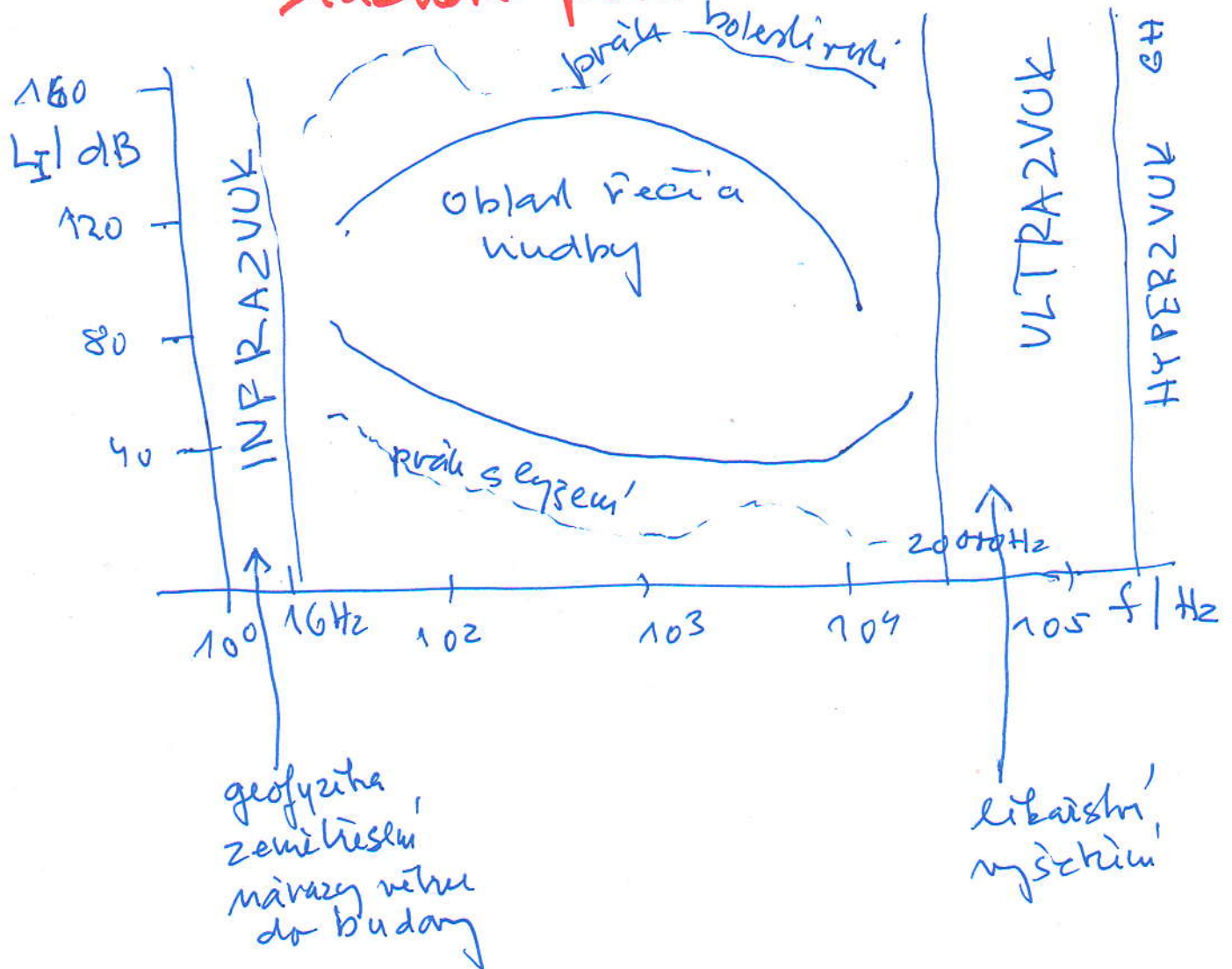


Akustika

7. Základní akustické veličiny

akustika - nauka zabývající se zvukem

Sluchové pole



Základní veličiny

- akustická výchylka u
- akustická rychlost v
- akustický tlak p

$$u = u_0 \cdot \sin \omega \left(t - \frac{x}{c} \right)$$

$$v = \frac{du}{dt} = u_0 \cdot \omega \cdot \cos \omega \left(t - \frac{x}{c} \right)$$

$$v = v_0 \cdot \cos \omega \left(t - \frac{x}{c} \right)$$

Zvuk se šíří podstatně rychleji $\Rightarrow$ zhuštění a zředění

$$p = p_0 \cdot \cos \omega \left(t - \frac{x}{c} \right)$$

Intenzita zvuku

$$I = w \cdot c \quad [W m^{-2}]$$

$$I = \frac{1}{2} \rho \cdot c \cdot \omega^2 u_0^2$$

$$I = \frac{1}{2} \rho \cdot c \cdot \omega \cdot u_0 \cdot \omega \cdot u_0$$

$$I = \frac{1}{2} p_0 \cdot v_0 = p_{ef} \cdot v_{ef}$$

$p_{ef} = \frac{p_0}{\sqrt{2}}$ efektivní akustický tlak $v_{ef} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$ efektivní ak. rychlost

Výkon zvuku

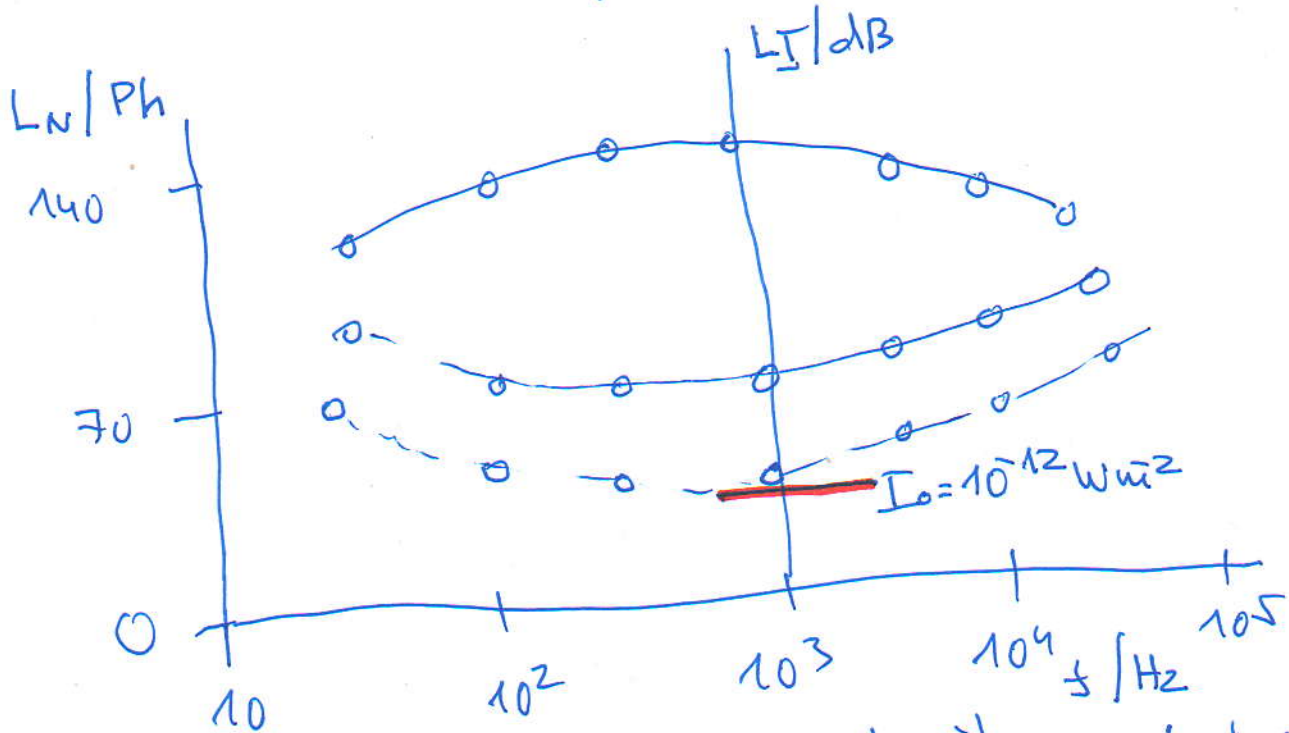
$$P = I \cdot S \quad [W]$$

8. Subjektívna síla zruku

L_I / dB - hladina intenzity $[\text{dB}]$ decibelami

L_N / Ph - hladina hlasitosti $[\text{Ph}]$ fonami

Barkhausenovy křivky její hlasitosti



Generátoru 1 nastavená intenzita na frekvenci $f_1 = 1000 \text{ Hz}$

Generátoru 2 nastavená frekvence f_2 , a zvyšující intenzita tak dlouho až polovina posluchačů z ředne řekne, že se jí u zdá, že oba zvuky stejně hlasité. (subjektivní posuzování!!!)

Weber-Fechner's law
(leikar) (psycholog)

(mehrs)



(buben)

$$da = \frac{db}{b} \cdot konst$$

(pārsnē pr
frekvenci 1000 Hz)
(Tāmī sēdē
mācītānīš)

Zmēna poētku (da) jē pāimā īmēnā
relatīvī zmēnē pōpudā $\left(\frac{db}{b}\right)$

L_I / dB - hlādīnā īntensitā
(-4- zvukū)

Mērīnātādū dōbodu (makonferenci) lylo
launur, zē pū dēslīnā īvokū zūjšēn
īntensitā zvukū mā hlādīnā vārda
jēdun jēduntes 1B (bell) (poddē vūnālezo)
telefon

$$B = \log \frac{I}{I_0} [\text{bel}]$$

B jē velkū jēduntes $\Rightarrow$ uzīrāt $\frac{B}{10} = 1 \text{ dB}$
decibel

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0} [dB]$$

$$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$$

zūjšēnā 1dB $\Rightarrow$ zūjšēnā īntensitā 0.26%

$$1 \text{ dB} = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$10^1 = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^{10}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \sqrt[10]{10} = 1.26$$

1 Ph = fon je jedinica sljui naka'
ja 1 dB.

dB — fukme 1000 Hz → LI hl. intenzit,
Ph — pr-odaku fukme LN hl. klanlari.

$$LN = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$$

nejuižši intenzite
pr-odaku udu
(na fukmei 1000 Hz)

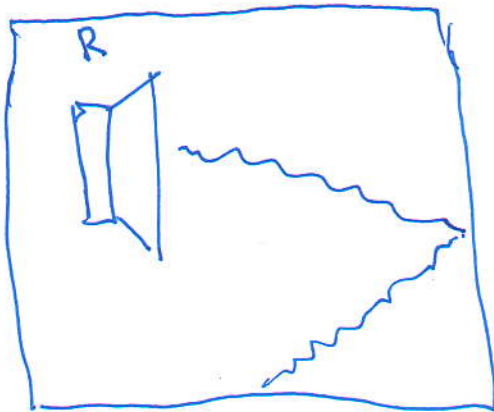
$$LN = 10 \log I + 120 \quad [Ph]_{fon}$$

↓

LN — hladina klanlari (pr-odaku fukmei).

9. Akustika miestnosti

R... reproduktor (zdroj zvuku)



- v miestnosti sa vytvárajú stojacie vlny
- každá miestnosť má určité rezonančné frekvencie
- akustické pole - je určité objemové rozdelenie energie
- na stenách nastáva - **odraz** (zrcadlový (na hladkých stenách) / difúzia (na drsných st.))
- **pohlcovanie**

- **Uzrôka** - dva poslechy následujúci zvuk považujeme za dva zvuky, ak časový rozdiel $\Delta t > 0,1 s$.
Za dva zvuky máme zvuk 344 m/s.
Pri vzdialenosti $> 17 m$ vzniká uzrôka.

- Je-li časový rozdiel medzi zvukmi $\Delta t < 0,06 s$, nepôsobí voštinou.

$\Delta t > 0,06 s \Rightarrow$ **Smiešanie** = pre nerozoznateľnosť



10. Proporcional a teumivori stēa

Pohlēvānī zruku

$$\alpha = \frac{I_p}{I_d} \leq 1$$

α - soucīnītēl zrukonē
pohlēvānī

I_d - intensitā dopadajā lē zruku

I_p - —"— pohlēvānī zruku

$\alpha = 1$ prī otvērī dūv

Velkou pohlēvānī - mēkīcātē apōvānī
(plstī, kokus, zāceous)
nējvīc thānīng, klēvī nēpūcēbājī kē
stēv.

Malou pohlēvānī - lātē frīdī's mālo pōvānī
(mramor)

Pohlēvānī zāvīdī va fēhēcī tōn

na ūklu dopadu

Urcājī sē **stēdūvī zrukonē pohlēvānī** nējākī
lātē prī vēcūng mōcē smēg, atā z dēg
clōvūhū n mīdūnī, jē jē vēcūng stēg
jīsu pohlēg zkonmānū lātēkū.

Mramor	0,010
Kovy	0,015
Beton	0,016
Cihla omítnutá	0,017
— u- neom.	0,031
Parohy	0,100
Koberce	0,15
z áclony	0,25
Desky z dřevotříská	0,610
vlasy	
Okna	1,00

Celková pohotovost

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i +$$

S_i - plocha stěny

osoby 0,4

zídle - 0,017 - 0,02

křesla - 0,28

Hudba energia v mištraku

zdroj stálého výkonu P

Pokud je P takový, že je právě potřebná hodnota

$\Rightarrow$ máta hudba w

Intenzita $I = c \cdot w$

Do prázdného úhlu ($d\Omega$)

$$dI = I \cdot \frac{d\Omega}{4\pi}$$

$$w = \frac{4P}{c \cdot A}$$

4π - celkový úhel

$P = I \cdot S$ - proud výkon

$P = A \cdot I$ - proud výkon

$$I = w \cdot c$$

Proporcion a tlumivost slou

zvuk se dostane i za slou

- tlumivost okna a drev
- ruznyy otvory
- pory
- ale i ucenyy kmity slou

Zvukoviy proporcional

$$T = \frac{I_t}{I_d}$$



I_d - intenzita dopadajicich zvuku

I_t - -u- prostir -u-

Celkoviy proporcional

$$T = \sum_{i=1}^n T_i S_i$$

Zvukoviy tlumivost

$$R = B_d - B_t = 10 \lg \frac{I_d}{I_t}$$

B_d - hladina intenzit dopadajicich zvuku

B_t - -u- -u- prostir -u-

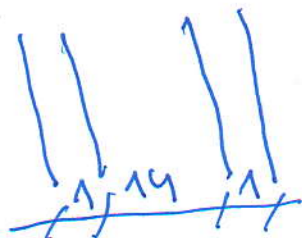
- vate s kmitovost'
- o frekvenci zvuku

zed'

14cm cihla + 2x1cm ovitka

$\Rightarrow 48 \text{ dB}$ intenz

$\Rightarrow$ vyjadry se tlumivost 48 dB



1. místnost
 B_1

 w_1
 I_1
 $P_d = \frac{1}{4} c \cdot w_1 \cdot S$
 ↓
 dopadající
 vlny

2. místnost
 I_2
 B_2
 A_2 - celková pohltivost v místnosti 2.
 Rovnovážka, když vlny, který
 do místnosti vstoupí, jsou
 místností pohlceny.
 S - plocha stěny

$$R = 10 \log \frac{P_d}{P_t} = 10 \log \frac{\frac{1}{4} c \cdot w_1 \cdot S}{\frac{1}{4} c \cdot w_2 \cdot A_2} =$$

$$R = 10 \log \frac{w_1}{w_2} + 10 \log \frac{S}{A_2}$$

R - výsledná zrušení tlenivost

$$B_{12} = B_1 - B_2 = 10 \log \frac{w_1}{w_2} = 10 \log \frac{I_1}{I_2} = R - 10 \log \frac{S}{A_2}$$

$$B_{12} = R - 10 \log \frac{S}{A_2}$$

!!!

- závisí na
- tlenivosti dělicí stěny (R)
 - na ploše dělicí stěny (S)
 - na celkové pohltivosti v 2. místnosti (A_2)

11. Doba dozrnutí

akustika mištní podstatně závisí na průběhu dozrnutí, který v mištní tvoří následkem mnohonásobného odrazu zvuku.

T_2 - doba dozrnutí

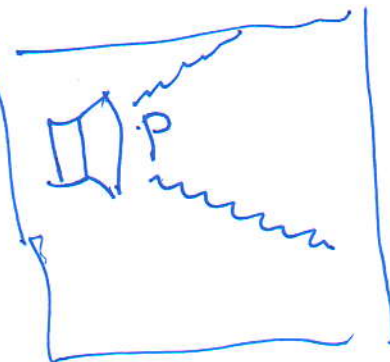
$$w = \frac{4P}{cA}$$

Zvukový výkon dodávaný

do mištní

$$P = \frac{1}{4} c w A + V \cdot \frac{dw}{dt} \quad \text{— změna energie za čas } dt$$

Vypne reproduktor $P=0$



$$0 = \frac{1}{4} c w A + V \frac{dw}{dt}$$

$$V \frac{dw}{dt} = - \frac{1}{4} c \cdot w \cdot A$$

$$\frac{dw}{w} = - \frac{1}{4} \frac{c \cdot A}{V} \cdot dt$$

$$\ln w = - \frac{1}{4} \frac{cA}{V} \cdot t + \text{konst}$$

$$w = w_0 e^{-\frac{1}{4} \frac{cA}{V} \cdot t}$$

tedy kmitání zvuku klesá exponenciálně



T_2 ... doba dozraku - vlna s obje nem uslovni
 - je vyjádřením
 polohy A.

$$w = w_0 e^{-\frac{1}{4} \frac{CA}{V} \cdot t}$$

Pro podmínku drg dozraku

$$\frac{w}{w_0} = 10^{-6} = e^{-\frac{1}{4} \frac{CA}{V} \cdot T_2}$$

$$e^{-\frac{1}{4} \frac{CA}{V} \cdot T_2} = 10^{-6}$$

$$-\frac{1}{4} \frac{CA}{V} \cdot T_2 = \ln 10^{-6}$$

$$T_2 = \frac{4 \cdot V}{CA} \cdot \ln 10^{-6}$$

$$T_2 = 0,163 \frac{s}{m} \frac{V}{A}$$

Doba dozraku
 (vlna klesne $10^6 \times$)