

Uvod u metrologiju

Merenje

- Merenje je nastalo kao rezultat potrebe za kvantitativnim karakterisanjem prirodnih pojava, a direktno kao rezultat opažanja i potrebe za poređenjima.
- Do kvalitativne promene na relaciji posmatranje – merenje je došlo posle saznanja: da bez mogućnosti ostvarenja kvalitativnih merenja, nauka se neće razvijati.

Metrologija

- Nauka o merenjima je logična posledica razvoja prirodnih nauka i tehničkih disciplina. Danas se pod nazivom metrologija podrazumeva:
- **Metrologija je nauka koja se bavi metodama merenja pre svega fizičkih veličina, realizacijom i održavanjem etalona fizičkih veličina, razvojem i izradom mernih sredstava i obradom i analizom izmerenih rezultata.**
- Metrologiju možemo podeliti na: zakonsku regulativu, industrijsku i naučnu metrologiju

Zakonska metrologija

- **Zakonska metrologija** je oblast metrologije koju, zbog opšteg značaja reguliše država zakonima i propisima. Zakonska metrologija obezbeđuje: merno jedinstvo u zemlji, razvoj metrologije u skladu sa tehnološkim razvojem zemlje, povećanje kvaliteta roba i usluga, zaštitu potrošača u kupoprodajnim odnosima, i kontrolisanu zaštitu čovekove životne i radne sredine.

Industrijska metrologija

- **Industrijska metrologija** omogućuje da se industrijski, poljoprivredni i drugi proizvodi izrađuju u skladu sa međunarodnim i regionalnim standardima. Industrijska metrologija je nerazdvojivo vezana za standardizaciju, pa samim tim i garantovanje kvaliteta. S obzirom da kvalitet proizvoda predstavlja skup osobina proizvoda kojim se ostvaruje kvalitet rada i življenja jasno je da ocenjivanje kvaliteta predstavlja u suštini određivanje karakteristika veličina, odnosno merenje

Naučna metrologija

- **Naučna metrologija** je oblast koja objedinjuje razvojni i naučno istraživački rad u oblasti metrologije, i koji uključuje merenje najveće tačnosti i preciznosti, u metrološkim laboratorijama.

Merenje

- **Definicija merenja**
- MERENJE je skup eksperimentalnih postupaka koji imaju za cilj određivanje jedne veličine, ili MERENJE je proces poređenja vrednosti nepoznate veličine sa veličinom koja je uzeta za jedinicu mere.

- Da bi se razjasnili termini i pojmovi vezani za merenja isti se mogu grupisati prema sledećim naslovima odnosno celinama u toku procesa merenja:
 - merena veličina, (objekat merenja)
 - merno sredstvo (merni sistem)
 - merni proces (sistem za upravljanje i kontrolu)
 - rezultat merenja (održavanje referentnih uslova)

Definisanje pojmova koje se odnose na merenu veličinu

- **Fizička veličina** je osobina pojave, tela ili supstance koja može da se razlikuje kvalitativno i odredi kvantitativno.
- **Osnovna fizička veličina** je jedna od veličina u sistemu veličina, koja je dogovorena kao nezavisna od bilo koje druge veličine.
- **Izvedena fizička veličina** u sistemu veličina se može definisati kao funkcija osnovnih veličina tog sistema.
- **Merna jedinica** je određena veličina, usvojena dogovorom, koja se koristi za kvantitativno izražavanje veličina iste dimenzije.
- **Oznaka merne jedinice** je dogovoreni simbol kojim se označava merna jedinica.
- **Vrednost veličine** je veličina izražena brojnom vrednošću i odgovarajućom jedinicom.

Merne jedinice

“Međunarodni sistem jedinica, SI,
je koherentni sistem jedinica,,

Osnovne jedinice SI

Velčina	Osnovna jedinica	Oznaka
dužina	metar	m
masa	kilogram	kg
vreme	sekunda	s
električna struja	amper	A
termodinamička temperatura	kelvin	K
količina supstancije	mol	mol
svetlosna jačina	kandela	cd

Osnovne jedinice SI

Osnovna jedinica jeste merna jedinica osnovne veličine u datom sistemu veličina.

Definicija i realizacija svake od osnovnih jedinica SI podložne su promenama u skladu sa dostignućima u istraživanju u metrologiji koji omogućuju sve preciznije definicije i ostvarivanja osnovnih jedinica.

Definicije osnovnih jedinica SI

- **Metar** je dužina putanje koju u vakuumu pređe svetlost za vreme od $1/299\,792\,458$ sekunde.
- **Kilogram** je masa međunarodnog etalona kilograma.
- **Sekunda** je trajanje od $9\,192\,631\,770$ perioda zračenja koje odgovara prelazu između dva hiperfina nivoa osnovnog stanja atoma cezijuma 133.

- **Amper** je stalna električna struja koja bi, kad bi se održavala u dva prava paralelna provodnika, neograničene dužine i zanemarljivo malog kružnog poprečnog preseka, koji se nalaze u vakuumu na međusobnom rastojanju od jednog metra, prouzrokovala među tim provodnicima silu jednaku 2×10^{-7} njutna po metru dužine.
- **Kelvin** je termodinamička temperatura koja je jednaka $1/273,16$ termodinamičke temperature trojne tačke vode.

- **Mol** je količina supstancije sistema koji sadrži toliko elementarnih jedinki koliko ima atoma u 0,012 kg ugljenika 12.
Kada se upotrebljava mol, navode se elementarne jedinice koje mogu biti atomi, molekuli, joni, elektroni i druge čestice ili određene skupine tih čestica.
- **Kandela** je svetlosna jačina, u određenom pravcu, izvora koji emituje monohromatsko zračenje frekvencije 540×10^{12} herca i čija je jačina zračenja u tom pravcu 1/683 vata po steradianu.

Definicije dopunskih jedinica SI

- **Ugao u ravni**

Jedinica ugla u ravni je radian. Radian je ugao u ravni između dva poluprečnika kruga koja na njegovom obimu isecaju luk dužine jednak poluprečniku.

- **Prostorni ugao**

Jedinica prostornog ugla je steradian. Steradian je prostorni ugao sa temenom u središtu lopte, koji na površini lopte zahvata površinu jednaku površini kvadrata određenog poluprečnikom te lopte.

Izvedene jedinice SI

Izvedena jedinica je merna jedinica izvedene veličine u datom sistemu veličina.

Izvedene jedinice SI izvode se iz osnovnih jedinica SI u skladu sa fizičkim zakonima koji povezuju odgovarajuće veličine.

Primer: Iz fizičkog zakona koji povezuje
veličinu dužinu merenu jedinicom **m** i
veličinu vreme merenu jedinicom **s**,
izvodi se veličina brzina merena
izvedenom jedinicom **m/s**.

Izvedene jedinice izražavaju se pomoću osnovnih jedinica upotrebom matematičkih simbola za množenje i deljenje. Primeri su navedeni u tabeli 4.2.

Tabela 4.2: Primeri izvedenih jedinica SI izraženih pomoću osnovnih jedinica SI (2)

Izvedena veličina	Izvedena jedinica	Oznaka
površina	kvadratni metar	m^2
zapremina	kubni metar	m^3
brzina	metar u sekundi	$m \cdot s^{-1}$
ubrzanje	metar u sekundi na kvadrat	$m \cdot s^{-2}$
ugaona brzina	radijan u sekundi	$rad \cdot s^{-1}$
ugaono ubrzanje	radijan u sekundi na kvadrat	$rad \cdot s^{-2}$
gustina	kilogram po kubnom metru	$kg \cdot m^{-3}$
jačina magnetskog polja (podužna gustina struje)	amper po metru	$A \cdot m^{-1}$
gustina električne struje	amper po kubnom metru	$A \cdot m^{-3}$
moment sile	njutn metar	$N \cdot m$
jačina električnog polja	volt po metru	$V \cdot m^{-1}$
magnetska pronostliivost	henri po metru	$H \cdot m^{-1}$

Tabela 4.3 Izvedene jedinice SI sa posebnim nazivima i oznakama

Izvedena veličina	Izvedena jedinica SI poseban naziv	Oznaka posebna oznaka	u jedinicama SI	Izraženo u osnovnim jedinicama SI
frekvencija	herc	Hz		s^{-1}
sila	njutn	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
pritisak, naprezanje	paskal	Pa	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energija, rad, količina toplote	džul	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
snaga, fluks zračenja	vat	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
naelektrisanje, količina elektriciteta	kulon	C		$s \cdot A$
razlika električnog potencijala, elektromotorna sila	volt	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$

Tabela 4.4 Primeri izvedenih jedinica SI čiji nazivi i oznake uključuju izvedene jedinice SI sa posebnim nazivima i oznakama (2)

Izvedena veličina	Izvedena jedinica	Oznaka	u osnovnim jedinicama SI
dinamička viskoznost	paskal sekunda	Pa·s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
moment sile	njutn metar	N·m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
površinski napon	njutn po metru	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
ugaona brzina	radijan u sekundi	rad/s	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} = s^{-1}$
ugaono ubrzanje	radijan u sekundi na kvadrat	rad/s ²	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-2} = s^{-2}$
gustina toplotnog fluksa, iradijancija	vat po kvadratnom metru	W/m ²	$kg \cdot s^{-3}$
toplotni kapacitet, entropija	džul po kelvinu	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
specifični toplotni kapacitet, specifična entropija	džul po kilogram kelvinu	J/(kg·K)	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
specifična energija	džul po kilogramu	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$

Tabela 4.5 Jedinice van SI koje su prihvaćene za upotrebu

Veličina	Jedinica	Oznaka	Vrednost u SI jedinicama
vreme	minut	min	1 min = 60 s
	čas	h	1 h = 60 min = 3600 s
	dan	d	1 d = 24 h
ugao u ravni	stepen	°	1 ° = ($\pi/180$) rad
	minut	'	1' = (1/60) ° = ($\pi/10\ 800$) rad
	sekund	''	1'' = (1/60)' = ($\pi/648\ 000$) rad
	gon	gon	1 gon = ($\pi/200$) rad
zapremina	litar	l, L	1 l = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
masa	tona	t	1 t = 10 ³ kg
pritisak gasa, tečnosti	bar	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa

Predmeci SI

Pravila za ispravnu upotrebu predmetaka glase:

1. Predmeci se odnose isključivo na stepene broja 10 (a ne na pr. stepene broja 2).
Primer: Jedan kilobit predstavlja 1000 bita *a ne* 1024 bita
2. Predmeci se pišu bez razmaka ispred oznake jedinice.
Primer: Centimetar se piše kao cm *a ne* c m
3. Kombinovani predmeci se ne upotrebljavaju.
Primer: 10^{-6} kg se piše kao 1 mg *a ne* 1 μ kg
4. Predmetak se ne može pisati samostalno.
Primer: $10^9/\text{m}^3$ se ne sme pisati kao G/ m^3

Predmeci SI

Faktor	Naziv predmetka	Oznaka	Faktor	Naziv predmetka	Oznaka
10^1	deka	da	10^{-1}	deci	d
10^2	hekto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	piko	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	eksa	E	10^{-18}	ato	a
10^{21}	zeta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	jota	Y	10^{-24}	jokto	y

Pisanje naziva i oznaka jedinica SI

1. Oznake jedinica se pišu malim slovima, ali je prvo slovo oznake jedinice veliko slovo ukoliko
 - 1) naziv jedinice predstavlja ime ličnosti ili
 - 2) rečenica počinje oznakom jedinice.

Primer: Jedinica kelvin se piše oznakom K.

2. Oznake jedinica se ne menjaju u množini - ("s" se ne dodaje - važi za engleski jezik)
3. Oznake jedinica se nikada ne pišu sa tačkom posle oznake, osim ukoliko je oznaka na kraju rečenice.
4. Jedinice dobijene množenjem nekoliko jedinica pišu se sa povišenom tačkom između ili sa razmakom.

Primer: N·m ili N m

5. Jedinice dobijene deljenjem jedne jedinice drugom pišu se sa kosom crtom između ili sa negativnim eksponentom.

Primer: m/s ili $m \cdot s^{-1}$.

6. Kombinovane jedinice pišu se najviše sa jednom kosom crtom između. Dozvoljena je upotreba zagrada ili negativnih eksponentata za složene kombinovane jedinice.

Primer: m/s^2 ili $m \cdot s^{-2}$, ali ne i $m/s/s$

Primer: $m \cdot kg/(s^3 \cdot A)$ ili $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$, ali ne i $m \cdot kg/s^3/A$, niti $m \cdot kg/s^3 \cdot A$.

7. Oznake jedinica pišu se sa razmakom posle brojne vrednosti veličine.

Primer: 5 kg *a ne* 5kg

8. Oznake jedinica se ne smeju mešati sa nazivima jedinica.

Pisanje brojnih vrednosti

1. Kod pisanja brojnih vrednosti razdvajaju se grupe od po tri cifre kako sa desne tako i sa leve strane decimalne zapete (15 739,012 53). Kod četvorocifrenih brojeva ovaj razmak se može izostaviti. Zapeta se ne koristi za razdvajanje hiljada.
2. Matematičke operacije se mogu primenjivati samo na oznake jedinica (kg/m³) a ne i na njihove nazive (kilogram/kubni metar).
3. Pri pisanju mora da bude nedvosmisleno jasno na koju brojnu vrednost se odnosi oznaka jedinice i koja se matematička operacija primenjuje na vrednost fizičke veličine:

Primeri: 35 cm x 48 cm *a ne*

35 x 48 cm 100 g ± 2 g *a ne* 100 ± 2 g