

Informacione tehnologije u pomorstvu

III dio

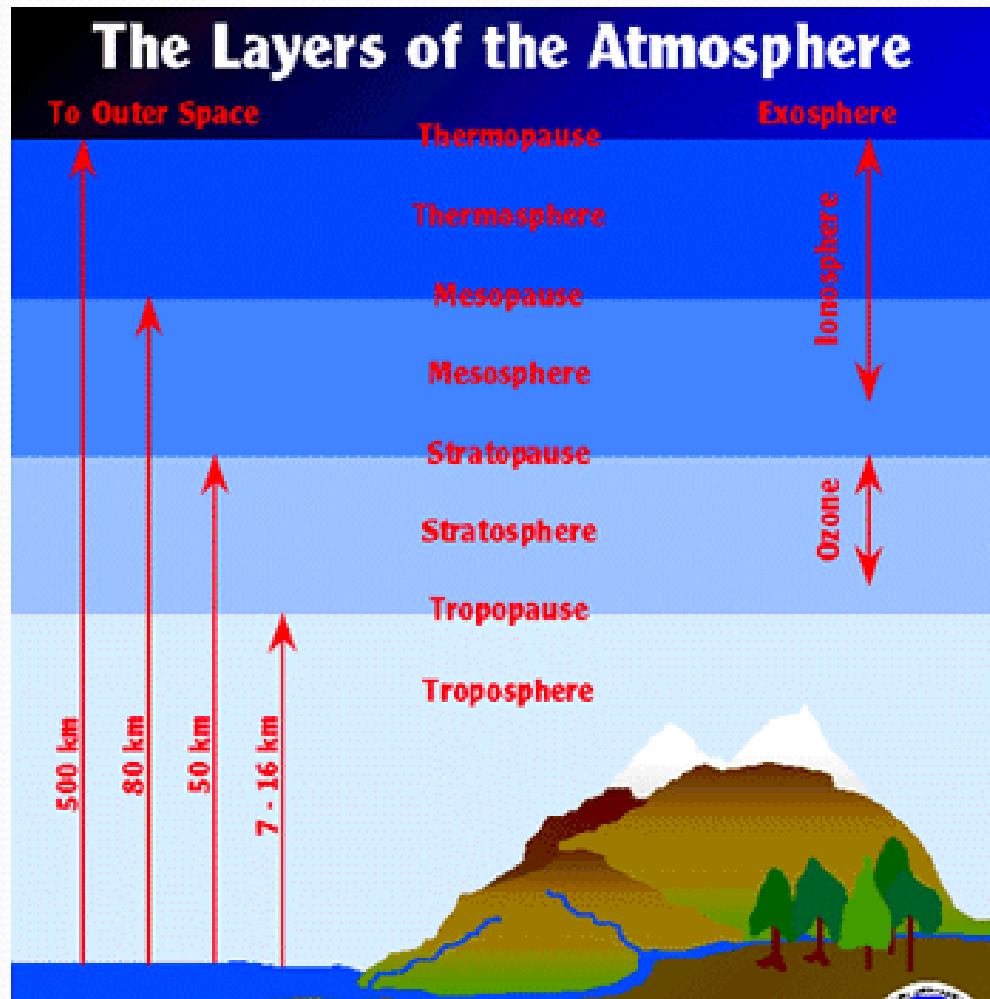
DOC. DR UGLJEŠA UROŠEVIĆ

ugljesa@ucg.ac.me

Univerzitet Crne Gore

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Uticaji atmosfere



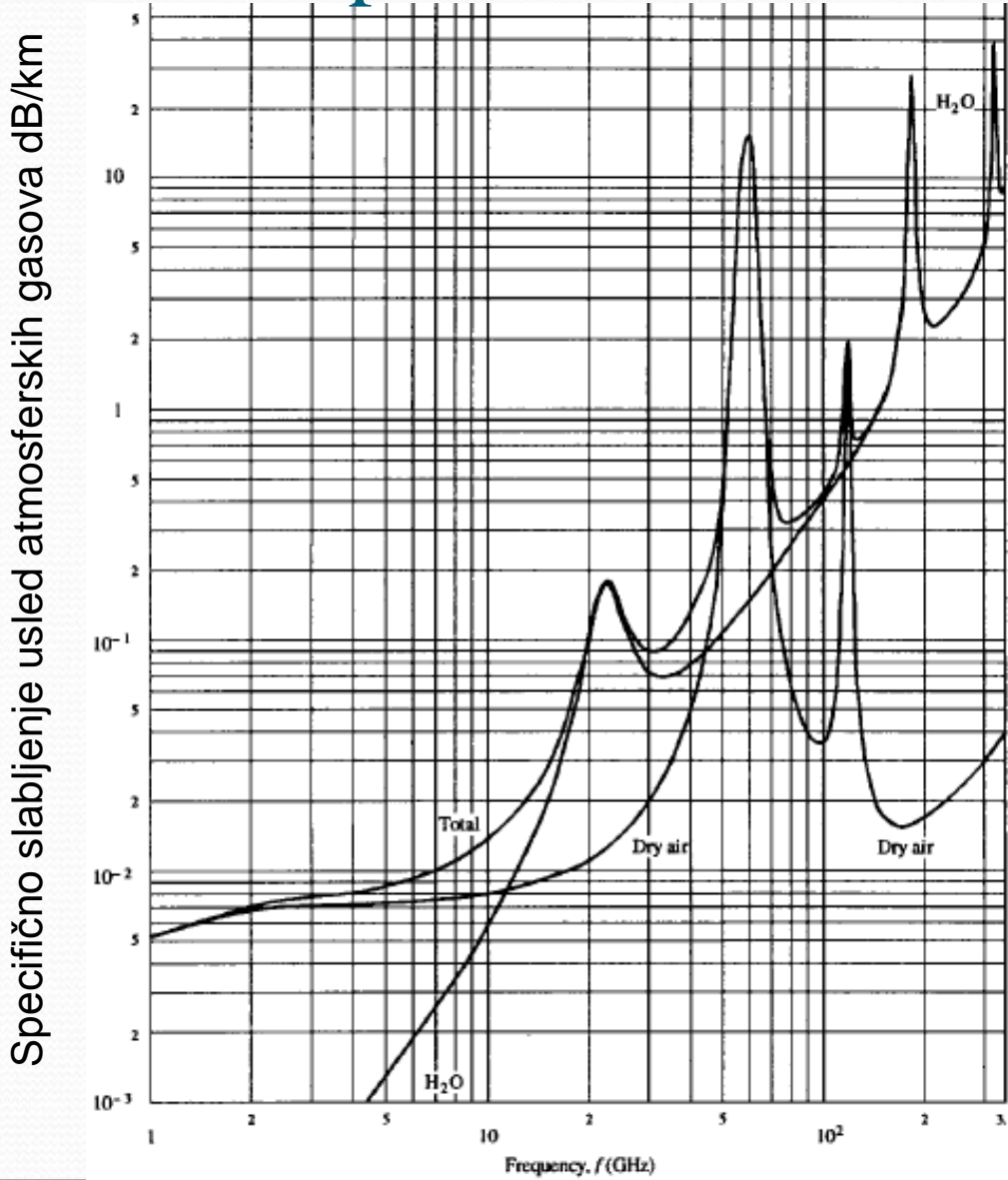
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Efekti troposfere – atmosferski gasovi

- Vodena para i kiseonik (*dry air*) su glavni činioci gasne apsorpcije. Ukupno slabljenje usled atmosferskih gasova se može odrediti sumiranjem slabljenja ove dvije komponente.
- Na frekvencijama ispod 1GHz, uticaj atmosferskih gasova na slabljenje signala se može zanemariti.
- Na frekvencijama iznad 150 GHz, vodena para je dominantan uzrok ukupnog slabljenja signala.
- Pošto je gasna apsorpcija povezana sa temperaturom, pritiskom i vlažnošću, koji su u funkciji nadmorske visine, obično se gasna apsorpcija proračunava u odnosu na standardnu eksponencijalnu atmosferu.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Efekti troposfere – atmosferski gasovi



Pressure: 1 013 hPa
Temperature: 15° C
Water vapour: 7.5 g/m³

↑
standardna
eksponencijalna
atmosfera

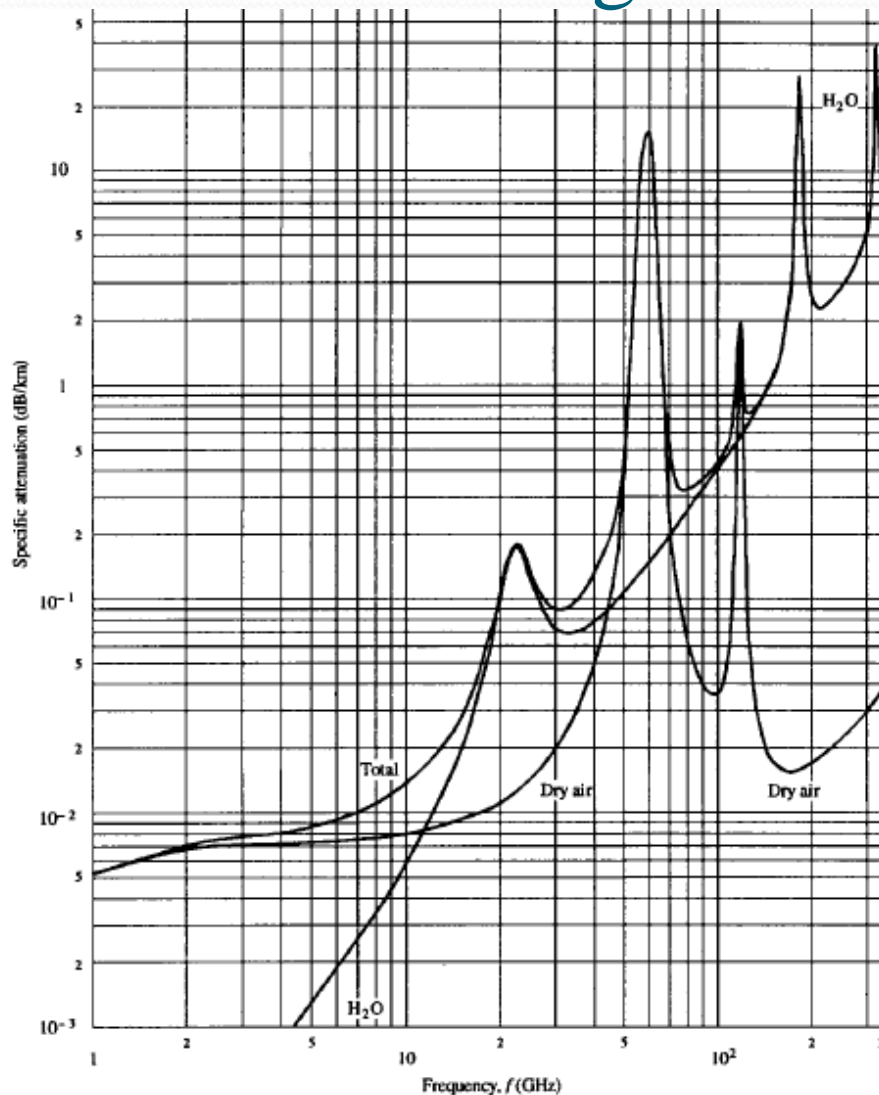
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Efekti troposfere – atmosferski gasovi

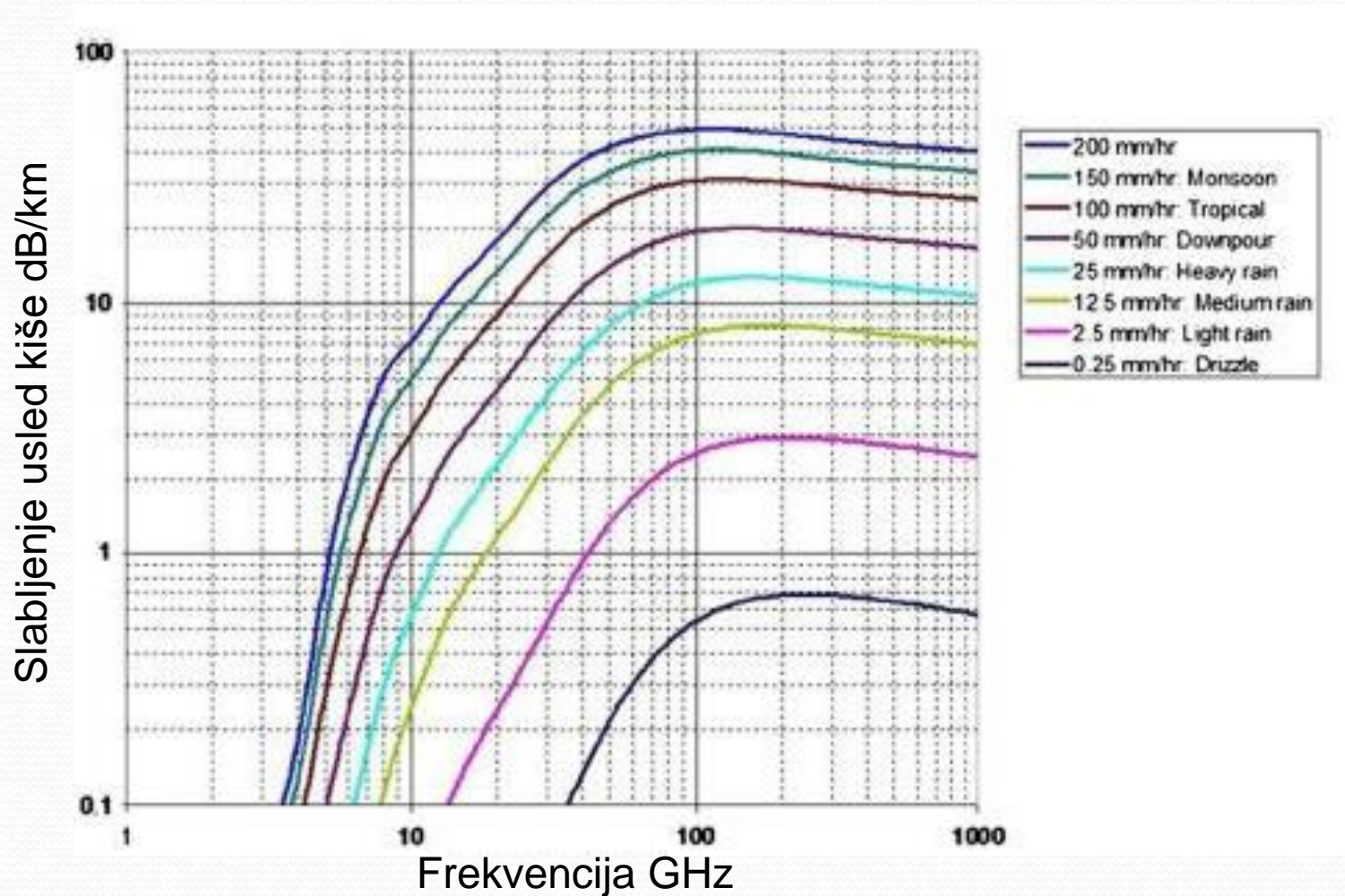
Kiseonik unosi najveće slabljenje u opsegu frekvencija od 50 GHz do 70 GHz, kao i na 118.75 GHz.

Vodena para unosi najveće slabljenje na 22.2GHz, 67.8GHz, 120 GHz, 183.3 GHz i 325 GHz.

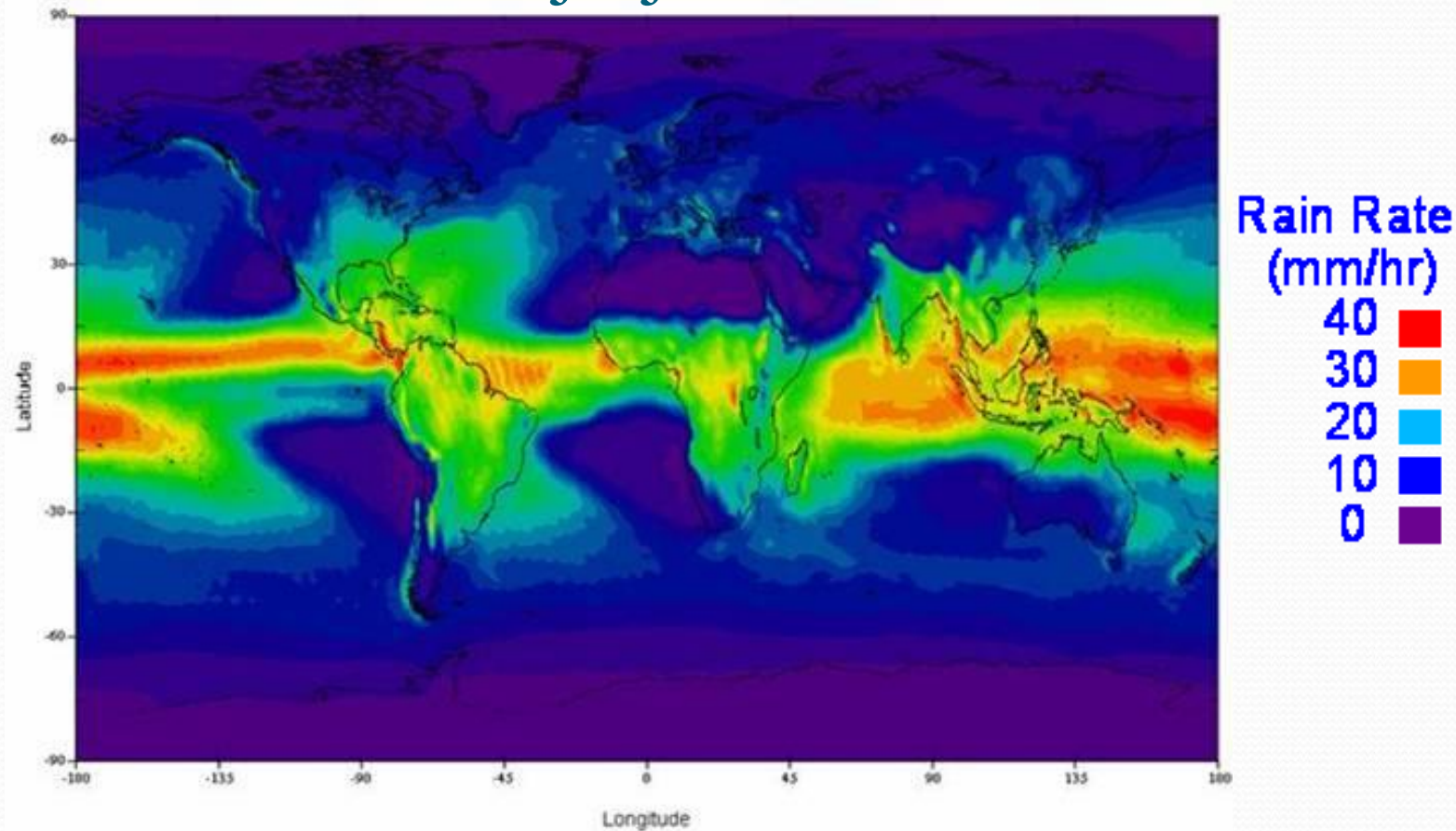
Na frekvencijama iznad 150GHz uticaj kiseonika je zanemarljiv u odnosu na uticaj vodene pare.



Satelitske ICT i navigacione tehnologije slabljenje usled kiše



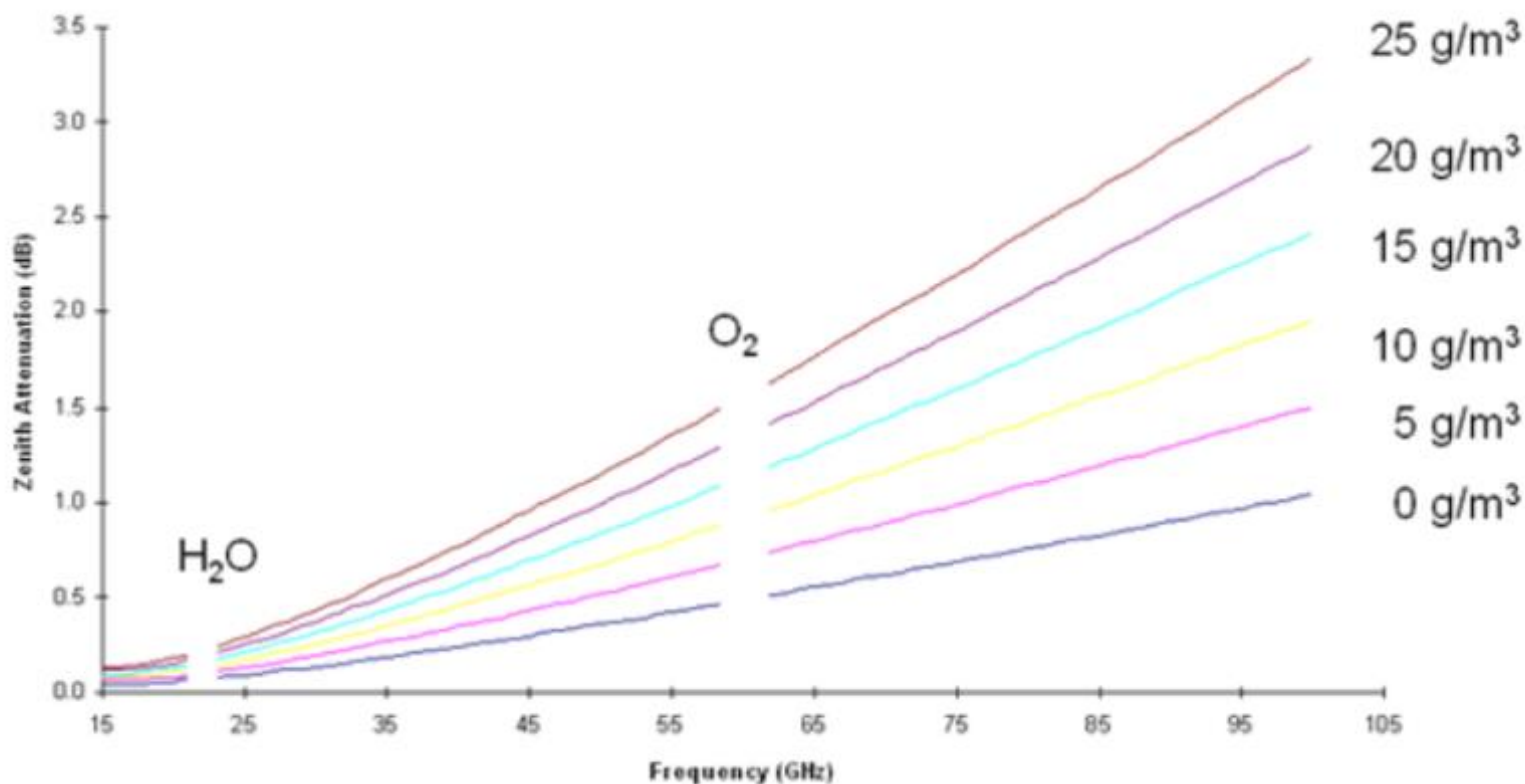
Satelitske ICT i navigacione tehnologije slabljenje usled kiše



Godišnji 0.01% *exceedance rate* za padavine (ITU-R)

Satelitske ICT i navigacione tehnologije uticaj magle i oblaka

- Za sisteme koji funkcionišu ispod 30 GHz, uticaj oblaka i magle na atmosfersko slabljenje se može zanemariti dok iznad 30 GHz ovaj uticaj postaje značajan, ITU-R 840.

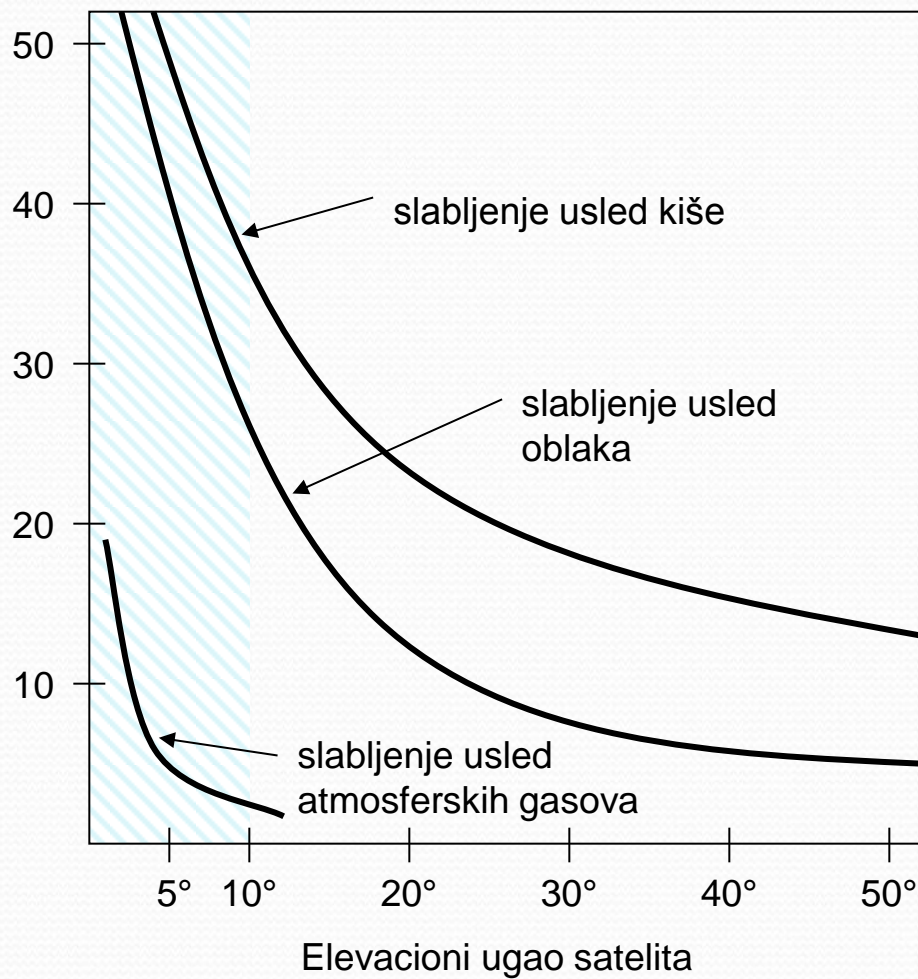


Satelitske ICT i navigacione tehnologije uticaj magle i oblaka



Slabljenje signala u %

Primjer: satelitski sistem, **4-6 GHz**



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Efekti troposfere – scintilacija

- Scintilacija (*Scintillation*) – Za elevacione uglove manje od 10° i za frekvencije u Ku-opsegu i iznad, dolazi do malih, srednje brzih fluktuacija amplitude, faze, upadnog ugla signala, **usled neregularnosti u indeksu refrakcije troposfere**.
- Ove fluktuacije mogu rezultirati u slabljenju signala kao u slučaju *multipath* fadinga.
- Za sisteme koji rade ispod 10 GHz i kod kojih je elevacioni ugao veći od 10° ova pojava je malo vjerovatna.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

ukupno slabljenje signala

- Po ITU preporuci ukupno slabljenje signala u troposferi iznosi:

$$A_T = A_G + \sqrt{(A_R + A_C)^2 + A_S^2}$$

A_T je ukupno slabljenje;

A_R je slabljenje usled kiše;

A_C je slabljenje usled oblaka i magle;

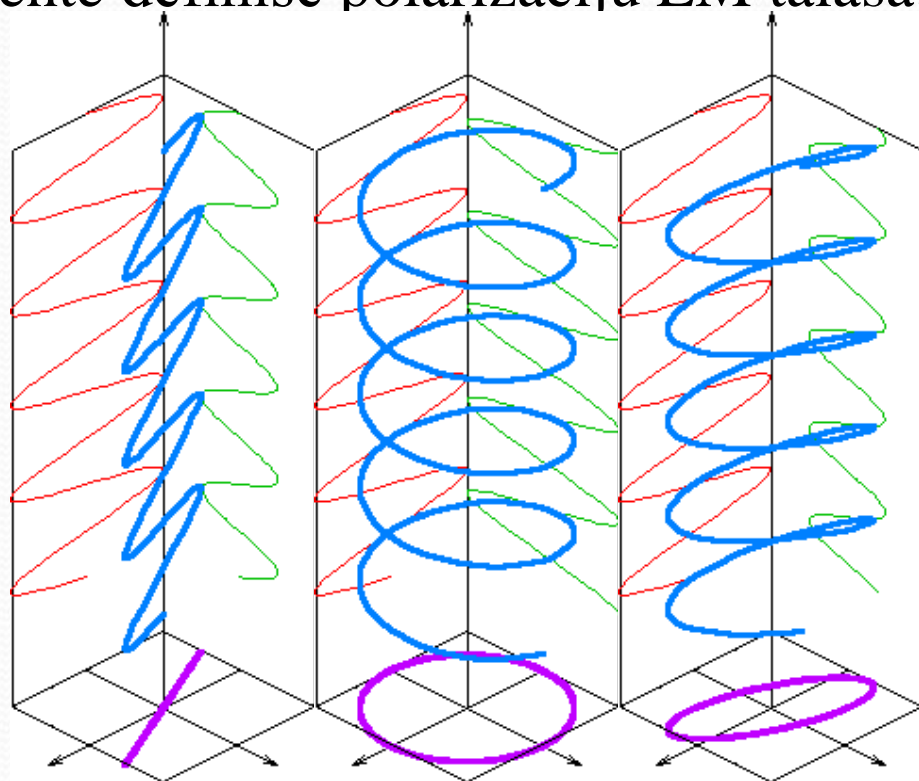
A_G je slabljenje usled vodene pare i kiseonika

A_S je slabljenje usled scintilacije

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

depolarizacija

- EM talas ima dvije komponente: električnu i magnetnu, koje su ortogonalne. Po konvenciji orijentacija električne komponente definiše polarizaciju EM talasa.



Linearna polarizacija

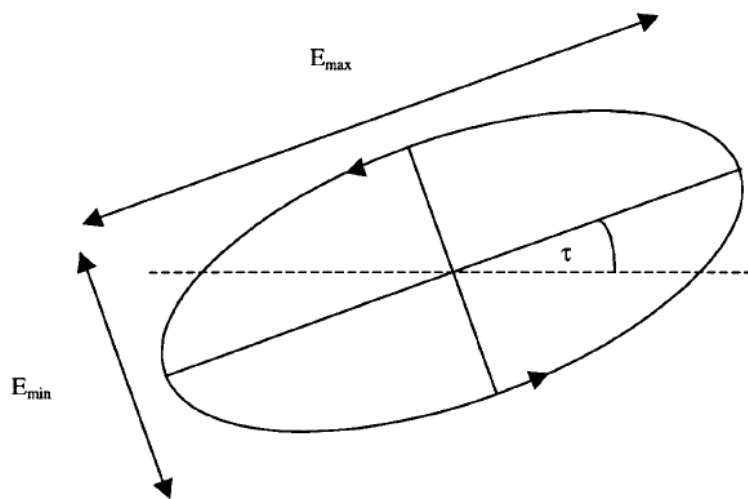
Kružna polarizacija

Eliptična polarizacija

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

depolarizacija

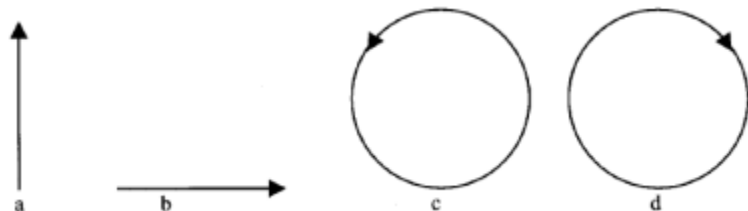
- EM talas ima dvije komponente: električnu i magnetnu, koje su ortogonalne. Po konvenciji orijentacija električne komponente definiše polarizaciju EM talasa.



Generalizovani eliptični oblik talasa

- (a) vertikalna polarizacija,
- (b) horizontalna polarizacija,
- (c) lijevo orijentisana cirkularna polarizacija,
- (d) desno orijentisana cirkularna polarizacija.

Smjer kretanja talasa je normalan na dati presjek



Aksijalni odnos E_{max}/E_{min}

$$A_{XR} = 20 \log \left(\frac{E_{max}}{E_{min}} \right) \text{ dB}$$

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

depolarizacija

- U satelitskim komunikacijama se koriste četiri tipa polarizacije: vertikalna linearna polarizacija, horizontalna linearna polarizacija, lijevo orijentisana cirkularna polarizacija (LHCP) i desno orijentisana cirkularna polarizacija (RHCP).
- Horizontalna i vertikalna polarizacija se definišu prema horizontu, dok se lijevo orijentisana cirkularna polarizacija i desno orijentisana cirkularna polarizacija određuju rotacijom suprotnom u odnosu na kazaljku na časovniku odnosno rotacijom u skladu sa kazaljkom posmatrano od strane antene u smjeru propagacije.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

depolarizacija

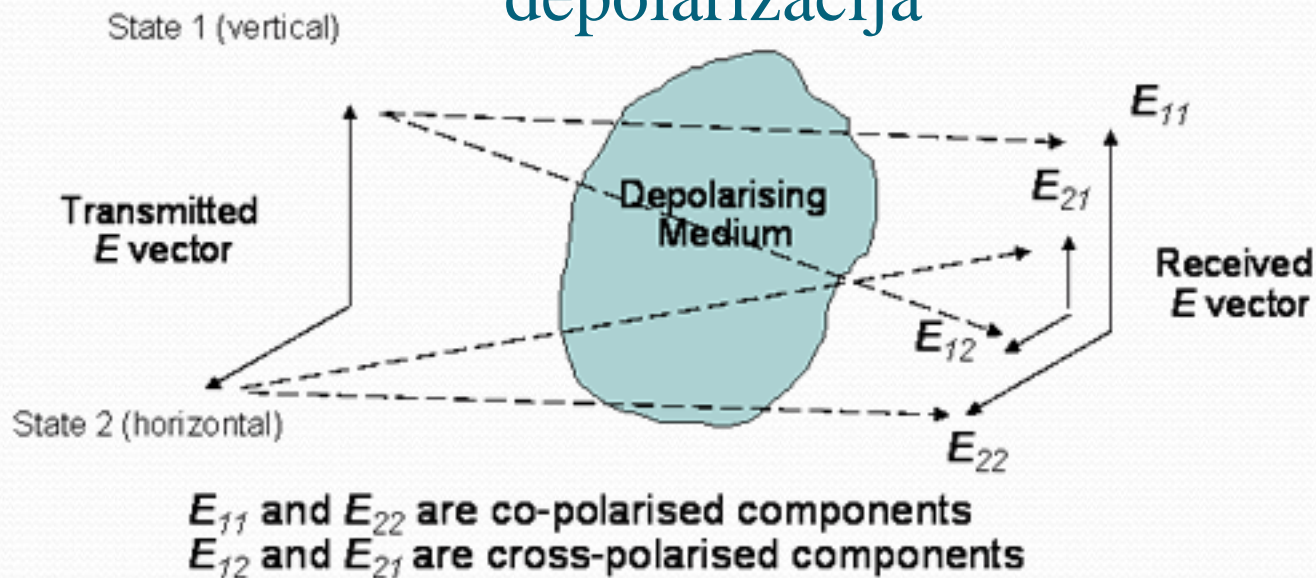
- LHCP i RHCP su ortogonalne kao i vertikalna i horizontalna polarizacija. Tako antena koja je predviđena da prima horizontalno polarizovan talas ne može primati vertikalno polarizovan talas i obratno. Slično, antena koja je predviđena da prima LHCP talas ne može da prima RHCP talas i obratno.
- Ova osobina omogućava separaciju *beam*-ova koji se emituju u istom frekvencijskom opsegu ali sa ortogonalnim polarizacijama. U praksi, polarizovani talas će sadržati i željenu polarizaciju kao i neželjenu komponentu ortogonalne polarizacije. Bitan parametar je XPD (*cross polar discrimination*):

$$\text{XPD} = 20 \log \left| \frac{E_{\text{CP}}}{E_{\text{XP}}} \right| \text{ dB}$$

gdje je E_{CP} intenzitet prijemnog kopolarizovanog električnog polja,
dok je E_{XP} intenzitet prijemnog kros polarizovanog električnog polja

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

depolarizacija



$$\text{XPD} = 20 \log \left| \frac{E_{xx}}{E_{xy}} \right| \quad \text{XPI} = 20 \log \left| \frac{E_{xx}}{E_{yx}} \right|$$

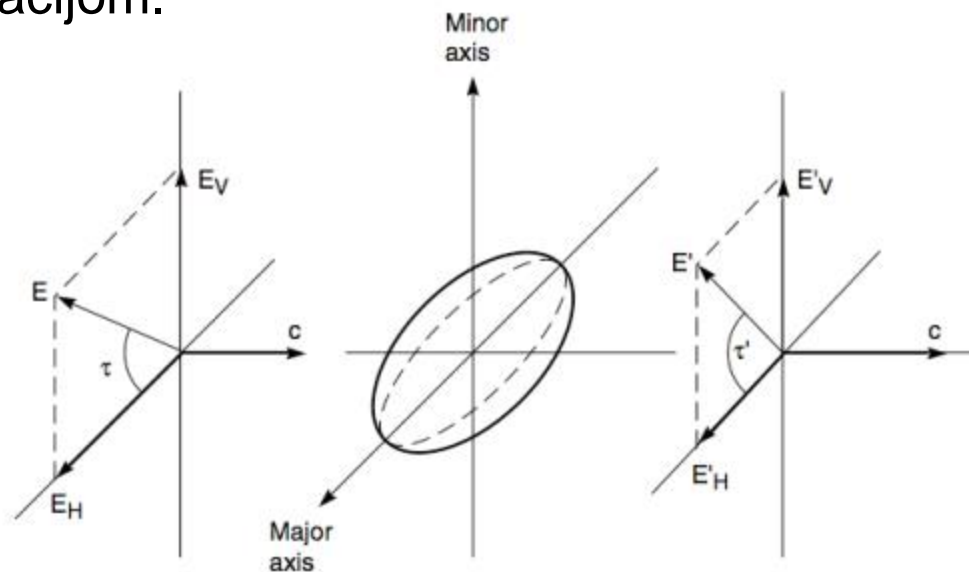
XPD - *Cross Polar Discrimination*

XPI - *Cross Polar Isolation*

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

depolarizacija

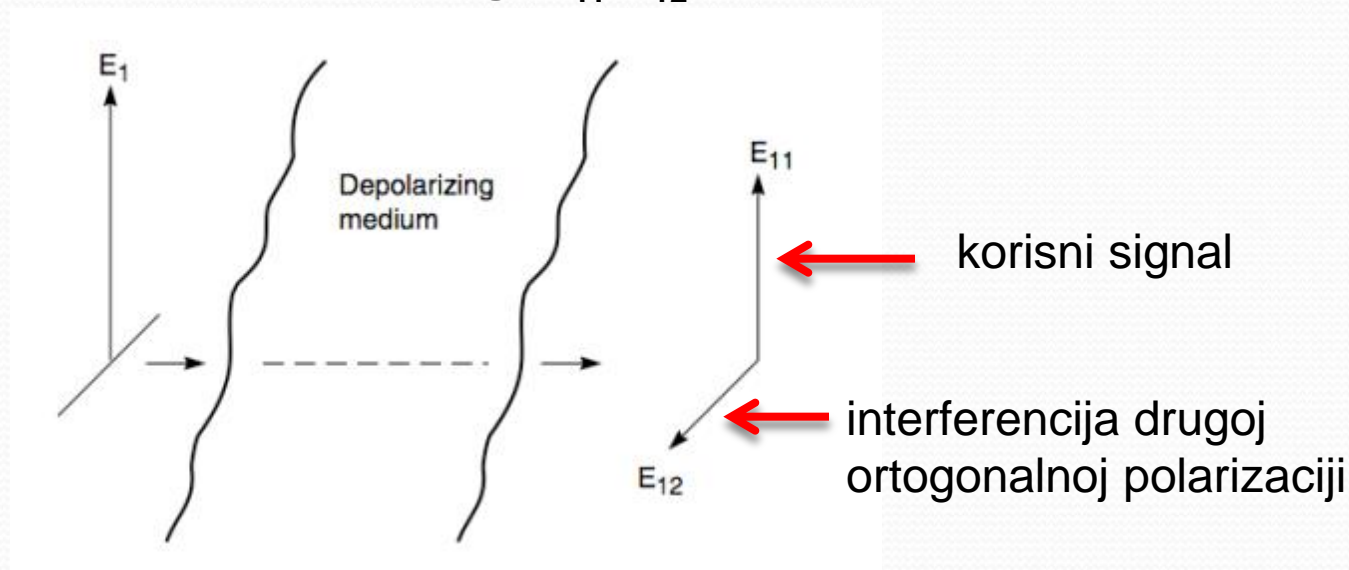
- Depolarizacija zbog kiše:
Pošto kišne kapi nisu perfektnog sfernog oblika, dok polarizovani talas polazi kroz njih, jedna električna komponenta talasa će proći kraćom putanjom kroz kapi u odnosu na drugu ortogonalnu električnu komponentu. Postojeće razlika u slabljenju i faznom pomjeraju dvije ortogonalne električne komponente, što rezultuje depolarizacijom.



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

depolarizacija

$$\text{XPD} = 20 \log (E_{11}/E_{12})$$



Cirkularna polarizacija se može koristiti da bi se umanjio uticaj depolarizacije.

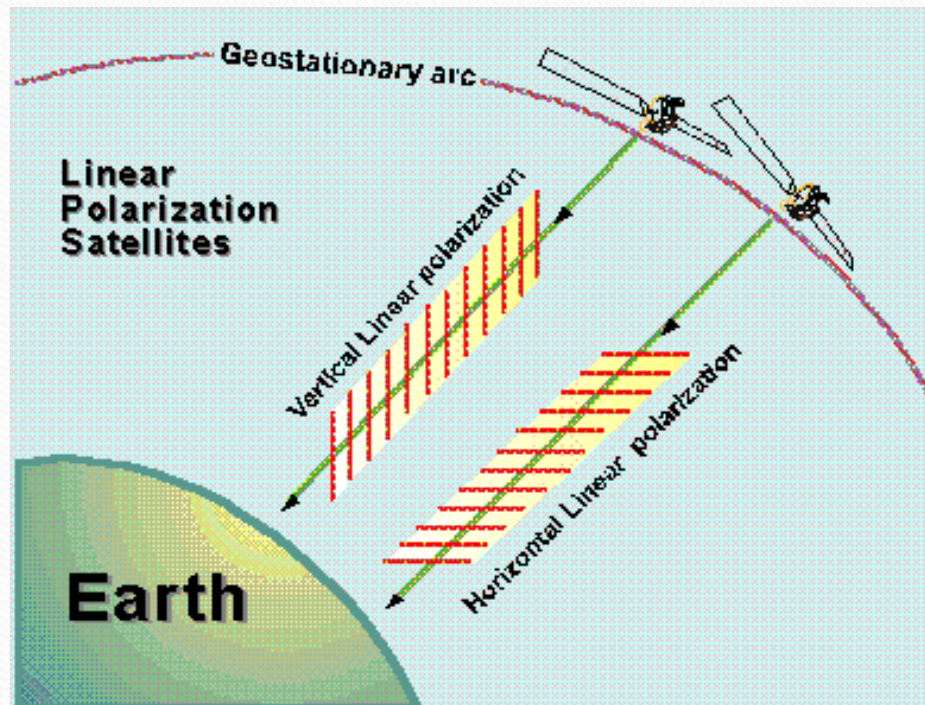
U slučaju primjene linearne polarizacije koristi se *polarisation tracking* oprema na antenama.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

depolarizacija

Često se primjenjuju naizmjenično vertikalna i horizontalna polarizacija.

Smanjuje se interferencija između kanala sa istim frekvencijskim opsezima, susjednih satelita ili beam-ova, što omogućava manju prostorno i ugaonu separaciju .



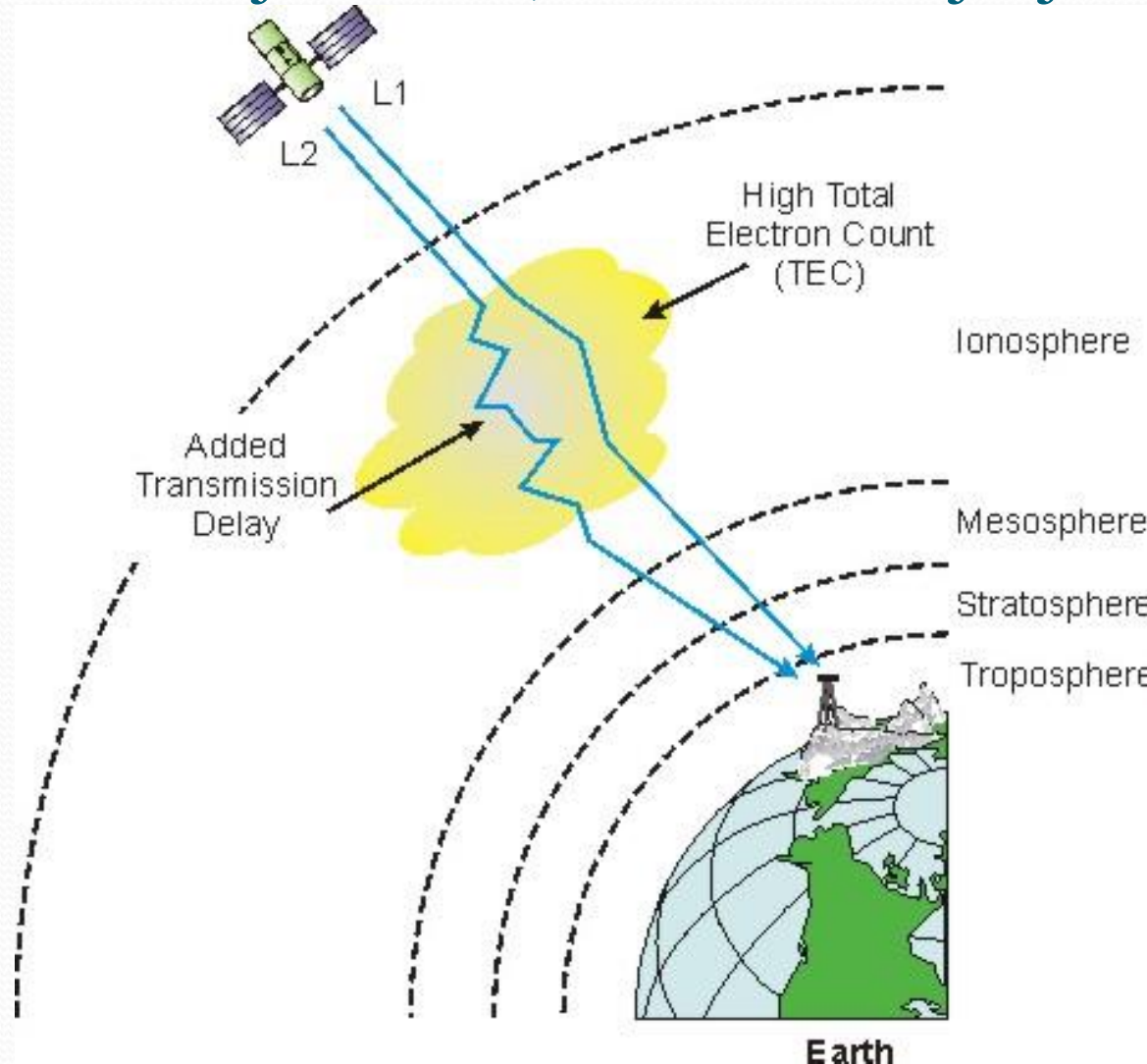
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

efekti jonosfere

- Značajni su na frekvencijama do 10 GHz a posebno za negeostacionarne satelite koji funkcionišu do 3 GHz.
- TEC (*The total electron content*) akumulacija kroz jonosferu rezultuje u rotaciji linearne polarizacije signala kao i u dodatnom kašnjenju pored propagacionog kašnjenja.
- Ovo kašnjenje se naziva grupno kašnjenje, dok je rotacija linearne polarizacije signala poznata kao *Faraday*-eva rotacija.
- *Faraday*-eva rotacija se može kompenzovati podešavanjem polarizacionog tilt ugla na zemaljskoj stanici.

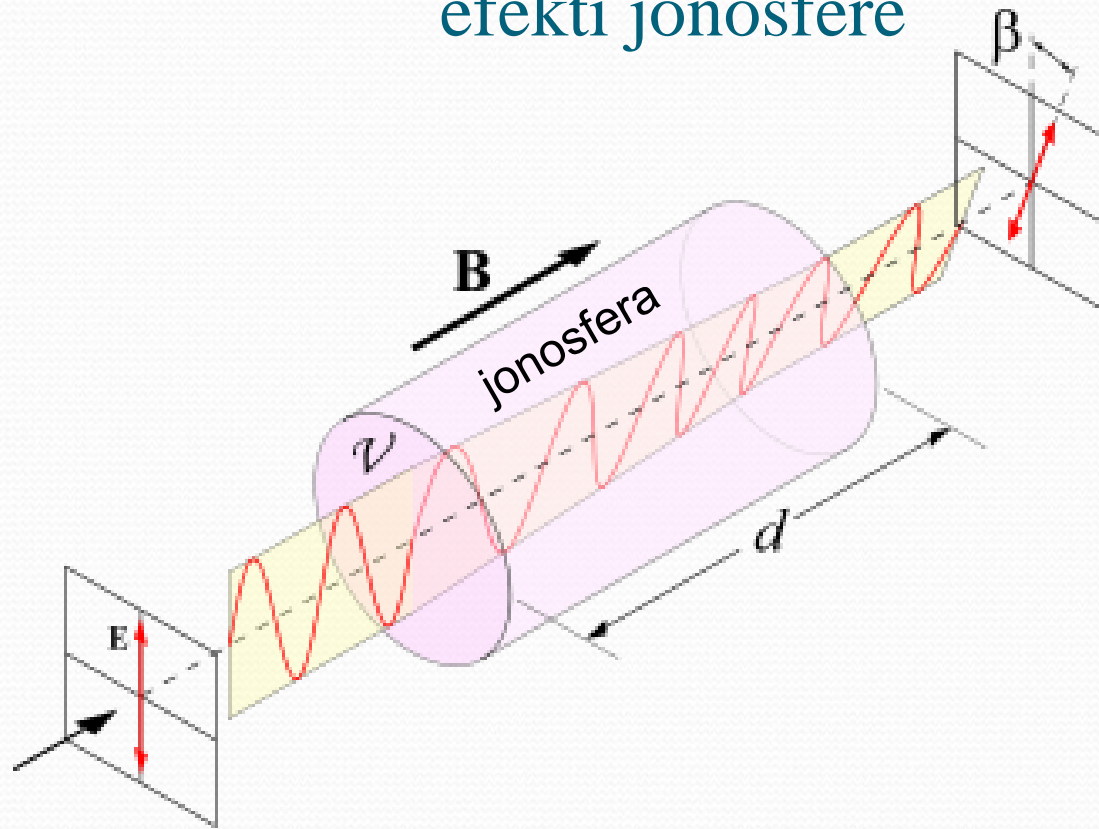
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

efekti jonosfere, dodatno kašnjenje



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

efekti jonosfere



Faraday-eva rotacija

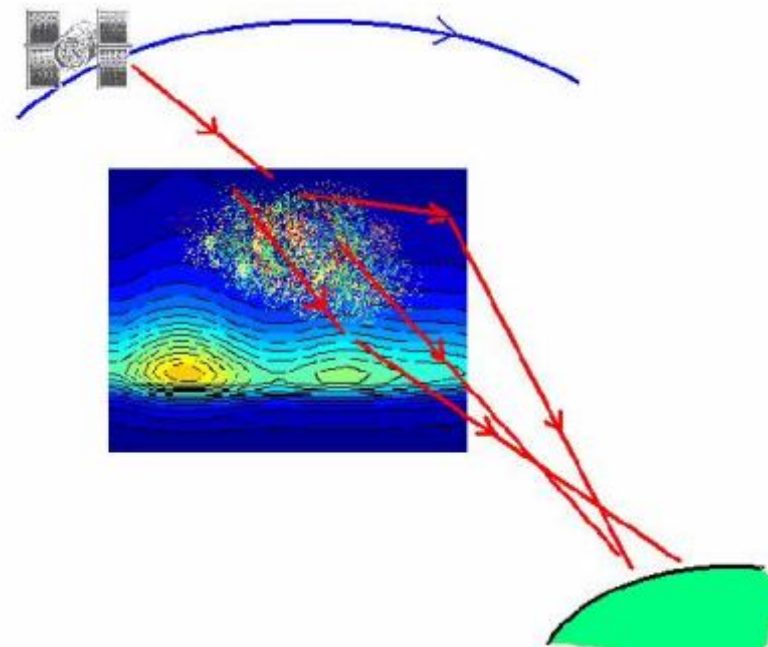
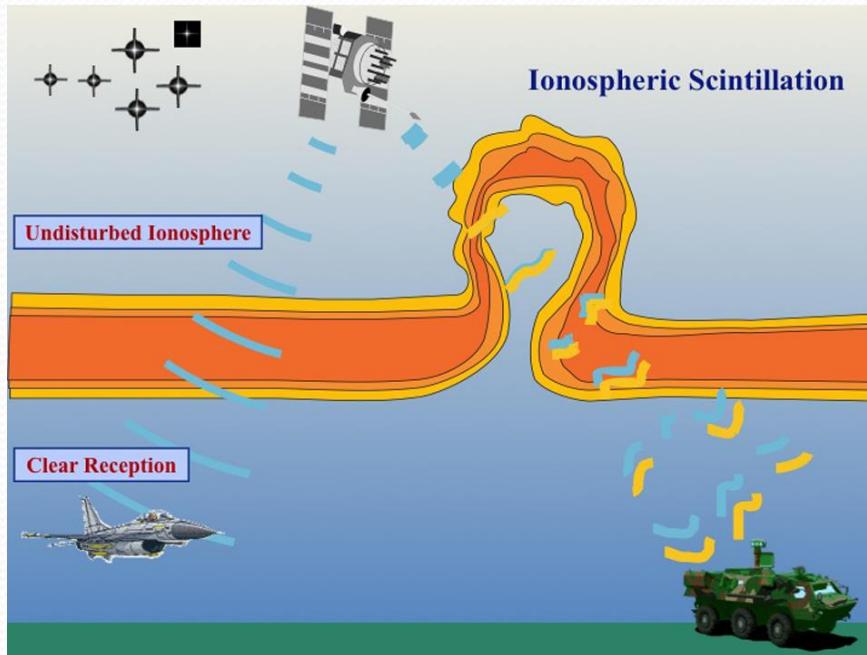
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

efekti jonosfere - scintilacija

- Jonosferska scintilacija je uzrokovana neregularnostima u gustini elektrona u jonosferi. Značajna je za frekvencije ispod 1GHz.
- Takođe zavisi od lokacije, godišnjeg doba, solarne aktivnosti i lokalnog vremena. Područja blizu Arktičkog polarnog regiona i područja Ekvatorijalnog regiona, $\pm 20^\circ$ geografske širine, su naročito podložni uticaju scintilacije. Maksimalna uticaj je tokom noći, pri čemu traje od u intervalu od 30 minuta do nekoliko sati.

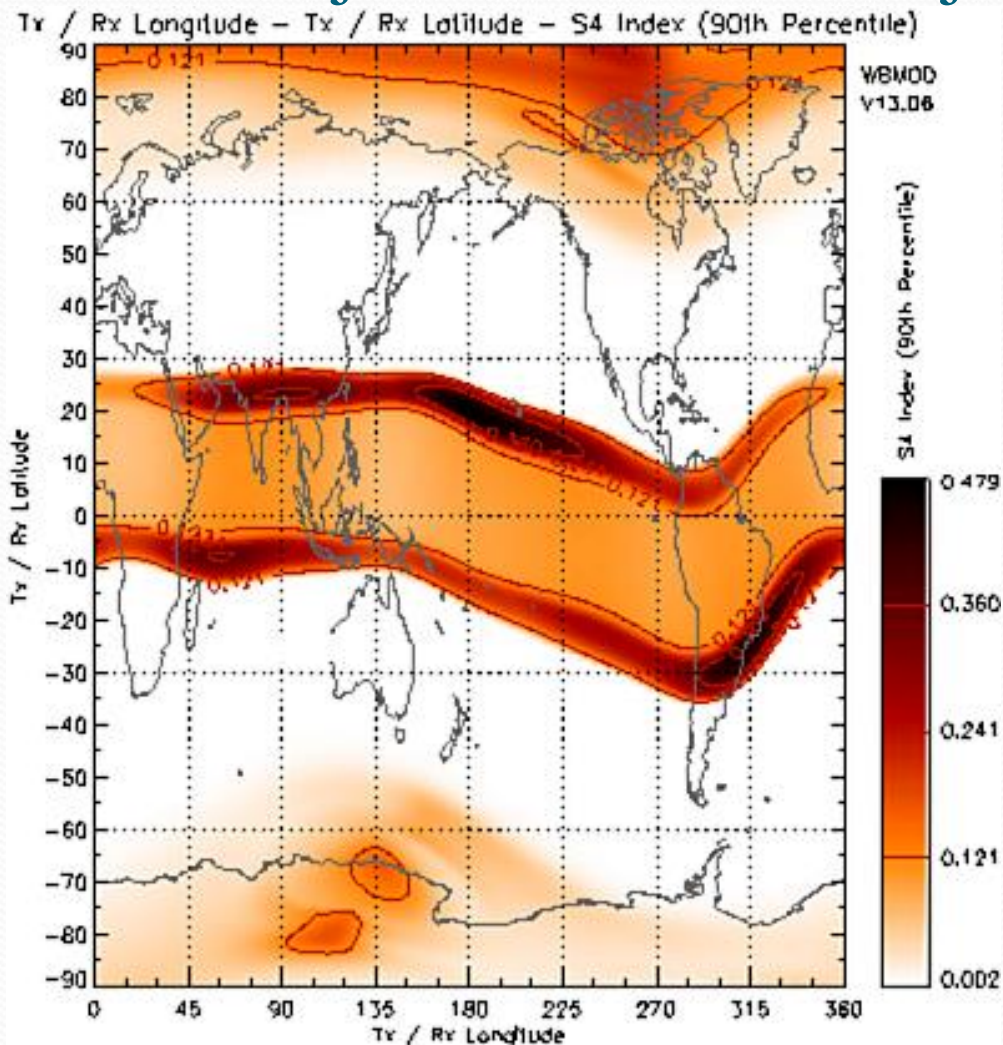
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

efekti jonosfere - scintilacija



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

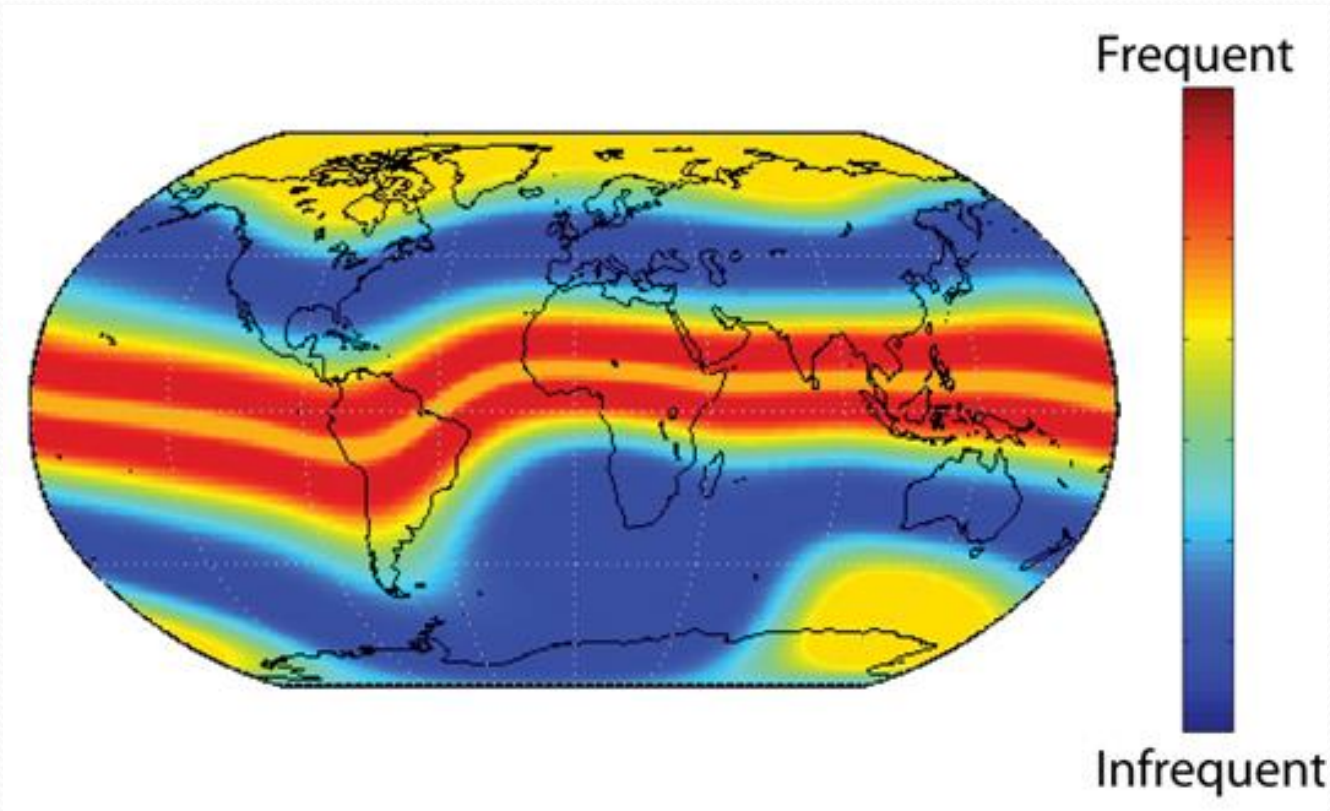
efekti jonosfere - scintilacija



Index scintilacije - GPS (1575.42MHz), lokalno vrijeme (23:00) na svim meridijanima

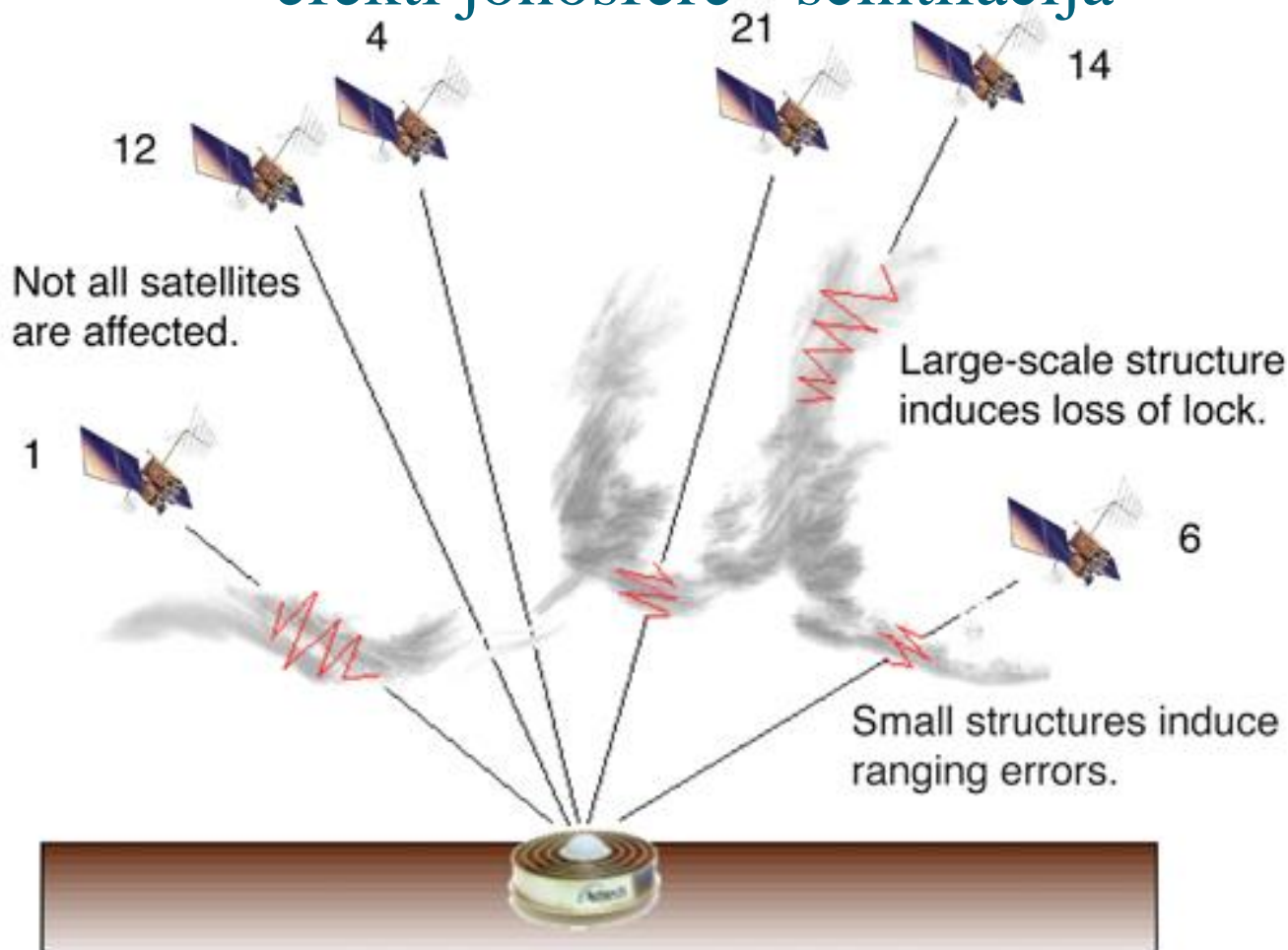
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

efekti jonosfere - scintilacija



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

efekti jonosfere - scintilacija



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

efekti jonosfere - scintilacija

