

# MEROSLOVNA PISMENOST

**Bojan Ačko**

Univerza v Mariboru – Fakulteta za strojništvo

Laboratorij za proizvodne meritve

- Podlaga - dokumenti
- Pisanje simbolov veličin in enot
- Pisanje indeksov in matematičnih znakov
- Pisanje števil in decimalnih znakov
- Pisanje številskih vrednosti veličin (preglednice, diagrami)
- Zaokroževanje vrednosti merilnega rezultata in merilne negotovosti

**Prej ISO 31-0: 1992  
(prva izdaja 1981)**

**SLOVENSKI STANDARD** **SIST ISO 80000-1**  
maj 2013

**Veličine in enote – 1. del: Splošno**  
Quantities and units – Part 1: General  
Grandeurs et unités – Partie 1: Généralités

SIST ISO 80000-1: 2013 Veličine in enote – 1. del: Splošno  
(original ISO 80000-1:2009; prej ISO 31-0:1981 in ISO 31-0:1992)  
SIST ISO 80000-2: 2019 Veličine in enote – 2. del: Matematika  
SIST ISO 80000-3: 2020 Veličine in enote – 3. del: Prostor in čas  
SIST ISO 80000-4: 2009 Veličine in enote – 4. del: Mehanika  
SIST ISO 80000-5: 2019 Veličine in enote – 5. del: Termodinamika  
SIST ISO 80000-6: 2014 Veličine in enote – 6. del: Elektromagnetizem  
SIST ISO 80000-7: 2020 Veličine in enote – 7. del: Svetloba in sevanje  
SIST ISO 80000-8: 2020 Veličine in enote – 8. del: Akustika  
SIST ISO 80000-9: 2019 Veličine in enote – 9. del: Fizikalna kemija in molekulska fizika  
SIST ISO 80000-10: 2019 Veličine in enote – 10. del: Atomska in jedrska fizika  
SIST ISO 80000-11: 2020 Veličine in enote – 11. del: Značilna števila  
SIST ISO 80000-12: 2019 Veličine in enote – 12. del: Fizika kondenzirane snovi  
IEC 80000-13: 2013 Quantities and units — Part 13: Information science and technology  
IEC 80000-14: 2008 Quantities and units — Part 14: Telebiometrics related to human physiology  
IEC/CD 80000-15 (v razvoju) Quantities and units — Part 15: Logarithmic and related quantities  
IEC/CD 80000-16 (v razvoju) Quantities and units — Part 16: Printing and writing rules  
IEC/CD 80000-17 (v razvoju) Quantities and units — Quantities and units — Part 17: Time dependency

ICS 01.060 Referenčna oznaka  
SIST ISO 80000-1:2013 (sl)

Nadaljevanje na straneh 2 do 44

© 2013-05. Standard je založil in izdal Slovenski inštitut za standardizacijo. Razmnoževanje celote ali delov tega standarda ni dovoljeno.

Bureau  
International des  
Poids et  
Mesures

Le  
Système  
international  
d'unités 9<sup>e</sup> édition 2019  
**The  
International  
System of  
Units**

- Simbole za **veličine** vedno pišemo v **poševnem** tisku (kurzivi), ne glede na vrsto tiska preostalega besedila.
- Simbole za **enote** vedno pišemo v **pokončnem** tisku, ne glede na vrsto tiska preostalega besedila.

**Pravilno:**

$$L = 10 \text{ m}$$

$$m = 3 \text{ g}$$

$$p = 1 \text{ Pa}$$

**Nepravilno:**

$$L = 10 \text{ m}$$

$$m = 3 \text{ g}$$

$$p = 1 \text{ Pa}$$

- V izrazu za veličino stoji simbol enote za številsko vrednostjo, med njima pa mora biti presledek.

*To pravilo velja tudi za enoti odstotek (%) in odtisoček (‰) ter za enoto °C.*

*Edine izjeme k temu pravilu so enote **stopinja (°)**, **minuta (')** in **sekunda (")** za ravninski kot. Pri teh enotah med številsko vrednostjo in simbolom enote ne sme biti presledka.*

## Pravilno:

$$L = 3 \text{ m}$$

$$t = 10 \text{ °C}$$

$$e_r = 3 \%$$

$$\alpha = 3^\circ$$

## Nepravilno:

$$L = 3\text{m}$$

$$t = 10^\circ\text{C}, \text{ ali } t = 10^\circ \text{ C}$$

$$e_r = 3\%$$

$$\alpha = 3^\circ$$

- Če je veličina izražena z vsoto ali razliko veličin, uporabimo oklepaj, simbol skupne enote pa stoji za celotno številsko vrednostjo. Lahko pa je izraz zapisan kot vsota ali razlika izrazov za veličine.

**Pravilno:**

$$L = 12 \text{ m} - 7 \text{ m} = (12 - 7) \text{ m}$$

**Nepravilno:**

$$L = 12 - 7 \text{ m}$$

*To pravilo je potrebno upoštevati tudi pri podajanju merilnih območij!*

**Pravilno:**

$$O = 2 \text{ m do } 10 \text{ m} \text{ ali } O = (2 \text{ do } 10) \text{ m}$$

$$O = 1 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 4 \text{ m} \text{ ali } O = (1 \times 2 \times 4) \text{ m}^3$$

**Nepravilno:**

$$O = 2 - 10 \text{ m} \text{ ali } O = 2 \text{ do } 10 \text{ m}$$

$$O = 1 \times 2 \times 4 \text{ m}$$

- Simboli za enote so praviloma male črke latinske ali grške abecede (m, kg, s, mol, cd, ...). Izjeme so simboli za enote, ki so izpeljane iz osebnega imena (A, K, V, ...).

**Sloga črk (velike, male) ne smemo nikdar zamenjevati!**

*Edina izjema je simbol za **liter**, ki je lahko velika ali mala črka (L, l).*

- Sestavljena enota, ki nastane z množenjem dveh ali več enot, se označi na enega od naslednjih načinov:

**N · m** ali **N m** (znak množenja ali presledek)

*Zmnožek lahko zapišemo tudi brez presledka ali znaka množenja, vendar je treba biti pozoren na simbole enot, ki so enaki simbolom za predpone (npr. „m“ za meter ali mili).*

- Sestavljena enota, ki nastane z deljenjem ene enote z drugo, se označi na enega od naslednjih načinov:

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ ali } \text{m/s} \text{ ali } \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ ali } \text{m s}^{-1}$$

- **Simboli za predpone** se tiskajo **pokončno** ne glede na vrsto pisave v preostalem besedilu, in sicer **brez presledka** med simbolom predpone in simbolom enote, pred katerim stoji.

mg, MW, kV, µm, ...



## Primeri slabe prakse

vost pomnožena s faktorjem pokritja  $k$ , ki ustreza  
vost je določena skladno z dokumentom EA-4/02.

orted expanded uncertainty of  
e factor  $k$  that corresponds

### MERILNA NEGOTOVOST • Measuring uncertainty

$$U = 26''$$

Temperatura:

$$T_{\max} =$$

24,6 °C

$$T_{\min} =$$

ana kot standardna negotovost meritve pomnožena s faktorjem  $k = 2$ , ki

Odstopanje občutljivosti /  
Sensitivity deviation

0,00%

0,30%

Indiciran čas $t_1$ [s]		Dejanski čas		Sr. Vrednost $t_{sr}$ [s]	Pogrešek $dt$ [s]	Negotovost $U$ [s]
	$t_1$	$t_2$	$t_3$			
		599,84	600,04	599,9	0,1	0,42

Machine

Dimensions:

86.61x102.16x143.50"

(2200x2595x3645mm)

? ↑ ? ↑

Obseg / Vrednost: 0 - 12,7 mm

Ločljivost: 0,01 mm

- Za tiskanje indeksov veljata naslednji načeli:
  - indeks, ki predstavlja fizikalno veličino ali matematično spremenljivko, je tiskan poševno (kurzivno);
  - drugi indeksi, npr. taki, ki predstavljajo besede ali določena števila, so tiskani pokončno.

## Poševni indeksi

$C_p$	( $p$ : tlak)
$c_i$	( $i$ : tekoča številka)
$\Sigma_n a_n \omega_n$	( $n$ : tekoča številka)
$F_x$	( $x$ : komponenta $x$ )
$g_{ik}$	( $i, k$ : tekoči številki)
$I_\lambda$	( $\lambda$ : valovna dolžina)

## Pokončni indeksi

$C_g$	( $g$ : plin)
$c_3$	(3: tretji)
$g_n$	( $n$ : normalen)
$\mu_r$	( $r$ : relativen)
$S_m$	( $m$ : molski)
$T_{1/2}$	(1/2: polovica)

- Presledki morajo biti na obeh straneh večine znakov za dvočlene operatorje, kot so  $+$ ,  $-$ ,  $\pm$ ,  $\times$  in  $\cdot$  (toda ne pri poševnici), ter v razmerjih, kot so  $=$ ,  $<$ ,  $\leq$ , toda ne za enočlenima operatorjema  $+$  in  $-$ .

## Pravilno:

$$y = a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2$$

$$L \leq (3 \pm 5) \text{ mm}$$

$$l_+ = +5 \text{ g}$$

$$l_- = -5 \text{ g}$$

$$U = 2 \mu\text{m} + 3 \times 10^{-6} \times L$$

## Nepravilno:

$$y = a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2$$

$$L \leq (3 \pm 5) \text{ mm}$$

$$l_+ = + 5 \text{ g}$$

$$l_- = - 5 \text{ g}$$

$$U = 2 \mu\text{m} + 3 \times 10^{-6} \times L$$

- Števila pišemo **pokončno** ne glede na vrsto pisave v preostalem besedilu.
- Za lažje branje števil z veliko števki se te lahko ločijo v skupine po tri, šteto v levo in v desno od decimalne vejice. Skupine ločimo s **presledkom**, toda ne s piko ali vejico ali na kakršen koli drug način.

*Če število nima decimalnega dela, se šteje od skrajne desne števke v levo.*

## Pravilno:

1234,568

1 234,567 8

1 234

## Nepravilno:

*1234,5678*

*1.234,5678*

*123 4*

- Decimalni znak je vejica ali pika v višini črte. V posameznem dokumentu naj se dosledno uporablja isti decimalni znak.

*V praksi je izbira med obema možnostma odvisna od običajne rabe v določenem jeziku.*

*Če kot **decimalni znak** uporabljamo **piko**, je treba za množenje med števili uporabiti **križec**, ne poldvignjene pike.*

*Če je velikost števila **manjša od ena**, mora **pred decimalnim znakom stati ničla**.*

**Pravilno:**

0,25 ali 0.25

12.34 × 56.78

**Nepravilno:**

,25 ali .25

12.34·56.78

## Primeri slabe prakse

Merilna negotovost	1,1 µm + 4.10 <sup>-6</sup> .L, pravokotnost 3''	
<b>Specifikacija proizvajalca za največje dovoljeno odstopanje:</b>	Osi Exy: (2.2+1L/250) µm Os Ez: (3.2+1L/100) µm	<b>Temperatura okolja:</b> (23.5±1.0) °C

	oznaka mark	rezultat result (µm)	$\frac{M_i - M}{M} \times 100 [\%]$
največji odstopek pri položaju kladice A <i>maximum deviation at gauge block position A</i>	Fe	5	
ponovljivost <i>repeatability</i>	Fw	0,5	

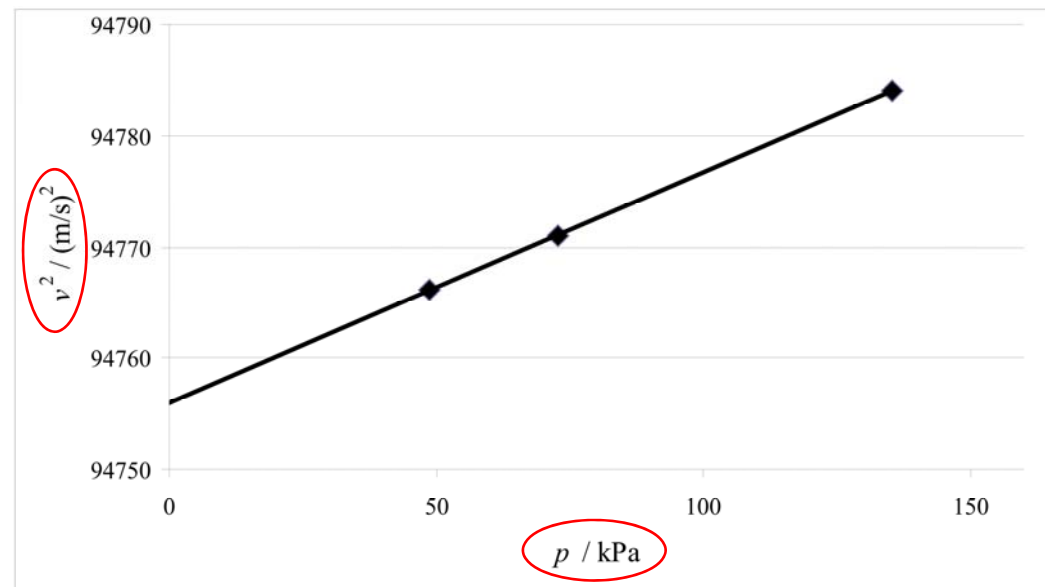
  

$q_b = (\varphi_i - \varphi_t)$ $q_{rb} = \frac{\varphi_i - \varphi_t}{\varphi_t} \cdot 100 [\%]$	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\varphi_i</math>    kazanje merila</li> <li><math>\varphi_t</math>    prava vrednost</li> <li><math>q_{rb}</math>    relativni pogrešek kazanja</li> <li><math>q_b</math>    absolutni pogrešek kazanja</li> </ul>
---	---

- Številška vrednost veličine, izražene z določeno enoto, se lahko označi tako, da je simbol veličine med zavitima oklepajema, enota pa zapisana kot indeks, npr.  $\{\lambda\}_{\text{nm}}$ .
- Bolj priporočljivo je, da se številška vrednost izrecno označuje kot razmerje med veličino in enoto, npr.  $\lambda/\text{nm} \approx 589,6$   
*(zgornji zapis izhaja iz enačbe  $\lambda \approx 589,6 \text{ nm}$ )*
- Ta zapis se posebej priporoča za uporabo pri diagramih in glavah stolpcev v preglednicah.

**PRIMER** zapisa številskih vrednosti veličin v glavi preglednice in v diagramu (vir: *BIPM: The International System of Units (SI); 9th Edition, 2019*)

$p/\text{kPa}$	$v^2/(\text{m/s})^2$
48.73	94766
72.87	94771
135.42	94784



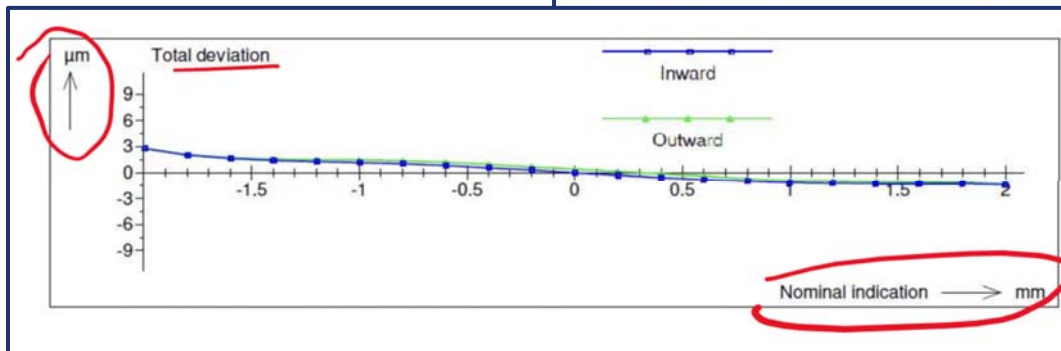


## Primeri slabe prakse

Izmerjeni pogoški	
na višini mizice	na višini 150 mm nad mizico
1.4 ?	6.4
1.2 ?	9.5

Kazanje etalon <i>Indication of standard</i>	Kazanje kalibrirano merilo <i>Indication of calibrated measure</i>	Odstopanje kazanja <i>Deviation</i>	Merilna negotovost <i>Meas. uncertainty</i>
(L) [mm]	(i) [mm]	(i-L) [mm]	(U) [mm]

referenčna vrednost <i>reference value</i> (mm)	izmerjena vrednost <i>measured value</i> (mm)	pogrešek <i>error</i> (mm)	merilna negotovost <i>uncertainty</i> (µm)
		0,000	1,3
		0,001	1,3



**Specifikacija proizvajalca za največje dovoljeno odstopanje:**

Osi E<sub>XY</sub>: (2.2+1L/250) µm  
 Os E<sub>Z</sub>: (3.2+1L/100) µm

- Za množenje uporabljamo izključno znak množenja **×** in ne male črke **x**
- Za množenje števil uporabljamo le znak množenja in ne privzdignjene pike

**Pišemo:**  $100 \times 100$       **in NE:**  $100 \cdot 100$

- Imena **veličin in enot** se pišejo **z malo začetnico**, razen na začetku stavka, ko se uporabi velika začetnica. Pri imenih **veličin**, ki vsebujejo **ime osebe**, pa se **ime osebe piše z veliko začetnico**.

*Pri enotah SI samo ime stopinja Celzija (simbol °C) vsebuje veliko začetnico.*

**Primeri pisanja imen veličin:** dolžina, masa, Celzijeva temperatura, ...

**Primeri pisanja imen enot:** gram, amper, newton, tesla, stopinja Celzija,

...

- Opisni izrazi oziroma imena veličin ne smejo biti urejeni v obliki enačbe. Imena veličin ali veččrkovne okrajšave, na primer v poševnem tisku ali z indeksi, se ne smejo uporabljati namesto simbolov!

Pišemo:  $\rho = \frac{m}{V}$

in NE: *gostota* =  $\frac{\textit{masa}}{\textit{prostornina}}$

- **Okrajšav** za imena ali simbole enot ni **dovoljeno uporabljati** (v angleščini je npr. pogosta raba okrajšav **sec** za sekundo, **arc sec** za kotno sekundo, **cc** ali **ccm** za  $\text{cm}^3$ , **sq. m** za  $\text{m}^2$ , **mps** za  $\text{m/s}$  ali za milja/sekundo).
- **Ne pisati**  $ab^{-1}$  **brez presledka** med  $a$  in  $b^{-1}$ , saj bi si lahko  $ab^{-1}$  napačno razlagali kot  $(ab)^{-1}$ .

*Velja za fizikalne veličine, matematične veličine in konstante ter za simbole enot!*



- Številsko vrednost merilne negotovosti po priporočilu WG CIPM MRA **zaokrožimo na 2 značilni števki**; ker je to vedno ocenjena vrednost, je priporočljivo, da jo **zaokrožimo navzgor**.

## PRIMERI:

Ocenjena vrednost:

$$U = 0,00374 \text{ mm}$$

$$U = 37,7 \text{ } \mu\text{m}$$

$$U = 373 \text{ nm}$$

Zaokrožena (končna) vrednost:

$$U = 0,0038 \text{ mm}$$

$$U = 38 \text{ } \mu\text{m}$$

$$U = 380 \text{ nm}$$

\* CIPM – Mednarodni odbor za mere in uteži (*Le Comité international des poids et mesures*)

MRA – Dogovor o medsebojnem priznavanju nacionalnih merilnih etalonov ter kalibracijskih in merilnih certifikatov, ki jih izdajajo nacionalne meroslovne institucije (*Mutual Recognition Arrangement*)

- Če je merilna negotovost izražena kot zmnožek veličine in številske vrednosti v eksponentni obliki ( $10^n$ ), naj bo (po priporočilu WG MRA) eksponent vedno mnogokratnik števila 3 ( $10^3, 10^6, 10^9, \dots$ ).  
*To priporočilo sledi pravilu kreiranja predpon.*

Priporočljivo:

$$U = 33 \times 10^{-6} \times L$$

Nepriporočljivo:

$$U = 3,3 \times 10^{-5} \times L$$

- Številsko vrednost rezultata zaokrožimo na (največ) tisti značilni številki, ki je zadnja značilna številka v merilni negotovosti.

**Merilna negotovost:**

$$U = 0,0038 \text{ m}$$

$$U = 38 \text{ } \mu\text{m}$$

$$U = 380 \text{ nm}$$

**Pravilno zaokrožen rezultat:**

$$L = 23,167\underline{2} \text{ m}$$

$$L = 741,21\underline{4} \text{ mm}$$

$$L = 12,1\underline{2} \text{ } \mu\text{m}$$

**Nepravilno zaokrožen rezultat:**

$$L = 23,1672\underline{4} \text{ m}$$

$$L = 741,213\underline{8} \text{ mm}$$

$$L = 12,12\underline{34} \text{ } \mu\text{m}$$

## Primeri slabe prakse

Ref. dolžina L • Ref. length L [mm]	Izmerjena vrednost • Measured value [mm]	Pogrešek • Error [µm]
0	0,000	0,0
2	2,005	5,1
4	4,000	0,0
6	5,995	-4,9
8	7,995	-4,9

Meritve v mm / Measurements in mm					
	1.	2.	3.	4.	5.
ST	0,00008	0,00007	0,00007	0,00007	0,00006

**Merilna negotovost:**  
 Dolžina / Length:  $1,6 \mu\text{m} + 7 \cdot 10^{-6} \cdot L$   
 Radij / Radius:  $1,2 \mu\text{m} + 7 \cdot 10^{-6} \cdot R$

Referenčna vrednost	Relativno odstopanje	Povprečna vrednost	Povpr. vrednost relativnega odstopanja	Merilna negotovost
M [Nm]	q [%]	M [Nm]	q [%]	U [%]
24,2	3,31	24,14	3,56	2,8
24,1	3,73			
24,2	3,31			
24,1	3,73			
24,1	3,73			

Pomerjen premer vijačnice/ Pitch diameter [mm]	Merilna negotovost: Measurement uncertainty:
19,77658	Sr. premer / Pitch dia.: $3,8 \mu\text{m} +$ Konus / Taper: $0,015^\circ$

- Merilni protokol, poročilo, potrdilo, certifikat ali bibliografska enota je (javno) objavljen končni rezultat merilca, raziskovalca, laboratorija, organa za ugotavljanje skladnosti, ....
- Objavljen rezultat povzema obsežno znanstveno ali strokovno delo, ki je bilo opravljeno v postopku raziskave, meritve ali ugotavljanja skladnosti
- Najpomembnejša je seveda vsebina (rezultati), vendar pa je tudi oblika izjemno pomembna, saj reflektira splošno znanje, razgledanost in pismenost
- Proces stalnih izboljšav pri našem delu naj zato vključuje tudi izboljšave na področju pravilnega tehniškega izražanja



Hvala za pozornost

