

## POGLAVJE 1 – Merjenje v kmetijski fiziki, senzorji in IoT tehnologije

### Kaj je fizika?

<https://www.youtube.com/watch?v=HuZZpJJF71U>

<https://www.youtube.com/watch?v=ZAqloDhornk&t=13s>

Fizika je temeljna naravoslovna znanost, ki preučuje osnovne zakonitosti narave in vesolja. Ukvarja se z gibanjem, energijo, silo, snovjo, toploto, svetlobo, elektriko in magnetizmom. Glavni cilj fizike je razumeti naravne pojave in jih opisati z matematičnimi zakoni. Fizika je osnova za številne druge vede, kot so kemija, biologija, geologija in astronomija.

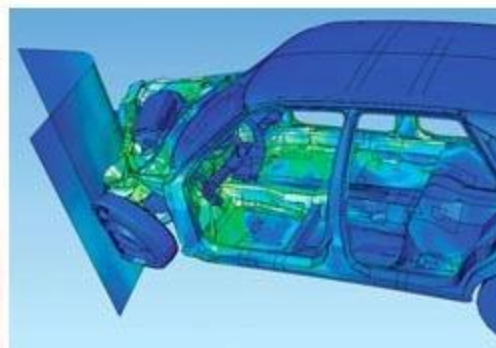
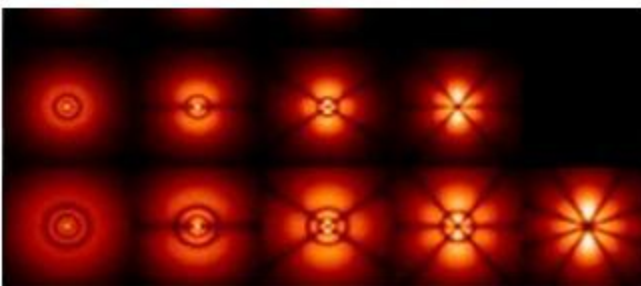
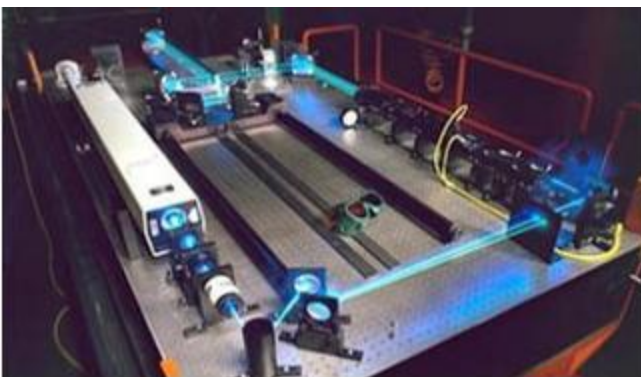
### Pomen fizike

Fizika je prisotna povsod v našem življenju, čeprav se tega pogosto ne zavedamo. Njena spoznanja omogočajo razvoj tehnologij, ki jih uporabljamo vsak dan – od pametnih telefonov, avtomobilov in medicinske opreme do energetske učinkovitih stavb in obnovljivih virov energije. Brez fizike ne bi bilo sodobnega sveta, kot ga poznamo.

### Fizika v kmetijstvu

Tudi v kmetijstvu ima fizika pomembno vlogo. Spoznavanje fizikalnih zakonitosti omogoča izboljšanje učinkovitosti kmetijske proizvodnje, zmanjšanje stroškov in boljšo uporabo naravnih virov. Nekateri primeri uporabe fizike v kmetijstvu vključujejo:

- **Mehanika:** delovanje traktorjev, plugov in drugih kmetijskih strojev temelji na zakonih fizike.
- **Termodinamika:** nadzor temperature v rastlinjakih in shranjevanje pridelkov temelji na principih prenosa toplote.
- **Hidrodinamika:** učinkovito namakanje in drenaža tal sta odvisna od zakonov pretoka tekočin.
- **Optika:** senzorji za analizo pridelkov in vremenski sistemi uporabljajo optične principe.



# I. KAJ JE FIZIKA?

Fizika je temeljna **naravoslovna znanost** (uporabljajo mnoge druge – npr. tehniške).

Naloga fizike je v odkrivanju naravnih – **fizikalnih zakonov**.

Fizikalni zakoni podajajo odnose med **fizikalnimi količinami**.

Ti zakoni so rezultat **opazovanja, merjenja, eksperimentiranja**.

Z eksperimenti **potrjujemo domneve**, ki z veljavnostjo preidejo v zakone.

Zakoni so osnova znanstvene teorije (npr: Newtonova mehanika, Relativnostna teorija).

Teorija pa nam podaja stopnjo vpogleda v poznavanje stvari.



## METODE V FIZIKI

- OPAZOVANJE
- MERJENJE
- EKSPERIMENTIRANJE



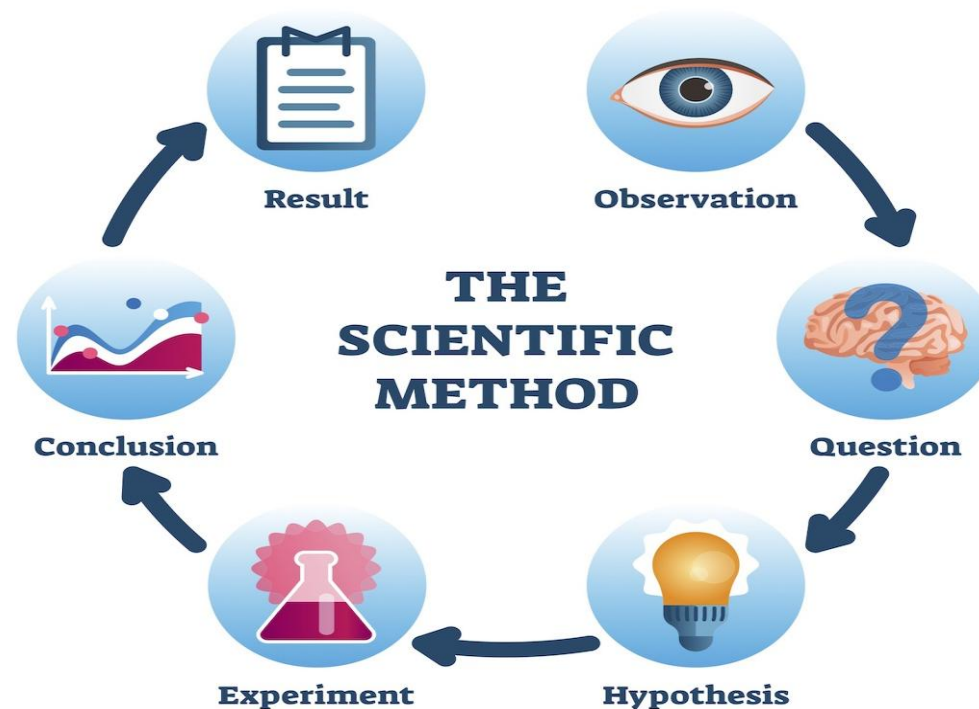
Ugotovitve strnemo v fizikalne ZAKONE.

## Metode fizike

History of physics: <https://www.youtube.com/watch?v=J6qtNLZIWd0&t=220s>

Fizika temelji na znanstveni metodi, ki vključuje:

1. **Opazovanje** – zaznavanje naravnih pojavov.
2. **Postavljanje hipotez** – oblikovanje predvidevanj o vzrokih pojavov.
3. **Eksperimentiranje** – izvajanje meritev in testiranje hipotez.
4. **Matematično modeliranje** – opisovanje pojavov z enačbami.
5. **Sinteza zakonov** – oblikovanje splošnih zakonitosti narave.



## Kaj je fizikalna količina?

Fizikalna količina je lastnost telesa ali pojava, ki jo lahko **izmerimo** in izrazimo s številčno vrednostjo ter enoto. Z drugimi besedami, fizikalna količina opisuje določeno značilnost narave, ki jo lahko kvantitativno določimo.

## Izražanje fizikalnih količin

Vsaka fizikalna količina je sestavljena iz:

1. **Številске vrednosti** – pove, koliko enot merjene količine imamo.
2. **Merske enote** – določa, v katerih enotah je količina izražena.

Če rečemo, da je temperatura zraka 25 °C, pomeni:

- 25 je številčna vrednost,
- °C (stopinje Celzija) je enota.

Podobno, če merimo dolžino polja in dobimo 100 metrov (100 m), je:

- 100 številčna vrednost,
- meter (m) merska enota.

***dolžina***    ***(1)*** =    ***4,5***    ***m***

↑                    ↑                    ↑                    ↑

ime                oznaka                mersko                enota

količine                količine                število                količine

DOLŽINA



→ merilna priprava

$l = 12,0 \cdot \text{cm} = 12,0 \text{ cm}$

↓                    ↓                    ↓

fizikalna količina    mersko število    merska enota

## Osnovne fizikalne količine

Osnovne fizikalne količine so temeljne količine, iz katerih lahko izpeljemo vse druge fizikalne količine. Te količine so **neodvisne** druga od druge in jih ne moremo izraziti z drugimi fizikalnimi količinami.

Mednarodni sistem enot (SI) določa **sedem osnovnih fizikalnih količin**, ki imajo vsaka svojo osnovno enoto:

**Sestavljene (izpeljane) fizikalne količine** so tiste količine, ki jih lahko izrazimo s kombinacijo osnovnih fizikalnih količin.

- To pomeni, da so določene s pomočjo matematičnih operacij nad osnovnimi količinami, kot so množenje, deljenje ali eksponenti.
- Medtem ko osnovne fizikalne količine predstavljajo temeljne pojave (dolžina, masa, čas itd.), sestavljene količine opisujejo bolj kompleksne fizikalne pojave, kot so hitrost, gostota ali energija.



| FIZIKALNA KOLIČINA |               | OSNOVNA FIZIKALNA ENOTA |        |
|--------------------|---------------|-------------------------|--------|
| IME                | OZNAKA        | IME                     | OZNAKA |
| dolžina            | l, x, d, s, a | meter                   | m      |
| masa               | m             | kilogram                | kg     |
| čas                | t             | sekunda                 | s      |
| temperatura        | T             | kelvin                  | K      |
| električni tok     | I             | amper                   | A      |
| množina snovi      | n             | mol                     | mol    |
| svetilnost         | I             | kandela                 | cd     |

## Primeri sestavljenih fizikalnih količin

| Sestavljena fizikalna količina | Formula                   | Simbol enote         |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------|
| Ploščina (površina)            | $A = l \times w$          | $m^2$                |
| Prostornina                    | $V = l \times w \times h$ | $m^3$                |
| Gostota                        | $\rho = \frac{m}{V}$      | $kg/m^3$             |
| Hitrost                        | $v = \frac{s}{t}$         | $m/s$                |
| Pospešek                       | $a = \frac{v}{t}$         | $m/s^2$              |
| Sila                           | $F = m \cdot a$           | $N = kg \cdot m/s^2$ |
| Tlak                           | $p = \frac{F}{A}$         | $Pa = N/m^2$         |
| Delo (energija)                | $W = F \cdot s$           | $J = N \cdot m$      |
| Moč                            | $P = \frac{W}{t}$         | $W = J/s$            |
| Električni naboj               | $Q = I \cdot t$           | $C = A \cdot s$      |
| Električna napetost            | $U = \frac{W}{Q}$         | $V = J/C$            |

# FIZIKALNE KOLIČINE

opis fizikalne količine:

definiramo:

enota

npr. meter

standard (referenca)

razdalja, ki jo svetloba prepotuje  
v času  $1/299792458$  s

fizikalne enote delimo na:

osnovne

izpeljane

npr.:  $N = \text{kg m s}^{-2}$

| fizikalna količina        | enota    | simbol |
|---------------------------|----------|--------|
| dolžina                   | meter    | m      |
| masa                      | kilogram | kg     |
| čas                       | sekunda  | s      |
| električni tok            | amper    | A      |
| termodinamska temperatura | kelvin   | K      |
| množina snovi             | mol      | mol    |
| svetilnost                | sveča    | cd     |

STANDARDNI SISTEM ENOT  
(METRIČNI SISTEM)

## Decimalne merske predpone

Scales of the universe:

<https://www.youtube.com/watch?v=5zlcWdTs2-s>

<https://www.youtube.com/watch?v=pSHVbLPWA28>

Decimalne merske predpone so **standardni predpone**, ki jih uporabljamo za izražanje zelo velikih ali zelo majhnih vrednosti fizikalnih količin. Te predpone temeljijo na **potencah števila 10** in omogočajo enostavnejše zapisovanje ter branje števil, ki bi sicer imela veliko ničel.

### Pregled decimalnih merskih predpon

| Predpona      | Simbol | Faktor                    | Potenca    | Primer                                |
|---------------|--------|---------------------------|------------|---------------------------------------|
| Tera          | T      | 1 000 000 000 000         | $10^{12}$  | 1 terabajt (TB) = $10^{12}$ bajtov    |
| Giga          | G      | 1 000 000 000             | $10^9$     | 1 gigaherc (GHz) = $10^9$ Hz          |
| Mega          | M      | 1 000 000                 | $10^6$     | 1 megavat (MW) = $10^6$ W             |
| Kilo          | k      | 1 000                     | $10^3$     | 1 kilometer (km) = $10^3$ m           |
| Hekto         | h      | 100                       | $10^2$     | 1 hektoliter (hl) = $10^2$ l          |
| Deka          | da     | 10                        | $10^1$     | 1 dekameter (dam) = $10^1$ m          |
| Osnovna enota | -      | 1                         | $10^0$     | meter (m), gram (g), sekunda (s)      |
| Deci          | d      | 0.1                       | $10^{-1}$  | 1 decimeter (dm) = $10^{-1}$ m        |
| Centi         | c      | 0.01                      | $10^{-2}$  | 1 centimeter (cm) = $10^{-2}$ m       |
| Mili          | m      | 0.001                     | $10^{-3}$  | 1 milimeter (mm) = $10^{-3}$ m        |
| Mikro         | $\mu$  | 0.000 001                 | $10^{-6}$  | 1 mikrometer ( $\mu$ m) = $10^{-6}$ m |
| Nano          | n      | 0.000 000 001             | $10^{-9}$  | 1 nanometer (nm) = $10^{-9}$ m        |
| Piko          | p      | 0.000 000 000 001         | $10^{-12}$ | 1 pikometer (pm) = $10^{-12}$ m       |
| Femto         | f      | 0.000 000 000 000 001     | $10^{-15}$ | 1 femtosekunda (fs) = $10^{-15}$ s    |
| Atto          | a      | 0.000 000 000 000 000 001 | $10^{-18}$ | 1 attodžul (aJ) = $10^{-18}$ J        |

## Primeri pretvorb pomembnih za kmetijstvo

Tu je deset primerov pretvorb z uporabo decimalnih predpon, ki so pomembne za kmetijstvo:

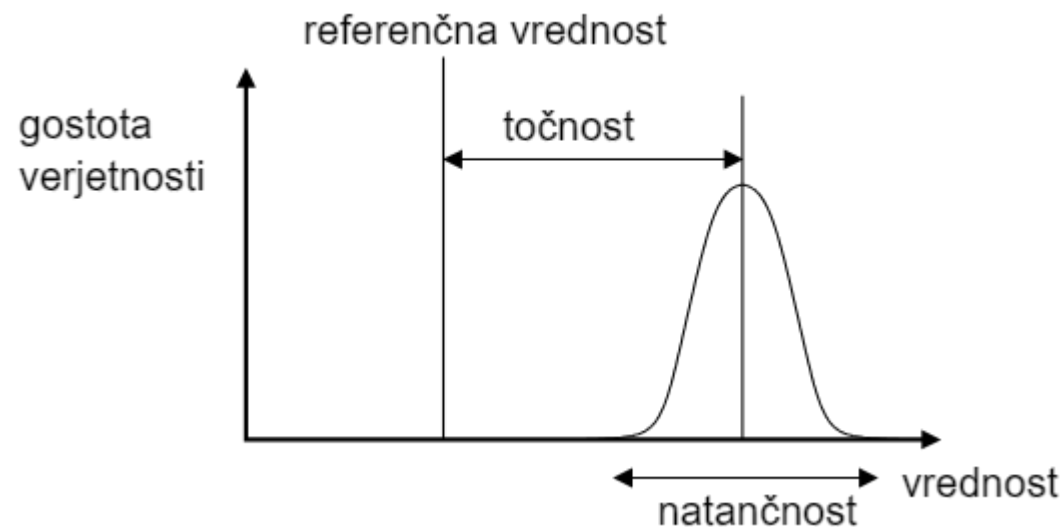
- **Dolžina:** 1 kilometer (km) = 1000 metrov (m) – Pomembno pri določanju velikosti polj.
- **Površina:** 1 hektar (ha) = 10.000 kvadratnih metrov (m<sup>2</sup>) – Uporablja se za merjenje površine zemlje.
- **Masa:** 1 kilogram (kg) = 1000 gramov (g) – Pogosto se uporablja pri merjenju pridelkov ali gnojil.
- **Prostornina:** 1 liter (l) = 1000 mililitrov (ml) – Uporaba pri merjenju tekočin, kot so gnojila ali voda.
- **Čas:** 1 minuta = 60 sekund (s) – Merjenje časa v procesu namakanja ali delovanja strojev.
- **Hitrost:** 1 meter na sekundo (m/s) = 1000 milimetrov na sekundo (mm/s) – Pomembno pri določanju hitrosti pretoka tekočin.
- **Pritisk:** 1 kilopaskal (kPa) = 1000 paskalov (Pa) – Uporablja se pri merjenju tlaka v pnevmatikah traktorjev ali pri irigaciji.
- **Energija:** 1 kilojoule (kJ) = 1000 joule (J) – Uporaba pri merjenju energijskih potreb.
- **Moč:** 1 kilovat (kW) = 1000 vatov (W) – Merjenje moči strojev.
- **Gostota:** 1 kilogram na liter (kg/l) = 1000 gramov na liter (g/l) – Pomembno za merjenje gostote gnojil ali semen.

## Natančnost pri merjenju

Natančnost meritev je ključnega pomena, saj nepravilne meritve lahko povzročijo napake pri izvedbi postopkov ali napačne sklepe pri analiziranju podatkov. **Natančnost** merjenja je povezana s tem, kako blizu je izmerjena vrednost resnični vrednosti merjene količine. Višja natančnost pomeni manjšo razliko med izmerjeno in resnično vrednostjo.

Pomembno je tudi razlikovati med **natančnostjo** in **točnostjo**:

- **Natančnost** se nanaša na konsistentnost meritev (če večkrat dobimo zelo podobne rezultate).
- **Točnost** pa se nanaša na to, kako blizu so meritve resnični vrednosti.

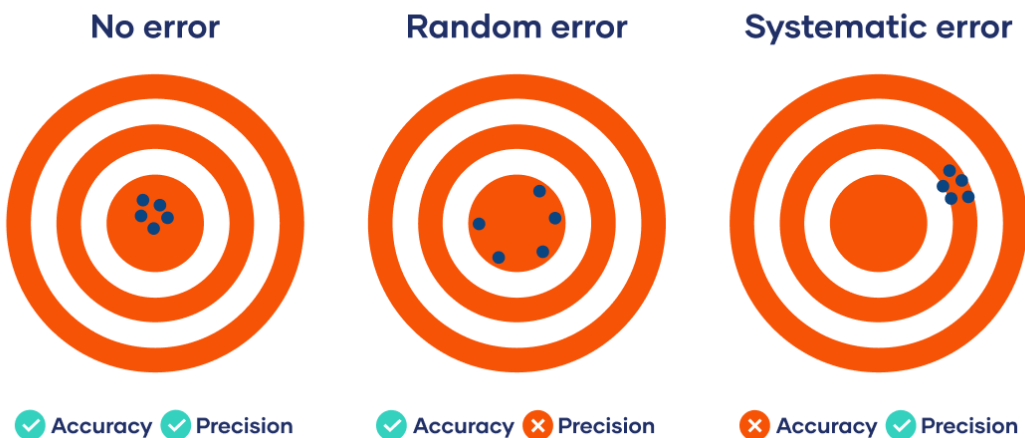


## Vrste napak pri merjenju

Pri merjenju se ne moremo izogniti napakam, vendar jih moramo razumeti in obvladovati. Obstajata dve glavni vrsti napak pri merjenju:

1. **Sistematične napake:** To so napake, ki se pojavljajo stalno in enako zaradi določenega vzroka, kot je napačna kalibracija instrumenta ali nepravilna uporaba merilne naprave. Sistematične napake je mogoče popraviti, če jih odkrijemo in poznamo vzrok.
2. **Naključne napake:** Te napake se pojavijo zaradi nepredvidljivih variacij pri meritvah, kot so spremembe okolja, človeška napaka ali omejitve merilnega instrumenta. Naključne napake se pojavijo nepravilno in jih je težje predvideti, vendar se njihov vpliv zmanjša z večkratnim ponavljanjem meritev.

## Random vs. systematic error



## Absolutna in relativna napaka

**Absolutna napaka** pri merjenju predstavlja razliko med izmerjeno vrednostjo in dejansko vrednostjo merjene količine. Gre za neposredno razliko, ki jo lahko izrazimo v isti merski enoti kot merjeno količino.

**Relativna napaka** je razmerje med absolutno napako in resnično vrednostjo merjene količine. Izraža se kot delež ali odstotek in kaže, koliko napaka predstavlja glede na velikost izmerjene količine.

vrednost merjene količine  $x$  določamo iz izmerkov  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$

$$x = \bar{x} \pm \Delta x = \bar{x} \cdot (1 \pm r)$$

povprečna vrednost

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

efektivna napaka

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

relativna napaka

$$r = \frac{\Delta x}{\bar{x}}$$

$$d = 7,23 \text{ m} \pm 0,02 \text{ m} = 7,23 \text{ m} \cdot (1 \pm 0,003) = 7,23 \text{ m} \cdot (1 \pm 0,3\%)$$

*dolžina je med 7,21 m in 7,25 m; povprečna vrednost je 7,23 m;*

*efektivna napaka je 0,02 m; relativna napaka je 0,003 = 0,3 %*

# Absolute, Relative, and Percent Error

$$\text{Absolute Error} = |\text{True Value} - \text{Measured Value}|$$

Absolute error is the magnitude of the difference between a measurement compared to a true value.



$$\text{Relative Error} = \text{Absolute Error} / \text{True Value}$$

Relative error shows the size of error relative to the true value.

Basically, it puts the size of the error into perspective.



$$\text{Percent Error} = \text{Relative Error} \times 100\%$$

Percent error shows what percent the error is of the true or accepted value.

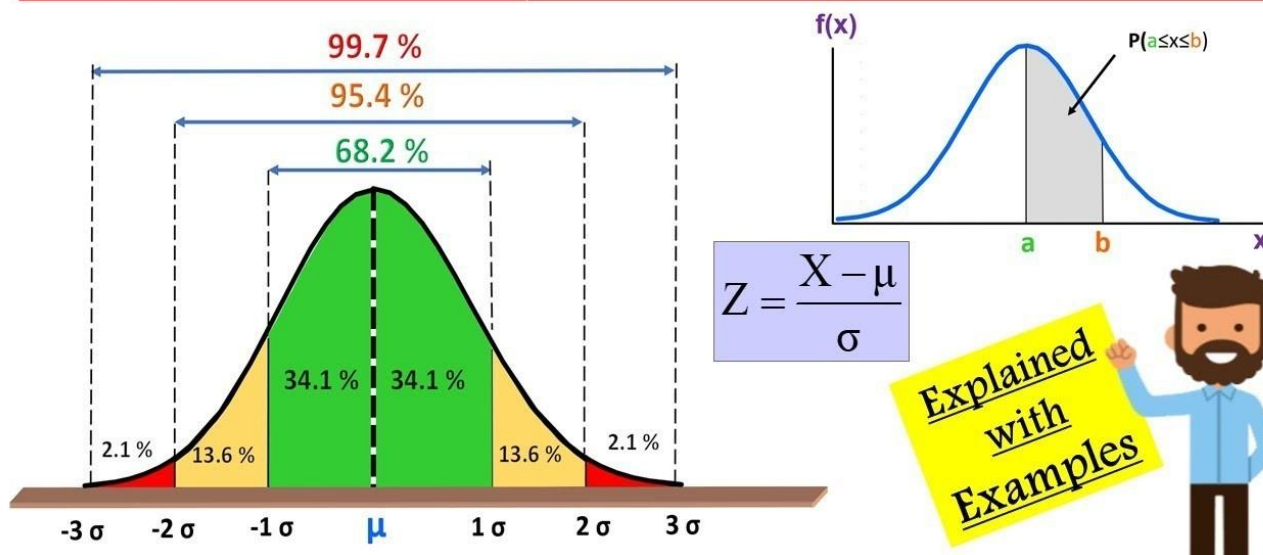
## Porazdelitev merjene spremenljivke

### Kaj je porazdelitev merjene spremenljivke?

Porazdelitev merjene spremenljivke opisuje, kako pogosto se posamezne vrednosti določene **fizikalne količine** pojavljajo v nizu meritev. To pomeni, da prikazuje, kako so izmerjene vrednosti **razporejene** okoli povprečne vrednosti.

V praksi se pri ponavljanju meritev iste količine (npr. mase, dolžine, temperature) ne dobi vedno popolnoma enake vrednosti, ampak niz vrednosti, ki se nekoliko razlikujejo zaradi **merilnih napak**, **prirojenih nihanj sistema** ali **zunanjih vplivov**. Oblika te razporeditve je **porazdelitvena funkcija**.

# Normal Distribution



## Pravila za računanje z napakami

Pri izvajanju izračunov z izmerjenimi vrednostmi, ki vključujejo napake, moramo upoštevati pravila za računanje z napakami:

- **Seštevanje in odštevanje:** Pri seštevanju ali odštevanju dveh količin je skupna napaka enaka vsoti absolutnih napak posameznih količin.
- **Množenje in deljenje:** Pri množenju ali deljenju dveh količin se relativne napake seštevajo.
- **Potence:** Če količino dvignemo na določeno potenco, se relativna napaka pomnoži z eksponentom.

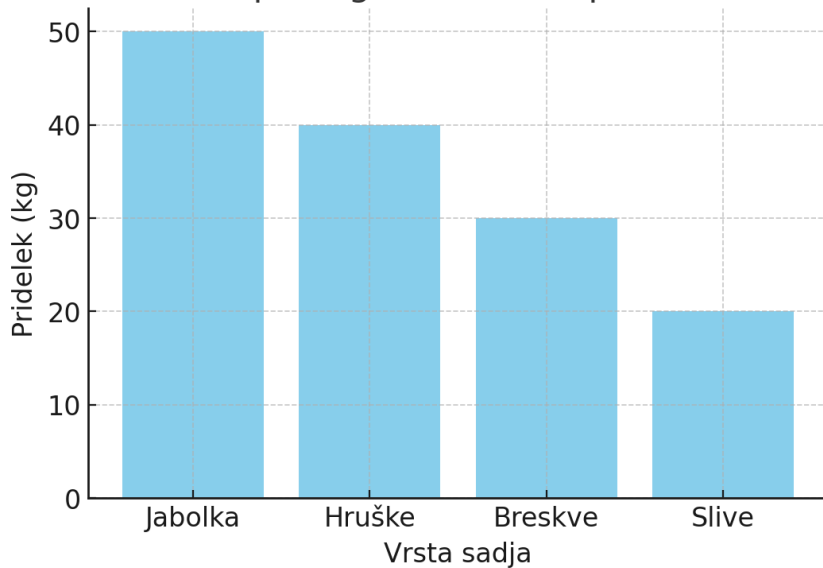


## Risanje grafov in prikazovanje rezultatov

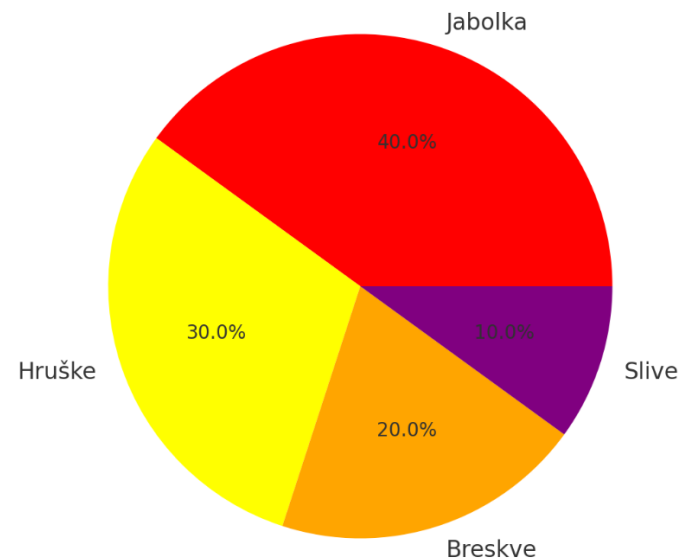
Pravilno prikazovanje podatkov je ključnega pomena za analizo in interpretacijo fizikalnih pojavov, tudi v kmetijstvu. Rezultate meritev in eksperimentov lahko prikažemo na različne načine, od tabelarničnega prikaza do grafov.



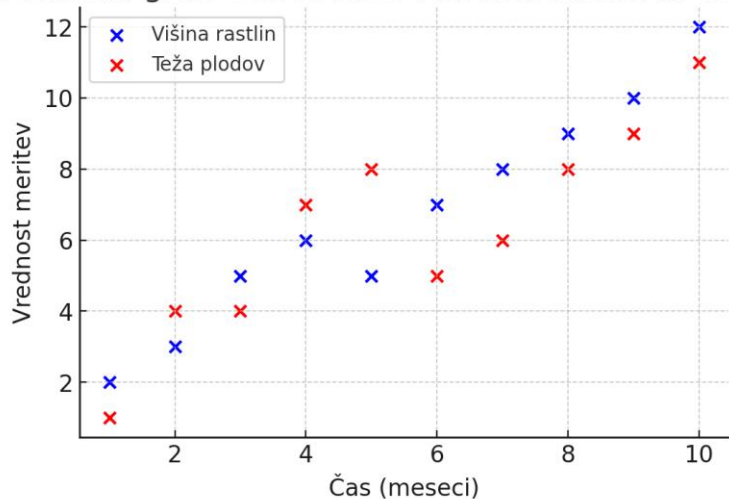
Stolpični graf: Količina pridelka



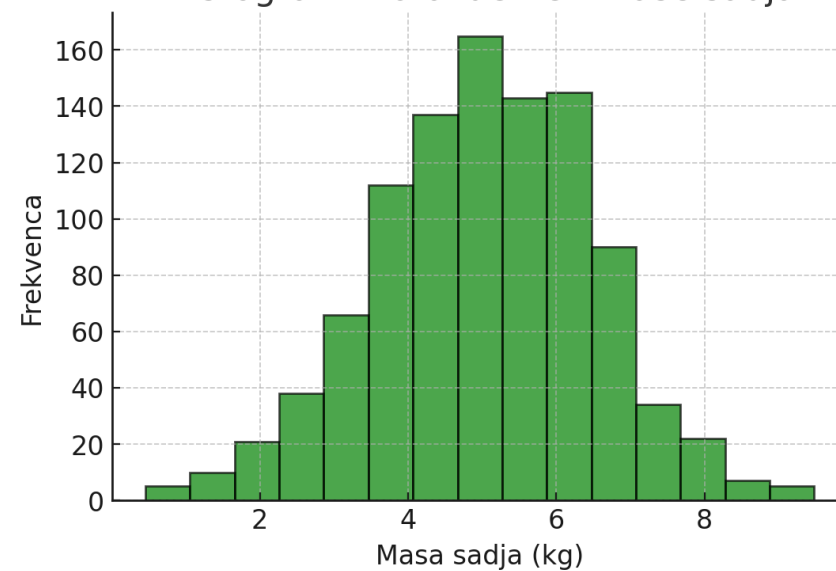
Tortni graf: Delež različnih vrst sadja v pridelku



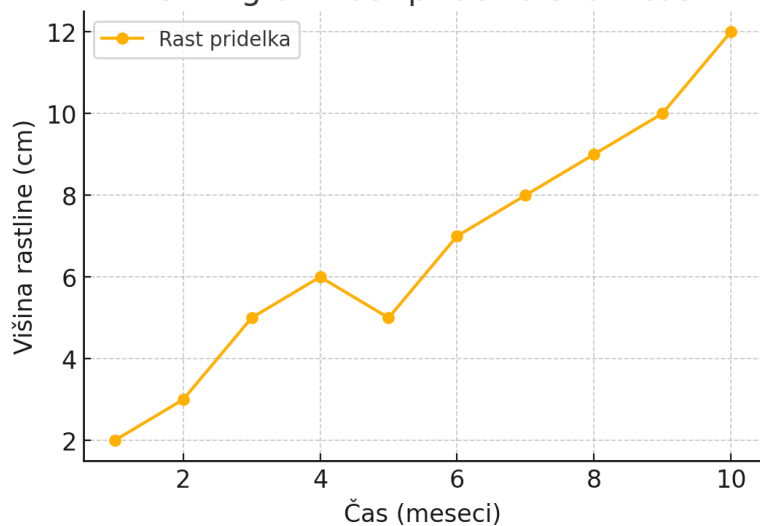
Raztresitveni graf: Odnos med višinami rastlin in težo plodov



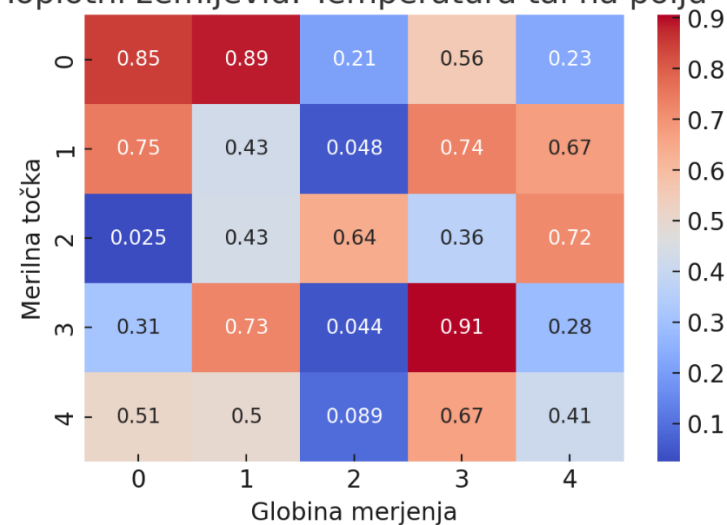
Histogram: Porazdelitev mase sadja



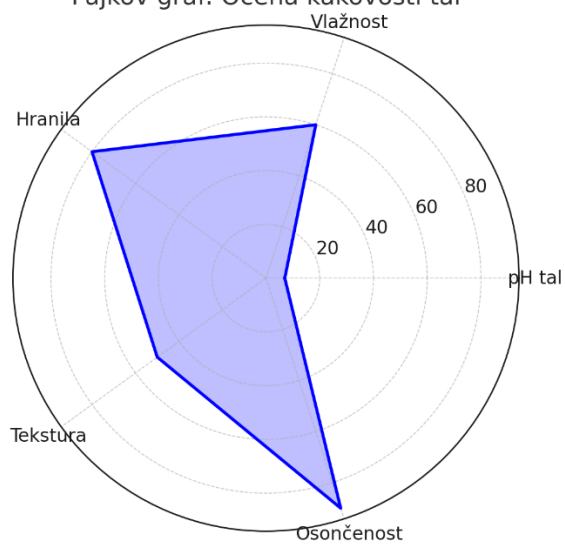
Črtni graf: Rast pridelka skozi čas



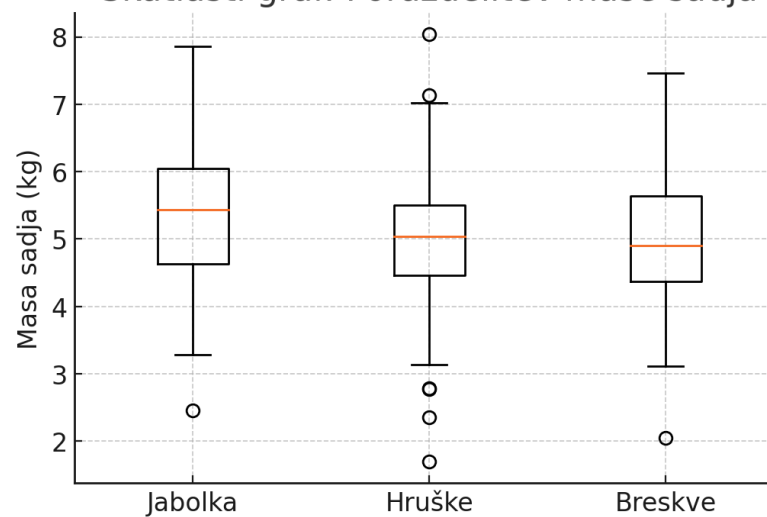
Toplotni zemljevid: Temperatura tal na polju



Pajkov graf: Ocena kakovosti tal



Škatlasti graf: Porazdelitev mase sadja



**1. Naloga: Črtni graf (Line Graph)**

V spodnji tabeli so podani podatki o porabi vode na polju skozi teden. Na podlagi teh podatkov nariši črtni graf, kjer boš prikazal spremembe porabe vode skozi čas.

| Dan        | Poraba vode (litri) |
|------------|---------------------|
| Ponedeljek | 50                  |
| Torek      | 65                  |
| Sreda      | 55                  |
| Četrtek    | 70                  |
| Petek      | 60                  |
| Sobota     | 80                  |
| Nedelja    | 75                  |

**Navodilo:** Na x-os v grafu postavi dneve v tednu, na y-os pa porabo vode v litrih. Nato poveži točke, da dobiš črto, ki prikazuje spreminjanje porabe vode skozi teden.

**2. Naloga: Stolpčni graf (Bar Graph)**

Naslednja tabela prikazuje pridelano količino različnih vrst pridelkov na kmetiji. Na podlagi podatkov nariši stolpčni graf, ki bo prikazal primerjavo med količinami pridelka.

| Vrsta pridelka | Količina pridelka (kg) |
|----------------|------------------------|
| Koruza         | 1200                   |
| Pšenica        | 800                    |
| Krompir        | 950                    |
| Oves           | 700                    |
| Soja           | 500                    |

**Navodilo:** Na x-os postavi vrste pridelkov, na y-os pa količino pridelka v kilogramih. Nariši stolpce, ki prikazujejo količino posameznega pridelka.

**3. Naloga: Tortni graf (Pie Chart)**

Spodaj so prikazani deleži uporabe različnih energijskih virov na kmetiji. Nariši tortni graf, ki bo prikazal razdelitev porabe energije glede na različne vire.

| Vir energije    | Delež (%) |
|-----------------|-----------|
| Sončna energija | 40%       |
| Vetrna energija | 30%       |
| Biomasa         | 20%       |
| Fosilna goriva  | 10%       |

**Navodilo:** Nariši tortni graf in posamezne dele tortnega diagrama ustrezno označi glede na deleže porabe energije.

**4. Naloga: Razsevni diagram (Scatter Plot)**

Naslednja tabela prikazuje podatke o količini dodanega gnojila in pridelku (v tonah), ki je bil dosežen na različnih poljih. Na podlagi teh podatkov nariši razsevni diagram.

| Količina gnojila (kg) | Pridelek (tone) |
|-----------------------|-----------------|
| 100                   | 1.5             |
| 200                   | 2.8             |
| 300                   | 3.5             |
| 400                   | 4.2             |
| 500                   | 5.0             |

**Navodilo:** Na x-os postavi količino gnojila, na y-os pa količino pridelka v tonah. Nariši posamezne točke, ki bodo prikazovale podatke, in poišči morebitno povezavo med spremenljivkama.

**5. Naloga: Histogram**

V naslednji tabeli so prikazane velikosti pridelanih buč (v kilogramih) na kmetiji. Z uporabo podatkov nariši histogram, ki bo prikazal porazdelitev velikosti buč.

| Velikost buč (kg) | Število buč |
|-------------------|-------------|
| 1–2               | 10          |
| 2–3               | 15          |
| 3–4               | 20          |
| 4–5               | 5           |
| 5–6               | 2           |

**Navodilo:** Na x-os postavi intervale velikosti buč, na y-os pa število buč. Nariši stolpce, ki bodo prikazali število buč v posameznih intervalih.