**Fyzikální podstata zvuku**

**1. základní kmitání**

* vzduchem se šíří tlakové vzruchy (vzruchová vlna), zvuk je systémem zhuštěnin a zředěnin
* podstatou zvuku je kmitání zdroje zvuku a tím způsobené podélné vlnění elastického prostředí v oboru slyšitelných frekvencí
* zvuk je mechanické vlnění (nemůže se šířit ve vakuu)

- **sinusový / harmonický / periodický pohyb**

* perioda T [s] - doba jednoho kmitu, během které bod dospěje do stejné polohy (do stejnéfáze)
* frekvence f [Hz] - počet kmitů za sekundu
* amplituda A [dB] - okamžitá amplituda, maximální amplituda
* efektivní amplituda / rms amplituda - průměrná výchylka tlaku vzduchu, efektivní tlak
* fáze [°] - počáteční fáze, fázový posun

**2. šíření zvuku**

* rychlost zvuku c [m/s] - nejpomaleji se šíří v plynech, nejrychleji v pevných látkách
* při teplotě 0° C v nulové nadmořské výšce 331 m/s, zvyšuje se o 0,61 m/s s každým 1° C
* rychlost zvuku ve vzduchu 340 m/s, v lidském vokálním traktu 350 m/s
* vlnová délka λ [m] - délka jedné celé vlny, vzdálenost, kterou vlna urazí během jedné periody

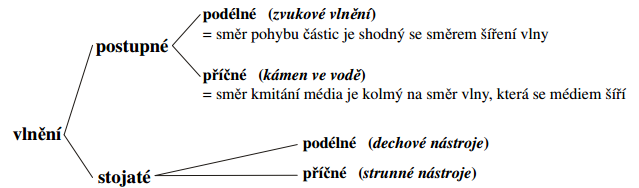
**Huygensův princip** - body ve stejné vzdálenosti od zdroje leží na povrchu kulové plochy

* vlnoplocha - plocha, jejíž body kmitají se stejnou fází
* každý bod vlnoplochy je zdrojem elementárního vlnění
* ohyb a lom zvuku
  + lépe se ohýbají dlouhé vlny (= nízké frekvence)
    - např. zvukové bariéry blokují vysoké frekvence (zvukový stín), ale nízké přes ně přejdou

**Dopplerův efekt** - vzájemný pohyb zdroje zvuku a pozorovatele

* pozorovatel vnímá zvuk jiné frekvence, než je skutečná frekvence kmitání zdroje zvuku
* při pohybu zdroje zvuku se vytváří přibližně kulová vlna

**Druhy vlnění**



* vzniká při interferenci přímého a odraženého vlnění
* některé body (uzly) zůstávají v klidu, jiné kmitají s maximální amplitudou (kmitny)

**Složené vlny**

**Fourierův teorém** - každá periodická vlna je složena z určitého množství sin a cos složek

* dílčí vlny mohou být získány pomocí Fourierovy transformace, výsledkem je spektrum zvuku
* **periodická vlna** - pravidelně se opakuje (sinusová / harmonická i složená)
  + u řeči hovoříme o kvaziperiodických vlnách (cykly nejsou zcela totožné, mírné změny f a A)
  + harmonický vztah - frekvence všech složek je násobkem frekvence složky s nejnižší frekvencí
  + nejnižší harmonická složka je základní frekvence, f0 (také F0, f0, F0)
  + ostatní harmonické složky se nazývají vyšší harmonické, číslované od druhé až po n-tou
  + základní frekvence je frekvence opakování celé složené vlny
* **skládání vln** - sčítáme každý bod všech dílčích vln
* **aperiodické vlny** - nedochází k žádnému opakování jednotlivých částí vlny

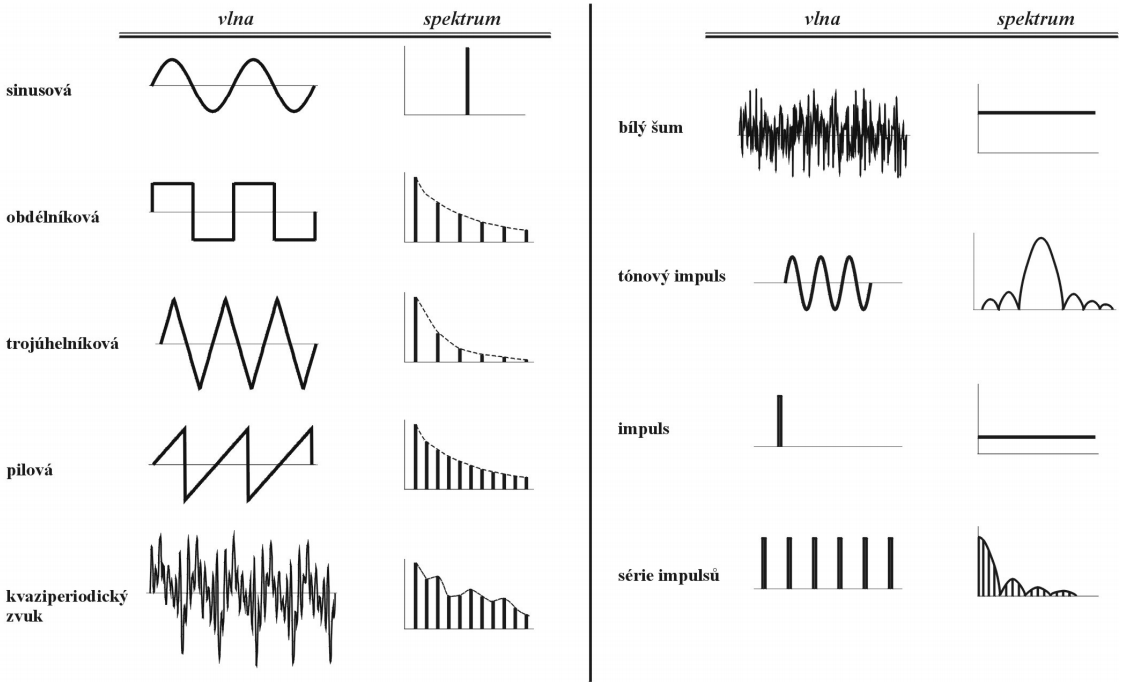
**Spektrogram** - spektrum se používá pro stacionární zvuky

* časové změny můžeme zobrazit v oscilogramu, ale nedozvíme se nic o změnách kvality zvuku
* spektrogram (dříve sonagram) zobrazuje spektrum (frekvence a amplitudy) jako funkci času
* pseudotrojrozměrné zobrazení - čas na horizontální ose, frekvence na vertikální
* amplituda je udávána relativně, ve stupních šedé (tmavě spektrální maxima, světle minima)

**Typy vln**

* obdélníková vlna - obsahuje jen liché vyšší harmonické složky se stejnou počáteční fází (180°)
  + jejich amplituda klesá s rostoucí frekvencí (spektrální sklon -6 dB/okt. = H3 1/3A, H5 1/5A...)
* trojúhelníková vlna - liché harmonické, spektrální sklon -12 dB/okt (H3 1/9A, H5 1/25A...)
  + počáteční fáze složek jsou různé
* pilová vlna - jsou zastoupeny liché i sudé vyšší harmonické, spektrální sklon -6 dB/okt
* rázy - dvě frekvenčně blízké složky, vnímáme zázněje (periodické jeden tón a kolísání amplitudy)

**Porovnání vln a spekter**

****

**Použitá literatura:**

DOJČAR, Zdeněk. *Barva*. Brno. Vysoké učení technické v Brně, 2003.

KAPOUNOVÁ, Jana. *Zpracování grafických informací*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2002.

KOSTOLÁNYOVÁ, Kateřina. *Úvod do multimédií: (grafika, hudba a zvuk)*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta, 2003, 54 s. Systém celoživotního vzdělávání Moravskoslezska. ISBN 80-704-2924-0.

NAGYOVÁ, Ingrid. *Audiovizuální prostředky*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2004.

NOGA, Pavel a Marek KOLASA. *Grafické zpracování informací (Desk Top Publishing)*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta, 2003, 50 s. Systém celoživotního vzdělávání Moravskoslezska. ISBN 80-7042-947-X.

ŠTEFAN, Radim a Dalimil KOUTEK. *Digitální zpracování a animace*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita, 2003, 46 s. Systém celoživotního vzdělávání Moravskoslezska. ISBN 80-704-2917-8.

ŠTEFAN, Radim. *Zvuk a počítače*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2002.