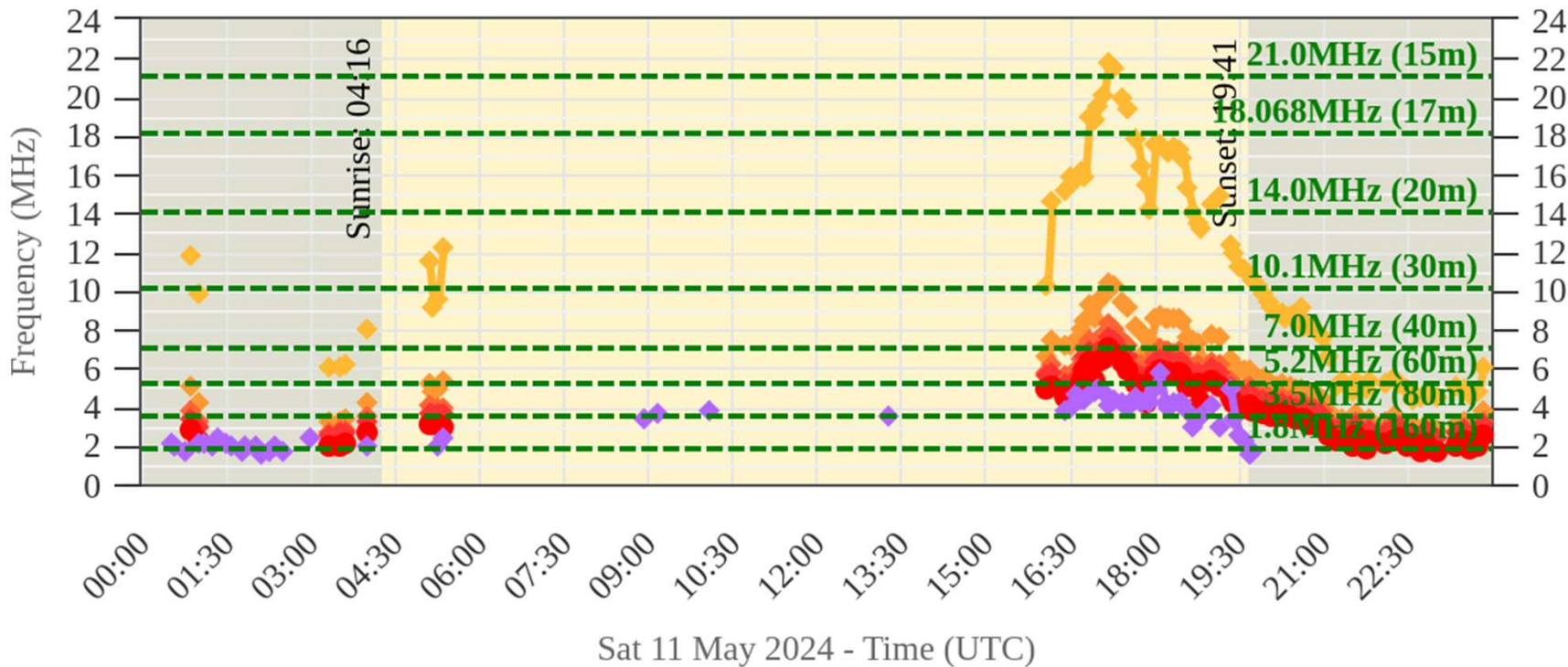
Source: DB049 Dourbes | Global Ionospheric Radio Observatory



- 3000km F2 MUF
- 1000km F2 MUF
- 500km F2 MUF
- 100km F2 MUF
- foF2
- foEs

F2 (foF2) and Es (foEs) Critical Frequency / F2 Maximum Usable Frequency (MUF) for selected skip distances

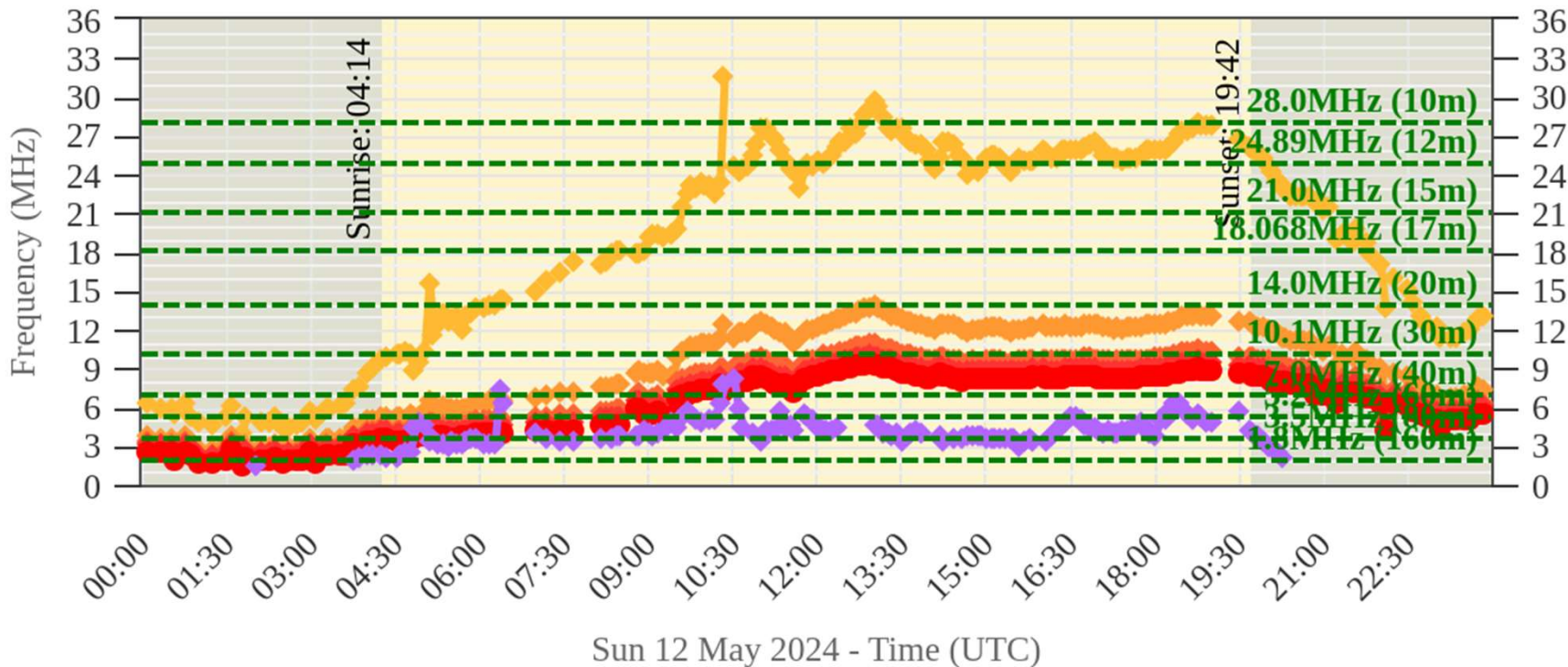
Source: DB049 Dourbes | Global Ionospheric Radio Observatory



- ◆ 3000km F2 MUF
- ◆ 1000km F2 MUF
- ◆ 500km F2 MUF
- ◆ 100km F2 MUF
- foF2
- ◆ foEs

F2 (foF2) and Es (foEs) Critical Frequency / F2 Maximum Usable Frequency (MUF) for selected skip distances

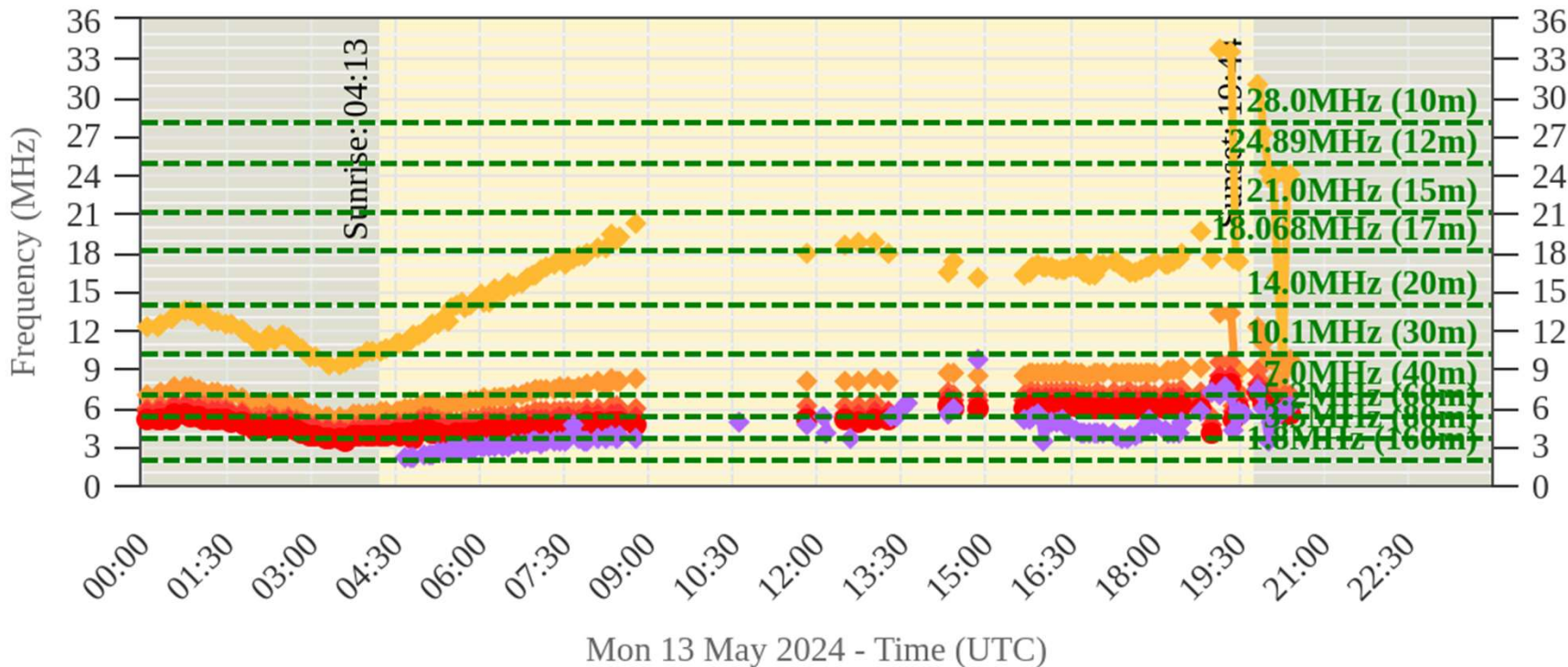
Source: DB049 Dourbes | Global Ionospheric Radio Observatory



- 3000km F2 MUF
- 1000km F2 MUF
- 500km F2 MUF
- 100km F2 MUF
- foF2
- foEs

F2 (foF2) and Es (foEs) Critical Frequency / F2 Maximum Usable Frequency (MUF) for selected skip distances

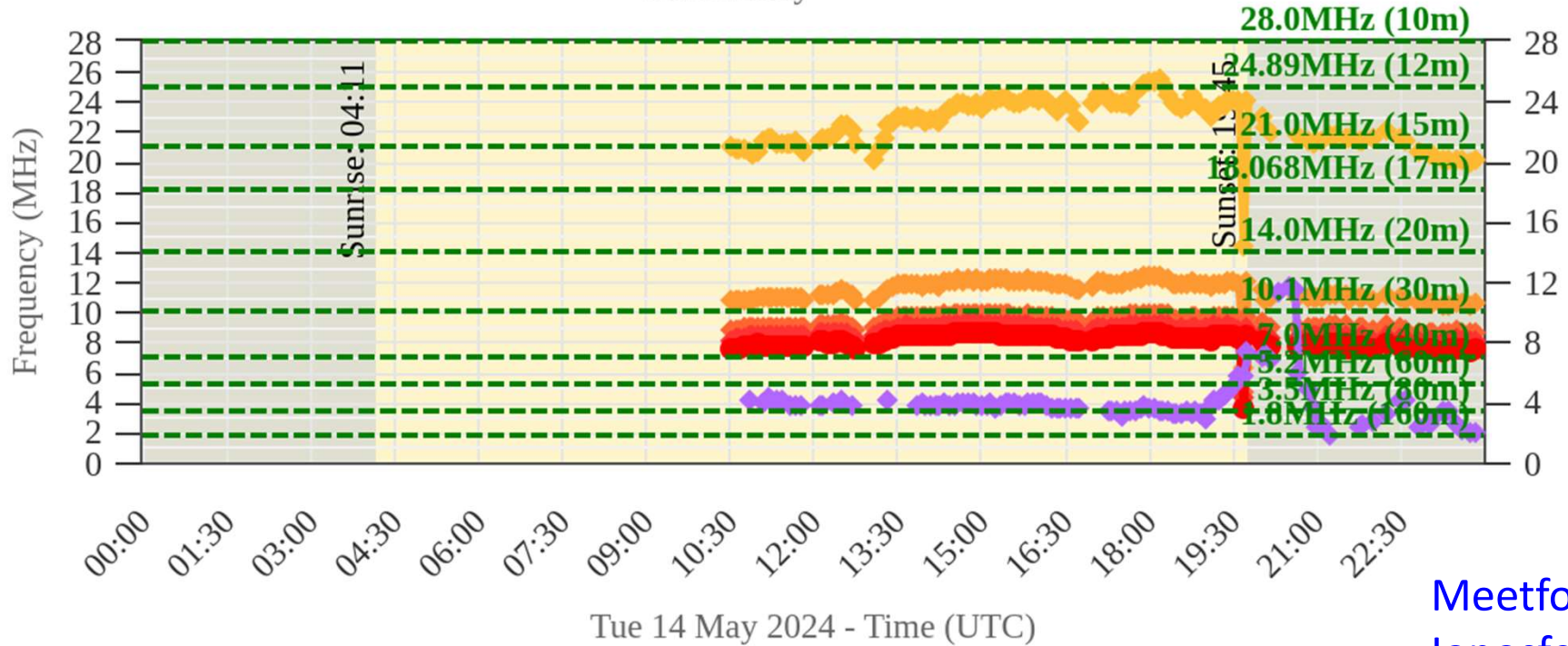
Source: DB049 Dourbes | Global Ionospheric Radio Observatory



- 3000km F2 MUF
- 1000km F2 MUF
- 500km F2 MUF
- 100km F2 MUF
- foF2
- foEs

F2 (foF2) and Es (foEs) Critical Frequency / F2 Maximum Usable Frequency (MUF) for selected skip distances

Source: FF051 Fairford | RL052 Chilton | DB049 Dourbes | Global Ionospheric Radio Observatory

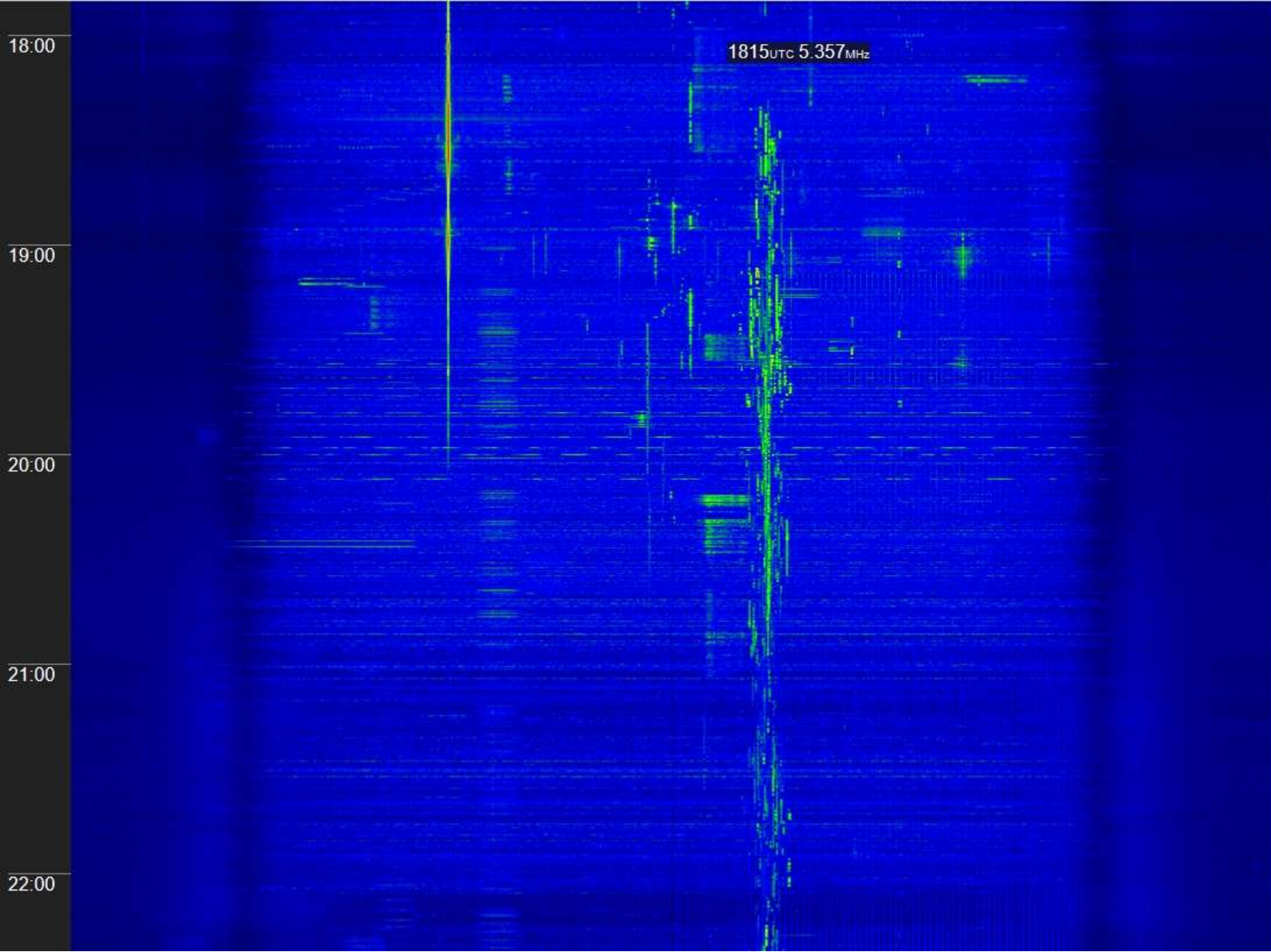


Meetfout of
Ionosfeer?

Waterval web-sdr

Graz OE 47 °N
vrijdag
10 mei
18-22 uur UTC
60m band

[websdr.iks.tugraz.at/
sdrbuffer](https://websdr.iks.tugraz.at/sdrbuffer)



40m

18:00

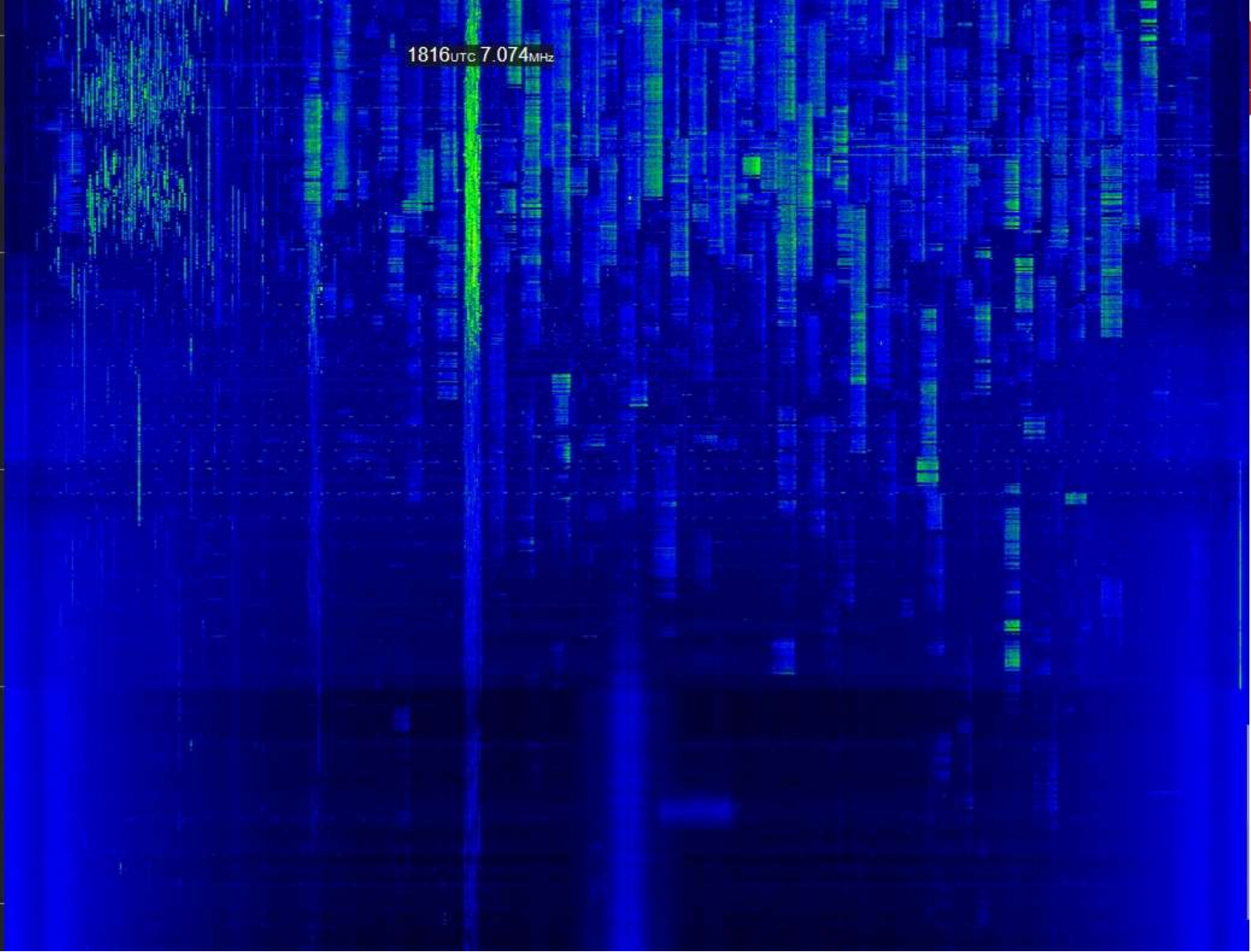
1816 UTC 7.074 MHz

19:00

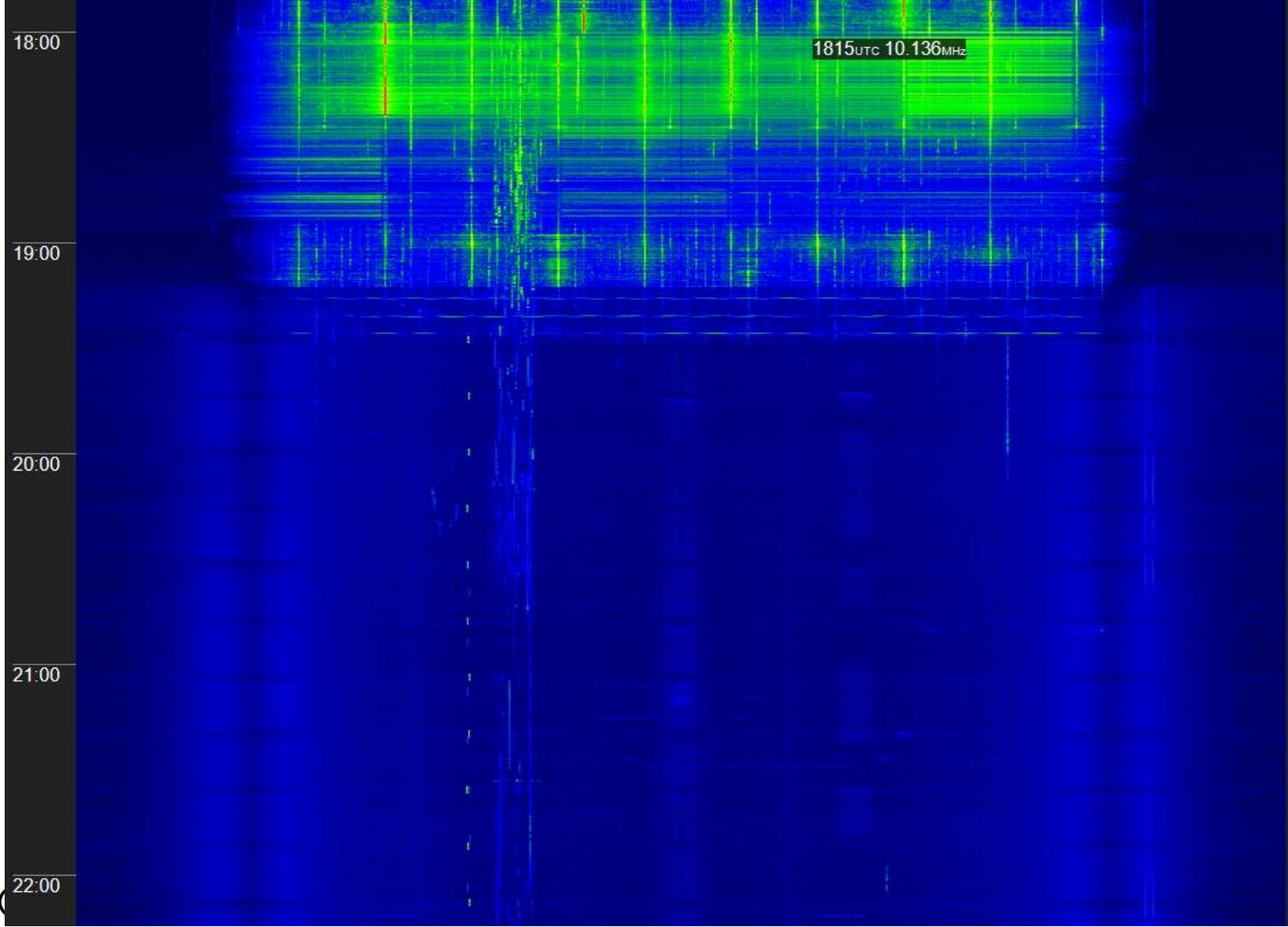
20:00

21:00

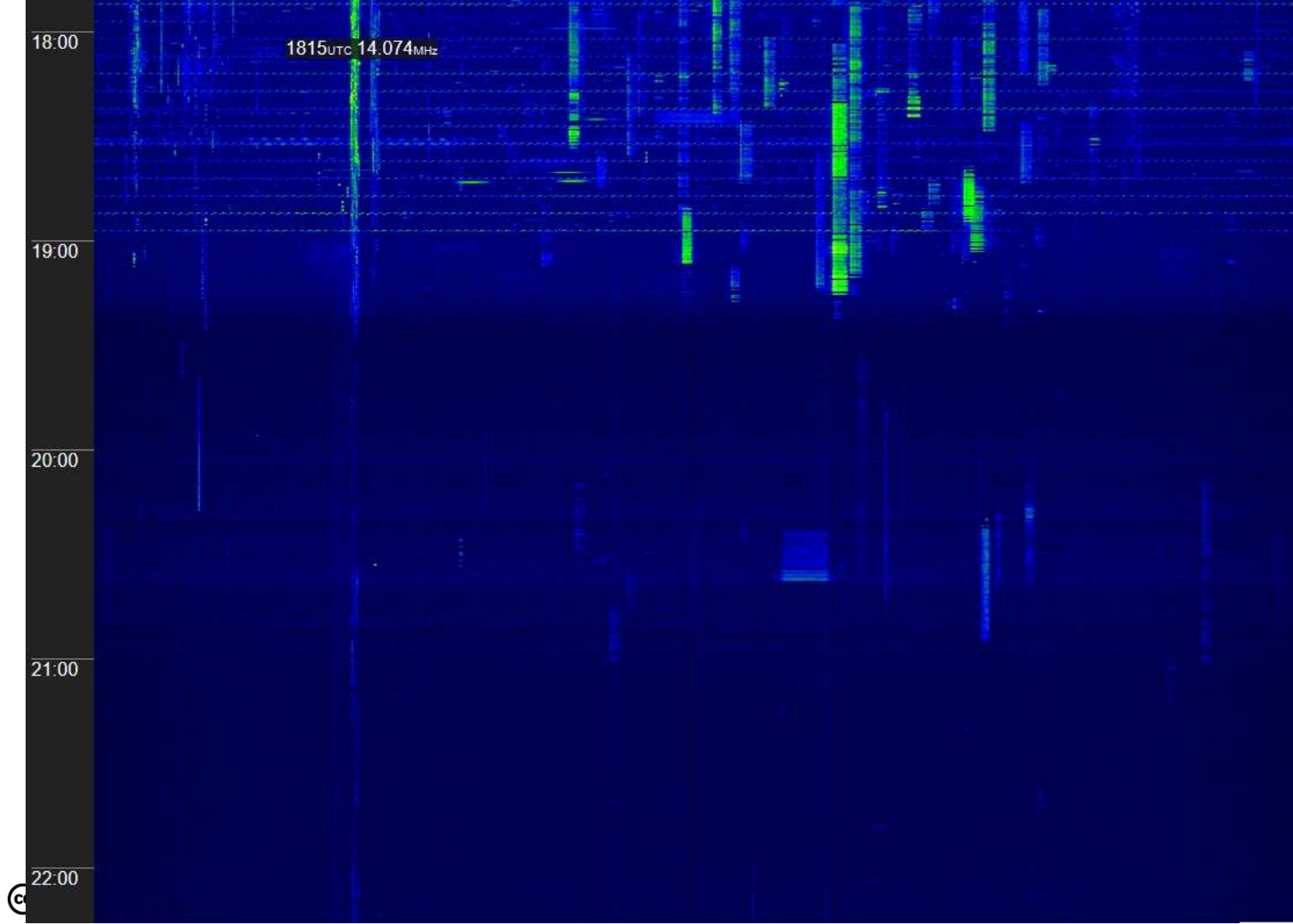
22:00



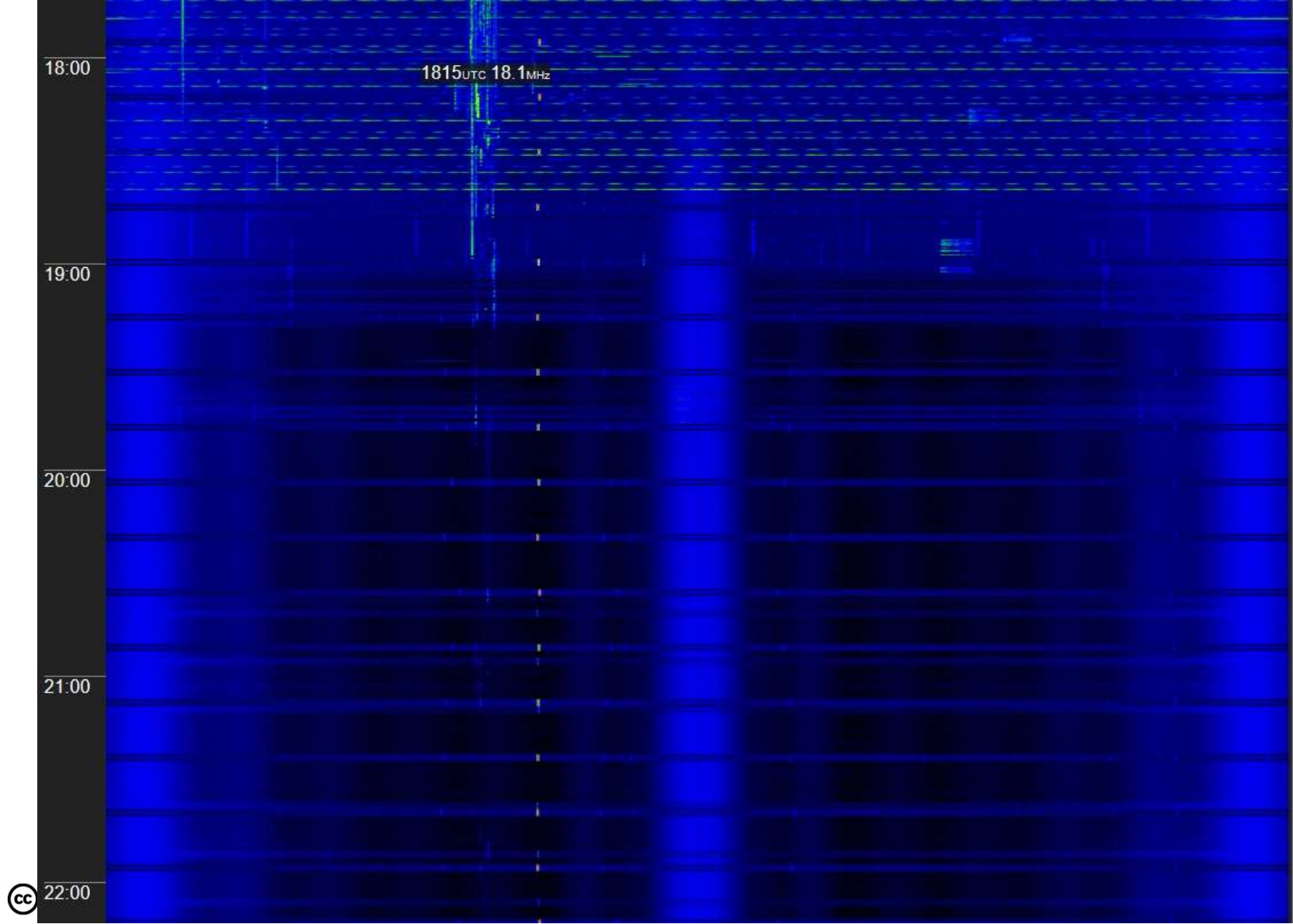
30m



20m

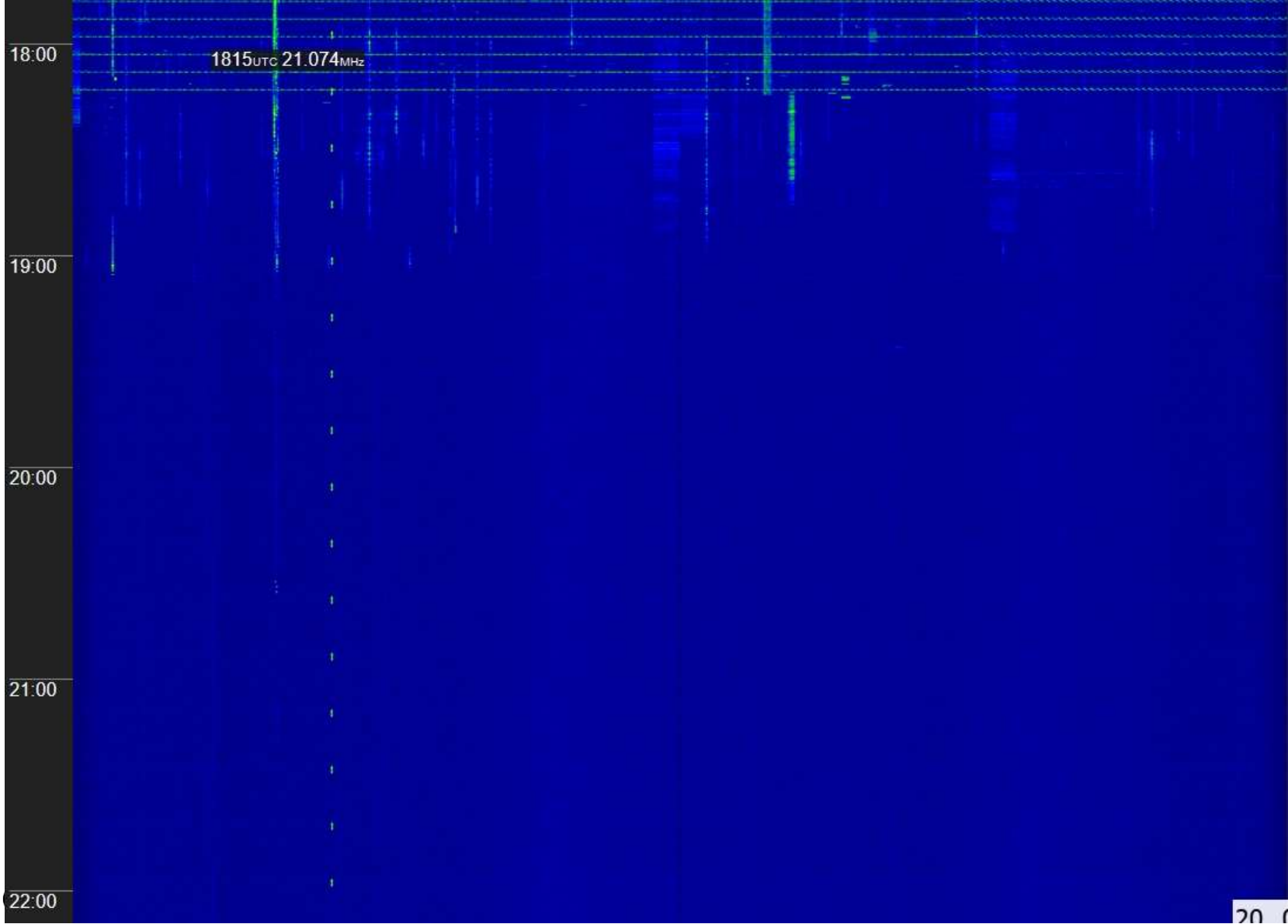


17m



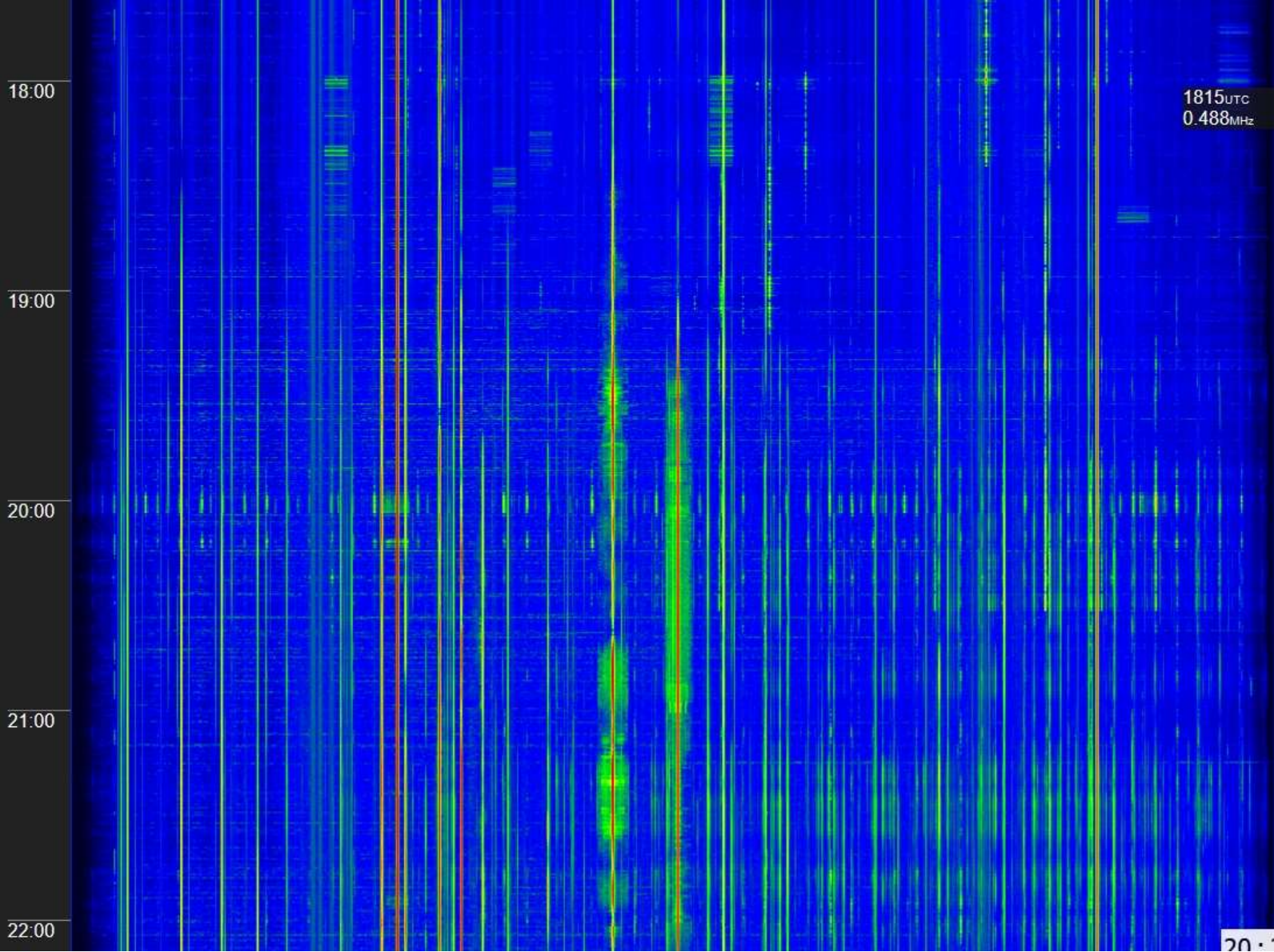
22:00

15m



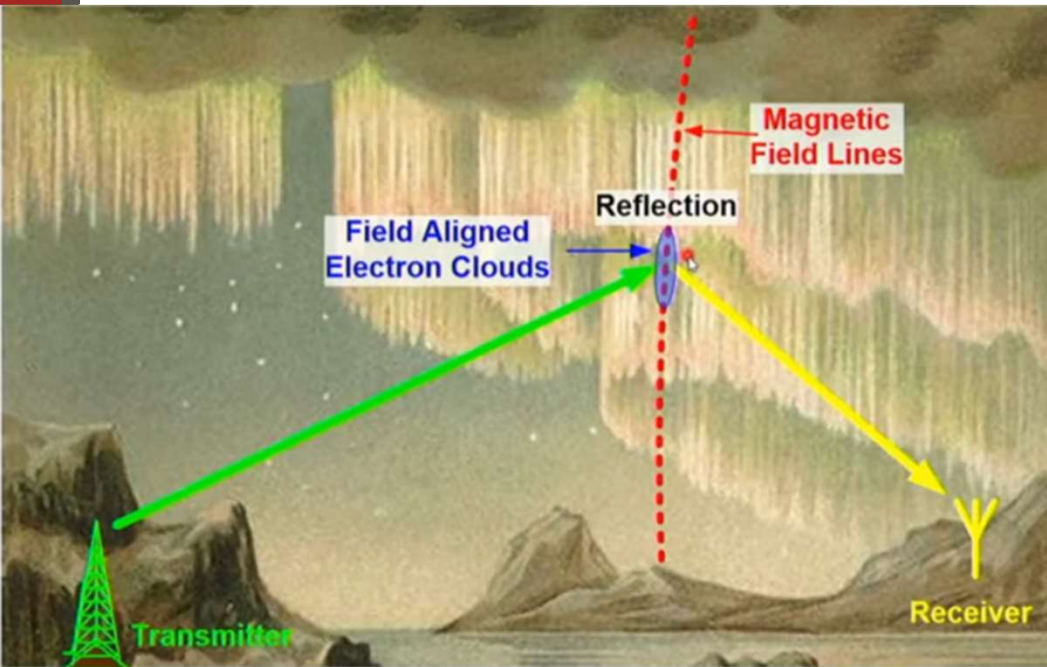
VLF-LF
0-500 kHz
betere
condx !

https://en.wikipedia.org/wiki/Extremely_low_frequency
voor meer info



Aurora HF reflectie

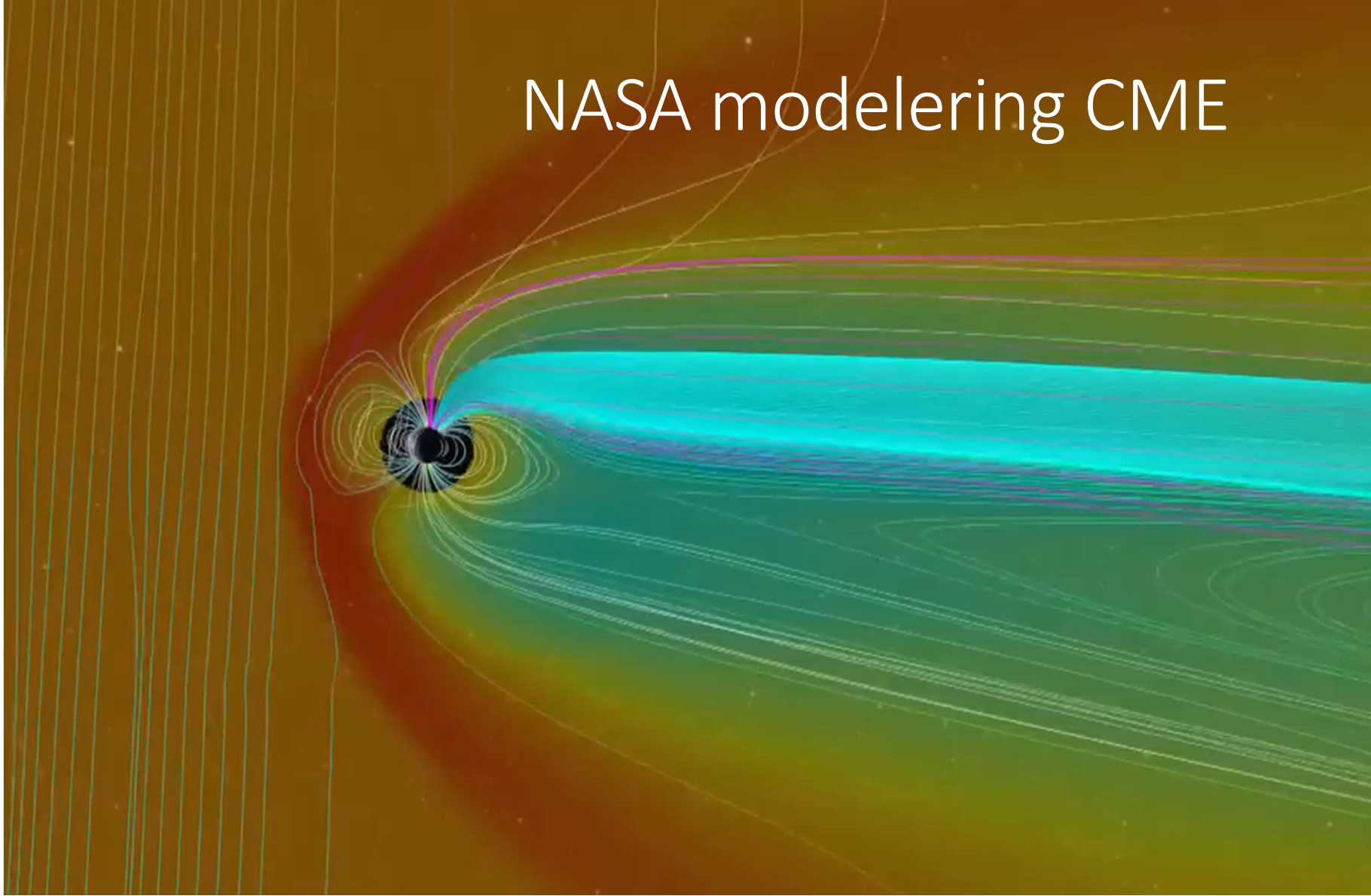
Tonight @8 Whitham D. Reeve



- Ontdekt in 1926
- Verband noorderlicht en aurora
- HF reflectie zonder zichtbaar N. licht
- Noorderlicht door aangeslagen atomen
- HF reflectie door ionisatie
- Studie 50-60 jaren > 30 MHz
- Geen skip afstand
- Weinig invloed op polarisatie
- Recht onder aurora geen reflecties
- Lage elevatie
- range 800-1000 km van reflectie
- Beste aurora op ca 110 km hoogte
- Zichtbare piek rond middernacht
- HF piek voor middernacht

NASA modelering CME

[Simulatie](#)
[Model X3](#)
dec 2006

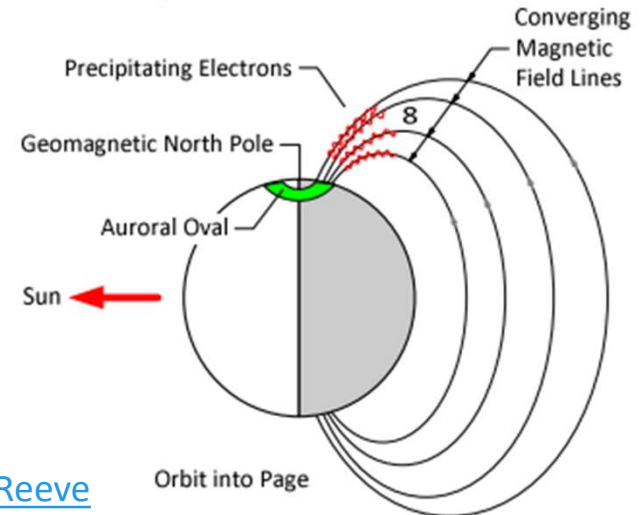
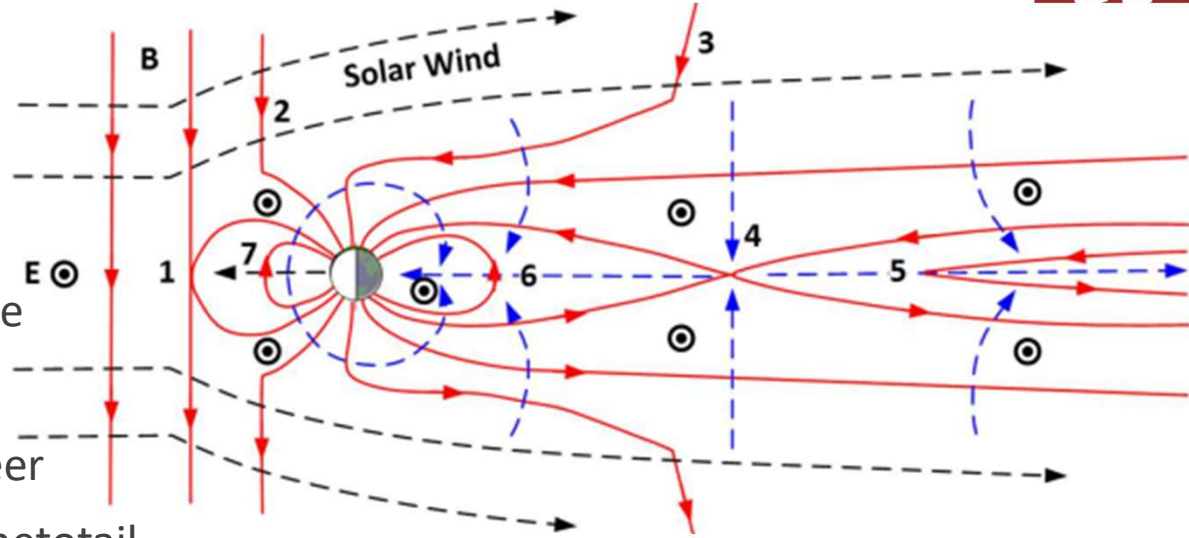


Aurora proces

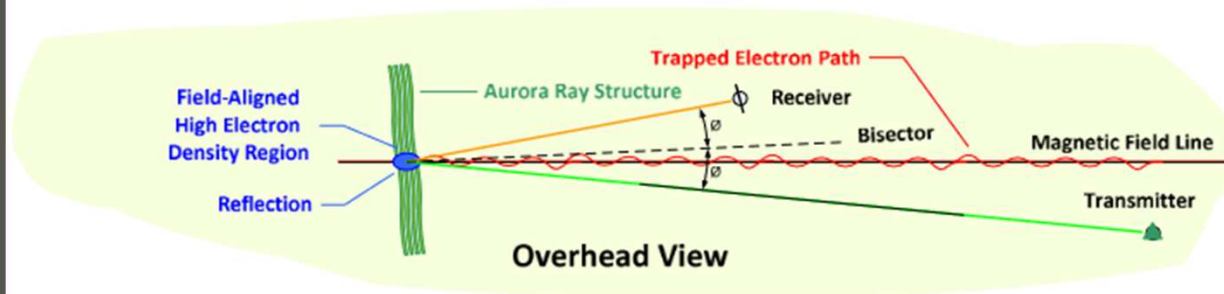
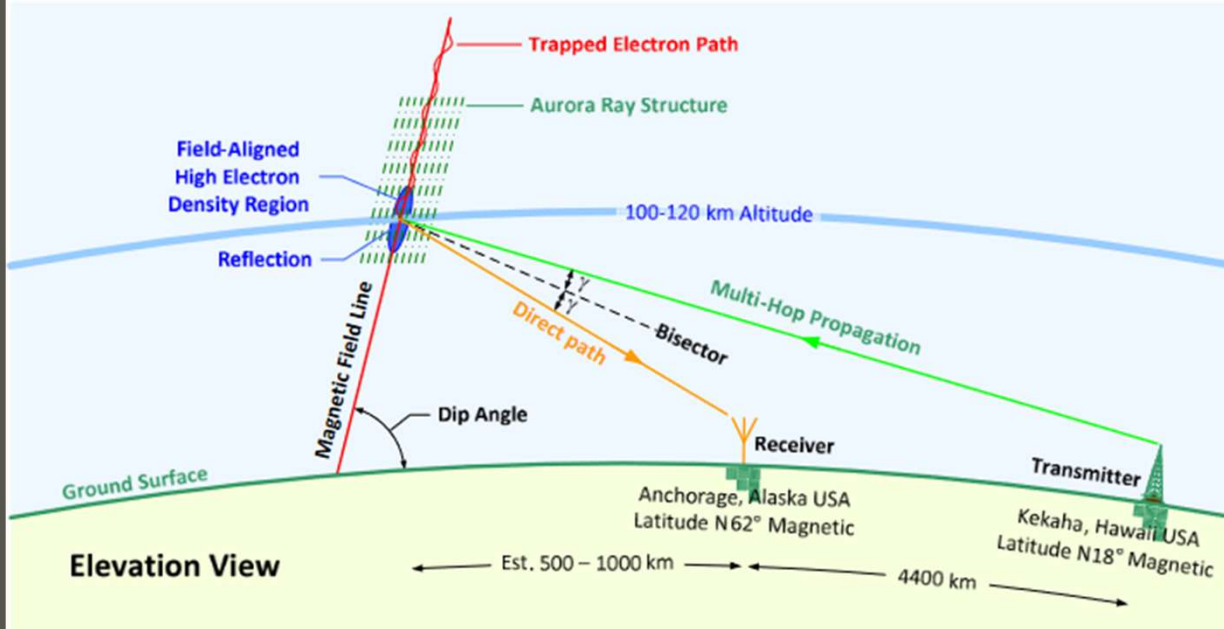
ca. 1 uur

1. Combinatie magneetveld zon en aarde
2. Openen veldlijnen aarde
3. Plasma heeft toegang tot magnetosfeer
4. Reconnectie magn. veldlijnen in magnetotail
5. *Geïsoleerd fluxgebied*
6. Plasma stroomt richting aarde
7. Plasma elektronen opgesloten in magnetisch veld
8. Verplaatsing naar lagere breedte; botsing toename ionisatie en deels aangeslagen atomen

2 of 3 cycli van 1 tot 3 uur:
substorm



HF reflectie



- Reflectie circa -60 dB
- Beweging meestal < 600 m/s (soms tot 1000 m/s)
- Tot 25 ° Noorderbreedte
- Gradiënt magnetisch veld belangrijker dan absolute K
- Vanaf K3 aurora reflecties Alaska 62 °N
- Meer dan 1 reflectie gebied mogelijk.
- Optimum zonsondergang tot lokaal middernacht

Bron: W.Reeve

Effecten Aurora

Demping 2-30 MHz, tot 100%

Ionosfeer onregelmatig: snelle en diepe fading, storing fasegevoelige communicatie m.n. op GHz banden (GPS)

Reflecties en interferentie > 30 MHz, ionosfeer interferentie.
Radiogolfpaden kunnen vervormen

Absorptie van poollicht: Signalen die door de poollichtzones gaan, ondervinden extra absorptie door geladen deeltjes.

Multi-pad propagatie en niet-rechthoekige signaalpaden

BK QRX 10

CQA

Achtergrond: (Q, E, I, B) x2 = ?

CME stuurt (geladen) deeltjes naar aarde; komen bij de polen binnen

Zonnewind verstoort magnetisch veld aarde

Electro dynamisch effecten

- *Prompt Penetration Electric Field: interplanetair elektrisch veld verstoort magnetisch veld van de aarde en beïnvloed m.n. bovenkant ionosfeer*
- *Disturbance Dynamo Electric Field: geomagnetische storm veroorzaakt elektrisch veld dat de normale opbouw van de ionosfeer beïnvloed*
- Zonne-energieflux beïnvloed ionosfeer
- Elektronen bewegen > Elektrische stromen in ionosfeer > magnetisch veld

+ Mechanische effecten a.g.v. wind, temperatuur, aantrekking maan

+ Snellere recombinitie elektronen / ionen

Netto resultaat?

Invloed K op foF2

Dourbes 1957-1989

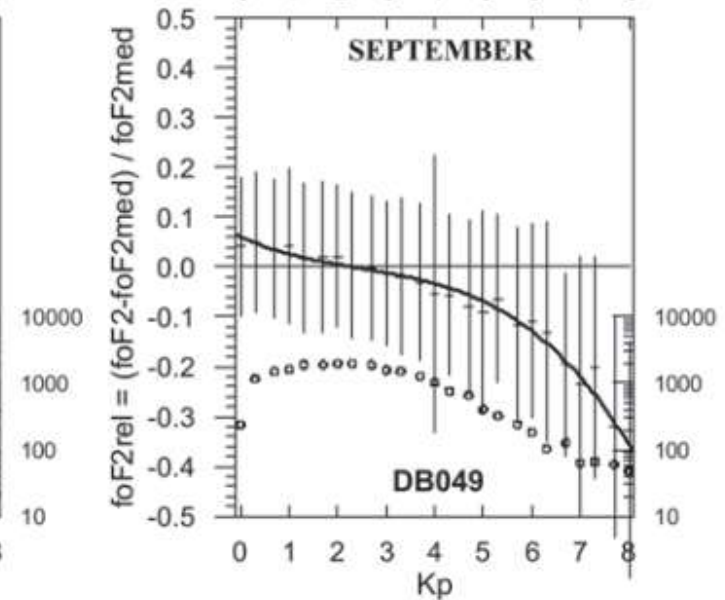
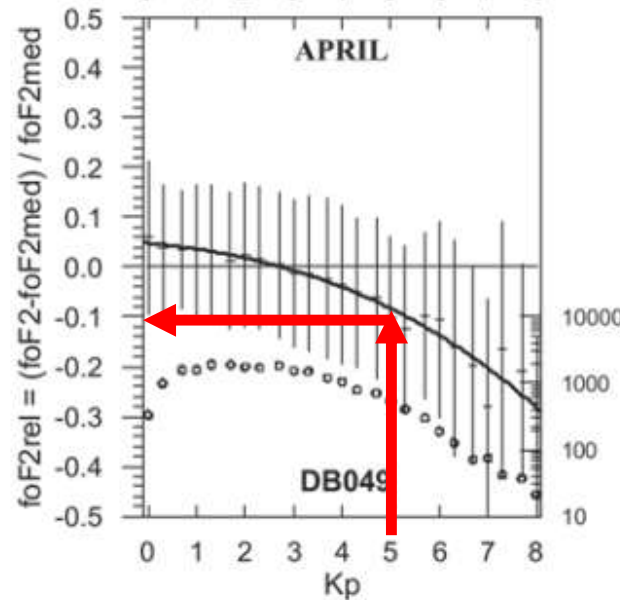
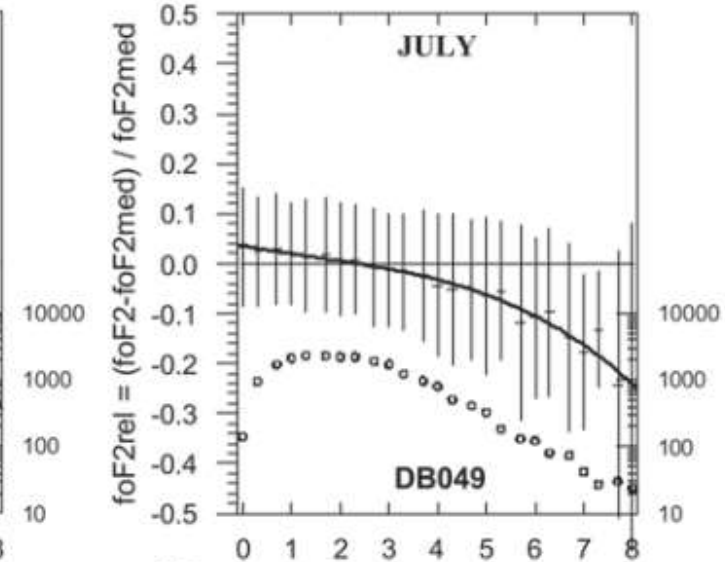
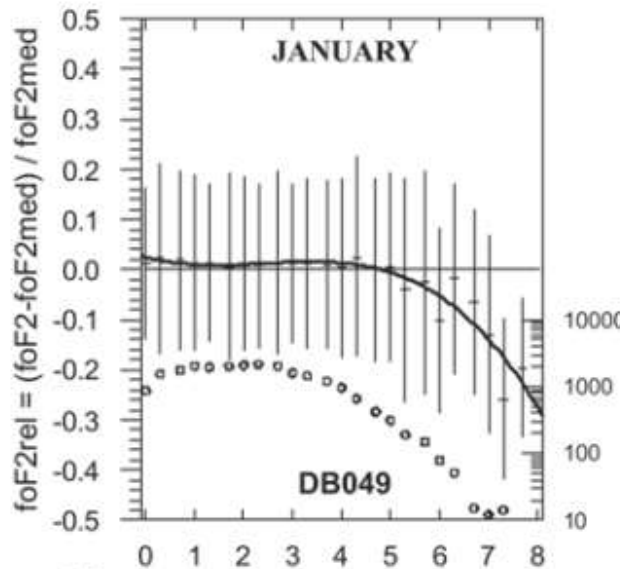
Vet = gemiddeld

Verticaal = spreiding

O = aantal metingen

K=5 circa 10% lagere foF2 en MUF

[Stankov_2002_AG_Ionosphere-plasmasphere-response-to-geomagnetic-storms](#)



Elektronendichtheid, reflectie en wind

Luchtdruk 100 km orde grootte 0,001 mbar 1 mg/m³

→ Drukverschillen / wind mogelijk

circa 1 op 1000 geïoniseerd

Reflectie indien $f < f_c$

$$f_c \approx 8.98 \cdot 10^{-6} \sqrt{N_{\max}}$$

Plasmafrequentie: natuurlijke resonantiefrequentie elektronen in ionosfeer bij afwezigheid van magnetisch veld o.b.v. eindige traagheid gerelateerd aan hun massa en elektrostatische herstellende kracht die gerelateerd is aan hun lading.

Achtergrond: Dynamo theorie ionosfeer

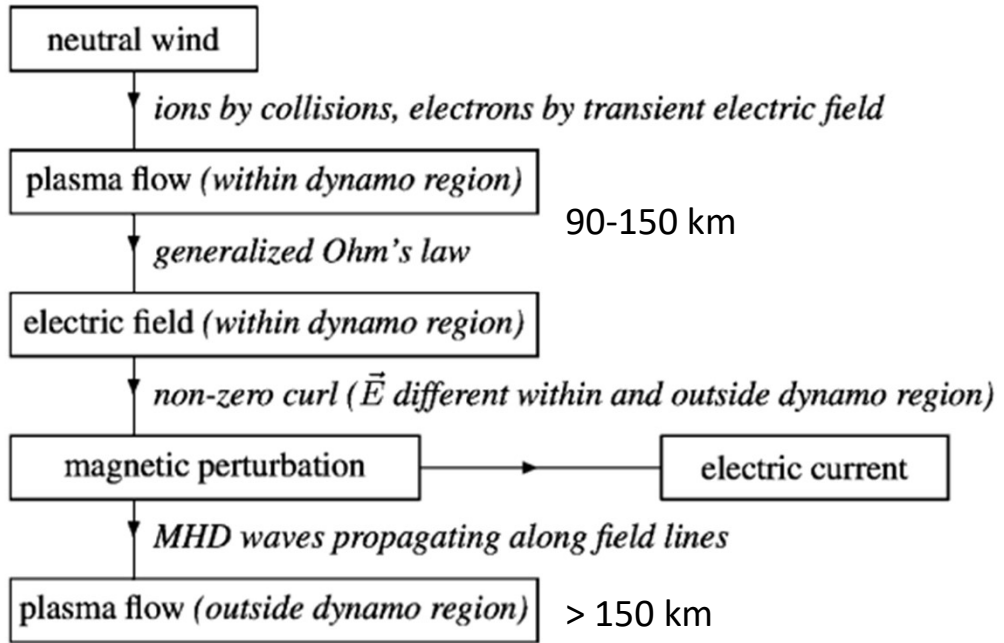
Ionosfeer bevat plasma met elektronen en ionen.

Neutrale wind botst vaker met 1800x grotere ionen dan met elektronen.

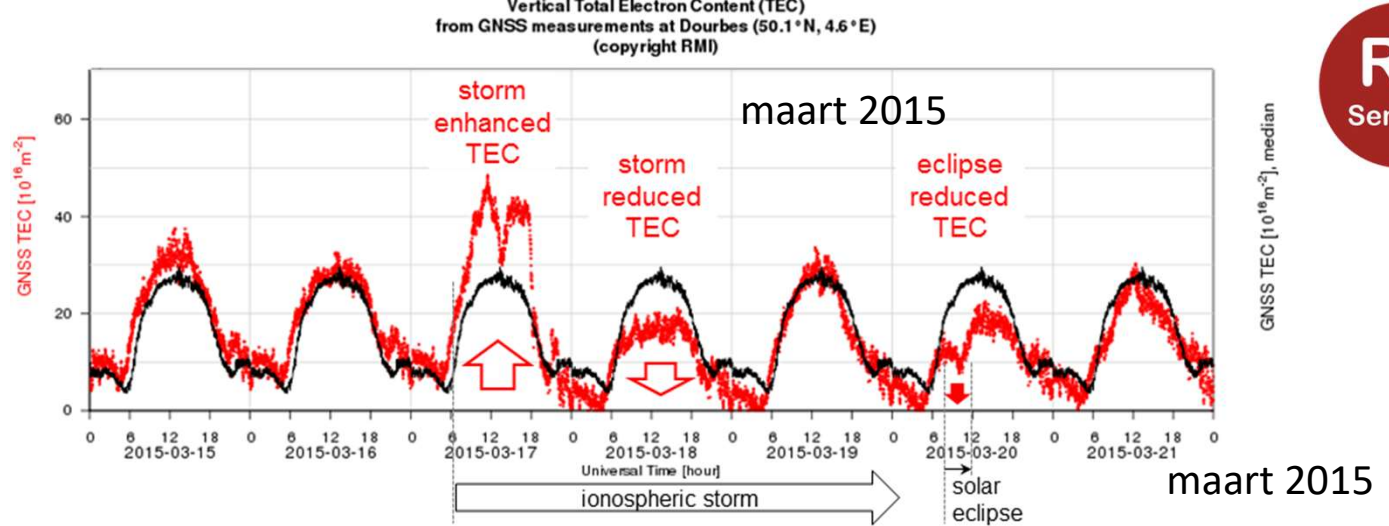
Wind bepaalt beweging pos. ionen

Magnetische veldlijnen bepalen beweging elektronen

80-200 km hoogte



Effect storm op TEC



Total Electron Content = aantal elektronen in verticale kolom tussen GPS satelliet en aarde. Dit bepaalt de ionisatiegraad.

1 TEC unit = 10^{16} elektronen / m^2

Storm kan TEC zowel +150% verhogen als – 75% verlagen

Max. dichtheid op circa 250 - 450 km, 1 op de 1000 deeltjes, variatie met geomagnetische storm. Sterker effect bij heviger storm.

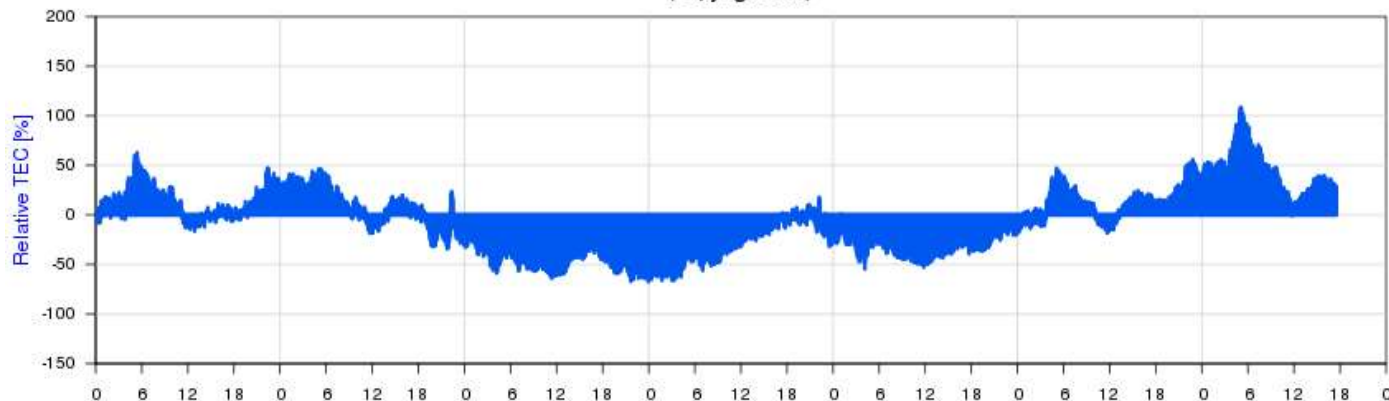
Dourbes

9-15 mei 2024

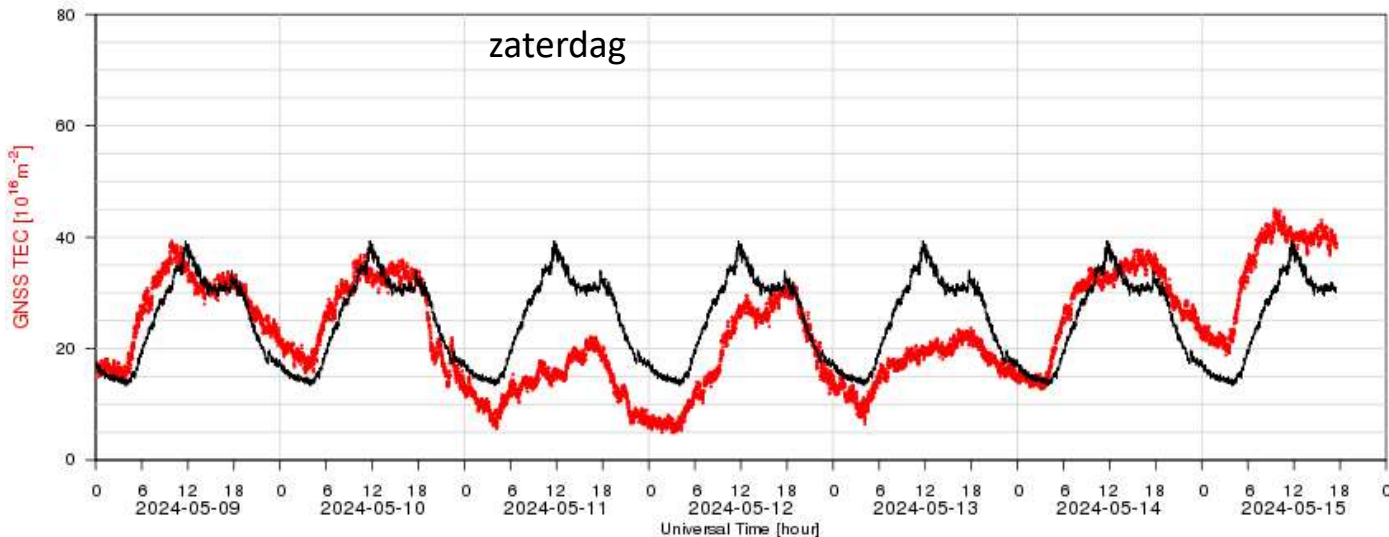
Aantal elektronen in ionosfeer **flink lager**

ionosphere.meteo.be/ionosphere/

Vertical Total Electron Content (TEC)
from GNSS measurements at Dourbes (50.1°N, 4.6°E) from the NovAtel GPStation-6 receiver
(copyright RMI)



zaterdag

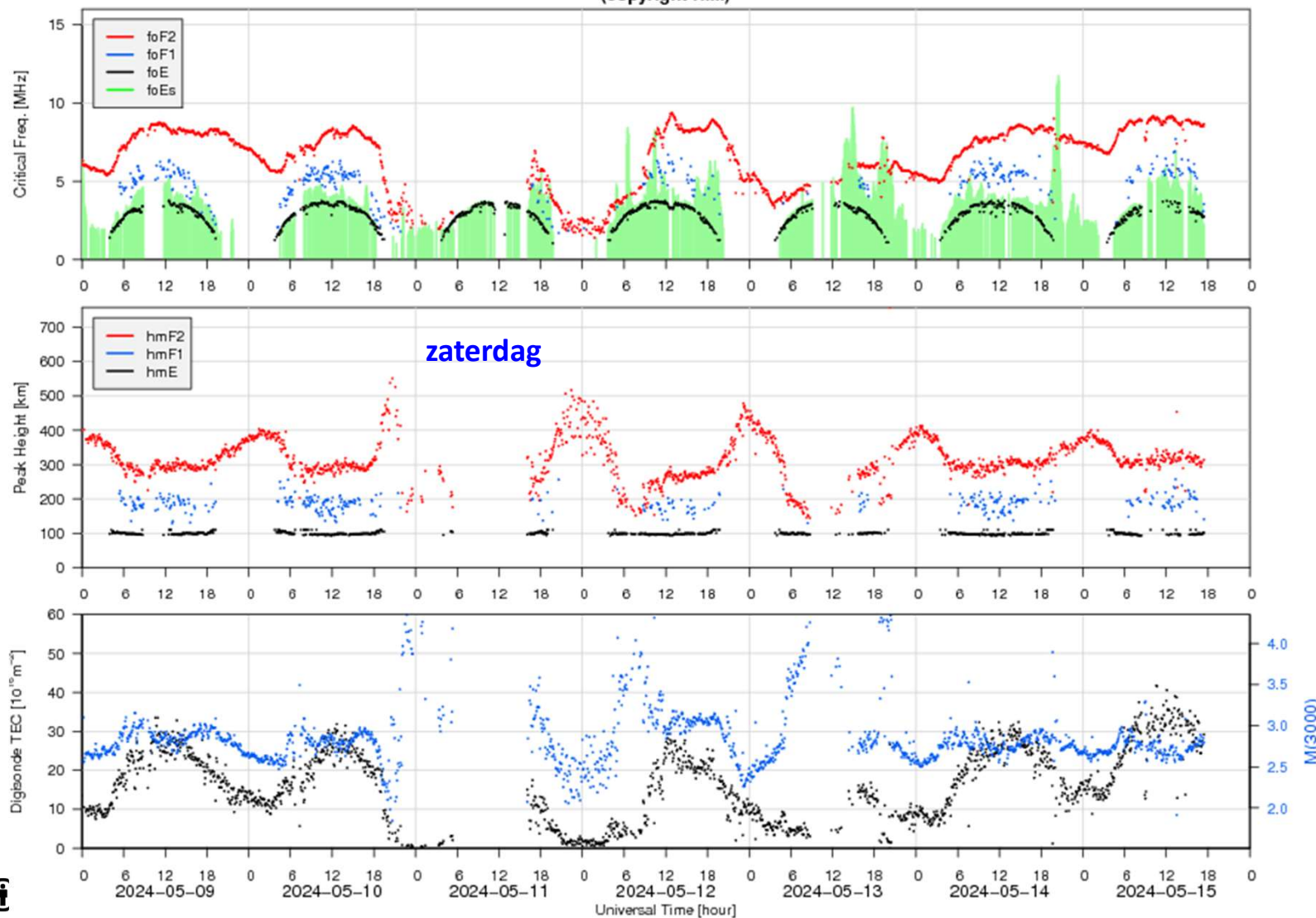


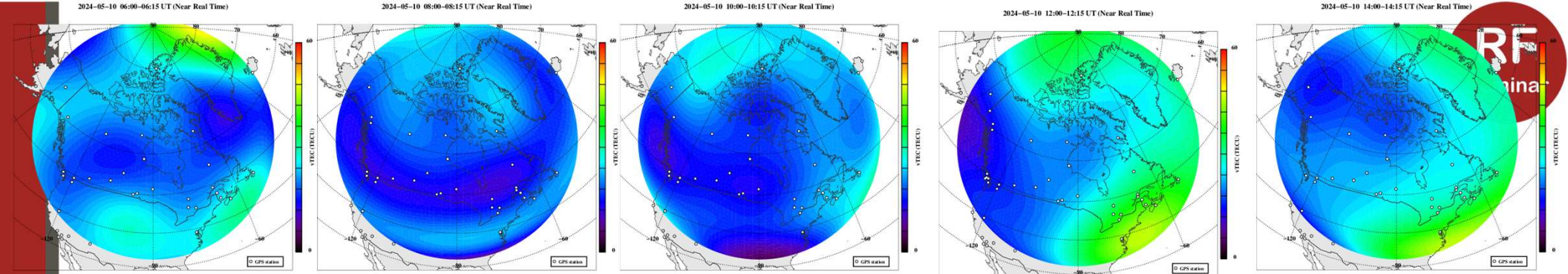
GNSS TEC [10^{16}m^{-2}], median

F_o en hoogte

Automatically scaled ionospheric characteristics in real time from ionosonde (DB049) measurements at Dourbes (50.1°N, 4.6°E) (copyright RMI)

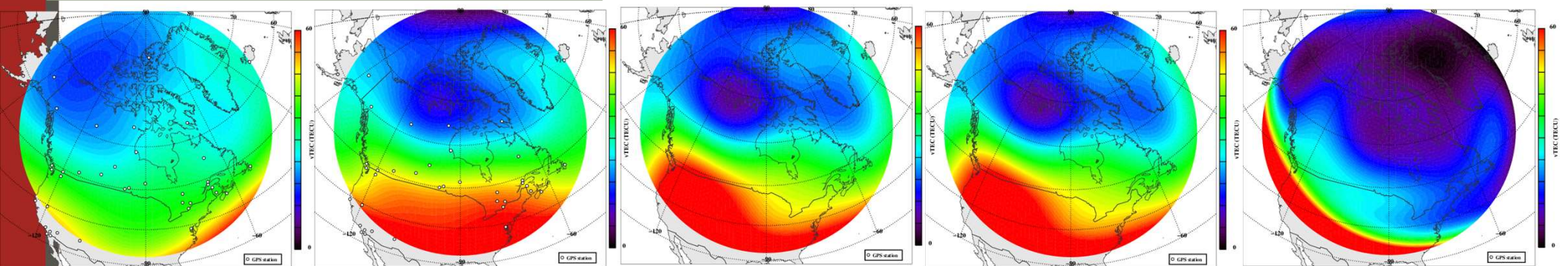
F laag afwezig !
E laag aanwezig ook in nacht !





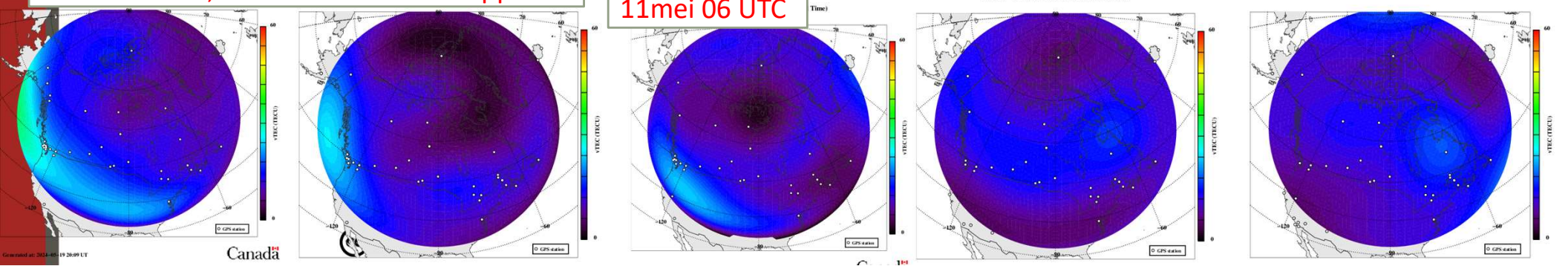
10 mei 06 UTC;

2 uur stappen



10 mei 16 UTC;

2 uur stappen



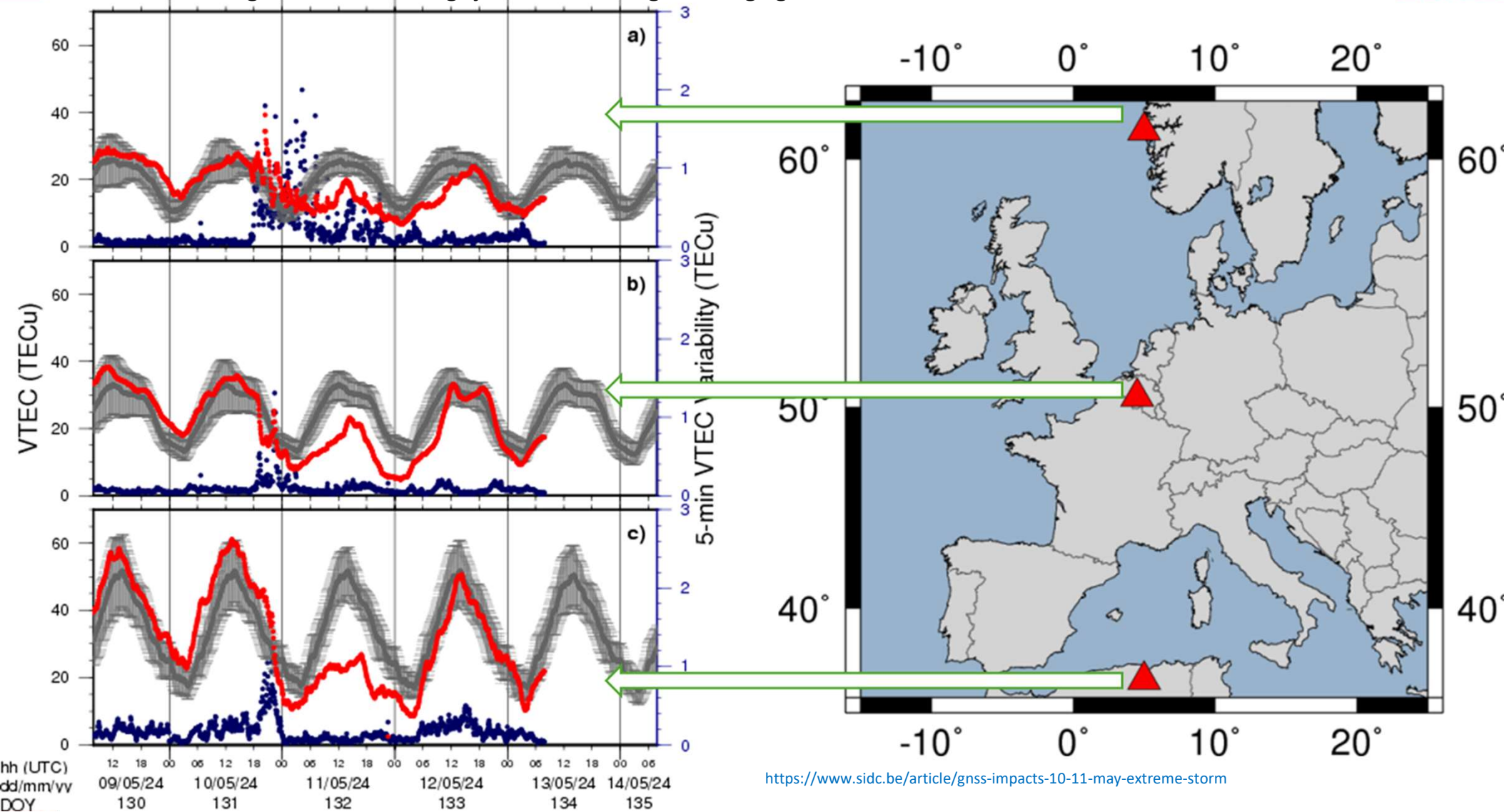
11 mei 06 UTC

TEC 11 mei 02-03 UTC t.o.v. 10 mei 02-03 UTC

HQ90	66%			JQ58	56%				
HP94	74%	IP24	79%	JP99	84%	JN69	42%	KO26	68%
GP60	55%	IO95	51%	JO57	65%	JN79	44%		
		IN98	35%	JO97	69%	JN18	37%	KN09	46%
GN37	40%	IN78	35%	JO97	69%	JN58	40%	KN79	53%
		IN80	37%	JO32	46%	JN77	41%	KN12	49%
		IM66	41%	JO62	48%	JN97	44%		
		IM64	44%	JO21	43%	JN55	39%		
				JO81	48%	JN03	36%		
				JO00	39%	JN41	39%		
				JO20	39%	JN00	37%		
				JO40	41%	JM76	44%	KM65	56%

www.izmiran.ru/ionosphere/weather/tec/indexcur.shtml

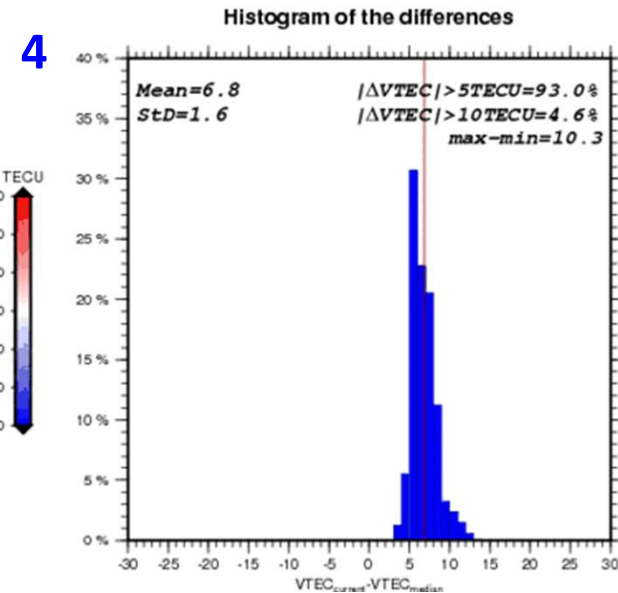
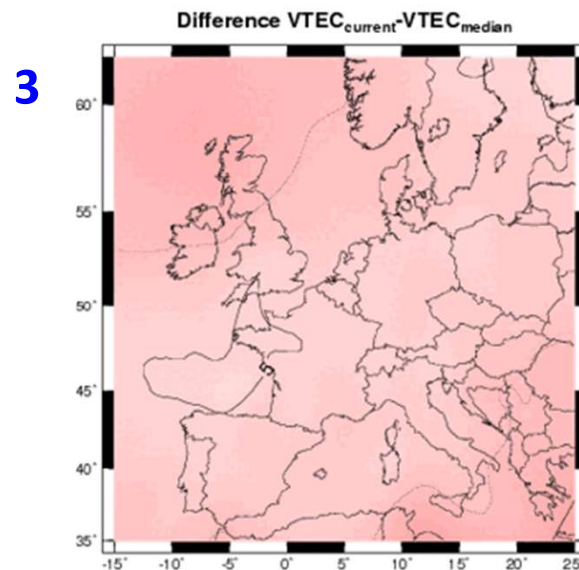
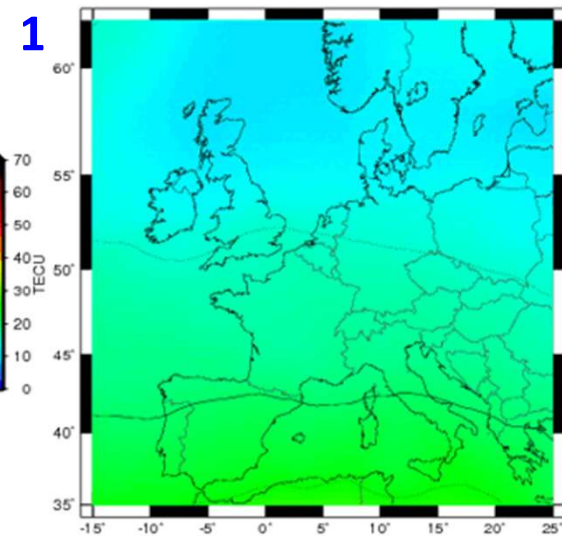
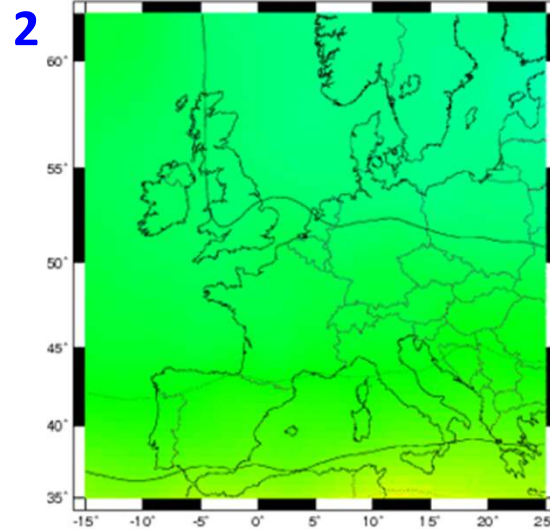
Rood = meting 9-14 mei 2024; grijs = verwachting 15 daags gemiddelde blauw = variabiliteit



1. Verwachting VTEC (Mediaan afgelopen 15 dagen)
2. werkelijke Verticale elektroneninhoud (VTEC)
3. Verschil tussen kaart 1- en 2
4. % verschil

10 mei rood

11 mei groen / blauw



Aurora signalen : doppler

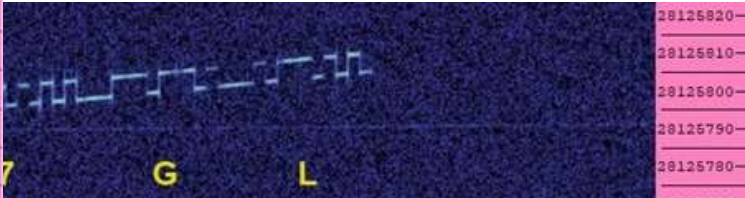
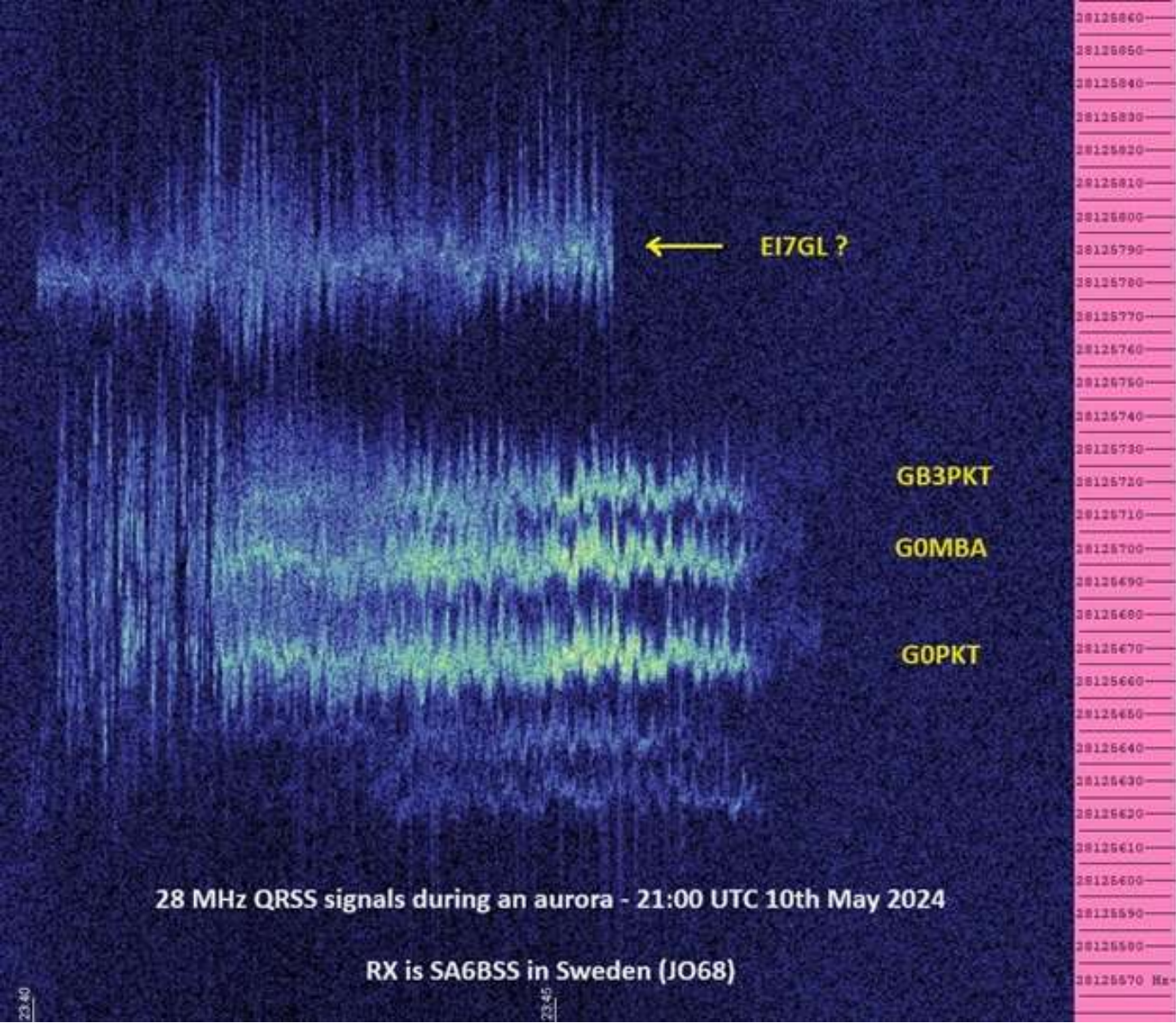
Doppler $F = 2f_o(v/c)$

- F = Doppler shift
- f_o = TX frequentie
- v = snelheid reflector ; 200 tot 600 m/s **soms > 1000 m/s**
- c = lichtsnelheid

Circa 4 ppm → 60 Hz op 20m; 120 Hz op 10m; 200 Hz op 6m ; 600 Hz op 2m

- Constante snelheid = constante offset
- Variatie in snelheid = variatie in frequentie

Aurora effecten: EI7GL QRSS



Verticaal 10 Hz/div
QRSS 10 Hz shift
Dot = 6 seconden , call ca 10 min
TX 28,124.3 MHz
Drift door opwarmen TX

Aurora signalen CW en SSB

[CW 24 MHz](#) KL7SB

[CW 50 MHz](#) OH2LAK

[SSB 50 MHz](#) W7UUU 10 mei 2024

[CW 144 MHz](#) Alexey Dxman 7 Nov-2022

[SSB 144 MHz](#) SM5HNG

Geen opname gevonden van 70 cm aurora CW

Minimaal 2 Aurora QSO's op 23 cm bekend

sm7qvf.dyndns.org/sm7qvf/sm4qvf/Opening.html *doppleervcirca 3 kHz*

PSK reporter FT8 signalen PC5D

7 MHz	700-1400 km	EA F GI GW HA I OK SP YO
10 MHz	900-1600 km	CT EA GI HA I LA SP UA2
14 MHz	1300-3000 Km	9A DL ES EU G LA LZ OD OH SV UA2 UR YO Z3

Zaterdag 05-06 UTC

Typisch E-laag verbindingen single hop

FT8 opnamen

Referentie 40m 29 mei (geen aurora)

websdr.iks.tugraz.at/sdrbuffer/ (tnx DF5TL en PE1EEC)

40m 11 mei 0500 UTC

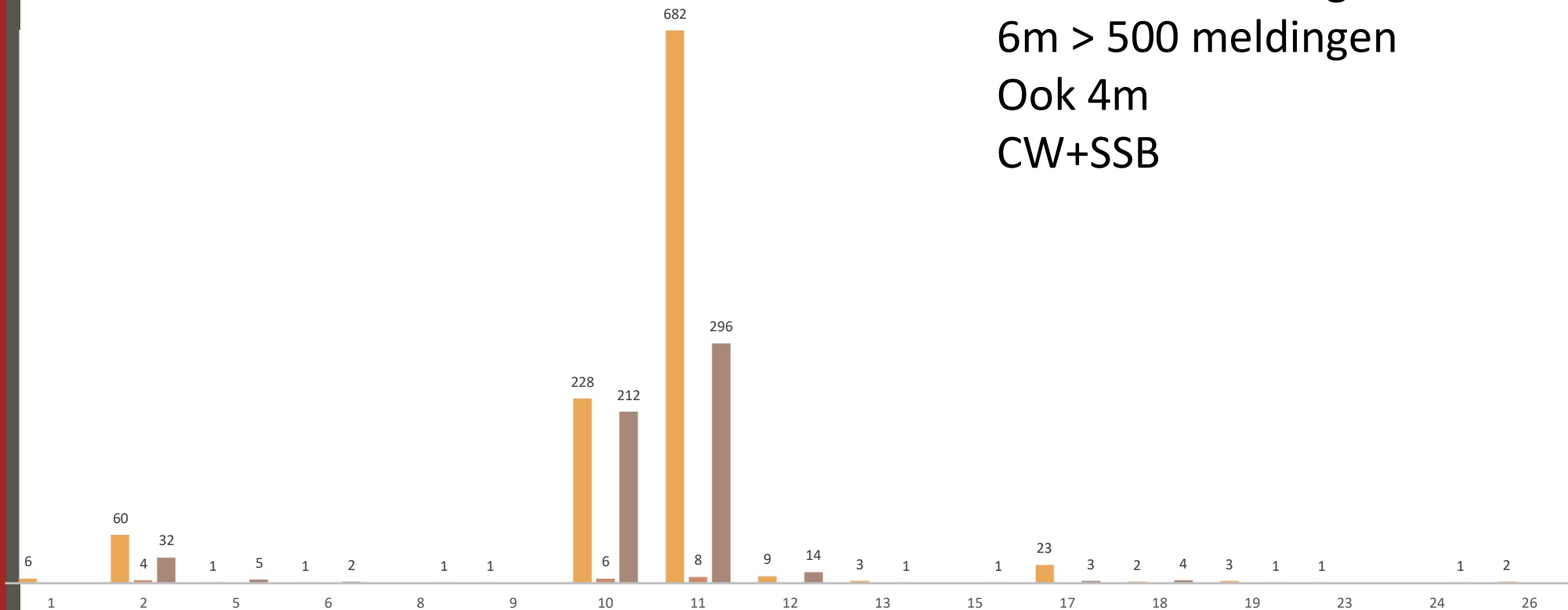
20m 11 mei 1500 en

17m 11 mei 1500 UTC

DX-cluster aurora mei 2024

2m 4m 6m

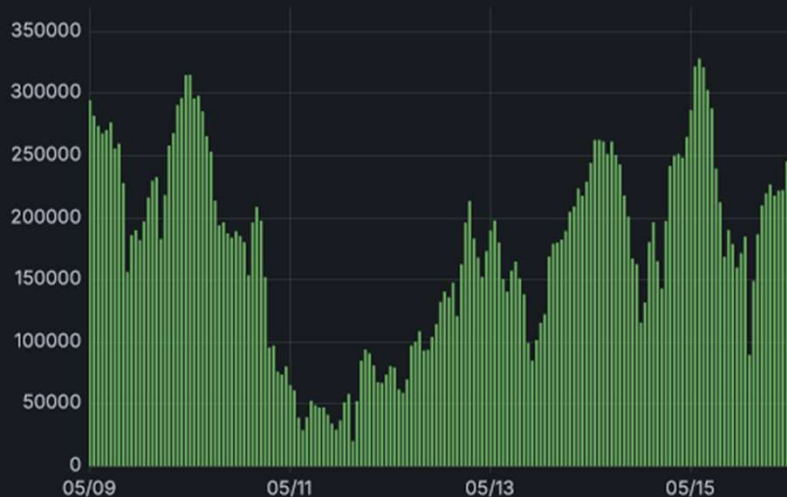
2m > 900 meldingen
 6m > 500 meldingen
 Ook 4m
 CW+SSB



WSPR

tnx PAOSIM

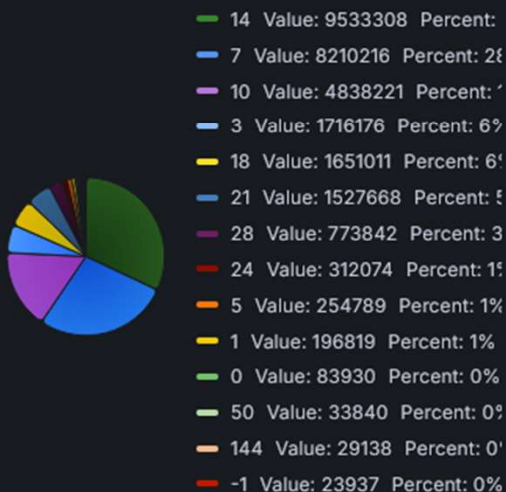
Total Spots / h



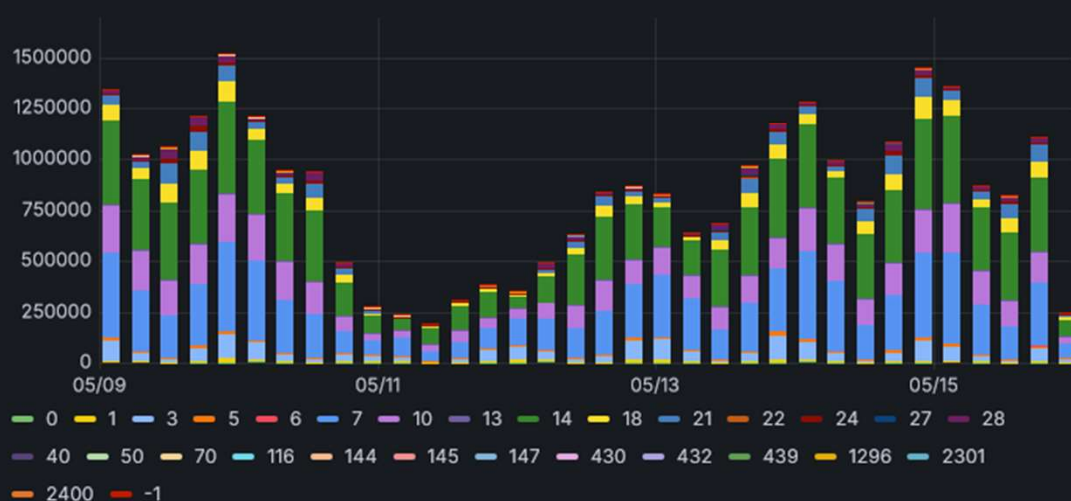
Participants



band activity

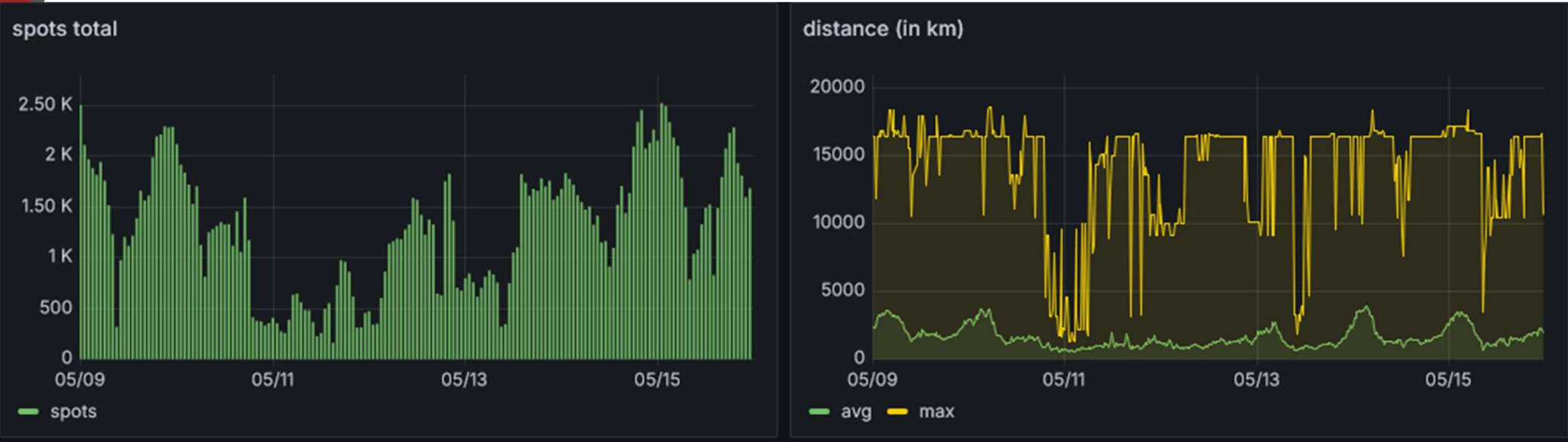


Total spots per band



wspr.live/gui/d/TZTyor97k/general-wspr-statistics?orgId=1&from=1715212800000&to=1715817599000

WSPR PE0MJX

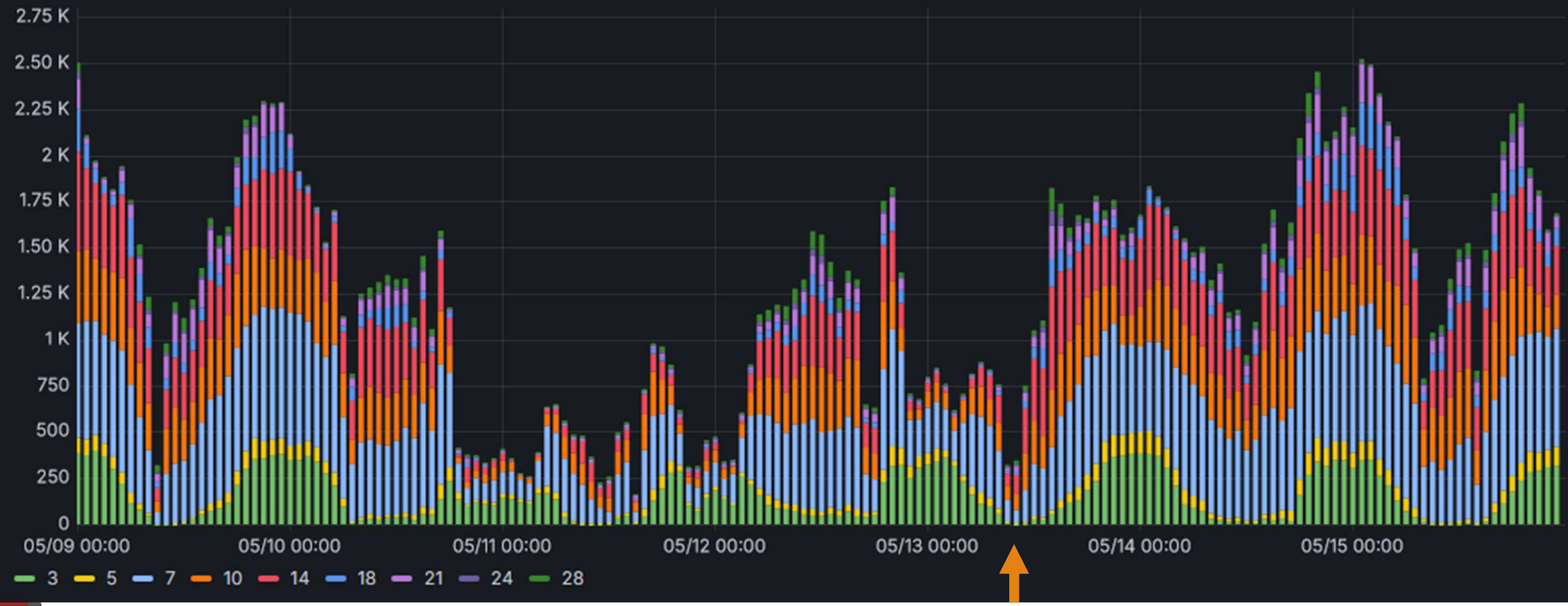


Aantal ontvangen signalen stort in; DX niet meer mogelijk

https://wsp.live/gui/d/LmMd4oUiz/station-activity?orgId=1&var-sign=PE0MJX&var-mode=rx&var-not_mode=tx&var-band=3&var-band=5&var-band=7&var-band=10&var-band=14&var-band=18&var-band=21&var-band=24&var-band=28&from=1715212800000&to=1715817599000



spots per band



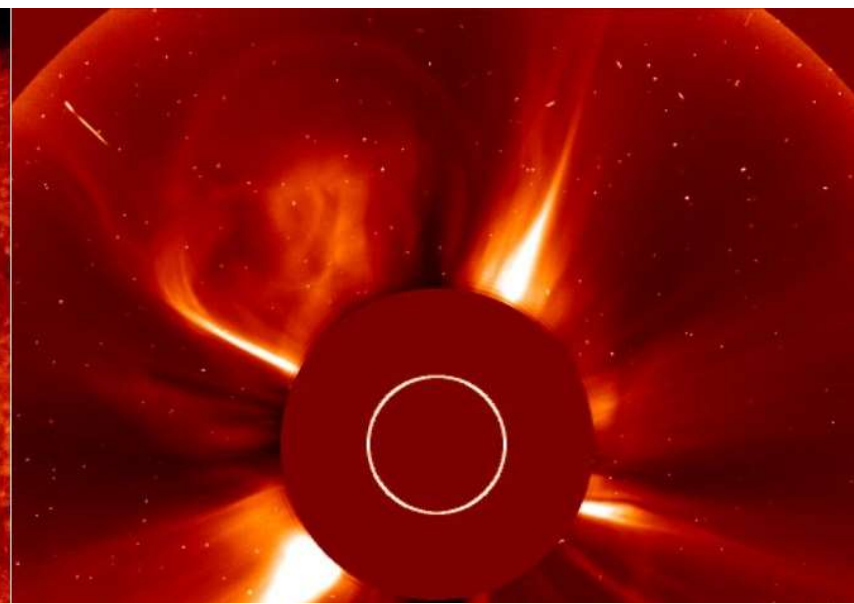
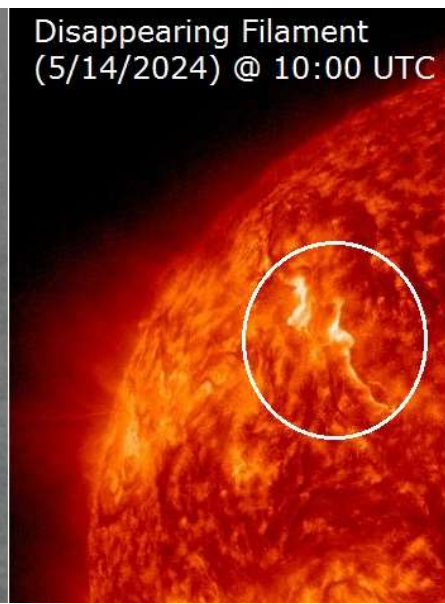
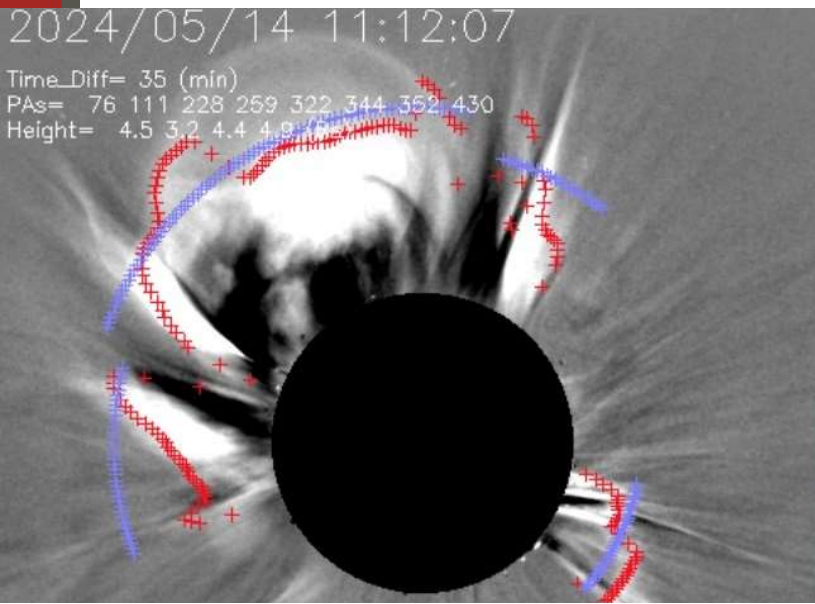
Vergelijk 35% daling na X2,9 op 13 mei 2013



Einde 1^e rotatie AR3664

14 mei 12:55 UTC X1.2

Een gloeidraad (filament) in het noordoostelijke kwadrant barstte uit en produceerde een gloeilampvormige CME.

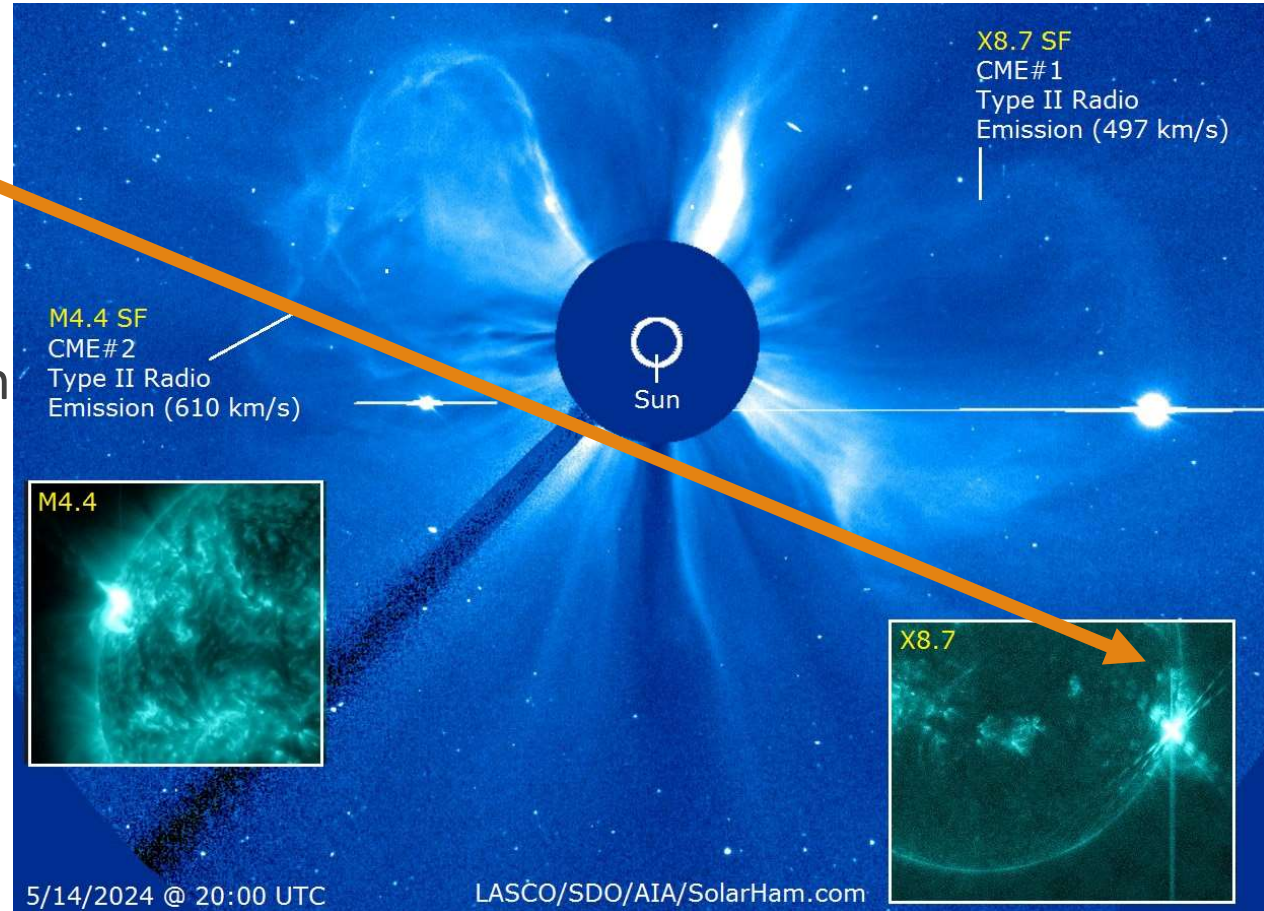


14 mei 16:51UTC

16:51 UTC grootste zonnevlam **X8.7** sinds 2017 rond de vertrekkende AR3664 aan de westelijke rand. CME westwaarts weg van aarde.

sterke R3 radio black-out boven Noord-Amerika.

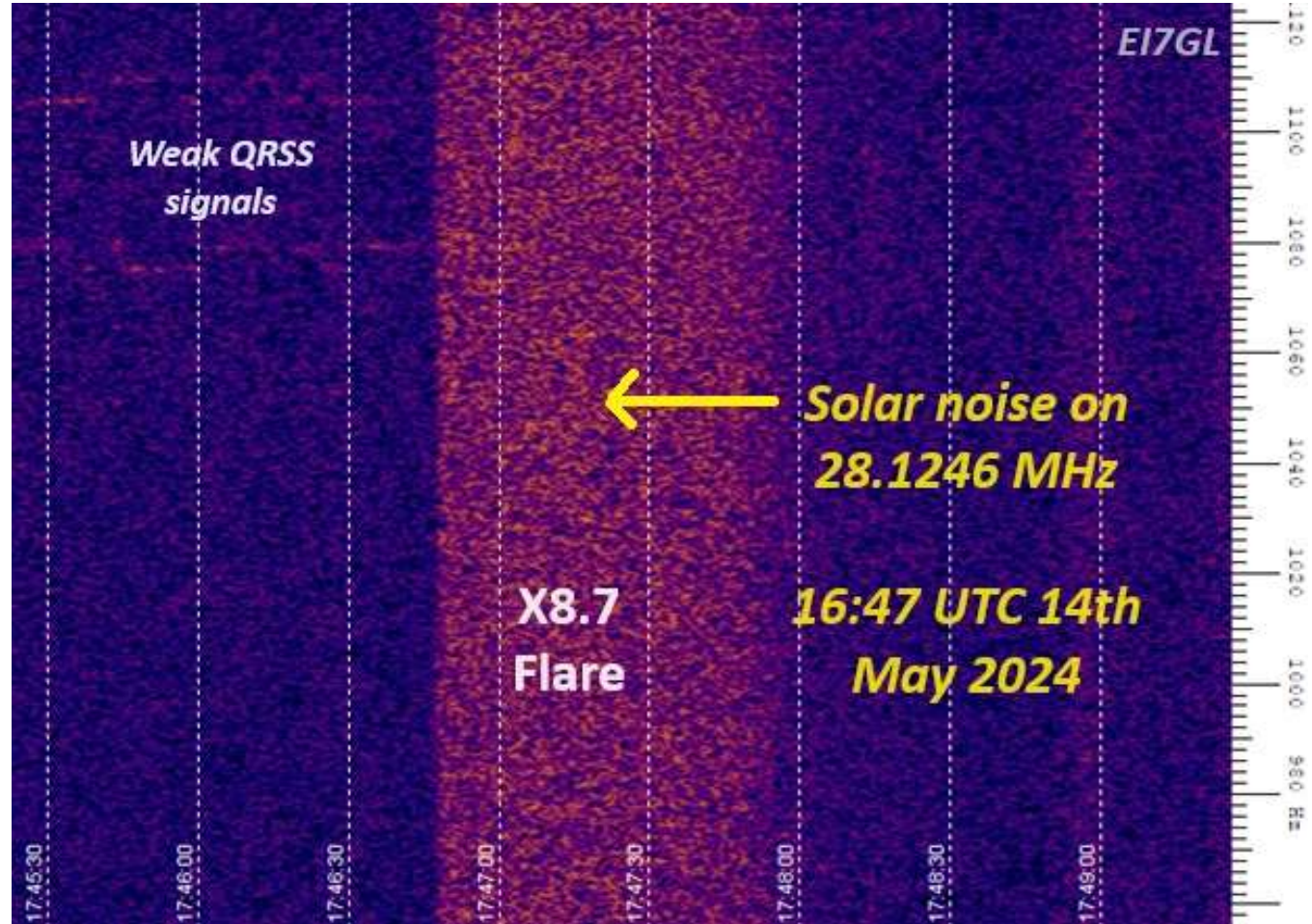
17:38 UTC een M4.4 vlam in de buurt van de nieuw toegewezen AR3682 produceerde een energiekere en sneller bewegende CME oostwaarts weg van aarde.



EI7GL X8,7 solar noise op 28 MHz

Sterke zonnevlammen vaak hoorbaar als ruis zonder S-meter beweging.

bij X8,7 op 14 mei 16:47 UTC S6 uitslag



VO1FOG solar noise op 92,3 MHz



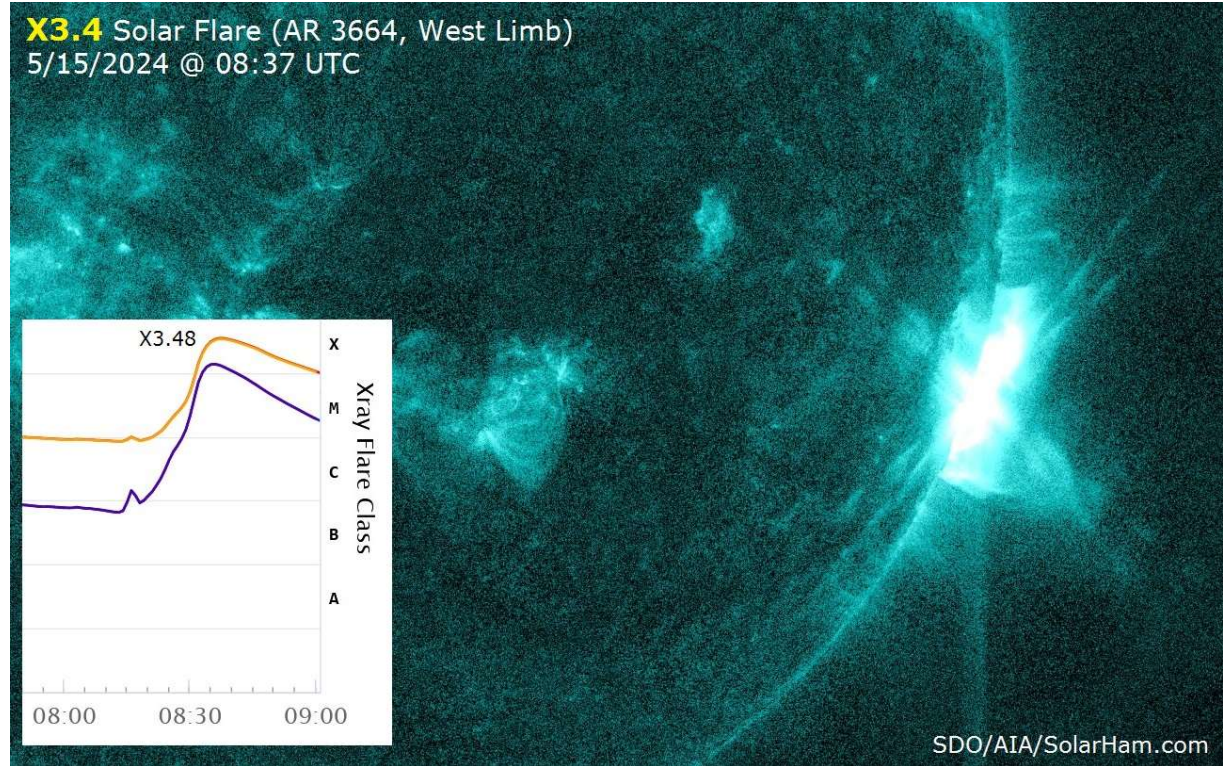
15 mei 08:37 UTC

AR3664 nu **achter** de westelijke rand.

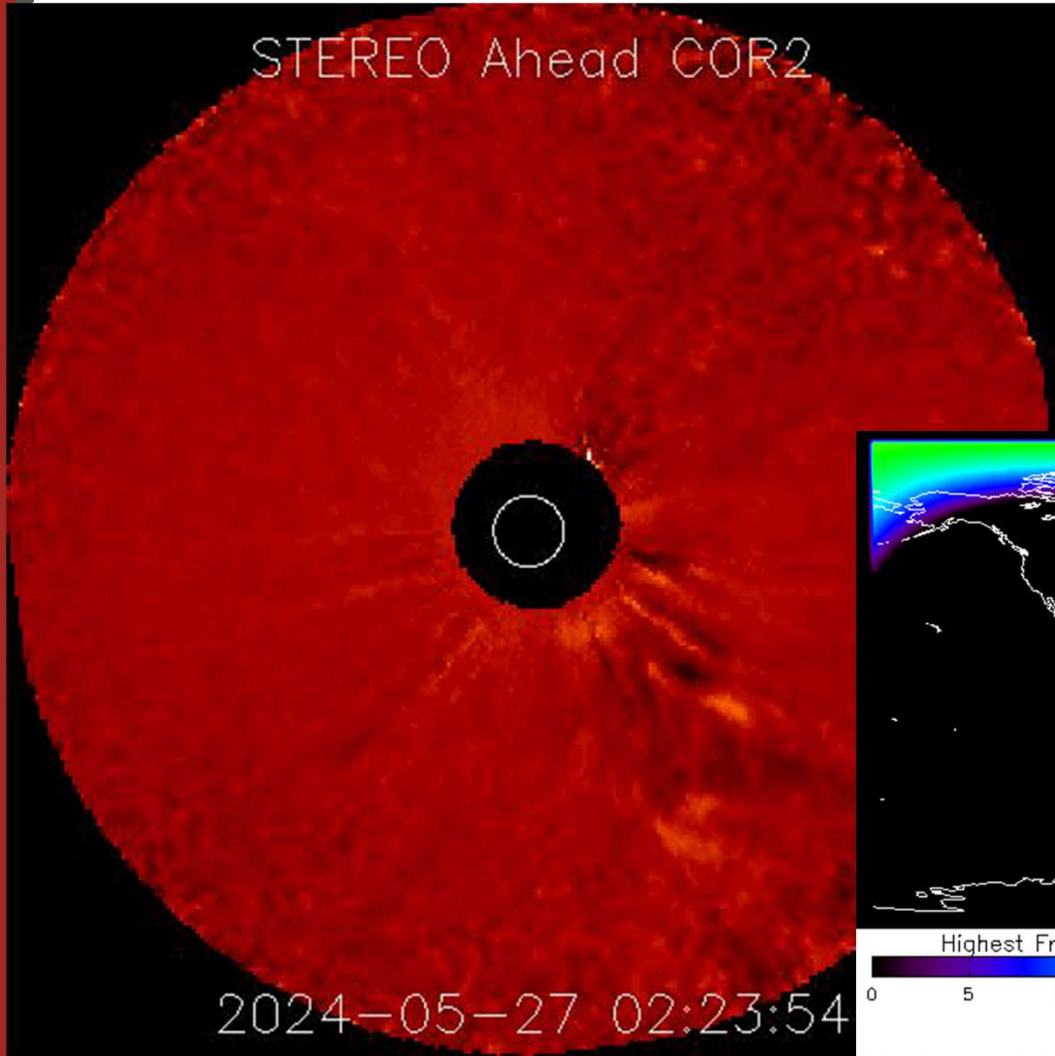
X3.4 zonnevlam

Omdat de zonnevlekgroep niet langer in beeld is, was de röntgenstraling zelf mogelijk nog sterker.

X3.4 Solar Flare (AR 3664, West Limb)
5/15/2024 @ 08:37 UTC



SDO/AIA/SolarHam.com



2^e rotatie

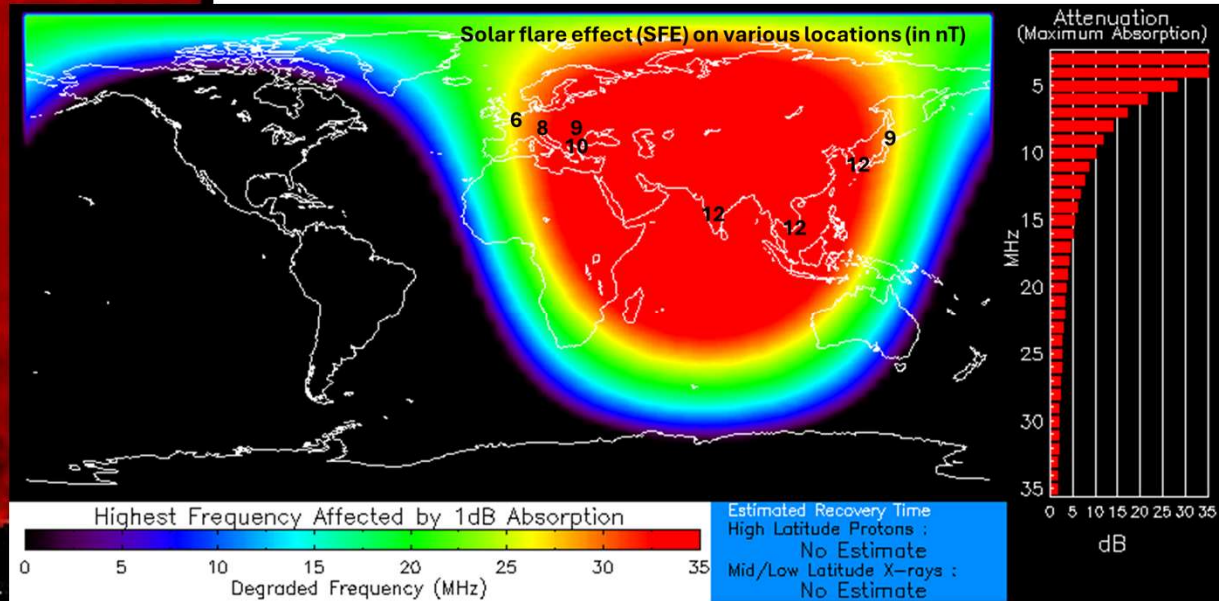
27 mei 7:08 UTC

zonnevlam X2.9

CME nog **achter de oostelijke rand**

Richting weg van aarde

Snelheid circa **1135 km/s**



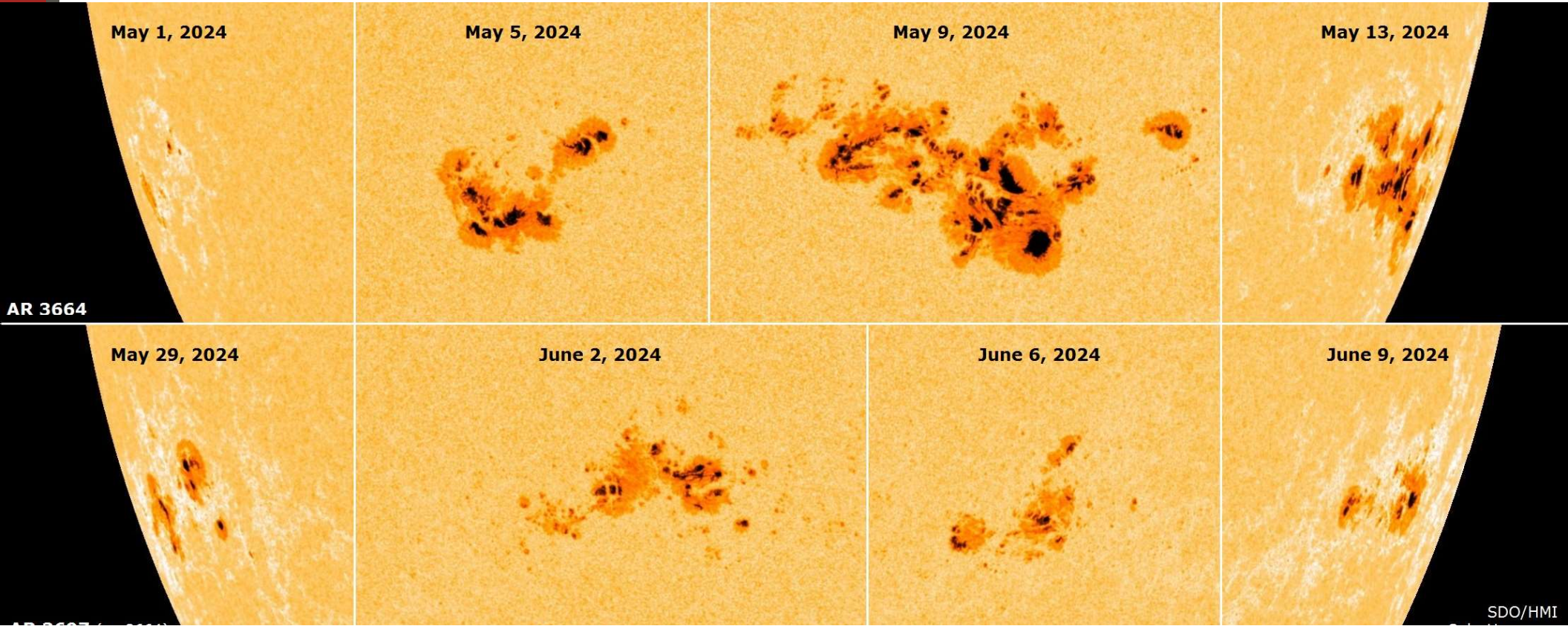
Strong X-ray flux
Product Valid At : 2024-05-27 07:09 UTC

Normal Proton Background
NOAA/SWPC Boulder, CO USA

1 mei – 9 juni

27 mei 7:08 UTC
zonnevlam X2.9
CME nog achter de oost rand
Richting weg van aarde

9 jun 11:08 UTC
zonnevlam X1,5 (nr. 17)
Westelijke rand CME
Richting weg van aarde



datum	tijd	sterkte
8 mei	0133	X1
	0509	X1
	2104	X1
9 mei	0913	X2,2
	1744	X1,1
10 mei	0654	X3,98
11 mei	0123	X5,89
	1144	X1,5
12 mei	1626	X1,02
14 mei	0209	X1,7
	1255	X1,2
	1651	X8,7

datum	tijd	sterkte
15 mei	0837	X3,4
27 mei	0705	X2,9
29 mei	1435	X1,45
31 mei	2200	X1,18
01 jun	0845	X1,43
	1835	X1,03
9 jun	1008	X1,5

18 X-flares
van
AR3664/3697
Stand 10 juni
1800 uur

Hoe bijzonder
is dat?

Mei 2024 = bijzonder!

305 X flares in afgelopen 27 jaar (opm)

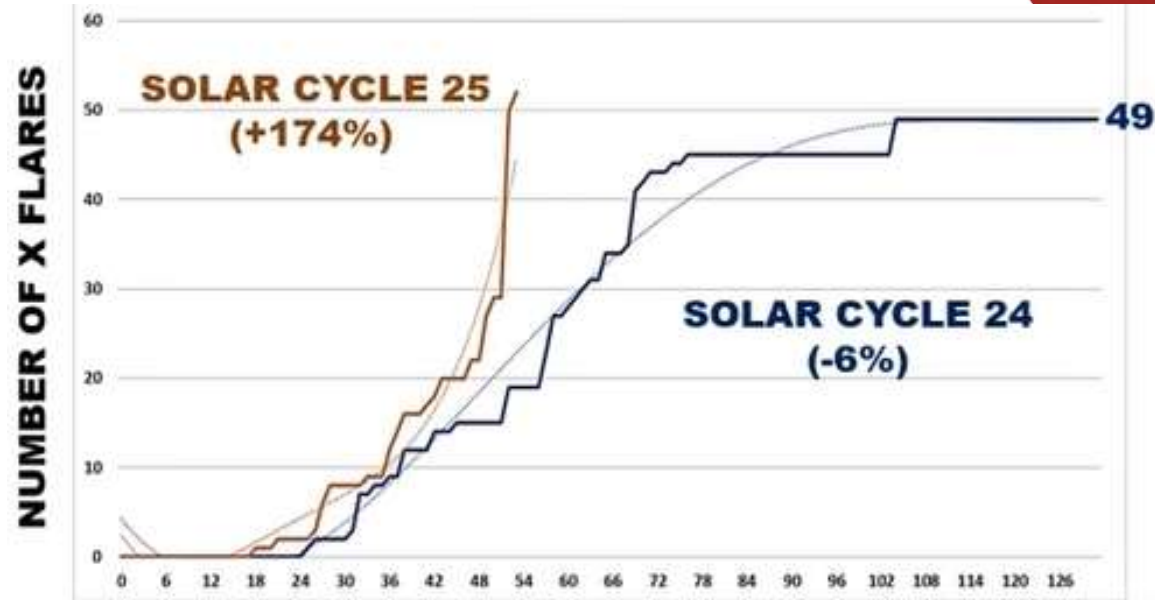
51 X flares in cyclus 25 t/m mei

- 21 daarvan in mei 2024
- 14 v.d. 21 van AR3664 & AR3697

Zeer hoge activiteit (vorige maart 1991)

X8,7 sterkste in SC25

7 geomagnetische stormen



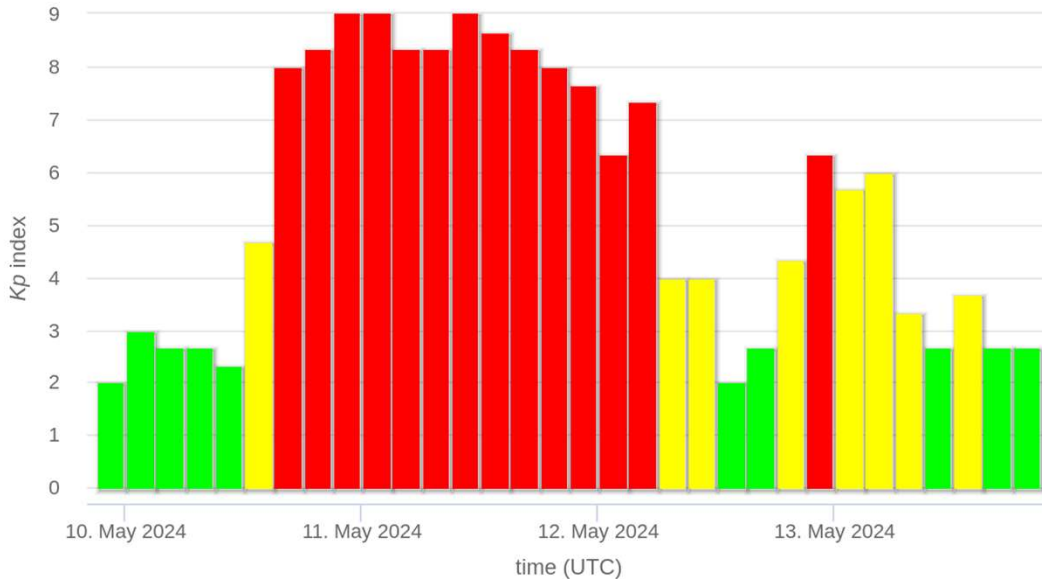
<https://community.spaceweatherlive.com/topic/3268-x-flares-from-sc24-tied/#comment-48071>

Opm. metingen oude GOES x 1,43 voor vergelijk met huidige GOES satelliet

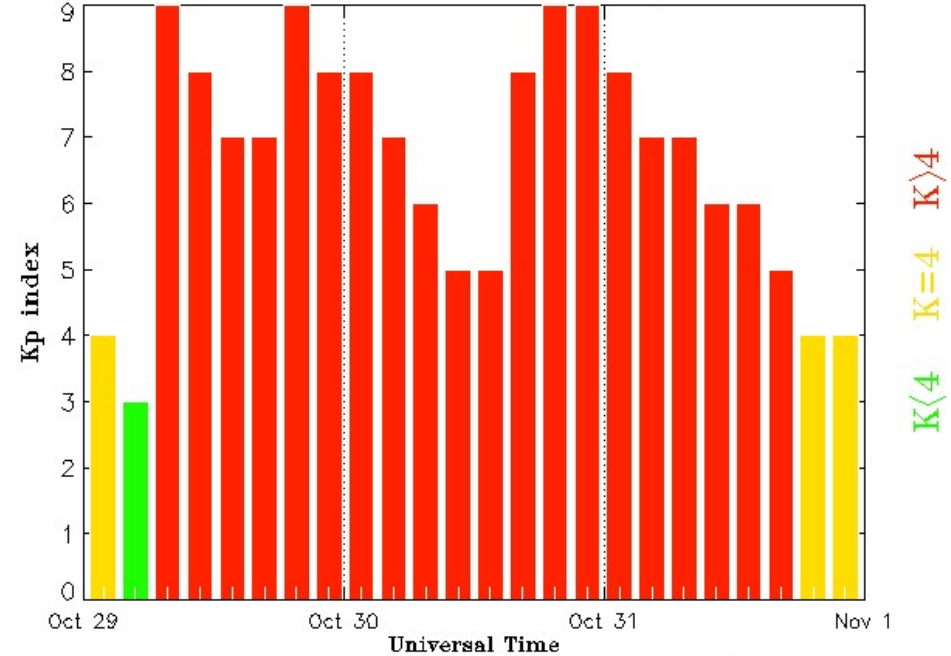
Vergelijk met Haloween storm 2003: Kp

Most recent geomagnetic storm with Kp index > 6

GFZ German Research Centre for Geosciences (CC BY 4.0)



Estimated Planetary K index (3 hour data) Begin: 2003 Oct 29 0000 UTC



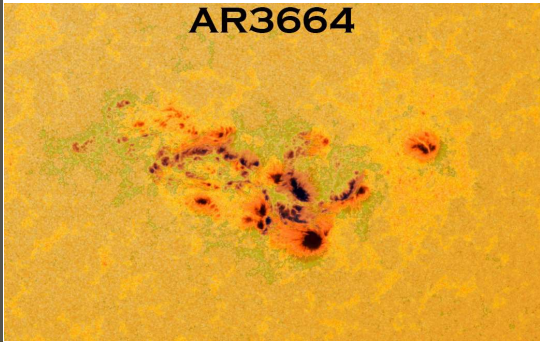
Updated 2003 Nov 1 02:45:03 UTC

NOAA/SEC Boulder, CO USA

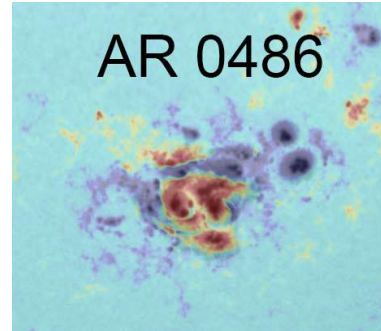
Dst -412 nT : plek 7 in top 10 sinds 1957.



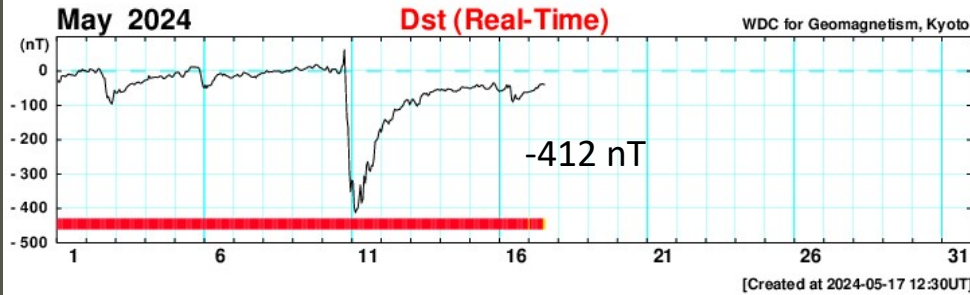
Vergelijk mei 2024 en oktober 2003



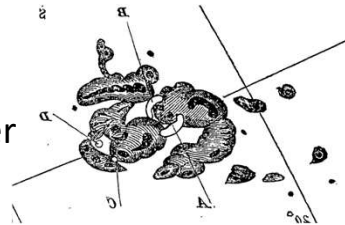
Flares: max X8,7
Meer zware CME's om de 6-12 uur
 Magnetische veld CME **73 nT**
 Storm **Dst -412 nT**
 14x oppervlak aarde
 Piek 1000 km/s



Flares: **max X45**, groter aantal zonnevlammen,
 Minder krachtiger CME's
 Magnetische veld CME 62 nT
 Storm Dst -353 nT
Oppervlak iets groter
 Piek **1850 km/s** (schatting)



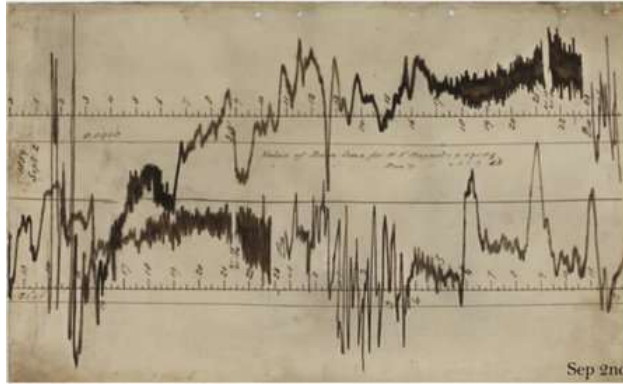
1859 oppervlak iets kleiner
 - 800 tot -1750 nT



(a)

Carrington referentie

2 sep 1859



(b)

The Auroral Display in Boston.

Boston, Friday, Sept. 2.

There was another display of the Aurora last night, so brilliant that at about one o'clock ordinary print could be read by the light. The effect continued through this forenoon, considerably affecting the working of the telegraph lines. The auroral currents from east to west were so regular that the operators on the Eastern lines were able to hold communication and transmit messages over the line between this city and Portland, the usual batteries being discontinued from the wire. The same effects were exhibited upon the Cape Cod and other lines.

The New York Times

Published: September 3, 1859
Copyright © The New York Times

Beperkte metingen

Eerste waarneming zonnevlam, wit licht

Zeer zware solar storm (3 maal sterkte van 1989)

Inductiestroom op aardniveau

Lange afstanden telegrafiesysteem USA werkt zonder batterijen, vonken m.a.g. papieren in brand

Schade 2 miljard (geïndexeerd)

Sterk Noorderlicht Hawaï, Cariben, Singapore

Carrington events?

TABLE VIII
Current extreme values for various space weather activity parameters.

Space weather effect	Parameter	Value	Event date	References
Sudden ionospheric disturbance	Magnetic crochet amplitude	115 nT	04 Nov. 2003	(1)
Solar energetic particles	>30 MeV proton fluence	18.8×10^9 pr cm ⁻²	Aug.–Sep. 1859	(2)
Solar wind	Sun–Earth transit time	14.6 h	04 Aug. 1972	(3) X
Geomagnetic storm	Peak/average intensity	Dst , -548 nT/ Aa_m^* , 425 nT	14 Mar. 1989/ 18 Sep. 1941	(1) X
Aurora	Low-latitude extent	19 ^{oa}	04 Feb. 1872	(4)

^aReports of lower latitude sightings (at $\sim 10^\circ\text{N}$) for the 1872 aurora are currently under investigation. See text for discussion of the September 1909 (Silverman, 1995) and May 1921 (Silverman and Cliver, 2001) auroras reported at 8°S and 13°S , respectively.

References: (1) this paper; (2) McCracken *et al.* (2001a,b); (3) Cliver *et al.*, 1990b; (4) Chapman (1957a,b).

Geen eenduidige definitie

Na 1859 meerdere grote gebeurtenissen

Combinatie factoren nodig

en.wikipedia.org/wiki/List_of_solar_storms o.a.

Jaar maand	event	bijzonderheden
1859 sep	Carrington	1 ^e goed gedocumenteerde verschijnselen Dst -800/ -1700
1872 feb	Chapman-Silverman	Dst -834 nT
1903 okt		Dst -531 nT, CME 1500 km/s, storing telegraaflijnen
1909 sep		Dst -595 nT
1921 mei		Dst -907 +/- 132 nT zekeringen, telefoon, telegrafie
1940 mrt		X35 interferentie US communicatie
1946 mrt		Dst -512 nT
1967 mei		Blackout polar surveillance radar US leger; NORAD Satellite loss
1989 mrt		Dst -600 nT uitval E-net Quebec
2000 jul	Bastille day	X8 direct op aarde gericht
2022 feb		kleine storm 40 Starlink satellieten verloren hoge dichtheid @ 300 km
	Near miss o.a.	23 juli 2012 achterzijde zon, positie aarde 2 dagen verwijderd; 10 sep 2017 X10+ (achterkant); toch G4 storm

13 maart 1989

Tamitha Skov [Q&A Live Mini-Course \(C2\): Interplanetary CMEs & the Truth About Carrington Events](#)

WX satelliet uren geen beeld

Militaire TDRS-1 satelliet 250 afwijkingen

Radio Free Europe geen ontvangst

Space shuttle Discovery brandstof sensor

Zichtbaar Noorderlicht in Texas + Florida; WX sat. verblind

Quebec Hydro power grid uitval; schade trafo's; beurs Toronto gesloten

Geen Carrington event: wel benchmark voor E distributie

1-7 aug 1972: AR11976

Tamitha Skov [Extreme Space Weather Events in the 20th Century and Beyond - Part 2](#)

Meerdere X20+ flares ; enkele daarvan met wit licht

Magnetopauze 32.000 km i.p.v. 64.000

Langdurige radio black-out > 1 GHz

Record zonnewind 2850 km/s + 4 aug 1972 botsing magneetveld met 2000 km/s
gradiënt 200 tot 2200 nT/min. > 6 a 9 V/km; Storing telefoonverkeer en elektriciteit;

Kp8 Dst -125 nT, Bz **noordelijk**; trage + wijdverbreide EMP: Ontploffing > 4000
magnetische zeemijnen bij Vietnam

Extreme stralingsstorm (fataal niveau op maanoppervlak), storing satellieten

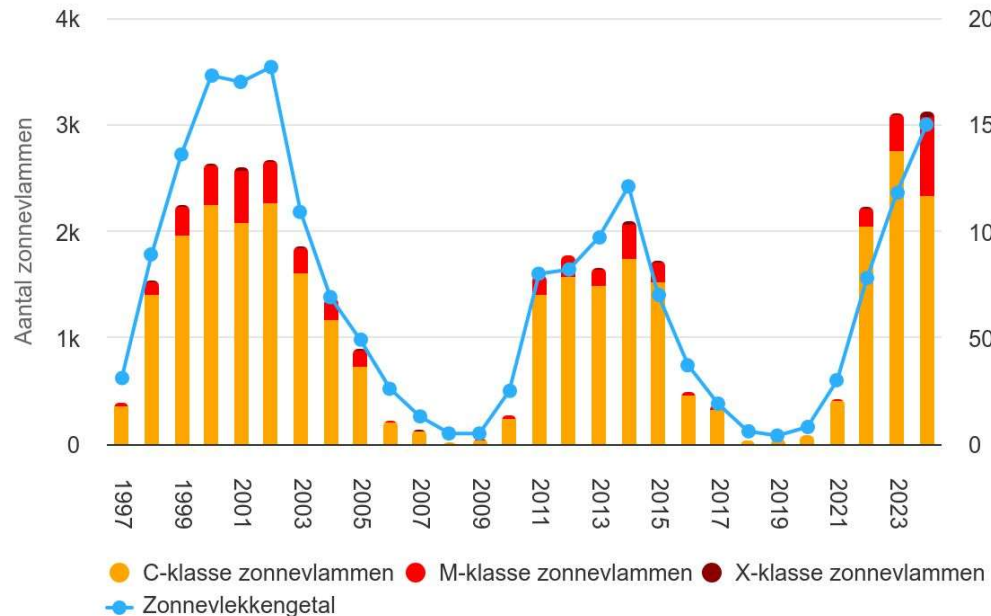
Circa 50 dagen lang gat in ozonlaag

Tot + 800% dichtheid hoger F regio ; E-laag in de nacht

Alleen matig zichtbaar aurora op zuidpool

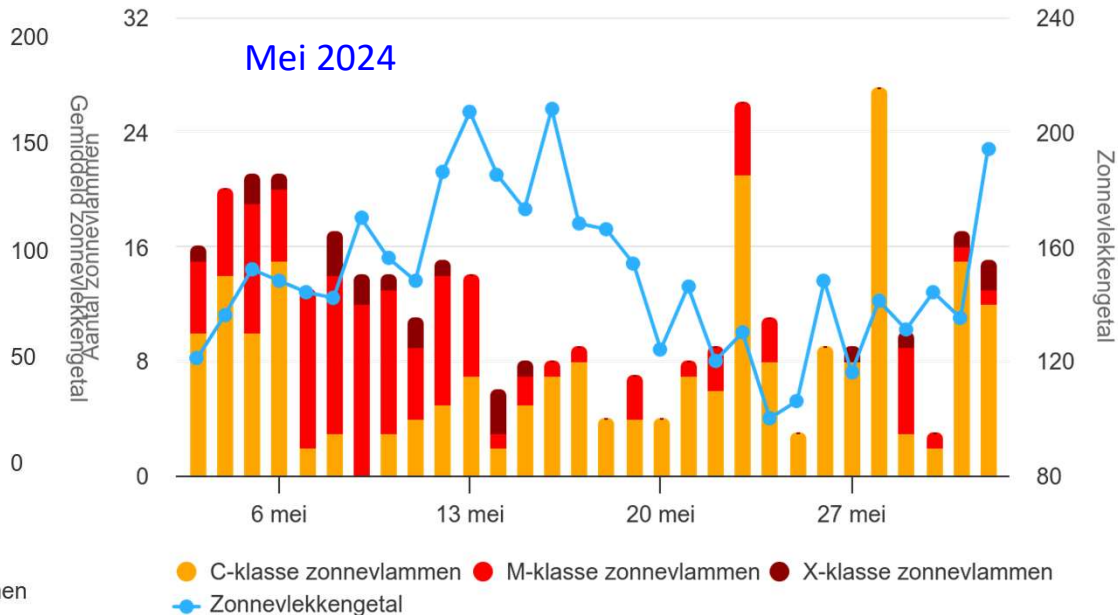
Toekomst minimum nog ver weg

Aantal C-, M- en X-klasse zonnevlammen



SpaceWeatherLive.com

Aantal C-, M- en X-klasse zonnevlammen van de afgelopen maand



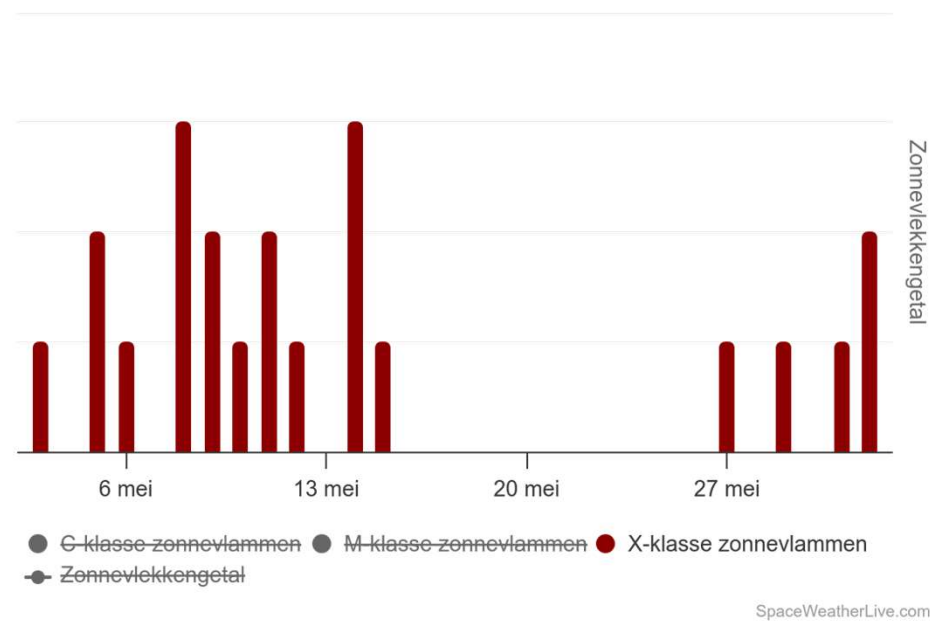
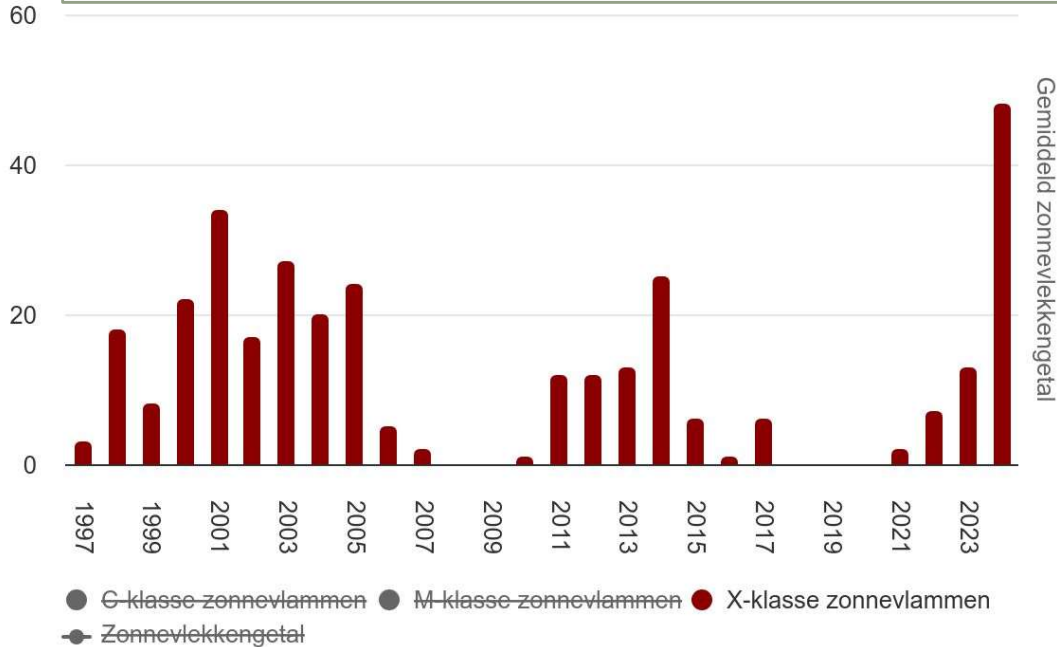
SpaceWeatherLive.com

Groep 3664/3697/3723 bestond op 30 juni nog steeds

Opletten voor extreem grote en complexe zonnevlekgroepen.

X-flares per jaar

X- flares per dag in mei 2024



Maxima jaar 2024 totaal 48; 2015 totaal 25 ;
2001 totaal 34

Maand mei 2024 totaal 22



Links:

www.swpc.noaa.gov/products/goes-x-ray-flux

www.poollicht.be

www.gooddx.net/auralog.htm

www.spaceweatherlive.com

websdr.iks.tugraz.at/sdrbuffer

ei7gl.blogspot.com

www.izmiran.ru/ionosphere/weather/tec/indexcur.shtml

www.propquest.co.uk

reeve.com/Documents/Articles%20Papers/Reeve_AuroraRadioObsrv.pdf

Tamitha Skov WX6SWW "[Extreme Space Weather Events in the 20th Century and Beyond - Part 2](#)"

www.spaceweatherwoman.com/minicoursecurriculumadvanced

[1859 Carrington-Class Solar Storm Pummeled Earth's Magnetic Field](#)

<http://www.ok2kkw.com/next/kd5ro1992.htm> aurora > 900 MHz

apod.nasa.gov/apod

geomag.colorado.edu

www.solen.info

www.qsl.net/4x4xm/HF-Propagation.htm

helioforecast.space/dashboard

ionosphere.meteo.be/ionosphere/

www.solarham.com