

# Bevezetés a metrológiába

## Mérés

- A mérés a természeti jelenségek kvantitatív leírásának szükségessége miatt jött létre, azaz a megfigyelések eredményeinek összehasonlíthatósága miatt.
- A megfigyelések és mérések terén akkor következett be lényeges változás, amikor nyilvánvalóvá vált hogy minőségi mérések nélkül a tudomány nem tud fejlődni.

# Metrológia

- A mérésekről szóló tudomány a műszaki és természettudományok fejlődésének logikus következménye. Ma a metrológia fogalom alatt azt a tudományt értjük amely mindenek előtt **fizikai nagyságok mérés módszereivel, emellett a fizikai nagyságok etalonjainak karbantartásával és megvalósításával valamint mérőeszközök fejlesztésével, előállításával, a mérési eredmények feldolgozásával és elemzésével foglalkozik.**
- A metrológia felosztható: törvényes, ipari és tudományos metrológiára

# Törvényes metrológia

- **Törvényes metrológia** (mérésügy) a metrológiának az a része, amely jogszabályi kötelezettségből eredő, a mérésekkel, a mértékegységekkel, a mérőeszközökkel valamint a mérési módszerekkel összefüggő, kompetens szervek által végzett tevékenységgel foglalkozik.
- A törvényes metrológia biztosítja: a mérések egységességét az országban, a metrológia fejlődését az ország technológiai fejlettségével összhangban, az árúk és szolgáltatások minőségének javulását, a fogyasztók védelmét az adásvételi viszonyokban, ellenőrzi a környezet- és munkakörnyezet védelmét.

# Ipari metrológia

- Az **Ipari metrológia** alatt minden nem tudományos és nem hatósági metrológiai tevékenységet értünk, elsősorban azt, amit a kalibráló és vizsgálólaboratóriumok folytatnak.
- Az **Ipari metrológia** lehetővé teszi hogy az ipari, mezőgazdasági és más termékek a nemzetközi és helyi szabványok szerint készüljenek. Az
- **Ipari metrológia** elválaszthatatlanul összekapcsolódik a szabványosítással, a szavatolható minőséggel. Tekintettel arra hogy a termék minősége valójában tulajdonságainak halmaza melyek megteremtik a munka és élet minőségét, egyértelmű hogy a minőség meghatározása valójában jellegzetes nagyságok meghatározása azaz mérés.

# Tudományos metrológia

- A **tudományos metrológia** az egységrendszerek elméletével, a méréselmélettel, a mérési eredmények és a mérési bizonytalanságok kiértékelésének módszereivel, a terminológiával, az egységek lehető legmagasabb pontossági szintű megvalósításával és a nagyon pontos mérésekkel foglalkozik.

# A mérések definíciója:

- A mérés azoknak a műveleteknek az összessége, amelyek célja a mennyiség értékének a meghatározása, illetve a mérés egy ismeretlen nagyság összehasonlításának folyamata egy nagysággal, melyet mértékegységül választottunk.

- A mérésel kapcsolatos fogalmak között könnyebben eligazodunk, ha azokat a mérési folyamat jól megkülönböztethető elemei szerint csoportosítjuk:
  - mérendő mennyiség, (merena veličina,)
  - mérőeszköz (merno sredstvo)
  - mérési eljárás (merni proces)
  - mérési eredmények (rezultati merenja)

# Azon fogalmak definíciói melyek a mérhető (mérendő) nagyságra vonatkoznak

## Definíciók

- **Mérhető mennyiség** (korábban fizikai mennyiség) jelenség, tárgy vagy anyag minőségileg megkülönböztethető és mennyiségileg meghatározható tulajdonsága.
- **Alapmennyiség** egy mennyiségrendszer olyan mennyiségeinek egyike, amelyeket megállapodászerűen egymástól függetlennek tekintünk
- **Származtatott mennyiség** egy mennyiségrendszerben a rendszer alapmennyiségeinek függvényeként definiált mennyiség.



- **Mértékegységek.** A mértékegység megállapodás alapján elfogadott és definiált, skaláris konkrét mennyiség, amellyel az ugyanolyan fajtájú más mennyiségek az e mennyiséghez viszonyított nagyságuk kifejezése céljából összehasonlíthatók.
- **A mértékegységeknek** ugyancsak megállapodással elfogadott neve és jele van.
- **A mennyiség értéke** a mennyiség nagyságát egy számérték (mérőszám) és egy egység (mértékegység) szorzataként megadó kifejezés.

# Mértékegységek

„A Nemzetközi Egységrendszer, az SI,  
a mértékegységeknek egy koherens  
rendszere,

# SI alapegységek

<b>Mennyiség</b>	<b>Alapegység</b>	<b>Jelölés</b>
hosszúság	méter	m
tömeg	kilogramm	kg
idő	másodperc	s
elektromos áram	amper	A
termodinamikai hőmérséklet	kelvin	K
anyagmennyiség	mól	mol
fényerősség	kandela	cd

# SI alapegységek

Az alapegység, a mennyiségek adott rendszerében, az alapmennyiség mérésének az egysége.

A metrológiai kutatások és felfedezések lévén változik az egyes alapegységek, meghatározása és megvalósítása, mert ezek lehetővé teszik az egység pontosabb meghatározását és megvalósítását.

# SI alapegység meghatározások

- A **méter** annak az útnak a hosszúsága, amelyet a fény vákuumban  $1/299\,792\,458$  másodperc időtartam alatt megtesz.
- A **kilogramm** egyenlő a kilogramm nemzetközi prototípus tömegével.
- A **másodperc** az alapállapotú cézium-133 atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás  $9\,192\,631\,770$  periódusának időtartama.

- Az **amper** olyan állandó villamos áram erőssége, amely két egyenes, párhuzamos, végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kicsiny körkeresztmetszetű és egymástól 1 méter távolságban, vákuumban elhelyezkedő vezetőben fenntartva, e két vezető között méterenként  $2 \cdot 10^{-7}$  newton erőt hozna létre.
- A **kelvin** a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének  $1/273,16$ -szorososa.

- A **mól** annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van 0,012 kilogramm szén-12-ben.

A mól alkalmazásakor meg kell határozni az elemi egység fajtáját; ez atom, molekula, ion, elektron, más részecske vagy ilyen részecskék meghatározott csoportja lehet.

- A **kandela** az olyan fényforrás fényerőssége adott irányban, amely  $540 \cdot 10^{12}$  hertz frekvenciájú monokromatikus fényt bocsát ki és sugárerőssége ebben az irányban 1/683 watt per szteradián.

## az SI rendszer két kiegészítő mértékegysége

- **síkszög**, mértékegysége a radián, jele: rad. A radián a kör két sugara által bezárt szög, amelyek a kör kerületéből a kör sugarával egyenlő ívet metszenek ki.
- **térszög**, mértékegysége a szteradián, jele: sr. A szteradián annak a kúpnek a térszöge, amelynek a csúcspontja a gömb középpontjában helyezkedik el, és amely a gömb felületéből a gömb sugarával egyenlő oldalhosszúságú négyzet területével egyenlő gömbfelületet metsz ki.



# SI származtatott egységek

A származtatott egység egy származtatott mennyiség mérésének egysége egy adott mennyiségrendszerben

Az SI-származtatott egységeinek leszámaztatása SI-alapegységekkel történik, a mennyiségek közötti fizikai kapcsolat alapján.

Példa:

A fizikai kapcsolat alapján a hosszúság mennyiségének mérése m egységben, és az idő mennyiségének mérése s egységben, tehát a sebesség mennyisége m/s egységben határozható meg.

A származtatott egységeket a matematikai szorzás és osztás jelöléseinek felhasználásával, alapegységekkel fejezik ki. A 4.2 táblázat erre mutat be példákat.

### 4.3 táblázat: Származtatott SI-egységek külön névvel és jellel

Származtatott mennyiség	származtatott külön nevű SI egység	Jelölés külön jellel	SI egységekkel kifejezve	SI alapegységekkel kifejezve
frekvencia	hertz	Hz		$s^{-1}$
erő	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
nyomás	pascal	Pa	$N/m^2$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energia, munka, hőmennyiség	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
teljesítmény, sugárfluxus	watt	W	$J/s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
elektromos töltés, elektromosság egysége	coulomb	C		$s \cdot A$
elektromos potenciál- különbség, elektromotoros erő	volt	V	$W/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$

**4.4 táblázat: Példák olyan származtatott SI-egységekre, amelyek neve és jele külön nevű és jelű származtatott SI-egységeket tartalmaz**

Származtatott mennyiség	Származtatott egység	Jelölés	SI alapegységekben
dinamikus viszkozitás	pascal másodperc	Pa · s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
forgatónyomaték	newton méter	N · m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
felületi feszültség	newton per méter	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
szögsebesség	radián per másodperc	rad/s	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} = s^{-1}$
szöggyorsulás	radián per másodperc a négyzeten	rad/s <sup>2</sup>	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-2} = s^{-2}$
hőáramsűrűség, besugárzott felületi teljesítmény (irradiance)	watt per négyzetméter	W/m <sup>2</sup>	$kg \cdot s^{-3}$
hőkapacitás, entrópia	joule per kelvin	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
fajlagos hőkapacitás, fajlagos entrópia	joule per kilogramm kelvin	J/(kg · K)	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
fajlagos energia	joule per kilogramm	J/ka	$m^2 \cdot s^{-2}$

#### 4.5 táblázat: SI-n kívüli, korlátozás nélkül használható egységek

Mennyiség	Egység	Jelölés	Értéke SI egységekben
idő	perc óra nap	min h d	1 min = 60 s 1 h = 3600 s 1 d = 86 400 s
síkszög	fok szögperc szögmásodperc újfok	° ' " gon	1° = $(\pi/180)$ rad 1' = $(1/60)^\circ$ 1" = $(1/60)'$ 1 gon = $(\pi/200)$ rad
térfogat	liter	l, L	1 l = 1 dm <sup>3</sup> = 1 m <sup>-3</sup>
tömeg	(metrikus) tonna	t	1 t = 10 <sup>3</sup> kg
nyomás levegőben, folyadékban	bar	bar	1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa

# SI-prefixumok

A prefixumok helyes használatának szabályai:

1. A prefixumok szigorúan csak 10 hatványai lehetnek. (és például nem lehetnek 2 hatványai).

Példa: Egy kilobit 1000 bitet és nem 1024 bitet jelent.

2. A prefixumot szóköz nélkül kell az egység jelölése elé írni.

Példa: a centimétert cm-el és nem c m-el kell írni.

3. Kombinált prefixumok nem használhatók.

Példa:  $10^{-6}$  kg helyesen: 1 mg és nem 1  $\mu$ kg.

4. A prefixumot nem szabad egyedül írni.

Példa:  $10^9/m^3$  nem írható G/ $m^3$ -ként.

# SI - prefixumok

Szorzó-tényező	Prefixum neve	Prefixum jelölése	Szorzó-tényező	Prefixum neve	Prefixum jelölése
$10^1$	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	$10^{-6}$	mikro	$\mu$
$10^9$	giga	G	$10^{-9}$	nano	n
$10^{12}$	tera	T	$10^{-12}$	piko	p
$10^{15}$	peta	P	$10^{-15}$	femto	f
$10^{18}$	exa	E	$10^{-18}$	atto	a
$10^{21}$	zetta	Z	$10^{-21}$	zepto	z
$10^{24}$	yotta	Y	$10^{-24}$	yocto	y

# SI egységek nevének és jelöléseinek írása

1. A jelöléseket nem írják nagybetűvel, a jelölés első betűje csak akkor nagybetű, ha:
  - 1) az egység neve személynévből származik,
  - 2) a jelölés mondat kezdőbetűjePélda: A kelvin egységet K -val jelölik.
2. A jelölést többes számban sem szabad változtatni, a többes szám jelét nem szabad hozzáadni.
3. A jelölést soha nem követi pont, hacsak az nem mondat végén áll.
4. Szorzással összekapcsolt egységeknél néhányat egyszerű szóközzel is lehet kombinálni.  
Példa: N · m vagy N m.

5. Osztással összekapcsolt egységeket törtvonallal vagy negatív kitevőjű hatvánnyal kell kombinálni.

Példa:  $m/s$  vagy  $m \cdot s^{-1}$ .

6. Az összetett egységek csak egy törtvonalat tartalmazhatnak.

A zárójelek vagy a negatív kitevőjű hatványok összetett kombinációja megengedett.

Példa:  $m/s^2$  vagy  $m \cdot s^{-2}$ , de nem  $m/s/s$ .

Példa:  $m \cdot kg/(s^3 \cdot A)$  vagy  $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$ ,  
se nem  $m \cdot kg/s^3/A$ , se nem  $m \cdot kg/s^3 \cdot A$ .

7. A jelölésnek szóközzel kell követnie a számjegyes értéket.

Példa: 5 kg nem 5kg.

8. Az egységjelölés és az egységnév nem keverhető.



# Számértékek megadása

1. Szóközöket kell hagyni minden hármas számcsoporthoz között, a tizedes vessző bal és jobb oldalán egyaránt (15 739,012 53). Négy számjegyű számnál a szóköz elhagyható. A vessző nem használható az ezres helyérték elválasztására.
2. Matematikai jelöléseket csak az egységjelöléseknél (például  $\text{kg/m}^3$ ) lehet használni, az egységneveknél ezek nem használhatók (például  $\text{kg/köbméter}$  használata helytelen).
3. Világosan látható legyen, hogy melyik egységjelöléshez tartozik a számérték, valamint a matematikai művelet melyik mennyiségértékekre vonatkozik.  
Példa:  $35 \text{ cm} \times 48 \text{ cm}$  és nem  $35 \times 48 \text{ cm}$ , vagy:  
 $100 \text{ g} \pm 2 \text{ g}$  és nem  $100 \pm 2 \text{ g}$ .