

Zpracování experimentu I

Eva Kutálková

Petr Ponížil

Chyby měření

Absolutní chyba měření ΔX je rozdíl mezi hodnotou správnou X a hodnotou x získanou měřením, tedy

$$\Delta X = X - x.$$

Relativní chyba měření je (Neubauer et al., 2012)

$$\delta = \frac{\Delta X}{X}$$

Chyby dělíme na:

- hrubé
- systematické
- náhodné

Měřicí přístroje - přesnost

Aditivní chyba

- nezávislá na velikosti měřené veličiny
(např. posunutí stupnice přístroje, kdy přístroj ukazuje hodnotu lišící se o konstantní rozdíl od správné hodnoty)

Aditivní chyby omezují použití přístroje v oblasti malých hodnot, tj. na začátku stupnice.

Multiplikativní chyba

- úměrná velikosti měřené veličiny

(např. přístroj měří o 1 % menší hodnotu)
(Neubauer et al., 2012)

Měřicí přístroje – třída přesnosti

Třída přesnosti měřicího přístroje je definována vztahem

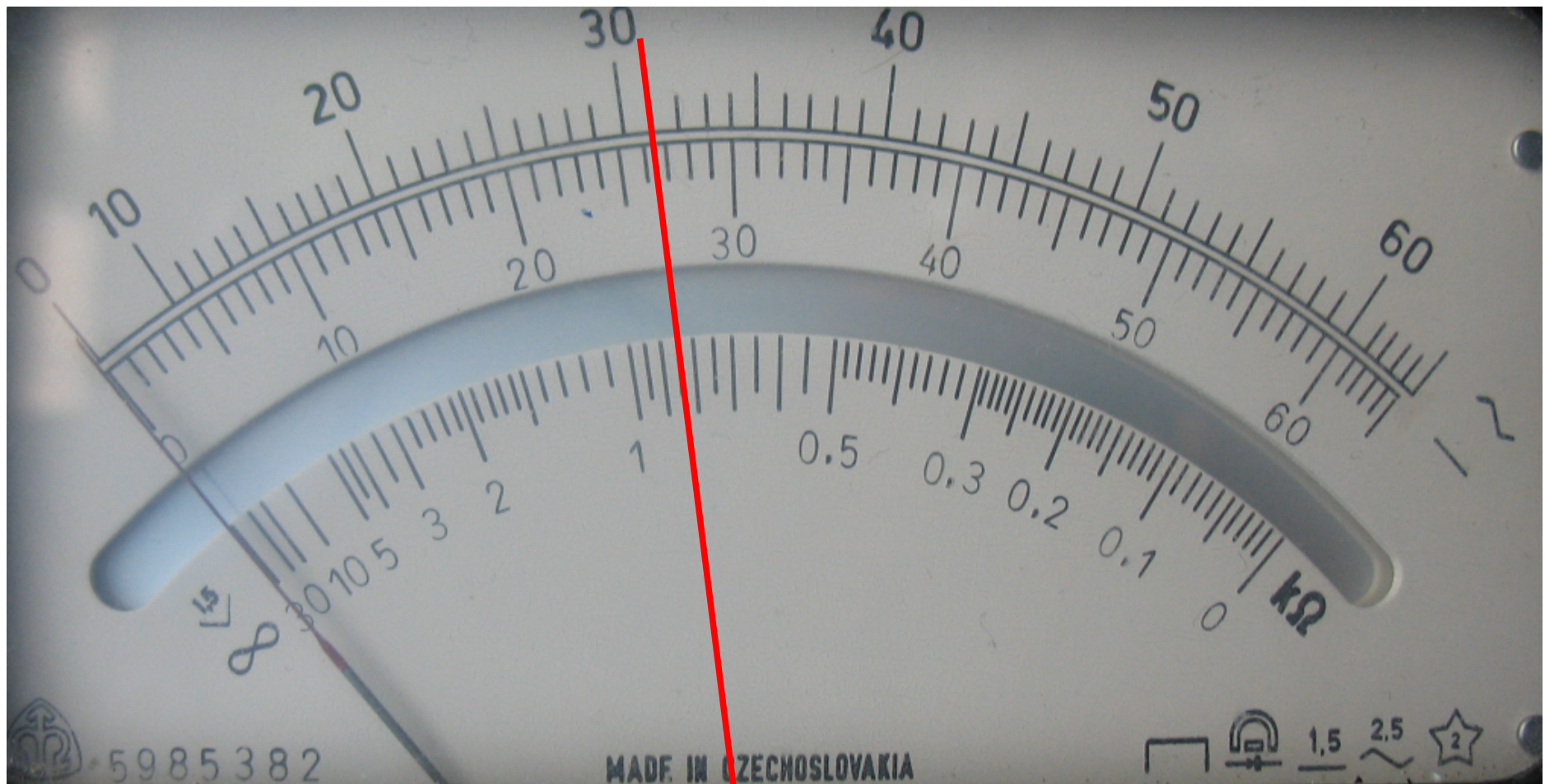
$$T_p = \frac{\Delta x}{x_{max} - x_{min}} \cdot 100$$

kde Δx je maximální přípustná absolutní chyba přístroje (skutečná chyba přístroje je s pravděpodobností 99,7 % menší než Δx),

$x_{max} - x_{min}$ je měřicí rozsah přístroje. (Neubauer et al., 2012)

Třída přesnosti se udává v procentech a zaokrouhuje se nahoru na nejbližší hodnotu normalizované řady **6 %, 4 %, 2.5 %, 1.5 %, 1.0 %, 0.5 %, 0.2 %, 0.1 %, 0.05 %, 0.02 %, 0.01 %, 0.005 %, 0.002 %, 0.001 %**.

Přístroje analogové (AVOmet)



Přístroj měří stejnosměrné napětí na rozsahu do 12 V.
Jaké napětí změřil?

Přístroje digitální

Třída přesnosti digitálních přístrojů se uvádí v dokumentaci v procentech měřené hodnoty, procentech rozsahu, resp. číslicí na posledním místě displaye.

Používají se zkratky:

- **ppm** - jedna miliontina (parts per milion);
- **MH** - měřená hodnota;
- **MR** - měřicí rozsah;
- **MHMR** - maximální hodnota měřicího rozsahu (totéž co MR);
- **Full Scale** - maximální hodnota měřicího rozsahu (totéž co MR);
- **d, dig, dgt** - číslice;
- **reading, rdg** - měřená hodnota

Digitální multimetr VDM-1

Měření stejnosměrných napětí

Měřicí rozsahy: 200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 1000 V

Citlivost: 0,1 mV

Přesnost měření:

Rozsah	Přesnost
200 mV 2 V 20 V 200 V	$\pm(0,5\% MH + 0,5\% MR)$
1000 V	$\pm(0,5\% MH + 1\% MR)$

MH .. měřená
hodnota
MR .. měřicí
rozsah

Přístroj měří na rozsahu 2 V napětí monočládku.

Ukazuje napětí 1,562 V.

Jaké je napětí monočládku?

Digitální multimetr UT51

2. 交流电压

量程	分辨力	准确度(a%读数+b字数)				
		UT51	UT52	UT53	UT54	UT55
200mV	100 μ V	$\pm (1.2\%+3)$			---	---
2V	1mV	$\pm (0.8\%+3)$				
20V	10mV					
200V	100mV					
750V	1V	$\pm (1.2\%+3)$				

输入阻抗：所有量程为10M Ω 。

频率范围：40Hz-400Hz。

过载保护：对于200mV量程为250V DC或AC有效值，
其余量程为750Vrms或1000Vp-p 峰值。

显示：平均值（正弦波有效值）。

Přístroj měří na rozsahu 2 V napětí monočlátku.

Ukazuje napětí 1,557 V.

Jaké je napětí monočlátku?

Digitální multimetr VCN-3

4.2.1 Voltage

Function	Range	Resolution	Accuracy
DC Millivolt. mV$\overline{=}$	400mV	0.1mV	$\pm(1.0\%$ of rdg +10 digits)
DC Voltage V$\overline{=}$	4V	1mV	$\pm(0.5\%$ of rdg +3 digits)
	40V	10mV	
	400V	100mV	
	1000V	1V	
AC Voltage ^{1,2} V\sim	400mV ³	0.1mV	$\pm(3.0\%$ of rdg + 3 digits)
	4V	1mV	$\pm(1.0\%$ of rdg + 3 digits)
	40V	10mV	
	400V	100mV	
	1000V	1V	

Overload Protection: 1000V dc or 1000V ac rms.

**Přístroj měří na rozsahu 4 V napětí monočlátku.
Ukazuje napětí 1,428 V.
Jaké je napětí monočlátku?**

Odhad přesnosti přístroje bez dokumentace

Mezní chybu neznámého přístroje odhadneme jako hodnotu, která odpovídá

- nejmenšímu dílku na stupnici přístroje, případně
- nejmenšímu rozdílu na displayi.

(Neubauer et al., 2012)

Zápis výsledků měření - pravidla

Předpokládejme: známe hodnotu napětí $U = 238,9 \text{ V}$ i její chybu $3,3 \text{ V}$.

1. Hodnotu veličiny zapíšeme na tolik míst, aby poslední bylo zasaženo chybou.
2. Chybu píšeme na jednu platnou číslici, přičemž ji **zaokrouhlíme nahoru**. Pouze, má-li chyba jako první číslici jedničku, uvádíme chybu na dvě místa.

$$U = (239 \pm 4) \text{ V}$$

(Neubauer et al., 2012)

Zapisujeme-li hodnotu z nějakých důvodů bez chyby, je třeba zapsat ji na tolik míst, aby pouze poslední mohlo být zasaženo chybou.

Zápis výsledků měření – časté chyby

Správně:

- $U = (239 \pm 4) \text{ V}$
- $U = (238,9 \pm 1,2) \text{ V}$
- $U = (0,239 \pm 0,004) \text{ V}$
- $U = (239 \pm 4) \cdot 10^3 \text{ V}$ nebo $U = (239 \pm 4) \text{ kV}$
- $c = 299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Špatně:

- $U = (238,8 \pm 4) \text{ V}$
- $U = (238,8 \pm 4,2) \text{ V}$
- $U = (238 \pm 0,2) \text{ V}$
- $U = (239\,000 \pm 4\,000) \text{ mV}$
- $c = 300\,000\,000 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Zápis výsledků měření - procvičení

Při měření vzorků byla změřena průměrná hodnota a chyba. Zjištěné hodnoty jsou v tabulce. Výsledky měření správně zapište.

č.	průměrná hodnota	chyba
1	5,3210 g	0,0363 g
2	5,3210 mm	0,0123 mm
3	136,28 V	5,423 V
4	50,000 mA	0,022 mA
5	0,00233 kg	0,000721 kg
6	42 531 kg	127 kg
7	0,00231 m	0,00003 m
8	487 V	22 V
9	36,26 °C	0,0223 °C
10	273,15 K	1,32 K