

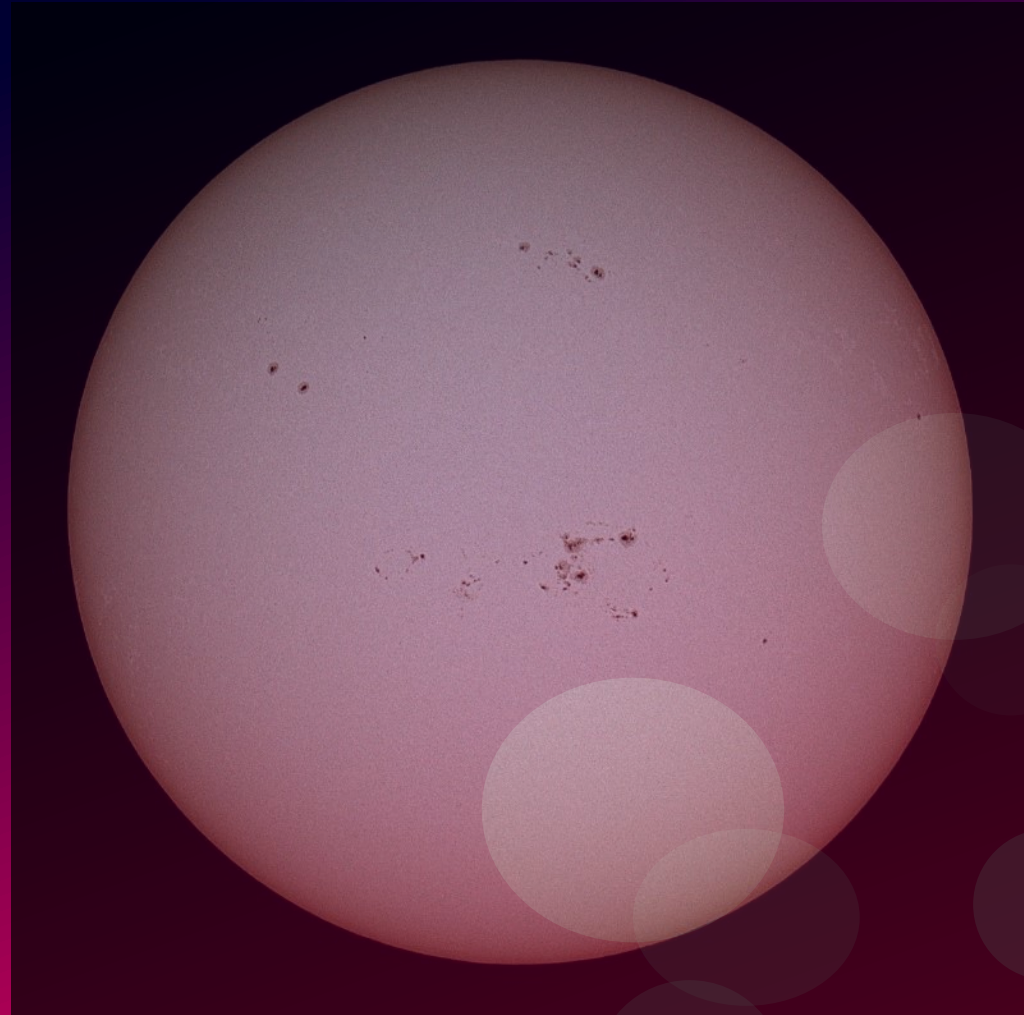
Propagatie van radiosignalen

Het belang van propagatie van radiosignalen m.b.t. het radio amateurisme.

Dit om meer inzicht te krijgen over de voortplanting van radiosignalen op onze amateurbanden gedurende:

- tijd van de dag
- periode van het jaar
- weersinvloeden
- invloed van de zon

De Zon (ster)



HF - voortplantingsrapporten begrijpen

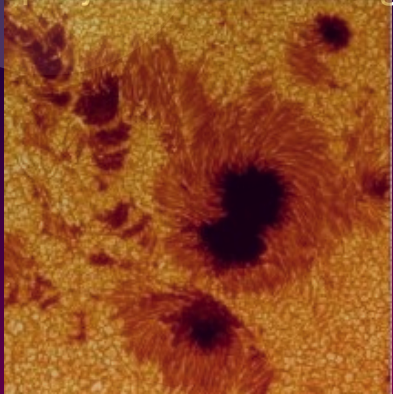
Zonnemechanica voor amateurradio

De zon bestaat uit heet plasma van waterstof (H)helium (He), verweven met magnetische velden.
Doorsnee 1.4 miljoen km (aarde 12.800km)

Afstand tot onze planeet is 150 miljoen km, zonlicht doet er 8,3 min. over om de aarde te bereiken.
Rotatie periode 27,3 aardsedagen.

4,6 miljard jaar oud en bevindt zich ongeveer halverwege zijn leven.

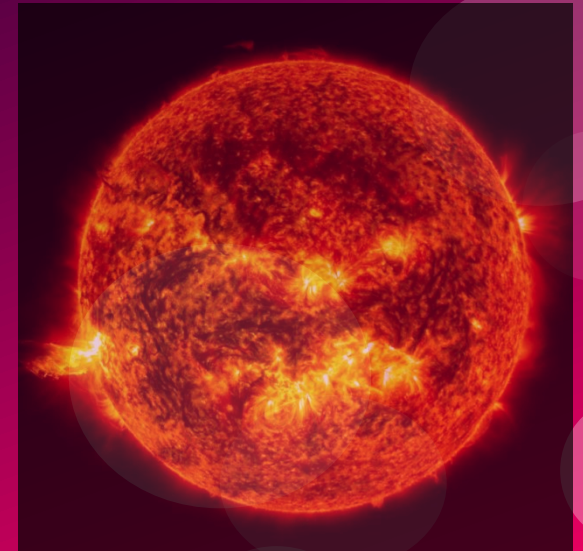
Mijn interesse gaat m.n. uit naar het magnetische veld van de zon,
hopelijk kan deze lezing een beetje licht werpen op de redenen waarom.



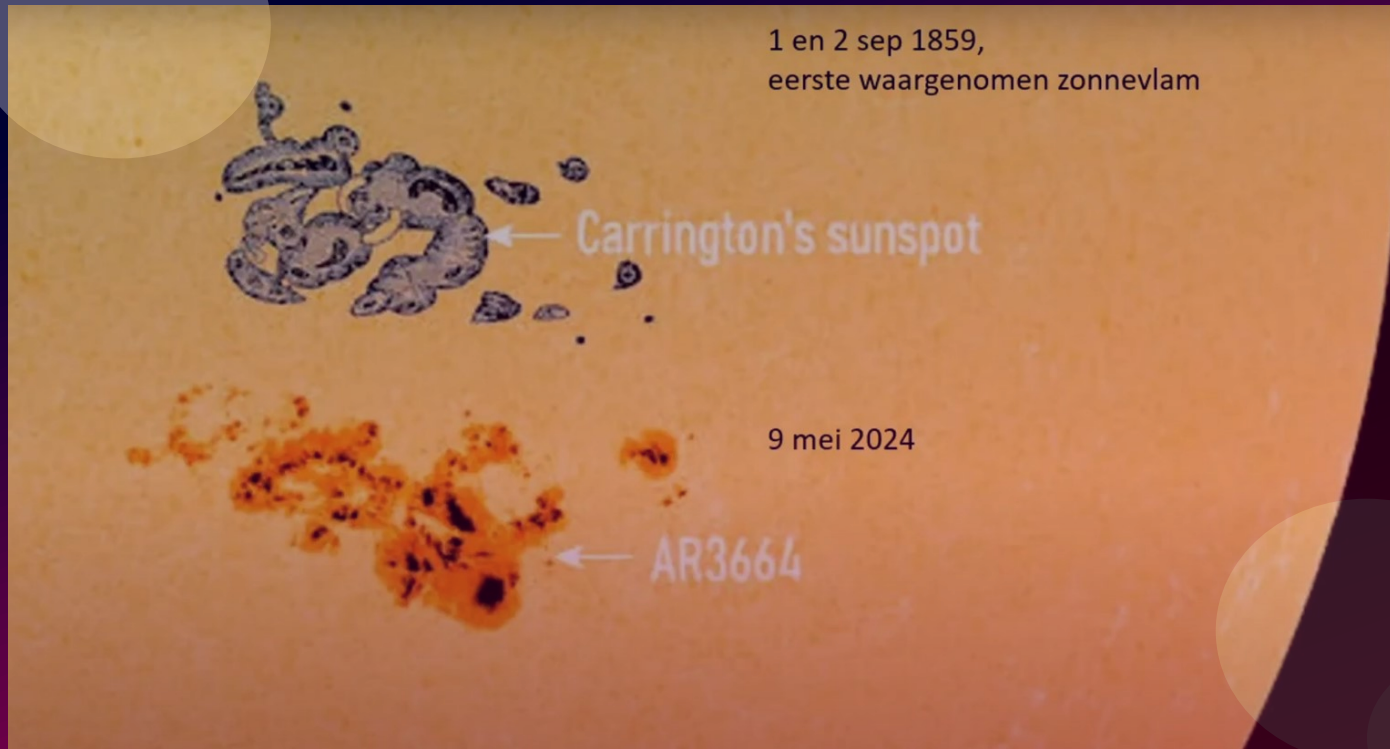
zonnevlekken



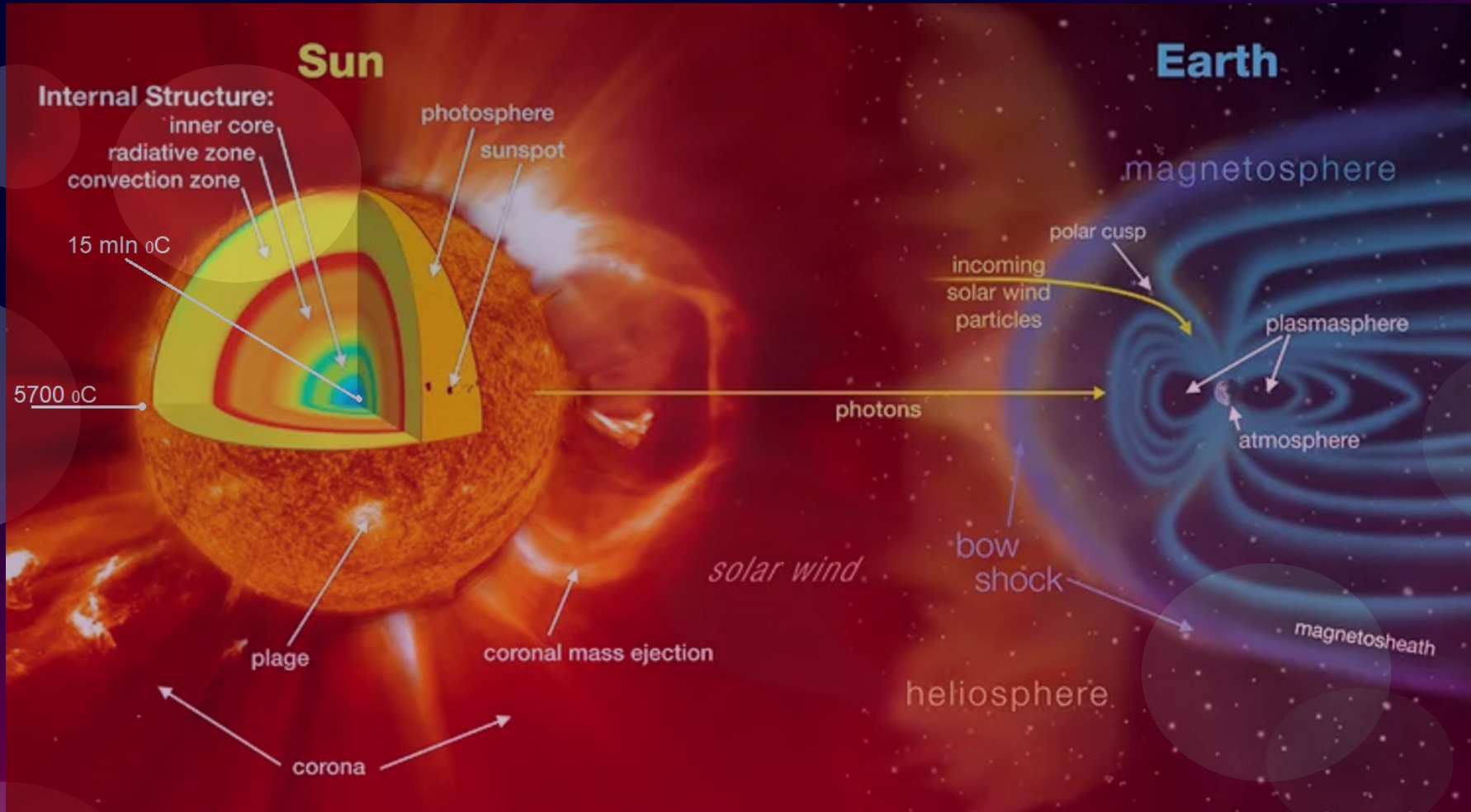
zonnevlammen



De zon heeft op veel manieren invloed op onze aarde

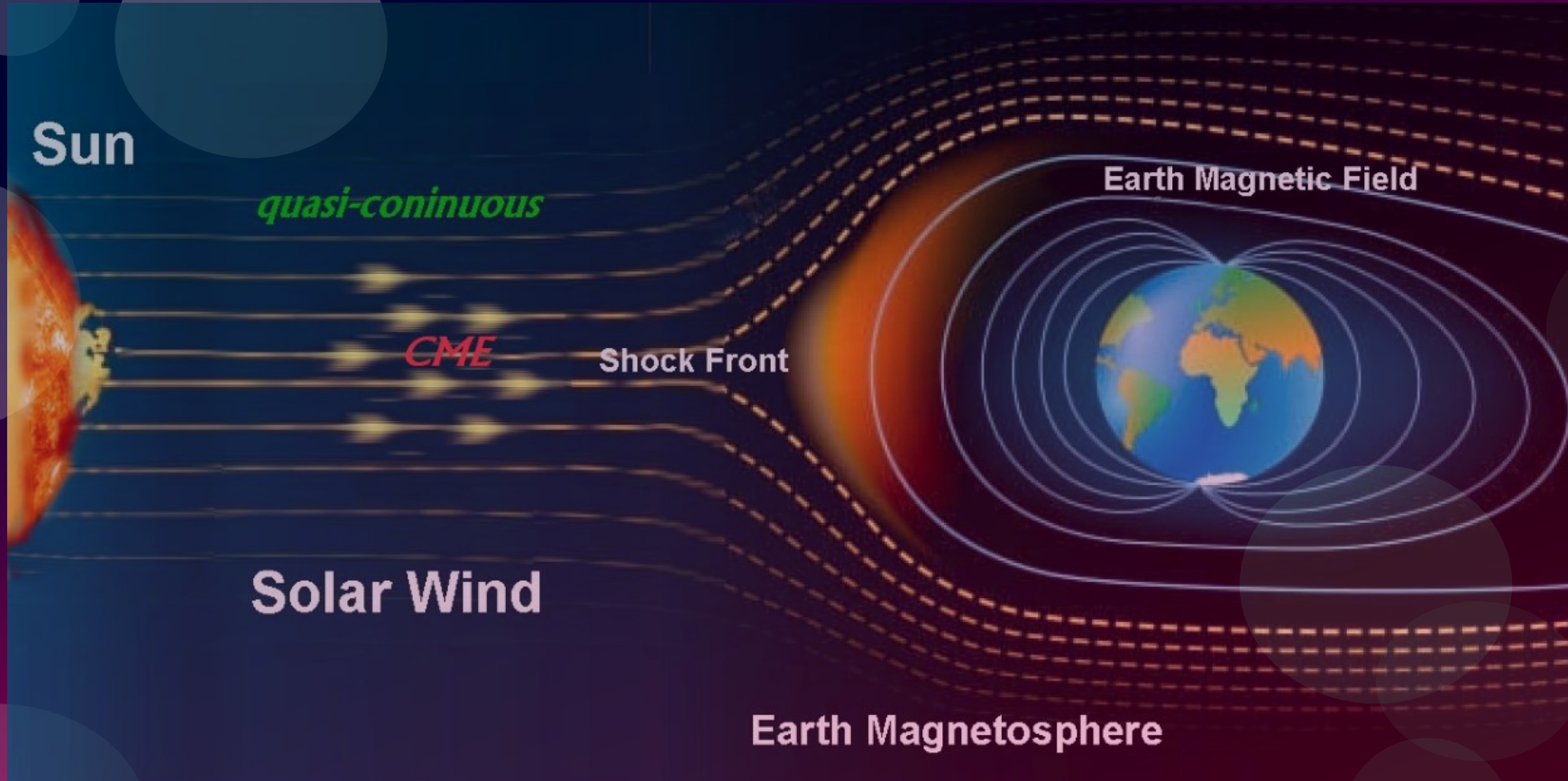


De zon heeft op veel manieren invloed op onze aarde

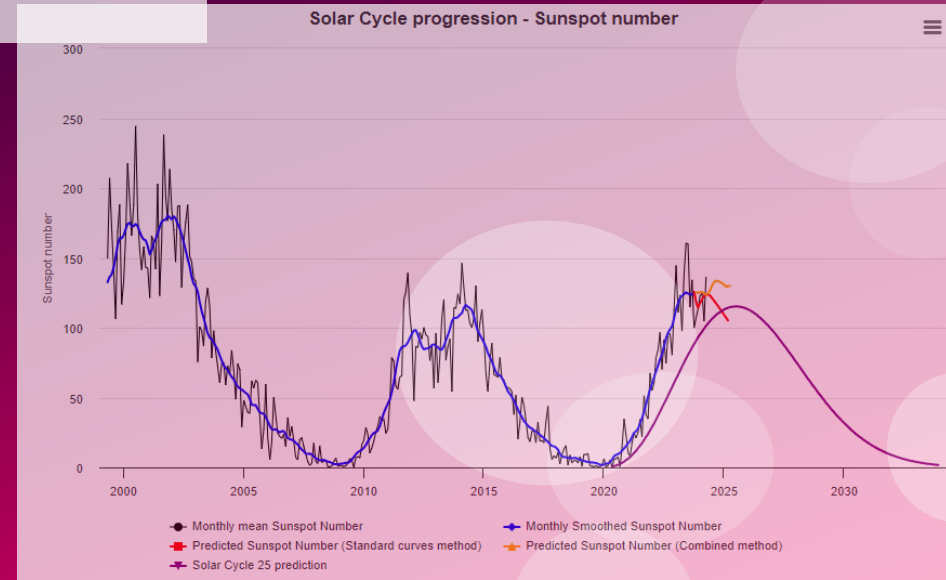
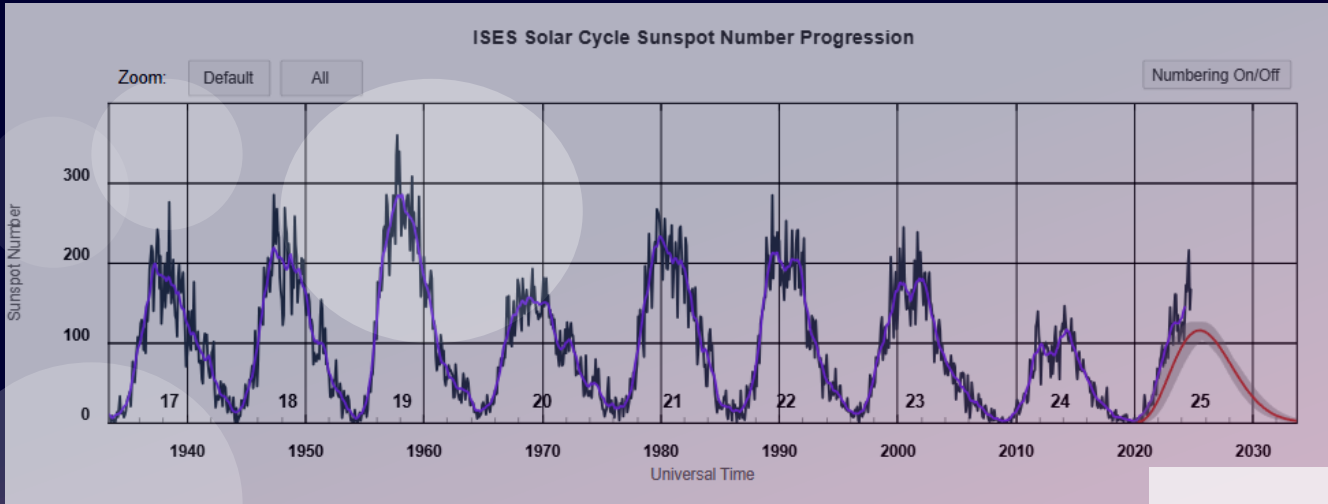


De zon heeft veel invloed op ons aard magnetisch veld

- Zonne wind 400 km/s
- CME's - coronale massa-ejecties, 250 tot 3000 km/s
- SID - sudden ionospheric disturbance 300.000 km/s (MDE)

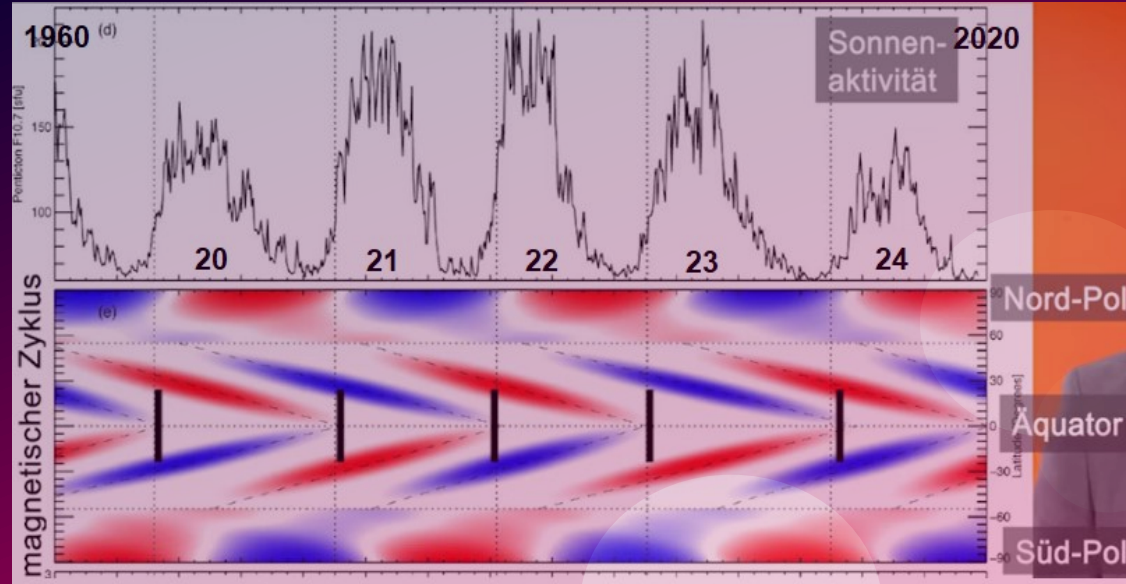
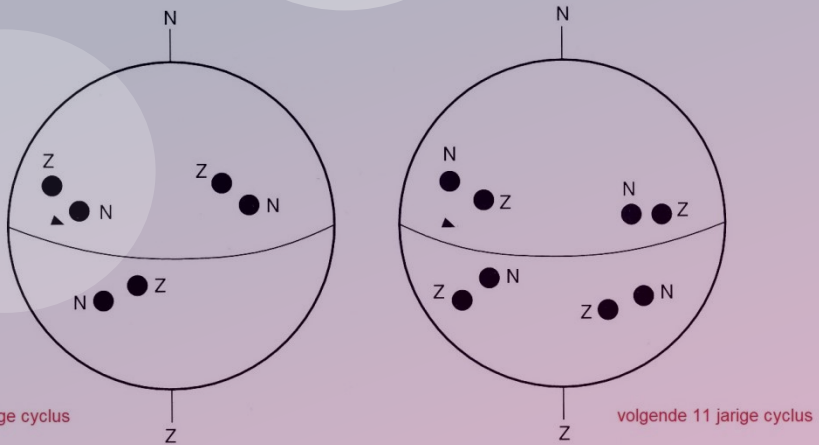


Zonne syclus



Zon magnetische syclus

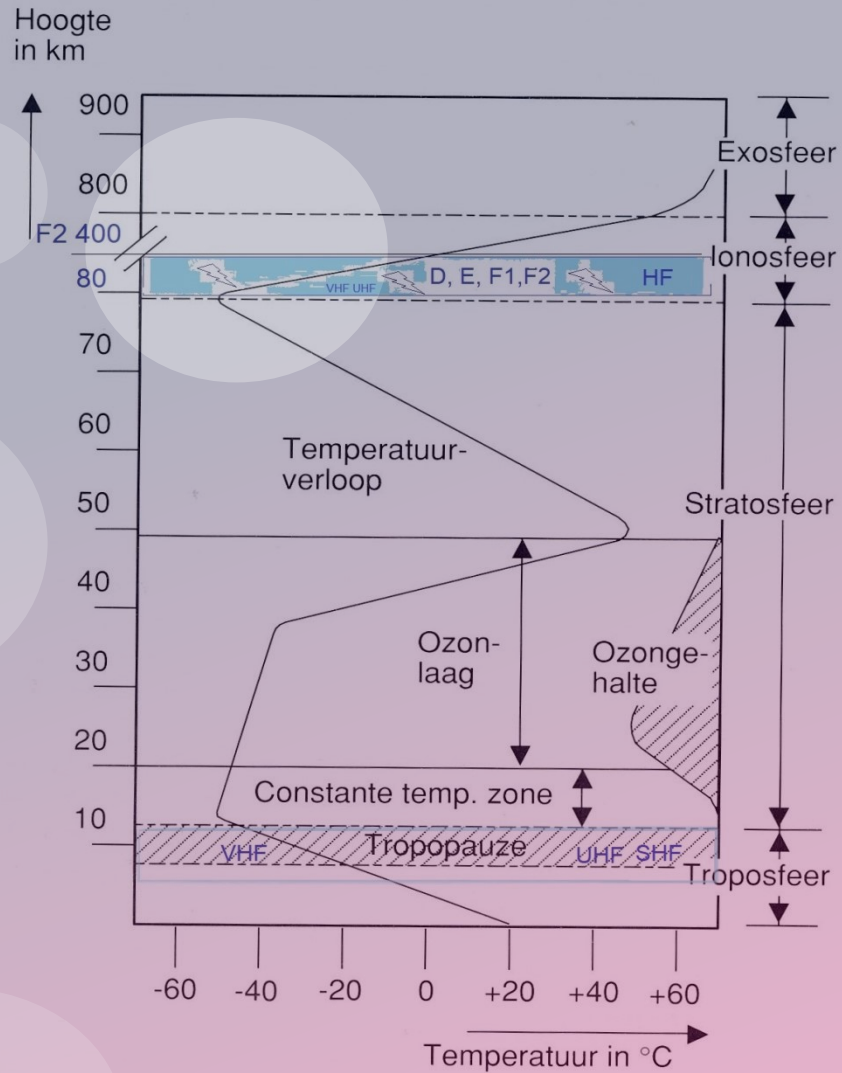
22 jarige (magnetische) cyclus



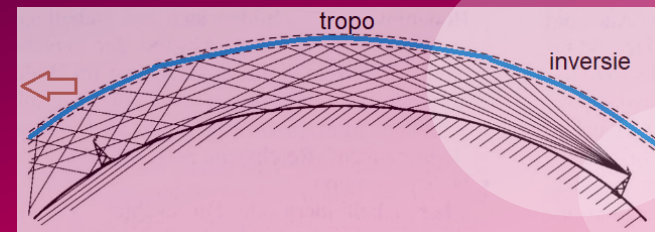
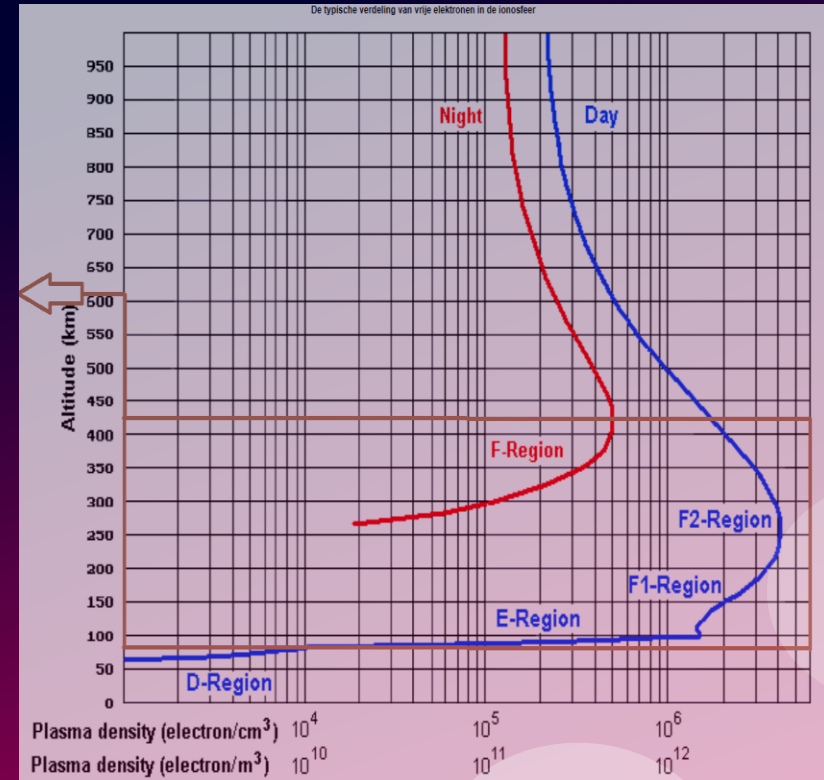
Verskillende vormen van radiopropagatie

- Ruimtegolf
- Grondgolf
- Directegolf
- Korte- en langepad
- Gray-line
- Scattering - meteor, vliegtuig (regen)
- Sporadische E, Es (Aurora-E)
- Tropo
- EME

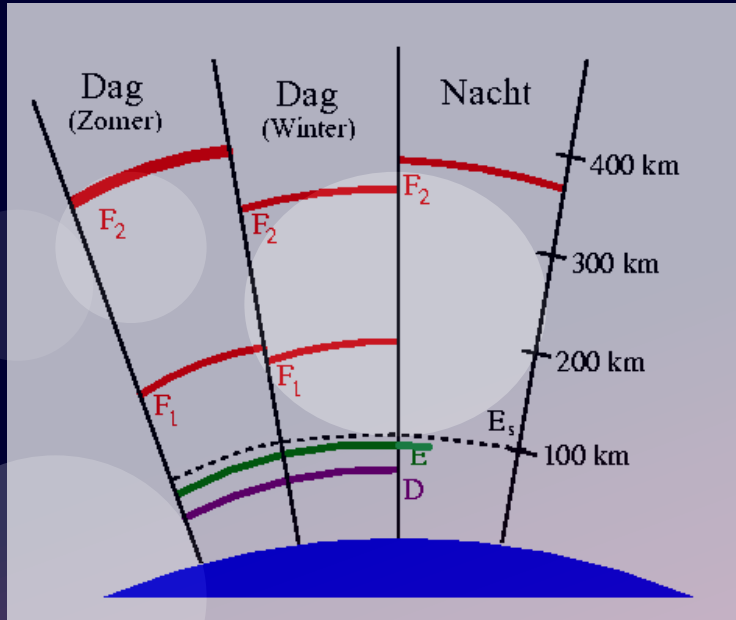
Atmosfeer



Dichtheidverdeling vrije elektronen



De verschillende ionisatie lagen



F-laag Appleton-(Barnett) 1924

E-laag Kennelly-Heaviside 1900

Opbouw van de ionosfeerlagen

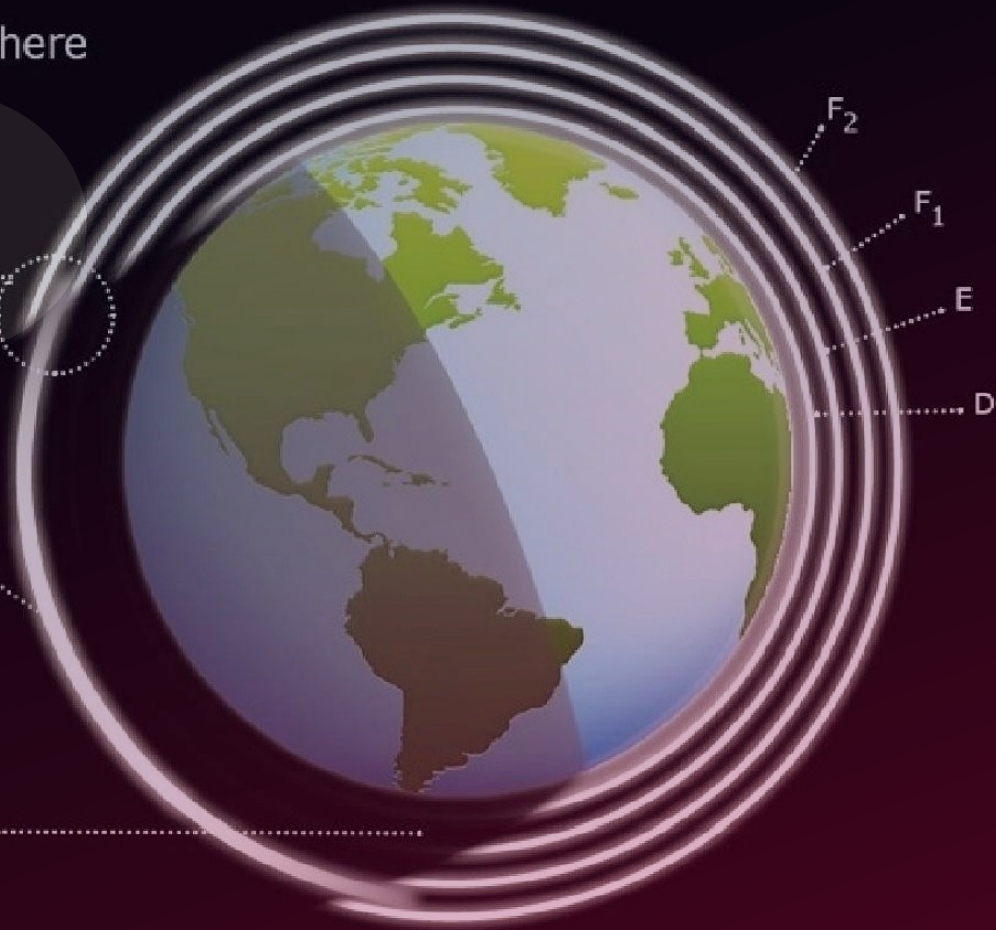
Laag	Hoogte	Opmerking
D	ca. 60 – 80 km	overdag aanwezig, ionisatie overeenkomstig met zonnestand
E	ca. 100 – 130 km	overdag aanwezig, ionisatie overeenkomstig met zonnestand
E _s	ca. 100 km	treedt sporadisch in de zomer op
F ₁	ca. 200 km	overdag aanwezig, versmelt 's nachts met de F ₂ -laag
F ₂	ca. 250 – 400 km	overdag en 's nachts aanwezig

Ionosphere

F₁ and F₂
combine
at night

Night time
F region

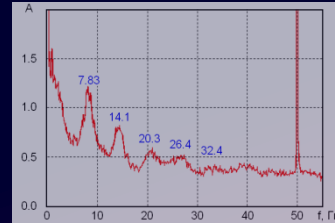
D and E
disappear
at night



Propagatie VLF signalen

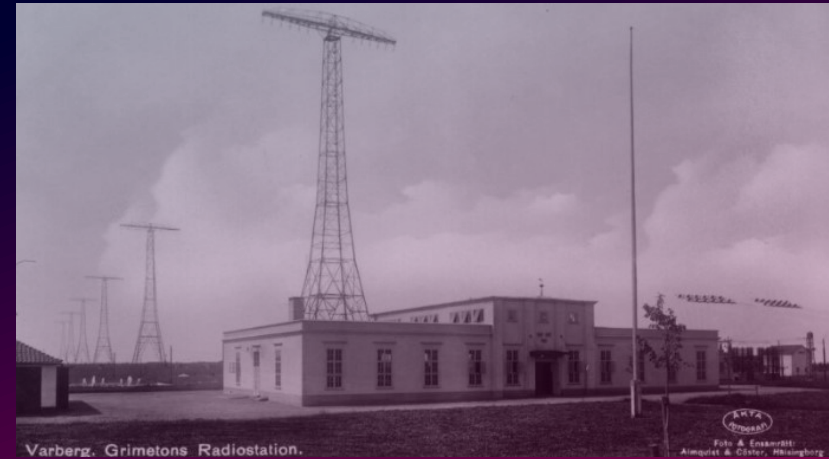
← 7,8 Hz Schumann resonantie

3 - 30 Hz 100.000-10.000 km	ELF
30 - 300 Hz 10.000 - 1.000 km	SLF
300 Hz - 3 kHz 1.000 - 100 km	ULF
3 - 30 kHz 100 - 10 km	VLF
30 - 300 kHz 10 - 1 km	LF (LW)

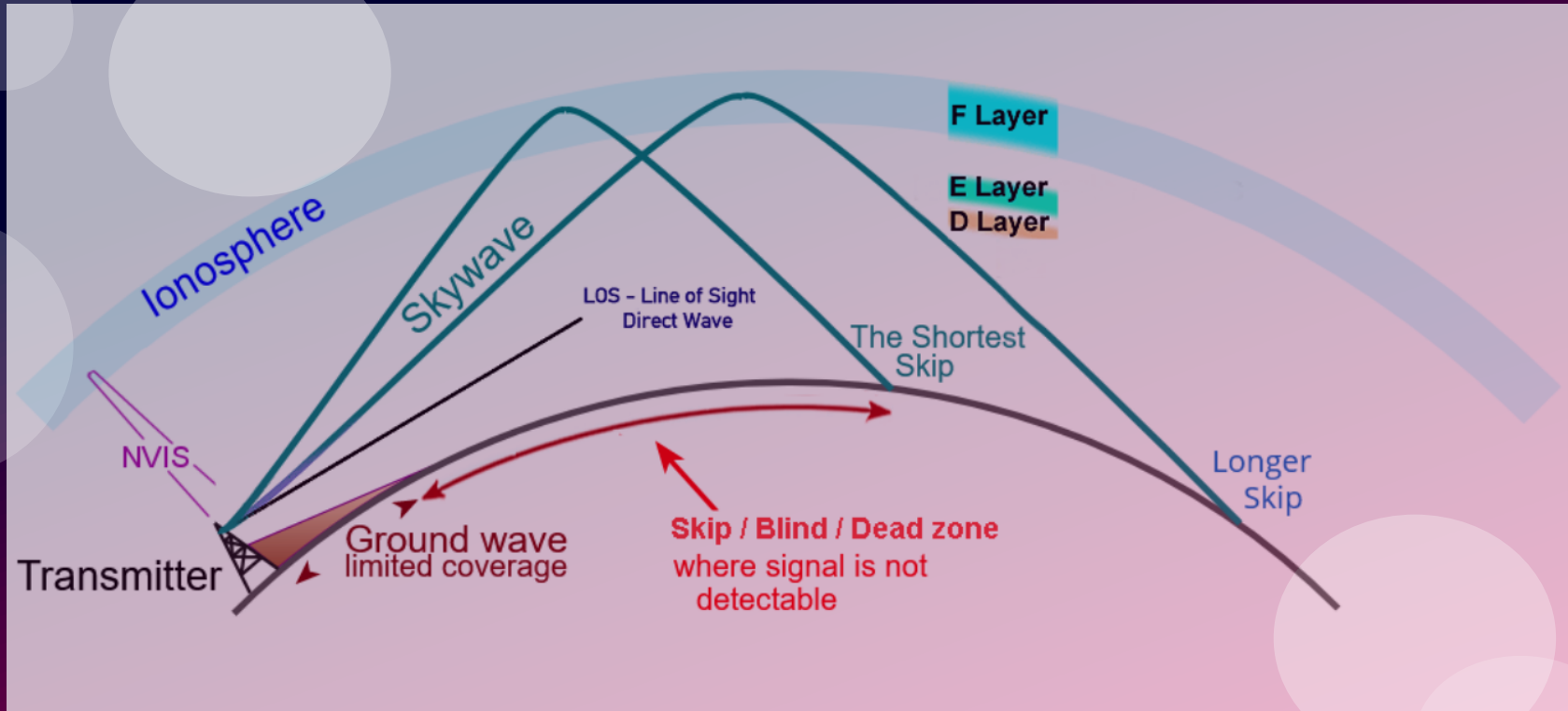


- <- 17,2 kHz - SAQ Zweden
- <- (16,8 - 44,8 kHz - Radio Kootwijk)
- <- 77,5 kHz - DCF
- <- 136 kHz - 2200m band

- VLF golven, hoofdzakelijk grondgolf, volgt het aardoppervlak
- 10 tot 40m doordringbaar in water (duikboot communicatie) smalbandig alleen CW en digitaal
- navigatiebakens(LORAN, NDB's)
- bliksemontladingen registratie
- tijd signaal



ruimtegolf, grondgolf, directegolf, NVIS



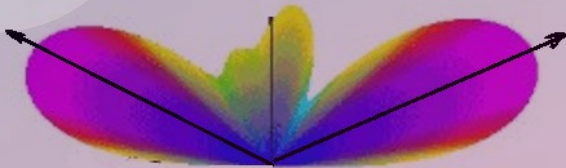
HF propagatie modi

Antenne karakteristiek OCF dipool 10 t/m 80m (inv. V)



20m Band - Antenna Characteristics dipool FD4

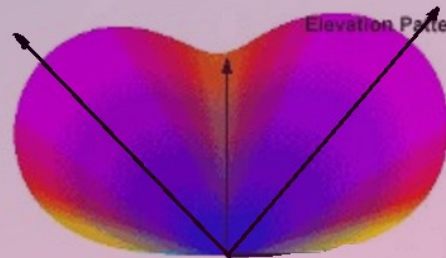
Elevation Pattern



GAIN (max) @ Elevation: 9.5 dBi @ 22 deg.
Elevation Beamwidth (-6dB): 7 - 40 deg.
Azimuth Beamwidth (-6dB): +/- 29 deg.
Front/Back Ratio: N/A
Height above Ground: 12 m (40 ft.)

40m Band - Antenna Characteristics dipool FD4

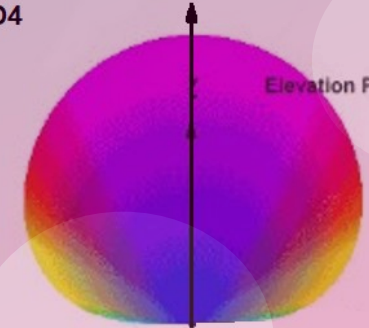
Elevation Pattern



GAIN (max) @ Elevation: 6.2 dBi @ 49 deg.
Elevation Beamwidth (-6dB): 15 - 86 deg.
Azimuth Beamwidth (-6dB): +/- 86 deg.
Front/Back Ratio: N/A
Height above Ground: 12 m (40 ft.)

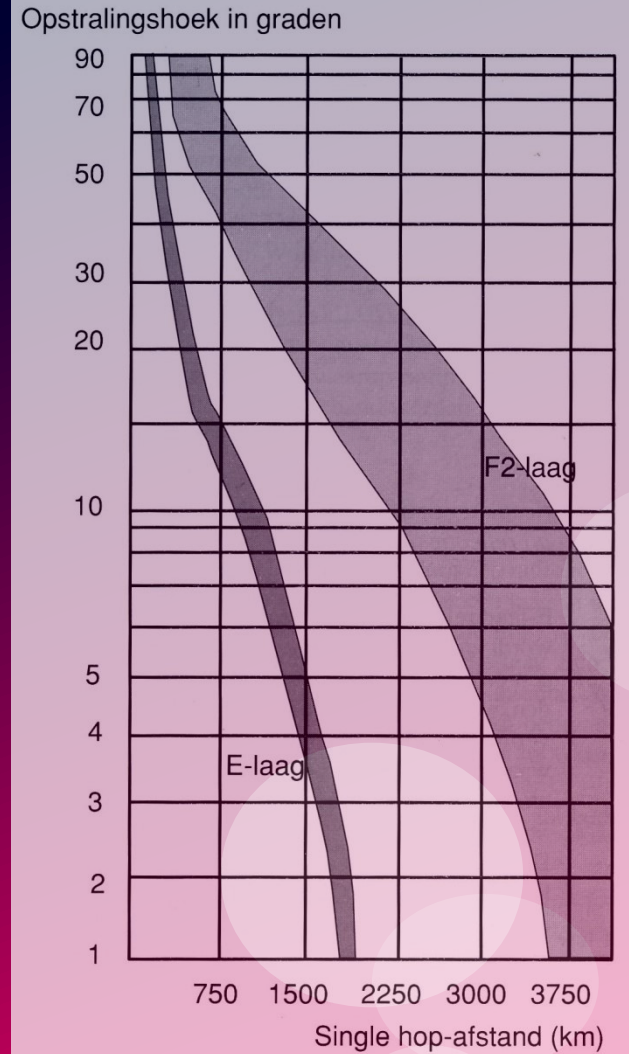
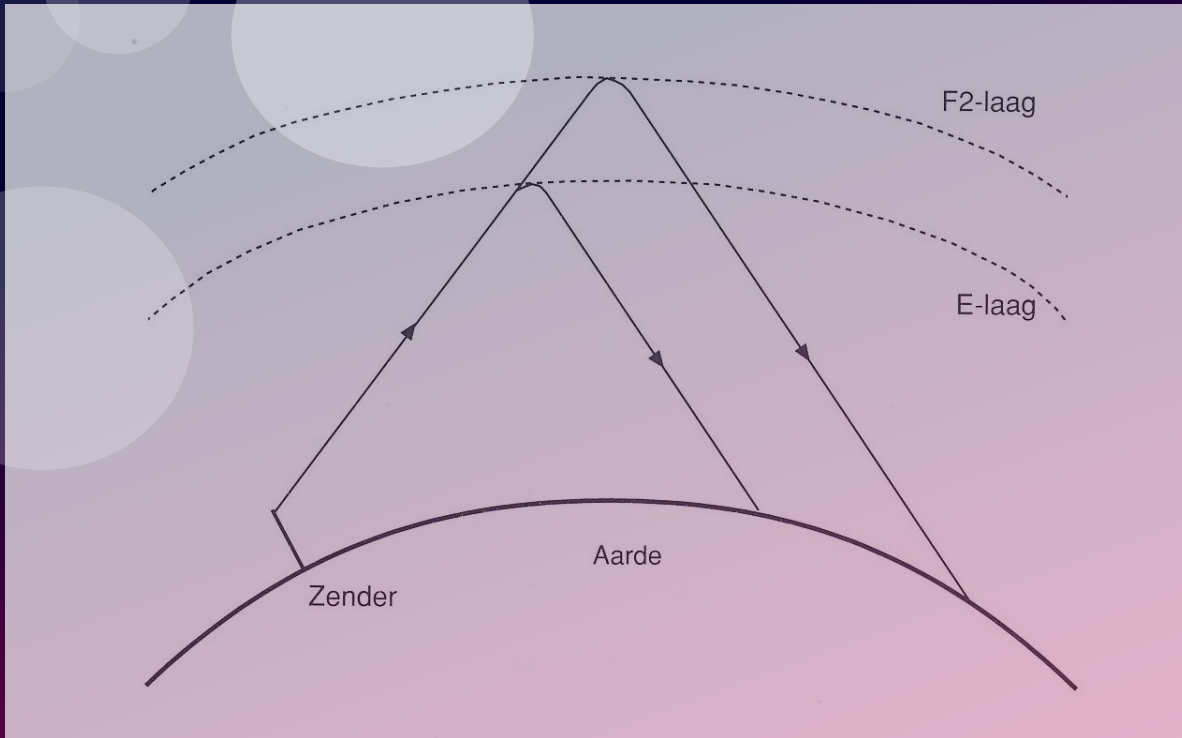
80m Band - Antenna Characteristics dipool FD4

Elevation Pattern

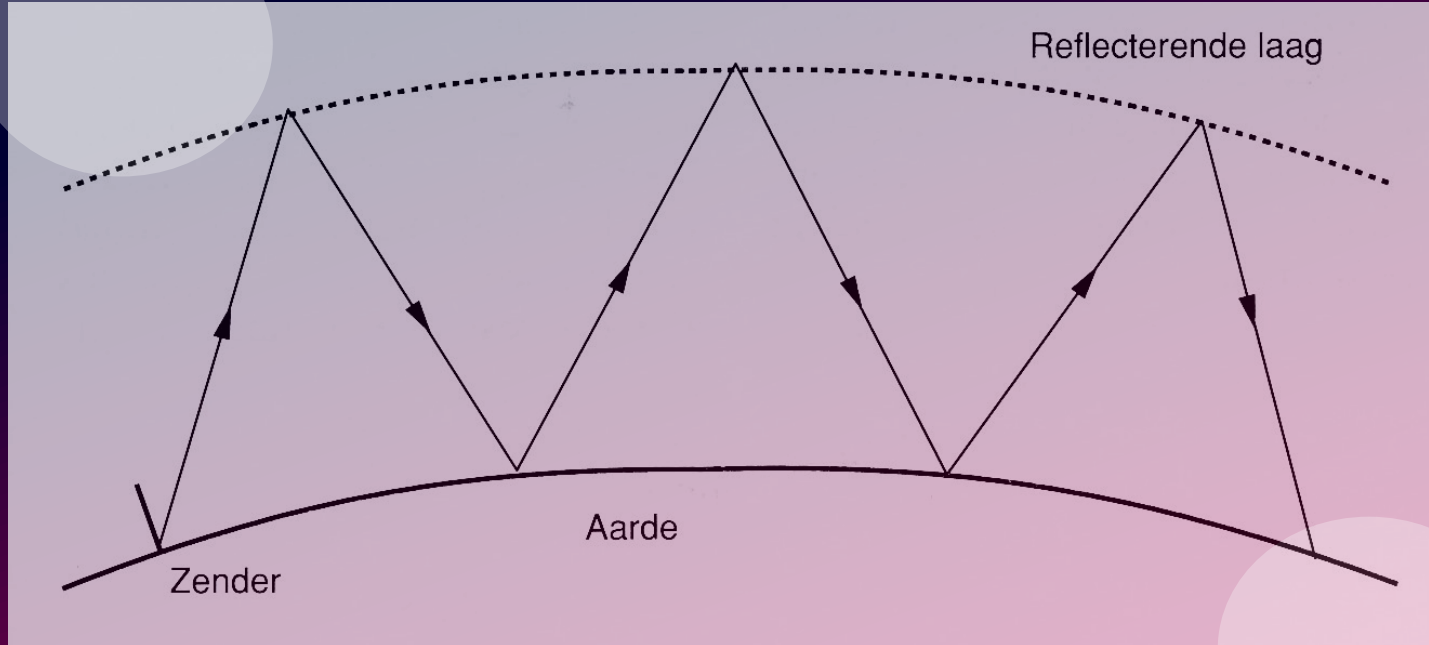


GAIN (max) @ Elevation: 6.7 dBi @ 90 deg.
Elevation Beamwidth (-6dB): 45 - 135 deg.
Azimuth Beamwidth (-6dB): Omnidirectional
Front/Back Ratio: N/A
Height above Ground: 12 m (40 ft.)

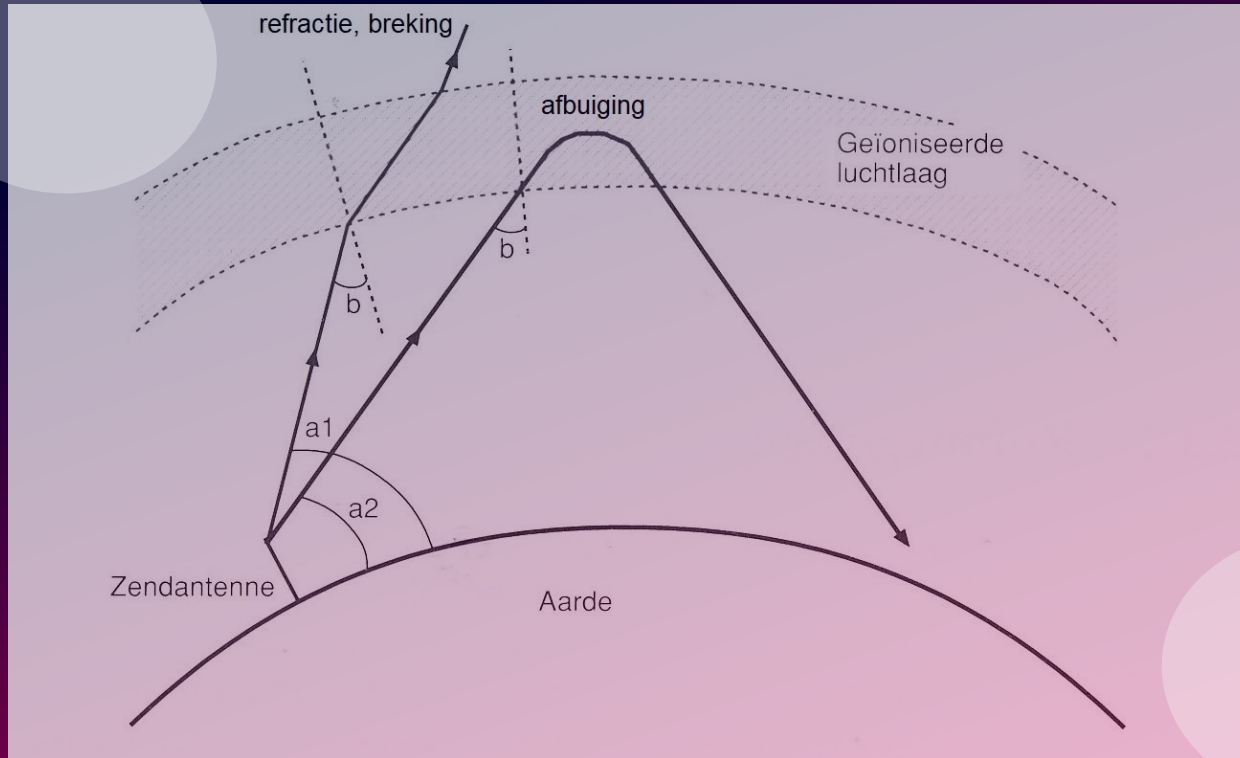
Reflectie single hop E-laag / F2-laag



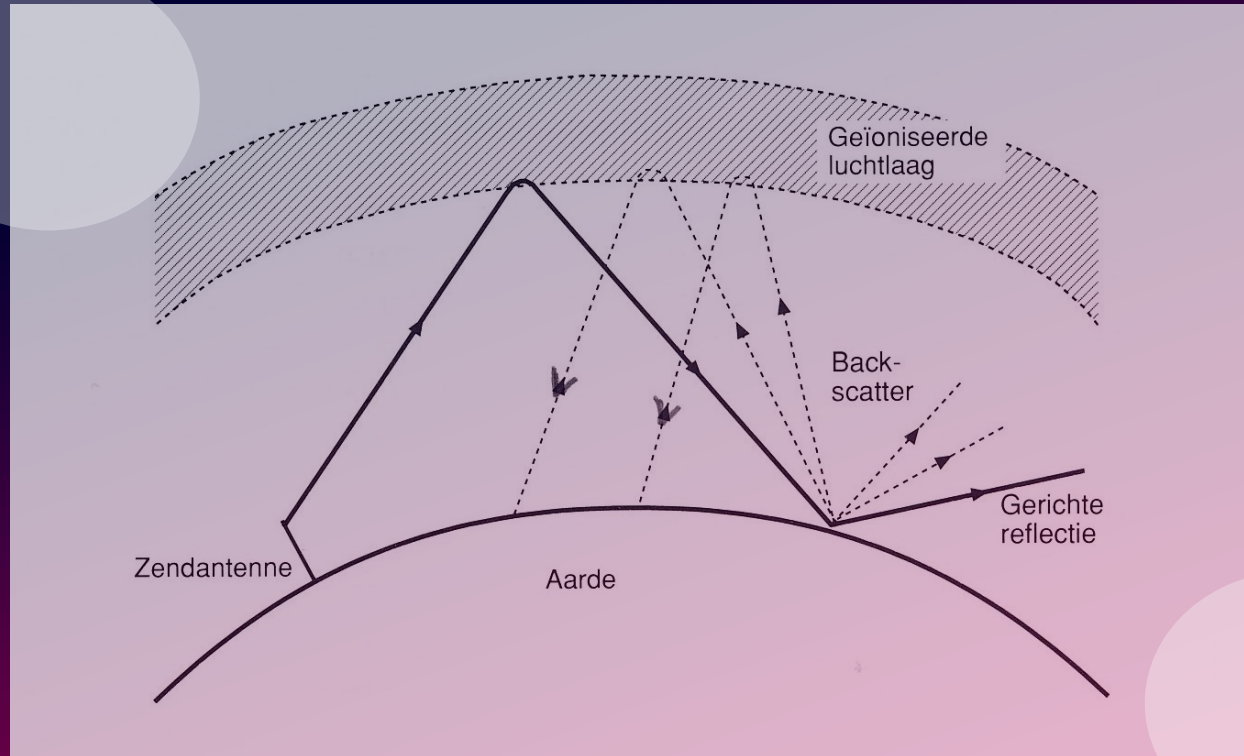
multihop



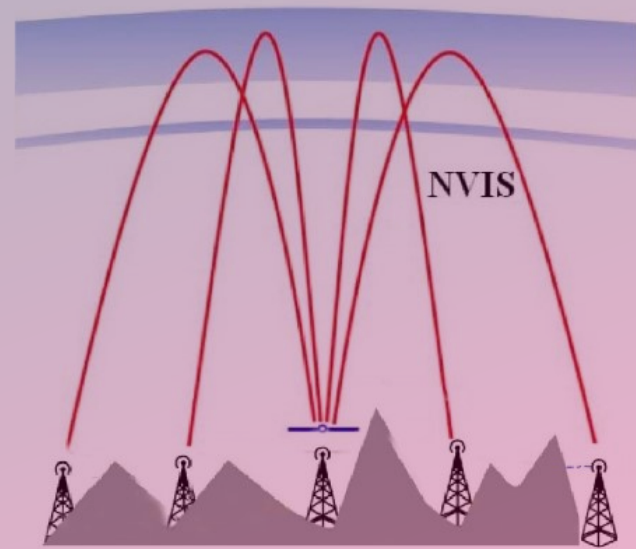
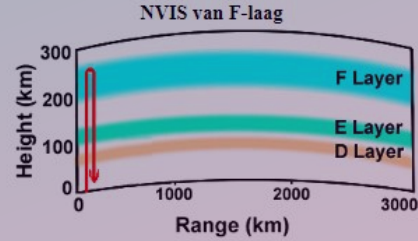
Breking tot relatie invalshoek en frequentie



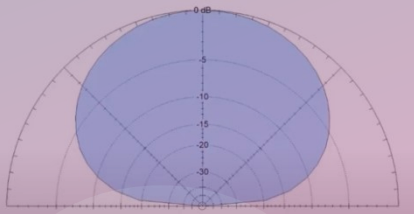
Backscatter



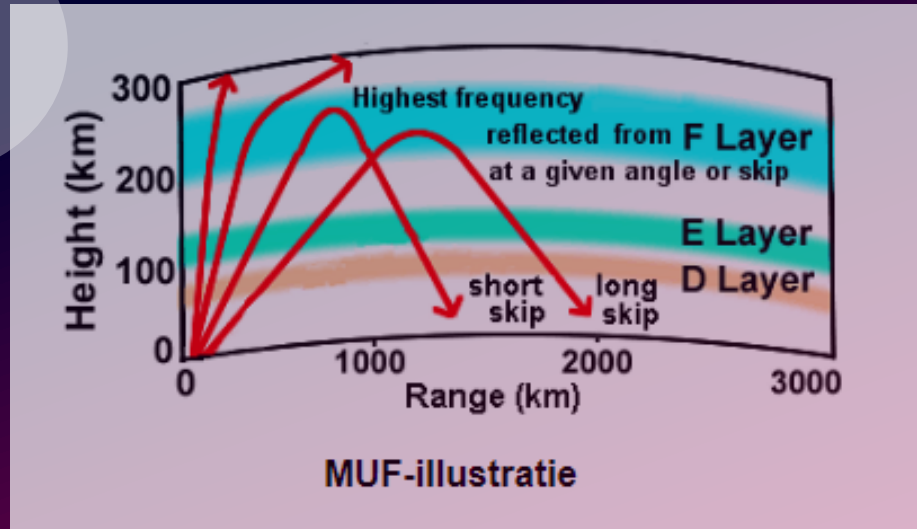
lokale dekking in heuvelachtige en tropische gebieden.
 's nachts 2-4 MHz, overdag 4-8 MHz



"NVIS" Dipole



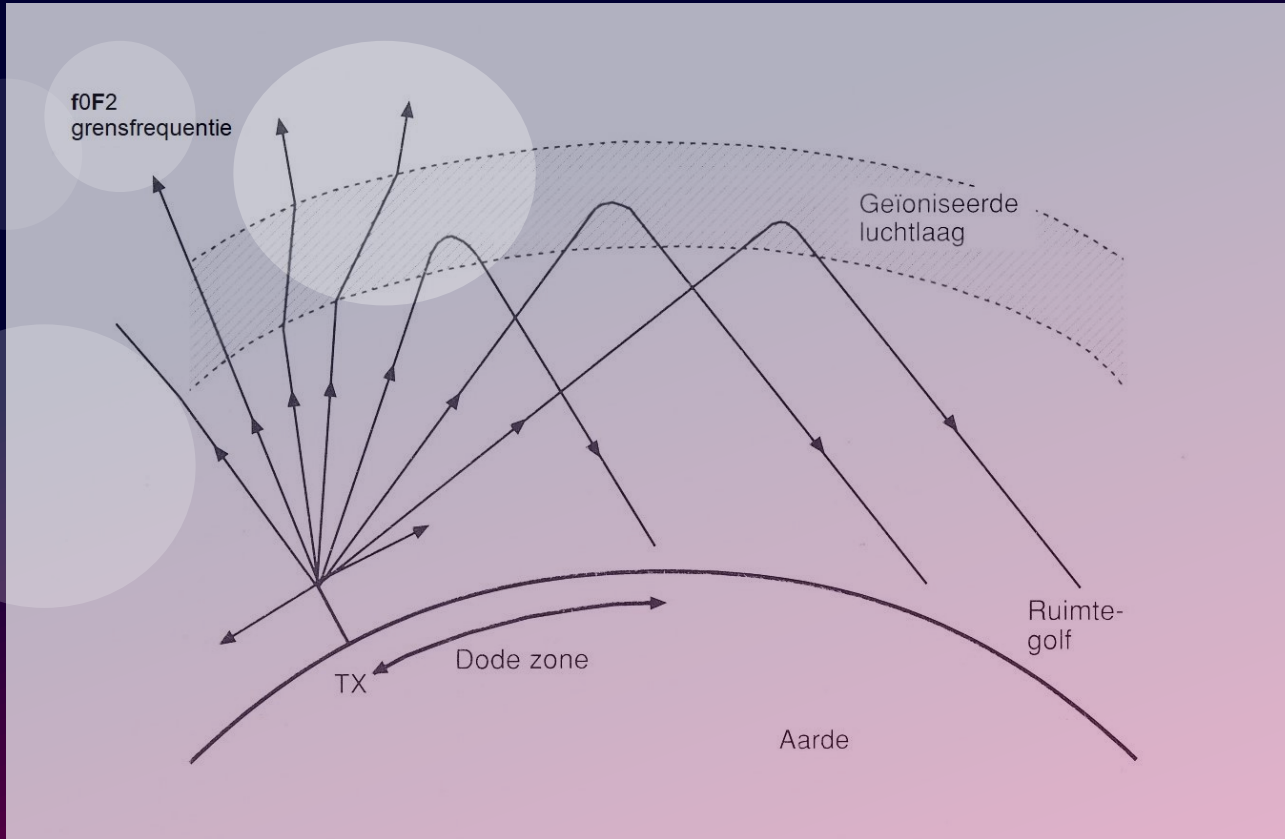
Bepaling MUF frequentie



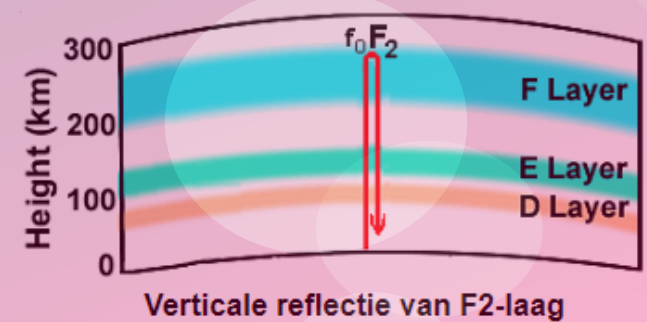
LUF frequentie?

Lagere frequenties zijn vaak gevoeliger voor absorptie in de onderste lagen van de ionosfeer (zoals de D-laag) en voor ruis en interferentie, wat de LUF verhoogt.

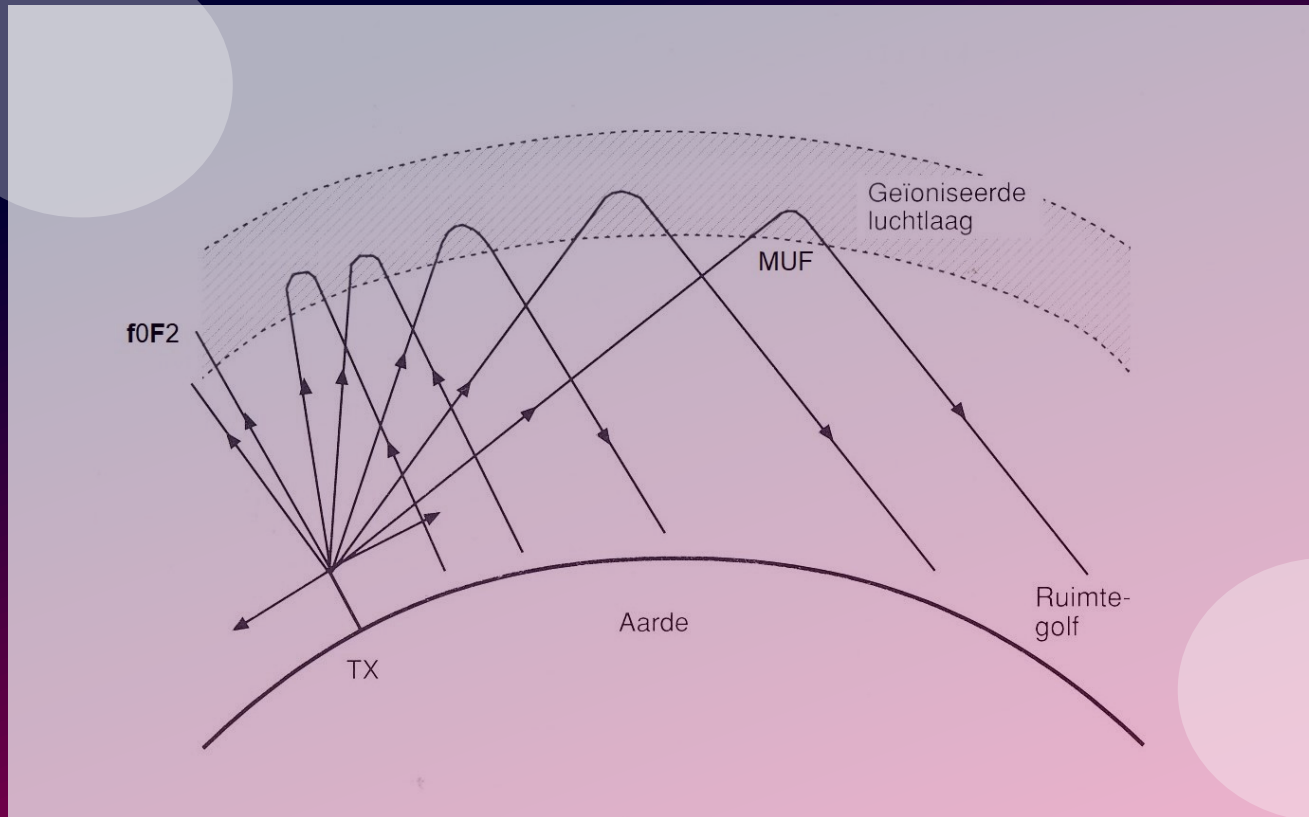
Propagatie radiogolven hoger dan de grensfrequentie (kritische freq.)



Grensfrequentie f_0F_2 bepalen

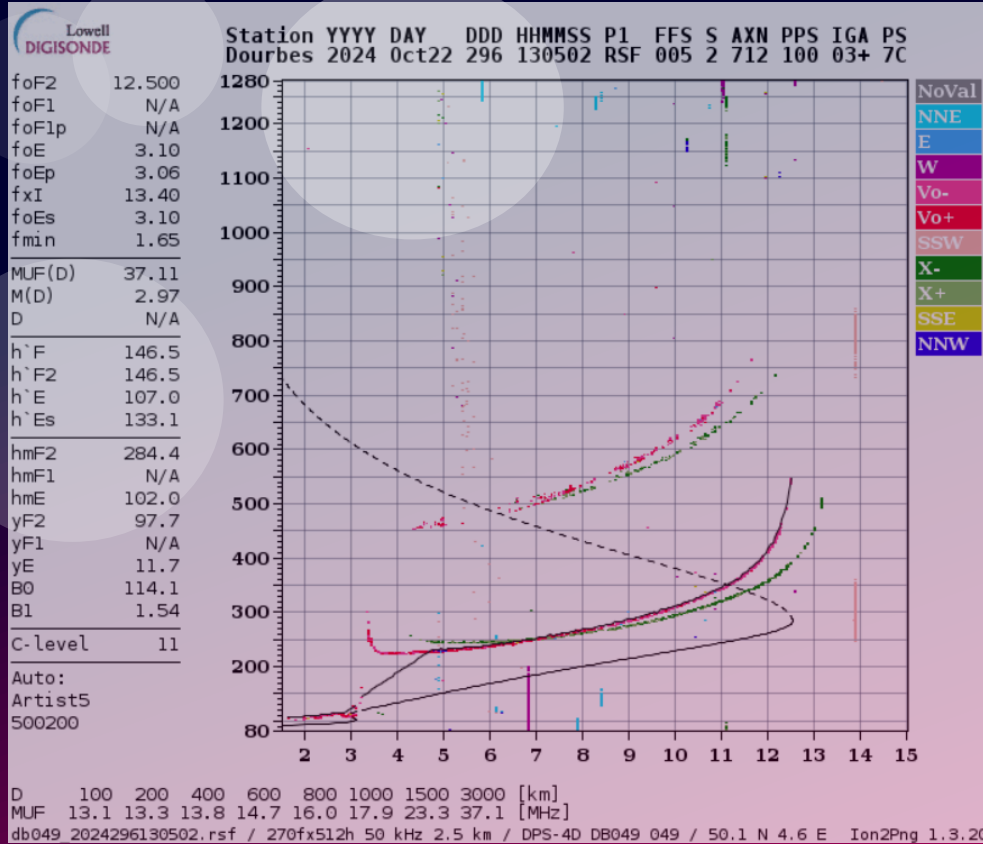


Propagatie radiogolven lager dan de grensfrequentie

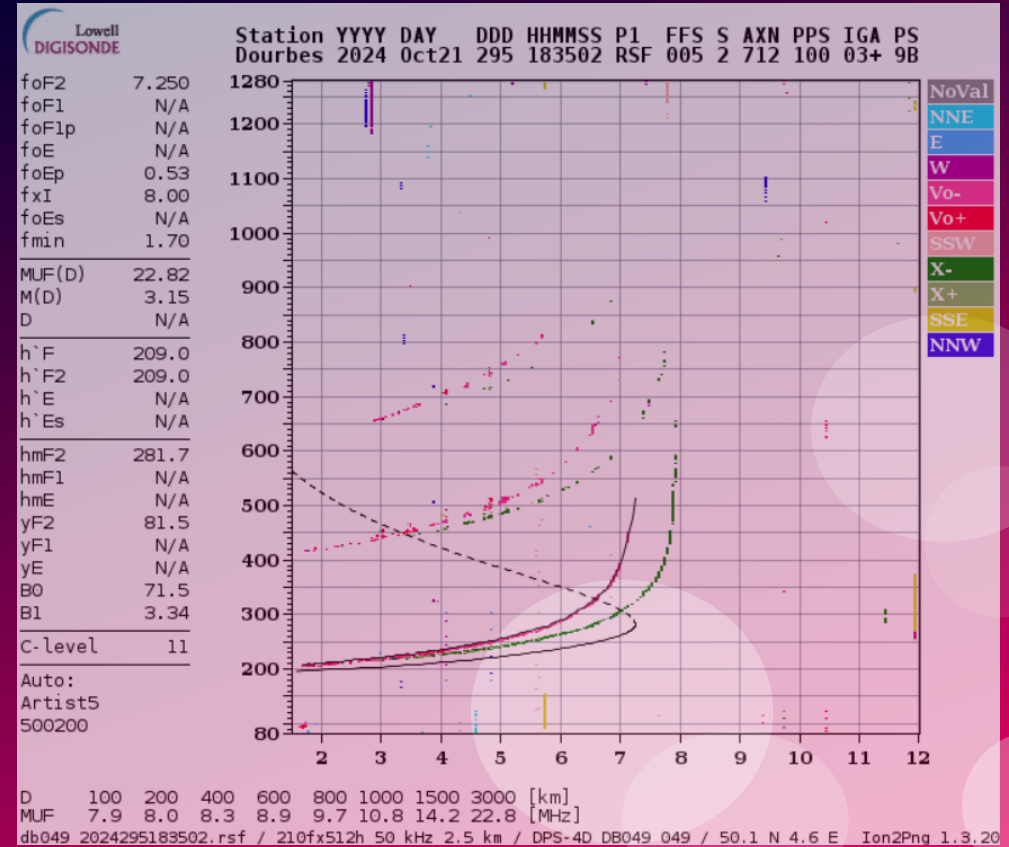


Kritische frequentie f0, Dourbes België

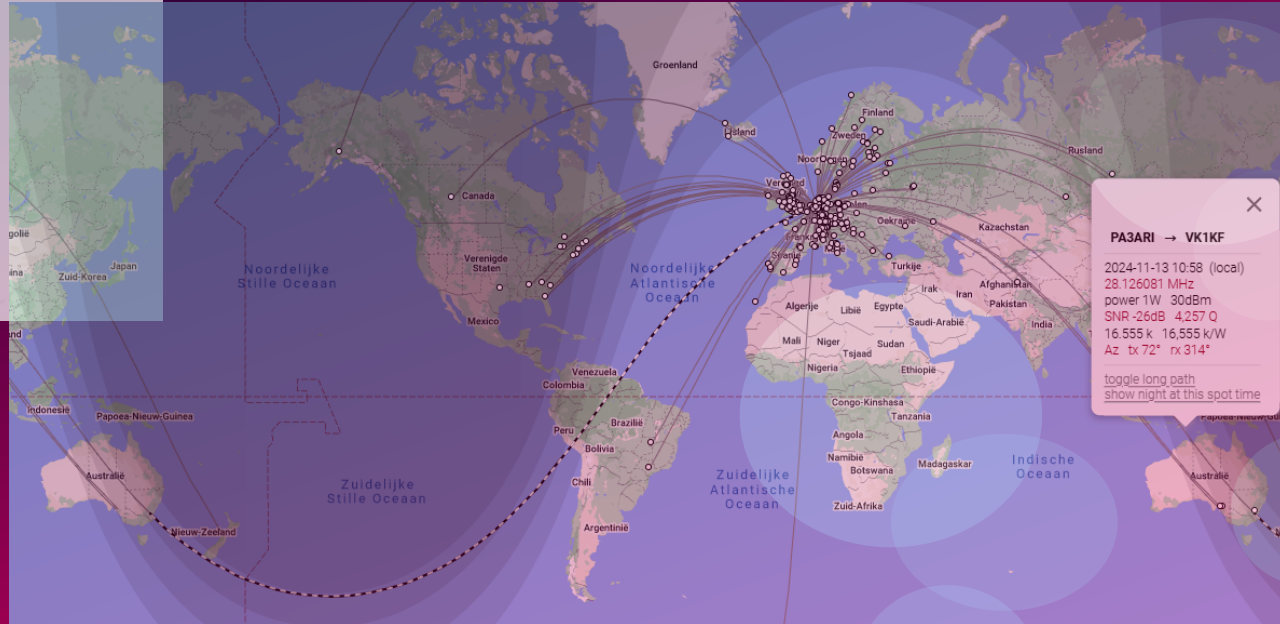
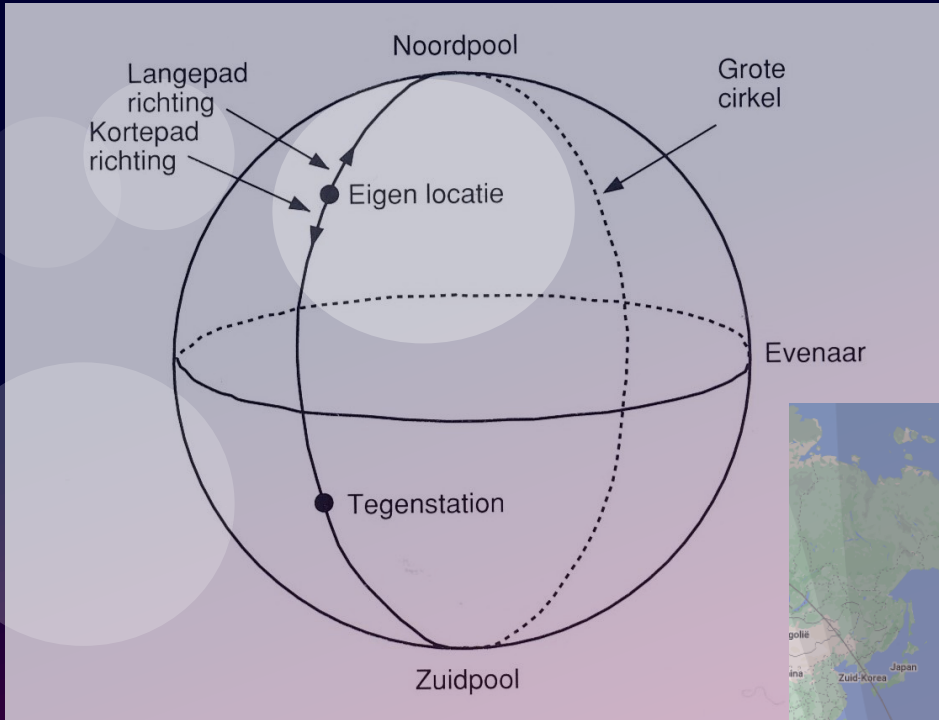
overdag



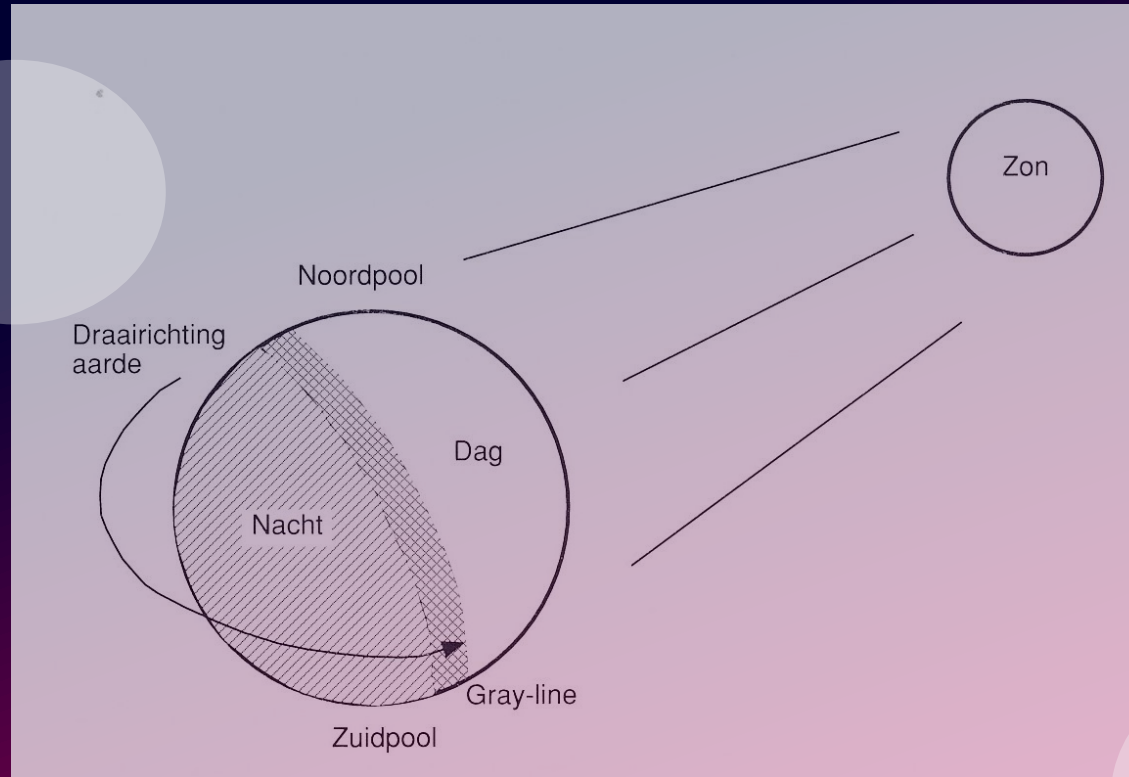
s'avonds



Korte- en langepad propagatie

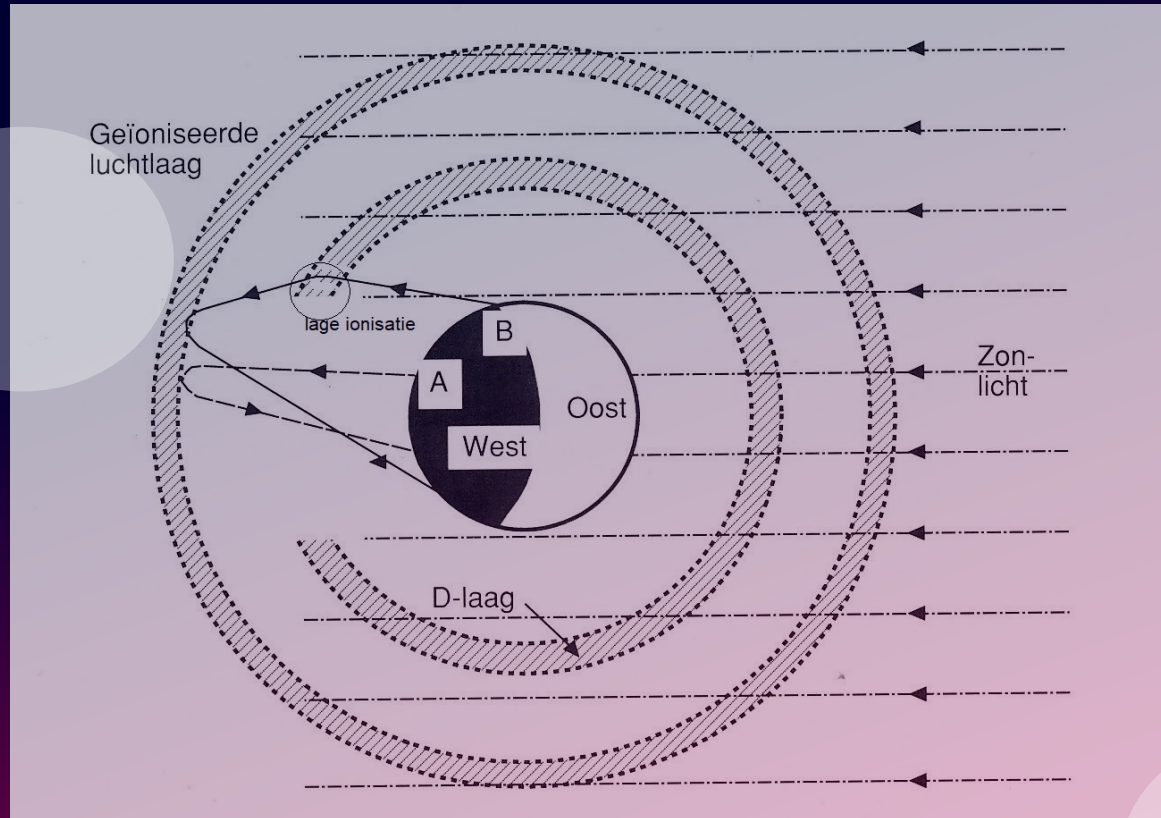


Grayline propagatie

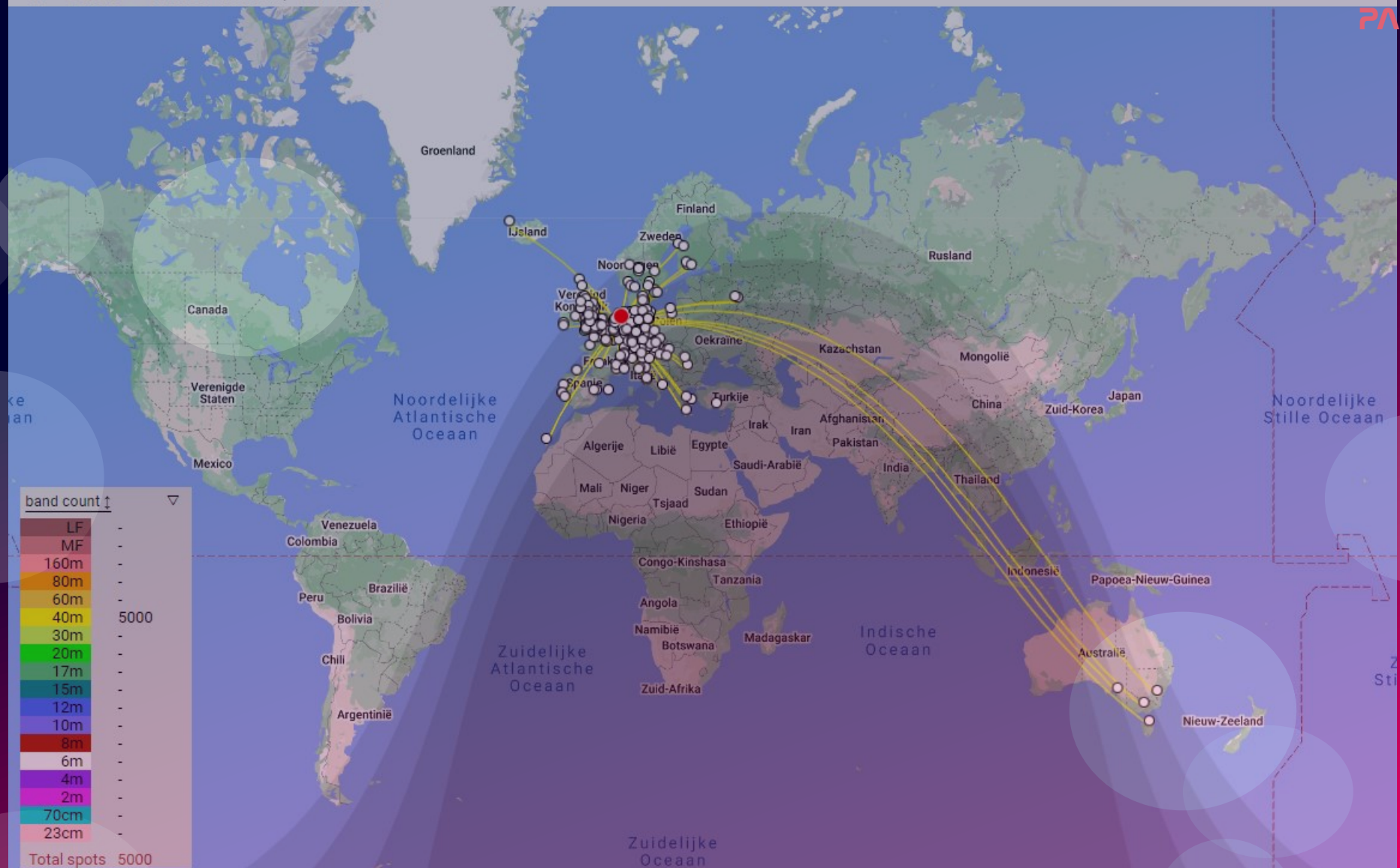


Bij zonsopkomst en ondergang is er een overgangsgebied, schermgebied.
Dit ontstaat door onze atmosfeer.

Grayline propagatie



- zonsopkomst en ondergang kunnen radiogolven door de D-laag worden afgebogen
- waardoor de hoger lagen onder een andere hoek worden bereikt
- grotere afstanden overbrugbaar
- afscherming oostzijde door de reeds volledige aanwezige D-laag

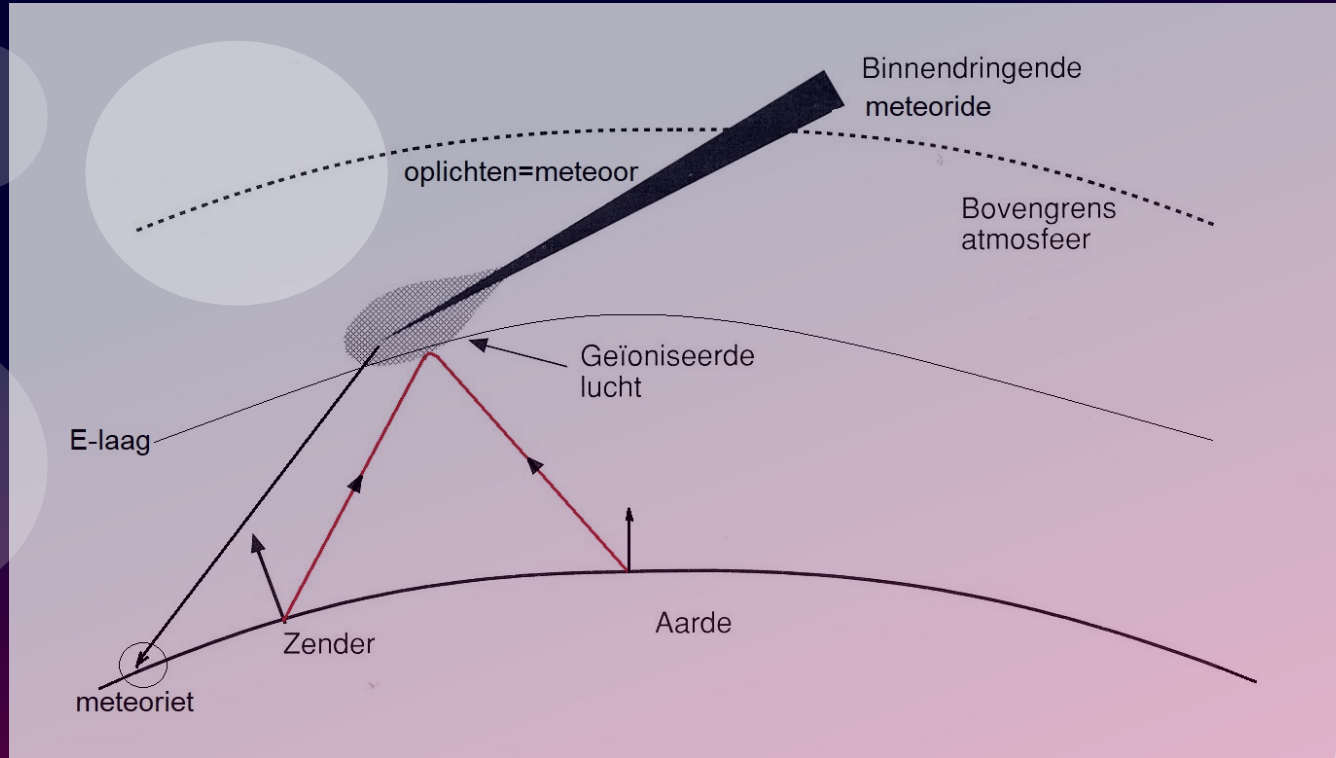


band count ↑ ▾

LF	-
MF	-
160m	-
80m	-
60m	-
40m	5000
30m	-
20m	-
17m	-
15m	-
12m	-
10m	-
8m	-
6m	-
4m	-
2m	-
70cm	-
23cm	-

Total spots 5000

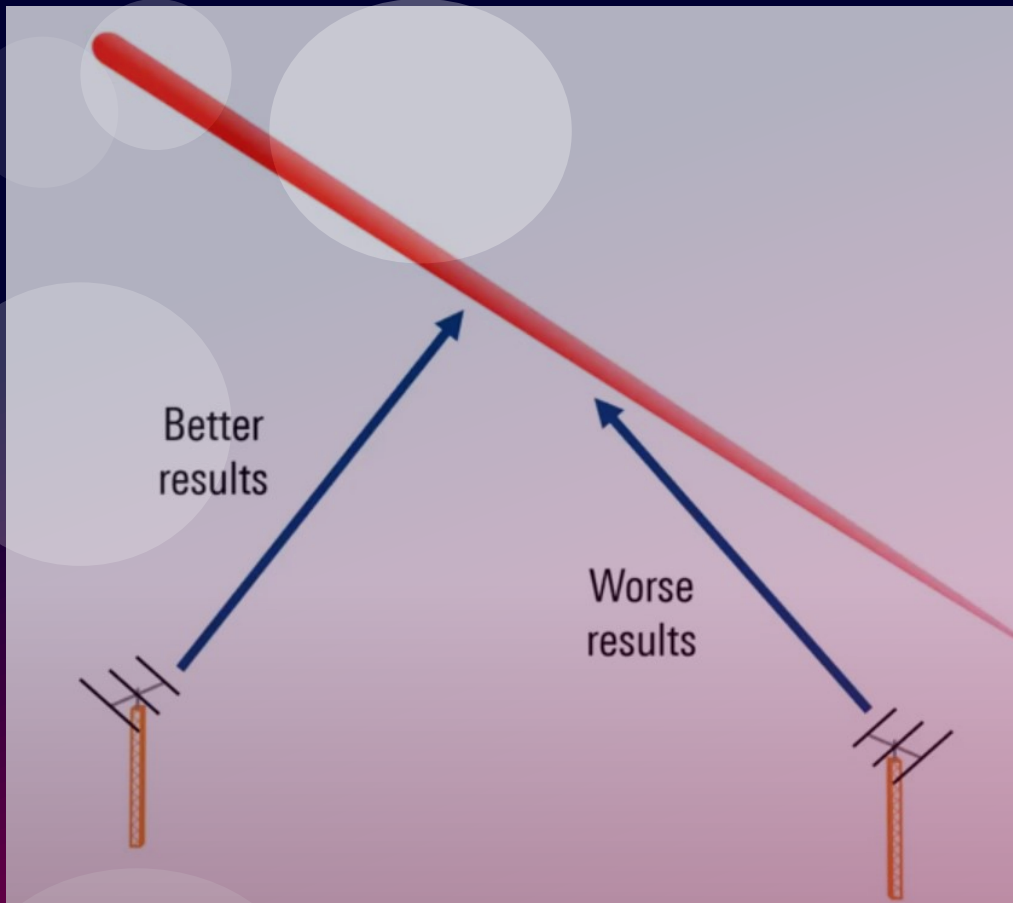
Meteor scatter



WSJT-x -MSK144

MSHV -FSK441, MSK144

Meteor scatter antennas en meteor spoor



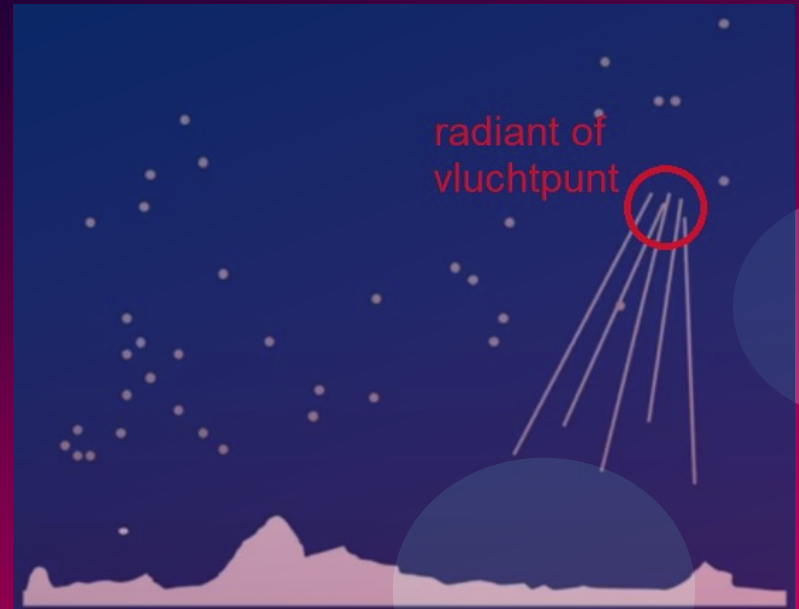
- Het meteor spoor zijn lang maar smal
- Betere resultaten wanneer de signalen loodrecht op het pad worden gericht
- Voor meteor regens 90 gr. op de radiant
- Voor paradijsche meteoren is een antenne met grotere bandbreedte beter

Meteor scatter

Meteoor sporadisch



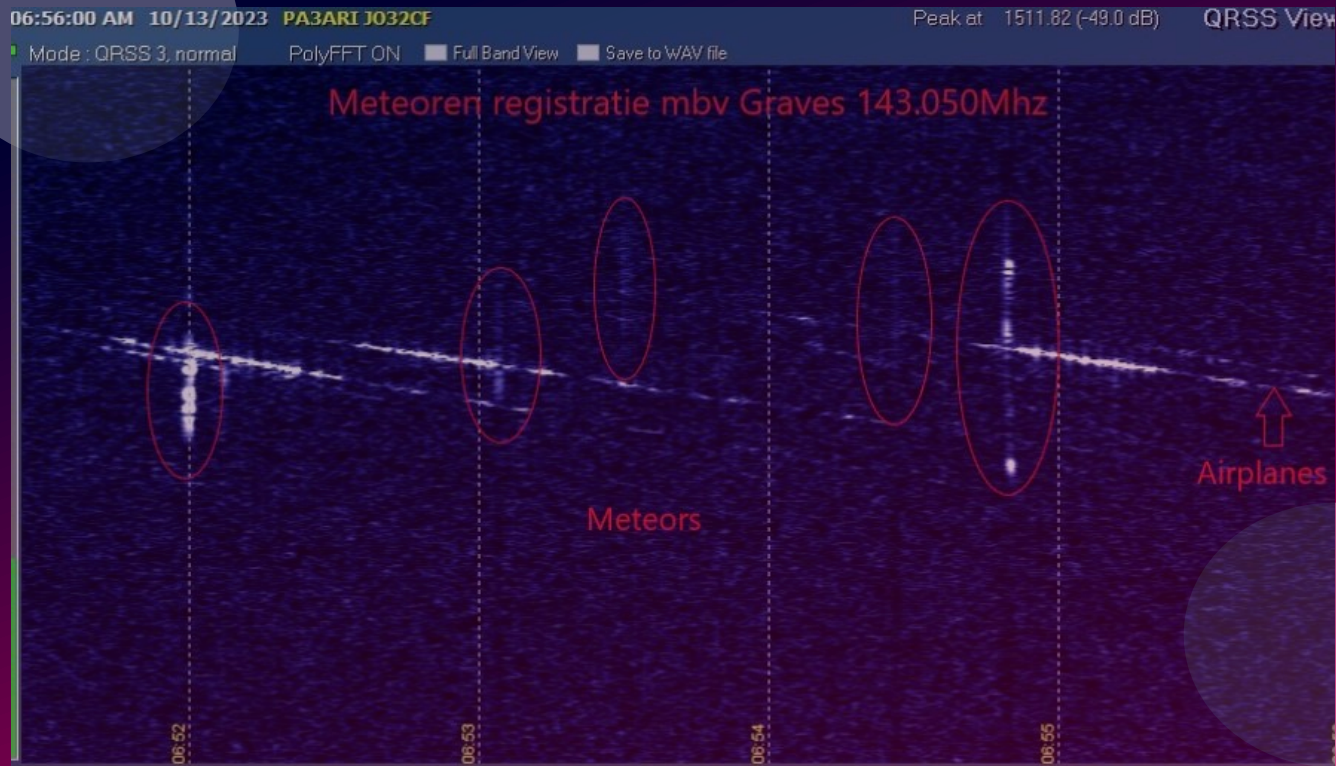
Meteoor regen



Meteor scatter

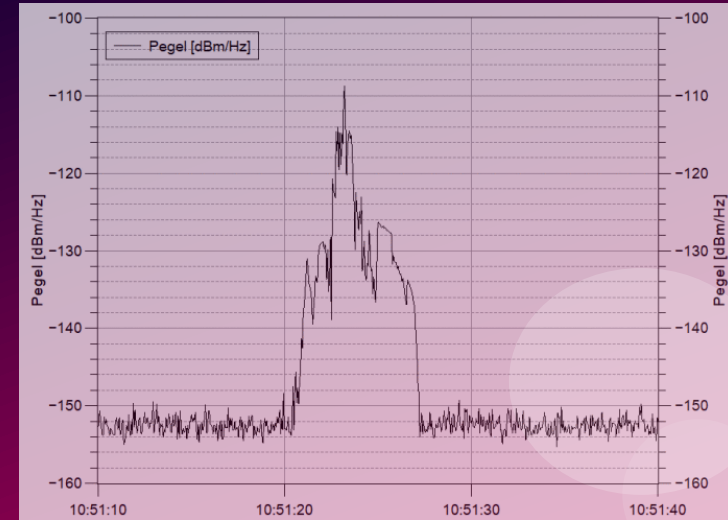
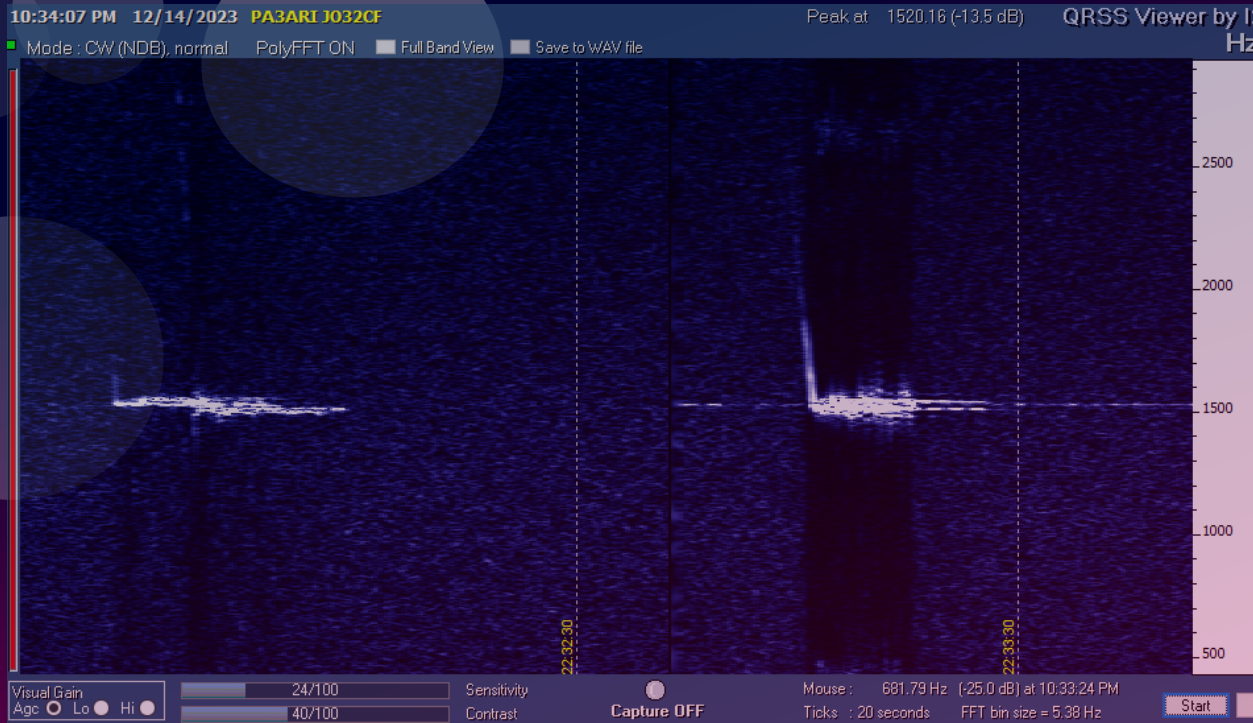
Graves 143.050

Dourbes 49.967



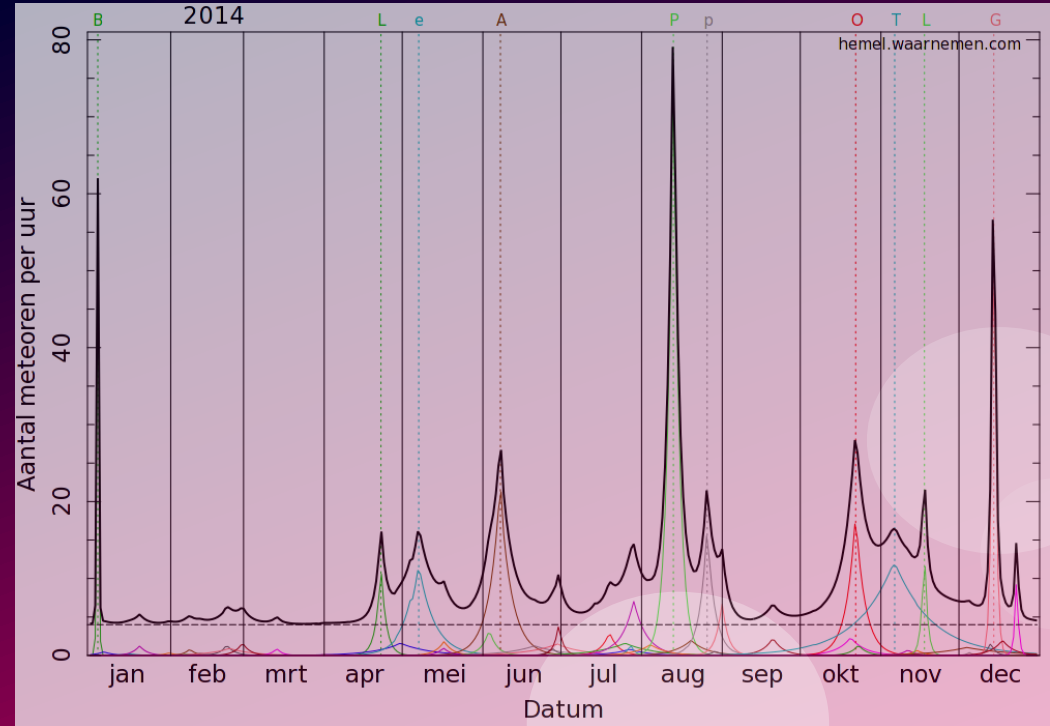
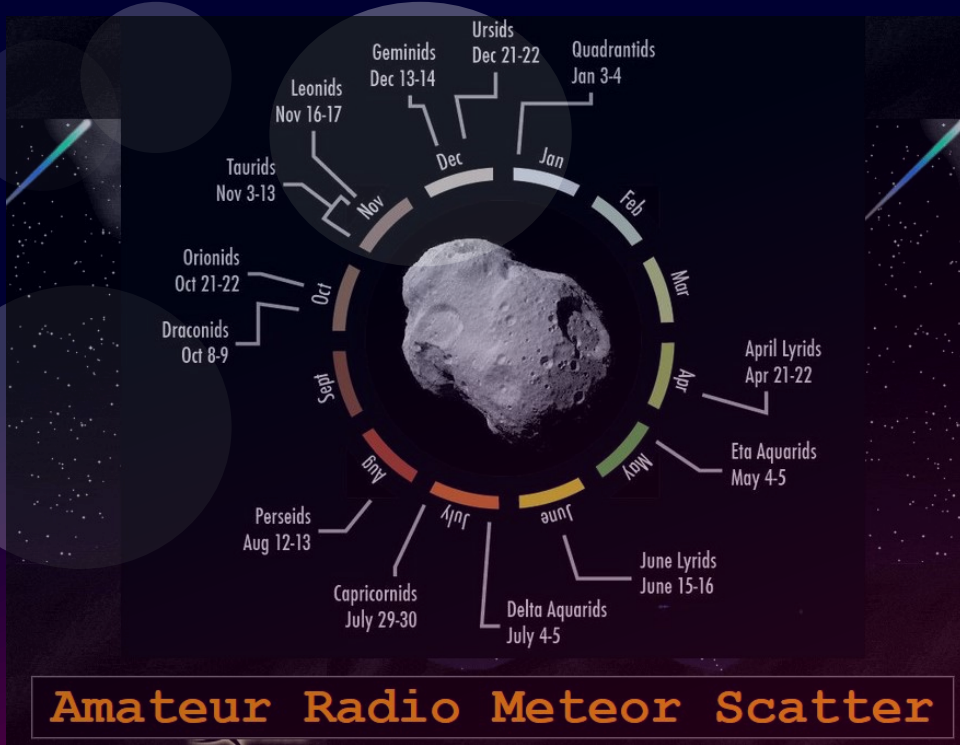
- Argo
- SpecLabs

Meteor scatter



Graves 143.050 MHz

Meteoren kalender

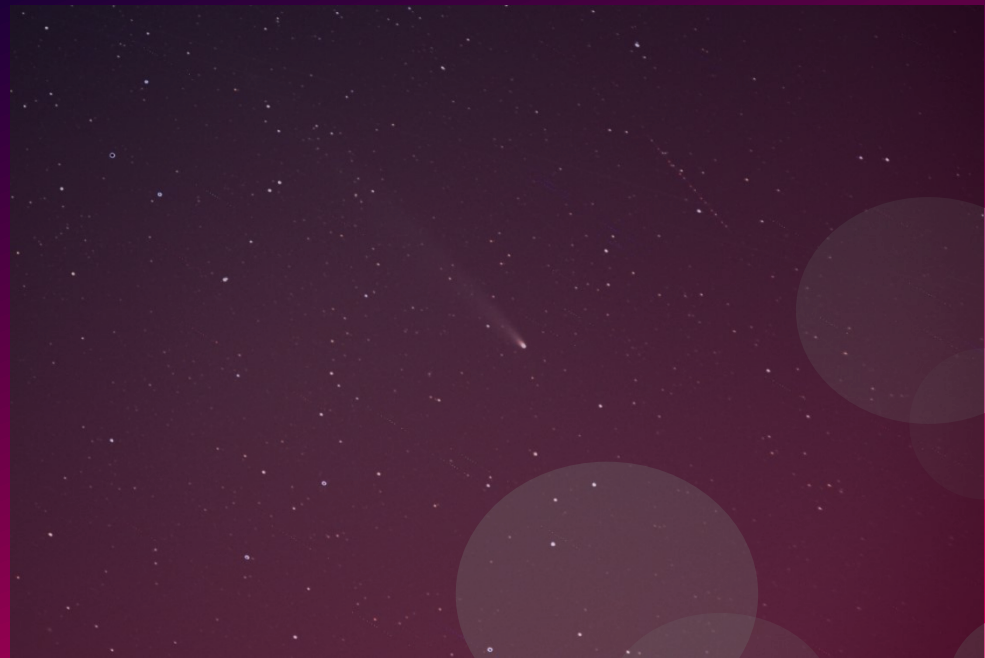


Kometen

Neowise juli 2020



Atlas, okt. 2024



Een meteorietenzwerm is een wolk van stofdeeltjes dat o.a. is achtergelaten door een komeet

Sporadisch E (Es)

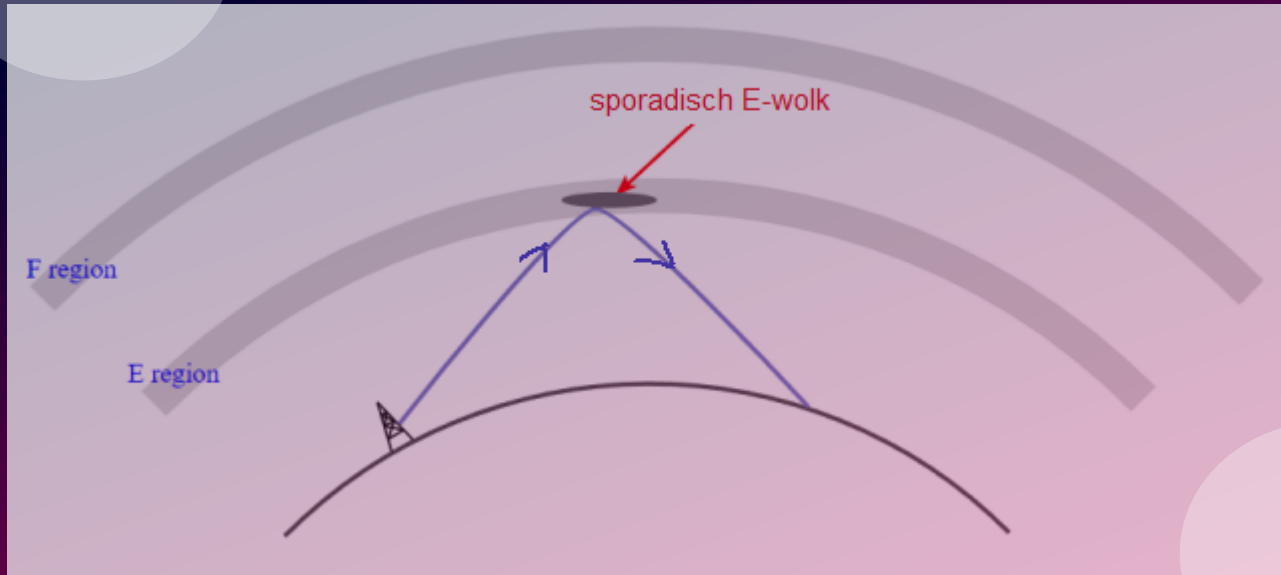
VHF en UHF

- 2500-5000km
- Gedurende de zomermaanden juni juli
In de middaguren
- Op 6m vrijwel dagelijks (uren achter elkaar)
- Op 2m zeldzaam (kortstondige openingen)
- zie ook Electron september 2024, radio amateurs beacons
FT4 en CW



Sporadisch E

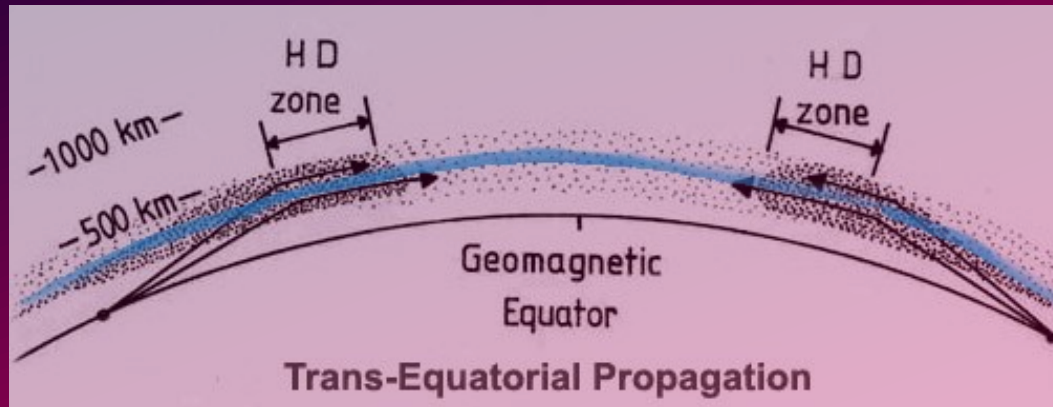
Door ionisatie van de E-laag worden Europese verbindingen mogelijk in het
de
10, 6, 4m (2m) band binnen Europa



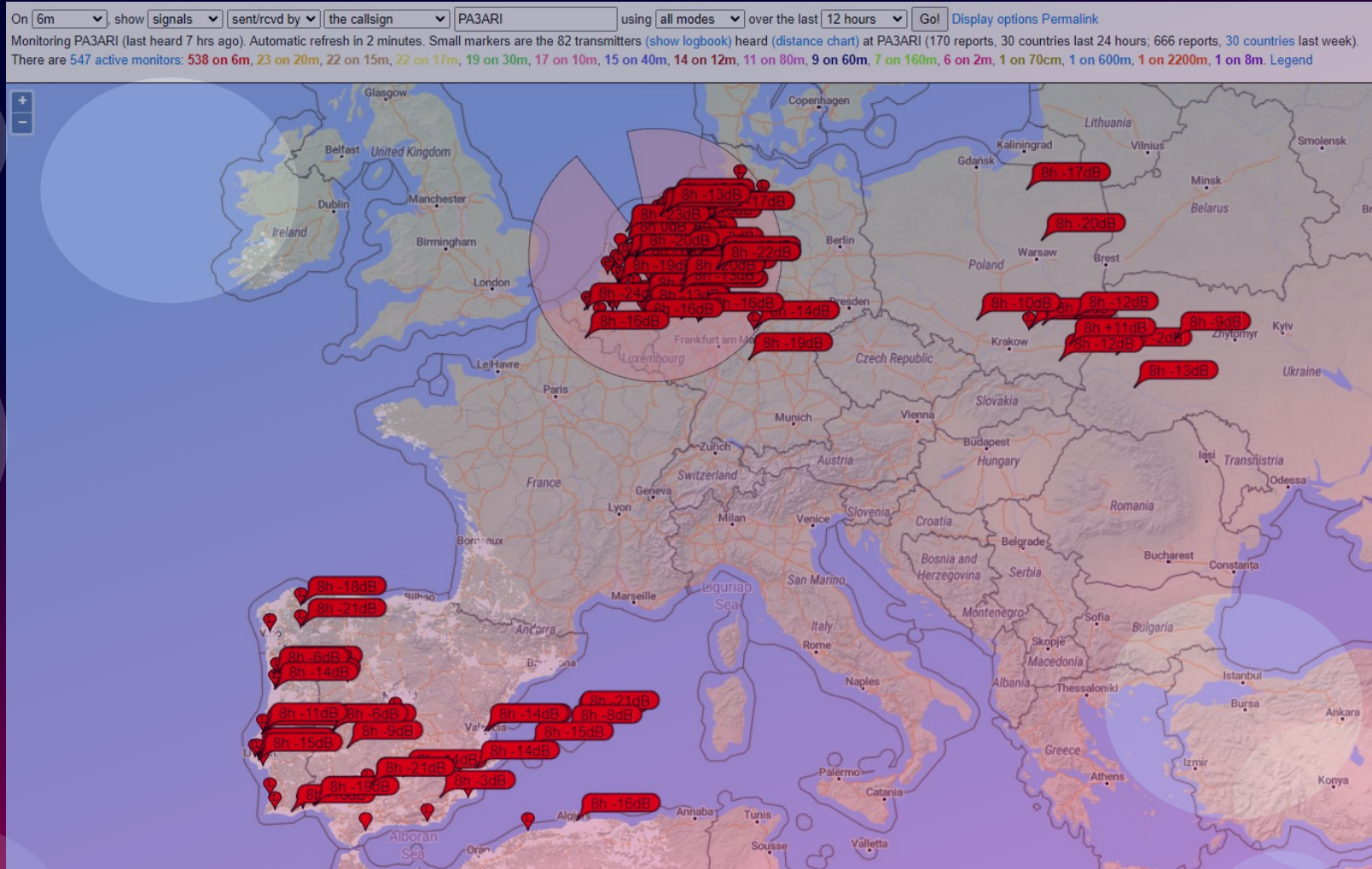
Sporadisch E, TEP

Rond half mei gaat het Sporadisch E seizoen van start en duurt doorgaans tot eind augustus.

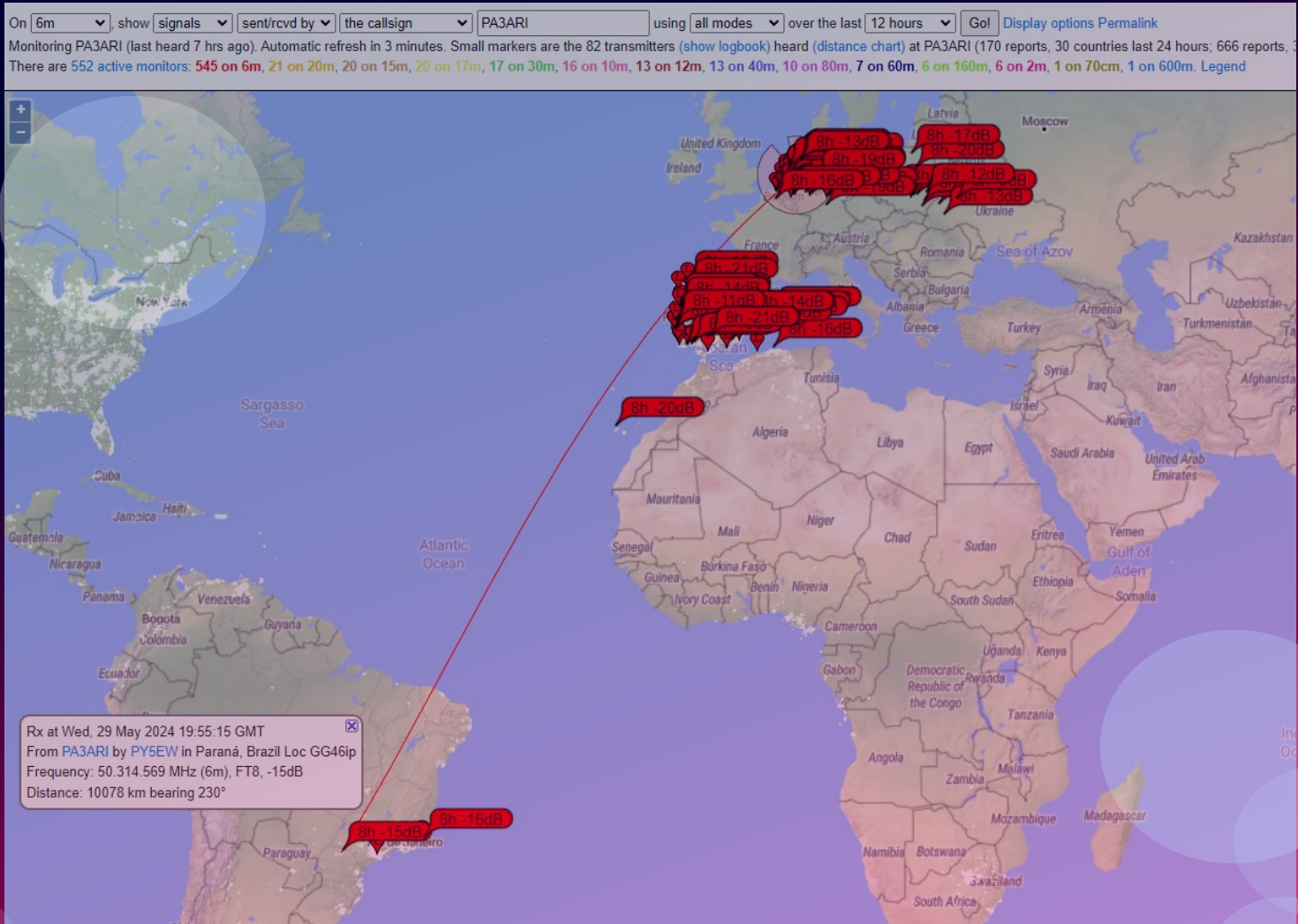
Bij goede condities – zeker met hulp van TEP – ook richting Afrika. zuid Amerika (TEP: Trans Equatoriale Propagatie) hier komen zones met hoge ionisatie voor aan weerszijden van de geomagnetische evenaar in de F-laag van de ionosfeer.



spordisch E 6m band



spordisch E TEP 6m band



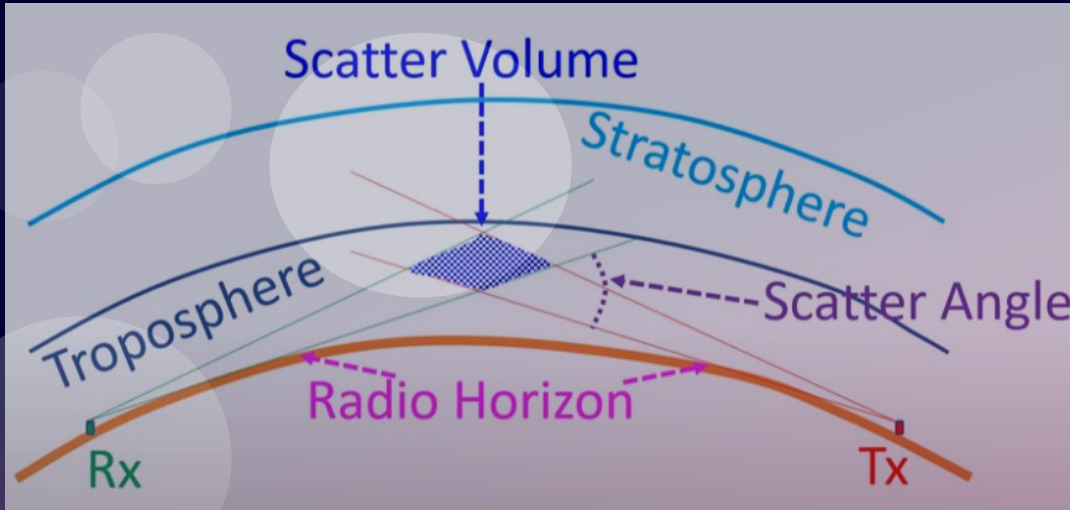
Troposferische invloed op VHF- en UHF-signal

3 soorten van troposferische propagatie:

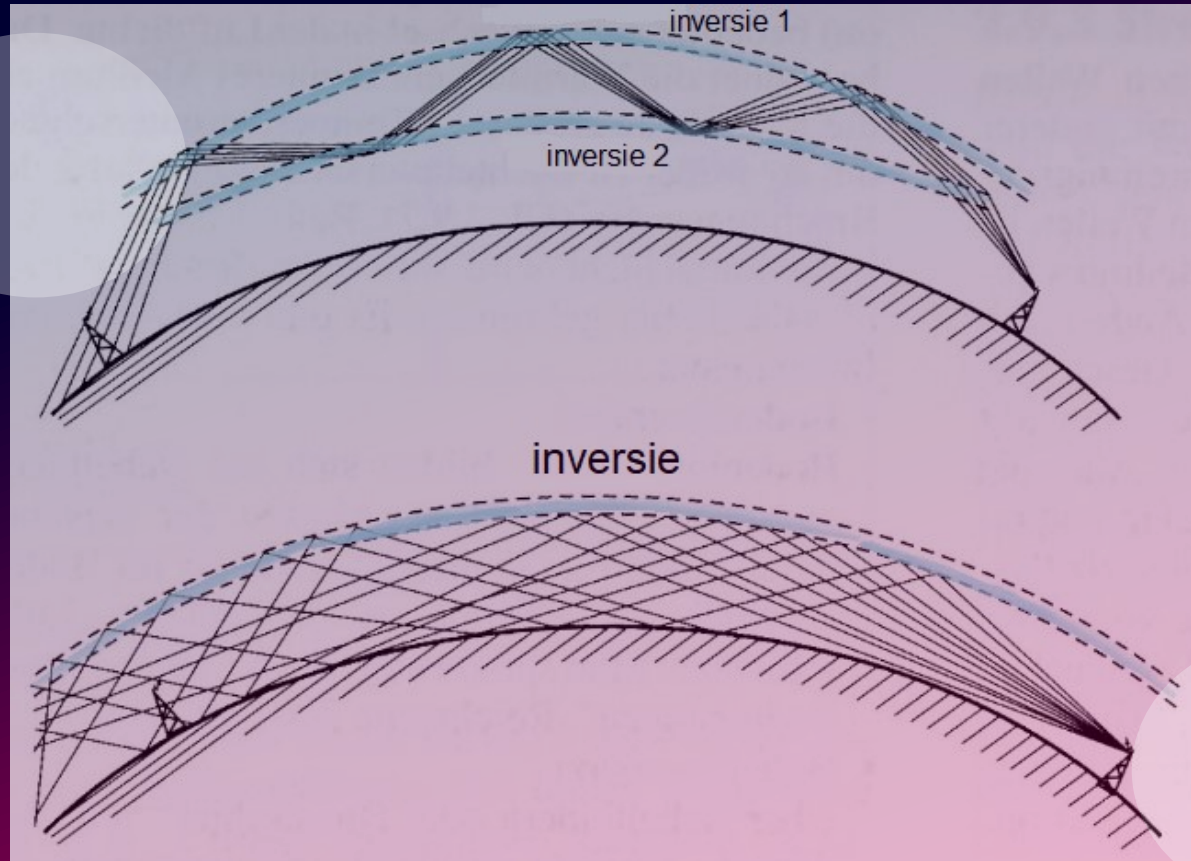
- Troposferische breking 50 - 432MHz 10-15% over de horizon
- Ducting (Kanaalvorming) 144 - 432MHz enkele honderden km
- Scatter (Verspreiding) 50 - 432MHz

Ook scattering mogelijk in banden tussen 1296 MHz en 10 GHz

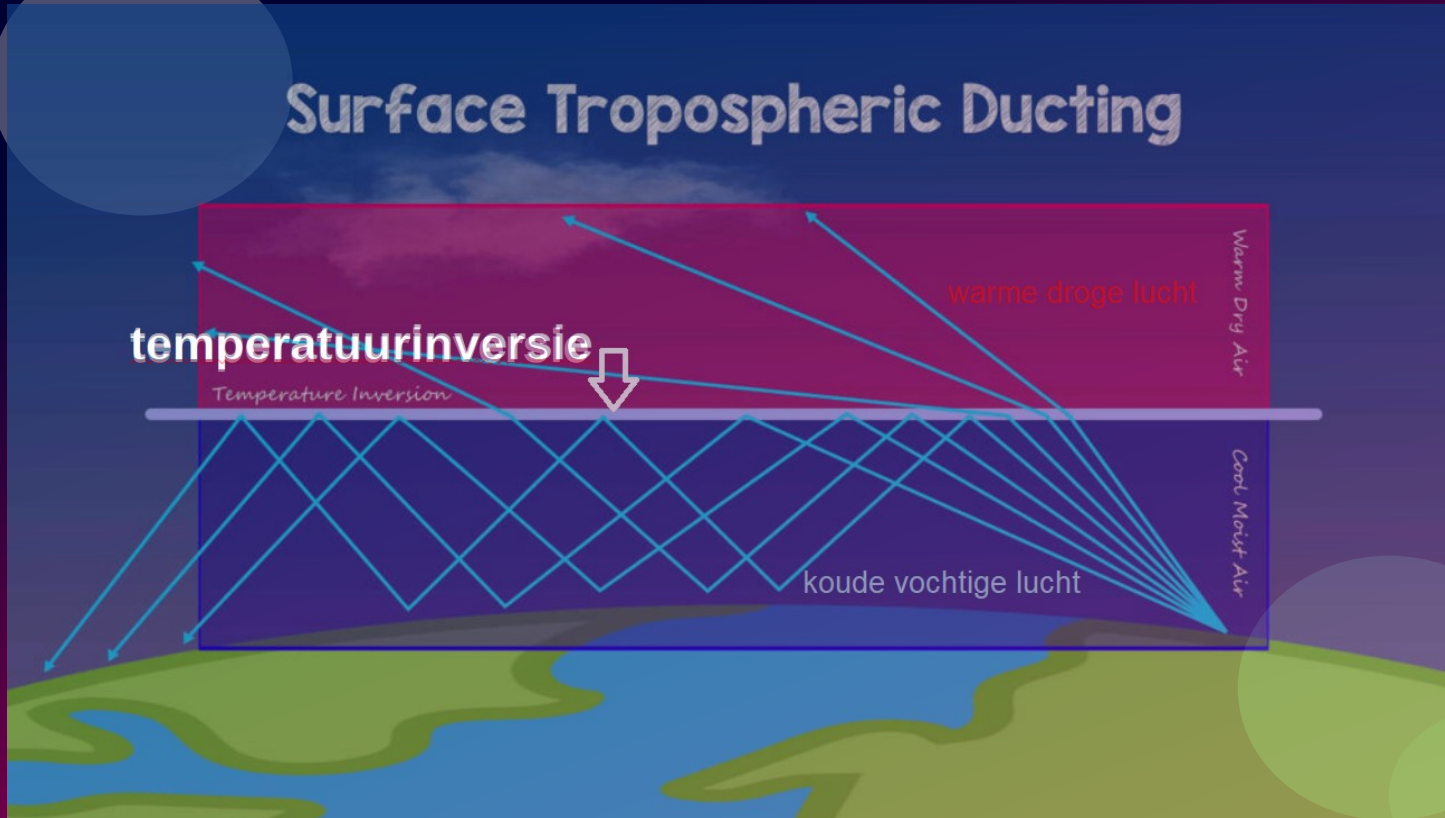
Tropo scatter



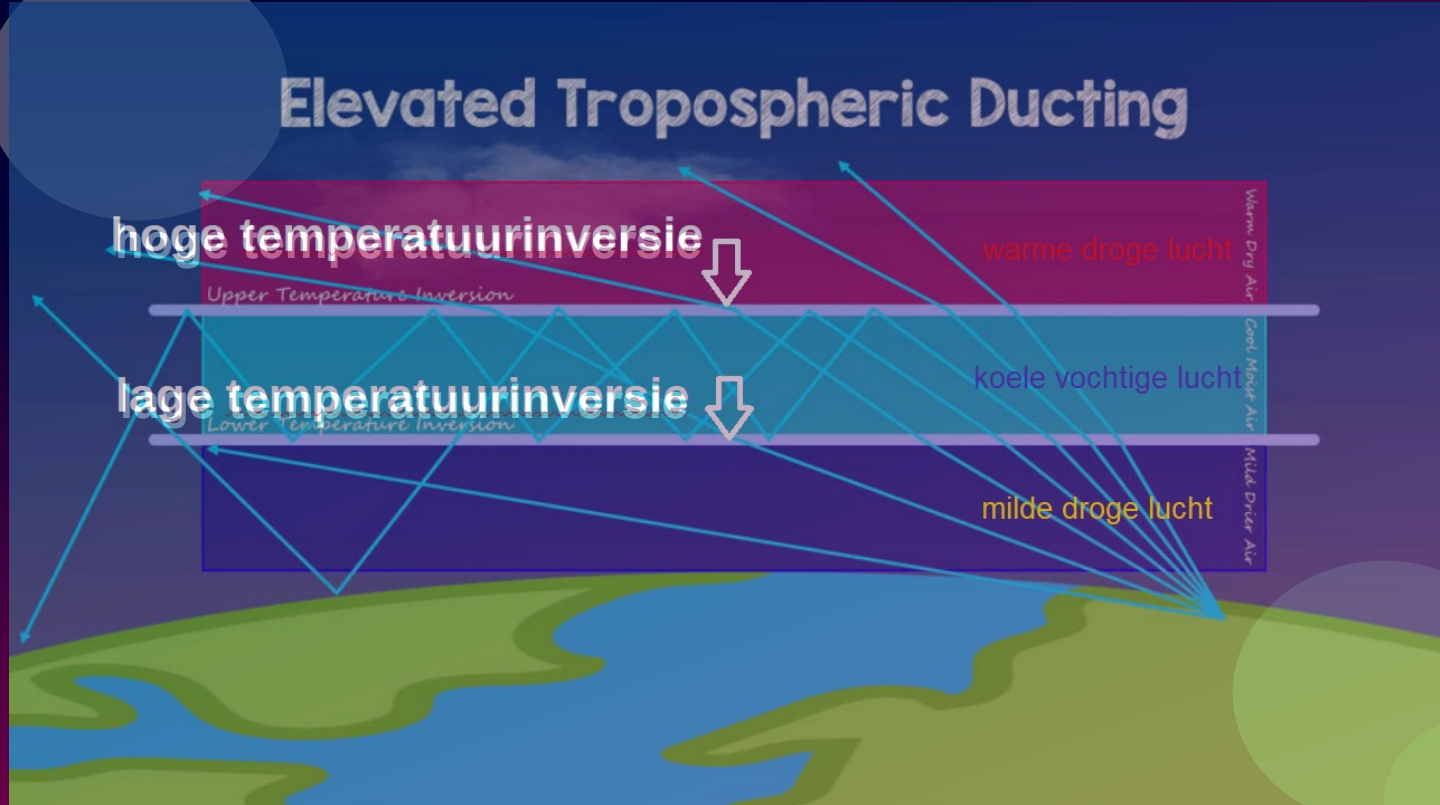
Tropo



Tropo, oppervlakte kanaal

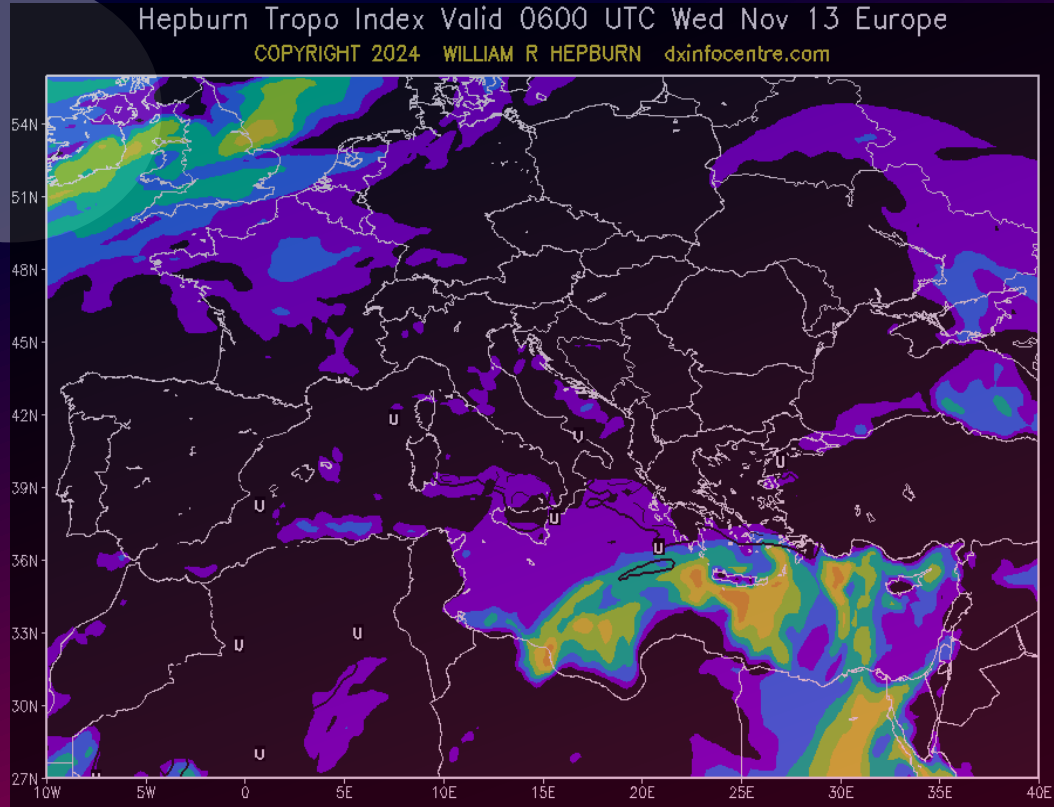


Tropo, verhoogd kanaal



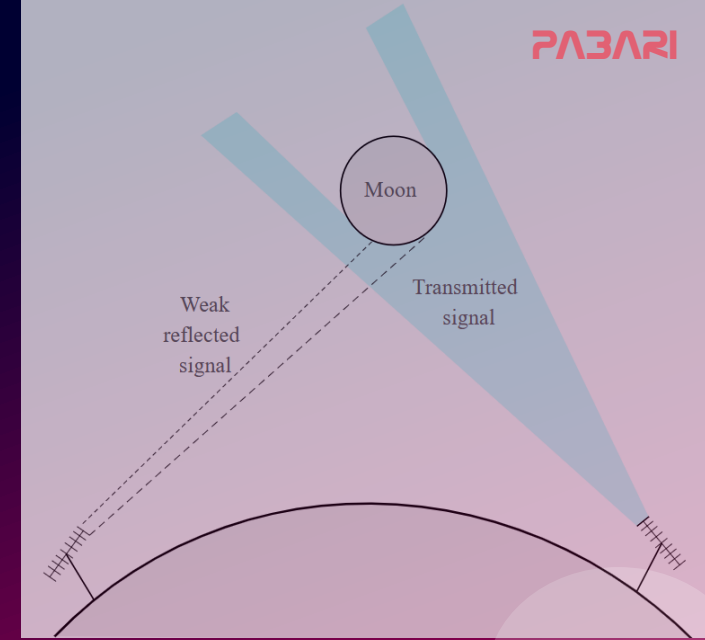
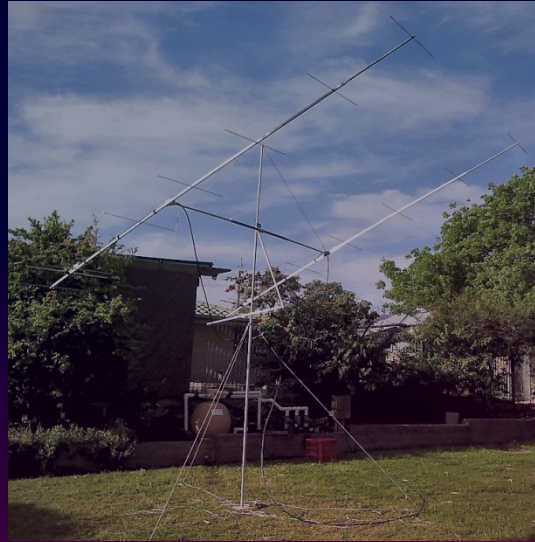
Tropo propagatie

https://dxinfocentre.com/tropo_eur.htm





EME, moonbounce



- Afstand maan – aarde ca. 385.000 km
- Het duurt ongeveer 2,5 seconden voordat een radiogolf van de aarde naar de maan en weer terug reist.
- De maan reflecteert slechts ongeveer 7% van het signaal tijdens een Moonbounce-contact (Yagi)
- Het gemiddelde verlies in decibel voor het pad Aarde-Maan-Aarde bedraagt 253 dB (145 MHz) (uitgaande van een maanreflectie van ongeveer 7%)
- kosmische ruis

MOON

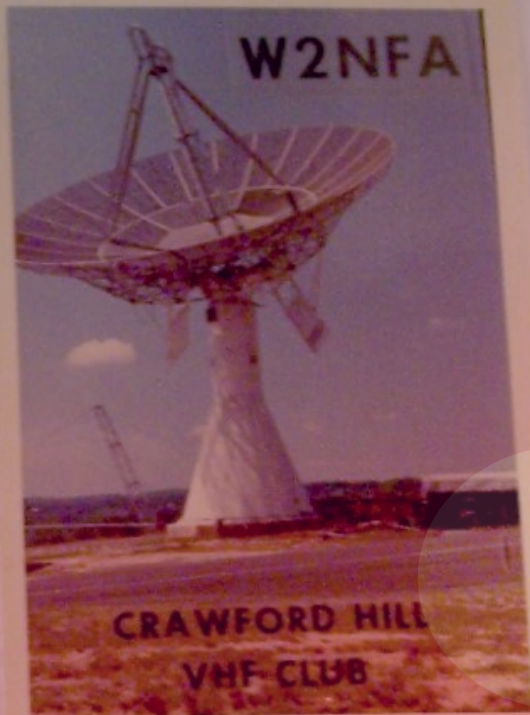


1st RADIO CONTACT
ON 23 CMS
VIA
THE MOON

DEC. 31st 1972



PA o SSB



W2NFA

CRAWFORD HILL
VHF CLUB

Radio telescoop Dwingeloo, CAMRAS

<http://websdr.camras.nl:8901/>



Live signalen van de 25 m schotel Dwingeloo op 70cm en soms 23cm

Band: 70cm sat 70cm EME 2m Graves meteo aero 4m 6m jove

meteor scatter reflecties en observatie van Jupiter



22-03-25: EVE 84 Mkm
280sec./ 4,7 min

EME Jota 20-21 okt 2023

View Mode Decode Save Tools Help

- Waterfall
- Astronomical data
- Message averaging F7
- Echo Graph F8
- Fast Graph F9
- Contest log
- Fox log
- Color highlighting scheme
- Active Stations
- SWL Mode

WSJT-X - Astronom...

2025 mrt 27

UTC: 06:50:12

Az: 133.2

El: 15.0

SelfDop: 6

Width: 0

Delay: 2.43

DxAz: 132.9

DxEl: 18.6

DxDop: 6

DxWid: 0

Dec: -11.6

SunAz: 102.3

SunEl: 12.8

Freq: 3.6

Doppler tracking

WSJT-X - Yaesu v2.6.1 by K1JT et al.

File Configurations View Mode Decode Save Tools Help

Single-Period Decodes

UTC	dB	DT	Freq	Message
1619	-14	2.6	791	##
1620	-14	3.7	789	##
1621	-19	0.0	789	##
1622	-14	-1.2	790	*#
1623	-17	3.3	740	*# CQ PI4RSL JO30
1623	-11	-1.0	792	*#
1624	-15	1.2	789	*#
1625	-18	3.3	748	*# CQ PI4RSL JO30
1625	-18	-2.4	731	##
1626	-20	3.2	908	*# CQ PE2AAB JO21
1626	-15	-0.7	789	##
1627	-20	0.1	791	##
1628	-29	1.8	792	# RO
1628	-15	1.8	775	*#
1629	-14	-3.4	791	##
1630	-15	4.7	789	##
1631	-13	-1.6	793	##
1632	-6	-1.6	708	##
1633	-11	4.9	692	*# VY4GVO CE22
1633	-13	3.4	898	##
1634	-1	-2.3	964	##
1635	-12	2.5	792	##
1636	-21	3.0	791	##
1637	-12	-3.5	790	*#
1638	-13	0.9	789	##
1639	-17	3.3	671	*# PE0TS PI4RSL -15
1639	-3	0.5	793	##

Average Decodes

Log QSO Stop Monitor Erase Clear Avg Decode Enable Tx Halt Tx Tune Menu

70cm 432,050 000 Tx 1000 Hz F-Tol 200 Rx 869 Hz Report -15

DX Call DX Grid Submode B Sync 0

Generate Std Msgs

Msg	Next	Now	Pwr
PE2AAB PA3ARI JO32	<input type="radio"/>	Tx 1	
PE2AAB PA3ARI -15	<input type="radio"/>	Tx 2	
PE2AAB PA3ARI R-15	<input type="radio"/>	Tx 3	
PE2AAB PA3ARI RR73	<input type="radio"/>	Tx 4	
PE2AAB/J 73	<input type="radio"/>	Tx 5	
CQ PA3ARI JO32	<input checked="" type="radio"/>	Tx 6	

Receiving FT991A ljn1 JT65 B 2 2/60 WD:5m

EME mode JT65B

Solar Data/Propagation

Click to add to your website

Solar-Terrestrial Data

22 Apr 2024 1809 GMT

SFI 217 SN 268

A 19 K 2

X-Ray C3.7

304A 165.6 @ SEM

Pf 20 Ef 4560

Aurora 1/n=1.99

Bz 3.3 SW 443.5

HF Conditions

Band	Day	Night
80n-40n	Poor	Good
30n-20n	Poor	Good
17n-15n	Good	Good
12n-10n	Good	Poor

VHF Conditions

Aur Lat 67.5°

Aurora Band Closed

6n EsEU Band Closed

4n EsEU Band Closed

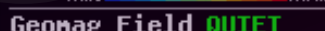
2n EsEU Band Closed

2n EsNA Band Closed

EME Deg Fair

Solar Flare Prb 67%

MUF

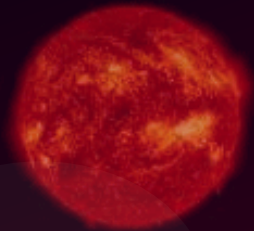


Geomag Field QUIET

Sig Noise Lvl S1-S2

MUF US Boulder NoRpt

Current Solar Image



SFI-index: 10.7cm 2800mHz

Solar Flux Index; het is een maatstaf voor hoeveel zonnedeeltjes en magnetische velden onze atmosfeer bereiken. Met andere woorden, deze waarde informeert ons over zonnewinden die onze planeet bereiken en hun invloed op het creëren van HF-voortplantingscondities.

Hoge SFI-waarden hebben vrijwel geen invloed op de 30m-, 40m-, 80m- en 160m-banden.

SN: Zonnevlekkengetallen:

Deze waarde is het zichtbare aantal vlekken op het oppervlak van de zon. Traditioneel geldt: hoe hoger het getal, hoe beter de ionisatie van onze atmosfeer, wat zal bijdragen aan het creëren van geweldige HF-voortplantingsomstandigheden. Het bereik van SN kan tussen 0 en maximaal 250 liggen, soms meer.

De K-Index:

is een maatstaf voor geomagnetische activiteit ten opzichte van een veronderstelde rustige dag.

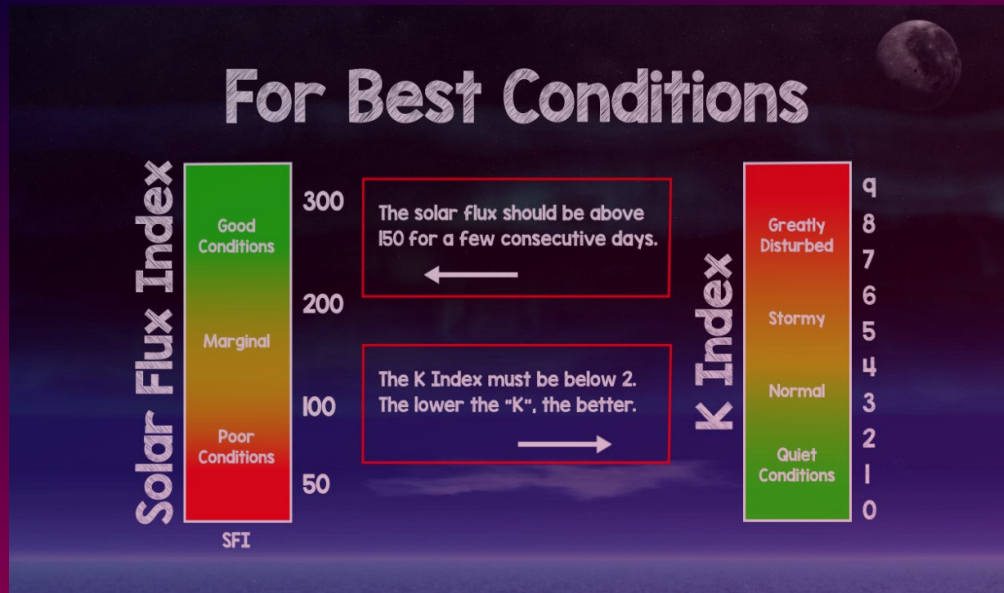
Dalende aantallen betekenen betere omstandigheden en een betere voortplanting.

De schaal ligt tussen 0 en 9.

Belangrijk :

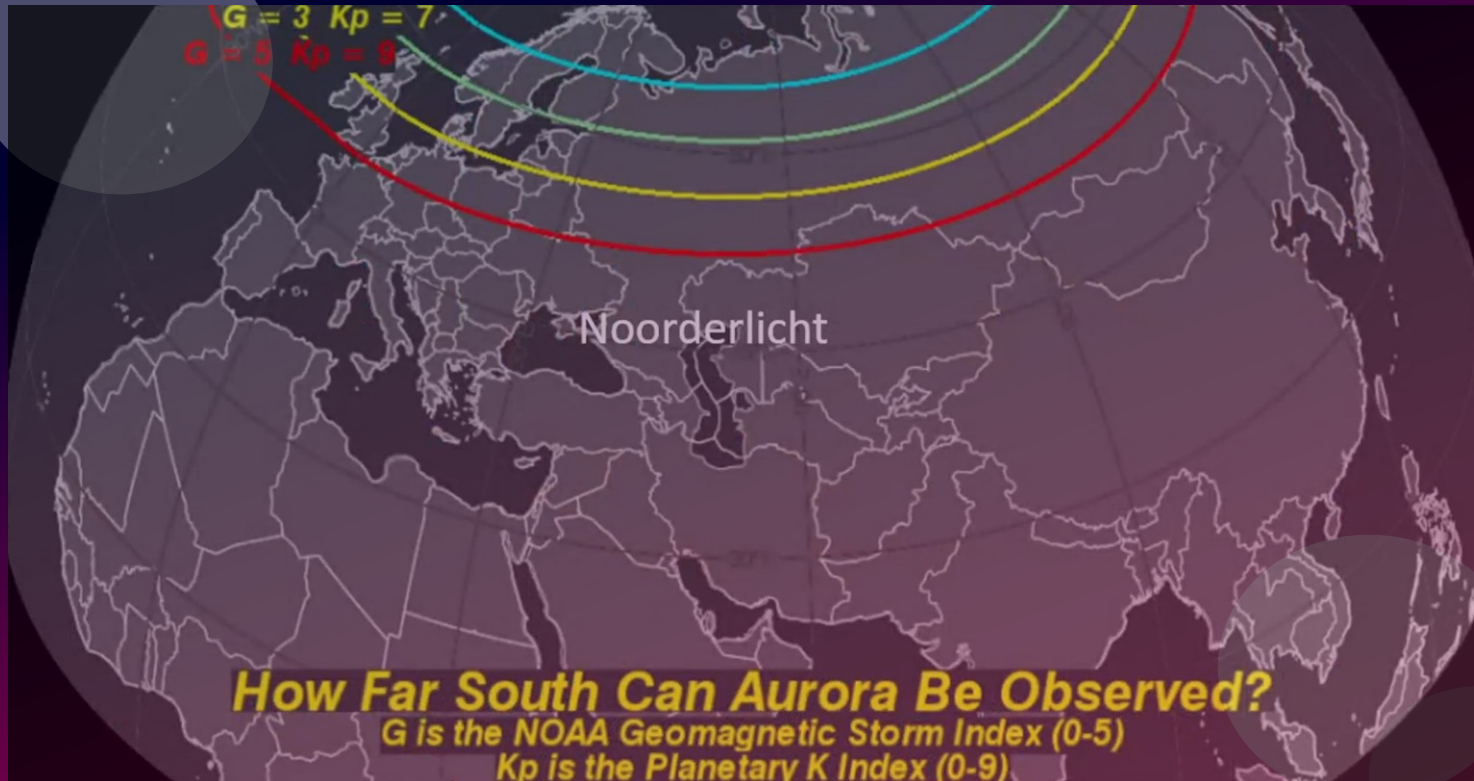
De aantallen zonneflux (SFI) en zonnevlekken (SN) moeten hoog en van langere duur zijn in combinatie met een lage K-index om een grote invloed op de propagatie te hebben.

SFI index vrs K index



Kp index vrs Noorderlicht

De Kp-index is de geglobaliseerde versie van de K-index.
Wereld wijd 13 meetstations



Concluderend:

De voortplanting van HF-radiosignalen is geen exacte wetenschap en is verreweg onvoorspelbaar.

Gelukkig zijn er tools en websites die je kunnen helpen bij het bekijken en plannen van je radioactiviteiten.

- <http://www.propquest.co.uk/graphs.php>
- <https://digisonde.oma.be/ionogif/latest.html>
- <https://www.voacap.com/hf/>
- <https://www.hrdlog.net/Default.aspx>
- <https://hf.dxview.org/perspective/JO32cf>
- <https://www.hamqsl.com/solar2.html>
- <https://www.wspr.rocks>
- <https://wspr.hb9vqq.ch>

https://dxinfocentre.com/tropo_eur.html

https://www.reversebeacon.net

<https://www.reversebeacon.net/>

REVERSE BEACON NETWORK

Hosted by www.dxwatch.com SSN-176 SFI-221 A:32 K:4 DxWatch Callsign Lookup:

welcome main dx spots nodes FT8 downloads about contact us

Leaflet | © OpenStreetMap contributors

Unfreeze Zoom

Max rows: 100 Max age: 10 Days New spots: 54

Show Spotters Advanced Mode

CW Speed: Min all Max all

Copy URL to Clipboard

Show Elements:
 map
 distance mi
 distance km
 freq
 mode
 type
 snr
 speed
 time
 seen

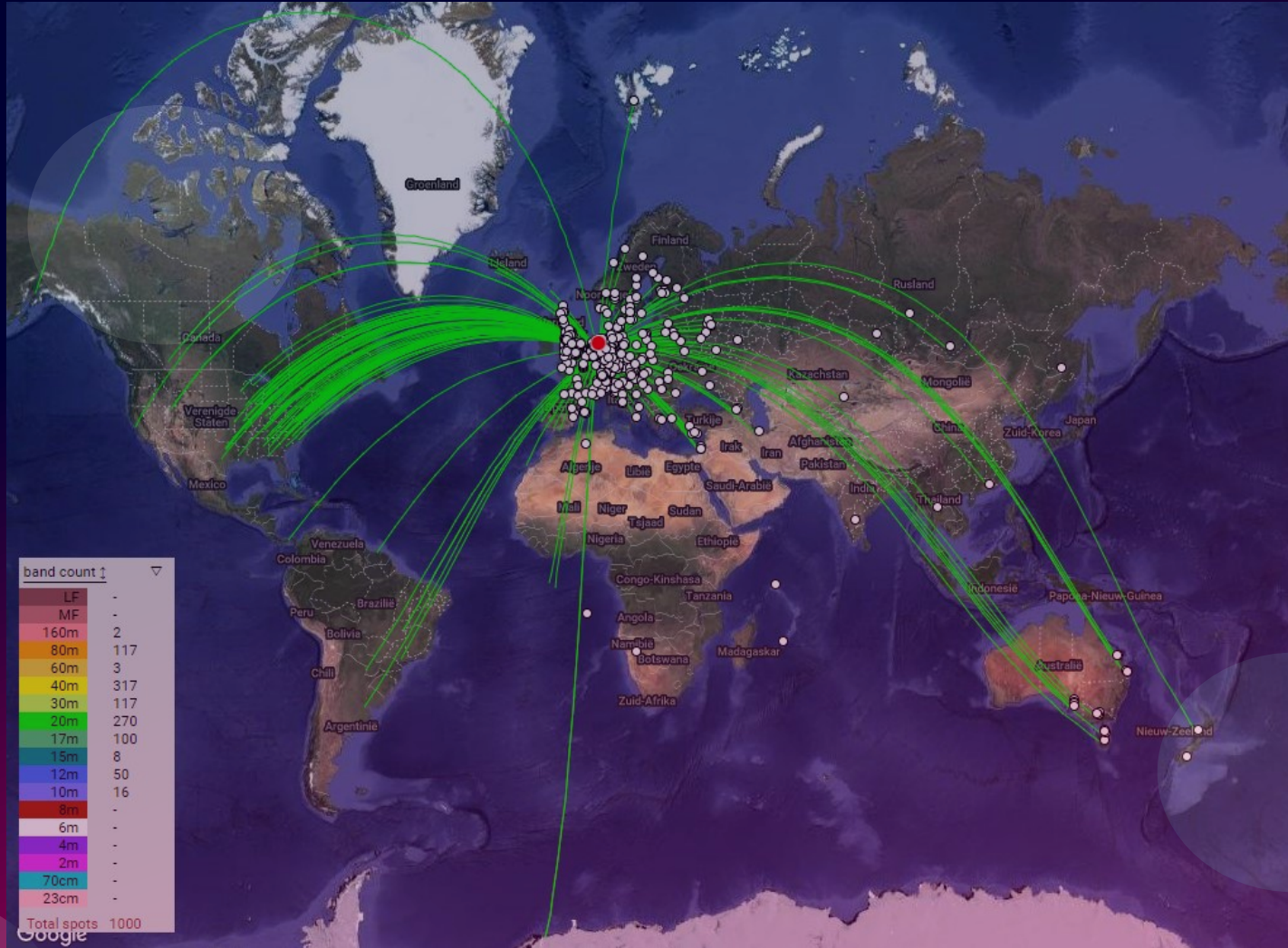
Consider supporting the RBN! [Donate](#)

● Spotter (de) ● Spotted (dx)

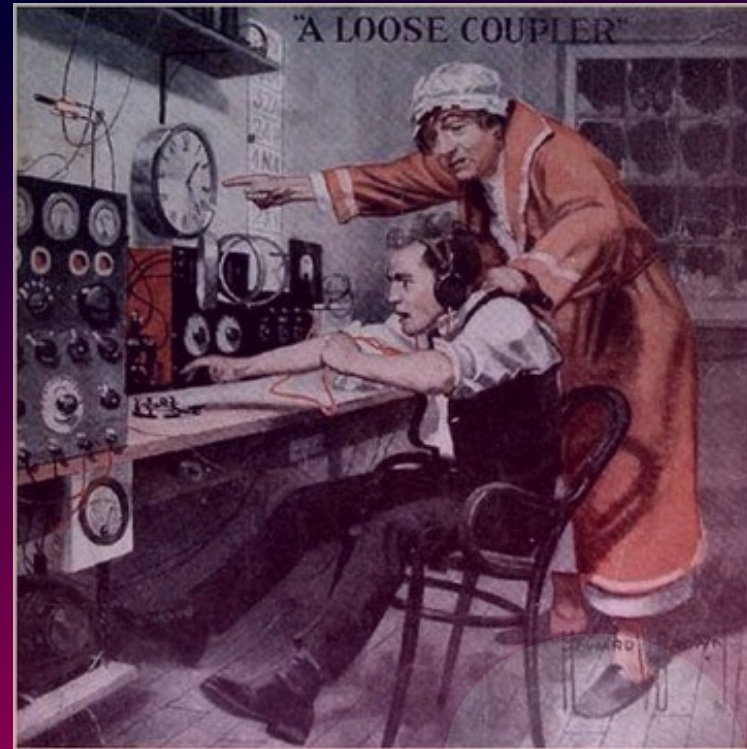
callsign spotter-callsign PA3ARI

spotter	spotted	distance km	freq	mode	type	snr	speed	time	seen
UA0S	PA3ARI	6143 km	21023.9	CW	CQ	7 dB	27 wpm	1259z 11 Nov	7 minutes ago
S53A	PA3ARI	932 km	21024.0	CW	CQ	15 dB	27 wpm	1259z 11 Nov	7 minutes ago
K9IMM	PA3ARI	6737 km	21024.0	CW	CQ	13 dB	27 wpm	1259z 11 Nov	7 minutes ago
K9LC	PA3ARI	6739 km	21024.0	CW	CQ	13 dB	27 wpm	1259z 11 Nov	7 minutes ago
CT1EYQ	PA3ARI	1958 km	21024.0	CW	CQ	26 dB	26 wpm	1259z 11 Nov	7 minutes ago
TF3Y	PA3ARI	2083 km	21024.1	CW	CQ	11 dB	27 wpm	1259z 11 Nov	7 minutes ago
S50ARX	PA3ARI	883 km	21024.0	CW	CQ	7 dB	26 wpm	1259z 11 Nov	7 minutes ago
W1NT-6	PA3ARI	5610 km	21024.0	CW	CQ	21 dB	26 wpm	1259z 11 Nov	8 minutes ago
KV4TT	PA3ARI	6782 km	21024.0	CW	CQ	10 dB	27 wpm	1259z 11 Nov	8 minutes ago
AC0C-1	PA3ARI	7360 km	21024.0	CW	CQ	16 dB	25 wpm	1259z 11 Nov	8 minutes ago
SE5E	PA3ARI	1083 km	21024.0	CW	CQ	40 dB	27 wpm	1259z 11 Nov	8 minutes ago

Whisper mode WSJT-x en <https://wspr.rocks/>



Einde presentatie



Dank voor jullie aandacht, Mathieu PA3ARI