

# Voortplanting

# HF Propagatie

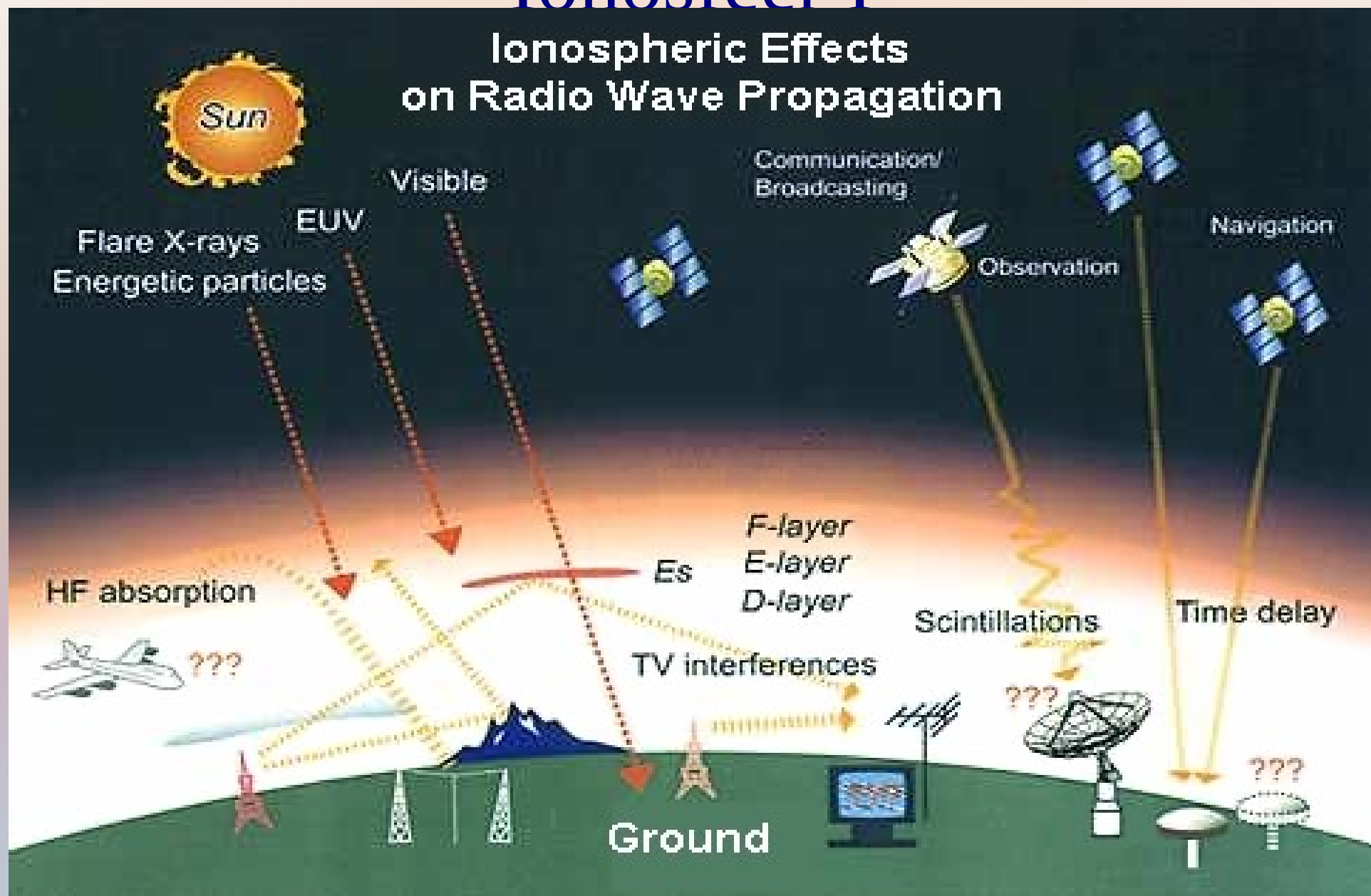
VERON afd. Wageningen  
VRZA afd. Zuid Veluwe

# Introductie

- Ionosfeer
- Wat is ionisatie
- Effect van ionisatie
  - 's avonds en 's nachts
  - waarom afbuiging
- $F_o$ , MUF en verzwakking
- Propagatie soorten
- Geomagnetische verstoringen
- Propagatie programmas

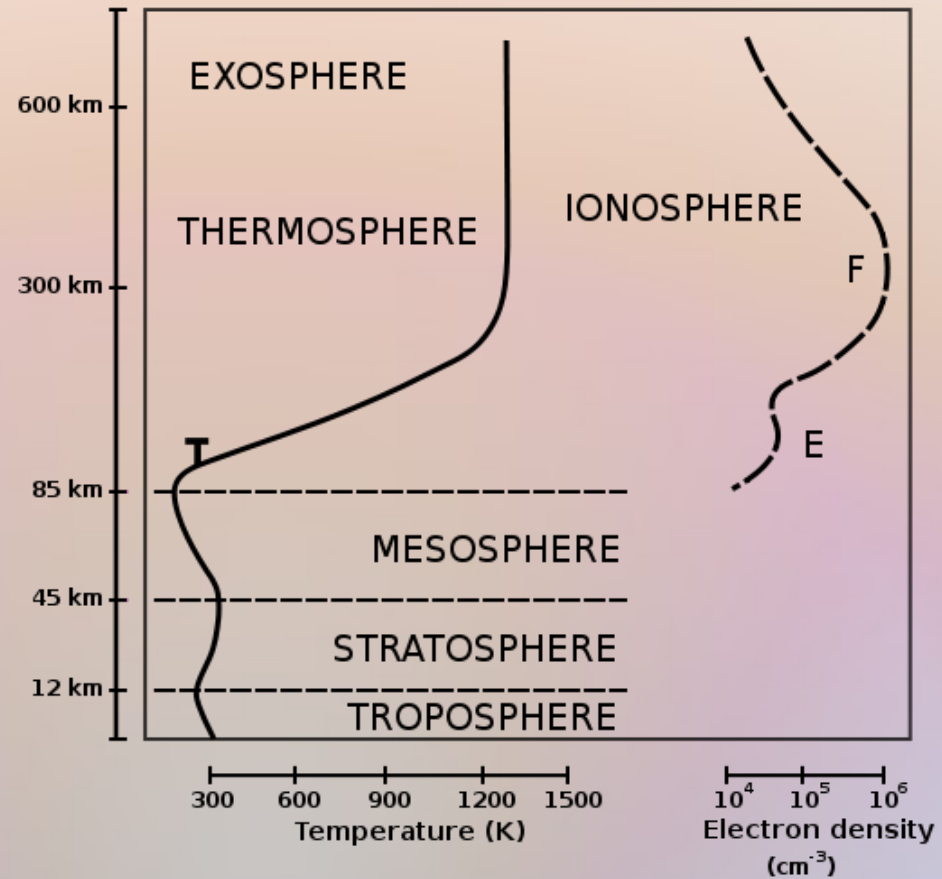
# Ionosfer I

## Ionospheric Effects on Radio Wave Propagation



# Ionosfeer II

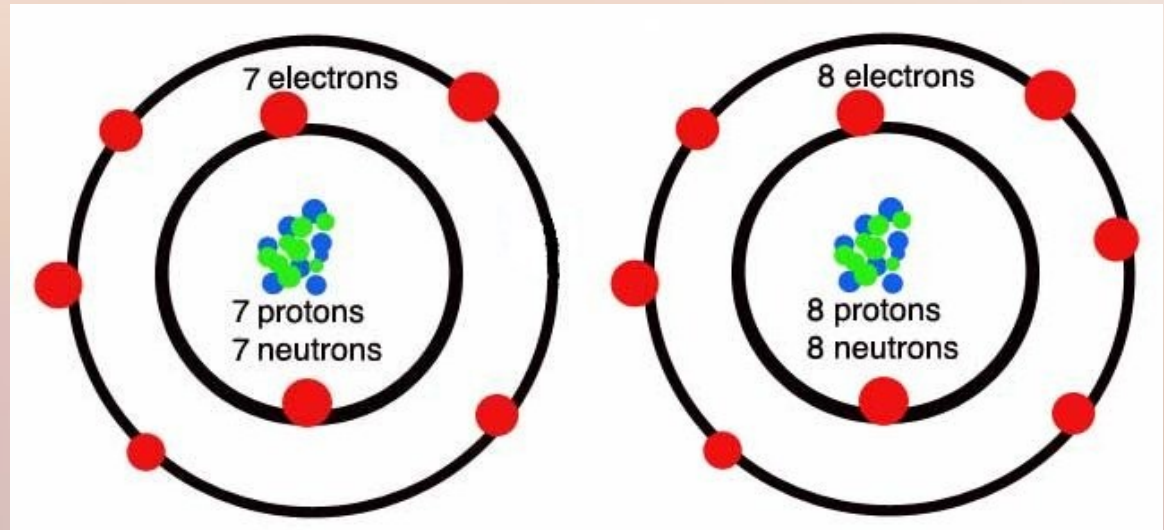
- F2-laag
- F1-laag
- E-laag
- D-laag



# Wat is ionisatie I

- Atomen

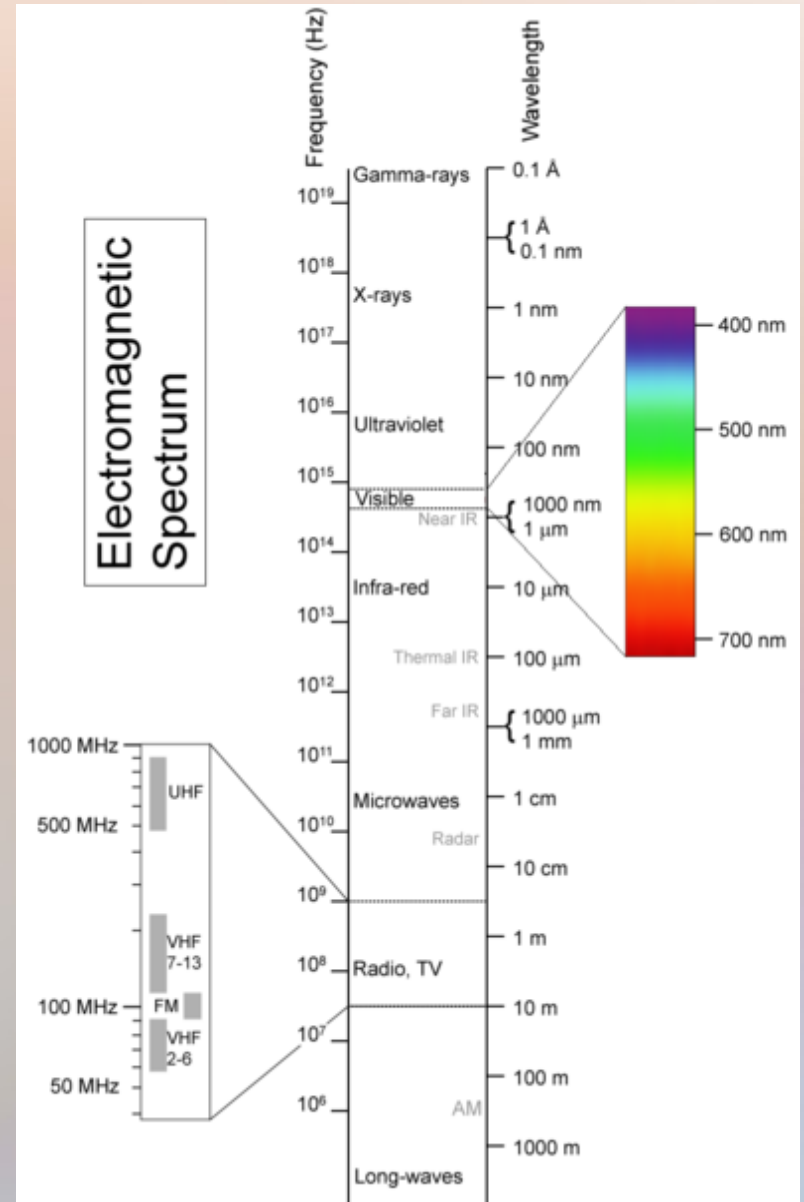
- Protonen
- Neutronen
- Electronen



- Door het toevoegen van energie ontstaan geladen deeltjes
  - Electronen (negatief geladen)
  - Protonen (positief geladen)

# Wat is ionisatie II

- Toevoeging van energie
  - Harde Röntgen 1-8Å
  - Zachte Röntgen
  - Ultra violet
  - Solar flux 10.7cm
  - SunSpots
- Verwijdering van electronen



# Wat is ionisatie III

- Vrije electronen
- Dichtheid tussen  $10^4$  -  $10^6$  electrons/cm<sup>3</sup>
- Magnetische veldlijnen
- Rotatie om veldlijnen
- Continue proces van:
  - Ionisatie
  - Recombinatie
- Afname 's nachts groter in D-laag dan F-laag



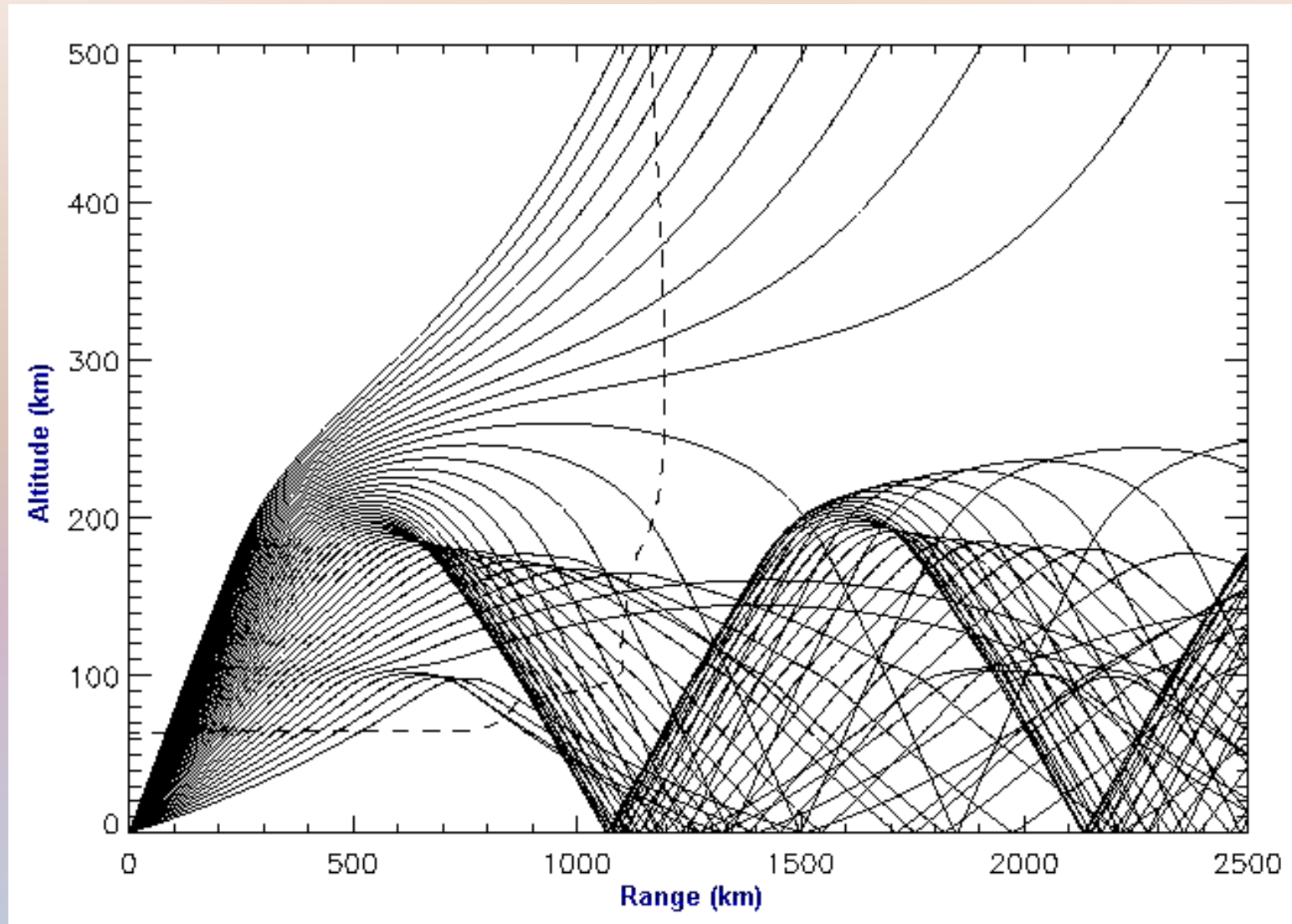
# Effect van ionisatie I

- Recombinatie s'nachts
- Toename grootst overdag, maar blijft s'nachts aanwezig
- Geomagnetische controle
- Magnetics storms / SID / PCA

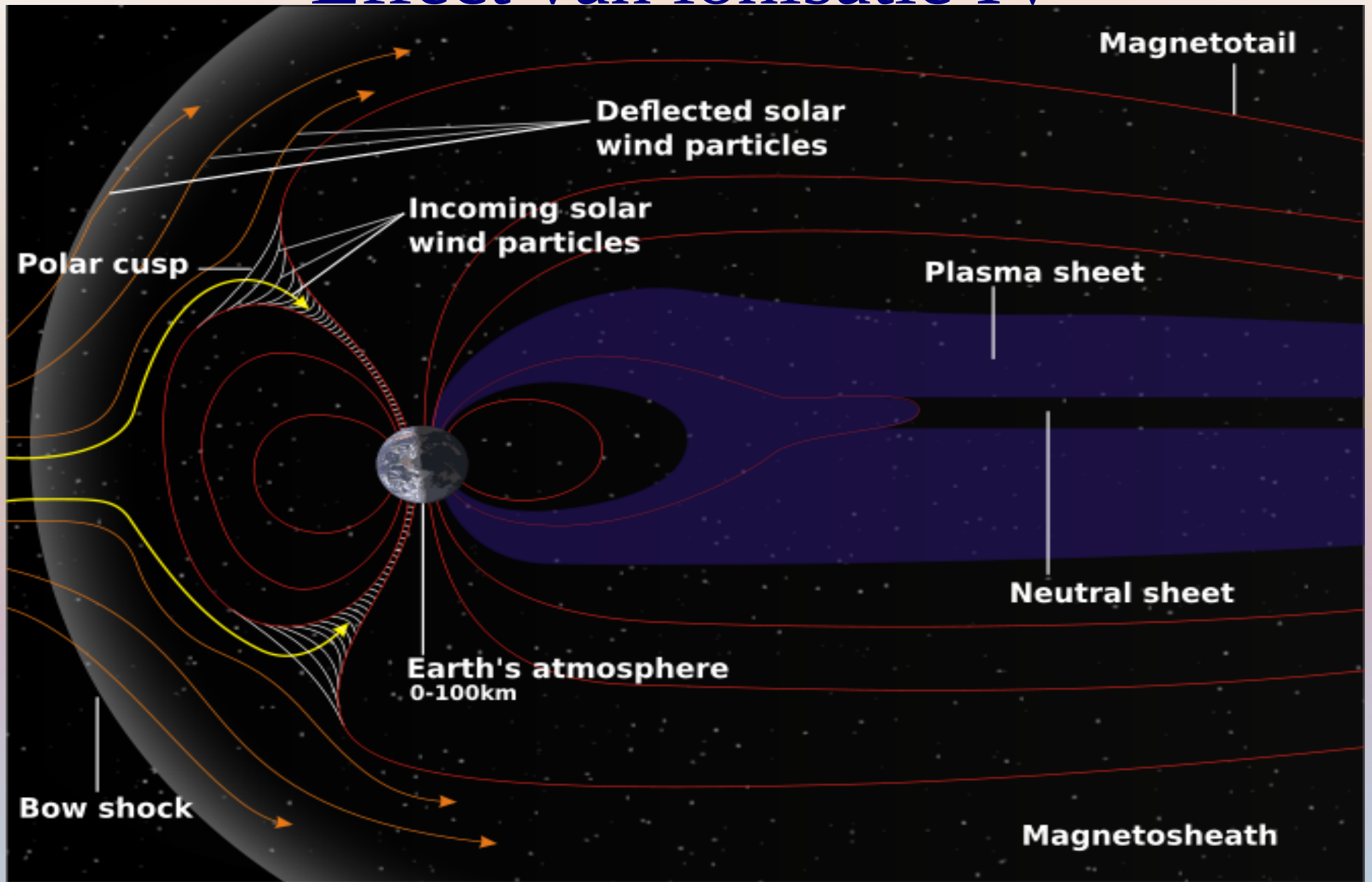
# Effect van ionisatie II

- Door variatie in dichtheid
  - Variatie in golflengte
  - Verandering van richting

# Effect van ionisatie III



# Effect van ionisatie IV

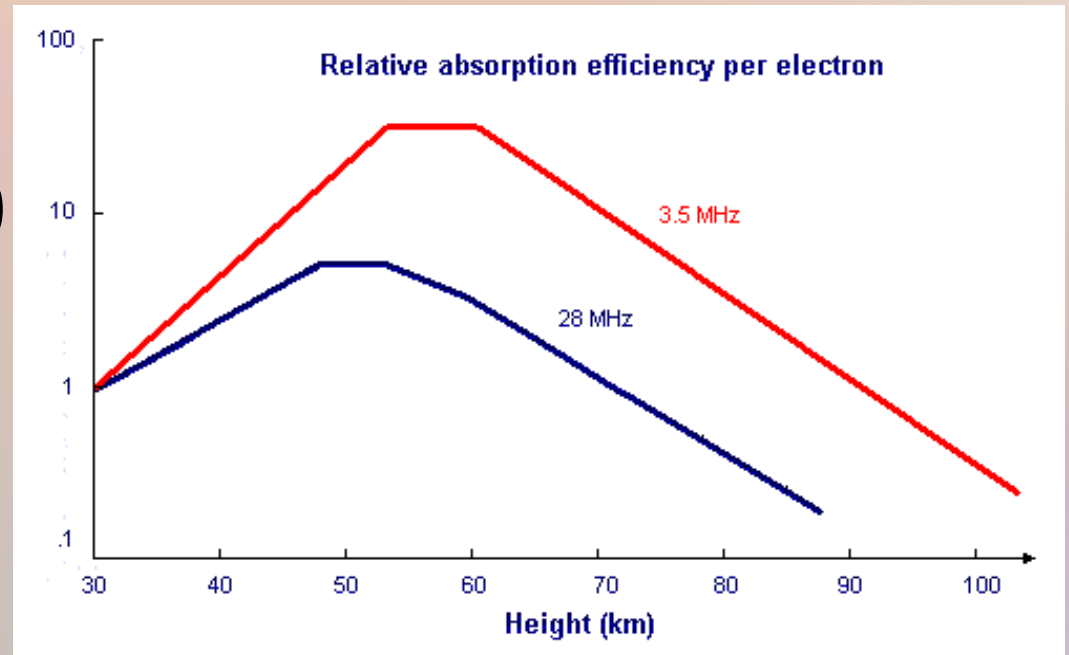


# F<sub>c</sub>, MUF en verzwakking I

- Critical Frequency
  - $F_c = 9 * \text{SQR}(N)$
- Maximum Usable Frequency
  - $F_c / \text{Sin}(\text{opstralingshoek})$
- F-laag hop 2500-3000 km
- E-laag hop 1250-1500 km
- $F_oE \text{ (MHz)} = 0.9 * [(180 + 1.44 * \text{SSN}) * \text{cos}(Z)]^{0.25}$   
4.1MHz (SSN=75) (haaks op de zon)

# F<sub>c</sub>, MUF en verzwakking II

- Mate van verzwakking is afhankelijk van de frequentie en hoogte
- Verzwakking (dB/km)  
 $0.046 * N * F(f,h)$
- PCA & SID



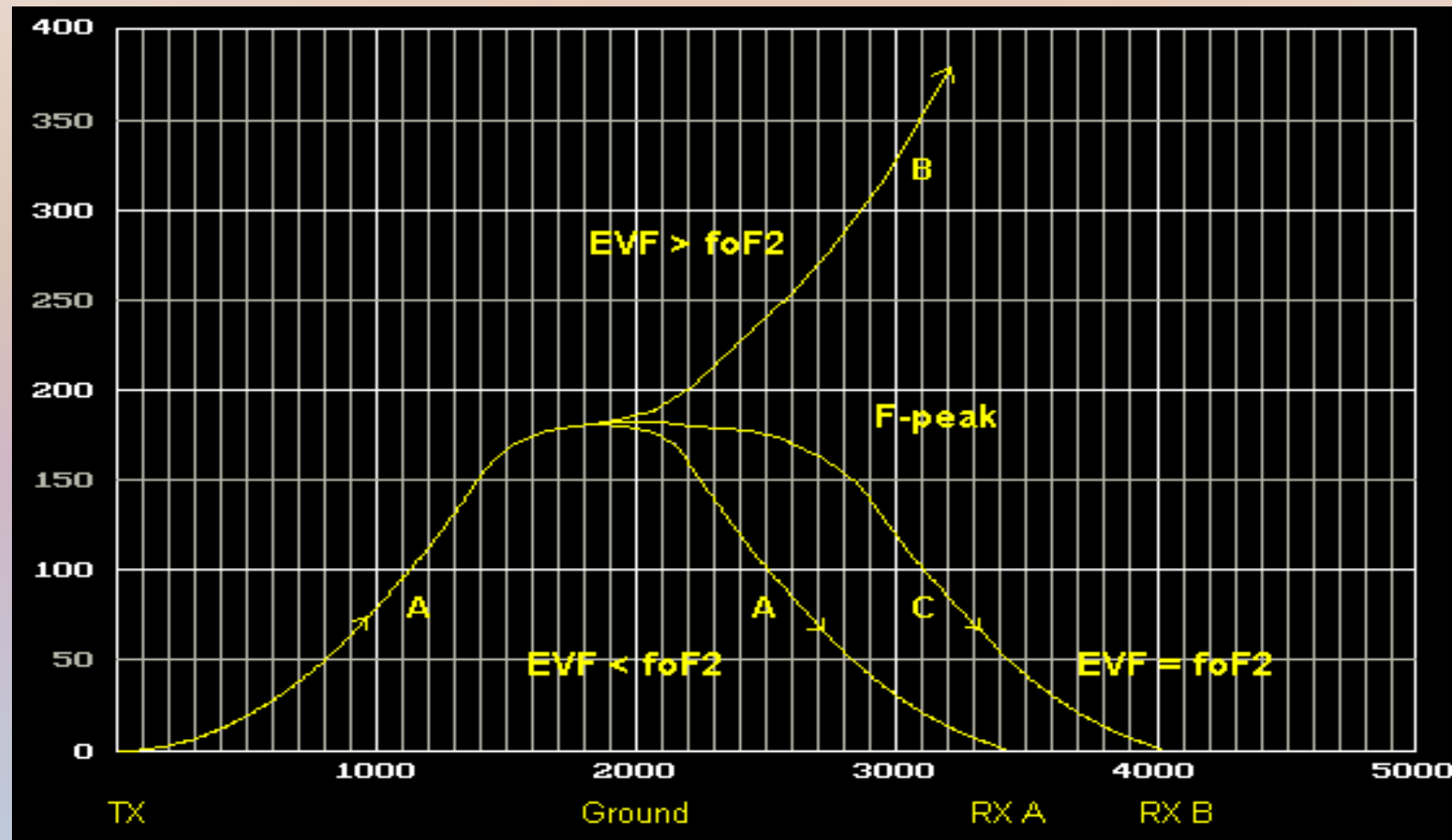
# Soorten propagatie

- F-laag reflectie
- E-laag reflectie
- Pedersen reflectie
- E en F-laag reflectie
- F en Es reflectie
- Tilting
- Ducting



# Soorten propagatie

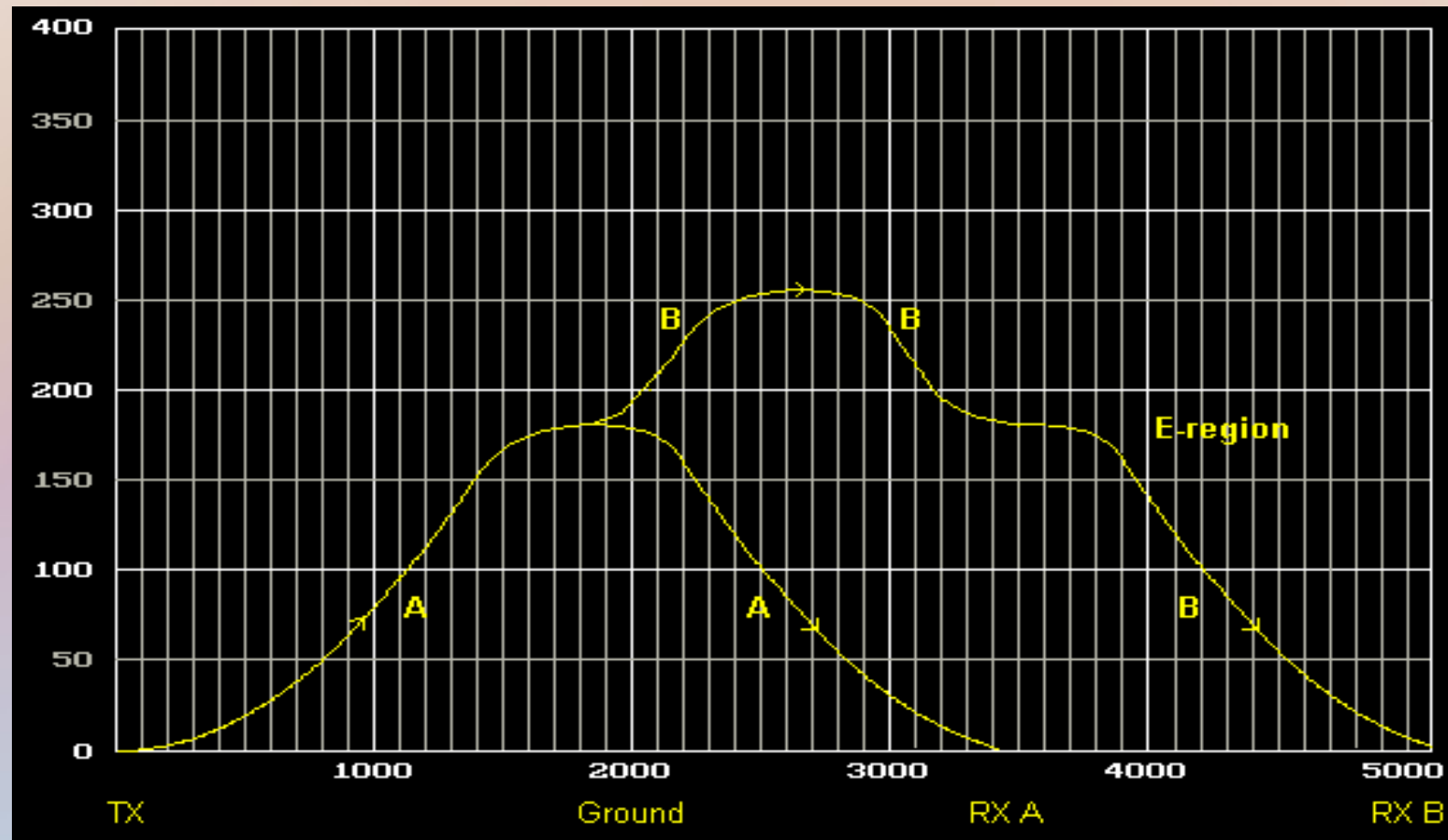
- F-laag reflectie





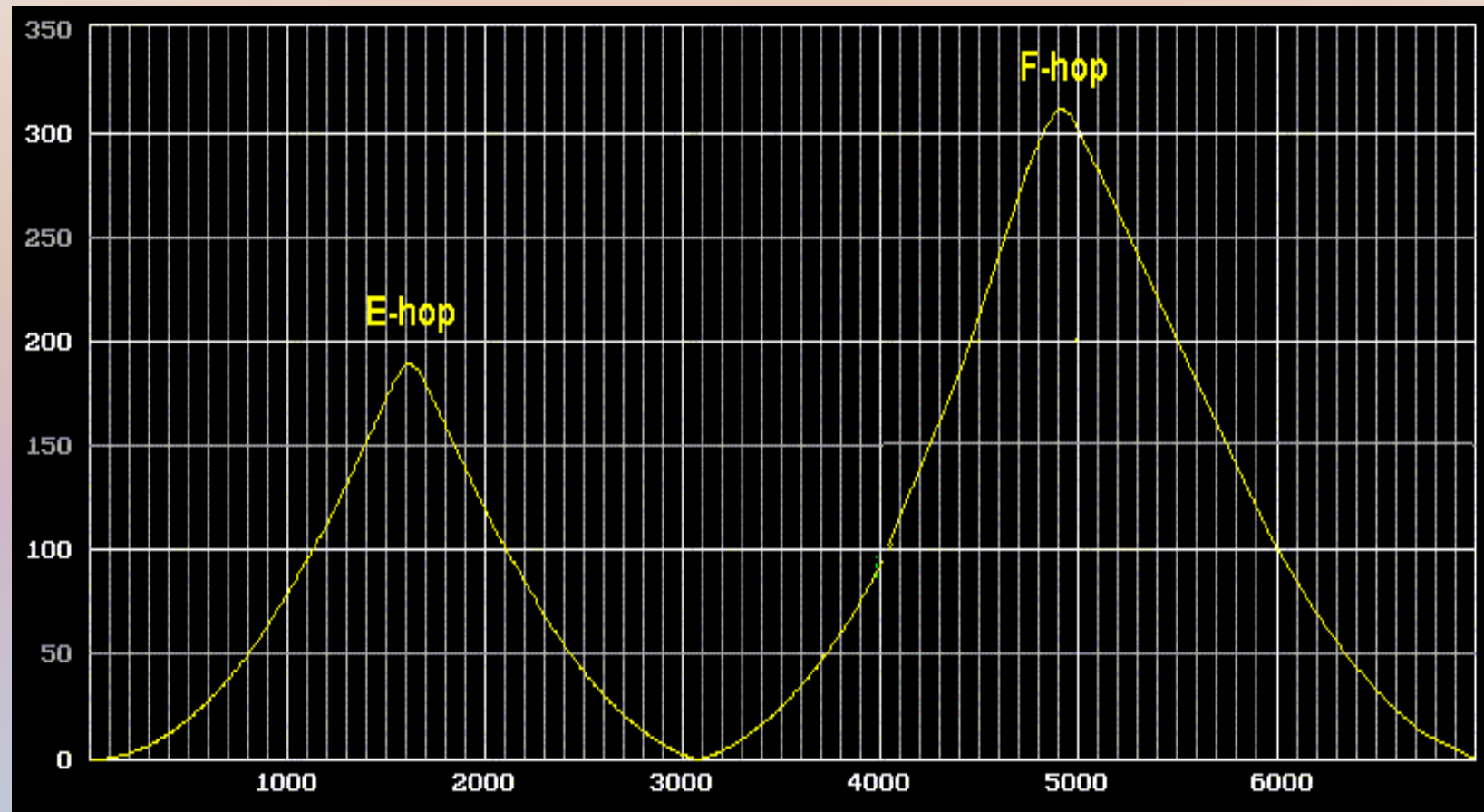
# Soorten propagatie

- Pedersen reflectie



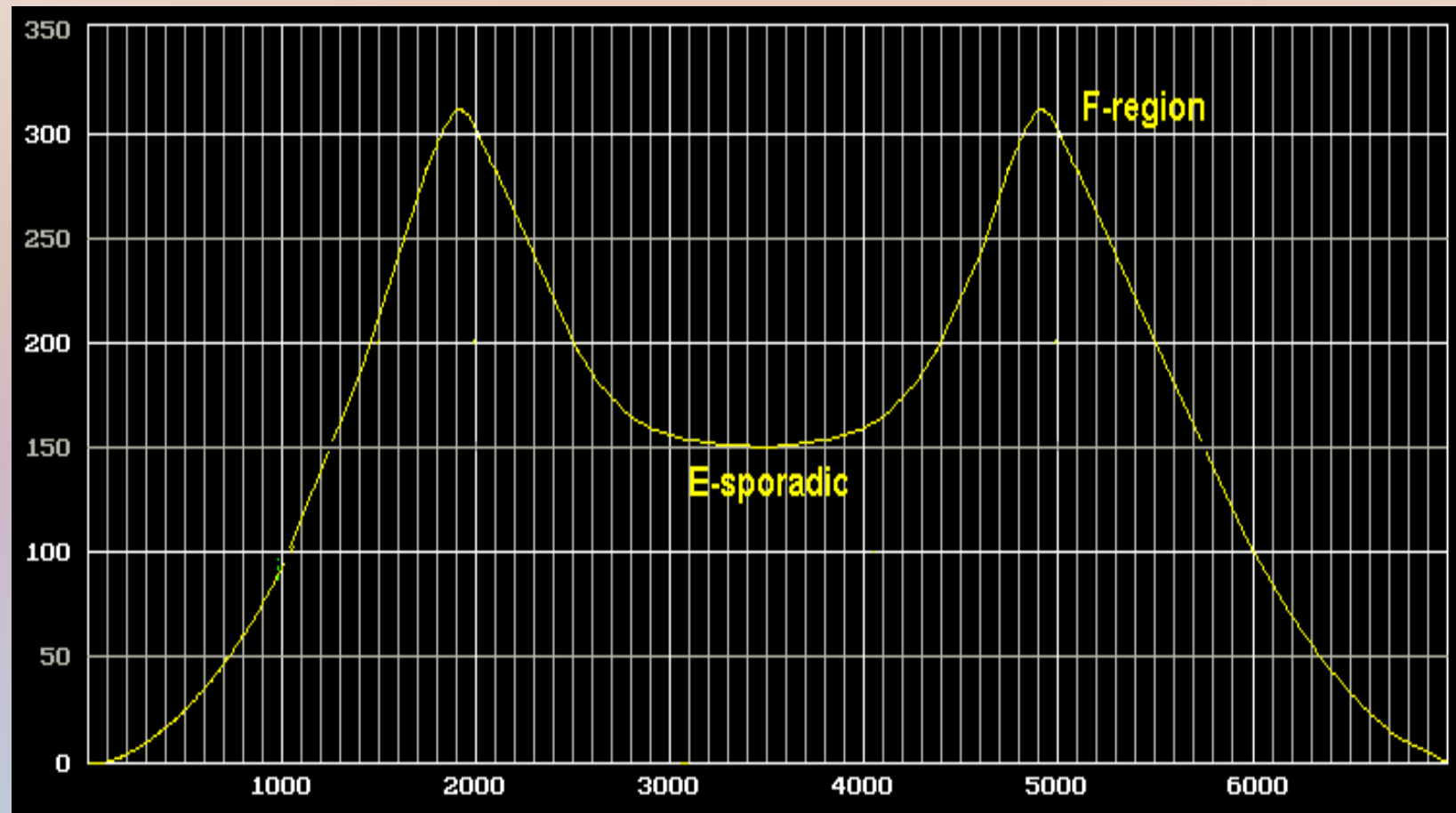
# Soorten propagatie

- E en F-laag reflectie



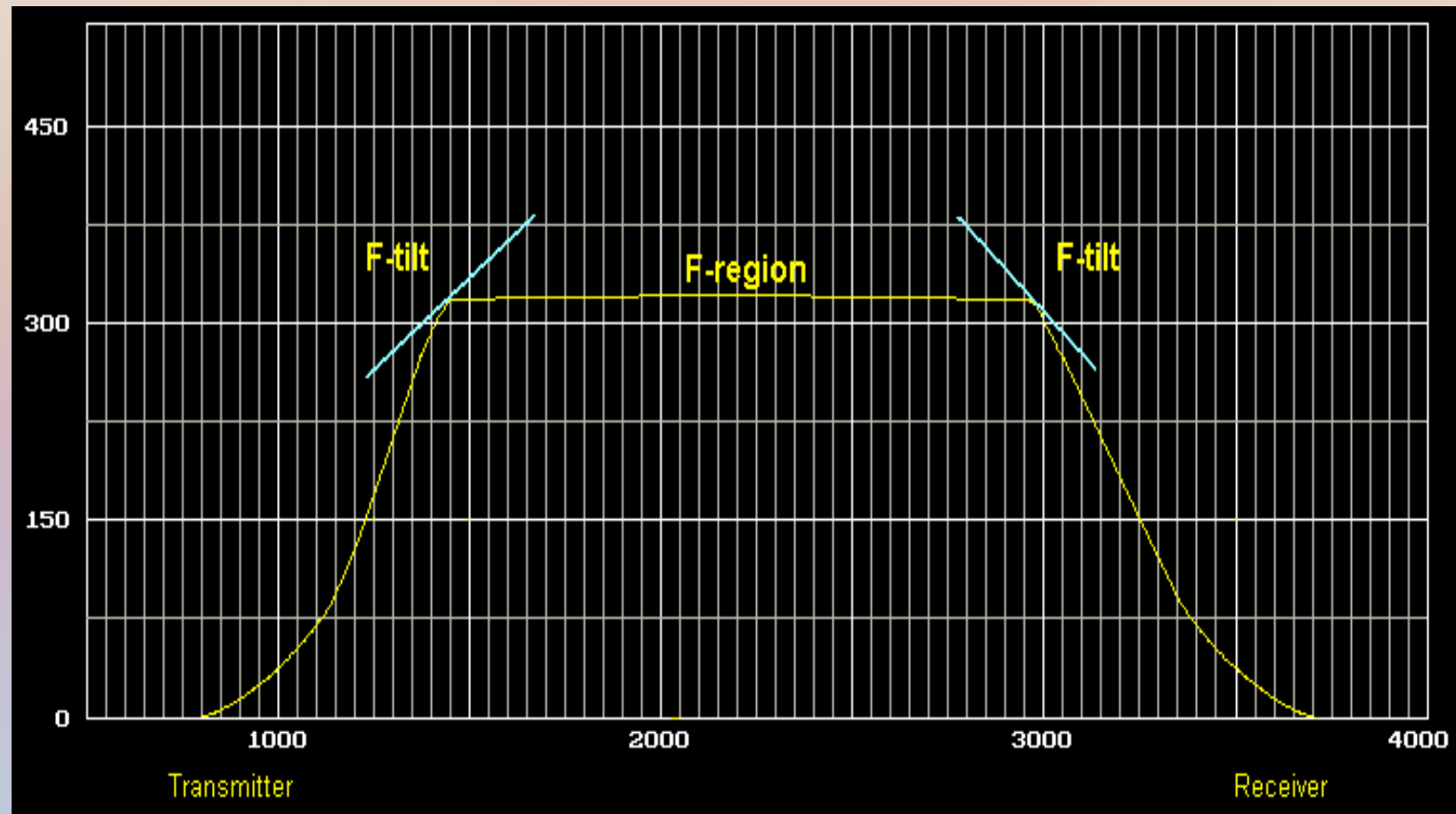
# Soorten propagatie

- F en Es reflectie



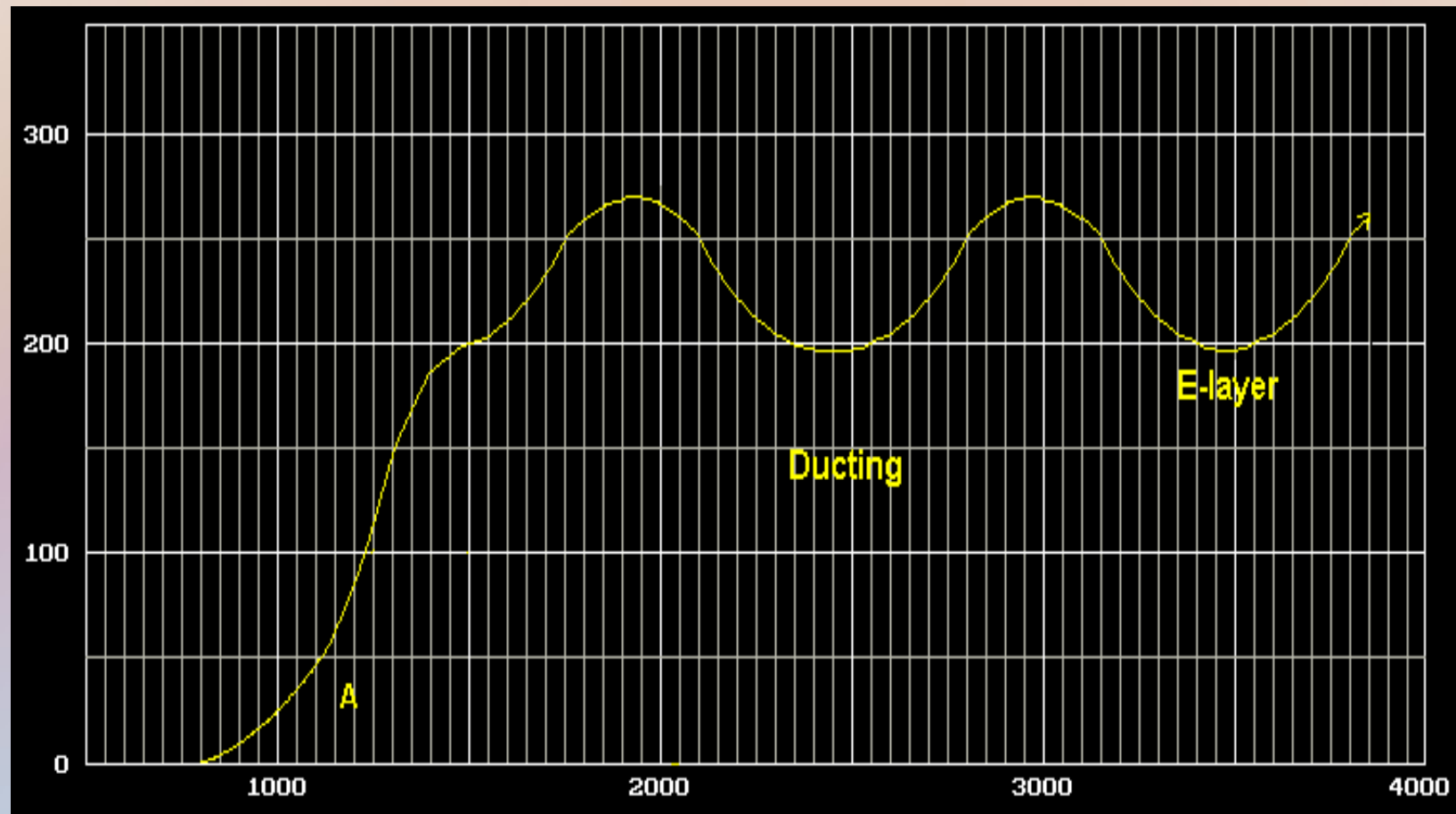
# Soorten propagatie

- Tilting



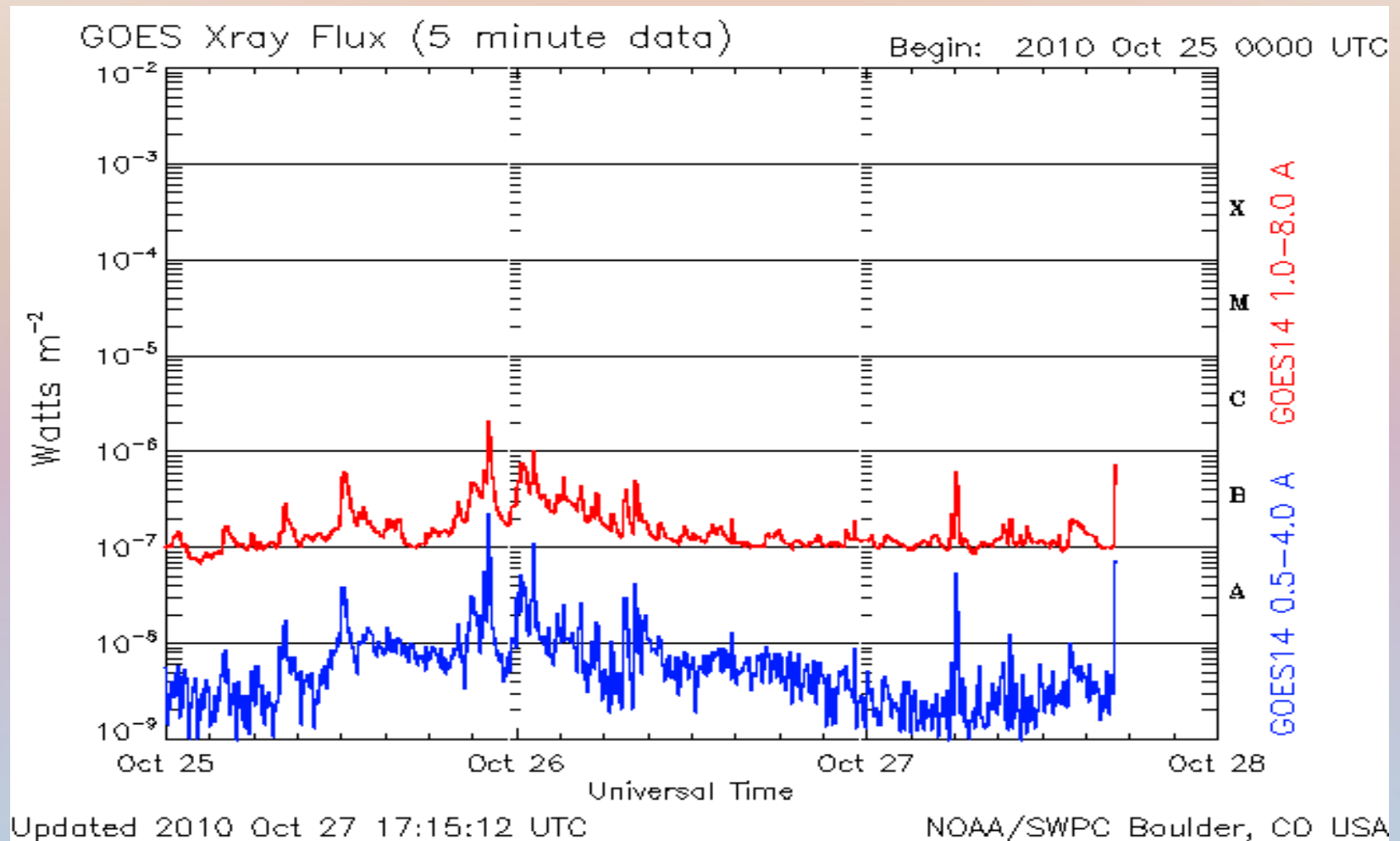
# Soorten propagatie

- Ducting



# Geomagnetische verstoringen I

- A en K indexes

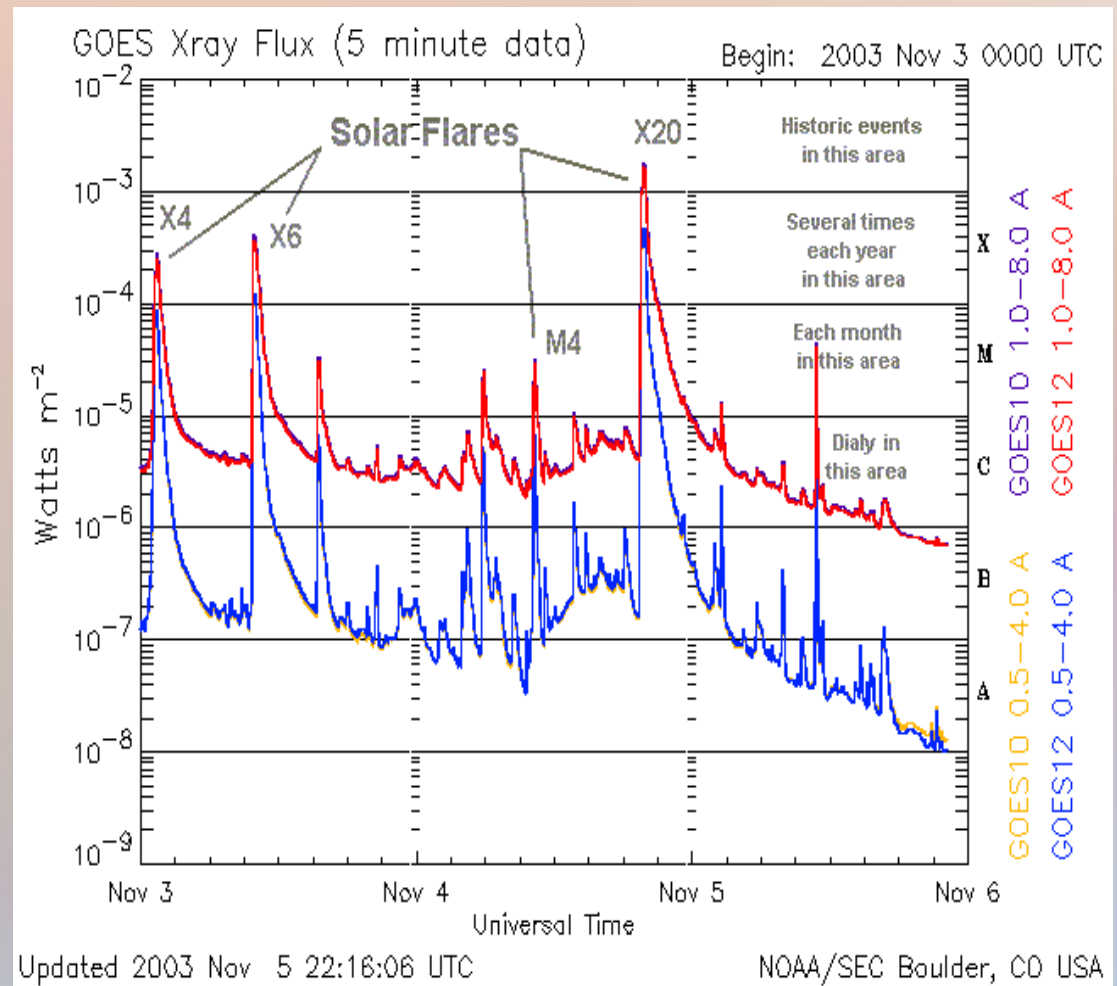


# Geomagnetische verstoringen II

Planetary K Indices	Geomagnetic Storm Level
K = 5	G1 Minor
K = 6	G2 Moderate
K = 7	G3 Strong
K = 8	G4 Severe
K = 9	G5 Extreme
Active : K = 4	K-0 = A-0
Unsettled : K = 3	K-1 = A-3
Quiet : K = 0, 1, 2	K-2 = A-7
	K-3 = A-15
A = 100-400: Severe	K-4 = A-27
A = 50-99 : Major	K-5 = A-48
A = 30-49 : Minor	K-6 = A-80
A = 16-29 : Active	K-7 = A-140
A = 8-15 : Unsettled	K-8 = A-240
A = 0-7 : Quiet	K-9 = A-400

# Geomagnetische verstoringen

- Polar Cap Absorption (PCA)
- Sudden Ionospheric Distortion (SID)
- Aurora Crack





# Aurora crack



# Propagatie programma's

- PropLab Pro
- VOACAP
- HFProp
- VOAProp
- ITS HF Prop
- DX-Atlas + Ionoprobe + HAMCAP

# Demo VOAProp

Vragen ?

# Referenties

- <http://www.astrosurf.com/luxorion/menu-qsl.htm>
- <http://www.voacap.com/index.html>
- <http://www.dxatlas.com/>
- <http://www.g4ilo.com/voaprop.html>
- <http://www.solarham.net/>
- Vademecum 2016
- Electron April 2016
- [http://www.qsl.net/w2vtm/hf\\_solar.html](http://www.qsl.net/w2vtm/hf_solar.html)