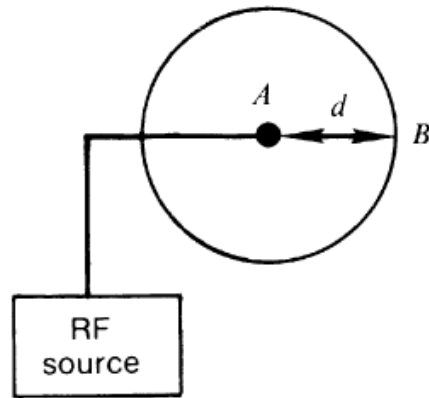


PROPAGASI

REF : Freeman

Redaman Ruang Bebas



Sumber titik radiator isotropis A terletak di pusat bola

Gain antenna $g = 1$ kali = 0 dB

$$\text{Kepadatan daya} = \frac{P_T}{4\pi d^2}$$

Daya diterima antenna dgn luas permukaan efektif A_R terletak pada permukaan bola :

$$P_R = \frac{P_T \cdot A_R}{4\pi d^2}$$

Antena pemancar memiliki luas permukaan efektif A_T

yg arah radiasinya dikonsentrasikan pada sudut ruang (berkas) memiliki penguatan terhadap antenna isotropis :

$$g_T = \frac{4\pi A_T}{\lambda^2}$$

$$P_R = P_T \left(\frac{4\pi A_T}{\lambda^2} \right) \left(\frac{A_R}{4\pi d^2} \right)$$

$$P_R = P_T \left(\frac{4\pi A_T}{\lambda^2} \right) \left(\frac{4\pi A_R}{\lambda^2} \right) \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2$$

$$P_R = P_T g_T g_R \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2$$

$$10 \log \left(\frac{P_T}{P_R} \right) = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) - 10 \log g_T - 10 \log g_R$$

Rugi2 Ruang Bebas :

$$FSL_{(dB)} = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) = 21,98 + 20 \log \left(\frac{d}{\lambda} \right)$$

$$FSL_{(dB)} = 32,45 + 20 \log D_{(Km)} + 20 \log f_{MHz}$$

Kuat Medan

ITU R rekomendasi P525-2 utk menghitung kuat medan rms diterima :

$$E_{(V/m)} = \sqrt{30 p_{(Watt)} / D_{(m)}}$$

p : EIRP

D : jarak suatu titik terhadap pemancar

Dlm satuan praktis (utk polarisasi linier)

$$E_{(mV/m)} = 173 \sqrt{P_{(Kw)} / D_{(Km)}}$$

Hitung kuat medan E jika EIRP = 100 W dan D = 10 Km ?

Propagasi gel radio

- Refleksi – terjadi jika sinyal mengenai suatu bidang yg luas permukaannya relative lebih besar dibanding panjang gel sinyal
- Difraksi – terjadi pada ujung benda yg tidak dapat ditembus oleh sinyal dimana benda tsb relative lebih besar jika dibanding panjang gelombang sinyal.
- Hamburan – terjadi jika sinyal mengenai suatu objek yang lebih kecil dibanding panjang gel sinyal
- Pembiasan – terjadi jika sinyal merambat pada 2 media yang berbeda karakteristik/indeks biasnya. (μ, ϵ)

Efek Atmosfir terhadap Propagasi

Gel radio yg merambat di atmosfer yg indeks biasanya tidak homogen mengalami pembiasan shg melengkung.

Gas² di atmosfer akan menyerap dan menghamburkan energy radio yg merupakan fungsi frekuensi dan ketinggiannya.

Efek indeks bias terhadap kelengkungan berkas gelombang

Faktor K mrpk faktor skala utk kuantisasi kelengkung lintasan gelombang yg dieimisikan.

Faktor K diasumsikan tetap untuk suatu lintasan tertentu.

Sebagian besar kasus komunikasi tidak dibatasi propagasi LOS, tetapi bias 15 % ($K = 1,33$) diatas horizon optic

Pada atmosfer tidak terionisasi gas², molekul air → konstanta dielektrik lebih besar → gel radio menjalar lebih lambat.

Suhu, tekanan dan kelembaban udara makin tinggi makin berkurang → Konstanta dielektrik makin rendah → gel radio menjalar makin cepat.

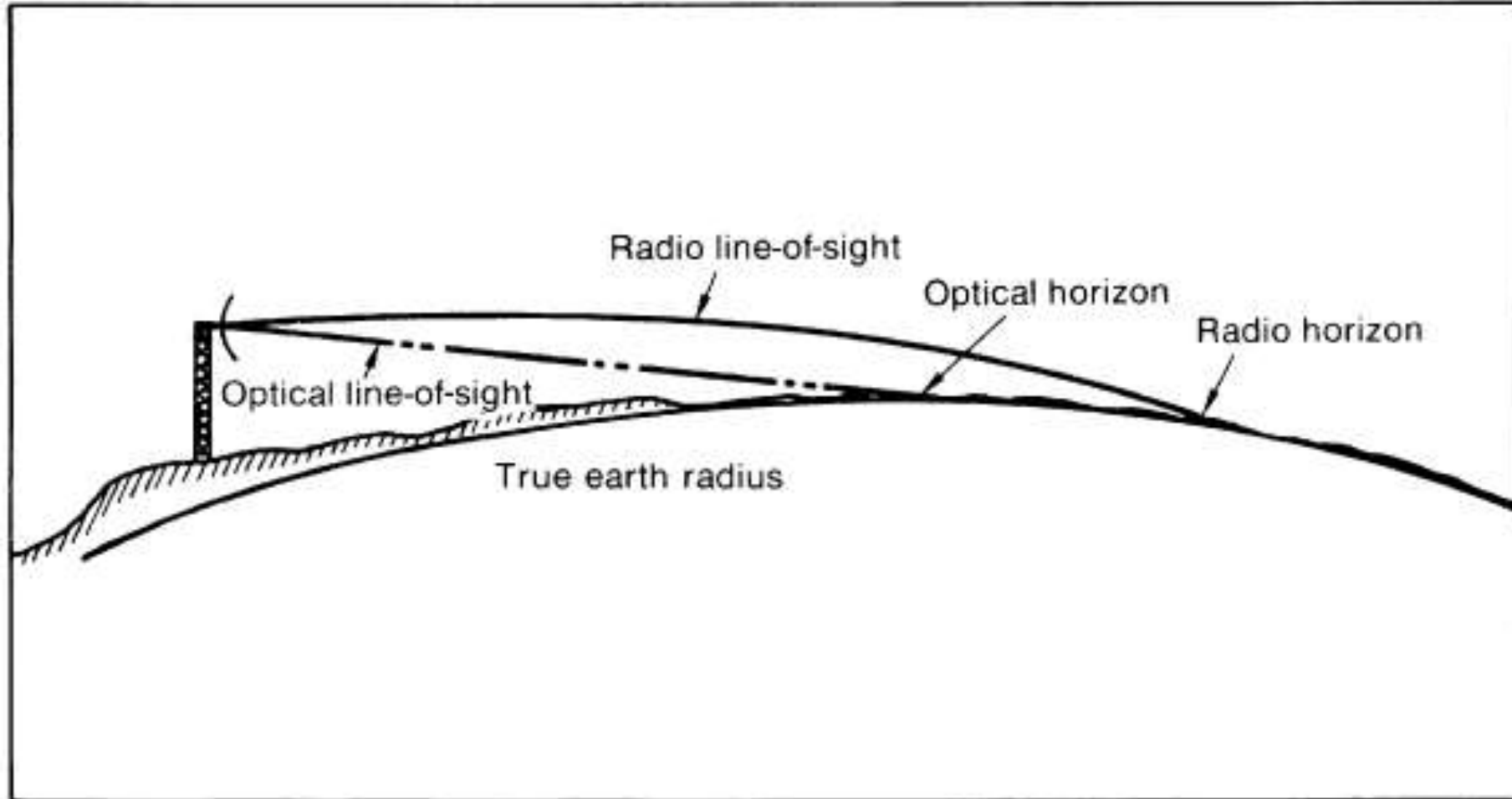
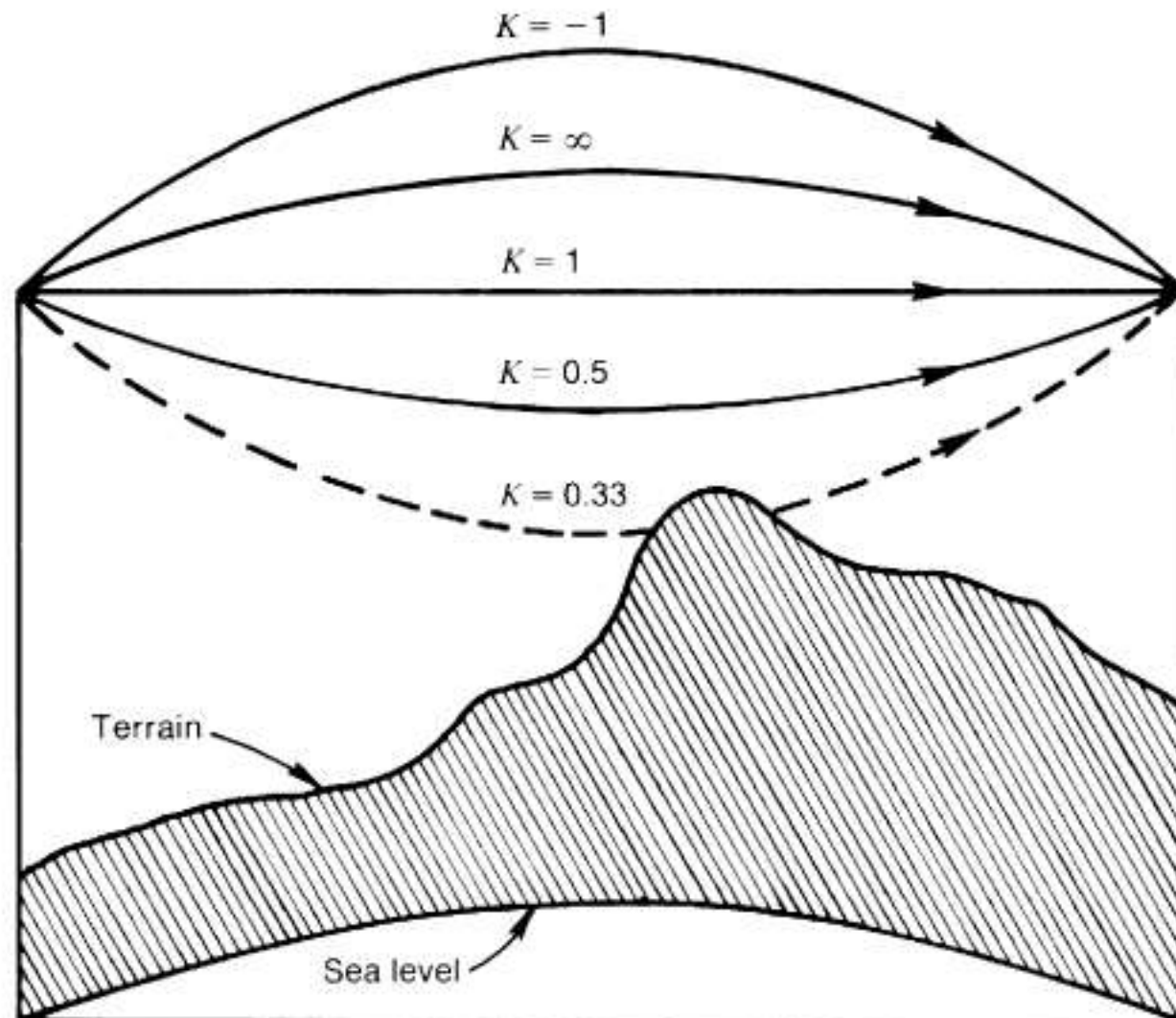


Figure 1.2. Optical line-of-sight versus radio line-of-sight.



$\frac{*\Delta N}{\Delta h}$	K
314	0.33
157	0.5
0	1.0
-157	∞
-314	-1.0

*N units / km

$$K \approx \frac{r}{r_0}$$

r : jari2 kelengkungan berkas gel radio
 r_0 : jari2 bumi = 6370 Km

Figure 1.3. Ray beam bending for various K -factors (linear refractivity gradients assumed).

Indeks bias radio n : perbandingan cepat rambat gelombang radio di ruang bebas dengan cepat rambat gelombang radio di suatu medium.

Utk frekuensi < 100 GHz dengan kesalahan < 0,5 %

$$n = 1 + N \cdot 10^{-6}$$

$$N = \frac{77,6}{T} \left(p + 4810 \frac{e}{T} \right)$$

$$e = \frac{H e_s}{100}$$

$$e_s = a \exp\left(\frac{bt}{t+c}\right)$$

$$e_{(hPa)} = \frac{T \rho_{(g/m^3)}}{216,7}$$

p : tekanan atmosfer (hPa)

e : tekanan uap air (hPa)

T : suhu mutlak (oK)

H : Kelembaban (%)

e_s : Tekanan uap air jenuh pd suhu t

For Water	For Ice
$a = 6.1121$	$a = 6.1115$
$b = 17.502$	$b = 22.452$
$c = 240.97$	$c = 272.55$
(valid between -20°C and $+50^{\circ}\text{C}$, with an accuracy of $\pm 0.20\%$)	(valid between -50°C and 0°C , with an accuracy of $\pm 0.20\%$)

Gradien pembiasan

Indeks bias udara n bervariasi secara linier terhadap ketinggian h pada beberapa puluh kilometer pertama dari permukaan bumi, tetapi secara horizontal tetap.

$$\frac{r}{r_o} = K \approx \left(1 + \frac{r_o \Delta n}{\Delta h} \right)^{-1} \quad \Delta n / \Delta h : \text{Gradien pembiasan}$$

Karena $r_o = 6370 \text{ Km}$ dan $n = 1 + N \cdot 10^{-6}$ maka, $\frac{\Delta n}{\Delta h} = \frac{\Delta N}{\Delta h} 10^{-6}$

$$\frac{r}{r_o} = K \approx \left(1 + \left(\frac{\Delta N}{\Delta h} \right) / 157 \right)^{-1}$$

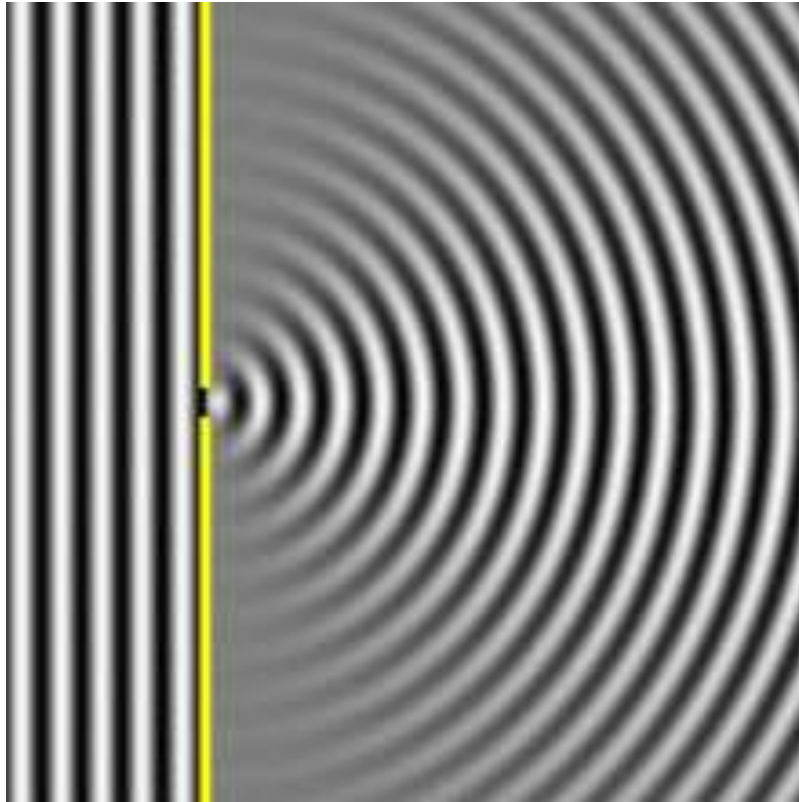
Utk $0 < K < 1$ atau gradient positif maka berkas bisa terganggu, misal pd $K = 0,33$.

Utk $1 \leq K \leq \infty$ atau $-157 \leq (\Delta N / \Delta h) \leq 0$, maka berkas dibengkokkan ke arah bumi.

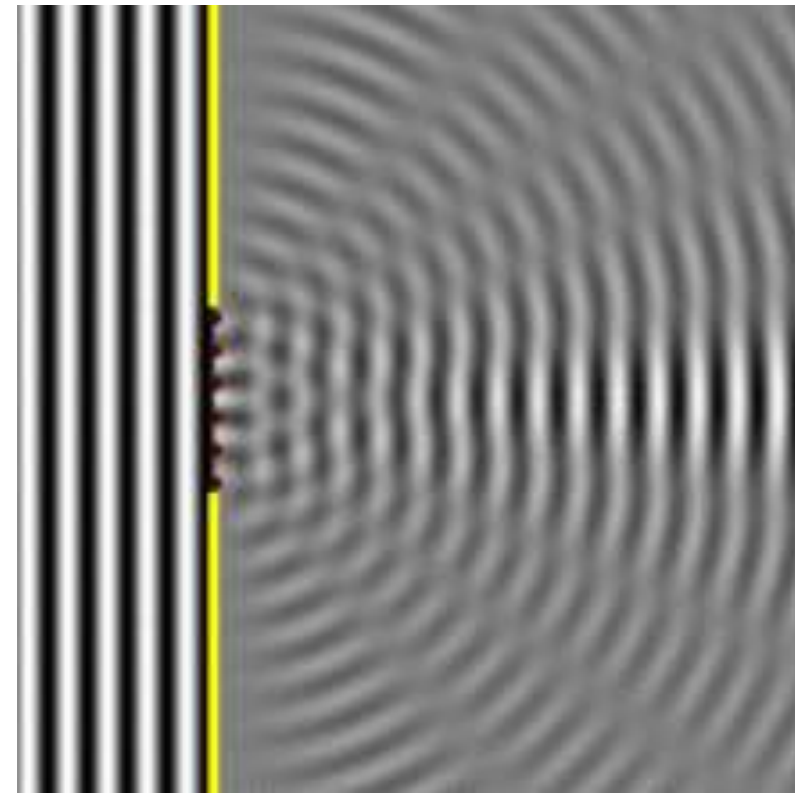
Pada $(\Delta N / \Delta h) = -157$ maka $K = 1$, berkas memiliki kelengkungan sama dengan jari-jari bumi atau garis lurus pada bumi datar.

Difraksi

- Difraksi muka gel radio terjadi jika muka gelombang radio mengalami halangan yg ukurannya lebih besar dari panjang gel radio yg merambat.
- Frek > 1000 MHz redaman meningkat lebih cepat dibandingkan pada frek < 1000 MHz.
- Teori gel Huygens – Fresnel : gel EM di S_2 merupakan jumlahan medan dr reradiasi pada wilayah incremental kecil sepanjang permukaan tertutup dr titik sumber S_1
- Setiap titik berjarak r_1 -- permukaan bola -- dari sumber S_1 , memiliki fasa sama karena gel merambat di udara memiliki kecepatan fasa tetap ke segala arah.
- Fasa tetap disebut muka gelombang.
- Medan di S_2 merupakan jumlahan vector dr berbagai titik berjarak r_2 dari S_1 , bila sefasa saling menguatkan bila berlawanan fasa saling melemahkan,
- Pelemahan terkuat terjadi bila berbagai jarak r_{12} berbeda $\lambda/2$.
- Fresnel Zone membedakan wilayah2 pada permukaan tertutup yg memiliki komponen2 sefasa.



Difraksi gelombang datar di celah lebarnya = panjang gelombang



Difraksi gelombang datar di celah lebarnya beberapa kali panjang gelombang

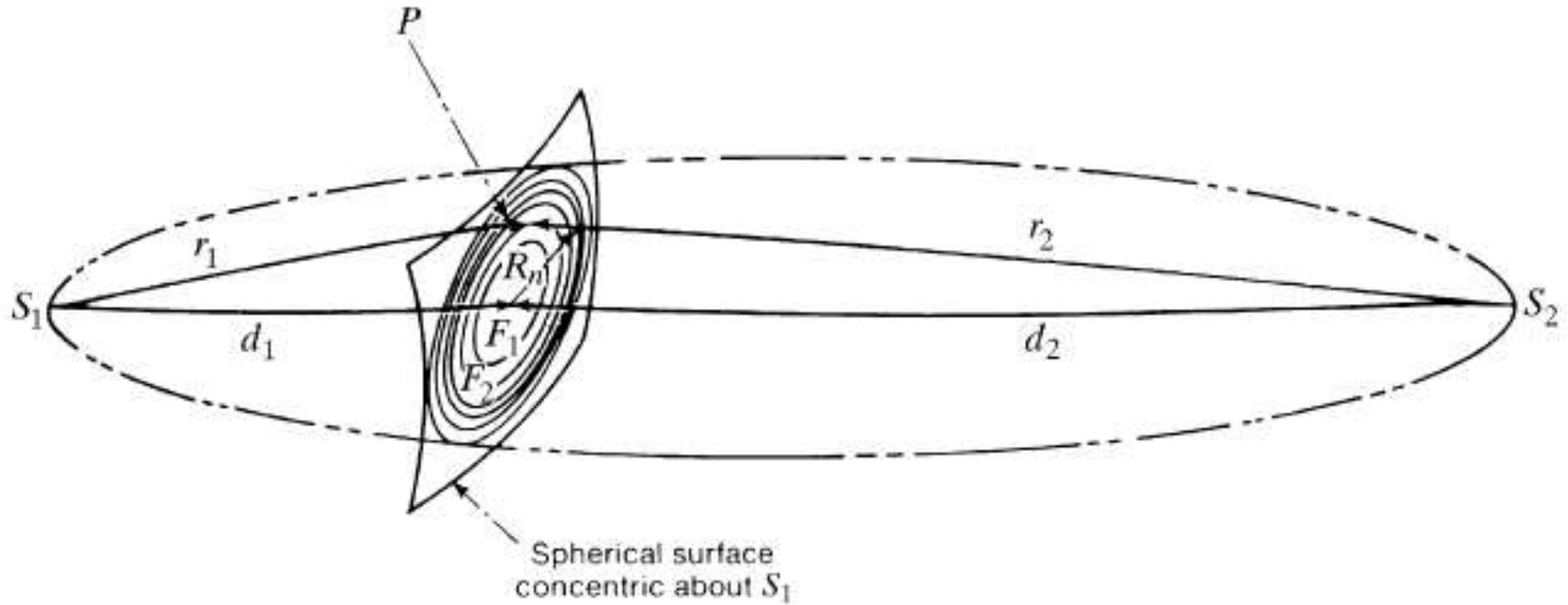


Figure 1.9. Fresnel zone geometry.

Fresnel Zone

Daerah Fresnel Zone F_n : daerah dimana $d + (n-1)(\lambda/2) < (r_1 + r_2) < d + n(\lambda/2)$

Jari2 Fresnel Zone ke n R_n :

$$R_n = \sqrt{n\lambda \left(\frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2} \right)}$$

Atau

$$R_{n(m)} = 17,3 \sqrt{\frac{n}{f_{(GHz)}} \left(\frac{d_{1(Km)} d_{2(Km)}}{d_{1(Km)} + d_{2(Km)}} \right)}$$

R_n : jari2 Fresnel 1 , maka :

$$R_n = R_1 \sqrt{n}$$

Utk menghindari komplikasi difraksi dan hamburan pada lintasan radio gel mikro Clearance minimal $0,6 F_1 + 3$ m (10 feet).

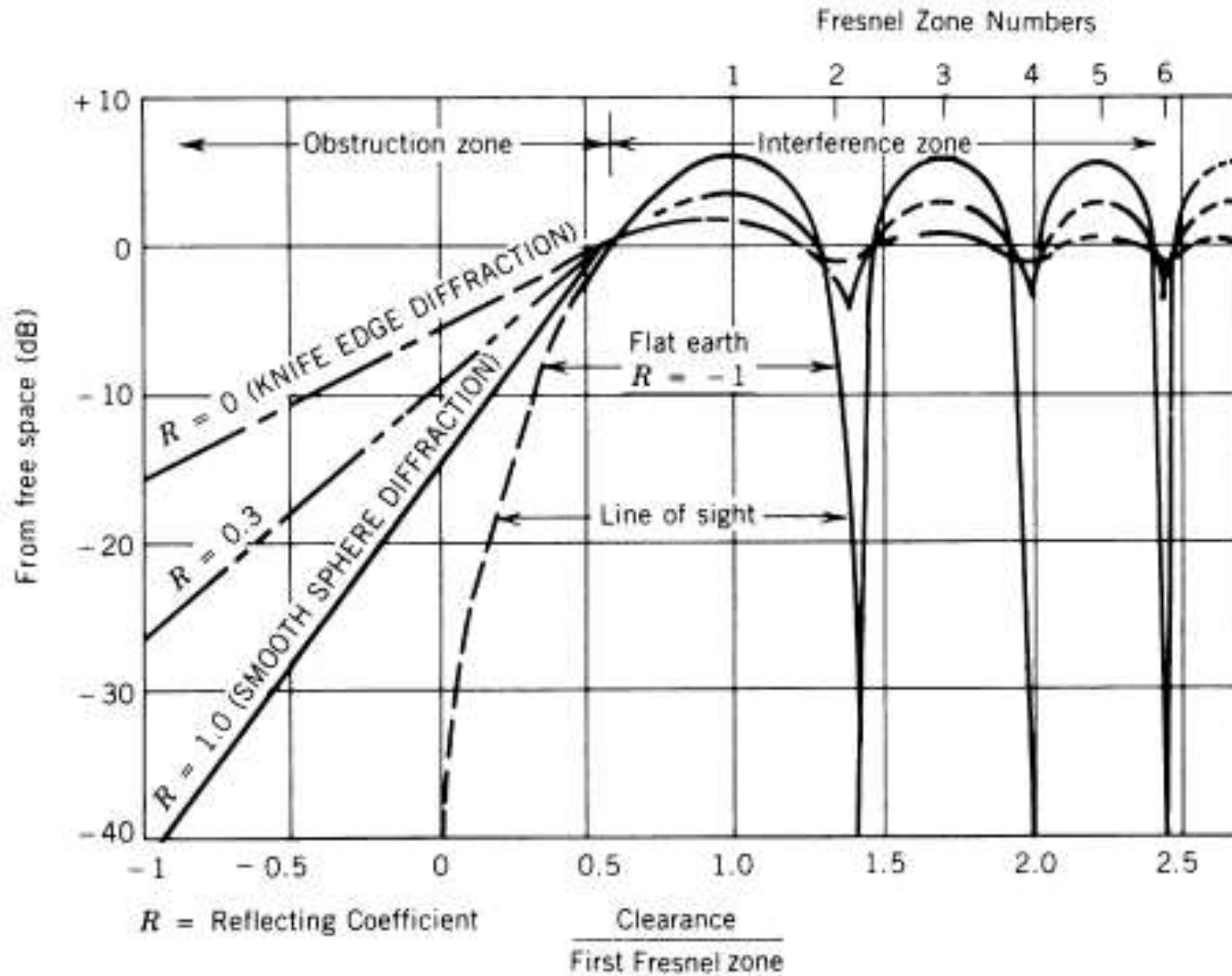


Figure 1.10. Path attenuation versus path clearance. (From Navelex 0101, 112; Ref. 7.)