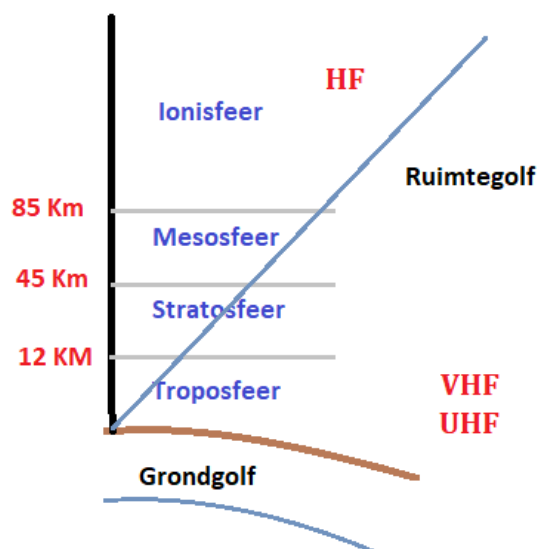
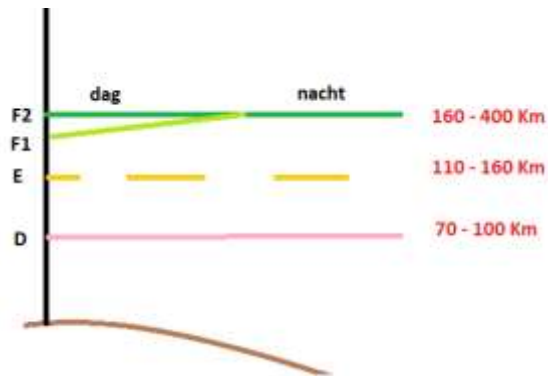


7.01 Propagatie

N-07-01-001

Ionosfeerlagen en het effect op de HF-propagatie



Zichtbereikverbinding, vrije-ruimtepropagatie.

Een verbinding over korte afstand of op hogere frequenties maakt vaak gebruik van een zichtverbinding, (de antennes van) zender en ontvanger “zien” elkaar. Hoe hoger de antennes worden opgesteld, hoe groter de afstand waarover een zichtverbinding mogelijk is (dit is afhankelijk van de kromming van de aarde).

Bij een zichtverbinding is er sprake van vrije-ruimte propagatie, er wordt niets weerkaatst tegen een laag in de ionosfeer of de aarde.

Ionosfeer:

De ionosfeer is het deel van de atmosfeer dat ligt op een hoogte van ongeveer 85 - 400 km boven de aarde.

Onder invloed van zonnestraling worden de daar aanwezige gassen, met name zuurstof en stikstof, geïoniseerd.

Dat wil zeggen dat uit de gasmoleculen elektronen worden vrijgemaakt.

Hierdoor is de ionosfeer in staat radiogolven van richting te veranderen of te reflecteren.

Dit maakt het mogelijk om over zeer grote afstanden te communiceren.

Radiogolven die via reflectie in de ionosfeer voortplanten worden ook wel aangeduid met de term ruimtegolf.

Propagatie van ruimtegolven treedt met name op in de frequentieband tussen 1,5 en 30MHz.

7.01 Propagatie

N-07-01-002

De invloed van de zonnevlekkencyclus op de communicatie.

Invloed van de zon op de ionosfeer.

We kunnen heel simpel beginnen met de invloed van de zon op de ionosfeer, door een verschil te maken dus dag en nacht.

Overdag schijnt de zon.

Hierdoor komt een grote hoeveelheid synchrotron straling in de ionosfeer terecht, en zal de ionisatie hoog zijn.

De elektronendichtheid neemt toe, waardoor de frequentie van de ionosfeer hoog is.

De frequentie kan op het hoogtepunt van de zonneactiviteit wel 30 MHz zijn.

s Nachts echter schijnt de zon niet.

Hierdoor zal de er geen straling vanaf de zon komen, en dus zal de elektronendichtheid zakken, waardoor de frequentie terug kan lopen tot soms wel 10 MHz.

Een tweede manier waarop de zon invloed heeft op de elektronendichtheid is door middel van het fenomeen zonnevlammen. Hierbij "spuwt" de zon als het ware een grote golf synchrotron straling uit, waarvan een deel in de ionosfeer komt.

De ionosferische frequentie zal hierdoor omhoog schieten en kan een voor een bepaalde tijd (kan minuten zijn, kan uren zijn) de communicatie vanaf de aarde stilleggen, zowel naar en van de ruimte als naar en van de aarde.

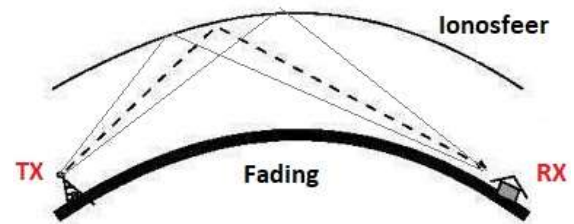
Zonne cyclus

Het zonnevlekk effect (vooral merkbaar op 24-30 Mhz) heeft een opbouw, en top en daarna bouwt de cyclus weer af.

Zo een periode duurt 11 Jaar

N-07-01-003

Fading



Fading

is het verschijnsel waarbij het signaal zwakker en sterker wordt bij een vast opgesteld station.

Dit komt doordat het signaal via meerdere paden onze ontvangstantenne bereikt.

De F-laag is niet een mooie gladde spiegel maar heeft als het ware veel reliëf.

7.01 Propagatie

N-07-01-004

Troposfeer

Troposfeer

De troposfeer is de onderste laag van onze atmosfeer en bevindt zich tussen het aardoppervlak en circa 10 km hoogte. Alle radiosignalen moeten door de troposfeer.

Nu hebben signalen beneden de 30 MHz weinig van doen met de condities van de troposfeer, ze komen er gemakkelijk doorheen en kunnen dan gereflecteerd worden door de ionosfeer.

Frequenties vanaf circa 50 MHz ondervinden wel invloed van de condities van de troposfeer.

Voor de condities in de troposfeer kijken wij dan ook niet naar de toestand van de zon, maar naar de toestand van het weer. Signalen op de VHF en hoger komen normaliter niet verder dan de radiohorizon. De radiohorizon ligt tot circa 200 MHz iets verder dan de zichtbare horizon, voor de 70 MHz iets verder dan voor de 145 MHz. Hoe hoger de frequentie des te minder zal het signaal dat kleine beetje meebuigen. Het meebuigen vanaf de VHF is zo minimaal dat wij gerust kunnen stellen dat deze signalen onder normale omstandigheden niet verder komen dan de horizon.

N-07-01-005

De invloed van ...

De invloed van ...

Onder normale omstandigheden komen VHF signalen (en hoger) niet verder dan de radiohorizon.

We hadden het net al over troposferische scatter waardoor het VHF signaal veel verder kan komen.

Een andere mogelijkheid waardoor radiogolven op hoge frequenties verder komen dan de radiohorizon is temperatuur-inversie.

Normaal is het op het aardoppervlak warmer dan in de hogere luchtlagen.

Hoe hoger wij komen, des te kouder zal de lucht zijn.

Denk maar aan hoge bergen met eeuwige sneeuw.

In deze omstandigheden zal het radiosignaal door de luchtlaag heen de ruimte in verdwijnen.

Soms is het zo dat een hogere luchtlaag niet kouder maar warmer is.

Er treedt dan een bijzonder verschijnsel op, radiogolven met een relatief korte golflengte worden afgebogen en kunnen dan te ver achter de radiohorizon ontvangen worden.

De mate van dit verschijnsel is afhankelijk van de hoogte waar de warme luchtlaag zich bevindt, de locatie ten opzichten van het zend en ontvangstation en de dikte van deze inversielaag.

Deze inversie maakt het mogelijk om op frequenties van 50 MHz tot soms zelfs 10 GHz grote afstanden te overbruggen, soms zelfs meer dan enkele duizenden kilometers.

Ducting of troposferische tunnelpropagatie
Als er 2 of meer lagen zich boven het aardoppervlak bevinden waarin temperatuur-inversie optreedt kan tunnelpropagatie optreden, ook wel ducting genoemd.

Het radiosignaal raakt gevangen tussen deze twee lagen en komt er op bepaalde plaatsen uit.

Opvallend bij ducting is dat het signaal maar op bepaalde plaatsen over de radiohorizon waarneembaar is.

Zo kan het voorkomen dat een twee meter station uit Groningen goed ontvangen

7.01 Propagatie

wordt door een station in Breda, terwijl een ander station in Breda op 3 km afstand het station uit Groningen niet kan ontvangen. Bij dit laatste station komt het signaal niet uit de tunnel.

Hogedruk

Dit soort propagatie's treedt vaak op als er een uitgebreid hogedrukgebied is.

Het is dan vaak langdurig kalm weer.

Dit hoeft niet altijd in de zomer te zijn, maar kan ook midden in de winter zijn.

Gemiddeld komt zo een periode boven Europa ongeveer 1 keer per 2 jaar voor, waarbij er op 2 meter en 70 cm en 23 cm afstanden van honderden en soms duizenden kilometers worden overbrugd. Met behulp van de digitale modus FT8 is het eind 2019 gelukt een 70 cm signaal een afstand van ruim 4000 km te laten