



Akustika (KET/AKU)

Návod ke cvičení: **Měření akustického výkonu**

Zadání

- 1) Seznamte se s postupem měření akustického výkonu ve volném akustickém poli – tzv. technickou metodou.
- 2) Vypočítejte frekvenční závislost hladiny akustického výkonu v 1/3-oktávních pásmech pro zadaný zdroj zvuku v bezodrazové komoře.
- 3) Ze spektra akustického výkonu určete jednočíselnou hladinu akustického výkonu s váhovou funkcí A $L_{W,A}$.

Teoretická část

Akustický výkon je nejdůležitější charakteristikou zdroje zvuku, která umožňuje srovnání zdrojů mezi sebou a jejich hodnocení.

Def.

$$W = \iint_S \vec{I} d\vec{S}$$

kde $\vec{I}$ je akustická intenzita a S je plocha, která obklopuje zdroj zvuku.

Obvykle je udávána hladina akustického výkonu

$$L_W = 10 \cdot \log \frac{W}{W_{ref}} \quad [dB]$$

kde $W_{ref} = 10^{-12} \text{ W}$

Možnosti určení akustického výkonu:

- 1) Měřením akustické intenzity.
- 2) Měřením akustického tlaku ve volném poli.
- 3) Měření v dozvukové komoře.

Měření ve volném akustickém poli pomocí měření akustického tlaku

Ve volném akustickém poli platí vztah:

$$|\vec{I}_n| = p \cdot \vec{v} = \frac{p^2}{Z_{ak}} = \frac{p^2}{c_0 \rho}$$



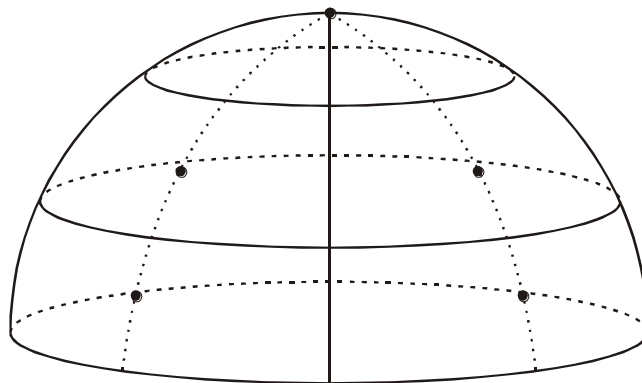
kde c_0 je rychlost šíření zvuku v daném prostředí a ρ je hustota prostředí.

Velikost akustické intenzity ve směru $\vec{n}$ je tedy možné určit z hodnoty akustického tlaku, který lze získat z hladiny akustického tlaku měřené zvukoměrem.

$$L = 20 \cdot \log \frac{p}{p_{ref}}$$

kde $p_{ref} = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa.

- 1) Je potřeba zvolit frekvenční pásmo, ve kterém bude udávána hladina akustického výkonu (1/3-oktávy, váhovací funkce A, apod.).
- 2) Je nutné zvolit měřicí plochu, která obklopuje zdroj zvuku. Měřicí plocha je rozdělena na N částí S_i (obvykle stejných). Ve středech těchto N menších ploch měříme hladiny akustického tlaku L_i a pomocí nich určujeme hodnoty akustické intenzity I_i . Vzhledem k tomu, že ve volném poli se zvukové vlny šíří od zdroje zvuku v kulových vlnoplochách, jako měřicí plocha je obvykle volena kulová plocha o poloměru r , v jejímž středu leží zdroj zvuku. Jako velikost akustické intenzity je uvažována její složka ve směru normály k jednotlivým částem měřicí plochy.



Akustický výkon tedy můžeme určit ze vztahu:

$$W = \sum_{i=1}^N I_i \cdot S_i = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{c_0 \rho} S_i = \frac{1}{c_0 \rho} S \cdot \sum_{i=1}^N p_i^2 = I_p \cdot S = \frac{p_p^2}{c_0 \rho} \cdot S = \frac{p_p^2}{c_0 \rho} \cdot 4\pi r^2$$

kde I_p je průměrná hodnota akustické intenzity a p_i průměrná hodnota akustického tlaku na měřicí kulové ploše o poloměru r . Vztah lze pomocí hladinového vyjádření veličin zjednodušit na:

$$L_w = L_p + 10 \log S \quad [\text{dB}]$$

kde L_p je průměrná hladina akustického tlaku na měřicí ploše S .



Praktický postup pro měření akustického výkonu v bezodrazové komoře FEL

Jako měřicí plochu je vhodné zvolit polokouli o poloměru $r \leq 1,25m$, vzhledem k rozměrům bezodrazové komory.

Polokouli je vhodné rozdělit na 9 částí, v jejichž středech budou pomocí zvukoměru měřena frekvenční spektra hladin akustického tlaku $L_{p,i}$ v 1/3-oktávových pásmech. Při známé velikosti plochy S je možné z výše uvedeného vztahu určit frekvenční spektrum hladiny akustického výkonu $L_{w,T}$ v 1/3-oktávových pásmech.

Pro $r = 1,25m$ jsou středy jednotlivých měřicích ploch ve výškách:

$$h_1 = 0,28 m$$

$$h_2 = 0,82 m$$

$$h_3 = 1,25 m$$

Z frekvenčního spektra hladiny akustického výkonu $L_{w,T}$ v 1/3-oktávových pásmech lze určit energetickým součtem jednočíslnou hladinu akustického výkonu s váhovou funkcí A $L_{w,A}$ pomocí konstant určující průběh frekvenční charakteristiky váhové funkce v 1/3-oktávy (Tab. 1).

Tab. 1: Koeficienty pro určení frekvenční charakteristiky váhové funkce A .

f [Hz]	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
k_T [dB]	-50,5	-44,7	-39,4	-34,6	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4
f [Hz]	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
k_T [dB]	-10,9	-8,6	-6,6	-4,8	-3,2	-1,9	-0,8	0,0	0,6	1,0
f [Hz]	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
k_T [dB]	1,2	1,3	1,2	1,0	0,5	-0,1	-1,1	-2,5	-4,3	-6,6
f [Hz]	20000									
k_T [dB]	-9,3									

Literatura

- [1] ČSN ISO 3745, Akustika - Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku. Přesné metody pro bezodrazové a polobezodrazové místnosti.