



Студијски програми:

Шумарство, Пејзажна архитектура и

Еколошки инжењеринг у заштити земљишта и водених ресурса

3. МЕЂУНАРОДНИ СИСТЕМ МЕРНИХ ЈЕДИНИЦА, МЕРЕЊА И ТЕОРИЈА ГРЕШАКА МЕРЕЊА

Геодезија и ГИС

Предметни наставник:

в.проф. др Милева Самарџић-Петровић, дипл.инж.геод.

12.03.2024.

<https://www.freepik.com/free-photos-vectors/earth>

Београд, 2024.

Сва ауторска права аутора презентације и/или видео снимака су заштићена. Снимак или презентација се могу користити само за наставу студента Шумарског факултета Универзитета у Београду у школској 2023/2024 и не могу се користити за друге сврхе без писмене сагласности аутора материјала.

МЕРЕЊЕ



Измерити - одредити тачну величину или количину нечега.



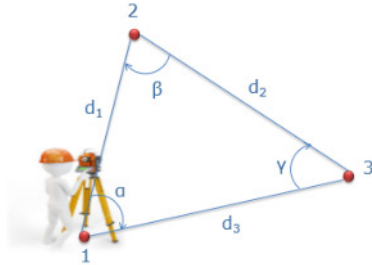
Измерити неку физичку величину значи наћи бројни однос (мерни број) физичке величине која се мери према усвојеној мерној јединици – еталону.

МЕРЕЊА



У геодезији најчешће се мере следеће физичке величине:

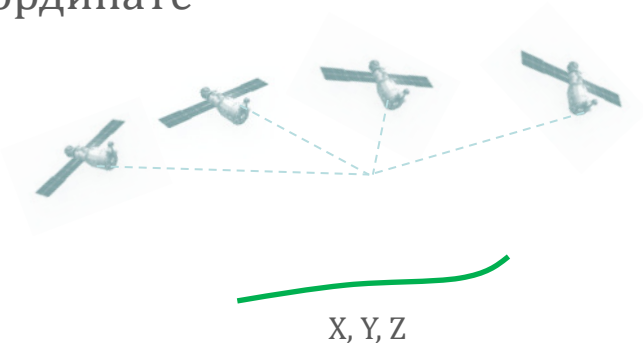
- Угловне величине – Хоризонтални и вертикални углови



- Линеарне величине - Дужине и висинске разлике



- Координате

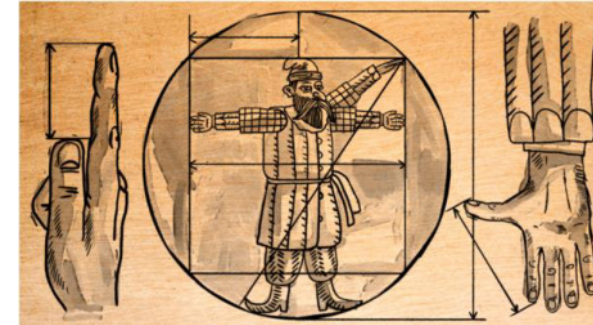
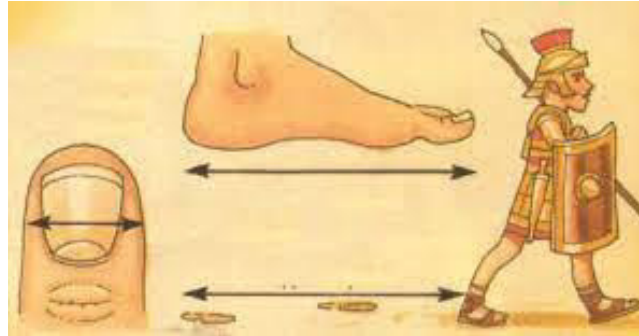


За потребе високо прецизних мерења:

- Време
- Температура
- Притисак
- Влажност

МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ

Кроз историју...



Различити метрички системи

Римско царство - свој мерни систем, заснован на грчком систему. Постојале су куће које су концентрисале стандардне моделе у римским градовима, тако да су људи могли да понесу своје лењире и провере потребне мере, које су такође биле засноване на пропорцијама људског тела.

Упркос неким покушајима да се стандардизују системи мерења, као што је то покушао Карло Велики у 8. веку, током Средњег века свако племићко имање задржало свој систем који је био заснован на мерењима феудалаца.

Овакав систем се задржао све док су постојали европски апсолутистички режими, са царствима и краљевствима који су успостављали одређен облик контроле заснован на мерењу.

МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ- Старе српске мерне јединице



Јединице за дужину

1 хват = 6 стопа = 1,8965 m

1 стопа = 12 палаца = 0,3161 m

1 риф = 0,7776 m

1 лакат (аршин) = 0,666 m

Јединице за површину

1 квадратни хват = 3,59665 m²

1 јутро = 1600 квадратних хвати = 0,57546 ha

1 ланац = 2000 квадратних хвати = 0,71933 ha

1 дунум = 1000 m²

Јединице за запремину

1 кубни хват = 6,821 m³

1 метрички хват (за дрва) = 4 m³

1 шумски хват (за дрва) = 4,4 m³

1 ведро = 56,589 l

Јединице за масу

1 фунта = 0,5606 kg

1 ока = 400 драма = 1,28 kg

1 товар = 100 ока = 128 kg

МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ - SI



Метрички систем јединица је први пут описан 1668. године и званично је усвојен у Француској, 1799. године.

1960. године - XI Генерална конференција за тегове и мере (Conférence Générale des Poids et Mesure-CGPM) - формално усвајила **Међународни систем јединица** (francuski: Le Système international d' unites - **SI**).

Основна физичка величина		Основна SI јединица	
Назив	Ознака	Назив	Ознака
Дужина	l, x, r, ...	метар	m
Маса	m	колограм	kg
Време	t	секунда	s
Јачина еле. струје	I, i	ампер	A
Термодинамичка температура	T	келвин	K
Количина материје	n	мол	mol
Светлосна јачина	I _v	кандела	cd

МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ - SI



Изведене физичка величина из метра

Физичка величина		SI јединица	
Назив	Назив	Ознака	Изражено у основним јединицама SI
Површина	квадратни метар	m²	m • m
Запремина	кубни метар	m³	m • m • m
Угао у равни	радијан	rad	m • m⁻¹ = 1
Просторни угао	стерадијан	sr	m² • m⁻² = 1

МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ - SI



Допуштене мерне јединице ван SI система

Физичка величина		Јединица	
Назив	Назив	Ознака	Изражено у основним јединицама SI
Површина	ар	a	$10\text{ m} \cdot 10\text{ m} = 100\text{ m}^2$
Површина	хектар	ha	$100\text{ m} \cdot 100\text{ m} = 10\,000\text{ m}^2$
Површина	квадратни километар	km ²	$1\,000\text{ m} \cdot 1\,000\text{ m} = 100\,000\text{ m}^2$
Угао у равни	степен	°	$1^\circ = \pi\text{ rad}/180$
Угао у равни	минут	'	$1' = \pi\text{ rad}/(180 \cdot 60)$
Угао у равни	секунд	''	$1'' = \pi\text{ rad}/(180 \cdot 360)$
Угао у равни	градус (гон)	g	$1^g = \pi\text{ rad}/200$
Угао у равни	градусна минута	с	$1^с = \pi\text{ rad}/(200 \cdot 100)$
Угао у равни	градусна секунда	сс	$1^сс = \pi\text{ rad}/(200 \cdot 10000)$

МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ - ПРЕФИКСИ



Назив префикса	Ознака	Вредност префикса	Децимални унможак
jota	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000	10^{24}
zeta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000 000	10^{21}
eksa	E	1 000 000 000 000 000 000	10^{18}
peta	P	1 000 000 000 000 000	10^{15}
tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}
giga	G	1 000 000 000	10^9
mega	M	1 000 000	10^6
kilo	k	1 000	10^3
hekto	h	100	10^2
deka	da	10	10^1
deci	d	0,1	10^{-1}
centi	c	0,01	10^{-2}
mili	m	0,001	10^{-3}
mikro	μ	0,000 001	10^{-6}
nano	n	0,000 000 001	10^{-9}
piko	p	0,000 000 000 001	10^{-12}
femto	f	0,000 000 000 000 001	10^{-15}
ato	a	0,000 000 000 000 000 001	10^{-18}
zepto	z	0,000 000 000 000 000 000 001	10^{-21}
jokto	y	0,000 000 000 000 000 000 000 001	10^{-24}

МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ - SI



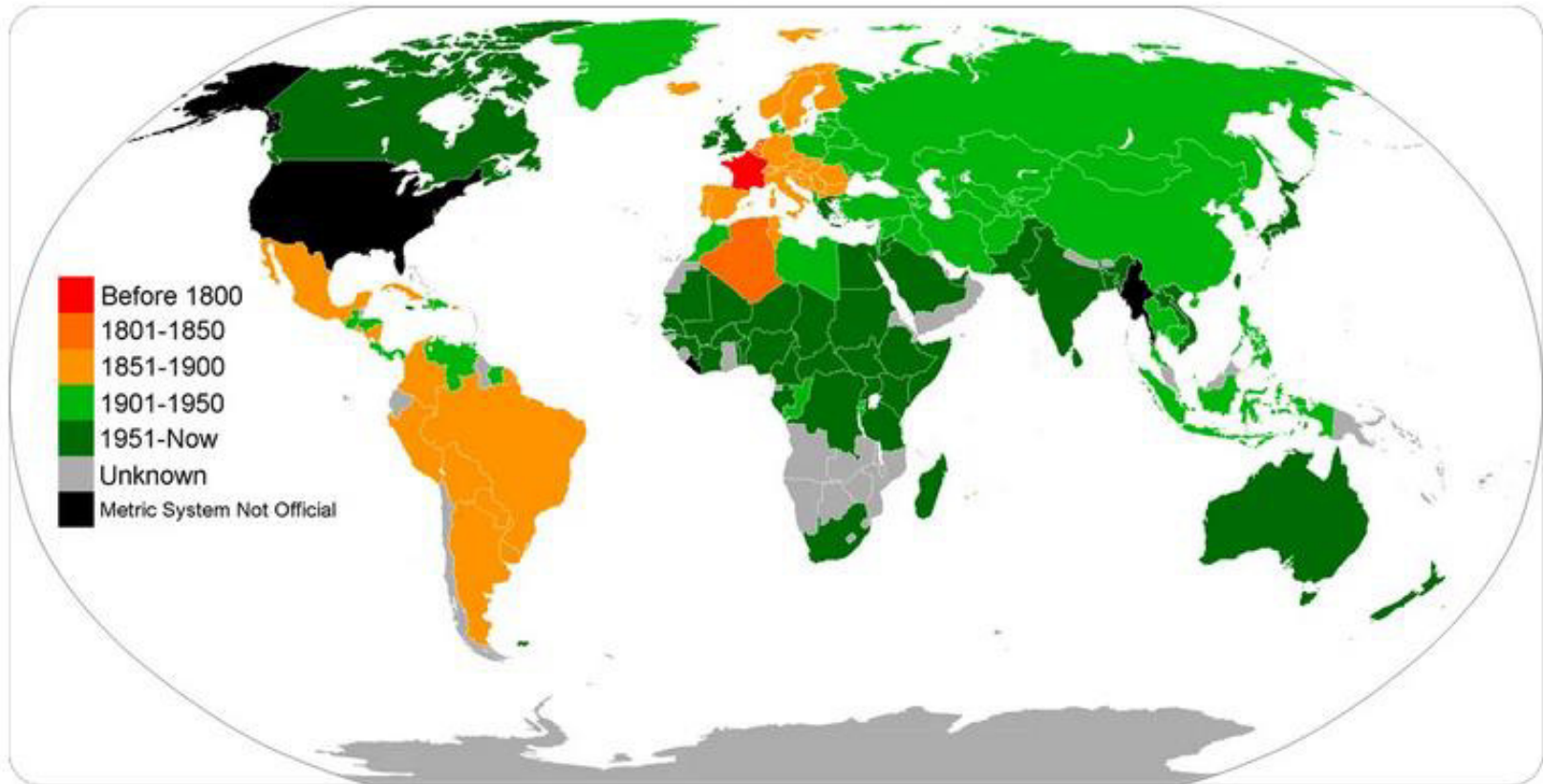
Први закон о мерама, којим је уведен метарски систем, Скупштина Кнежевине Србије усвојила 1873. годсине, тек 18 година касније у земљу ће стићи прототипови дужине метра и тегова од килограм.

Званично ће мере ступити на снагу **1. јануара 1880. године.**

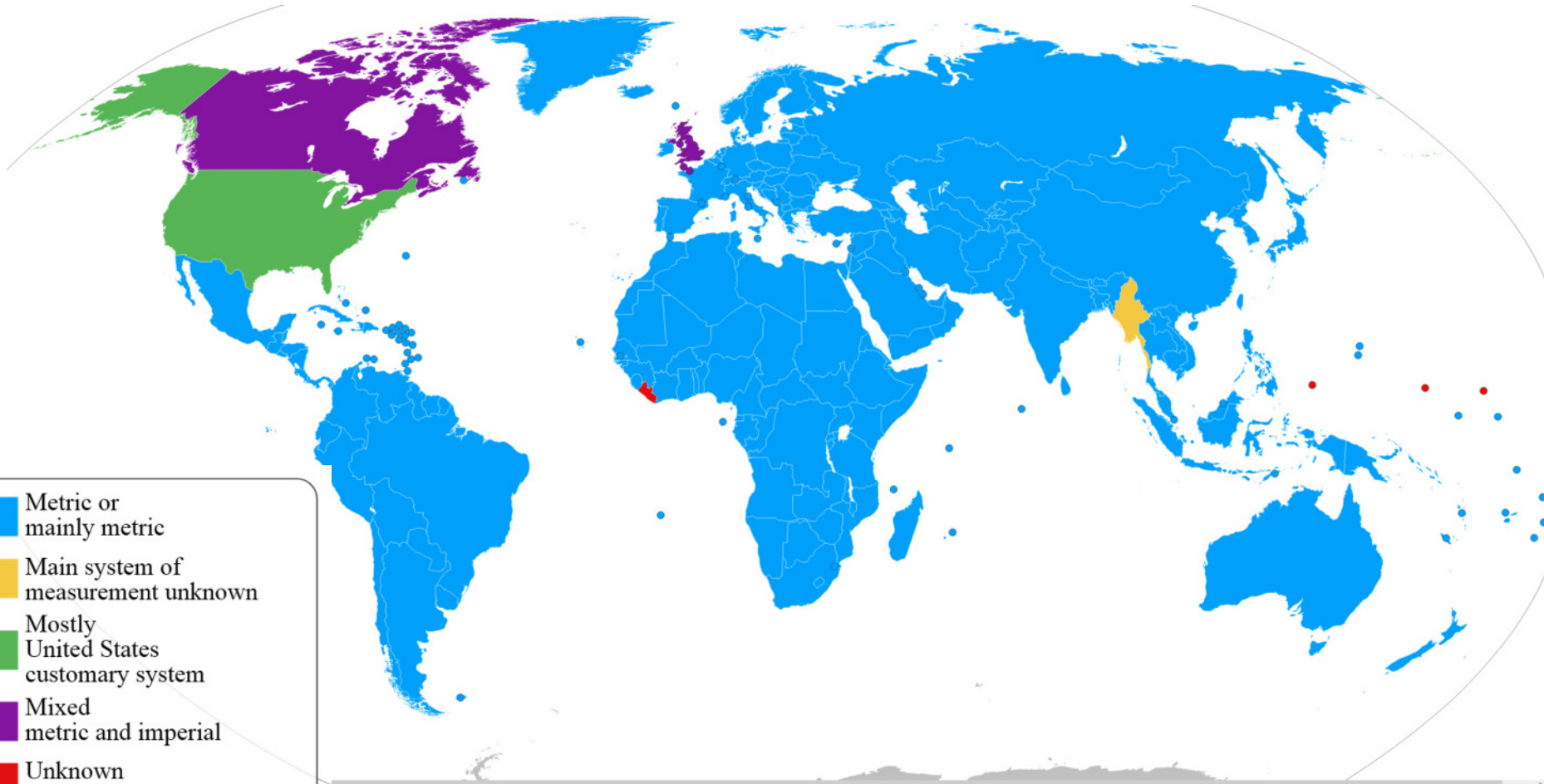
The screenshot shows the website of the Directorate for Measures and Precious Metals (DMDM). The page title is 'О мernим јединицама'. The main content includes a definition of a legal measuring unit and a list of four types of measuring units used in the Republic of Serbia: 1. units of the SI system (basic and derived), 2. decimal multiples and submultiples of SI units, 3. other units specified in the Regulation, and 4. combined measuring units. It also references the Metrology Law and the Regulation on legal measuring units. The footer contains contact information and a list of services like 'Pitanja i odgovori', 'Zakoni', and 'Mike Alasa 14'.



Map Of The World By Date When Metric System Was Official



МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Metric_and_imperial_systems_%282019%29.svg



Where in the World Do People Use Metric and Imperial?

Countries which used the metric or the imperial system for measurements in 2019



- Metric or mainly metric
- Mainly imperial
- Mixed

In Canada, Australia, India and some other former Commonwealth countries vital statistics, living and commercial spaces, oven temperatures and recipe measurements might still be imperial.



@StatistaCharts

Sources: U.S. Metric Association, Metric Pioneer, Metric Views, Trip Advisor

statista

ДЕФИНИЦИЈА-МЕТРА

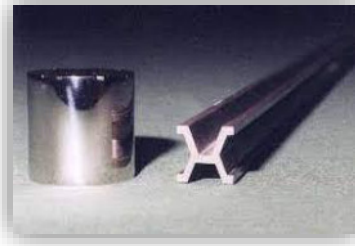


1791. године 1 m је четрдесетомилионити део Земљиног меридијана.

1872. године 1 m је десетомилионити део квадранта Земље.

1875. године потписана конвенција једног метра. Интернационални метар је размак између две црте на летви састављеној од легуре платине 90% и иридијума 10%, који се чува у Серву код Париза

1878/89. припрема за мерење 30 еталона метра и усвајање еталона у облику слова X.



Србија:

1889. године No 30 метар

1880. године No 11 килограм

1960. године CGPM - усвојио дефиницију метра која гласи:
један метар представља 1650763,73 таласних дужина наранџастоцрвене емисионе линије у електромагнетном спектру зрачења у вакууму криптона-86 при преласку електрона са нивоа $2p_{10}$ на ниво $5p_5$.

ДЕФИНИЦИЈА-МЕТРА

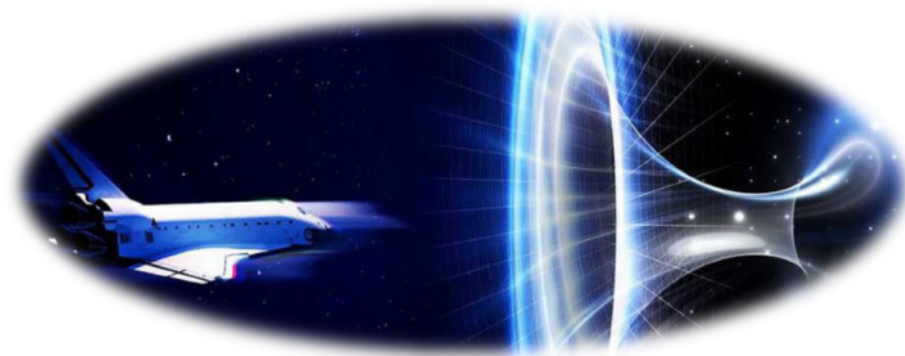


1983. године CGPM - променио дефинисање метра тако да је један метар дужина пута који светлост пређе у вакууму за $1/299792458$ секунди.

Мај 2019. године редефинисана дефиниција-фиксна бројна вредност брзине светлости у вакуму (c) која износи 299792458 , када је изражена у јединицама m/s , где је секунда дефинисана преко $\Delta\nu_{Cs}$.

$$1 \text{ m} = \frac{c}{299\,792\,458} \text{ s}$$

$$1 \text{ m} = \frac{9\,192\,631\,770}{299\,792\,458} \frac{c}{\Delta\nu_{Cs}}$$
$$\approx 30.663\,319 \frac{c}{\Delta\nu_{Cs}}$$





РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ПРИВРЕДЕ
ДИРЕКЦИЈА ЗА МЕРЕ И ДРАГОЦЕНЕ МЕТАЛЕ

На основу члана 14. ст. 1. до 3. Закона о метрологији („Службени гласник РС”, број 30/10), а у вези са Правилником о условима за признавање националних еталона („Службени гласник РС”, број 70/11), директор Дирекције за мере и драгоцене метале доноси

О Д Л У К У
О ПРИЗНАВАЊУ НАЦИОНАЛНОГ ЕТАЛОНА

1. **Фемтосекундни ласер** са опсегом таласне дужине од 530 nm до 900 nm које су остварене са придруженом мерном несигурношћу од 2×10^{-13} признаје се као

еталон јединице дужине Републике Србије, који представља основу за додељивање вредности величине другим еталонима јединице дужине (у даљем тексту: национални еталон).

2. Национални еталон из тачке 1. ове одлуке служи као референца за обезбеђивање следивости резултата мерења у Републици Србији до SI јединице дужине.

3. Дирекција за мере и драгоцене метале развија, остварује, чува, одржава и усавршава национални еталон из тачке 1. ове одлуке и обезбеђује његову следивост до међународног нивоа.

Број: 393-1/0-01-2650/1
Датум: 16. јун 2015. године

ДИРЕКТОР

Мр Вида Живковић



Да ли неку физичу величину можемо да измеримо апсолутно тачно?



Да ли можемо да одредимо истиниту вредност физичке величине?

ТЕОРИЈА ГРЕШАКА МЕРЕЊА



- Карактеристике мерења:
- Не постоји тачан резултат мерења;
- У сваком мерењу су присутне грешке;
- Тачна (истинита) вредност мерене величине никад није позната;
- Тачне вредности присутних грешака нису познате.

Према дефиницији, **грешка** (ε) представља разлику мерене (x) и истините вредности (μ):

$$\varepsilon = x - \mu$$

ТЕОРИЈА ГРЕШАКА МЕРЕЊА – ПОДЕЛА ГРЕШАКА



Према пореклу 3 су основна извора грешака:

1. Инструмент



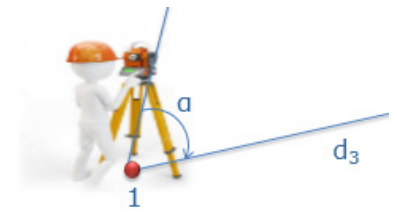
<https://www.indiamart.com/>

2. Спољашни услови



<https://www.mindomo.com/mindmap/klimatski-element>

3. Оператор



Према природи утицаја грешака:

1. Систематске

2. Случајне

Неизбежне грешке

Грубе

- Настају услед непажње или недовољног искуства оператора.
- Морају се уклонити из резултата мерења у потпуности.



Према природи утицаја грешака:

1. Систематске

- Грешке које стално увећавају или стално умањују резултат мерења. Исти предзнак.
- Могу се уклонити из резултата мерења у потпуности или делимично, када се зна узрок њихове појаве као и закон њиховог понашања.
- Отклањање систематских грешака или смањивање њиховог износа из резултата мерења постиже **се методом рада, ректификацијом инструмената и уношењем одговарајућих поправака.**



Према природи утицаја грешака:

2. Случајне

- Прате сва мерења и не могу избећи.
- Свака вредност која се добија мерењем мора бити оптерећена случајном грешком, чији се износ и предзнак не могу унапред предвидети. Поседују карактер случајности.
- Скуп случајних грешака следи одређене статистичке законе који се могу аналитички описати помоћу одговарајућих распореда математичке-статистике.
- Случајне грешке није могуће елиминисати из резултата мерења. Њихов утицај на највероватнију вредност се смањује када се иста величина мери више пута. Сто је већи број мерења то је мањи утицај случајних грешака.

ТЕОРИЈА ГРЕШАКА МЕРЕЊА – СЛУЧАЈНЕ ВЕЛИЧИНЕ



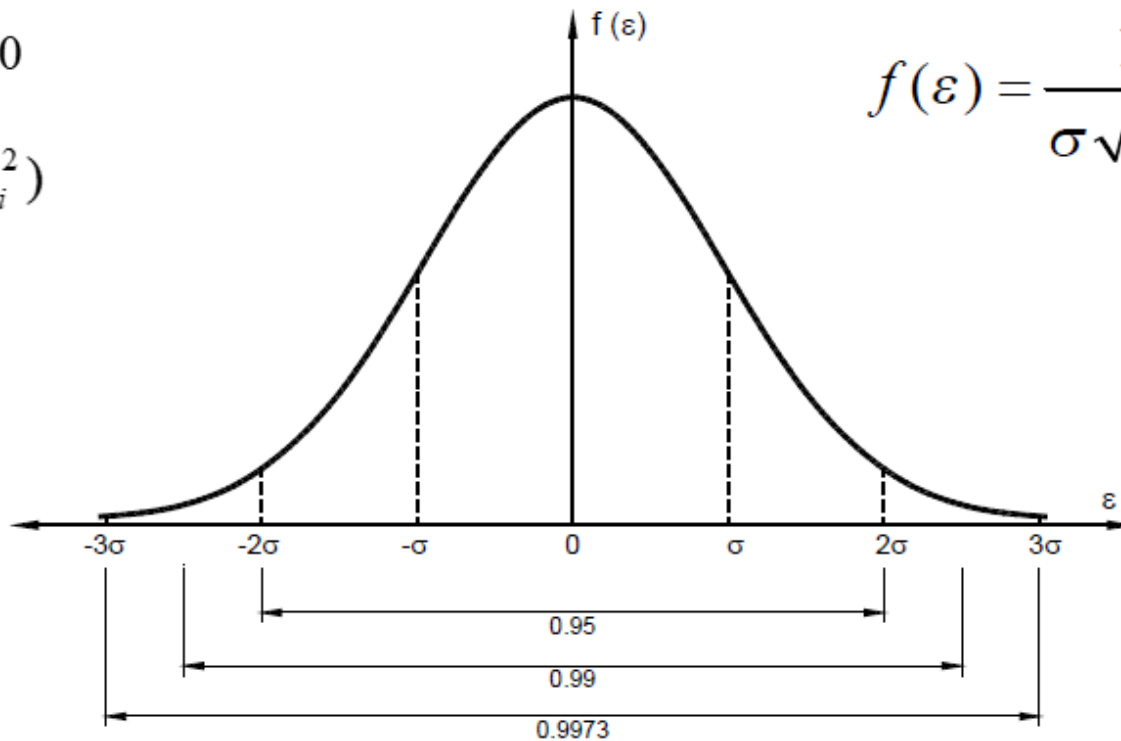
Нормална или Лаплас-Гаусова расподела

$$\varepsilon = X - \mu$$

$$E(\varepsilon_i) = \mu_i = 0$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_i^2)$$

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}}$$



ТЕОРИЈА ГРЕШАКА МЕРЕЊА

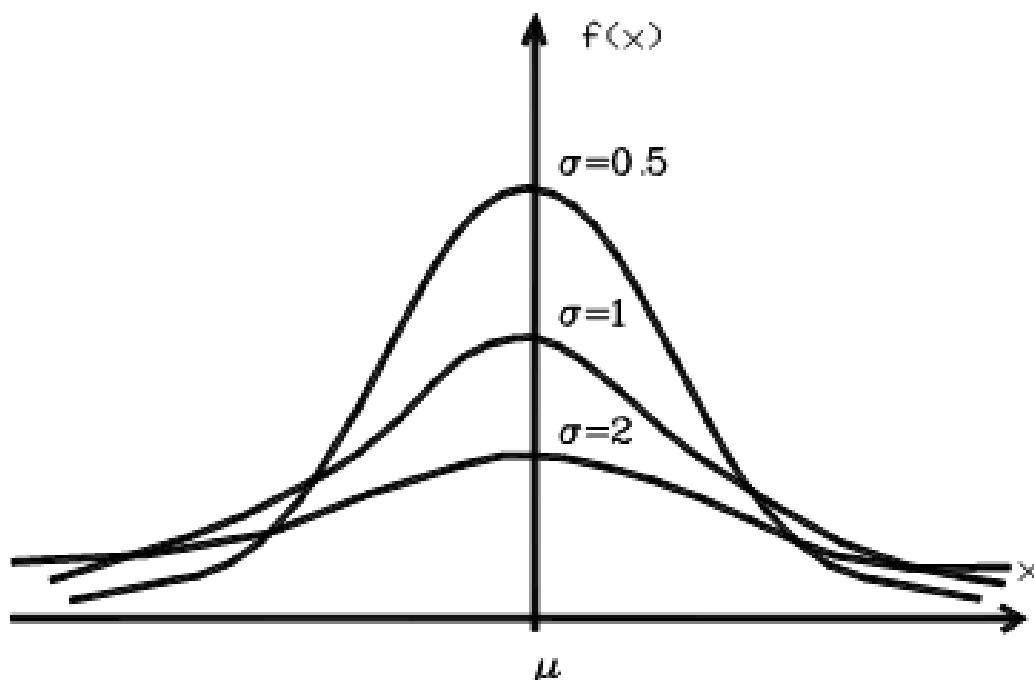


Нека је физичка величина X мерена n пута

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2};$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2};$$

Стандардна девијација



ТЕОРИЈА ГРЕШАКА МЕРЕЊА



Тачност мерења је блискост слагања између резултата мерења и тачне вредности мерене величине (праве или договорене праве величине).

Прецизност мерења показује слагање поновљених мерења са средњом вредношћу мерења.

