

# VÝPOČET PŘÍMÉHO MĚŘENÍ KALKULÁTOREM

## Obsah

Úvod .....	2
Rovnice, které budeme potřebovat .....	2
Příklad měření .....	2
Postup při výpočtu chyby přímého měření kalkulátorem .....	3
Závěr.....	3

## Úvod

Stanovení výsledku přímých měření a jeho pravděpodobné chyby lze výhodně a rychle provést pomocí kalkulátoru. Ukážeme, jak můžeme pro vyhodnocení přímých fyzikálních měření, t.j. pro výpočet **pravděpodobného výsledku a pravděpodobné chyby měření**, využít kalkulátoru, který je vybaven statistickými výpočty. Takový kalkulátor má pevně zabudované statistické programy, které umožňují, po vložení vyhodnocovaných dat (v našem případě  $n$  výsledků opakovaných měření), po stisku příslušné klávesy, samočinně provést výpočty vybraných statistických veličin.

## Rovnice, které budeme potřebovat

Definice směrodatné odchylky (bývá součástí návodu ke kalkulátoru)

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n-1}}. \quad (1)$$

Výpočet chyby přímého měření (skripta Ficker, *Fyzikální praktikum I*)

$$\bar{\vartheta} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{n(n-1)}}. \quad (2)$$

Dosazením rovnice (1) do (2) a úpravou získáme

$$\bar{\vartheta} = \frac{2}{3} \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}. \quad (3)$$

## Příklad měření

tab. 1 Měření tloušťky plechu mikrometrickým šroubem

$i$	$d_i/\text{mm}$	$(\Delta d_i)^2/\text{mm}$
1	0,554	0,00000784
2	0,545	0,00003844
3	0,560	0,00007744
4	0,531	0,00040804
5	0,557	0,00003364
6	0,549	0,00000484
7	0,555	0,00001444
8	0,568	0,00028224
9	0,552	0,00000064
10	0,541	0,00010404
$\Sigma$	5,512	0,00097160

Výpočet chyby podle rovnice (2) s použitím dat z tab. 1:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{5,512}{10} = 0,5512 \text{ mm} \quad (4)$$

$$\bar{\vartheta} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{n(n-1)}} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{0,00097160}{10(9-1)}} = 0,00219 \text{ mm} . \quad (5)$$

## Postup při výpočtu chyby přímého měření kalkulátorem

Při použití statistických výpočtů kalkulátoru budeme při vyhodnocení výsledku měření a jeho pravděpodobné chyby, postupovat takto:

- Vymažeme paměť kalkulačky, pouhé vypnutí kalkulátoru obvykle nestačí. Nejčastěji použijeme klávesu CA nebo SCL nebo CRL.
- Zvolíme statistický režim kalkulátoru.
- Do paměti kalkulátoru zadáme postupně hodnoty jednotlivých měření (nejčastěji klávesou M+ nebo DATA).
- Klávesou aritmetického průměru (nejčastěji  $\bar{x}$ ) vyvoláme na displej hodnotu aritmetického průměru zadaných hodnot.
- Klávesou standardní odchylky (nejčastěji  $\sigma_{n-1}$ ) vyvoláme na displej hodnotu standardní odchylky zadaných hodnot a dokončíme výpočet pomocí rovnice (3).

## Závěr

Aplikací uvedeného postupu na soubor uvedený v tab. 1 se můžete přesvědčit, že pomocí Vašeho kalkulátoru dojdete k výsledkům měření uvedeným v rovnicích (4) a (5).