

## 3. Akustika

### 3.1 Zvuk a jeho příčina

Zvuk je obsahem sluchových vjemů. Příčinou vnímání zvuku jsou periodické pohyby těles s kmitočty od 16 Hz do 20 000 Hz. Tyto pohyby vyvolávají v prostředí vznik vlnění, které působí na sluchový orgán a vnímáme ho jako zvuk.

Výzkum zvuku je předmětem akustiky.

**Fyzikální akustika** – vznik, šíření zesilování, reprodukce.

**Hudební akustika** – aplikace fyzikální akustiky

**Fyziologická akustika** – sluchový orgán, lidský hlas.

Zdrojem zvuku jsou tělesa, která se pohybují periodicky a od kterých se šíří mechanické vlnění.

Prostředí, kterým se mechanické vlnění šíří – **vodič zvuku**.

Pro vznik zvukového vjemu je nutné spojení vlnění se sluchovým orgánem – **zvuk se šíří jen v látkovém prostředí**.

**Základní dělení zvuku podle frekvence:**

**infrazvuk** – zvuk s frekvencí menší než 16 Hz

**ultrazvuk** – zvuk s frekvencí větší než 20 kHz

### 3.2 Druhy zvuku

**pravidelné (hudební)** – způsobeny periodickým vlněním; nejjednodušší periodické zvuky jsou způsobeny harmonickým vlněním – jednoduché tóny

**nepravidelné (nehudební)** – jsou způsobeny neperiodickým vlněním

Tóny rozlišujeme podle výšky.

Absolutní výška jednoduchého tónu se rovná kmitočtu jeho zdroje.

Relativní výška tónu je poměr kmitočtu ke kmitočtu základního tónu stanoveného dohodou. Žádný zdroj nekmitá s jedním kmitočtem (frekvencí). Kromě základního kmitočtu mají též jeho celočíselné násobky – **vyšší harmonické kmity**. Počet a síla vyšších harmonických tónů určuje barvu zvuku.

**Intenzita zvuku**

Tóny vnímáme silné a slabé – záleží na intenzitě zvuku. Projde-li vlnění o energii  $W$  za čas  $t$  plochou  $S$  můžeme vypočítat intenzitu zvuku:  $I = \frac{P}{S}$ , kde  $P$  je zvukový výkon  $P = \frac{W}{t}$ .

Intenzita zvuku klesá s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje.

Pro určování absolutních výšek byla zavedena absolutní výška základního (referenčního) tónu na 440 Hz (označuje se  $a^1$ , pro hudební akustiku) a 1000 Hz pro technickou akustiku.

### 3.3 Důsledky vlnové povahy příčiny zvuku

a) rychlost šíření zvuku  $c$  se určí jako rychlost vlnění, měřením vlnové délky  $\lambda$  a kmitočtu  $f$ , vztah:  $c = \lambda \cdot f$ .

Vlnová délka se měří na vytvořeném stojatém vlnění ze vzájemné vzdálenosti uzlů nebo kmiten. Frekvence se měří porovnáním použitého tónu s normálou.

Z tuhé látky vytvoříme tyč, třením vyvoláme vlnění, tedy  $\lambda = 2 \cdot l$ .

V kapalinách určíme rychlost ze vztahu  $c = \frac{2 \cdot s}{t}$ ,  $s$  – hloubka nádrže,  $t$  – čas signálu ke dnu a zpět.

Rychlost zvukových vln nezávisí na kmitočtu ani na intenzitě a mění se se změnou pružnosti prostředí a se změnou teploty.

b) odraz zvukového vlnění – řídí se zákonem odrazu.

Odraz je možno pozorovat při ozvěně. Ucho rozliší dva po sobě jdoucí zvuky, je-li mezi nimi rozdíl 0,1 s. Ozvěna je slyšet, jestliže vyslaný signál se po odrazu vrátí zpět za 0,1 s a musí být stěna ve vzdálenosti 17 m.

Je-li vzdálenost menší než 17 m dochází k dozvuku a prodlužuje se původní zvuk. Čím je menší dozvuk, tím lepší je akustičnost sálu.

c) ohyb zvukových vln – vzniká na předmětech, kde rozměr předmětu se přibližně rovná vlnové délce vlny. Za velkými překážkami je akustický stín a využívá se to při stavbě protihlukových stěn. Za stěnami je akustický stín.

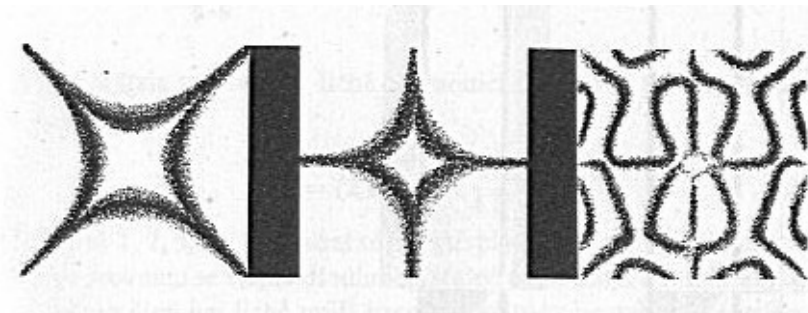
### 3.4 Zdroje zvuku

Přehled zdrojů zvuků:

- a) **Struny** – jsou to pevná vlákna z ocele nebo střev, která napětím získávají tvarovou pružnost a kmitají příčně. Rozezníváme je smyčcem, drnkáním, nárazem.
- b) **Tyče** – rozechvíváme příčně nárazem či smyčcem nebo podélně (třením po délce tyče). V druhém případě vydávají tyče vysoký tón. Záleží na upevnění tyče.
- c) **Desky** – se rozechvívají smyčcem nebo nárazem, blány nárazem nebo rezonancí. V deskách se šíří vlny všemi směry, odrazem vlnění na krajích desky a interferencí vznikají v deskách uzlové čáry. Vznikají tak Chladniho obrazce.

d)

Vzduchové  
– se



sloupce

rozechvívají zpravidla spřažením s jiným zdrojem kmitů. Sloupec má pak úlohu rezonátoru a zesilovače zvuku. takovou úlohu mají vzduchové sloupce v píšťalách. Podle způsobu rozechvívání vzduchového sloupce rozeznáváme píšťaly retné a jazýčkové.