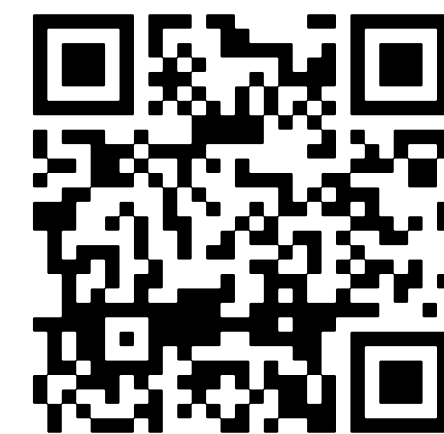


Chyby a nejistoty měření



Karel Lemr (k.lemr@upol.cz)
<http://jointlab.upol.cz/lemr>, @KvantovyKarel

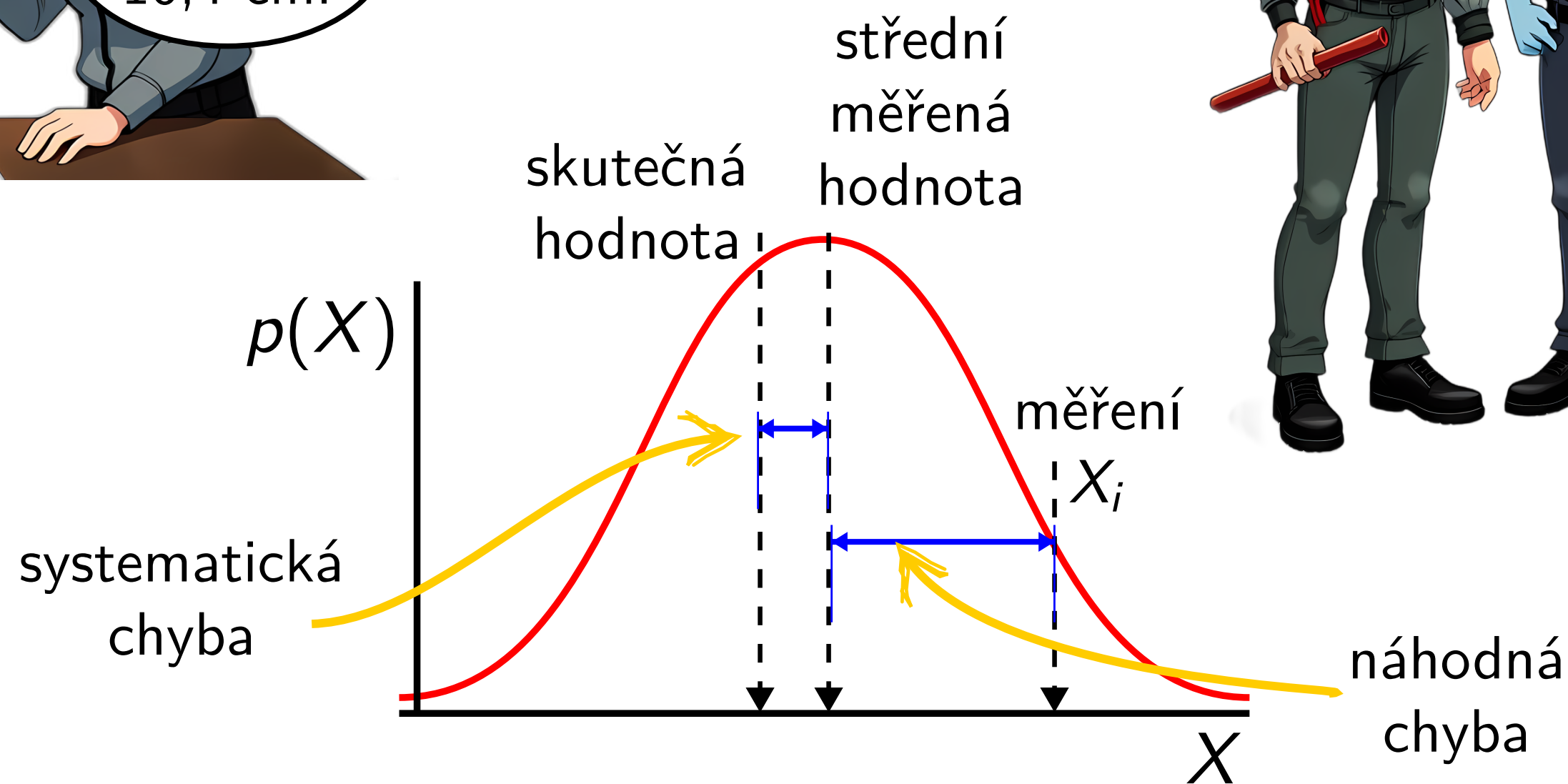


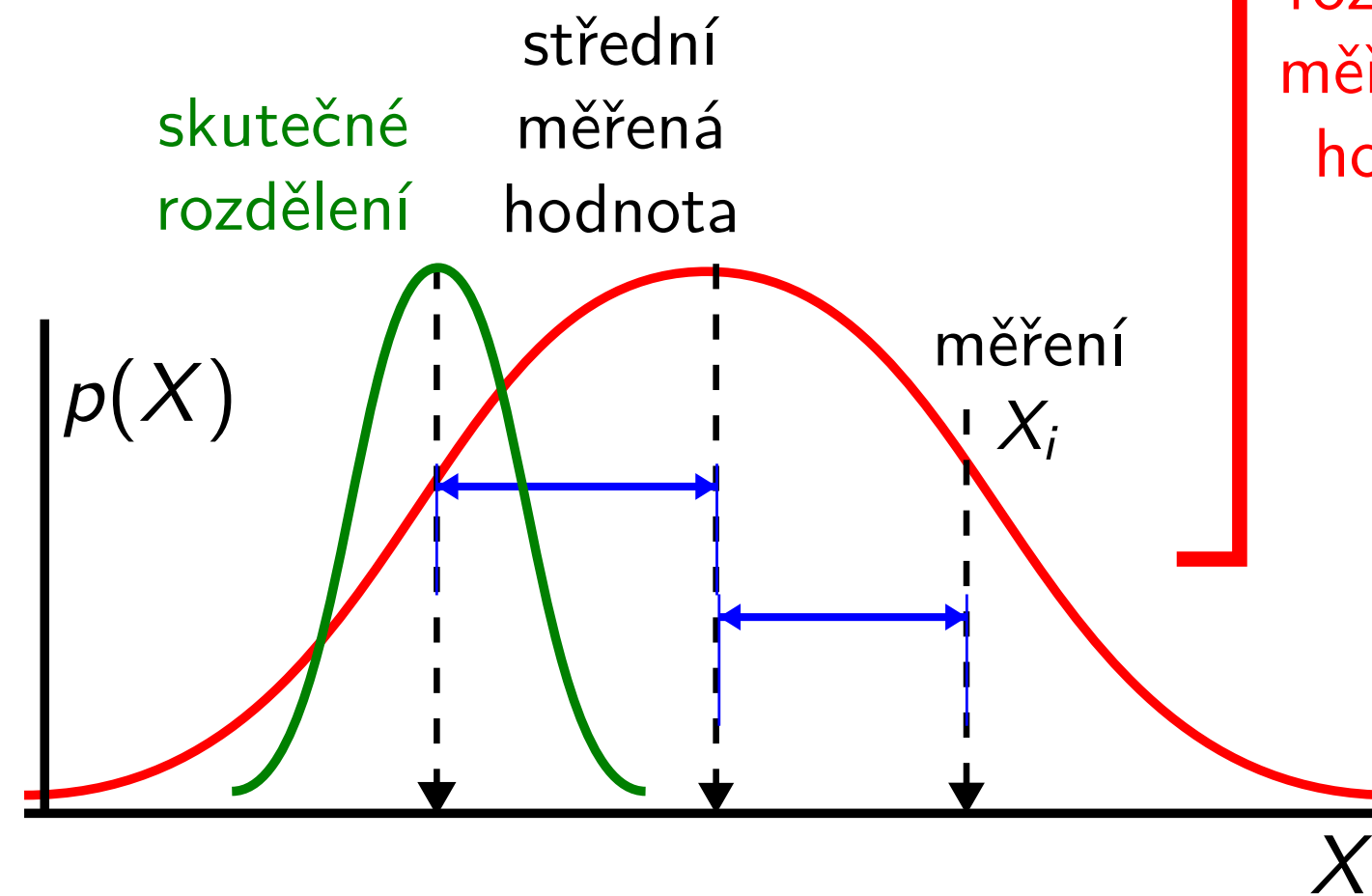
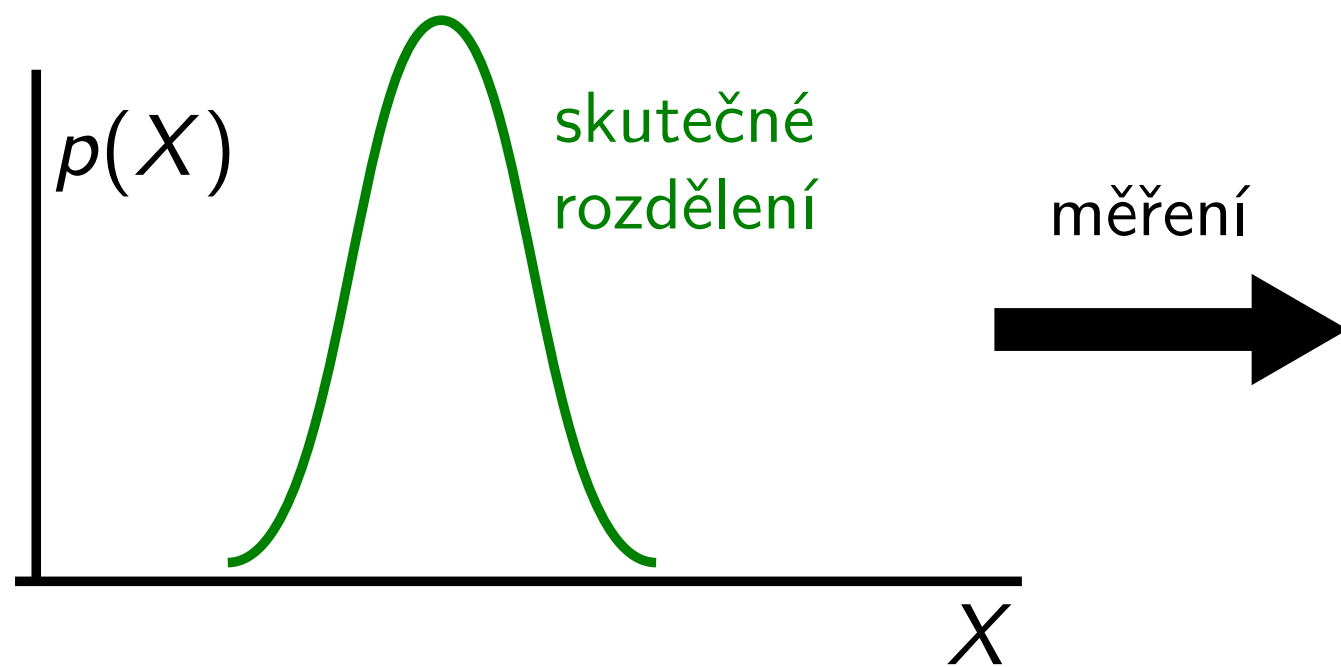
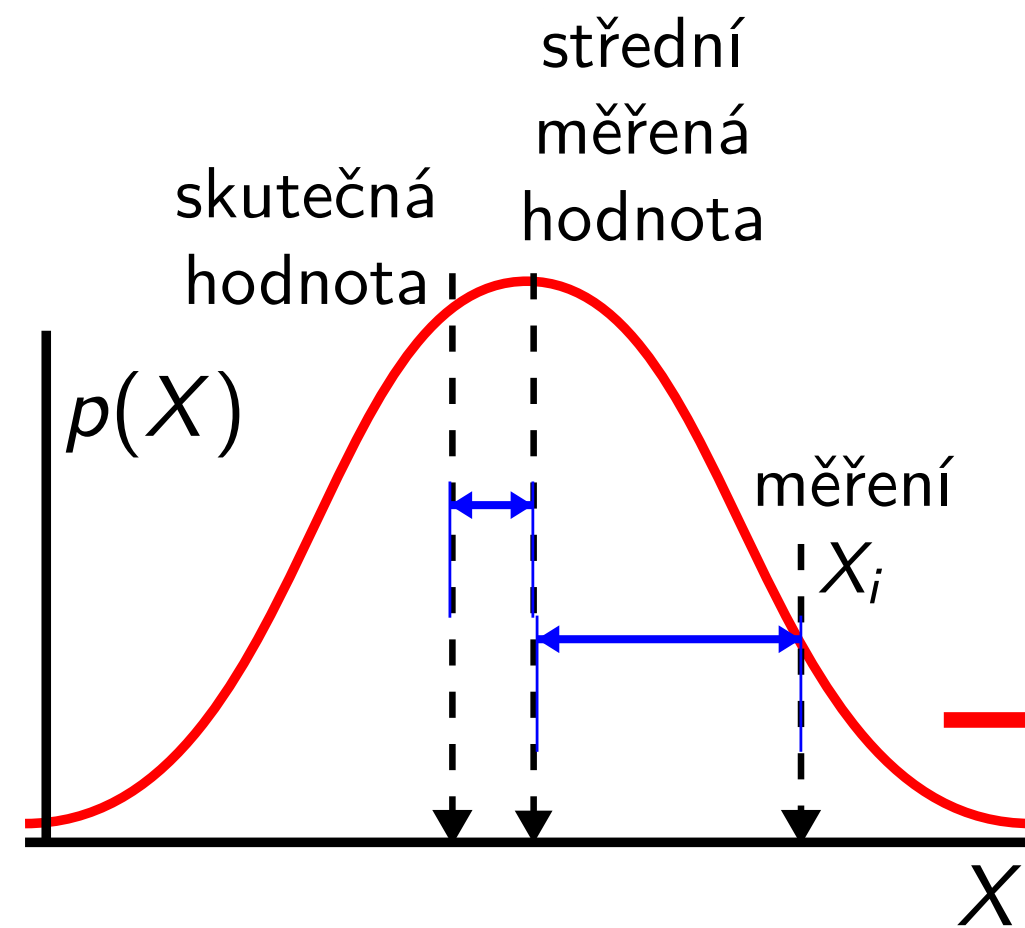
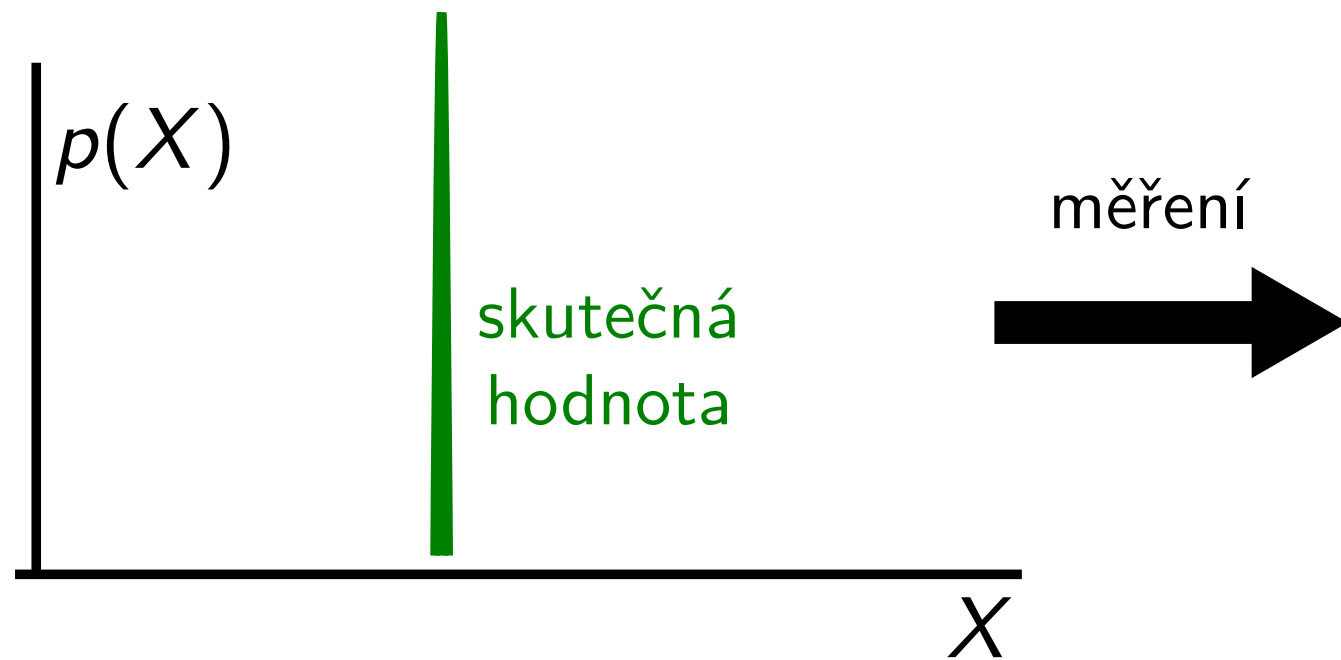
Chyby měření

náhodné



systematické





rozdělení
měřených
hodnot

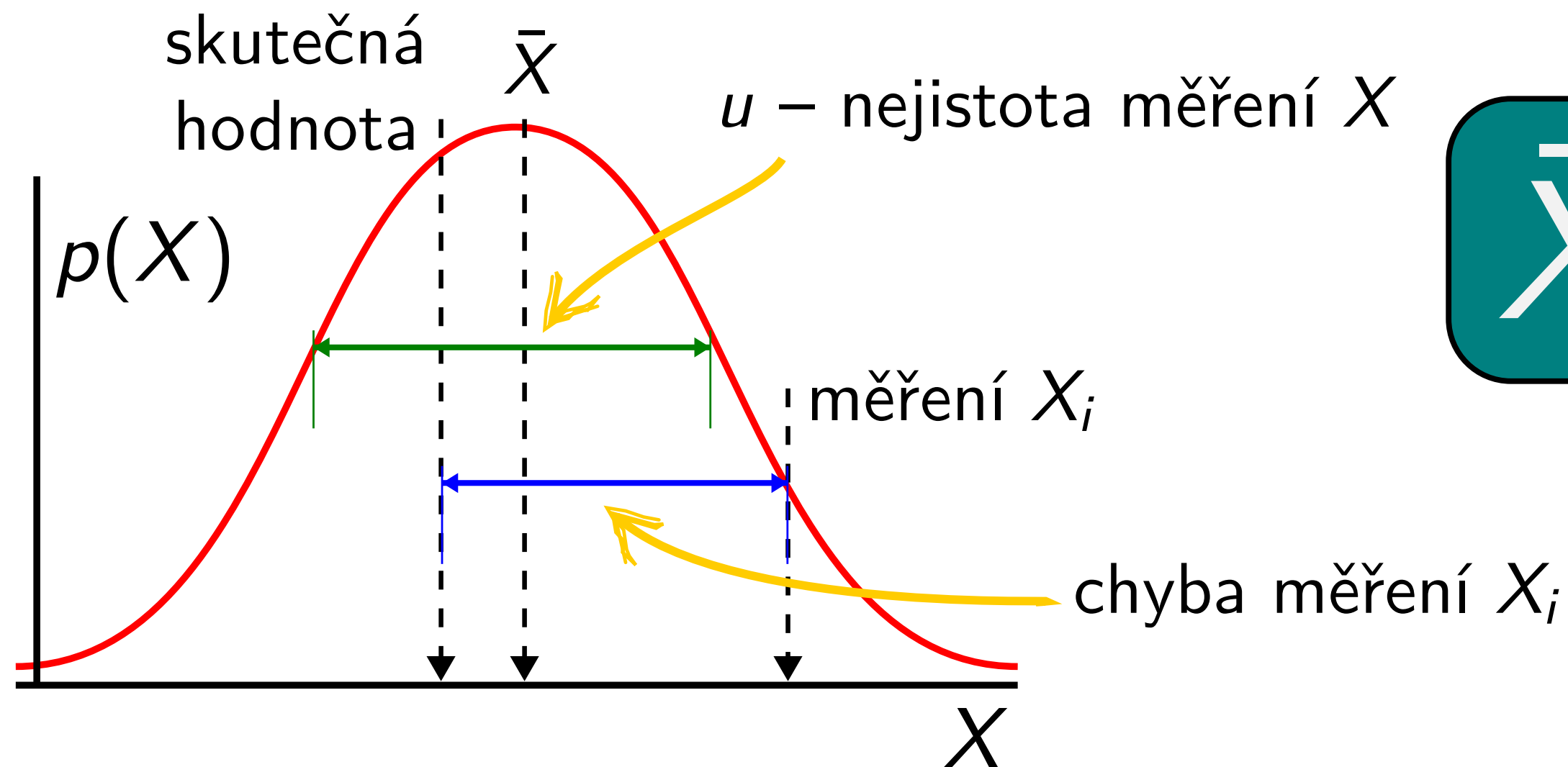


náhodná
chyba



systematická
chyba





$$\bar{X} \pm u$$



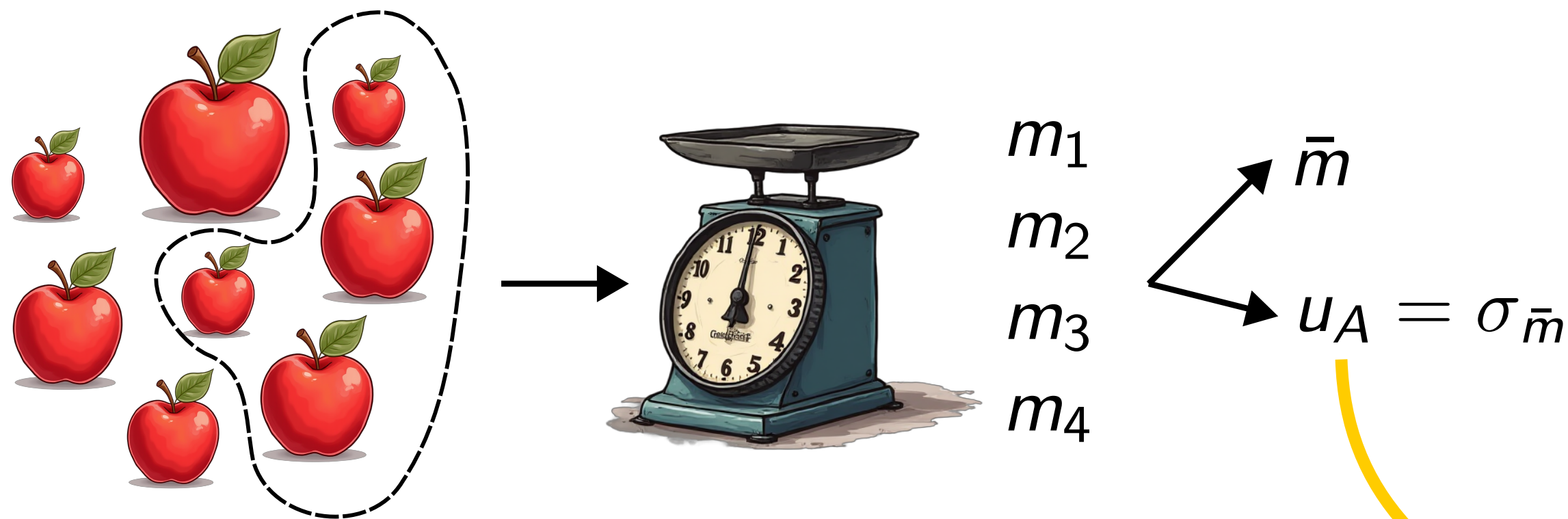
chybu konkrétního měření **nelze** určit (většinou)

nejistota měření:
statistický odhad rozptylu měřených hodnot

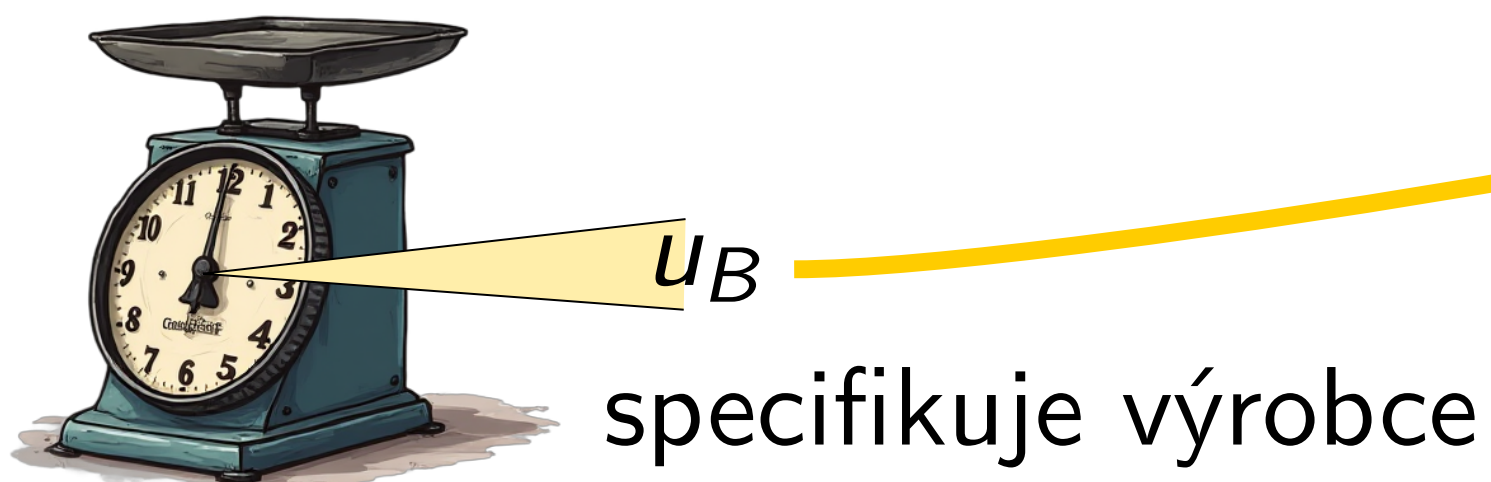
nejistotu měření umíme **odhadnout**

Typy nejistot měření

typ A – vzniká v důsledku výběru náhodného vzorku



typ B – ostatní zdroje nejistoty (vnější)

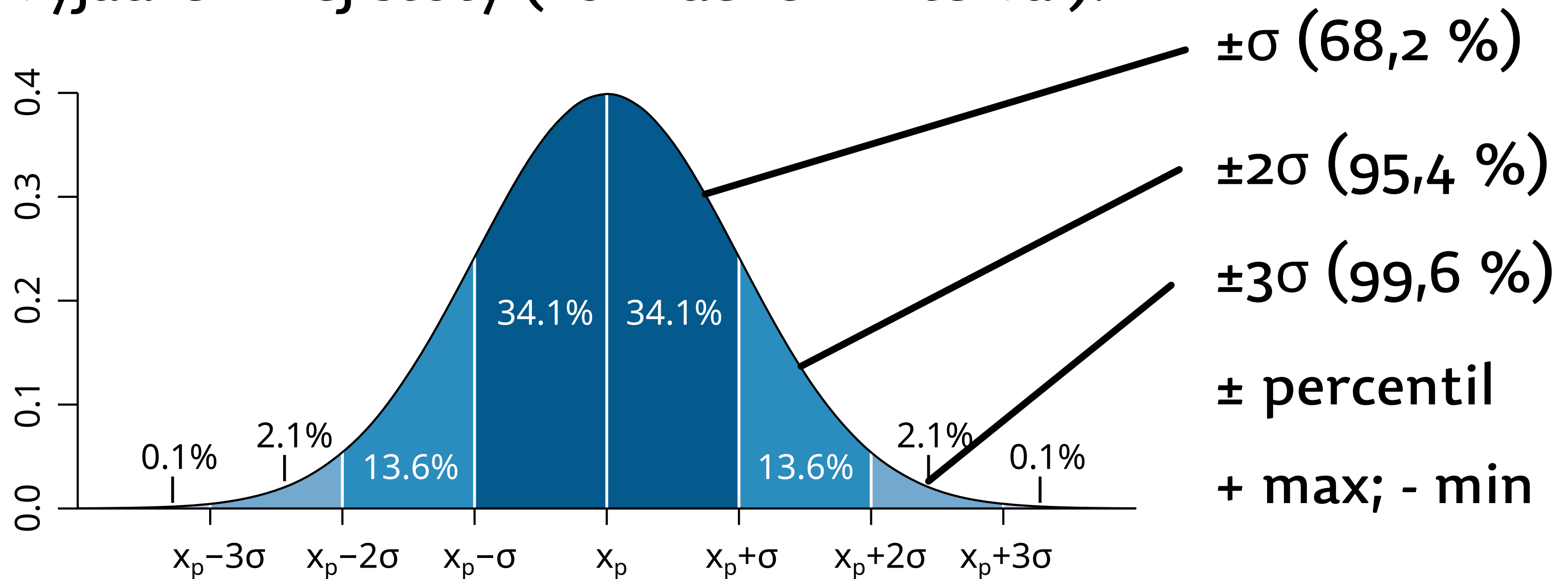


celková nejistota

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

$$\bar{m} \pm u_C$$

Vyjádření nejistoty (konfidenční interval):



více možností, musíme vysvětlit!



Zaokrouhlení
nejistoty nahoru
zajistí, že její
velikost nebude
podceněna.

Zaokrouhlování (pro profesionály)

1. identifikujeme první 2 platné cifry **neurčitosti**

$$u = 00000, 0000 \textcircled{ABCDE} \quad A \neq 0$$

2. zaokrouhlíme neurčitost na 2 platné **nahoru**

$$u = 00000, 0000 A(B + 1) \quad C, D, \dots \neq 0$$

$$u = 00000, 0000 AB \quad C, D, \dots = 0$$

3. **hodnotu** zaokrouhlíme na stejnou přesnost

$$X = \text{#####}, \text{#####} \textcircled{Z}QRST$$

poslední zůstávající číslice (Z)

Zaokrouhlování (pro profesionály)

4. poslední zůstávající číslice (Z) se upraví

$$X = \#\#\#\#\#, \#\#\#\#\#ZQRST$$

- a) $Q < 5: Z \rightarrow Z$ $ZQRST = 12345 \rightarrow 1$
- b) $Q > 5: Z \rightarrow (Z + 1)$ $ZQRST = 18345 \rightarrow 2$
- c) $Q = 5, R, S, T \neq 0: Z \rightarrow (Z + 1)$
 $ZQRST = 15001 \rightarrow 2$
- d) $Q = 5, R, S, T = 0, Z$ je lichá: $Z \rightarrow (Z + 1)$
- e) $Q = 5, R, S, T = 0, Z$ je sudá: $Z \rightarrow Z$
 $ZQRST = 15000 \rightarrow 2$ $ZQRST = 45000 \rightarrow 4$



Podivné
pravidlo d) a e)
zajistí, že nebudeme
systematicky
zvýhodňovat okrouhlení
nahoru nebo dolů.

(a) $1,3578 \pm 0,5775$

(b) $2000,714431 \pm 0,084024$

(c) $4,3415 \pm 2,0478$

(d) $285,41 \pm 102,98$

(e) $285,41 \pm 33,4875$

(f) $9,9994558 \pm 0,000296808$

(g) $3,450 \pm 1,187$

(h) $3,550 \pm 1,449$



(i) $23,47891 \pm 3,42983$

(j) $23,41291 \pm 0,40000$

(k) $23,55000 \pm 1,2983$

(l) $23,55001 \pm 0,12983$

(m) $23,49999 \pm 0,42183$

(n) $0,01891 \pm 3,42983$

(o) $0,000154 \pm 0,000012$

(p) $0,000154 \pm 0,12$