

## Úloha 5

# Měření se všesměrovým zdrojem

### 5.1 Zadání

1. Změřte akustické pole v uzavřeném prostoru generované všesměrovým zdrojem. Měření proveďte pro šumový signál ve čtyřech třetinooktávových pásmech.
2. Zkuste odhadnout dobu dozvuku v těchto pásmech.

### 5.2 Obecná část

Volné zvukové pole je charakteristické tím, že se v něm zvukové vlny (a zvuková energie) šíří přímočaře od zdroje. V uzavřeném prostoru vytvoří mnohonásobné odrazy akustické pole odražených vln, ve kterém nelze určit, kterým směrem se zvuková energie šíří. Směr šíření je náhodný a stále se mění, a nelze proto definovat žádnou vlnoplochu. Takové pole se nazývá *difúzní*. V uzavřených prostorech se uplatňují odražené signály vždy, ale pokud hustota akustické energie odražených vln není alespoň srovnatelná s hustotou akustické energie primárních vln, hovoříme i v uzavřeném prostoru o volném poli. Za hranici mezi polem volným a difúzním označujeme vzdálenost, ve které hustota akustické energie volného pole se rovná hustotě akustické energie difúzního pole. Je samozřejmé, že se odražené signály uplatňují jistým způsobem i ve volném poli, tj. v poli přímých postupných vln.

I v uzavřeném prostoru vzniká u rozměrnějších zdrojů zvuku (stroj, vibrující stěna a podobně) v jejich přímé blízkosti interferencí tzv. *blízké pole* (nazývané také Fresnelův prostor), sahající přibližně do vzdálenosti

$$l < \frac{c}{2\pi f}, \quad (5.1)$$

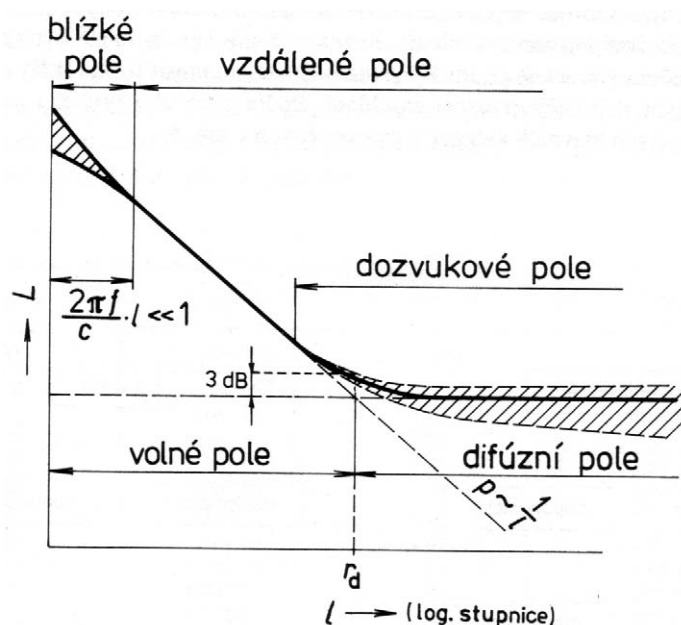
kde  $c$  je rychlost šíření zvuku daným prostředím. *Volné pole* se vytvoří až ve vzdálenosti větší než  $l$ . Teprve při dalším zvětšování vzdálenosti od zdroje se vytvoří difúzní pole. Část v uzavřeném prostoru, kdy jsme dostatečně vzdáleni od zdroje, aby se nejednalo o blízké pole označujeme jako pole *vzdálené*. Někdy je definováno ještě tzv. *dozvukové pole*, tj. pole, kde se poslechově uplatňují odražené signály. Dozvukové pole zasahuje oblast širší, než je oblast difúzního pole a jeho hranice není fyzikální, ale je určena postřehnutelností odražených signálů.

Hranici mezi volným a difúzním polem označujeme jako *dozvukovou vzdálenost* nebo *poloměr doznívání*  $r_d$  (viz obrázek 5.1), pro který platí

$$r_d = 0,057 \sqrt{\frac{V}{T}}, \quad (5.2)$$

kde  $V$  je objem prostoru a  $T$  doba dozvuku. Poznamenejme, že poloměr doznívání (stejně jako doba dozvuku) je závislý na kmitočtu.

Dozvukové pole nalezneme v každém, i jen částečně uzavřeném prostoru, ale neznamená to ještě, že se v každém takovém prostoru vytvoří i pole difúzní. Pokud lze v dozvu-



Obrázek 5.1: Blokové schéma zvukoměru

kovém poli určit směr šíření akustické energie a vyznačit postupující vlnoplochy, můžeme sice nalézt oblasti, kde jsou porovnatelné i hustoty akustické energie, nejde však o jasně ohraničenou oblast a v uvažované oblasti existují místa, kde lze měřením prokázat směr šíření akustické energie, a proto to není pole difúzní.

### 5.3 Postup měření

1. Pro měření se využije CD, na kterém jsou nahrané čtyři signály – třetinooktávové šумы se středními kmitočty 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz a 2 kHz. Délka jednotlivých signálů je 30 s, poté následuje 10 s ticha (je součástí příslušného *tracku*).
2. Nastavte úroveň signálu takovou, aby se měření nezkreslilo hlukem pozadí ani v nejvzdálenějším místě. Naopak, nepřebuzujte zbytečně koncový zesilovač a všesměrový zdroj! Dostačuje hladina signálu o 10 dB vyšší než je hladina hluku pozadí.
3. Nastavte na zvukoměru dlouhou časovou konstantu (slow) a třetinooktávový filtr na hodnotu příslušného středního kmitočtu šumu. Změřte lineární ekvivalentní hladinu akustického tlaku ve vzdálenosti 30 cm od středu všesměrového zdroje. Hodnotu pro jednotlivé signály měřte po dobu alespoň 10 s.
4. Předchozí bod opakujte daným směrem pro vzdálenosti 40 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm a potom dále po 50 cm do celkové vzdálenosti 5 m od středu všesměrového zdroje. Při posouvání mikrofonu se nesmí měnit úroveň nastavení hlasitosti na přehrávači.
5. **Sestrojte graf závislosti hladiny akustického tlaku na vzdálenosti od všesměrového zdroje** (vzdálenost vynášejte logaritmicky) a pokuste se odhadnout poloměr doznívání.

6. Pokuste se odhadnout dobu dozvuku daného prostoru. Rozměry místnosti jsou  $6 \times 6 \times 4 \text{ m}$ .<sup>1</sup>
7. Zhodnoťte provedené měření.

## 5.4 Seznam přístrojů a pomůcek

- Všesměrový zdroj
- Zvukoměr Quest 1800
- Zesilovač QSC, typ RMX 1450
- přehrávač CD

---

<sup>1</sup>Vzhledem k tomu, že místnost vlastně nemá dvě stěny, je vhodné použít pro výpočet objemu rozměry větší, alespoň  $12 \times 8 \times 4 \text{ m}$ .