

03 - MĚŘENÍ FYZIKÁLNÍCH VELIČIN

- **měření** - soubor činností, jejichž cílem je stanovení hodnoty měřené fyzikální veličiny
- **měřicí metoda** - způsob, jak měření provést
 - přímá metoda - obvykle pomocí stupnice měřidla (délkový index, teplotní, ampérmetr)
 - nepřímá metoda - hodnota určena z měření jiných veličin, ze kterých lze pomocí fyzikálního vztahu vypočítat (např. el. napětí lze určit změněním proudu a odporu)
- **chyby měření** - opakováním měření s určitou přesností téměř nikdy nezískáme pokaždé stejnou hodnotu > každé měření je zatíženo chybami!
- **druhy chyb**
 - hrubé chyby (omyly) - často markantní a na první pohled zjevné, dochází k nim často selháním lidského faktoru (např. špatný odečet na stupnici)
 - systematické (soustavné) chyby - chyba se vyznačuje pokaždé přibližně stejnou odchylkou (pouze kladnou nebo pouze zápornou), mezi ně patří nedokonalosti měřidla nebo měřicí metody (např. délková deformace, opakované chybné přiřazení počátku stupnice)
 - náhodné chyby - lze obtížně zjistit, vznikají náhodnými vlivy (nedokonalost smyslů měřiče, únava, vlhkost, změny teploty, otřesy)
- **výpočet chyby měření**
 - obecně platí: odchylka = hodnota správná - hodnota naměřená
 - jelikož jednotlivá měření mohou být odlišná od průměrné hodnoty, počítáme tedy: odchylka = jednotlivé měření - průměr
- **mezní odchylka** - neboli tzv. relativní (mezní) odchylka - tu určuje povaha požadovaného měření a jemnosti stupnice měřidla, nikdy by neměla být vyšší, než je třída přesnosti měřidla
 - třída přesnosti = p (relativní třída přesnosti = p%)
 - $\epsilon(\bar{x})$ = relativní mezní chyba
 - x = správná hodnota
 - $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ = jednotlivá měření
 - \bar{x} = aritmetický průměr naměřených hodnot
 - Δx = průměrná odchylka určená z měření
 - $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3 \dots \Delta x_n$ = odchylky jednotlivých měření
 - s = směrodatná odchylka (míra statistické variability)
 - 3s = mezní chyba (odchylka) ...neboli trojnásobná směrodatná odchylka - ta by neměla být překročena
- **vyloučení chyb z měření**
 - pokud odchylka jednoho měření přesahuje povolenou mezní odchylku, je třeba měření vyloučit (jedná se buď o hrubou chybu nebo komplex nahodilých chyb)
 - Pokud měřená veličina umožňuje kontrolní součty (např. při měření úhlů) nebo porovnání s kalibrační sadou, lze měřené hodnoty opravit (při systematických chybách)

- **postup pro vyloučení hrubých a nahodilých chyb měření**

- 1. určíme aritmetický průměr měření
- 2. určíme směrodatnou odchylku (zjistíme, zda odchylky měření od průměru jsou v toleranci do mezní odchylky (3s), jinak více odchýlené měření vyřadíme nebo daná měření opakujeme a opakujeme kroky 1 a 2)
- 3. určíme relativní odchylku od neopraveného průměru měření (tím dokážeme, že celé měření je v požadované přesnosti) ... $\sigma(\bar{x}) = \Delta x / \bar{x} * 100$

vzorec pro směrodatnou odchylku s (σ):

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Odchylky jednotlivých měření by se měly nacházet v tomto tzv. Gaussově normálním rozdělení statistického souboru měření. Vodorovná osa představuje jednotlivé jednotky směrodatné odchylky a svislá odpovídá pravděpodobnosti určení správné hodnoty měření.

