

16. Zemeljsko ozračje

Zrak pogosto obravnavamo povsem enako kot prazen prostor (vakuum), ki za radijsko valovanje nima dielektričnih $\epsilon \approx \epsilon_0$ lastnosti niti feromagnetnih $\mu \approx \mu_0$ lastnosti niti izgub $\gamma \approx 0$.

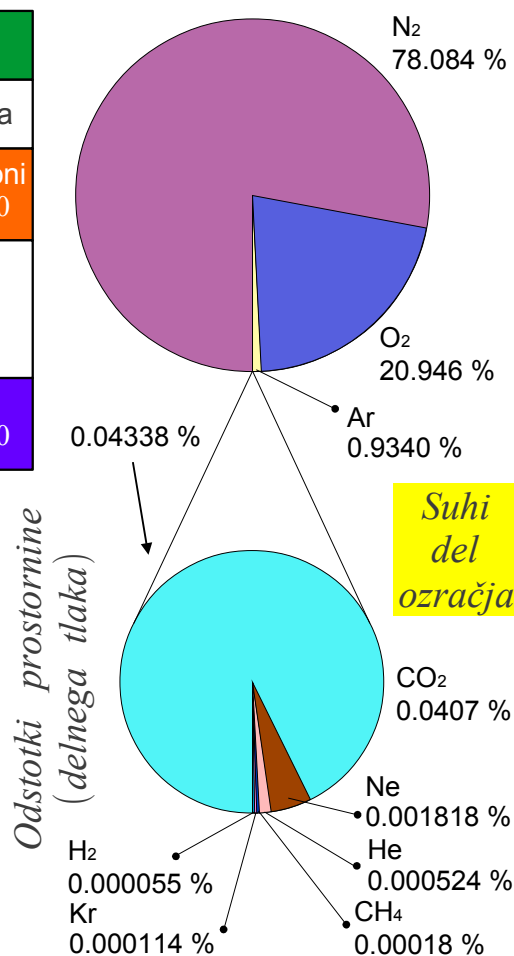
Plast ozračja	Višina h	Temperatura	EM učinek
Eksosfera	>700km	$dT/dh \approx 0$	Praznina vesolja
Termosfera	80km–700km	$dT/dh > 0$	Ionosfera elektroni $\epsilon_r(\omega) < 1$ $\gamma(\omega) > 0$
Mezosfera	50km–80km	$dT/dh < 0$	Brez večjega učinka (O_3)
Stratosfera	12km–50km	$dT/dh > 0$	
Troposfera	0–12km	$dT/dh < 0$	Nevtralni plini $\epsilon_r(\omega) > 1$ $\gamma(\omega) > 0$

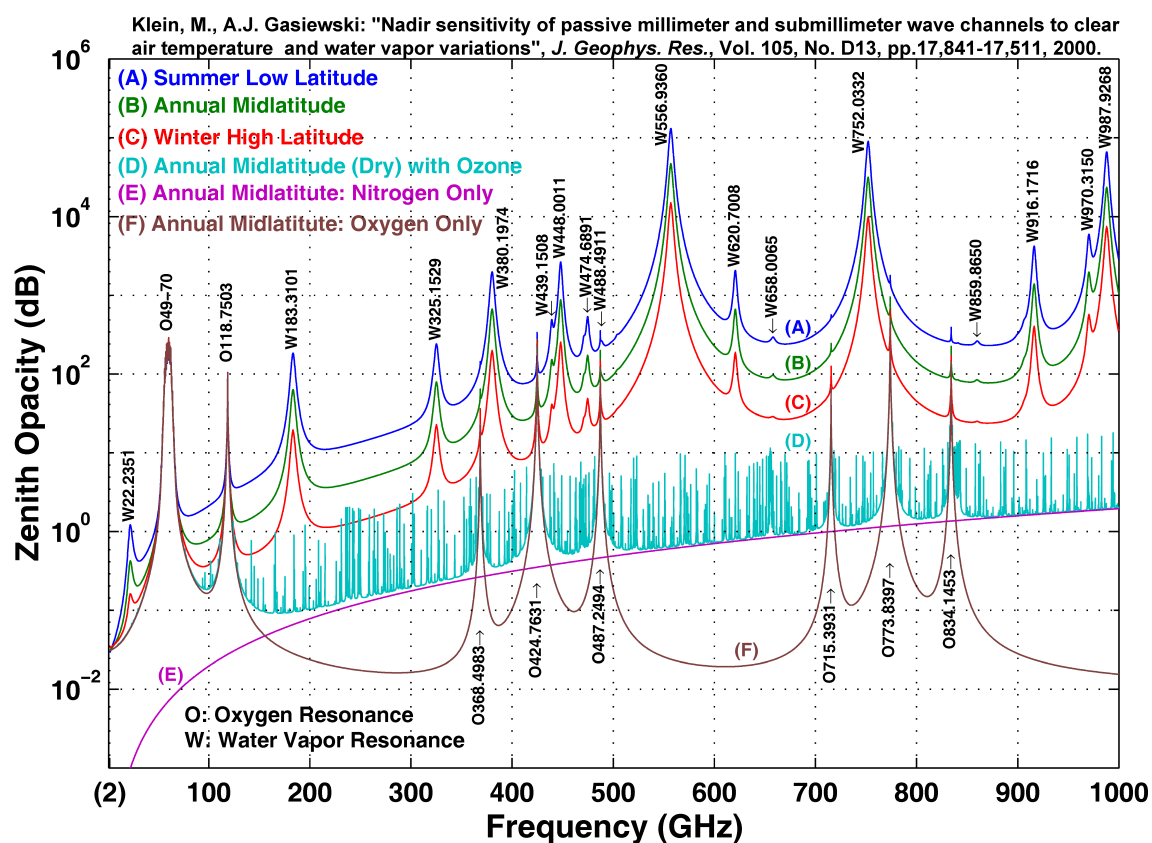
Mokri del ozračja

0.4 % vodne pare v povprečju
1 % vodne pare ob gladini morja
5 % vodne pare v vročih tropskih krajih

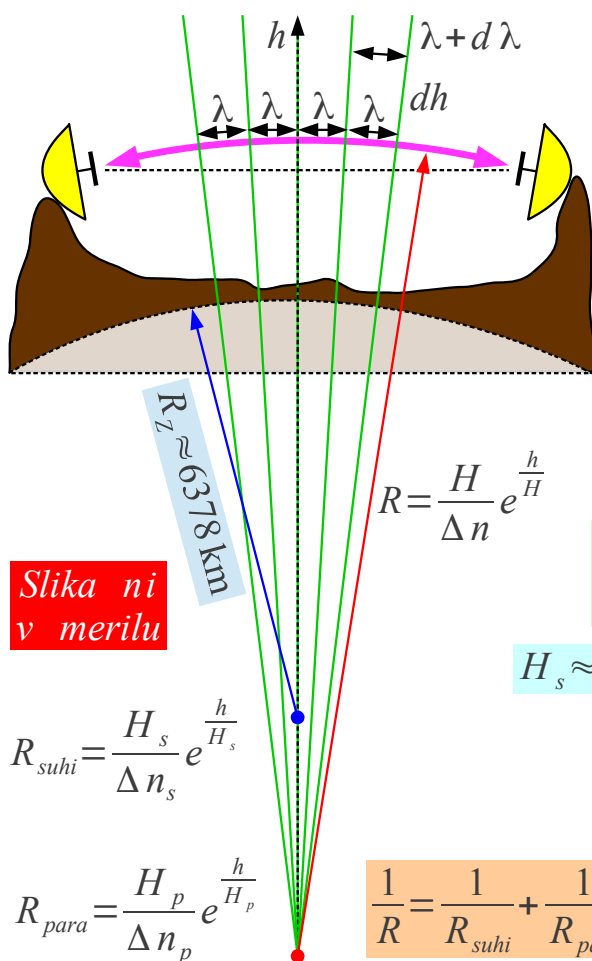
vsebnost vodne pare hitro upada s temperaturo/višino

Sestava zemeljskega ozračja





Zenitno slabljenje zemeljskega ozračja



Lom radijskih valov v troposferi

Dobro premešano ozračje

$$n(h) = \sqrt{\epsilon_r(h)} \approx 1 + \Delta n e^{-\frac{h}{H}}$$

Suhi del

$$H_s \approx \begin{cases} 9\text{km} & \text{poleti} \\ 8\text{km} & \text{pozimi} \end{cases}$$

$$\Delta n_s \approx \begin{cases} 0.0003 & \text{radio} \\ 0.00015 & \text{vidna svetloba} \end{cases}$$

Podobni trikotniki $\frac{\lambda}{R} = \frac{\lambda + d\lambda}{R + dh} = \frac{d\lambda}{dh}$

$$\lambda(h) = \frac{\lambda_0}{n(h)} \rightarrow \frac{d\lambda}{dh} = -\frac{\lambda_0}{n^2} \frac{dn}{dh} \approx \lambda \frac{\Delta n}{H} e^{-\frac{h}{H}}$$

$$H_s \approx 8.5\text{km} \rightarrow R_{\text{suhi}}(h=0) \approx 28333\text{km} \text{ (radio)}$$

Upoštevanje vodne pare $H_p \approx 1.5\text{km}$

$$n(h) \approx 1 + \Delta n_s e^{-\frac{h}{H_s}} + \Delta n_p e^{-\frac{h}{H_p}}$$

$$R_{\text{suhi}} = \frac{H_s}{\Delta n_s} e^{\frac{h}{H_s}}$$

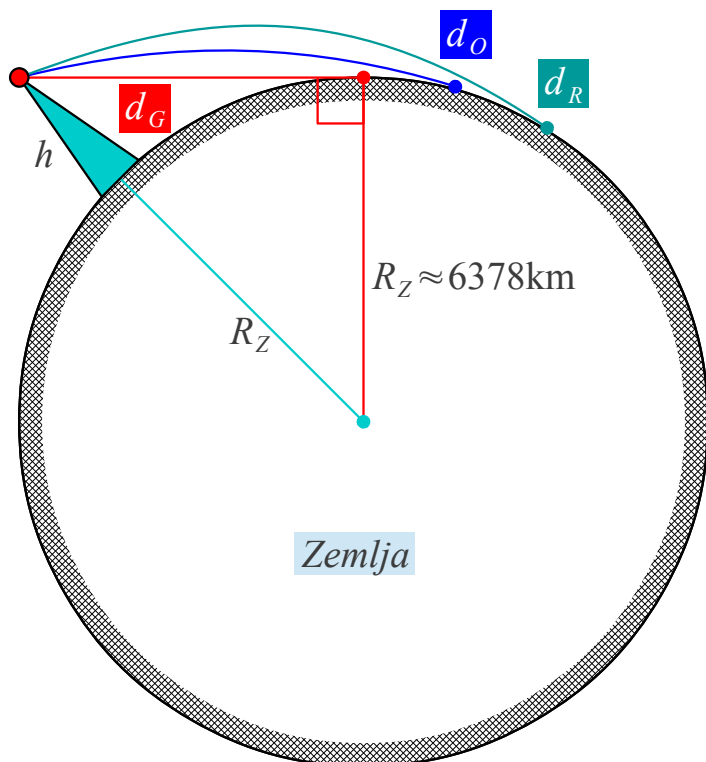
$$R_{\text{para}} = \frac{H_p}{\Delta n_p} e^{\frac{h}{H_p}}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{\text{suhi}}} + \frac{1}{R_{\text{para}}}$$

$$R(h=0) \approx \begin{cases} 25000\text{km} & \text{radio} \\ 50000\text{km} & \text{vidna svetloba} \end{cases}$$

Slika ni
v merilu

Ozračje $n(h)$



Geometrijska, optična in radijska vidljivost

$$R \approx \begin{bmatrix} 25000 \text{ km} & \text{radio} \\ 50000 \text{ km} & \text{vidna svetloba} \end{bmatrix}$$

Odštevanje ukrivljenosti

$$\frac{1}{R_{\text{eff}}} = \frac{1}{R_Z} - \frac{1}{R}$$

$$R_{\text{eff}} \approx \begin{bmatrix} 8562 \text{ km} & \text{radio} \\ 7310 \text{ km} & \text{vidna svetloba} \end{bmatrix}$$

$$K = \frac{R_{\text{eff}}}{R_Z} \approx \frac{4}{3} \quad (\text{radio})$$

Geometrijska vidljivost

$$d_G = \sqrt{(R_Z + h)^2 - R_Z^2} \approx \sqrt{2 R_Z h}$$

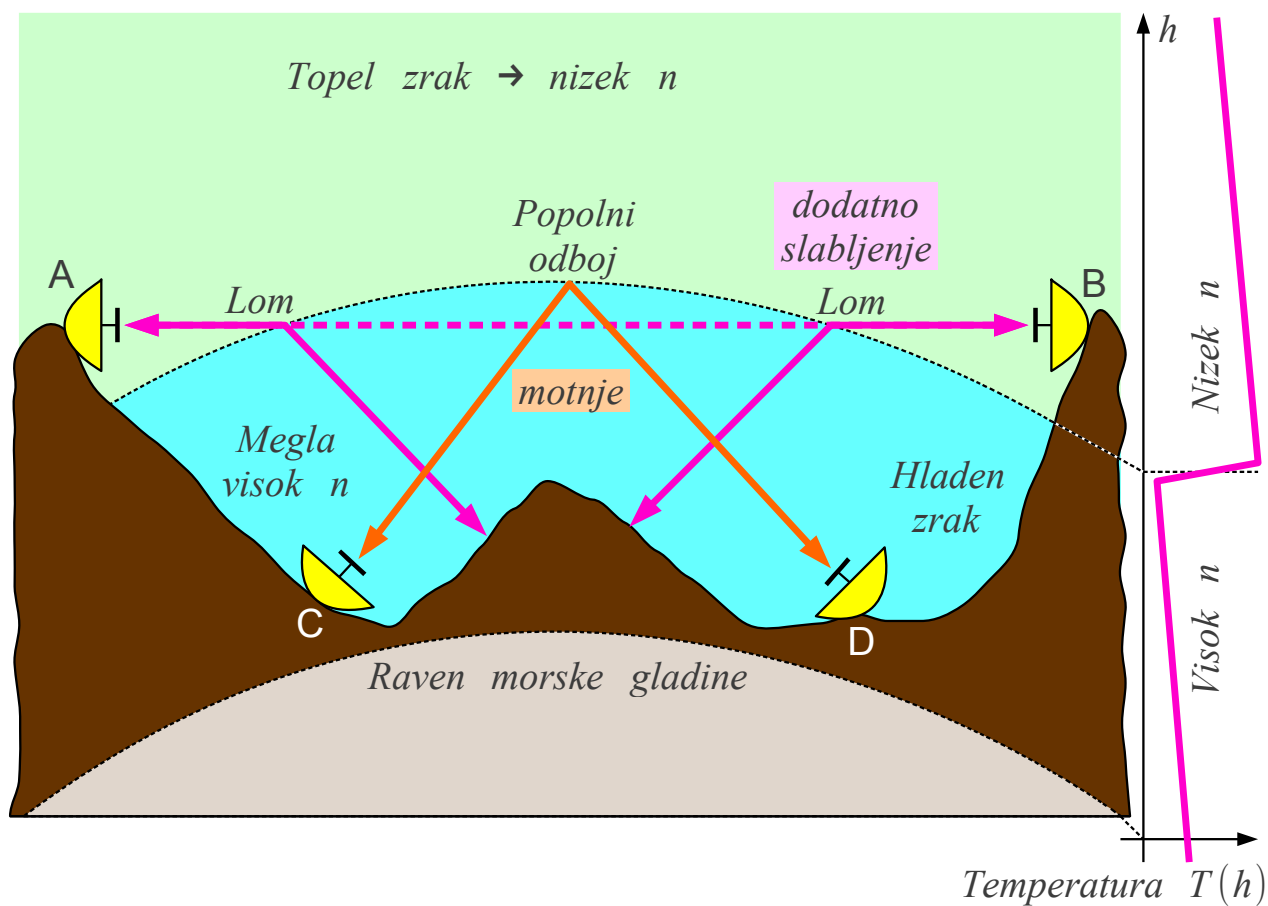
$$\text{Zgled } h = 100 \text{ m} \rightarrow d_G \approx 35.7 \text{ km}$$

Optična/radijska vidljivost

$$d = \sqrt{(R_{\text{eff}} + h)^2 - R_{\text{eff}}^2} \approx \sqrt{2 R_{\text{eff}} h}$$

$$\text{Zgled } h = 100 \text{ m} \rightarrow$$

$$d \approx \begin{bmatrix} 41.4 \text{ km} & \text{radio} \\ 38.2 \text{ km} & \text{vidna svetloba} \end{bmatrix}$$



* * * * *