

$$F = 1,7 \text{ dB} \approx 1,48$$

$$T_e = T_0(F-1) = 290(1,48-1) = 290 \cdot 0,48 = 139,2^\circ \text{K}$$

$$P_i = k T_i B = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 320 \cdot 2000000 \approx 8,8 \cdot 10^{-16} \approx -150,55 \text{ dBW}$$

$$P_o = G_a P_i + k T_e B G_a \Rightarrow G_a = \frac{P_o}{P_i + k T_e B} = \frac{6,31 \cdot 10^{-13}}{8,8 \cdot 10^{-16} + 3,8 \cdot 10^{-16}} \approx 500,8 \approx \boxed{27 \text{ dB}}$$

$$P_{\text{out}} = 0,05 \quad k = \frac{81}{9} = 9 \quad A_{\text{cella}} = \frac{117}{81} = 1,45 \text{ km}^2 \quad R = \sqrt{\frac{A_{\text{cella}}}{\pi}} \approx 680 \text{ m}$$

$$P_s = P_m + F + \text{SIR} = -121 + 1,7 + 7 = -112,3 \text{ dBm}$$

$$P_{\text{min}} = P_s - G + M = -112,3 - 27 + M$$

$$P_{\text{out}} = \frac{1}{2} \text{erfc}\left(\frac{M}{\sqrt{2} \sigma}\right) = 0,05 \Rightarrow \text{erfc}\left(\frac{M}{\sqrt{2} \sigma}\right) = 0,1 \Rightarrow \frac{M}{\sqrt{2} \sigma} = 1,16 \Rightarrow M \approx 29,5 \text{ dB}$$

$$P_{\text{min}} = -112,3 - 27 + 29,5 = -109,8 \text{ dBm}$$

$$L_p(R[\text{km}]) = 26 + 35 \lg R = 26 + 35 \lg 680 \approx 125,14 \text{ dB}$$

$$\text{EIRP} = P_{\text{min}} + L_p = -109,8 + 125,14 = 15,34 \text{ dB}$$

$$\text{EIRP} = P_t + G_t \Rightarrow P_t = 15,34 - 1 = \boxed{14,34 \text{ dB}}$$

$$\text{SIR} = \left(\frac{\sqrt{3K}}{6}\right)^\eta \Rightarrow \text{SIR} = \frac{(\sqrt{27})^\eta}{6} \Rightarrow 7 = 10 \lg(\sqrt{27})^\eta - 10 \lg 6$$

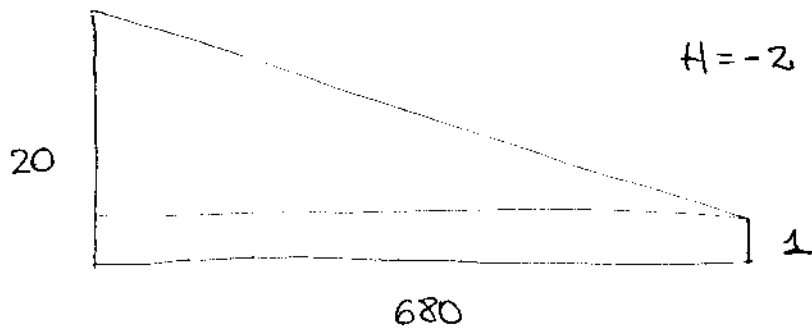
$$7 = 5\eta \lg 27 - 10 \lg 6 \Rightarrow \boxed{\eta = 2,07}$$

$$T_0 = 1 \text{ Erl} \quad B = 6\% \Rightarrow C = 3 \text{ (canali per cella)}$$

$$\text{canali totali} \quad 81 \cdot 3 = \boxed{243}$$

$$\text{EFFICIENZA} = \frac{T_s}{C} = \frac{T_0(1-B)}{C} \approx 0,32 \Rightarrow \boxed{32\%}$$

$$[UT/\text{km}^2] = \frac{H \cdot K \cdot C}{A_{\text{SISTEMA}}} = \frac{9 \cdot 9 \cdot 3}{117} \approx \boxed{208}$$



$$v = \sqrt{2} \frac{H}{b} = -0,5 \Rightarrow \frac{H}{b} = -0,3536 \Rightarrow b = 5,65$$

$$b = \sqrt{\lambda \frac{\pi_1 \pi_2}{\pi_1 + \pi_2}}$$

$$5,65^2 = 0,33 \cdot \frac{\pi_1 \pi_2}{\pi_1 + \pi_2} \Rightarrow \frac{\pi_1 \pi_2}{\pi_1 + \pi_2} = 96,73$$

$$\pi_1 + \pi_2 = 680$$

$$\pi_1 = 680 - \pi_2$$

$$\frac{(680 - \pi_2) \pi_2}{680} = 96,73$$

$$680 \pi_2 - \pi_2^2 = 65776,4$$

$$\pi_2^2 - 680 \pi_2 + 65776,4 = 0$$

$$\pi_2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$|\pi_2| = \begin{cases} 116,79 \text{ m} \\ 563,21 \text{ m} \end{cases}$$

Esercizio 2

Si calcoli il valore del rapporto segnale/interferente e la dimensione del cluster di una rete cellulare nelle seguenti ipotesi:

- Celle trisetorializzate;
- $P(100m) = -35 \text{ dBm}$;
- $P_{th} = -80 \text{ dBm}$;
- Shadowing lognormale, $\sigma_{dB} = 5 \text{ dB}$;
- $P_{outage} = 1.5\%$;
- Fattore di attenuazione $\eta = 3.7$;
- Distanza di riuso $D = 3836.9 \text{ m}$.

Dalla P_{outage} si ricava il margine di fading M:

$$P_{outage} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{M}{\sigma_{dB}\sqrt{2}}\right) = 0.015 \Rightarrow \frac{M}{\sigma_{dB}\sqrt{2}} = 1.535 \Rightarrow M = 10.854 \text{ dB}$$

Pertanto a bordo cella il segnale (in assenza di rumore) deve avere una potenza pari a:

$$P(R) = P_{th} + M = -69.146 \text{ dBm}$$

A causa dell'attenuazione si ha inoltre:

$$P(R) = P(100m) - 10\eta \log_{10} \frac{R}{100} \Rightarrow R = 10^{\frac{P(100m) - P(R) + 20\eta}{10\eta}}$$

Sostituendo i valori numerici si ottiene:

$$R = 10^{\frac{-35 + 69.146 + 74}{37}} = 837.27 \text{ m}$$

Pertanto S/I e k valgono rispettivamente:

$$\frac{S}{I} = \frac{1}{2} \left(\frac{D}{R}\right)^\eta = 139.66$$

$$k = \frac{1}{3} \left(\frac{D}{R}\right)^2 = 7$$

Esercizio 3

Una cella radio è caratterizzata da Slow Fading con $\sigma = 5 \text{ dB}$ e da Fast Fading. Calcolare il raggio della cella nell'ipotesi di voler garantire una probabilità di outage, per entrambi i fenomeni di fading, dell'1%. Si assuma $\eta = 4.1$; $P_{ricevuta}(100m) = -20 \text{ dBm}$, potenza minima accettabile al ricevitore $P_{th} = -80 \text{ dBm}$.

per la condizione sullo slow fading: $0.5 \operatorname{erfc}(M_1/(5*1.41)) \leq 0.01 \rightarrow M_1 = 11.63 \text{ dB}$

dalla condizione sul fast fading: $1 - \exp(-1/M_2) = 0.01 \rightarrow M_2 = 19.98 \text{ dB}$

in definitiva il segnale medio a bordo cella deve valere almeno $P_{th} + M_1 + M_2 = -80 + 11.63 + 19.98 = -48.39 \text{ dBm} = P(R)$

$P(R) = P(100m) - 10\eta \log_{10}(R/100) \rightarrow R = 492.5 \text{ m}$