

Meroslovna pismenost

prof. dr. Bojan Ačko

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo



Vsebina

- 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

Dokumenti

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^e édition 2019 The International System of Units



Pisanje simbolov veličin in enot

- 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:

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

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

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

Pisanje simbolov veličin in enot

- 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:

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

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

$$e_r = 3\%$$

$$\alpha = 3^\circ$$

Pisanje simbolov veličin in enot

- 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:

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

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

Pisanje simbolov veličin in enot

- 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).

Pisanje simbolov veličin in enot

- 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 , ...

Pisanje simbolov veličin in enot

Primeri slabe prakse

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

orted expanded uncertainty of
re factor k that corresponds to

MERILNA NEGOTOVOST • Measuring uncertainty

$U = 26''$

Temperatura:

$T_{\max} =$
 $T_{\min} =$

24,6 °C

dana kot standardna negotovost meritve pomnožena s faktorkem $k = 2$, ki

Odstopanje občutljivosti /

0,00%

0,30%

Indiciran čas

Dejanski čas

Sr. Vrednost

Pogrešek

Negotovost

t_i

[s]

600,00

Machine

Dimensions:

86.61x102.16x143.50"

(2200x2595x3645mm)

↑ ↑ ↑ ↑

t_{sr}

[s]

0,04

599,9

[s]

0,1

[s]

0,42

Obseg / Vrednost: 0 - 12,7 mm

Ločljivost: 0,01 mm

Pisanje indeksov in matematičnih znakov

● 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_λ	(λ : valovna dolžina)

Pokončni indeksi

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

Pisanje indeksov in matematičnih znakov

- 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:

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

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

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

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

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

Nepravilno:

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

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

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

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

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

Pisanje števil in decimalnih znakov

- 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

Pisanje števil in decimalnih znakov

- 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

Pisanje števil in decimalnih znakov

Primeri slabe prakse

Merilna negotovost	$1,1 \mu\text{m} + 4 \cdot 10^{-6} L$, pravokotnost 3''	
Specifikacija proizvajalca za največje dovoljeno odstopanje:	Osi E _{xy} : (2.2+1L/250) μm	Temperatura okolja: (23.5±1.0) °C
	Osi E _z : (3.2+1L/100) μm	
	oznaka mark	rezultat result (μm)
največji odstop pri položaju kladice A maximum deviation at gauge block position A	Fe	5
ponovljivost repeatability	Fw	0,5

$$= \frac{Mi - M}{M} \times 100 [\%]$$

$$q_b = (\varphi_i - \varphi_t)$$

$$q_{rb} = \frac{\varphi_i - \varphi_t}{\varphi_t} \cdot 100 [\%]$$

φ_i	kazanje merila
φ_t	prava vrednost
q_{rb}	relativni pogrešek kazanja
q_b	absolutni pogrešek kazanja

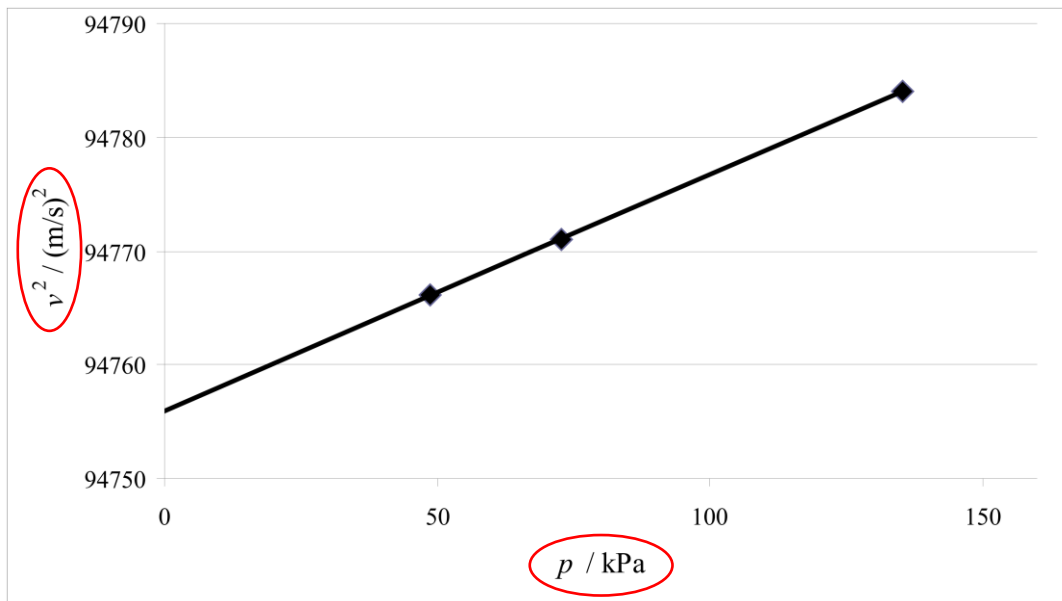
Pisanje številskih vrednosti veličin

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

Pisanje številskih vrednosti veličin

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

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



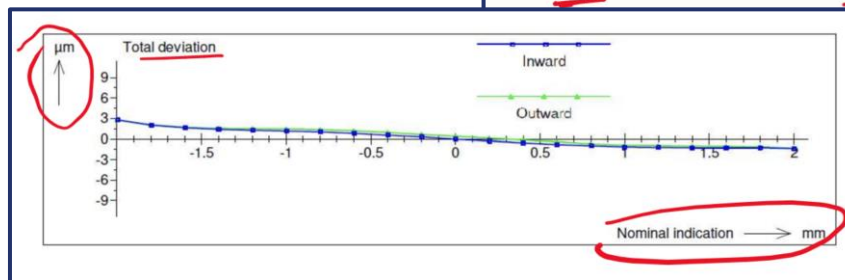
Pisanje številskih vrednosti veličin

Primeri slabe prakse

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

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

referenčna vrednost reference value	izmerjena vrednost measured value	pogrešek error	merilna negotovost uncertainty
(mm)	(mm)	(mm)	(μm)
000	0,000	0,000	1,3
055	0,001	0,001	1,3



Specifikacija proizvajalca za največje dovoljeno odstopanje:

Osi E_{xy}: $(2.2 + 1L/250) \mu\text{m}$
 Os E_z: $(3.2 + 1L/100) \mu\text{m}$

Še nekaj dodatnih pravil in priporočil ...

- Za množenje uporabljamo izključno znak množenja **×** in ne male črke **x**
- Za množenje števil uporabljamo le znak množenja in ne privzdignjene pike
Pišemo: 100×100 **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, ...

Še nekaj dodatnih pravil in priporočil ...

- 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* = $\frac{\text{masa}}{\text{prostornina}}$

- 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 cm^3 , **sq. m** za m^2 , **mps** za 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!

Zaokroževanje vrednosti merilnega rezultata in merilne negotovosti

- 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*)

Zaokroževanje vrednosti merilnega rezultata in merilne negotovosti

- 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 , ...).

To priporočilo sledi pravilu kreiranja predpon.

Priporočljivo:

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

Nepriporočljivo:

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

Zaokroževanje vrednosti merilnega rezultata in merilne negotovosti

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

Merilna negotovost:

**Pravilno zaokrožen
rezultat:**

**Nepravilno zaokrožen
rezultat:**

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

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

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

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

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

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

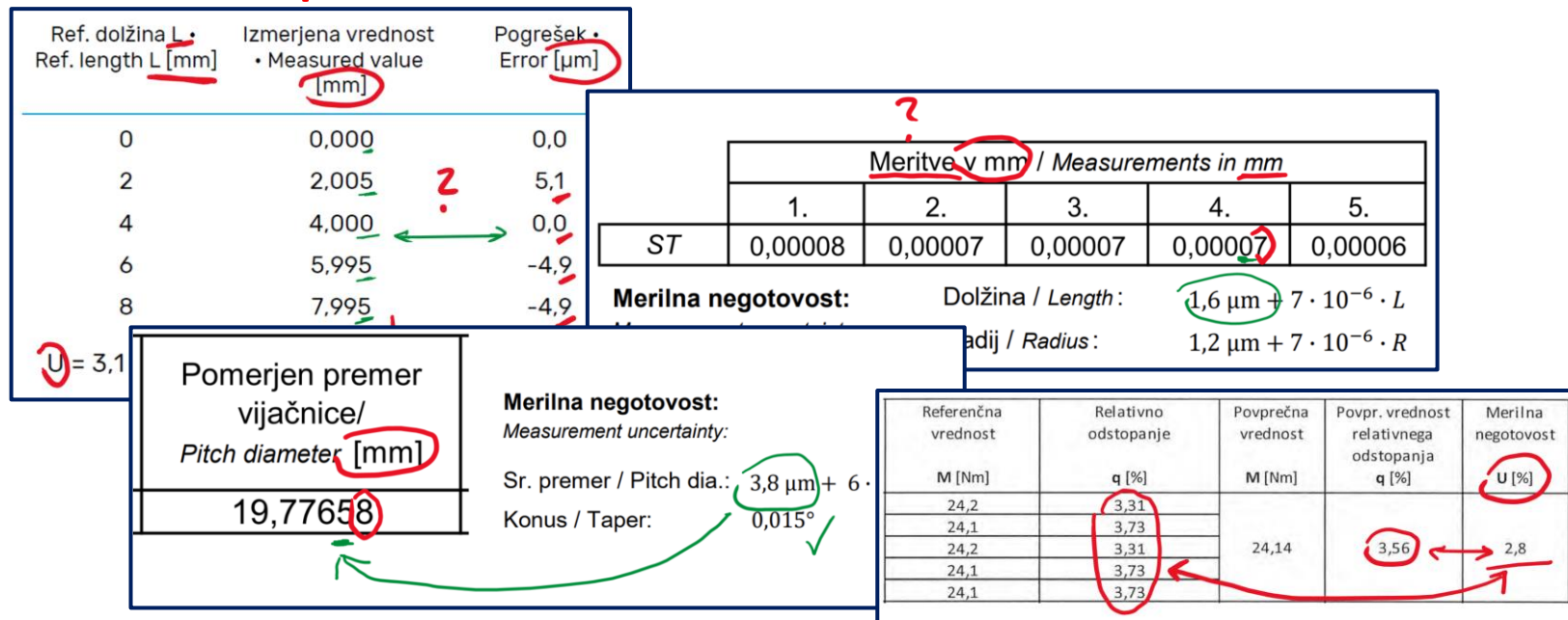
$$U = 380 \text{ nm}$$

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

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

Zaokroževanje vrednosti merilnega rezultata in merilne negotovosti

Primeri slabe prakse



Sklep

- 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