

1. a) Man filtrerar ljudet genom ett A-filter som framför allt tar bort de låga frekvenserna för att få ett ensiffrigt värde som återger hur vi uppfattar ljud (vid 40 dB) och när det är risk för hörselskada.

$$b) L_{eq,tåg} = 10 \log \left(\frac{1}{24} (1 \cdot 10^{77/10} + 23 \cdot 0) \right) = 63,2 \text{ dB}$$

$$c) L_{eq,24h} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{eq,tåg}}{10}} + 10^{\frac{L_{eq,väg}}{10}} \right) = 65 \text{ dB}$$

$$L_{eq,väg} = 10 \log \left(10^{\frac{65}{10}} - 10^{\frac{63,2}{10}} \right) = 60,3 \text{ dB}$$

$$d) L_{eq,24h} = 10 \log \left(\frac{1}{24} (t \cdot 10^{\frac{70}{10}}) \right) = 60 \text{ dB} \Rightarrow t = 2,4 \text{ h}$$

e) Riktvärdet 60 dBA kommer aldrig att överskridas i Sverige om max-värdet är uppfyllt. Dåligt val av riktvärde!

	A	B	C
2. a) r_d	0,2 m	1,5 m	5 m
r_r	$2 \cdot \sqrt{1,5^2 + 0,1^2} = 3,0 \text{ m}$	$2 \cdot \sqrt{1,5^2 + 0,75^2} = 3,35 \text{ m}$	$2 \cdot \sqrt{1,5^2 + 2,5^2} = 5,83 \text{ m}$
$\Delta r = r_r - r_d$	2,8 m	1,85 m	0,83 m

destruktiv interferens om $\Delta r = \frac{\lambda}{2} + n\lambda$ där $n=0,1,2 \dots$

$$\Rightarrow 0: f = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{2\Delta r} : \quad 60,6 \text{ Hz} \quad 91,7 \text{ Hz} \quad 204,6 \text{ Hz}$$

$$b) \Delta L = 20 \log \frac{r_r}{r_d} : \quad 23,5 \text{ dB} \quad 7,0 \text{ dB} \quad 1,3 \text{ dB}$$

$$c) \hat{P}_{di} = \hat{P}_d - \hat{P}_r = \sqrt{2} (\tilde{P}_d - \tilde{P}_r)$$

\uparrow \uparrow
 destruktiv direktljud
 interferens reflex

$$\Delta L = L_d - L_r = 20 \log \frac{\tilde{P}_d}{P_{ref}} - 20 \log \frac{\tilde{P}_r}{P_{ref}} = 20 \log \frac{\tilde{P}_d}{\tilde{P}_r}$$

$$\Rightarrow \tilde{P}_r = \tilde{P}_d \cdot 10^{-\frac{\Delta L}{20}}$$

$$\hat{P}_{di} = \sqrt{2} (\tilde{P}_d - \tilde{P}_d \cdot 10^{-\frac{\Delta L}{20}}) \Rightarrow \tilde{P}_{di} = \tilde{P}_d (1 - 10^{-\frac{\Delta L}{20}})$$

$$L_{di} = 20 \log \frac{\tilde{P}_{di}}{P_{ref}} = 20 \log \frac{\tilde{P}_d (1 - 10^{-\frac{\Delta L}{20}})}{P_{ref}}$$

$$L_d - L_{di} = 20 \log \frac{\tilde{P}_d}{P_{ref}} - 20 \log \left(\frac{\tilde{P}_d}{P_{ref}} \cdot (1 - 10^{-\frac{\Delta L}{20}}) \right) = -20 \log (1 - 10^{-\frac{\Delta L}{20}})$$

	A	B	C
$L_d - L_{di}$	0,6 dB	5,1 dB	16,9 dB

d) Situationen i ζ är sämst, ger störst minskning 16,9 dB, dessutom vid hög frekvens 204,6 Hz

A är bäst, reflektionen är svag - obetydlig (0,6 dB)

3. a) En porös absorbent måste vara tjock ($\sim \frac{\lambda}{4}$) för att ha verkan.

b) Gipsskivans massa \Leftrightarrow svängande massa, luften innanför \Leftrightarrow fjäder

c) Gipsskivan sätts lätt i svängning vid resonansfrekvensen. Dämpning i material och infästningar absorberar energin.

$$d) f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D}{m \cdot d}} \Rightarrow d = \frac{D}{(2\pi f)^2 m} = \frac{\gamma P_0}{(2\pi f)^2 g h} = \underline{43 \text{ mm}}$$

$$4. a) c_B = c_0 \Rightarrow \text{koincidens} \Rightarrow f_c = K/h = \frac{38}{0,07} = \underline{543 \text{ Hz}}$$

b) Koincidens, försämrad ljudisolering jämfört med masslagen.

c) Typisk vägg \Rightarrow masslagen gäller under f_c

$$R = 20 \log \frac{\pi f m''}{28c} = \underline{31,1 \text{ dB}}$$

$$d) \lambda = \frac{c_B}{f_c} = \frac{340}{543} = \underline{0,63 \text{ m}}$$

$$c_B \sim \sqrt{f} \Rightarrow c_B(0,5f_c) = \sqrt{0,5} c_B(f_c)$$

$$\lambda = \frac{c_B(0,5f_c)}{0,5f_c} = \frac{\sqrt{0,5} \cdot 340}{0,5 \cdot 543} = \underline{0,89 \text{ m}}$$

5. a) Ljudet böjs runt talarens huvud - diffraktion. Låga frekvenser hörs bäst då diffraktionen ökar med ökande våglängd (relativt hindrets storlek).

b) Resonans uppstår för vissa frekvenser mellan två motstående ytor. Med avståndet mellan ytorna kan resonansfrekvenserna räknas ut.

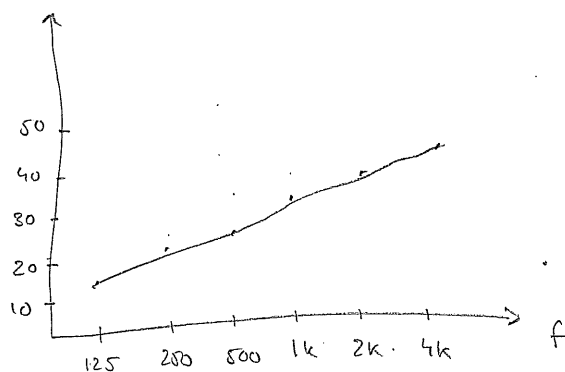
c) Tonerna är korrelerade och beroende på var man placerar huvudet blir det konstruktiv, resp destruktiv interferens, högre respektive lägre ljudnivå.

d) Lägg upp fritt, väg och mät samt knacka och registrera frekvensen. Då kan E-modul beräknas.

$$6. a) R = L_s - L_m + 10 \log\left(\frac{3}{A_f}\right)$$

$$A_f = 0,16 \frac{V}{T_{60}}$$

	125	250	500	1000	2000	4000
$A_f (m^3)$	7,11	8,0	8,0	9,14	9,14	10,67
$R (dB)$	16,5	21,0	26,0	33,4	39,4	44,7



b) 3 tersband/oktaavband, samma ljudnivå i alla band, okorrelerat brus:

$$L_{\text{okt}} = 10 \log\left(\sum_1^3 10^{\frac{L_{\text{ters}}}{10}}\right) = 10 \log\left(3 \cdot 10^{\frac{L_{\text{ters}}}{10}}\right) = 85 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow L_{\text{ters}} = 10 \log\left(\frac{1}{3} 10^{\frac{85}{10}}\right) = 80,2 \text{ dB}$$

c) Vid 1000 Hz: $R = 33,4 \text{ dB} \Rightarrow \tau_v = 10^{-\frac{33,4}{10}} = 4,57 \cdot 10^{-4}$

fördubblad transmission: $\tau_u = \tau_v = \frac{S_s}{S}$ $S_s = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

d) $A = 0,16 \frac{V}{T_{60}} = 12,8 \text{ m}^3$

$$A_{\text{extra}} = A - A_f =$$

	125	250	500	1k	2k	4k
	5,7	4,8	4,8	3,7	3,7	2,1

m^3