

Super DX op twee meter met gebruik van twee verschillende soorten propagatie

Peter, PA3BIY

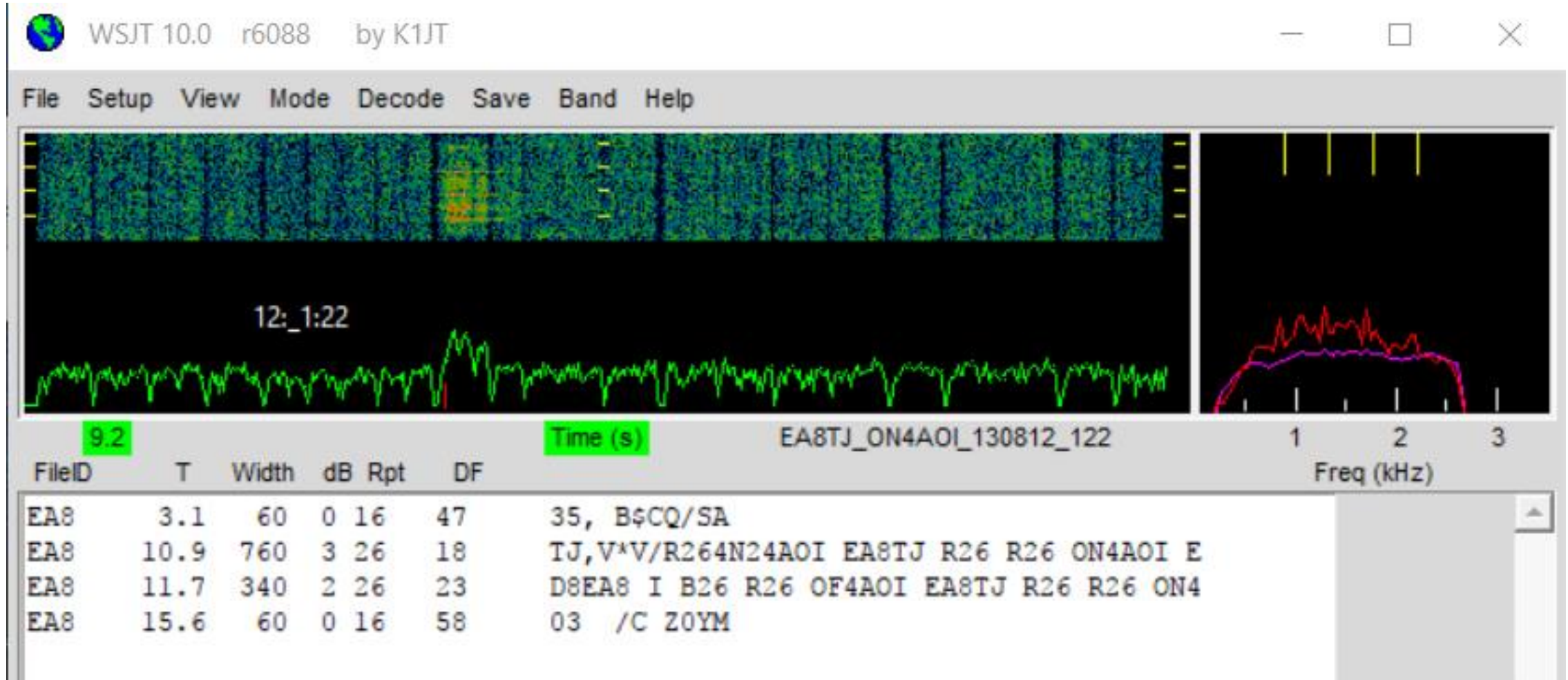
Of: Hoe maak je QSO's over meer dan 3000 km zonder gebruik te maken
van Satellieten of de Maan.

Een stukje verder op 2 m....

Via de gebruikelijke modes in west-Europa (MS, Es, Aurora) zit je “vast” op zo’n 2300 km, maar...

- In 2001 en 2002 werden er in EA8 al MS reflecties uit PA, ON en G gehoord via een combinatie van MS + Tropo. Echter, in EA8 werkte men nog met beperkt vermogen en geen (digi) MS;
- In januari 2006 o.a. VK5ZK en ZL3TY hoorde verschillende reflecties van elkaar over een pad van 2900 km. Daarbij was er een sterke duct vanaf ZL richting VK7;
- Zoiets moet in Europa toch ook mogelijk zijn???

12 augustus 2013



12 augustus 2013

- EA8TJ werkte *random* (!) op 12 en 13 augustus: HB9EFK, HB9FAP, PA3BIY, PA4EME, PA5KM, PA1BVM, ON4AOI, I2FAK, DF2ZC en G4SWX. En hij werd gehoord door OZ1LPR (3625 km!).

DX op 2 m: Wat zijn de records (vóór augustus 2013)?

De 2 m records volgens “aardse” propagatievormen (region 1):

- Tropo ODX 4106 km, M0VRL & D44TD, Aug. 10th 2011
- Aurora ODX 2724 km, PA3EKK & UA4ANV, May 10th 1992
- Sporadic E ODX 4293 km, YO4FNG & EA8AVI, June 25th 2006
- Meteor Scatter ODX **3101 km**, GW4CQT & UW6MA, Aug. 12th 1977 *)
- Various iono scatter modes ODX 1947 km, DF9PY/p & SM2EKM, June 9th, 1986
- Aurora E ODX 2391 km, PA3COB & UA1ZCL, Aug. 25th 1987
- FAI ODX 2164 km, CT1HZE & OE5XBL, June 6th 2009
- TEP ODX 7783 km, I4EAT & ZS3B, March 30th 1979

*) Combinatie van propagatie modes

Wat is de beste propagatie mode voor Super DX in Europa?

- Tropo! (als je een oceaan naast de deur hebt)
- Super tropo paden zijn al tientallen jaren bekend. Het pad tussen Californië en Hawaii is beroemd (> 4000 km). Sinds de tachtiger jaren is ook het pad tussen G en EA8 regelmatig open. Vooral de G's aan de zuidwest kant profiteren hier ieder jaar van.
- Dubbele hop/chordal hop mode Sporadic E is heel zeldzaam, maar komt wel bijna ieder jaar ergens in Europa voor. Dit jaar op 16 Juni waarbij verschillende DL, G, ON en F-stations met UA4 werkten over > 2800 km. De max QRB was rond 3800 km!

Kunnen we die Mega Ducten op de Atlantische
Oceaan niet “naar ons toe halen”?

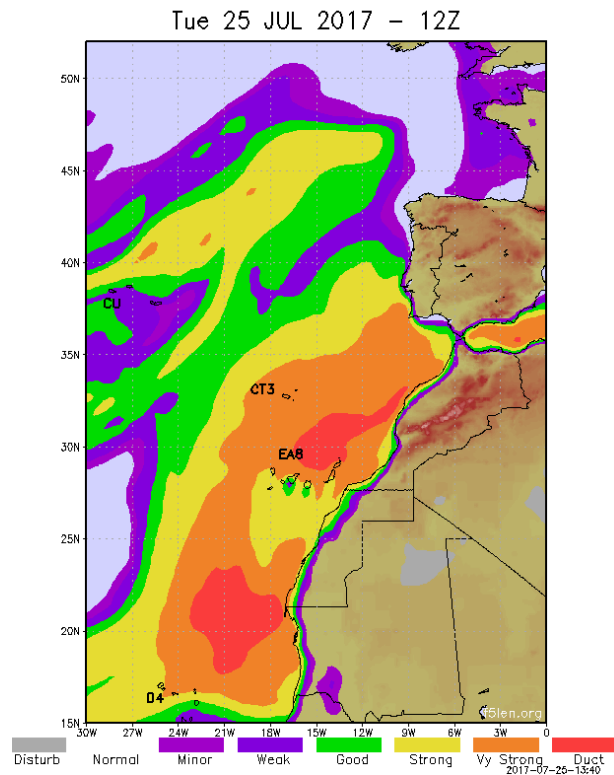
Jawel... met MS (of Es!) kunnen we een *Duct op Afstand* bereiken!

- Onder de volgende voorwaarden kunnen we gebruik maken van een tropo duct “op afstand”:
 - De tropo (duct!) moet zeer sterk zijn.
 - Eén van de partners moet in de tropo duct zitten.
 - Het laatste stuk naar de andere partner moet 1600 tot 2000 km lang zijn.

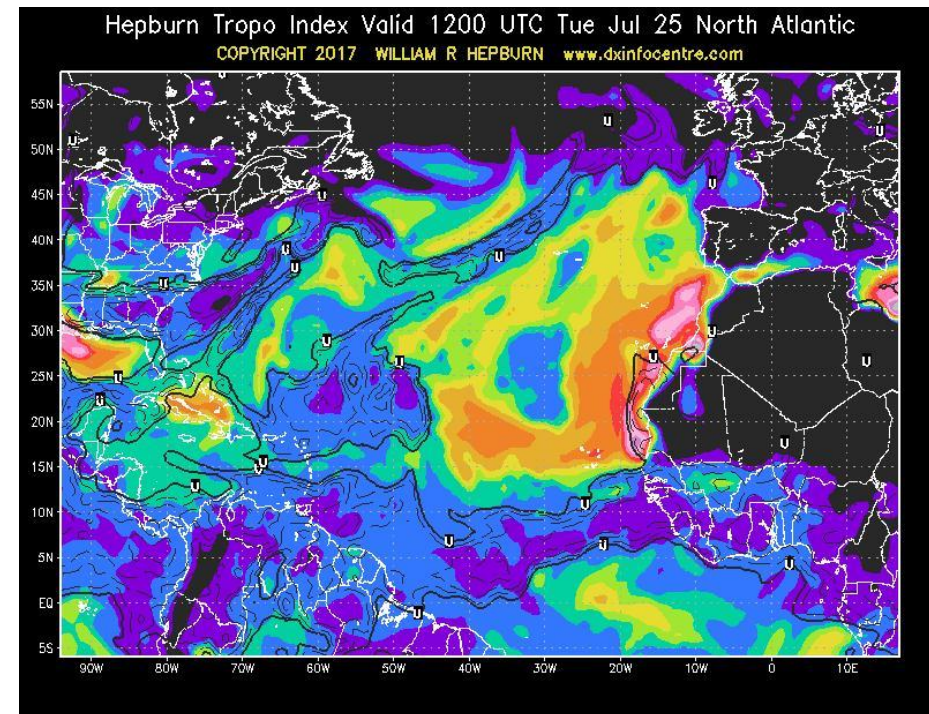
Beschikbare verwachtingstools

- Het optreden van tropo wordt door F5LEN en Hepburn goed in kaart gebracht:

F5LEN



Hepburn



Normale atmosfeer en “Duct”

“Tropo” treedt op als de gemodificeerde refractieve index van de atmosfeer (brekingsindex) kleiner is dan de normale refractie van -39 N/km (dat is de waarde die hoort bij “4/3 straal van de aarde” die normaal wordt gebruikt om de radiohorizon te berekenen).

Indien er een temperatuurinversie optreedt is de lucht bovenin de inversie veel warmer (en droger) dan onderin. De refractie kan dan dalen tot -157 N/km . De aarde wordt dan “plat” voor radiosignalen: we hebben een Duct!

Met de volgende formule kan de maximale “invang” (capture) invalhoek worden berekend versus gemodificeerde refractie:

$$\alpha[\text{radialen}] = \sqrt{2 \times 10^{-6} \times \left| \frac{dM}{dh} \right| \times h}$$

h = hoogte van de Duct

$$\text{De gemodificeerde refractie} = \left| \frac{dN}{dh} \right| + 157 \text{ N/km} = \left| \frac{dM}{dh} \right|$$

De gemodificeerde refractie: Het deel van de brekingsindex $< -157 \text{ N/km}$

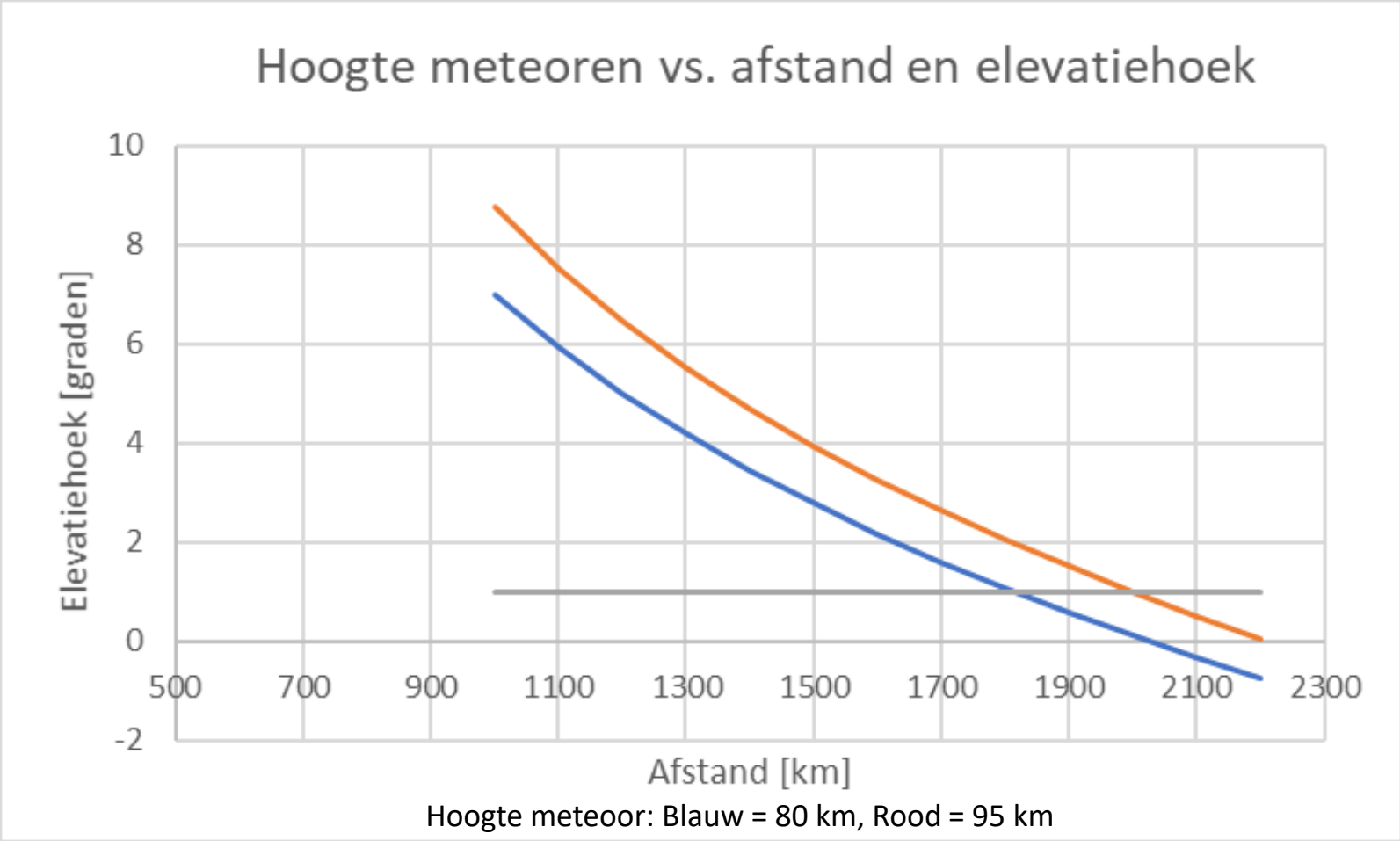
Elevatiehoeken bij MS

Het berekenen van de elevatiehoeken bij MS is gebaseerd op:

- Reflectiehoogte (snelheid van de Meteoride)
- Afstand

Meteoren verbranden tussen 80 en 95 km hoogte. Op basis van deze uitersten zijn de volgende curven bepaald:

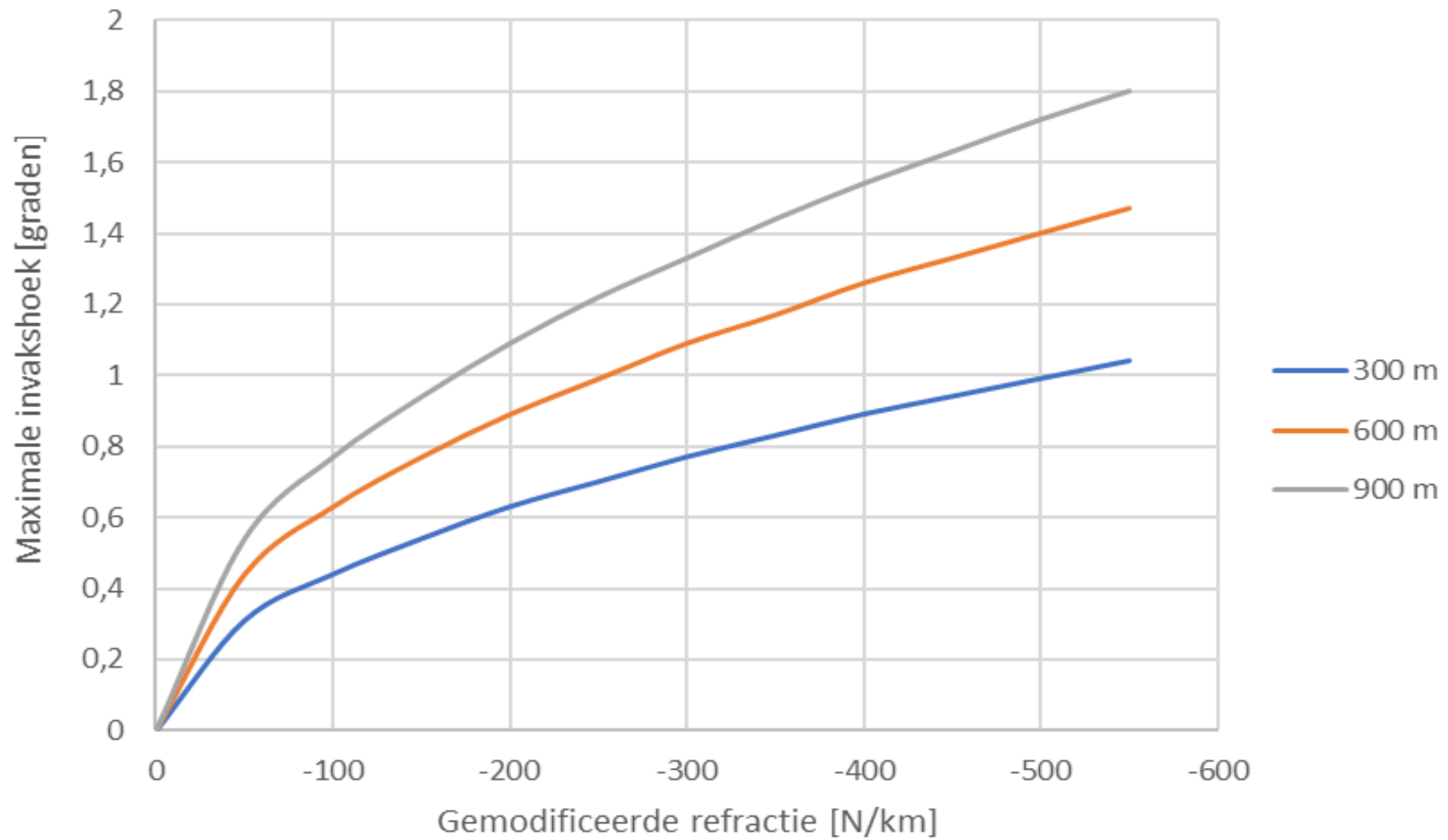
Elevatiehoeken bij MS



Maximale in- / uitvalhoeken bij Tropo

- Hoe sterk moet de duct zijn om andere propagatievormen (zoals MS en Es) door te laten?
- De invalshoek van een tropo duct is zeer klein ($< 1^\circ$) (doorgaans staan antennes IN de duct, dus is de hoek 0°). MS signalen komen onder een relatief steile hoek binnen, daarom dient de duct veel krachtiger te zijn.
 - Een hoek < 1 graad wordt bereikt bij afstanden van ongeveer 1800 km of langer. Tegen het gevoel in: langzame meteoren kunnen dan beter uitpakken dan snelle! De snelle meteoriden verbranden hoger, daardoor is de invalshoek op aarde groter dan die van de langzamere neven.
 - Op basis van deze aannames kan worden bepaald waaraan de Tropo duct tussen EA8 en CT/EA7 moet voldoen.

Invalshoek vs. duct hoogte en brekingsindex



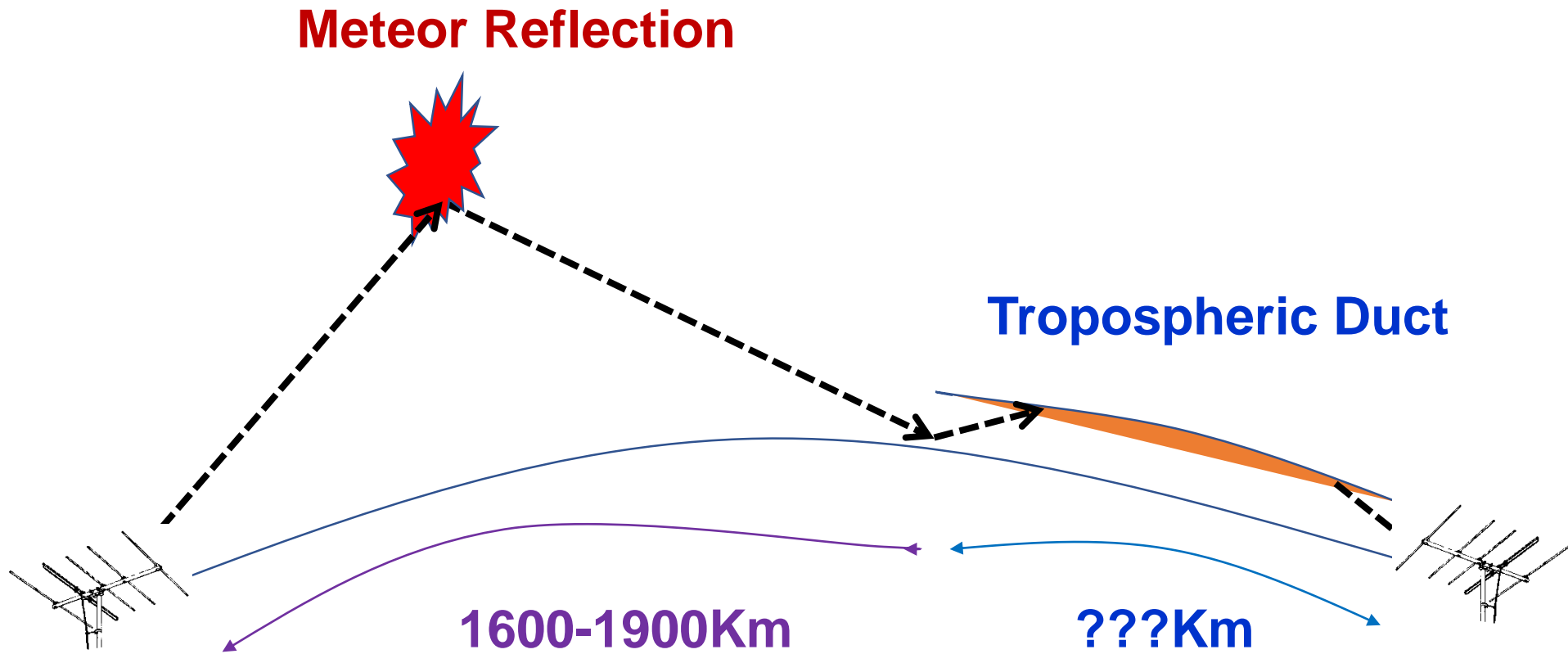
Het Pad: MS + Tropo

Resumerend:

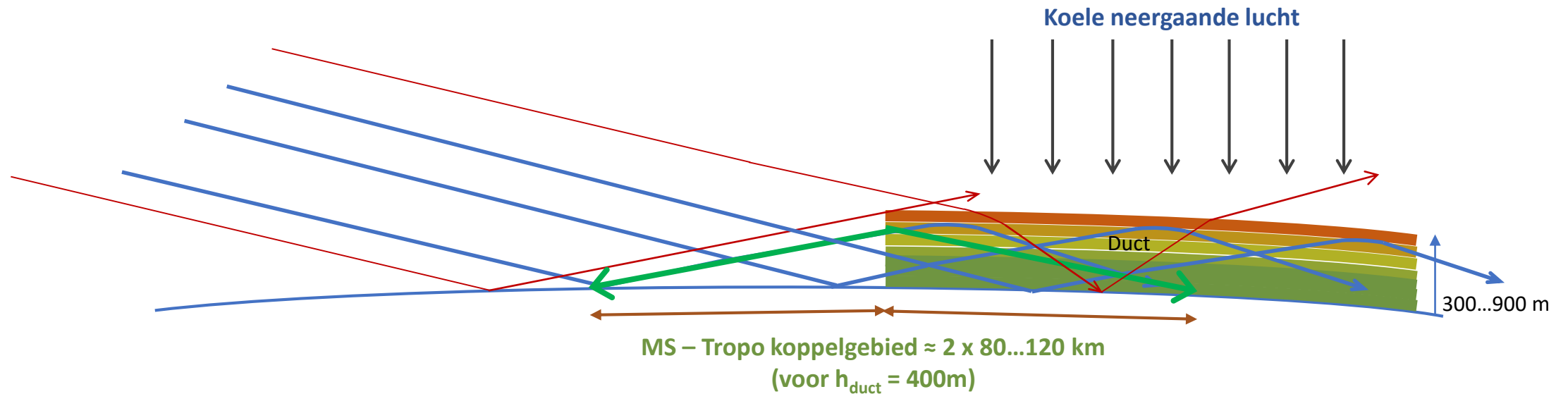
- Super DX waarbij sprake is van MS + Tropo, functioneert alleen indien MS en Tropo aanwezig zijn *en er een koppeling tussen beide propagatiesoorten optreedt!*
- De belangrijkste factor is hierbij is de hoek van uitval en inval tussen MS en Tropo.
- De hoek waaronder het MS signaal de tropo duct ingaat moet zeer klein zijn ($\approx 1^\circ$), en dat kan alleen indien de Duct zeer sterk is.

$$\alpha[\text{radialen}] = \sqrt{2 \times 10^{-6} \times \left| \frac{dM}{dh} \right| \times h}$$

Koppeling tussen het MS en Tropo traject



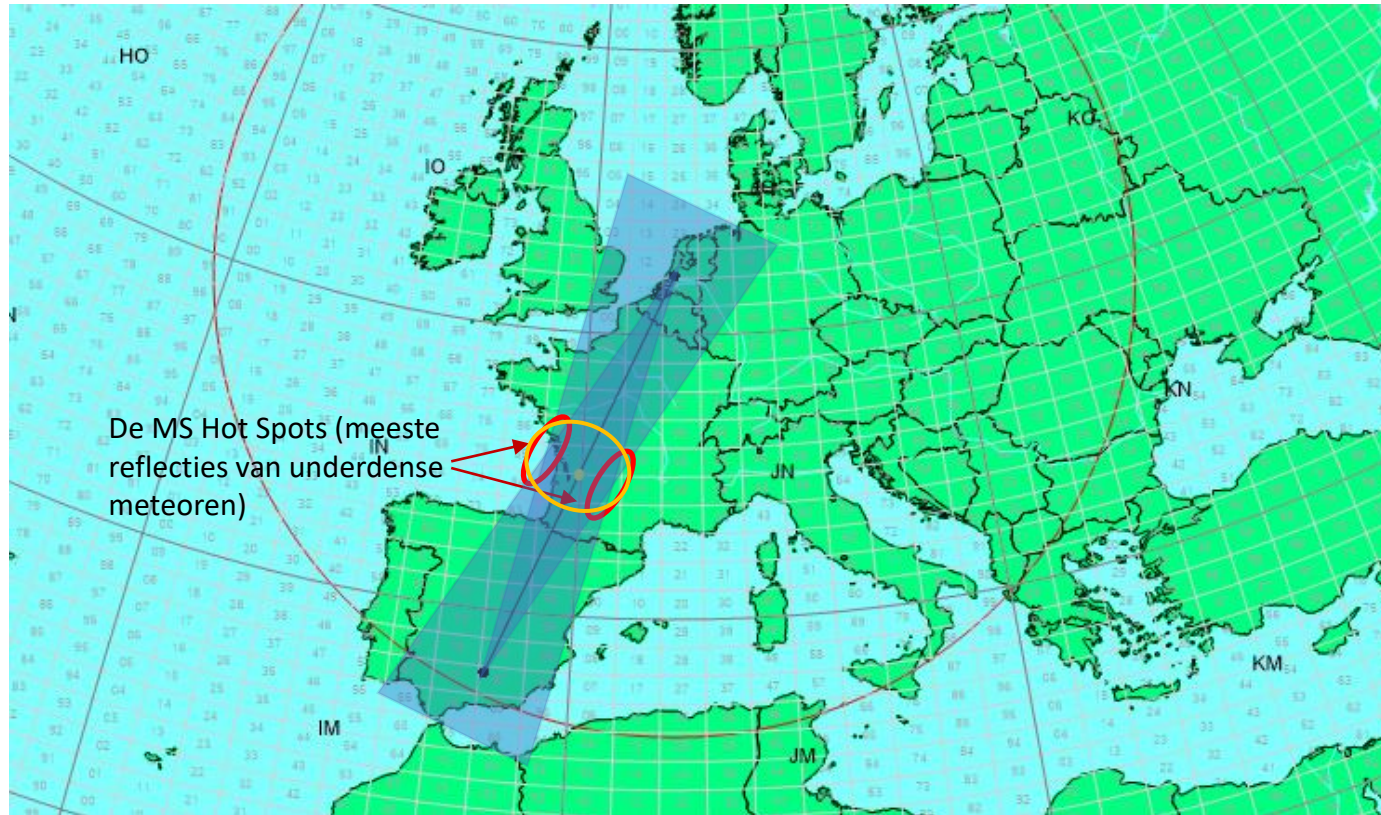
Het koppelvlak tussen tropo - MS



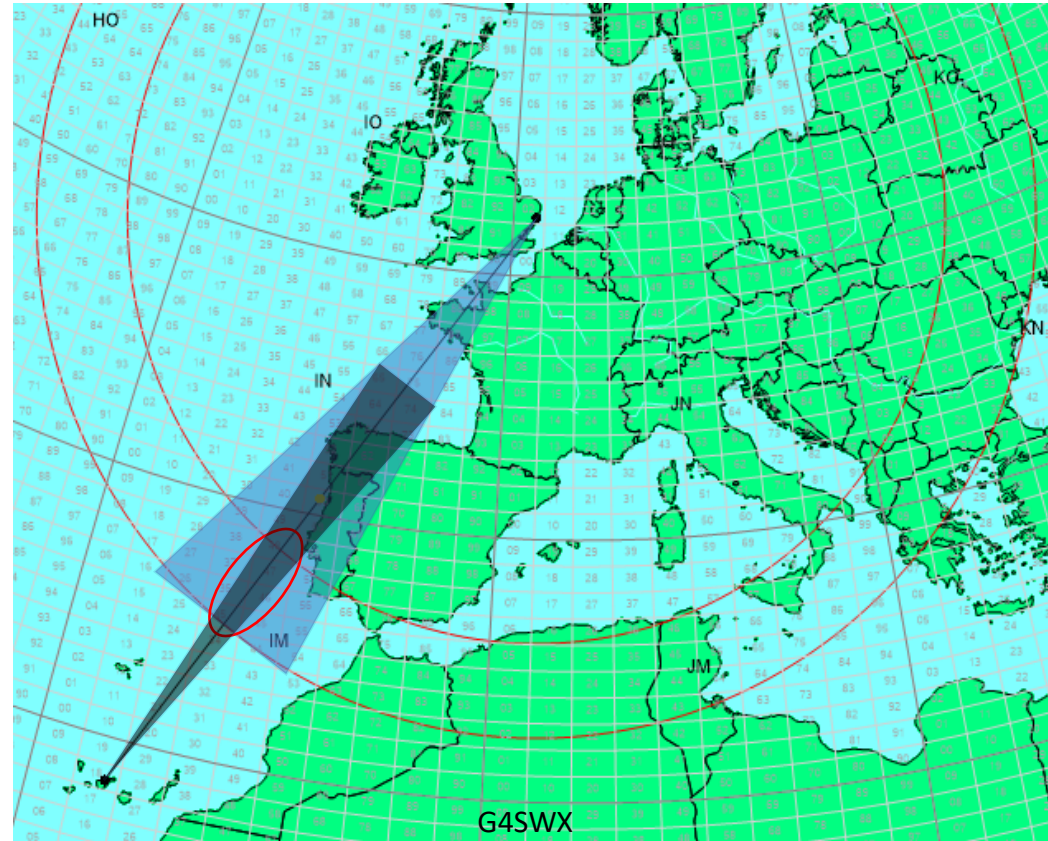
$$\text{Line Of Sight (LOS): } d \text{ [km]} \approx 3,86 * \sqrt{h \text{ [m]}}$$

NB: De hoeken zijn overdreven weergegeven!

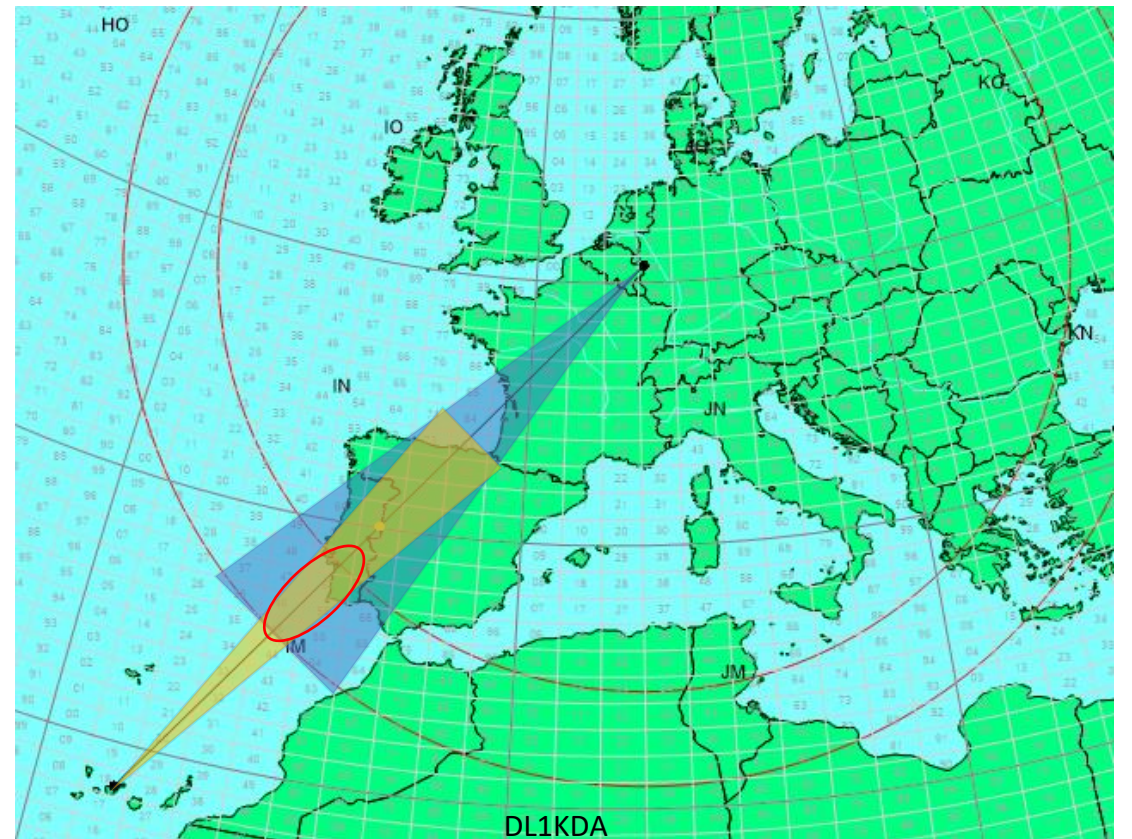
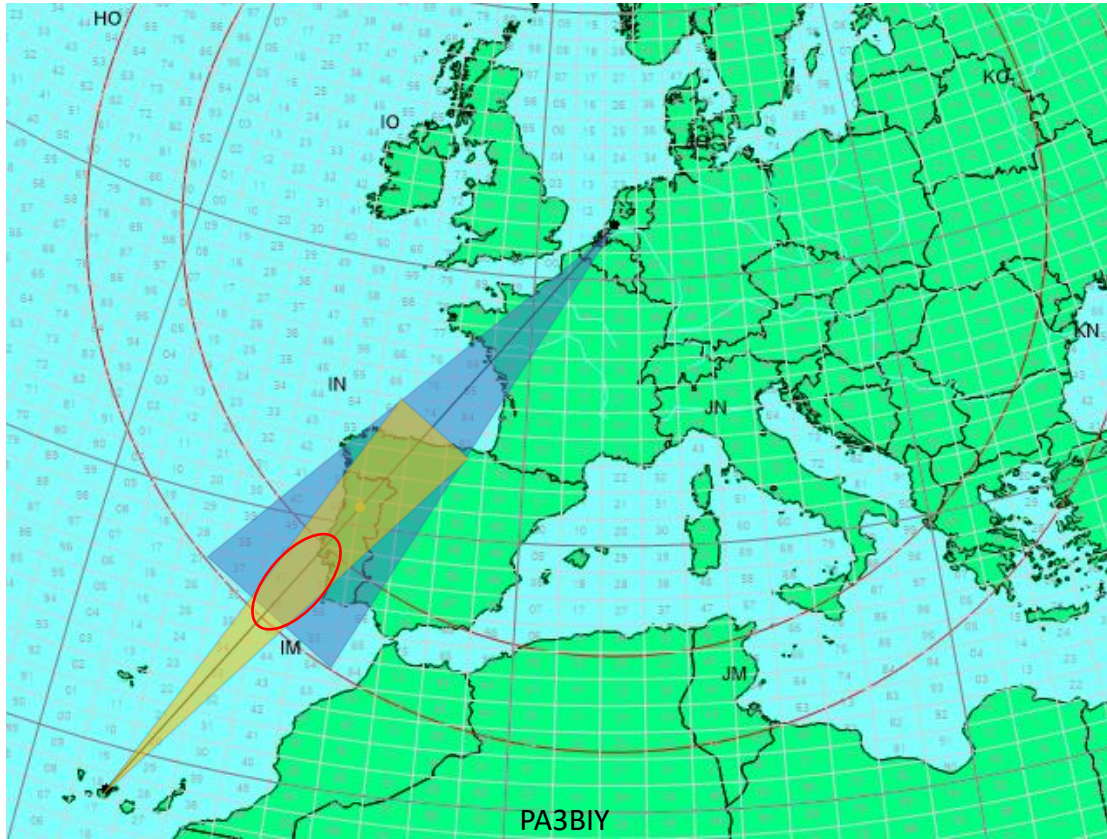
Een typisch MS propatiepad



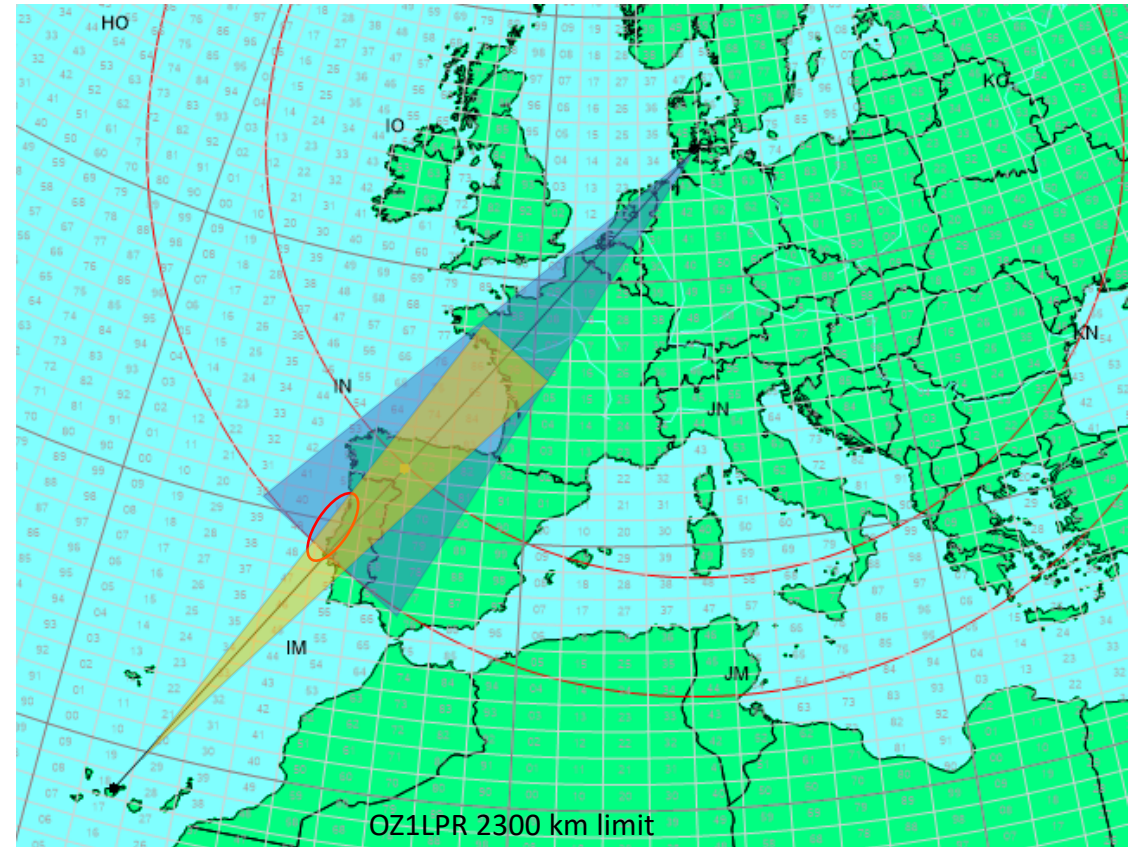
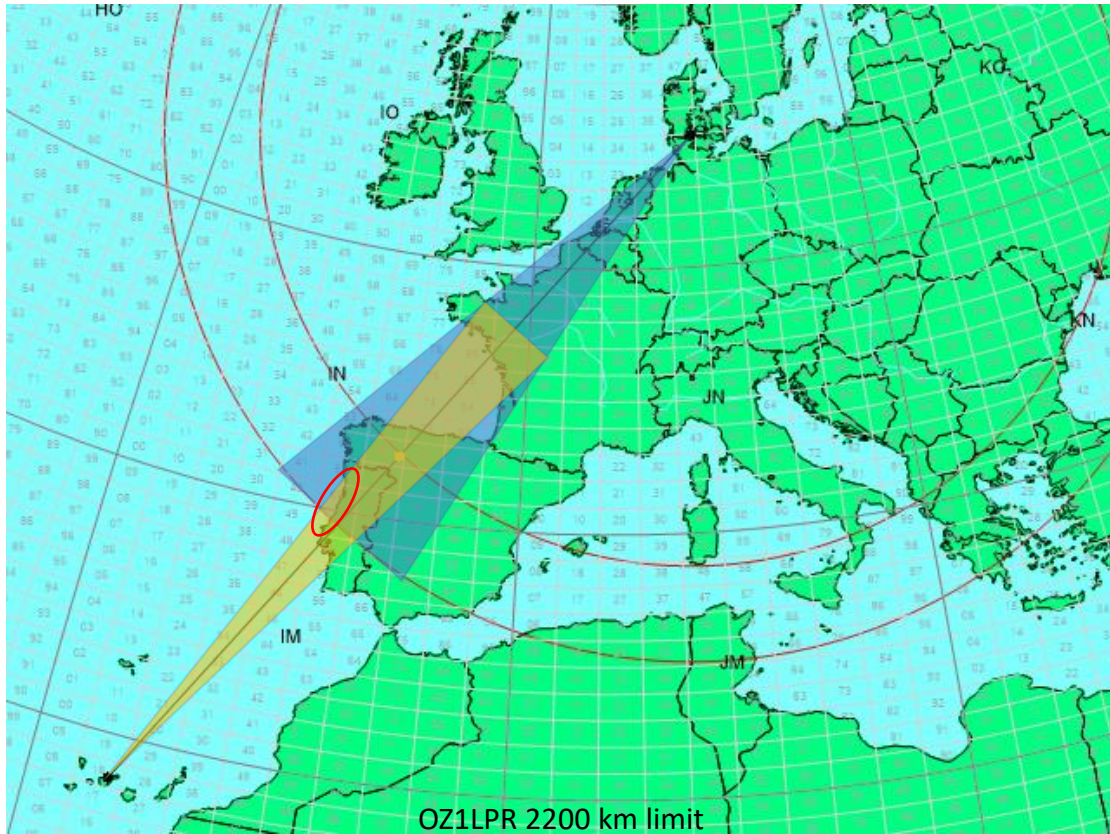
Mogelijke Tropo + MS paden naar EA8



Mogelijke Tropo + MS paden naar EA8



Mogelijke Tropo + MS paden naar EA8



De tropo situatie van 17 juli 2017

- MS / Tropo connectiegebied ten zuidwesten van Lissabon
- Hier was niet sprake van een echte Duct volgens de tropo kaarten van F5LEN
- Maar wat was de werkelijke diffractie?

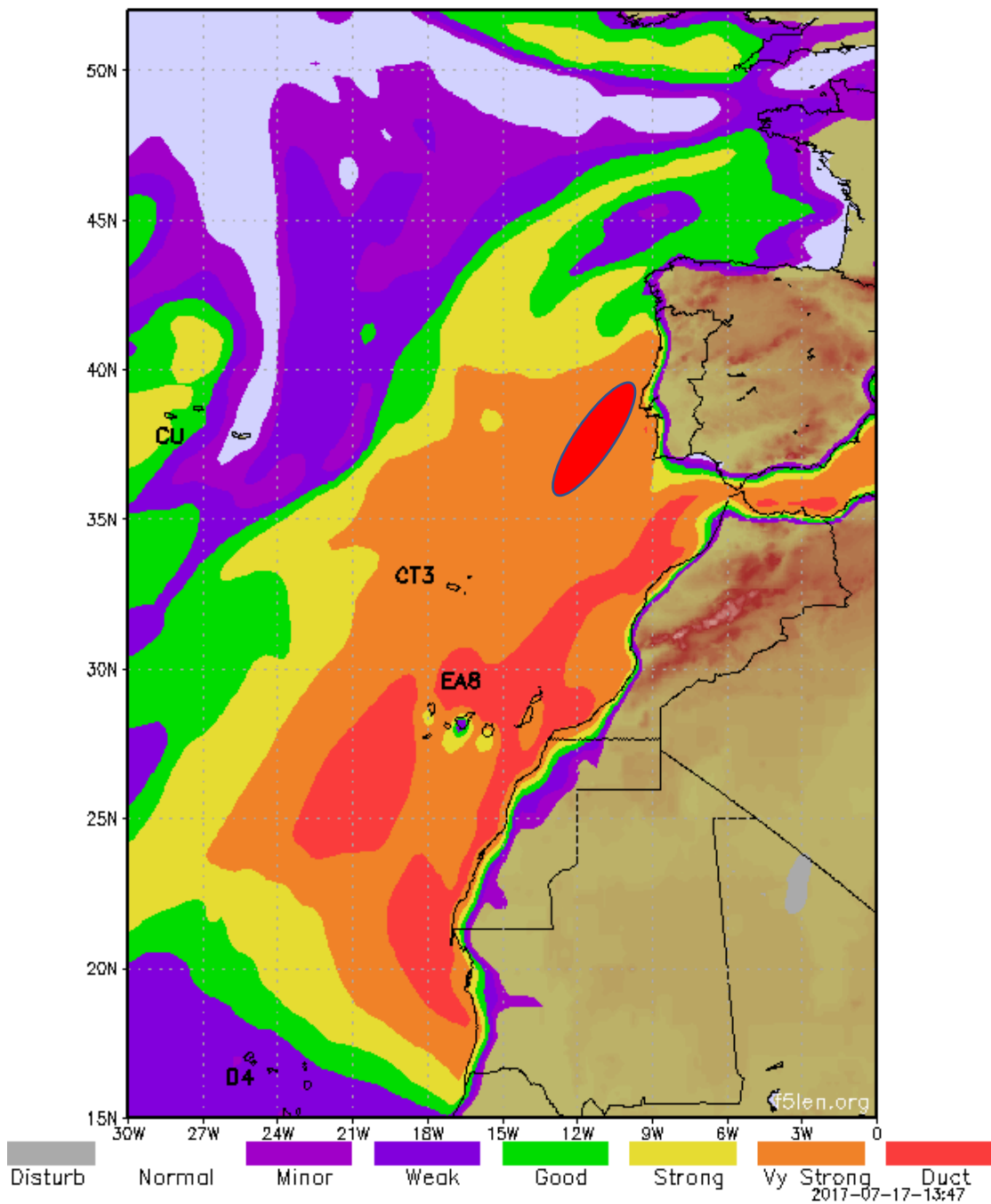
$$\alpha[\text{radialen}] = \sqrt{2 \times 10^{-6} \times \left| \frac{dM}{dh} \right| \times h}$$

Voor:

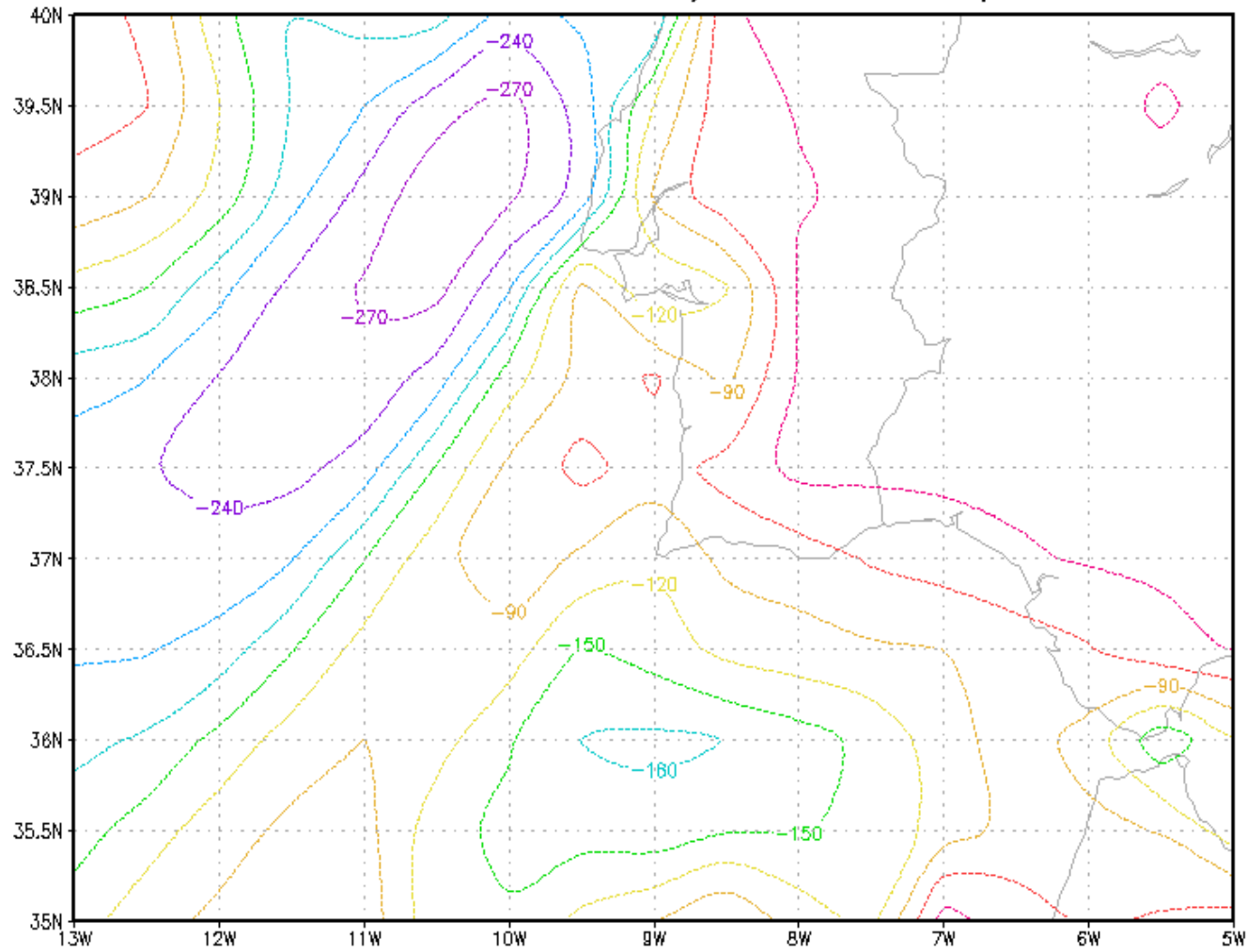
- $h_{\text{inversie}} = 600 \text{ m}$
- $dM = 270 - 157$

$$\alpha = 0,7^\circ \approx 1850 \text{ km}$$

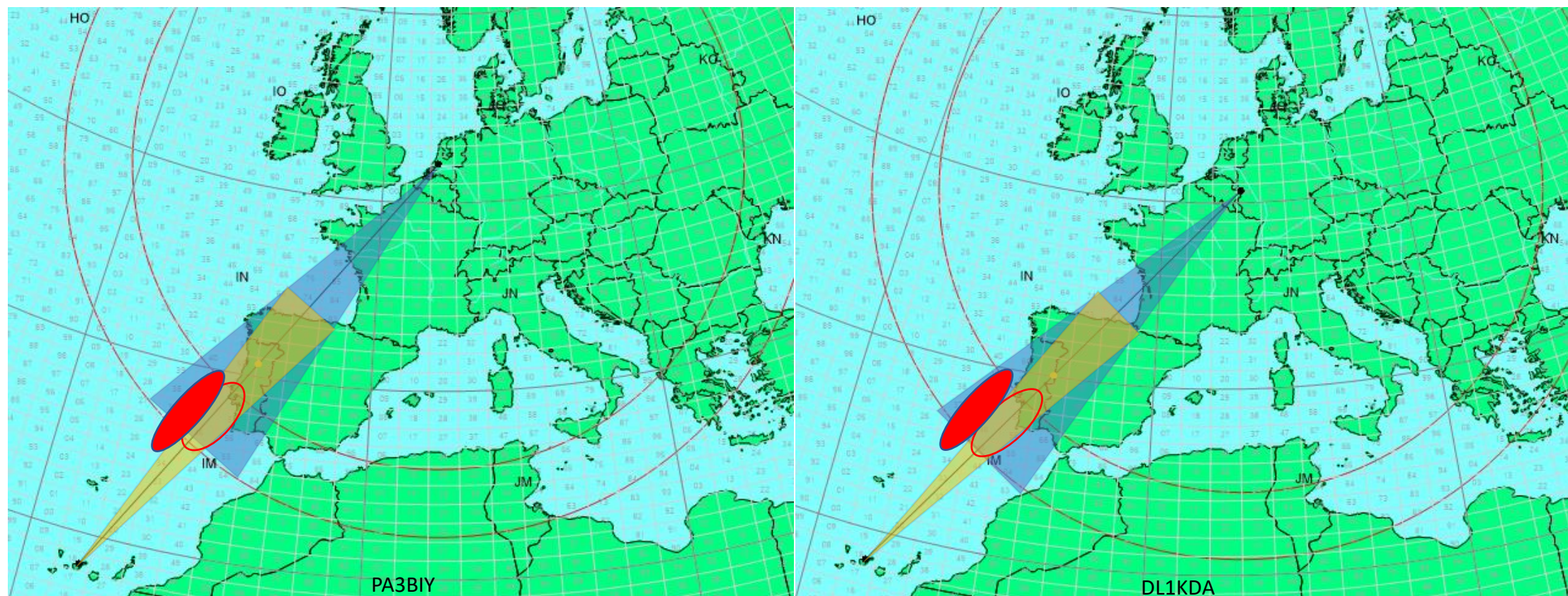
Mon 17 JUL 2017 - 12Z



Refractive index 17/7 12z 950 hp \approx 600 m

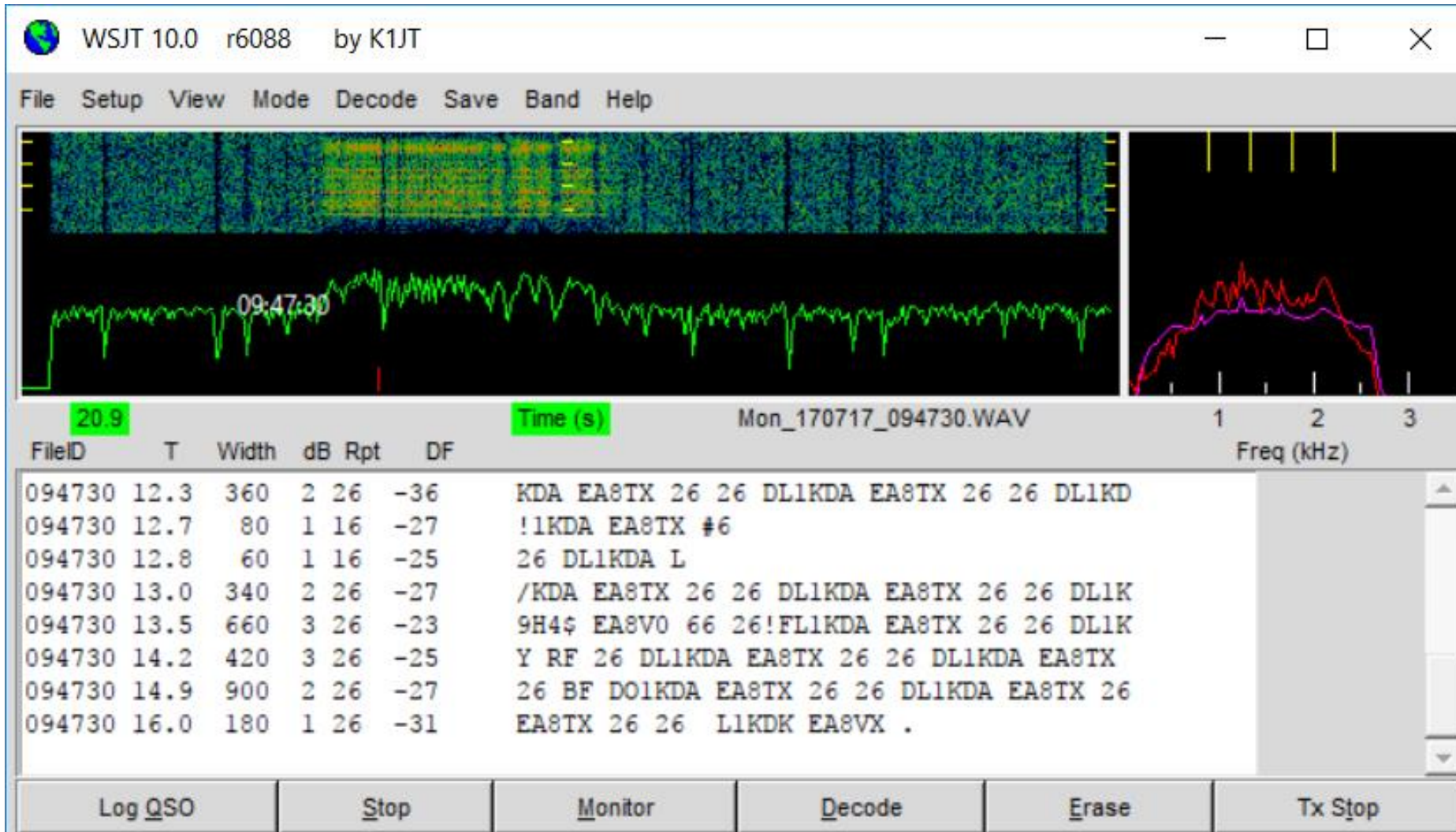


De tropo situatie van 17 juli 2017

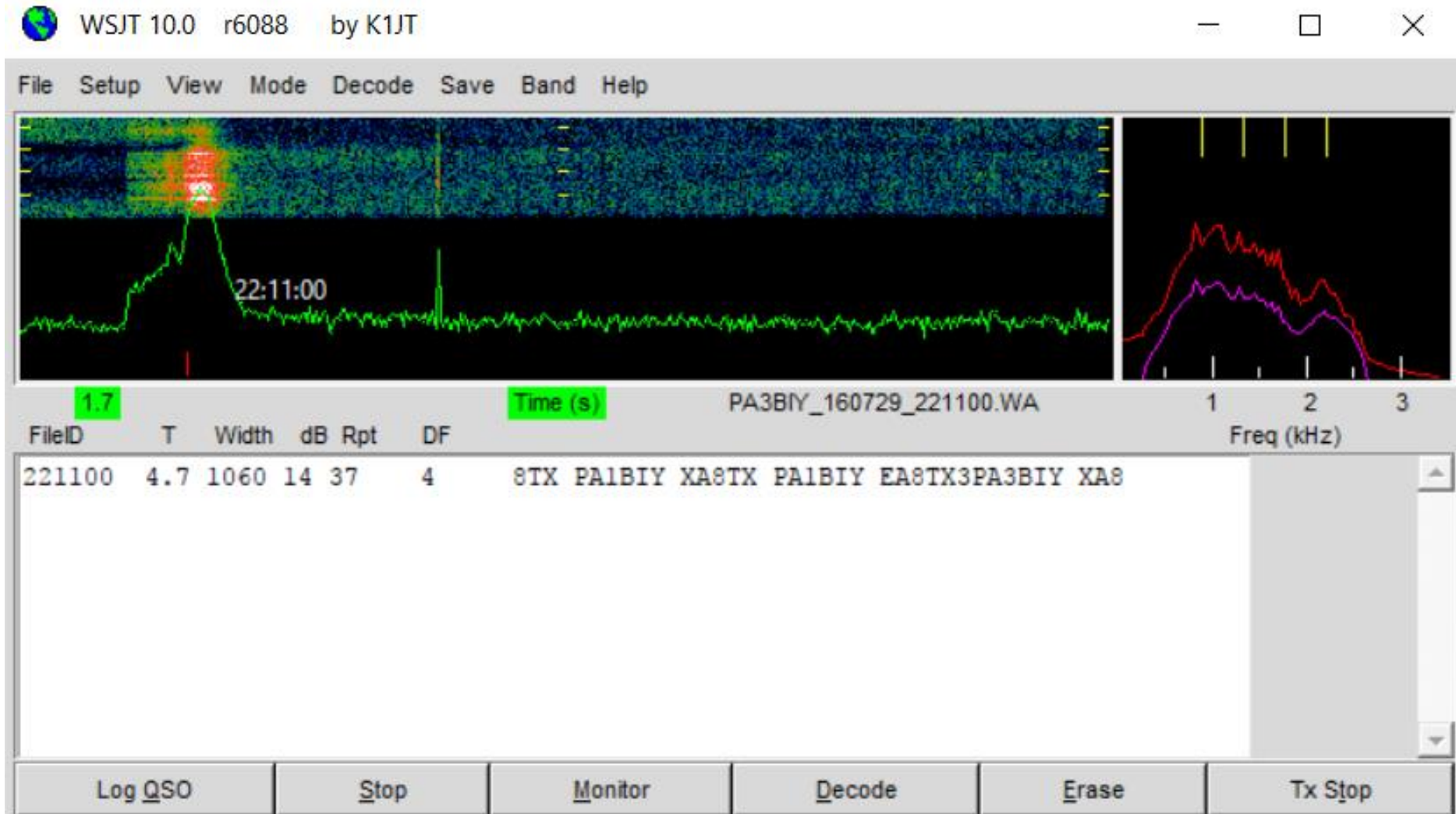


Het bewijs: bursts over > 3000 km!

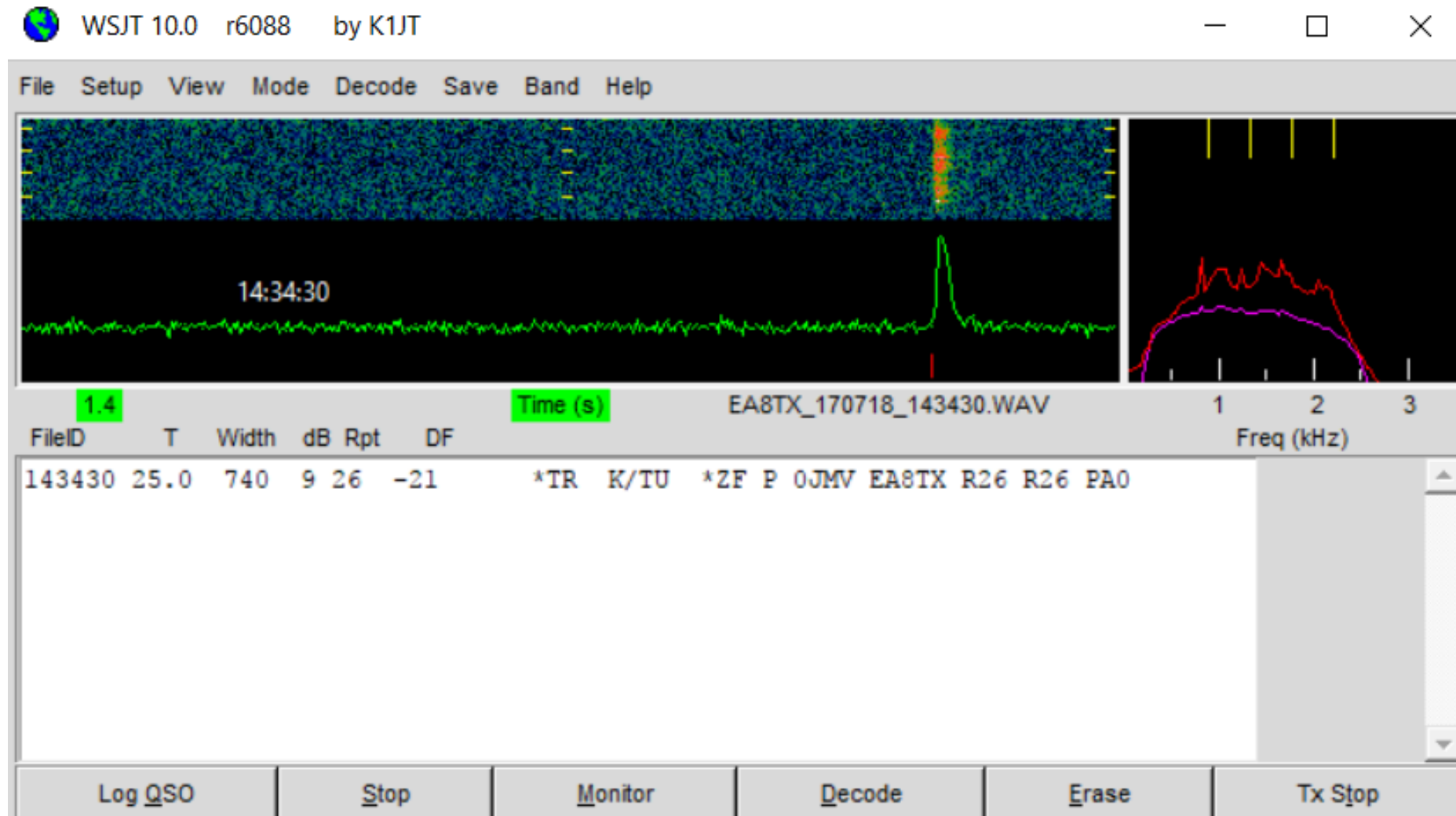
Burst op 17 juli 2017 bij PA3BIY tijdens QSO DL1KDA met EA8TX:



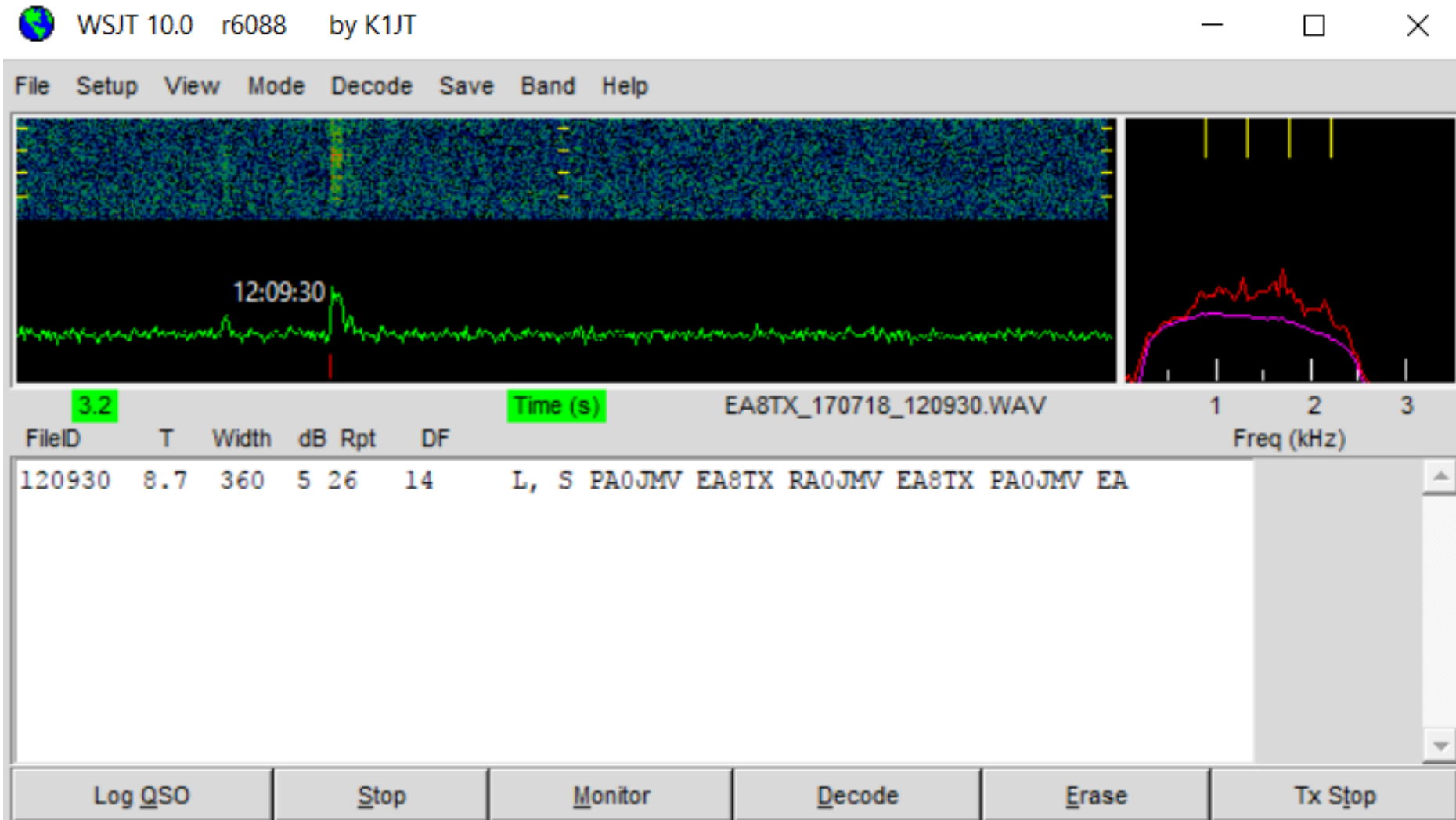
PA3BIY bij EA8TX op 29 juli 2016:



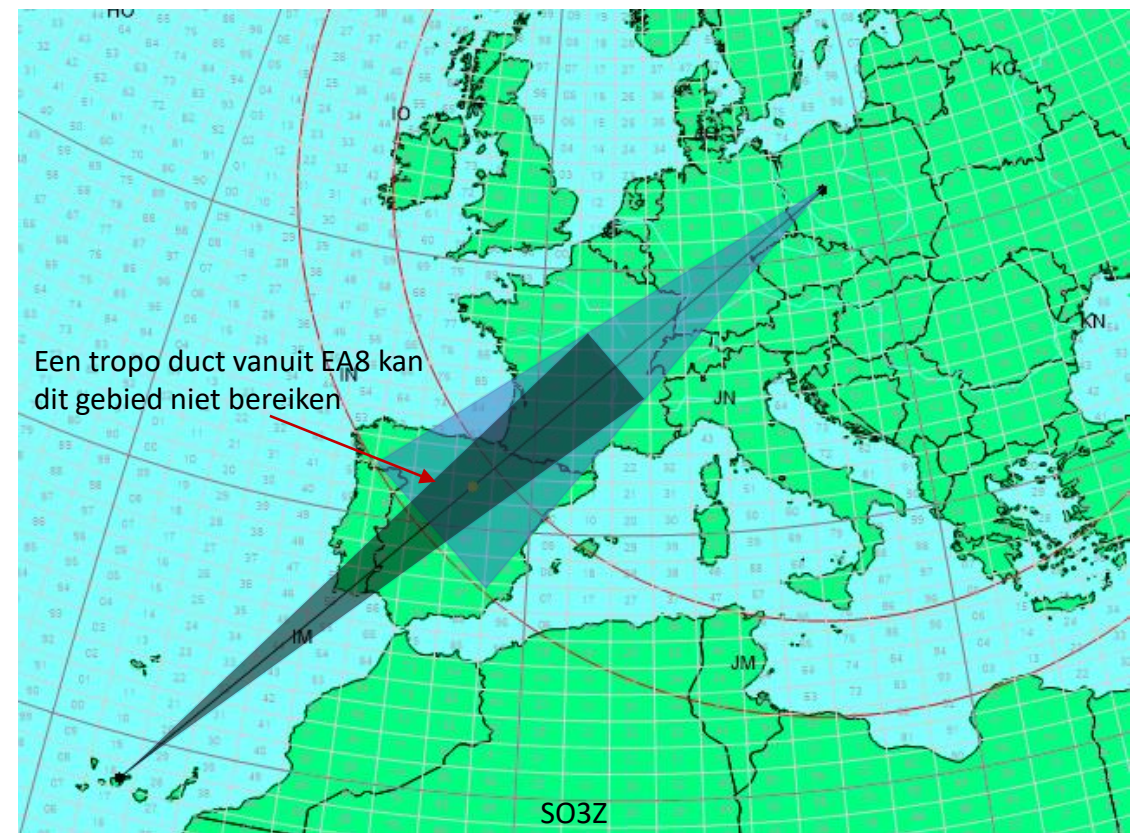
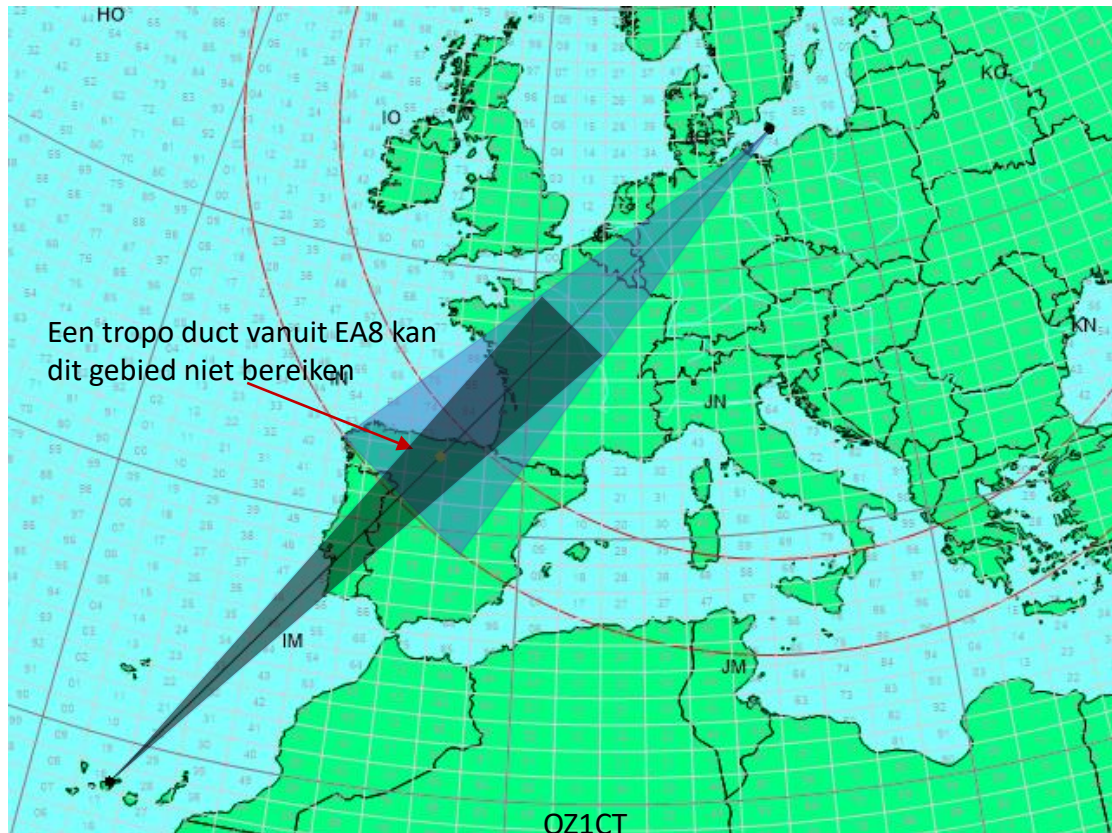
Enkele reflecties zoals ontvangen door PA0JMV tijdens zijn QSO met EA8TX (18 juli 2017, rond 13 GMT):



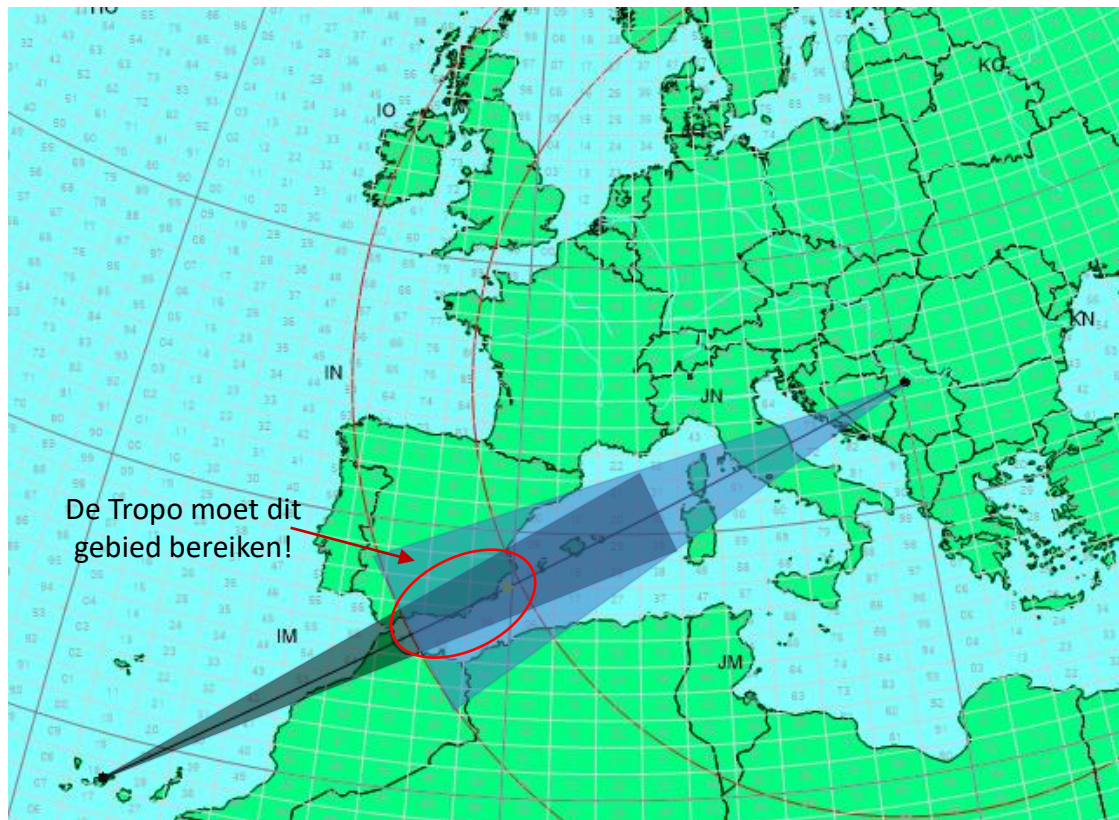
bursts over > 3000 km!



Onmogelijke Tropo + MS paden naar EA8?



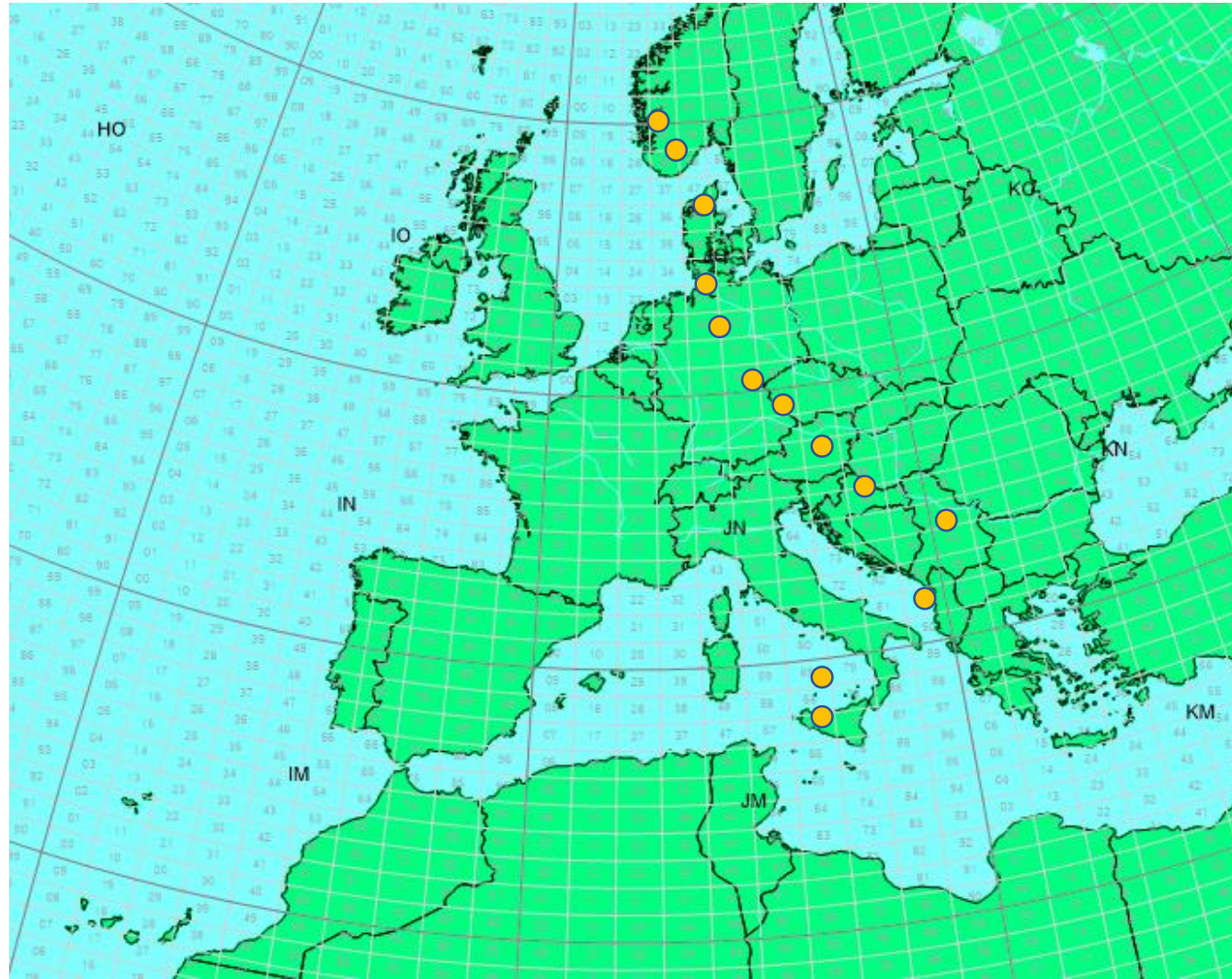
Toch komt de 4000 km in zicht!



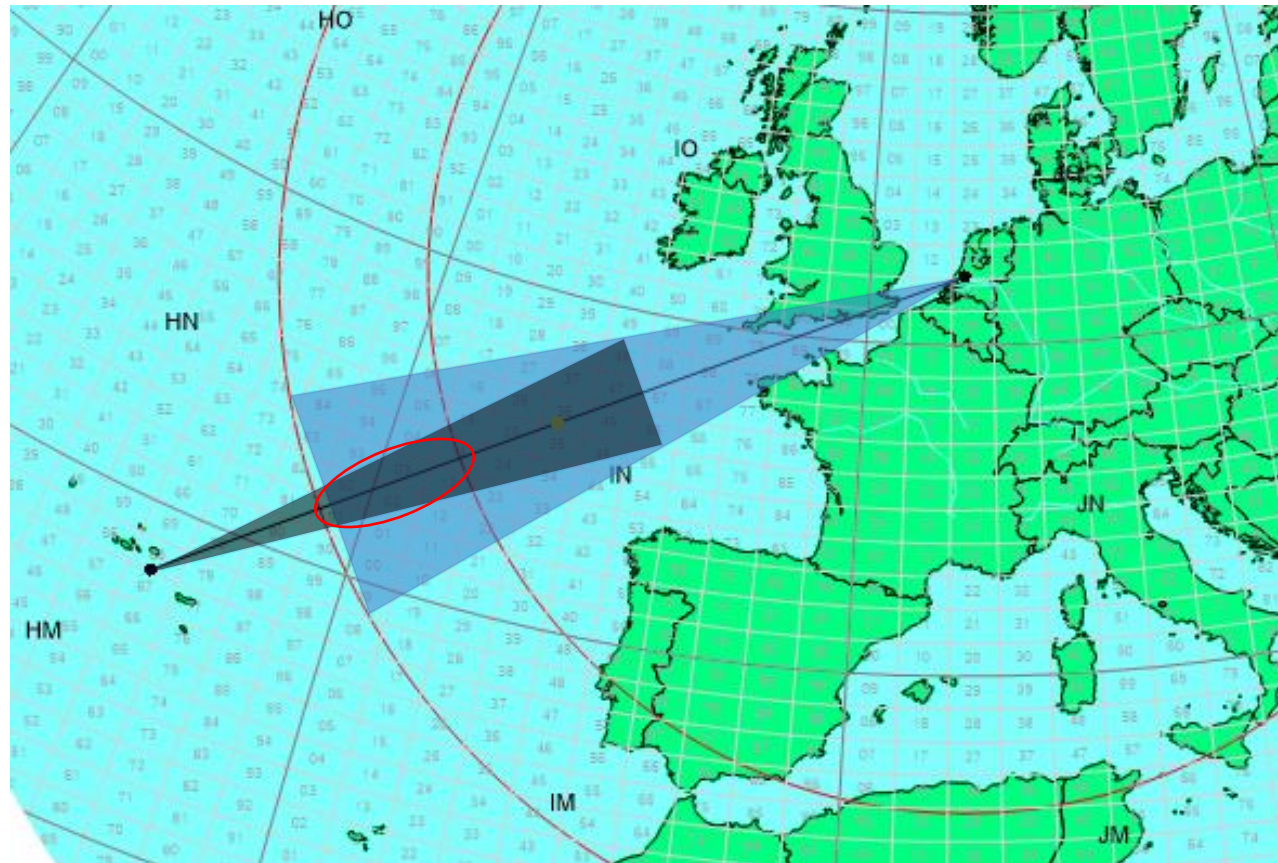
Dit is een 3711 km pad!
YU1EV – EA8TX

De begrenzingen van Tr + MS voor het pad naar EA8

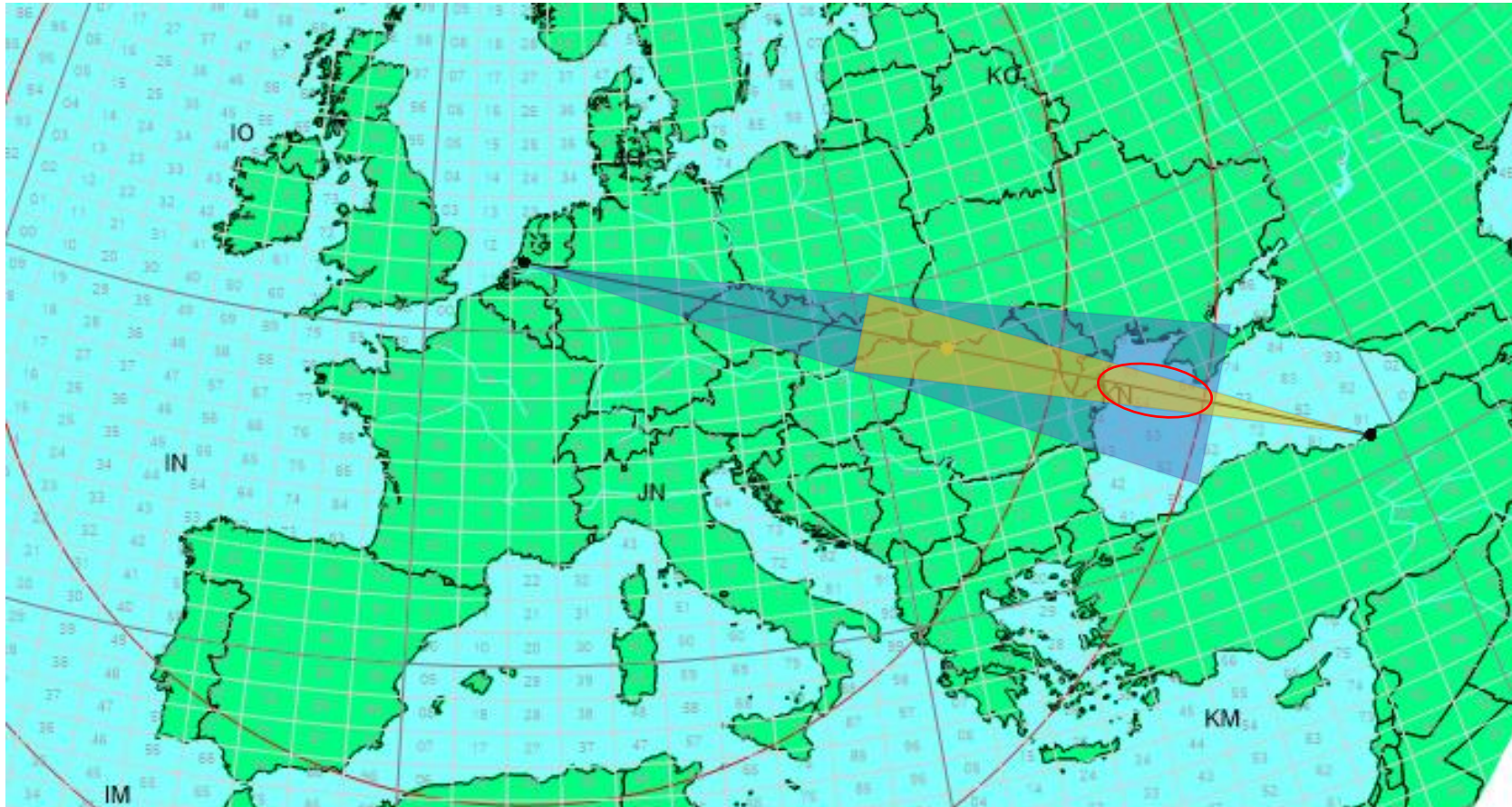
(Offset paden buiten beschouwing gelaten)



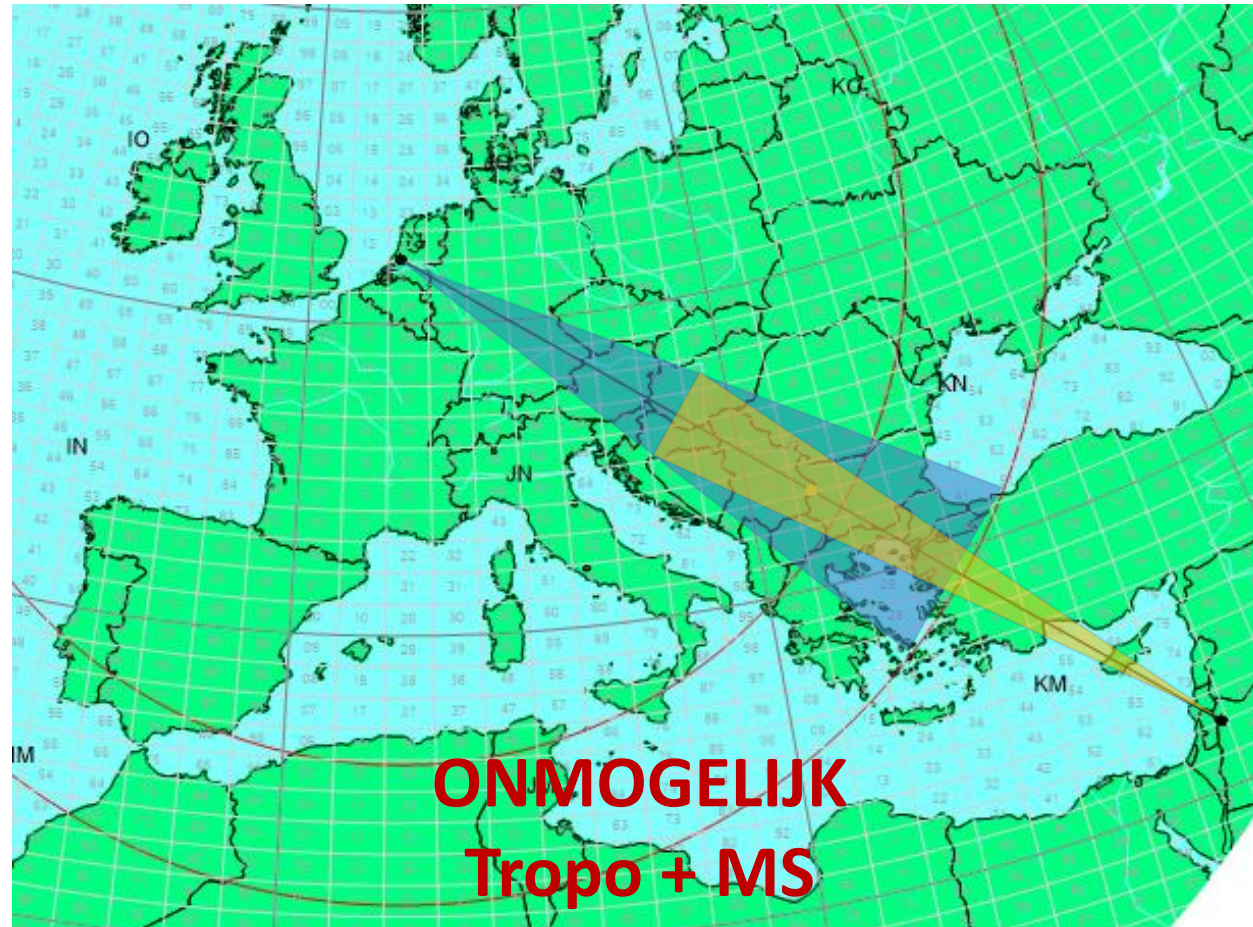
Enkele (on-)mogelijke paden die gebruikt kunnen worden voor Tropo + MS. Nu de tegenstations nog....



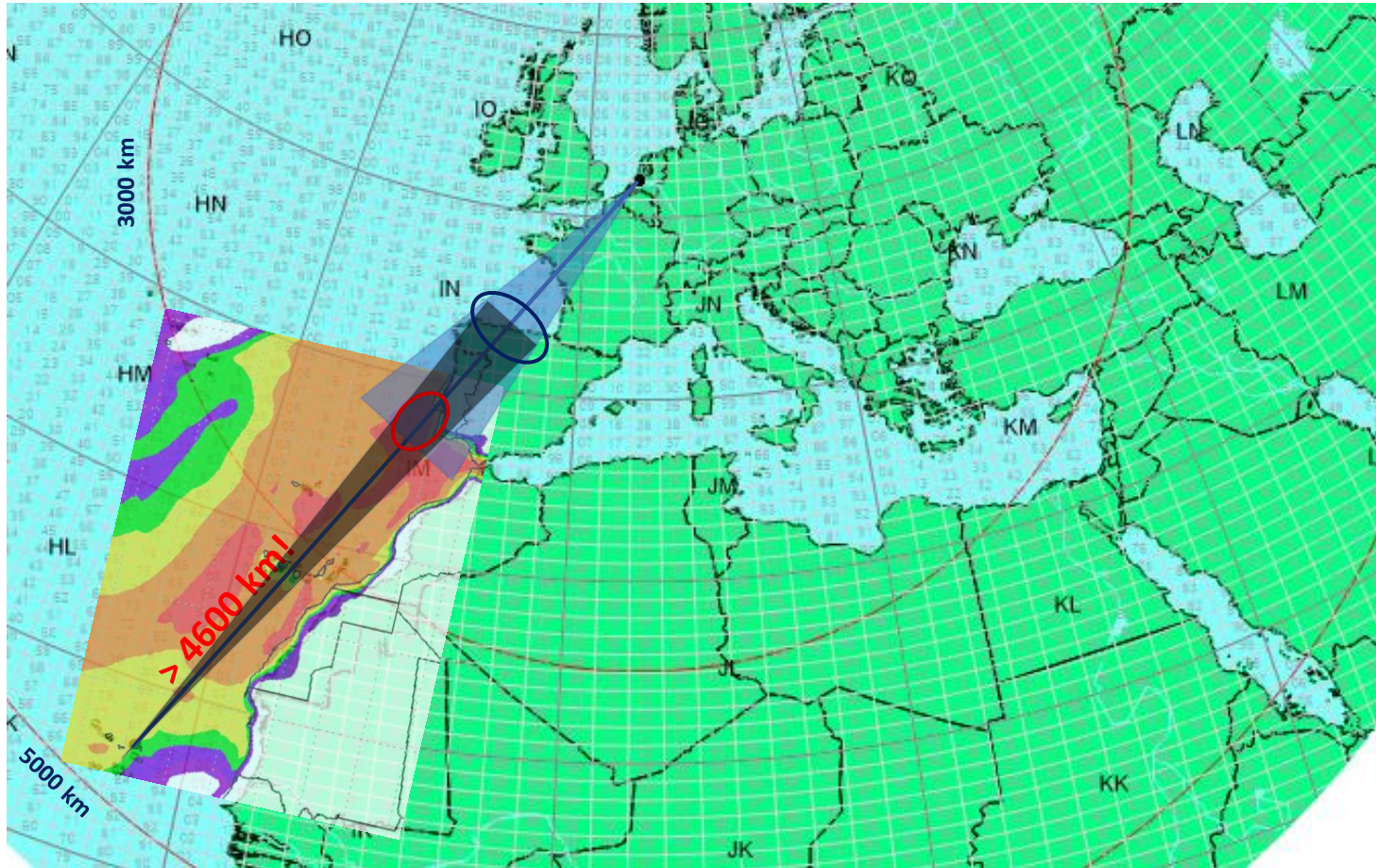
Enkele (on-)mogelijke paden die gebruikt kunnen worden voor Tropo + MS. Nu de tegenstations nog....



Enkele (on-)mogelijke paden die gebruikt kunnen worden voor Tropo + MS. Nu de tegenstations nog....



En de Heilige Graal...



De Kaapverdise eilanden: D4

En dat allemaal met grote EME arrays...

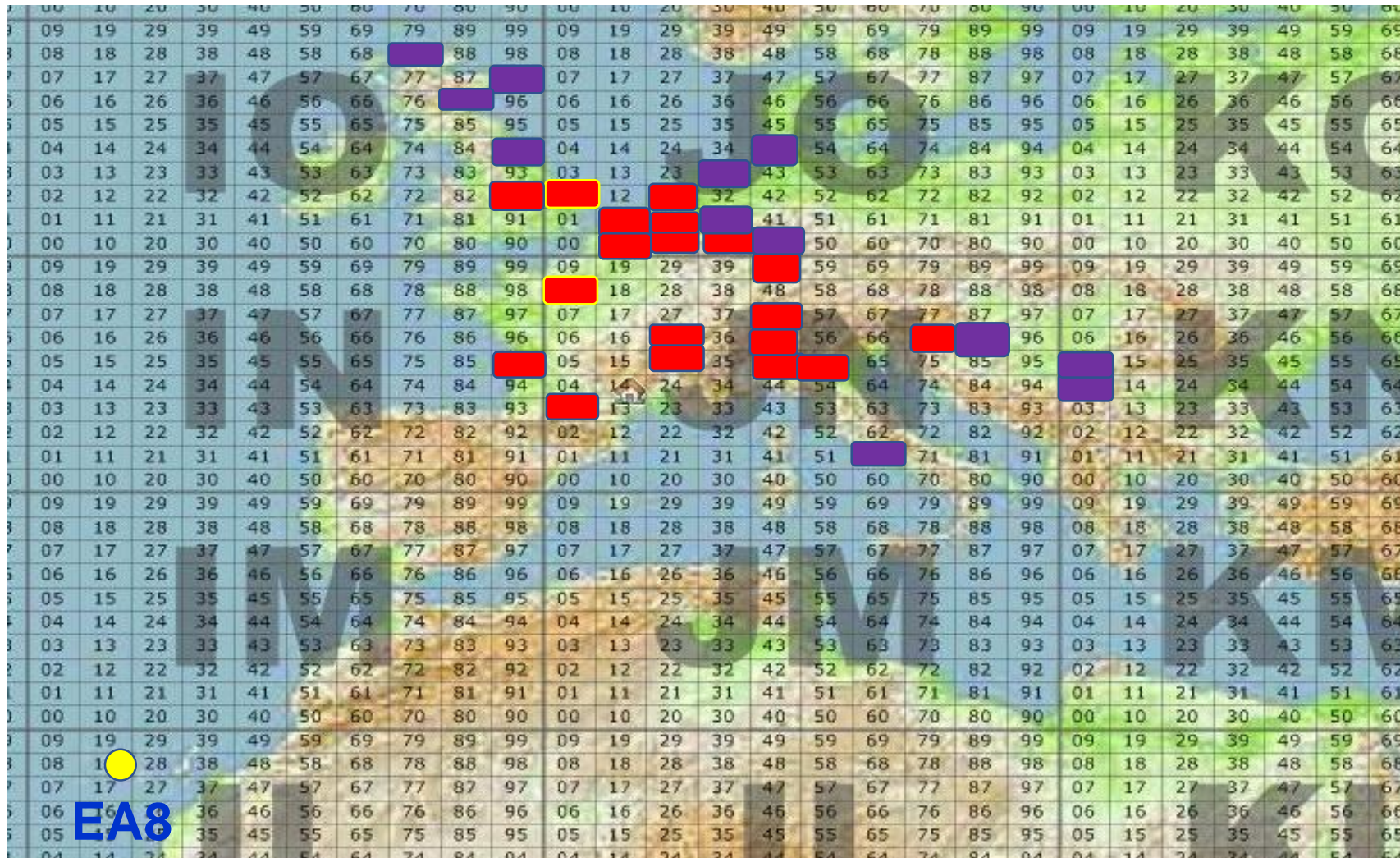
De 8 x 16 ele van PA0JMV...



...en de 16 x 16 ele van EA8TX



Worked & Heard EA8TJ/EA8TX in Europa



- Heard
- Worked

Wat is nodig om met EA8 te werken via MS?

- Een goede Tropo duct tussen EA8 en de kust van CT/EA1
- Meteoren....
- Maar vooral:

GEDULD!

Vragen?

Met dank aan:

G4SWX

G7RAU

PA0JMV

F5LEN

OH5IY