

# Osnovni statistički pojmovi

# Teorijske osnove

---

## Osnovni statistički pojmovi

- |   |                     |    |                        |
|---|---------------------|----|------------------------|
| 1 | Statistika          | 8  | Vrste uzoraka entiteta |
| 2 | Podatak             | 9  | Populacija varijabli   |
| 3 | Entitet             | 10 | Uzorak varijabli       |
| 4 | Varijabla           | 11 | Matrica podataka       |
| 5 | Vrste varijabli     |    |                        |
| 6 | Populacija entiteta |    |                        |
| 7 | Uzorak entiteta     |    |                        |

# Teorijske osnove

---

## Osnovni statistički pojmovi

1 **Statistika** je skup metoda za uređivanje, analiziranje i grafičko prikazivanje podataka.

2 Podatak

3 Entitet

4 Varijabla

5 Vrste varijabli

6 Populacija entiteta

7 Uzorak entiteta

# Teorijske osnove

---

## Osnovni statistički pojmovi

- 1 Statistika je skup metoda za uređivanje, analiziranje i grafičko prikazivanje podataka.
- 2 **Podatak** je kvantitativna ili kvalitativna vrijednost kojom je opisano određeno obilježje nekog entiteta.
- 3 Entitet
- 4 Varijabla
- 5 Vrste varijabli
- 6 Populacija entiteta
- 7 Uzorak entiteta

# Teorijske osnove

---

## Osnovni statistički pojmovi

- 1 Statistika je skup metoda za uređivanje, analiziranje i grafičko prikazivanje podataka.
- 2 Podatak je kvantitativna ili kvalitativna vrijednost kojom je opisano određeno obilježje nekog entiteta.
- 3 **Entitet** je jedinka nekog skupa osoba, objekata, stvari, pojava i sl. koja je opisana određenim obilježjima.
- 4 Varijabla
- 5 Vrste varijabli
- 6 Populacija entiteta
- 7 Uzorak entiteta

# Teorijske osnove

---

## Osnovni statistički pojmovi

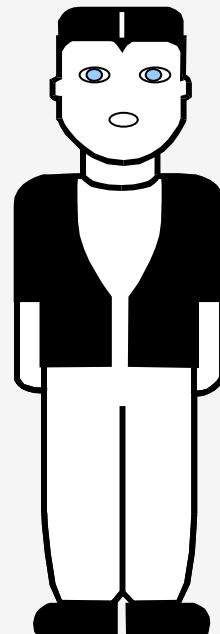
- 1 Statistika je skup metoda za uređivanje, analiziranje i grafičko prikazivanje podataka.
- 2 Podatak je kvantitativna ili kvalitativna vrijednost kojom je opisano određeno obilježje nekog entiteta.
- 3 Entitet je jedinka nekog skupa osoba, objekata, stvari, pojava i sl. koja je opisana određenim obilježjima.
- 4 **Varijabla** je svojstvo, obilježje, osobina, sposobnost, znanje, itd. po kojem se entiteti međusobno razlikuju.
- 5 Vrste varijabli
- 6 Populacija entiteta
- 7 Uzorak entiteta

# Teorijske osnove

---

## Osnovni statistički pojmovi

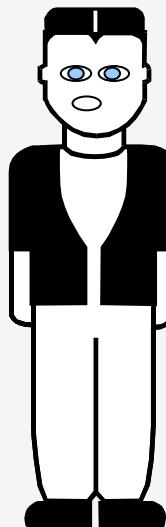
1 Šime



TV=192 cm

TM=87 kg

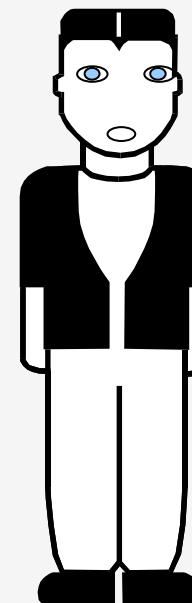
2 Marko



TV=174 cm

TM=68 kg

3 Mate



TV=186 cm

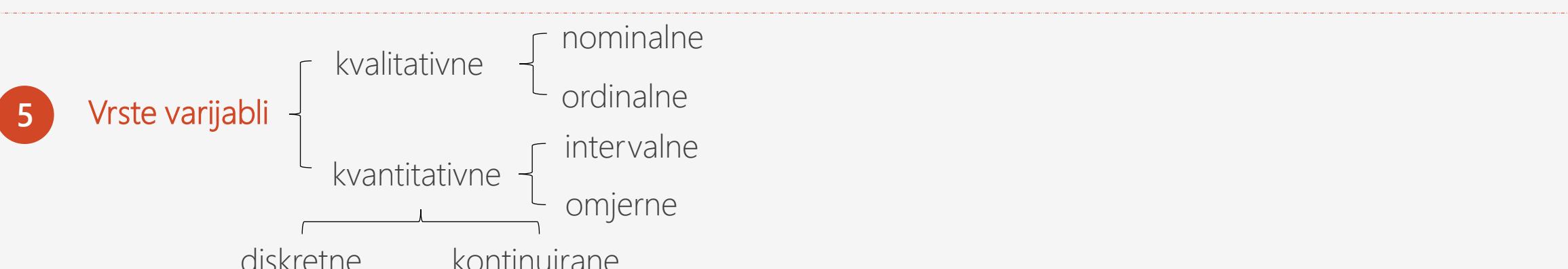
TM=75 kg

# Teorijske osnove

---

## Osnovni statistički pojmovi

- 1 Statistika je skup metoda za uređivanje, analiziranje i grafičko prikazivanje podataka.
- 2 Podatak je kvantitativna ili kvalitativna vrijednost kojom je opisano određeno obilježje nekog entiteta.
- 3 Entitet je jedinka nekog skupa osoba, objekata, stvari, pojava i sl. koja je opisana određenim obilježjima.
- 4 Varijabla je svojstvo, obilježje, osobina, sposobnost, znanje, itd. po kojem se entiteti međusobno razlikuju.



# Teorijske osnove

---

## Osnovni statistički pojmovi

- 1 Statistika je skup metoda za uređivanje, analiziranje i grafičko prikazivanje podataka.
- 2 Podatak je kvantitativna ili kvalitativna vrijednost kojom je opisano određeno obilježje nekog entiteta.
- 3 Entitet je jedinka nekog skupa osoba, objekata, stvari, pojava i sl. koja je opisana određenim obilježjima.
- 4 Varijabla je svojstvo, obilježje, osobina, sposobnost, znanje, itd. po kojem se entiteti međusobno razlikuju.
- 5 Vrste varijabli kvalitativne (nominalne i ordinalne) i kvantitativne (intervalne i omjerne te diskrete i kontinuirane).
- 6 **Populacija entiteta** je skup svih entiteta čija su obilježja predmet statističke analize.
- 7 Uzorak entiteta

# Teorijske osnove

---

## Osnovni statistički pojmovi

- 1 Statistika je skup metoda za uređivanje, analiziranje i grafičko prikazivanje podataka.
- 2 Podatak je kvantitativna ili kvalitativna vrijednost kojom je opisano određeno obilježje nekog entiteta.
- 3 Entitet je jedinka nekog skupa osoba, objekata, stvari, pojava i sl. koja je opisana određenim obilježjima.
- 4 Varijabla je svojstvo, obilježje, osobina, sposobnost, znanje, itd. po kojem se entiteti međusobno razlikuju.
- 5 Vrste varijabli kvalitativne (nominalne i ordinalne) i kvantitativne (intervalne i omjerne te diskrete i kontinuirane).
- 6 Populacija entiteta je skup svih entiteta čija su obilježja predmet statističke analize.
- 7 **Uzorak entiteta** je podskup entiteta izabran iz populacije s ciljem da je što bolje reprezentira.

# Teorijske osnove

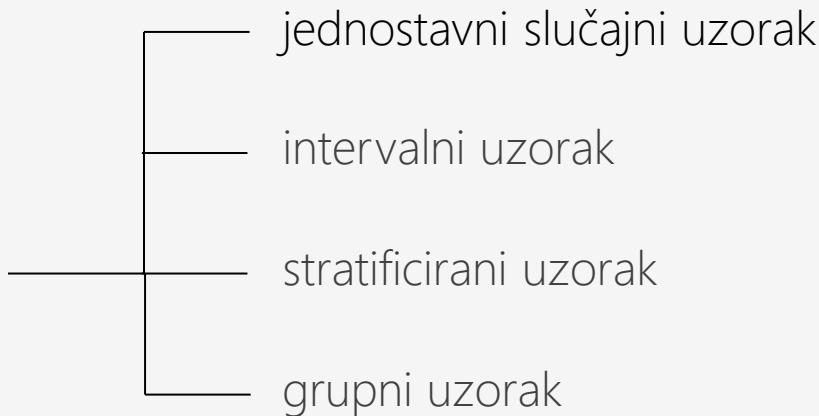
---

## Osnovni statistički pojmovi

8

### Vrste uzoraka entiteta

- namjerni
- prigodni
- slučajni



9

### Populacija varijabli

10

### Uzorak varijabli

11

### Matrica podataka

# Teorijske osnove

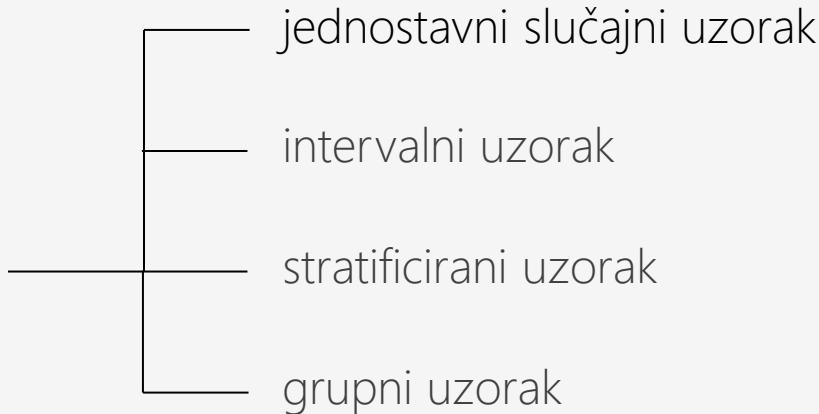
---

## Osnovni statistički pojmovi

8

Vrste uzoraka entiteta

- namjerni
- prigodni
- slučajni



9

**Populacija varijabli** predstavlja skup svih mogućih varijabli kojima se može opisati stanje nekog entiteta.

10

Uzorak varijabli

11

Matrica podataka

# Teorijske osnove

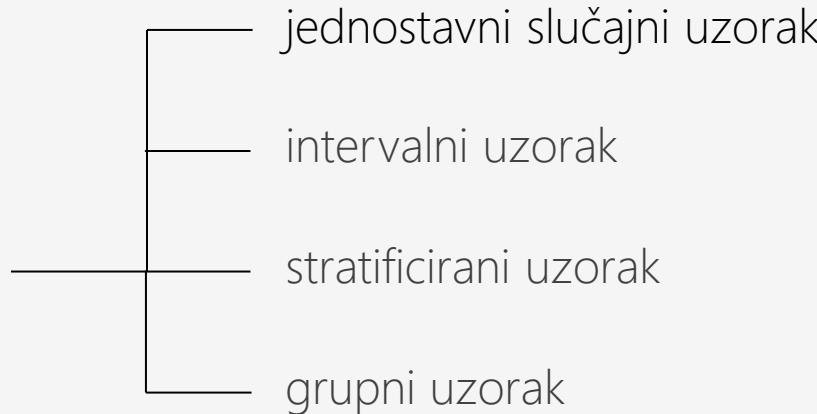
---

## Osnovni statistički pojmovi

8

Vrste uzoraka entiteta

- namjerni
- prigodni
- slučajni



9

Populacija varijabli predstavlja skup svih mogućih varijabli kojima se može opisati stanje nekog entiteta.

10

**Uzorak varijabli** je podskup varijabli izabran na temelju neke teorije iz populacije varijabli.

11

Matrica podataka

# Teorijske osnove

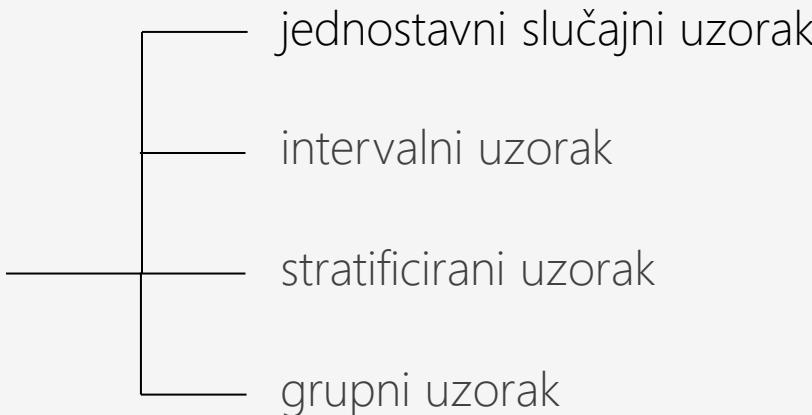
---

## Osnovni statistički pojmovi

8

Vrste uzoraka entiteta

- namjerni
- prigodni
- slučajni



9

Populacija varijabli predstavlja skup svih mogućih varijabli kojima se može opisati stanje nekog entiteta.

10

Uzorak varijabli je podskup varijabli izabran na temelju neke teorije iz populacije varijabli.

11

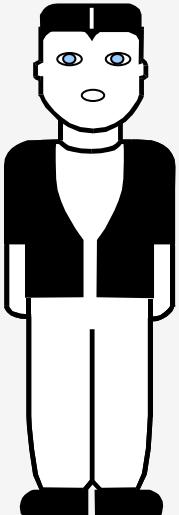
**Matrica podataka** je skup podataka dobivenih opisom skupa entiteta nekim skupom varijabli smještenih tako da svaki redak sadrži podatke kojima je pojedini entitet opisan svim varijablama, dok svaki stupac sadrži podatke svih entiteta u pojedinoj varijabli.

# Teorijske osnove

---

## Osnovni statistički pojmovi

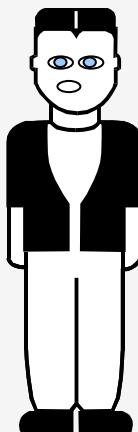
1 Šime



TV=192 cm

TM=87 kg

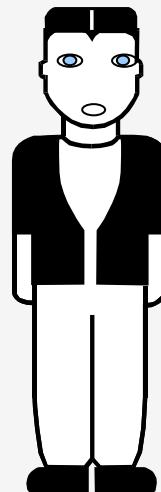
2 Marko



TV=174 cm

TM=68 kg

3 Mate



TV=186 cm

TM=75 kg

Entiteti	SPOL	TV	TM
Šime	m	192	87
Marko	m	174	68
Mate	m	186	75

# Microsoft Excel



Zadatak 1: Kreirajte sljedeću matricu podataka:

Entiteti	SPOL	TV	TM
Šime	m	192	87
Marko	m	174	68
Mate	m	186	75

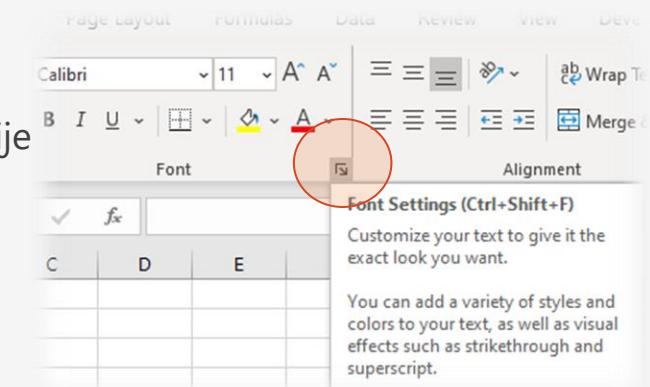
1

**UNOS PODATAKA:** Podaci se unose putem tipkovnice pri čemu je moguće iskoristiti opcije *Copy* i *Paste* ili hvataljku za kopiranje sadržaja označenog polja u susjedna polja.

2

**FORMATIRANJE ĆELIJA:** Dijaloški okvir za formatiranje ćelija pokreće se odabirom opcije *Font Setting* izbornika *Home*. Može se odabrat tip podataka (*Number*), vršiti poravnavanje (*Alignment*) te izvršiti odabir obilježja fonta (*Font*), rubova polja (*Borders*) i pozadine polja (*Patterns*).

Entiteti	SPOL	TV	TM
Šime	m		
Marko			
Mate			



Font Settings (Ctrl+Shift+F)

Customize your text to give it the exact look you want.

You can add a variety of styles and colors to your text, as well as visual effects such as strikethrough and superscript.

# Microsoft Excel



Zadatak 2: Dodati varijablu BMI i putem formule izračunati podatke.

Entiteti	SPOL	TV	TM	BMI
Šime	m	192	87	
Marko	m	174	68	
Mate	m	186	75	

$$\text{BMI} (\text{Body Mass Index}) = \frac{\text{TM}_{\text{kg}}}{\text{TV}_{\text{m}}^2}$$

3

**UNOS FORMULE:** Formule za izračunavanje vrijednosti označenog polja se unose u traku *fx* (npr.  $=C1/B1$ ). U svrhu kopiranja formula iz polja u polje (opcije *Copy* i *Paste*) moguće je koristiti relativne (npr. A22), absolutne (\$A\$2) ili kombinirane adrese (\$A2), zavisno o potrebi.

The screenshot shows a Microsoft Excel interface with the following elements:

- Formula Bar:** Shows the formula  $=D2/((C2/100)*(B2/100))$  in the input field.
- Clipboard:** Shows the copied formula  $=D2/((C2/100)*(B2/100))$ .
- Font Tools:** Shows font settings for Calibri, size 11, and various styles.
- Table:** A data table with columns: Entiteti, SPOL, TV, TM, and BMI. The BMI column contains calculated values: 23.60 for Šime, 22.46 for Marko, and 21.68 for Mate.

# Microsoft Excel

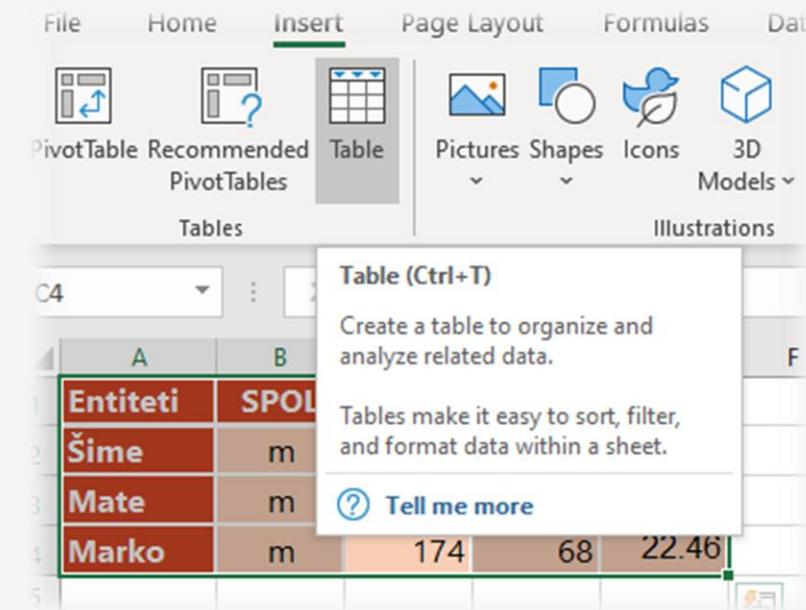


Zadatak 3: Pretvori kreirani raspon podataka u tablicu.

Entiteti	SPOL	TV	TM	BMI
Šime	m	192	87	23.60
Marko	m	174	68	22.46
Mate	m	186	75	21.68

4

**STVARANJE TABLICE:** Nakon što označimo raspon s podacima koje želimo pretvoriti u tablicu, odaberemo opciju *Table* u izborniku *Insert*.



# Microsoft Excel



Zadatak 4: Definiraj varijable SPOL, TV, TM i BMI u tablici s podacima.

Entiteti	SPOL	TV	TM	BMI
Šime	m	192	87	23.60
Marko	m	174	68	22.46
Mate	m	186	75	21.68

5

**STVARANJE VARIJABLI:** Nakon što označimo raspon s podacima (uključujući i nazive varijabli) koje želimo pretvoriti u varijable, odaberemo opciju *Create from Selection* u izborniku *Formulas* te odaberemo opciju *Top row*.

The screenshot shows a Microsoft Excel interface with a table of data. The table has columns labeled 'Entiteti', 'SPOL', 'TV', 'TM', and 'BMI'. The data rows are 'Šime', 'Marko', and 'Mate' with their respective values. The 'Formulas' tab is selected in the ribbon. A 'Create from Selection' dialog box is open, with the 'Top row' checkbox checked. The dialog also includes options for 'Create names from values in the:' (Top row, Left column, Bottom row, Right column) and buttons for 'OK' and 'Cancel'.

# Microsoft Excel



Zadatak 5: Izračunaj aritmetičku sredinu varijable TV.

Entiteti	SPOL	TV	TM	BMI
Šime	m	192	87	23.60
Marko	m	174	68	22.46
Mate	m	186	75	21.68

$$AS_{TV} = (192+174+186)/3 = 184$$

6

## KORIŠTENJE IMENA VARIJABLI

**U FORMULAMA:** Označimo ćeliju u kojoj želimo izračunati neku vrijednost pomoću formule (npr. C6). Upišemo znak = zatim naziv funkcije (npr. AVERAGE) i varijable (npr. TV) te pritisnemo tipku enter.

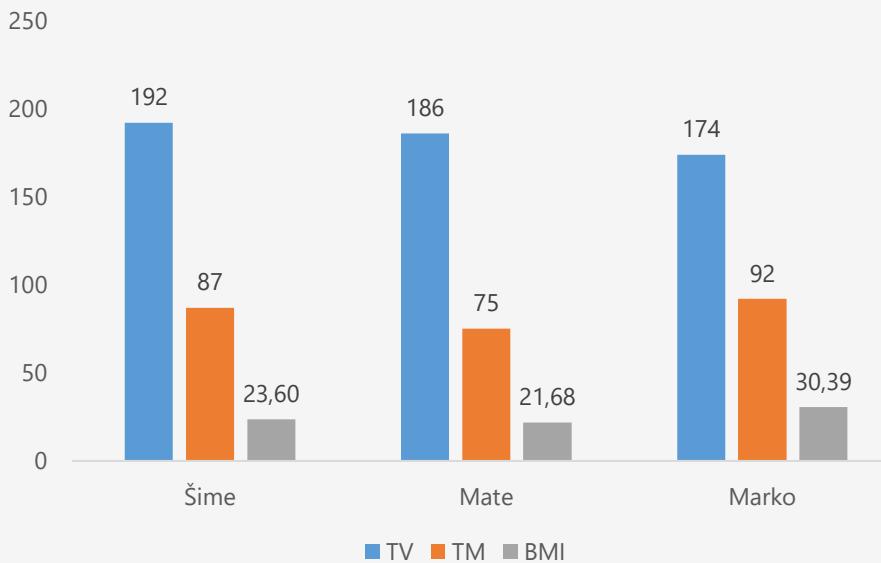
The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet. The data is organized in a table with columns labeled Entiteti, SPOL, TV, TM, and BMI. The TV column contains the values 192, 174, and 186 respectively for rows 2, 3, and 4. In cell C6, the formula =AVERAGE(TV) is entered, and the result 184 is displayed. The cell C6 is highlighted with a green border.

# Microsoft Excel



Zadatak 6: Grafikonom stupaca prikažite vrijednosti Šime, Mate i Marka u varijablama TV, TM i BMI.

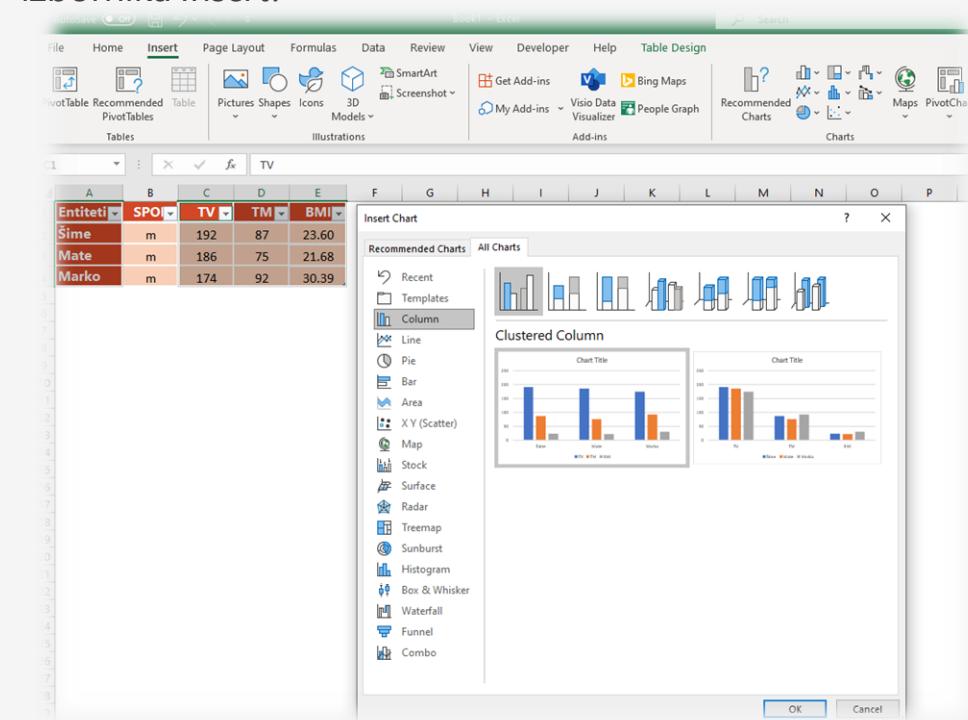
Entiteti	SPOL	TV	TM	BMI
Šime	m	192	87	23.60
Marko	m	174	68	22.46
Mate	m	186	75	21.68



6

## STVARANJE GRAFIKONA:

Odaberemo raspon podataka koje želimo prikazati grafikonom te odaberemo određenu vrstu grafikona u sekciji *Charts* izbornika *Insert*.



# Microsoft Excel

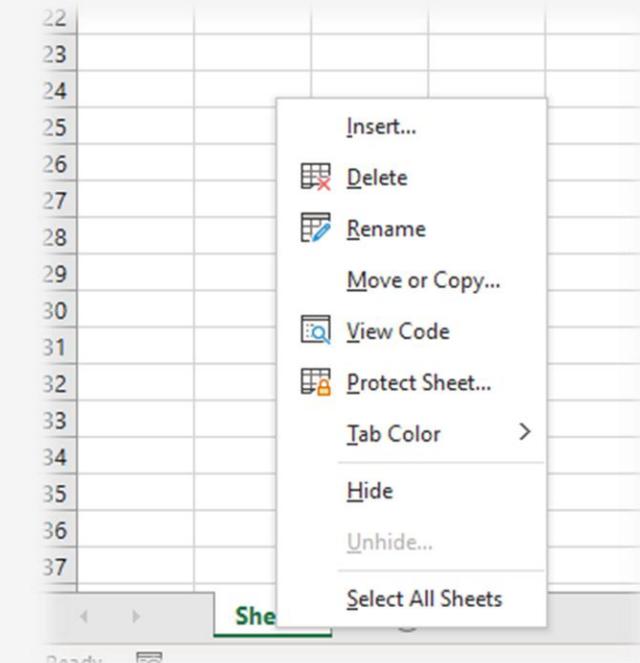


Zadatak 7: List s prethodno kreiranim matricom nazovite «KM», označite ga žutom bojom i kopirajte!

7

## UPRAVLJANJE LISTOVIMA:

Kontekstni izbornik za upravljanje listovima pokreće se desnim klikom miša na ime lista. Moguće je umetnuti novi list (*Insert...*), izbrisati ga (*Delete*), preimenovati (*Rename*), premjestiti ili kopirati (*Move or Copy...*) te označiti bojom (*Tab Color...*).



Osnovni postupci za uređivanje i  
prikazivanje podataka

# Sadržaj

---

- 1** Provjera ispravnosti unosa podataka
- 2** Pretraživanje i izmjena podataka
- 3** Kodiranje podataka
- 4** Grupiranje kvalitativnih i kvantitativnih podataka
- 5** Jednodimenzionalno i višedimenzionalno grupiranje
- 6** Apsolutne, relativne i kumulativne frekvencije
- 7** Grafikoni stupaca, redaka i strukturni krug
- 8** Histogram i poligon frekvencija

# Microsoft Excel



Zadatak 1: Kreirajte sljedeću matricu podataka uz korištenje uvjeta za provjeru ispravnosti unosa podataka

ENT.	SPOL	POZ	OKI
AV	M	B	4
EM	M	B	3
KV	M	B	4
MD	M	B	3
MM	M	K	3
NM	M	K	2
NK	M	K	3
SA	M	K	3
SS	M	C	2
VM	M	C	3

1

## Uvjeti za provjeru ispravnosti

za vrijeme unosa podataka postavljaju se putem dijaloškog okvira *Data Validation* koji se pokreće odabirom opcije *Data Validation* izbornika *Data*.

The screenshot shows the Microsoft Excel ribbon with the 'Data' tab selected. In the 'Validation' group of the Data tab, the 'Data Validation...' option is highlighted. A context menu is open over a grid of cells, showing three options: 'Data Validation...', 'Circle Invalid Data', and 'Clear Validation Circles'. The 'Data Validation...' option is also highlighted in the menu. To the right of the menu, there is a tooltip with the following text:

**Data Validation**  
Pick from a list of rules to limit the type of data that can be entered in a cell.

For example, you can provide a list of values, like 1, 2, and 3, or only allow numbers greater than 1000 as valid entries.

**Tell me more**

# Microsoft Excel



Zadatak 2: U varijabli *SPOL* zamijenite sve kodove *Z* s oznakom Žensko te kodove *M* s Muško!

ENT.	SPOL	POZ	OKI
AV	M	B	4
EM	M	B	3
KV	M	B	4
MD	M	B	3
MM	M	K	3
NM	M	K	2
NK	M	K	3
SA	M	K	3
SS	M	C	2
VM	M	C	3

2

## Pretraživanje i izmjena

podataka vrši se putem dijaloškog okvira *Find and Replace* koji se pokreće kombinacijom tipki *Ctrl+H* ili odabirom opcije *Find & Select* izbornika *Home*.

The screenshot shows the Microsoft Excel ribbon with the 'Editing' tab selected. A tooltip for the 'Find & Select' option is displayed, showing the 'Find and Replace' dialog box. The dialog box has the 'Find' tab selected, with 'Find what:' set to 'M' and 'Replace with:' set to 'Muško'. The 'Find Next' button is highlighted in blue. The background shows a portion of the Excel interface with a table and some text.

# Teorijske osnove

---

## Kodiranje podataka

Kodiranje podataka – U svrhu bržeg i točnijeg unosa podatke je moguće kodirati. Kodiranje je pridruživanje skraćene oznake ili broja odgovarajućoj kategoriji. Za prepoznavanje kodova potrebno je izraditi kodnu listu.

ENT.	SPOL	POZ	OKI
AV	M	B	4
EM	M	B	3
KV	M	B	4
MD	M	B	3
MM	M	K	3
NM	M	K	2
NK	M	K	3
SA	M	K	3
SS	M	C	2
VM	M	C	3

KRATKO IME VARIJABLE	DUGO IME VARIJABLE	OBLICI (VRIJEDNOSTI) VARIJABLE	KOD
SPOL	Spol	Muškarci	M
		Žene	Z
POZ	Pozicija u igri	Bek	B
		Krilo	K
		Centar	C
OKI	Ocjena kvalitete igrača	Vrlo slaba kvaliteta	1
		Slaba kvaliteta	2
		Dobra kvaliteta	3
		Vrlo dobara kvaliteta	4
		Izvrsna kvaliteta	5

# Teorijske osnove

---

## Grupiranje podataka

Grupiranje podataka - predstavlja statistički postupak razvrstavanja entiteta s istim oblikom obilježja u određeni broj disjunktnih podskupova.

Frekvencija - broj entiteta koji imaju isti oblik obilježja, odnosno, broj entiteta u određenoj grupi (klasi, kategoriji, razredu).

Jednodimenzionalno grupiranje - grupiranje entiteta po jednom obilježju (varijabli).

Primjer: Na praktični dio ispit iz K.M. izišlo je 40 studenata, 15 ih je položilo, a 25 nije.

OBLIK OBILJEŽJA	FREKVENCIJA
NISU POLOŽILI	25
POLOŽILI	15
UKUPNO	40

# Teorijske osnove

---

## Grupiranje podataka

Višedimenzionalno grupiranje - grupiranje entiteta po više obilježja (varijabli).

*Primjer:* Od 26 studenata na praktičnom dijelu ispita iz K.M. položilo je 10, a od 14 studentica položilo ih je 5.

SPOL	NISU POLOŽILI	POLOŽILI	UKUPNO
MUŠKARCI	16	10	26
ŽENE	9	5	14
Ukupno	25	15	40

# Teorijske osnove

---

## Grupiranje i grafičko prikazivanje kvalitativnih podataka

S obzirom da se kvalitativne varijable (obilježja) dijele na nominalna i ordinalna (redoslijedna) moguće je razlikovati grupiranje prema *nominalnim* i *ordinalnim* varijablama.

USPJEH NA ISPITU	FREKVENCIJA	%
NEDOVOLJAN	25	62,5
DOVOLJAN	8	20
DOBAR	3	7,5
VRLO DOBAR	2	5
ODLIČAN	2	5
UKUPNO	40	100

# Teorijske osnove

---

## Grupiranje i grafičko prikazivanje kvalitativnih podataka

Relativna frekvencija - predstavlja omjer između frekvencije određene kategorije i zbroja frekvencija svih kategorija (ukupan broj entiteta).

$$p_g = \frac{f_g}{n} \quad \%_g = \frac{f_g}{n} \cdot 100$$

gdje je:

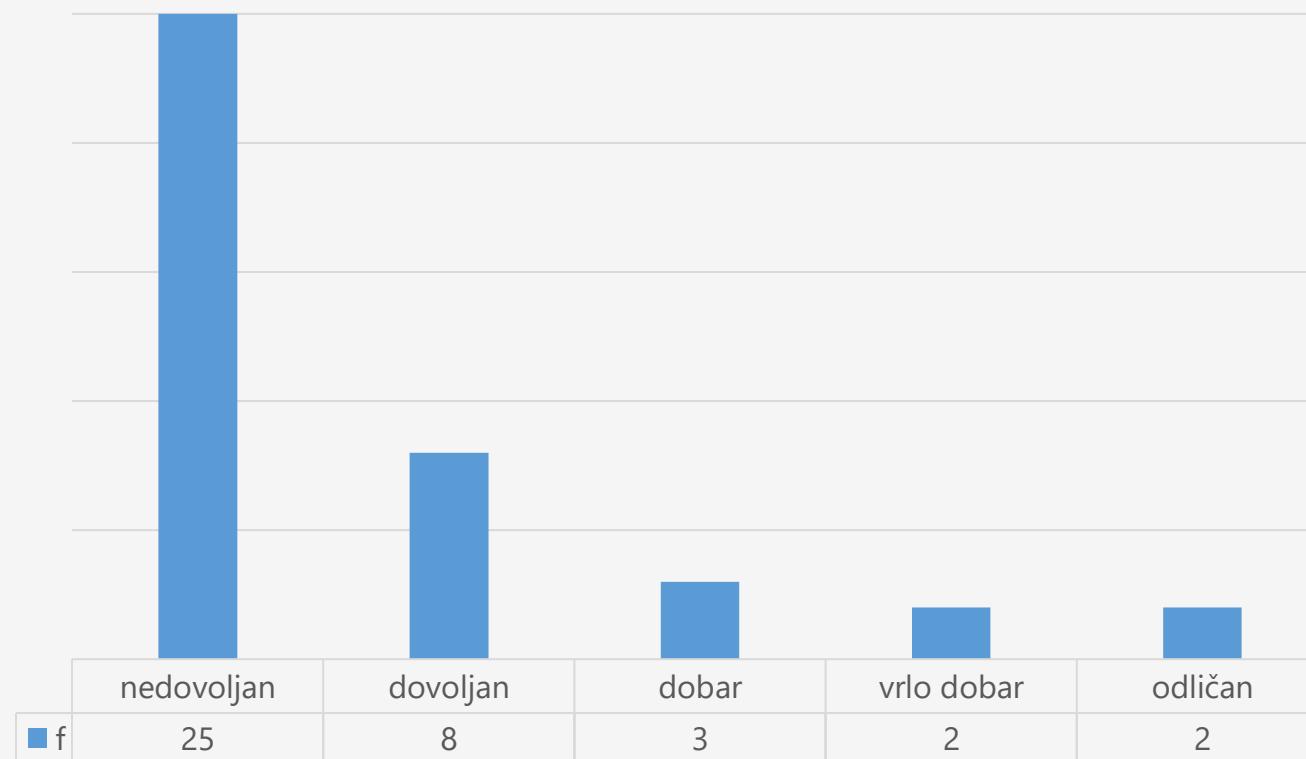
- $p_g$  - relativna frekvencija izražena u proporciji grupe  $g$
- $f_g$  - frekvencija u grupi  $g$
- $\%_g$  - relativna frekvencija izražena u postotku
- $n$  - ukupan broj entiteta
- $k$  - broj kategorija (grupa).

# Teorijske osnove

---

## Grupiranje i grafičko prikazivanje kvalitativnih podataka

Kvalitativni podaci najčešće se prikazuju pomoću *grafikona stupaca*, grafikona redaka i strukturnim krugom.

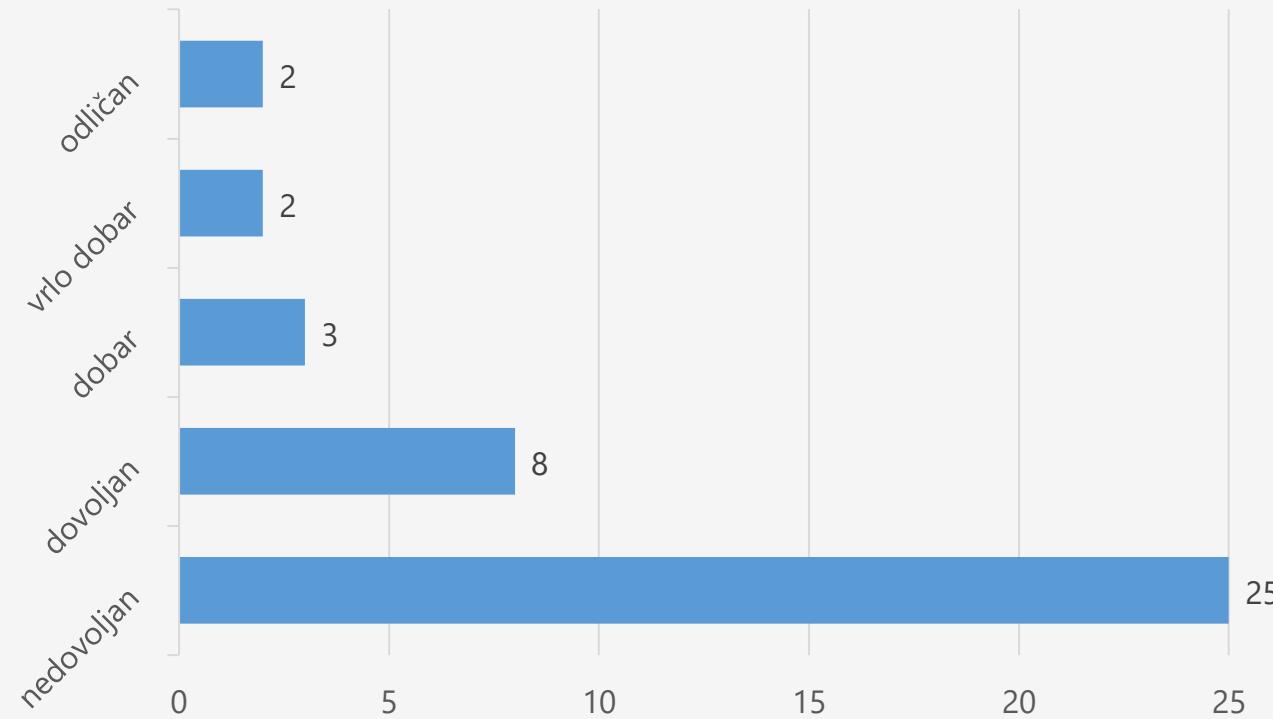


# Teorijske osnove

---

## Grupiranje i grafičko prikazivanje kvalitativnih podataka

Kvalitativni podaci najčešće se prikazuju pomoću *grafikona stupaca*, *grafikona redaka* i *struktturnim krugom*.

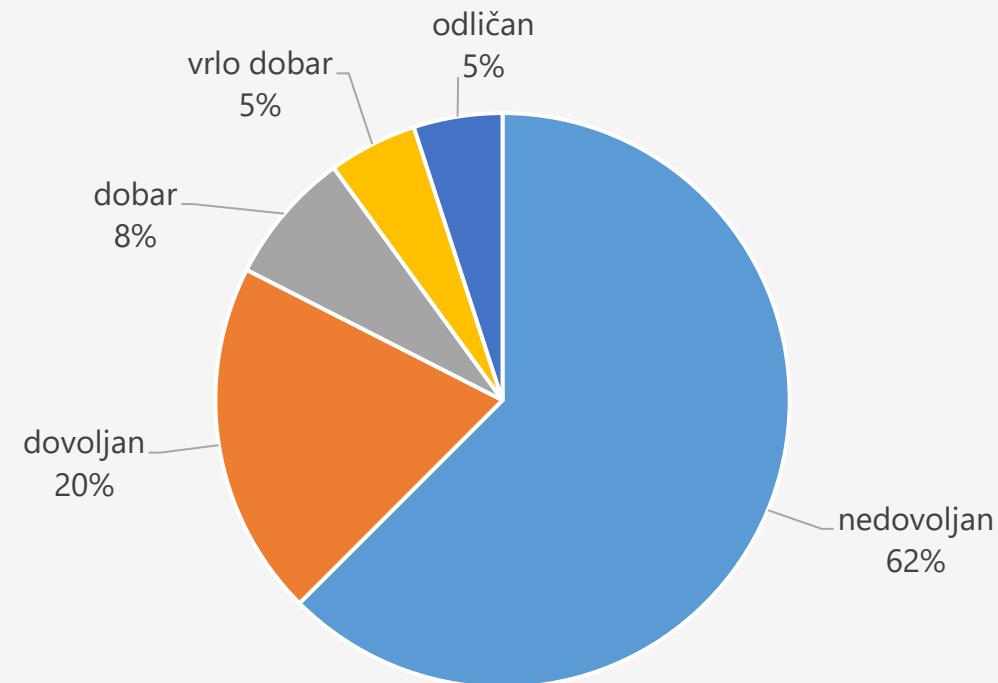


# Teorijske osnove

---

## Grupiranje i grafičko prikazivanje kvalitativnih podataka

Kvalitativni podaci najčešće se prikazuju pomoću *grafikona stupaca*, *grafikona redaka* i *struktturnim krugom*.



# Microsoft Excel



Zadatak 3: U datoteci *KM.xls* utvrdite frekvencije i relativne frekvencije (u postotku) za varijablu KM-OCJENA te ih prikažite pomoću grafikona stupaca vertikalne i horizontalne orientacije te strukturnim krugom.

OCJENA	F	%
1	25	62,5
2	8	20
3	3	7,5
4	2	5
5	2	5
Ukupno	40	100

3

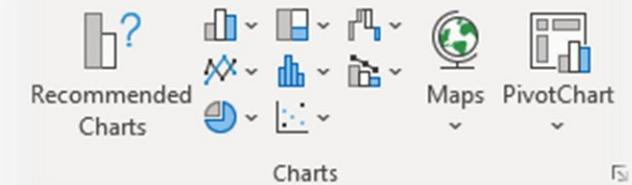
## Prebrojavanje podataka:

Utvrđivanje frekvencije pojedine kategorije vrši se prebrojavanjem pomoću funkcije *Countif*.

Font		Alignment			
D	E	F	G	H	
KM-OCJENA		OCJENA	F	%	
1		1	25		
1		2			
1		3			
1		4			
1		5			
Ukupno					

4

**Grafikoni stupaca i strukturni krug:** Isrtavanje grafikona stupaca vertikalne orientacije (*Column*), grafikona stupaca horizontalne orientacije (*Bar*) i strukturnog kruga (*Pie*) vrši se odabirom opcije *Chart...* padajućeg izbornika *Insert*.



# Microsoft Excel

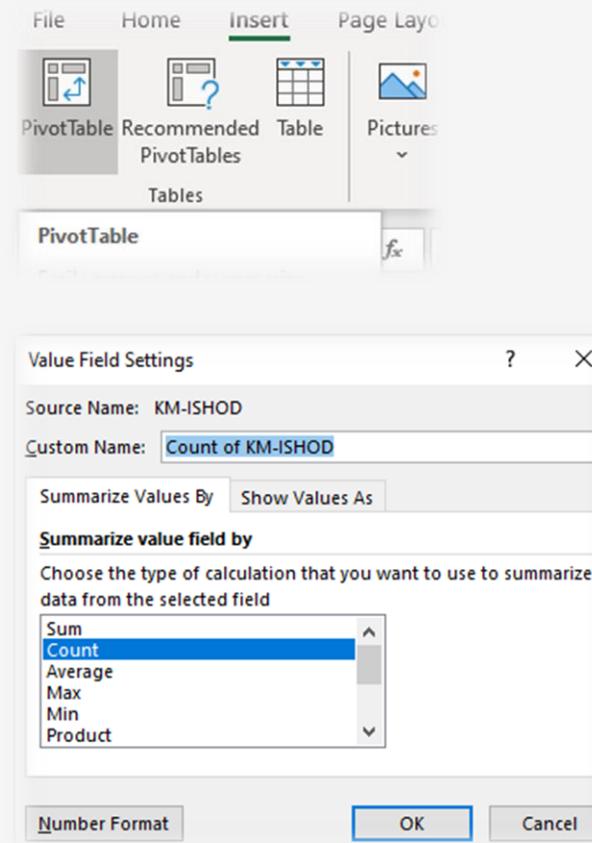


Zadatak 4: U datoteci *KM.xls* grupirajte entitete prema varijabli SPOL i KM-ISHOD koristeći opciju *Pivot Table*.

SPOL	NISU POLOŽILI	POLOŽILI	UKUPNO
MUŠKARCI	16	10	26
ŽENE	9	5	14
Ukupno	25	15	40

5

**Pivot Table:** Dvodimenzionalno grupiranje moguće je odabirom opcije *Pivot Table* izbornika *Insert*.



# Teorijske osnove

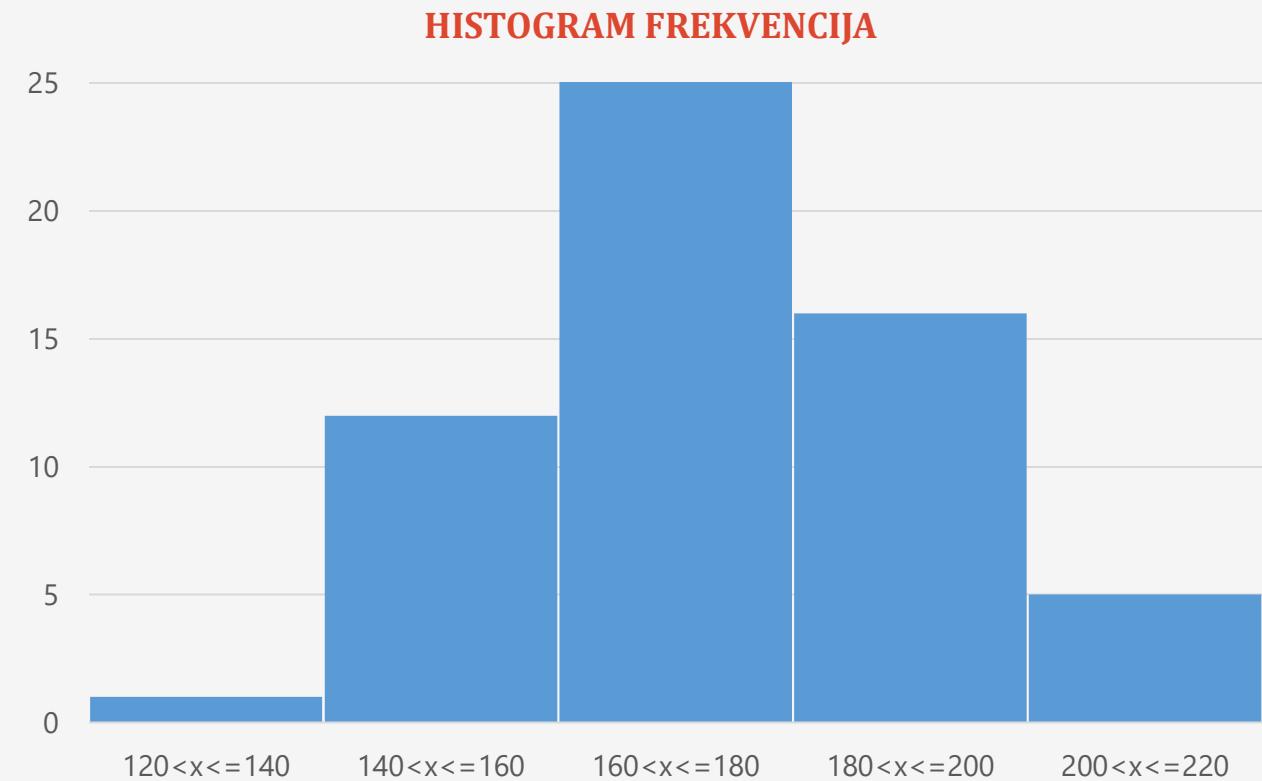
---

## Grupiranje i grafičko prikazivanje kvantitativnih podataka

Ako diskretna varijabla ima veliki broj pojavnih oblika ili se radi o kontinuiranoj varijabli onda se podaci grupiraju u manji broj razreda. Za uspješno grupiranje potrebno je odrediti prikladan **broj razreda** i njihovu veličinu - **interval razreda**.

**Primjer:** Grupiranje 60 dječaka judaša u 5 razreda prema varijabli *Skok udalj s mesta*.

INTERVALI RAZREDA	F	RF (%)
120<x<=140	1	1,67
140<x<=160	12	20,00
160<x<=180	26	43,33
180<x<=200	16	26,67
200<x<=220	5	8,33



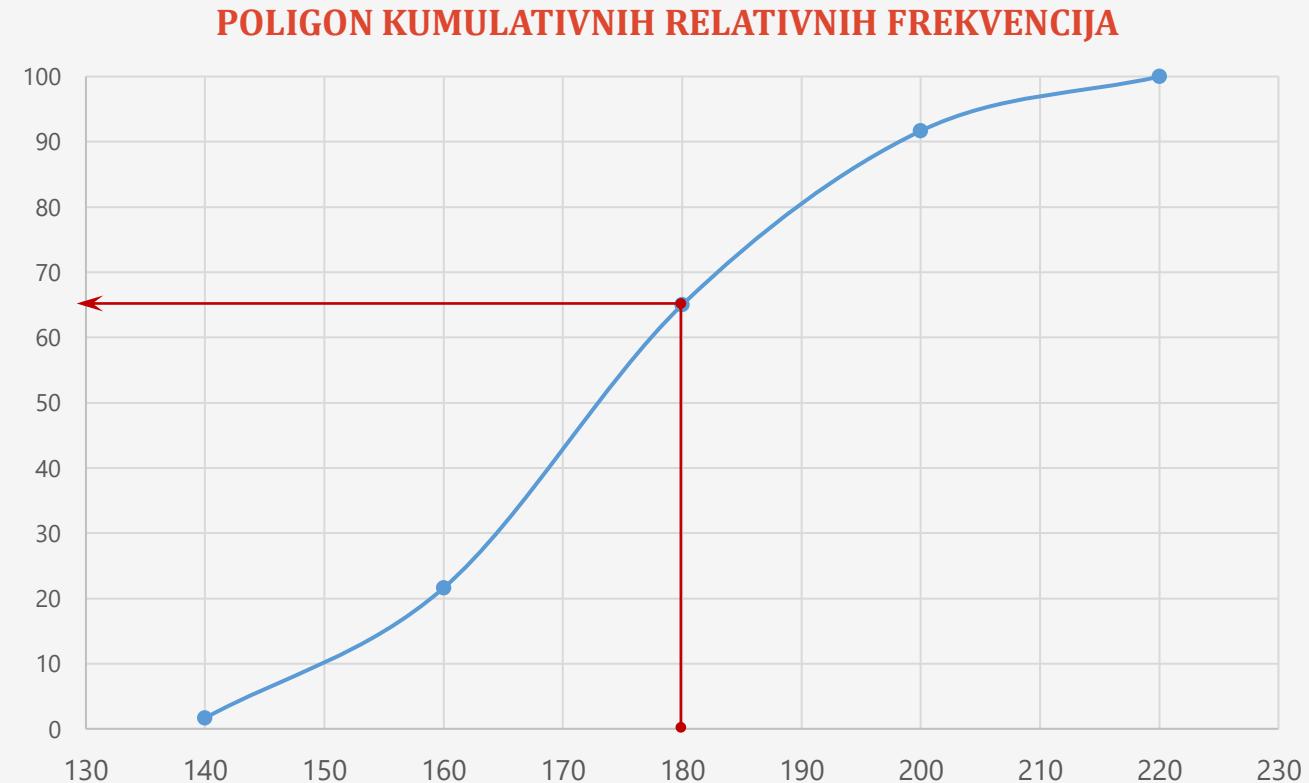
# Teorijske osnove

---

## Grupiranje i grafičko prikazivanje kvantitativnih podataka

Ako se frekvencije (apsolutne ili relativne) svakog narednog razreda zbrajaju sa sumom predhodnih razreda dobiju se tzv. **kumulativne frekvencije**.

INTERVALI RAZREDA	CF	CRF (%)
120<=x<=140	1	1,67
140<=x<=160	13	21,61
160<=x<=180	39	65,00
180<=x<=200	55	91,67
200<=x<=220	60	100,00

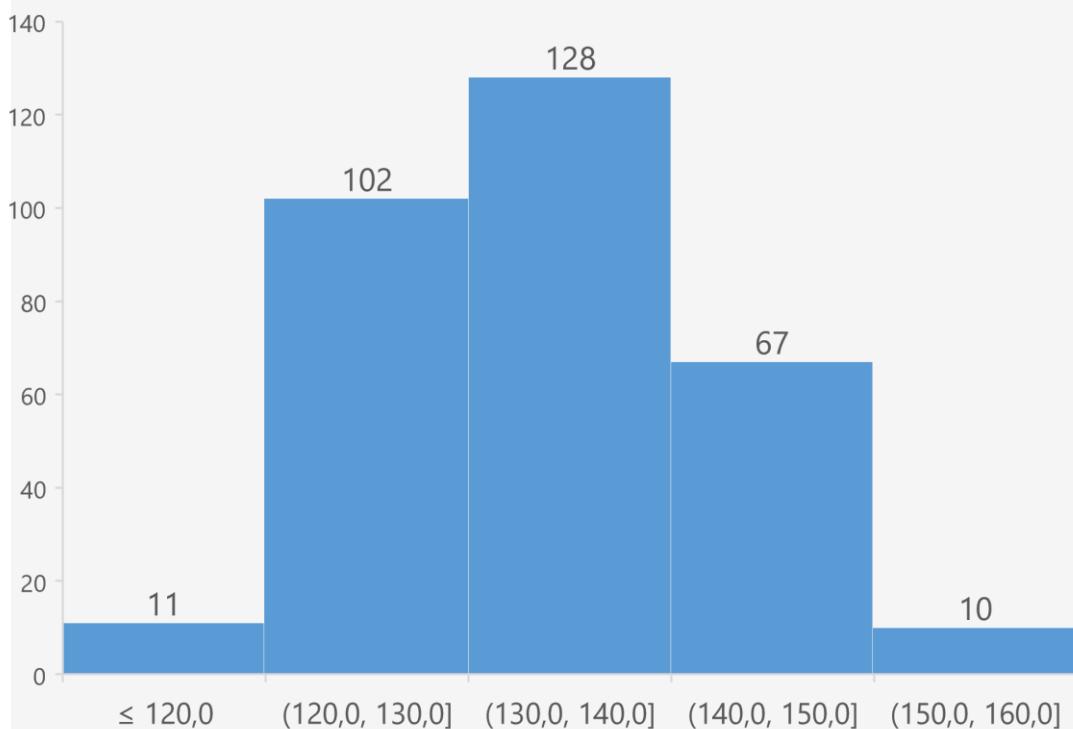


# Microsoft Excel



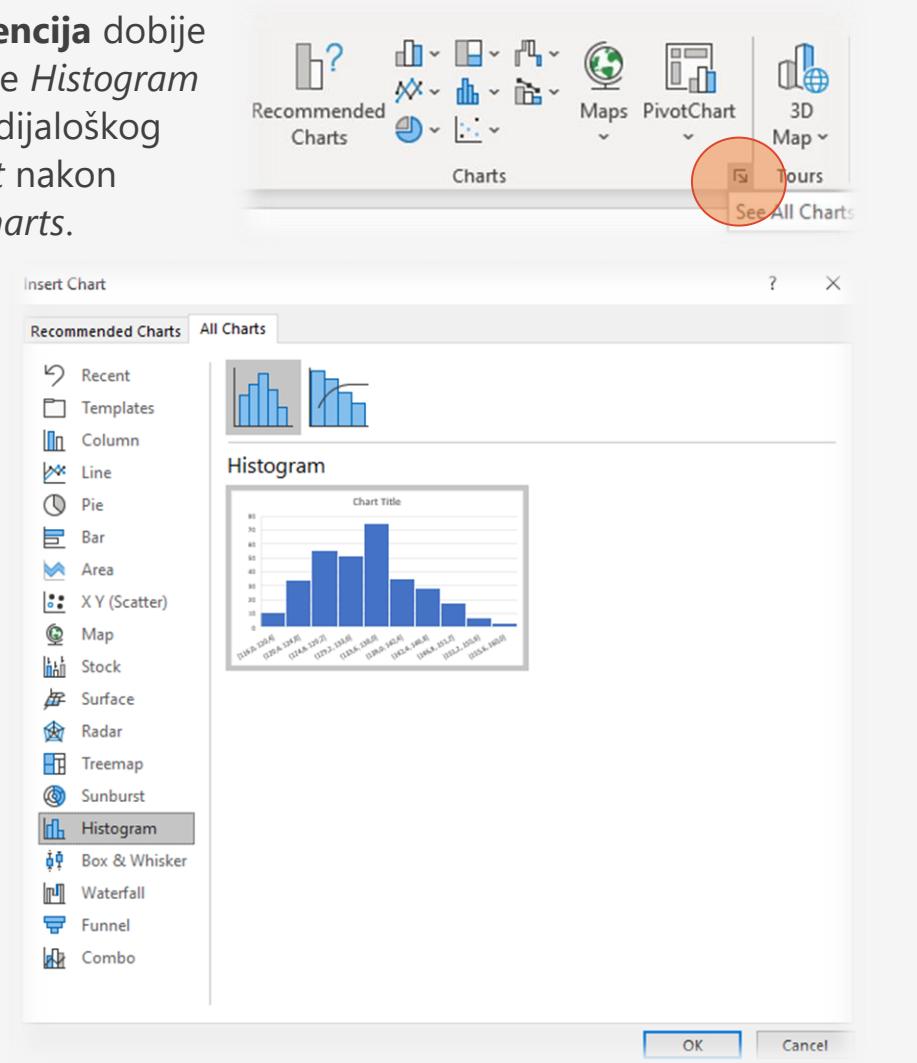
Zadatak 5: U datoteci *Ucenici-OS.xls* grupirajte podatke varijable ATV u 5 razreda i prikažite rezultate histogramom frekvencija.

Histogram (ATV)



6

**Histogram frekvencija** dobije se odabirom opcije *Histogram* kartice *All Charts* dijaloškog okvira *Insert Chart* nakon odabira *See All Charts*.



# Microsoft Excel

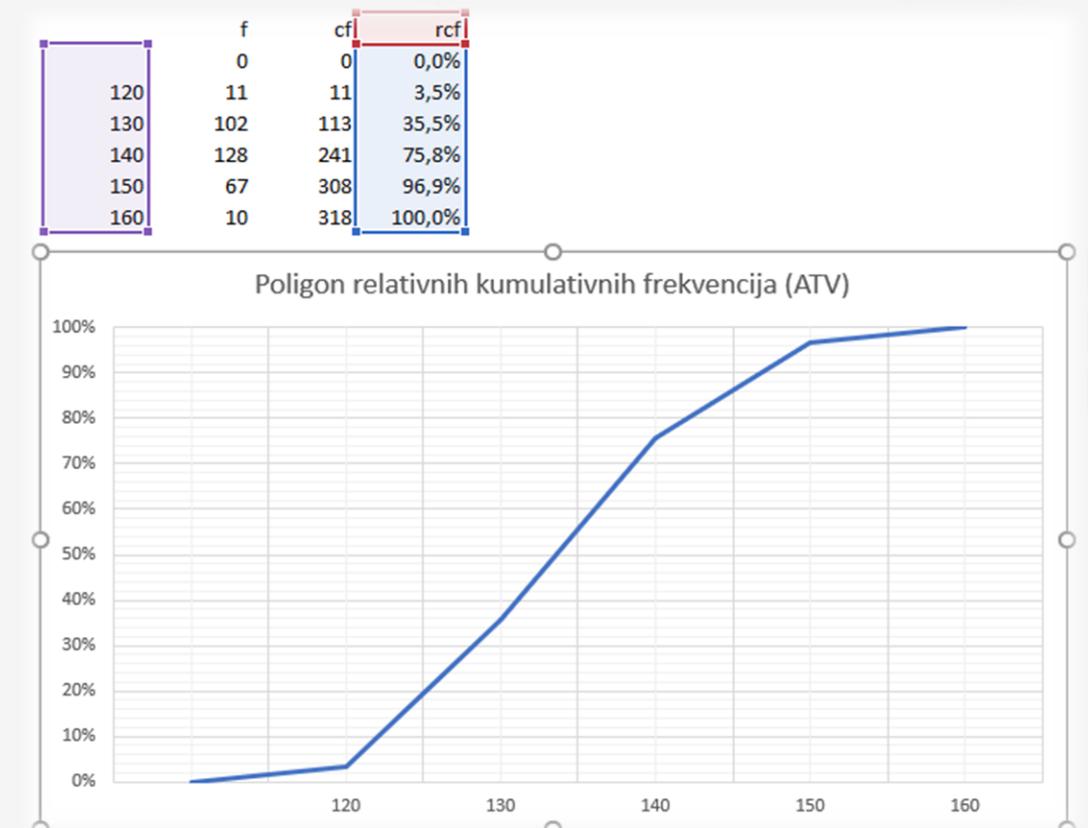
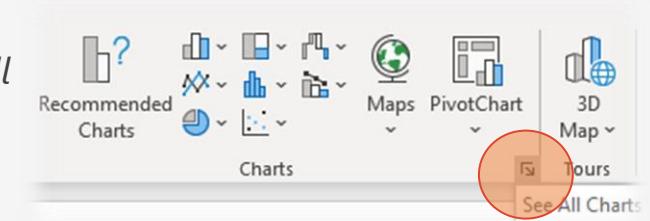


Zadatak 6: Na temelju rezultata iz prethodnog zadatka izračunajte i grafički prikažite relativne kumulativne frekvencije za varijablu ATV.

RAZREDI	F	CF	RCF (%)
$x \leq 120$	11	11	3,5
$120 < x \leq 130$	102	113	35,5
$130 < x \leq 140$	128	241	75,8
$140 < x \leq 150$	67	308	96,9
$150 < x \leq 160$	10	318	100

7

**Linijski grafikon** dobije se odabirom opcije *Line* kartice *All Charts* dijaloškog okvira *Insert Chart* nakon odabira *See All Charts*.



# Deskriptivni pokazatelji

# Deskriptivni pokazatelji

---

- 1 mjere centralne tendencije ili središnje mjere
- 2 mjere varijabilnosti ili disperzije
- 3 mjere oblika distribucije.

# Mjere centralne tendencije ili središnje mjere

---

## Aritmetička sredina

Najčešće korištena mjera centralne tendencije. Izračunava se kao omjer zbroja svih vrijednosti neke varijable i ukupnog broja entiteta.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

gdje je

- $i = 1, \dots, n,$
- $n$  - broj entiteta.

# Mjere centralne tendencije ili središnje mjere

---

**Primjer:** Naka je 10 entiteta postiglo sljedeće rezultate u nekom motoričkom testu: 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 5.

Aritmetička sredina je

$$\bar{x} = \frac{1+2+2+3+3+3+3+4+4+5}{10} = \frac{30}{10} = 3$$

Računa se samo za kvantitativne podatke i ima sljedeća svojstva:

- $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = 0$
- $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \min$
- $x_{\min} \leq \bar{x} \leq x_{\max}$

# Mjere centralne tendencije ili središnje mjere

---

## Mod ili dominantna vrijednost

**Mod ili dominantna vrijednost** - vrijednost kvalitativne ili kvantitativne varijable koja se najčešće pojavljuje.

**Primjer:** Naka je 10 entiteta postiglo sljedeće rezultate u nekom motoričkom testu: 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 5.

OCJENA	F
1	1
2	2
3	4
4	2
5	1

# Mjere centralne tendencije ili središnje mjere

---

## Medijan ili središnja vrijednost

**Medijan ili centralna vrijednost** - vrijednost koja se nalazi na sredini uređenog niza podataka (uzlazno ili silazno sortiranog), odnosno vrijednost koja uređeni niz podataka dijeli na dva jednakobrojana dijela.

**Primjer:** Naka je 15 entiteta (neparan niz) izmjereno nekim testom čiji su rezultati uređeni po veličini:

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$
1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5

**Primjer:** Ako je broj podataka (entiteta) paran onda je medijan jednak aritmetičkoj sredini vrijednosti dvaju središnjih članova uređenog niza.

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$x_{16}$
1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5

$$\mu_e = \frac{x_8 + x_9}{2} = \frac{3 + 3}{2} = 3$$

# Mjere disperzije ili varijabilnosti

---

Mjerama disperzije ili varijabilnosti ukazuje se na veličinu međusobnog razlikovanja rezultata entiteta u nekoj varijabli. To su:

- totalni raspon
- varijanca
- standardna devijacija
- koeficijent varijabilnosti.

## Totalni raspon

Totalni raspon predstavlja razliku između maksimalne ( $x_{max}$ ) i minimalne ( $x_{min}$ ) vrijednosti.

$$R_{tot} = x_{max} - x_{min}$$

Vrlo je nesigurana mjera varijabilnosti, jer jedan ekstremni rezultata znatno utječe na njegovu vrijednost. Povećenjem entiteta u uzorku obično se povećava i totalni raspon jer se povećava vjerojatnost uključivanja entiteta s ekstremnim (maksimalnim i minimalnim) vrijednostima.

# Mjere disperzije ili varijabilnosti

---

## Varijanca i standardna devijacija

Procjena stupnja disperzije moguća je i putem odstupanja vrijednosti članova niza od neke središnje vrijednosti, najčešće aritmetičke sredine.

$$d_i = x_i - \bar{x}$$

$$\sum_{i=1}^n d_i = 0$$

**Varijanca** – prosječno kvadratno odstupanje rezultata entiteta od aritmetičke sredine.

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

**Standardna devijacija** – korijen iz varijance.

# Mjere disperzije ili varijabilnosti

---

## Koeficijent varijabilnosti

Za usporedbu različitih pojava (varijabli) koristi se *koeficijent varijabilnosti* koji pokazuje koliki postotak vrijednosti aritmetičke sredine iznosi standardna devijacija

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

gdje je

- $V$  - koeficijent varijabilnosti
- $s$  - standardna devijacija
- $\bar{x}$  - aritmetička sredina.

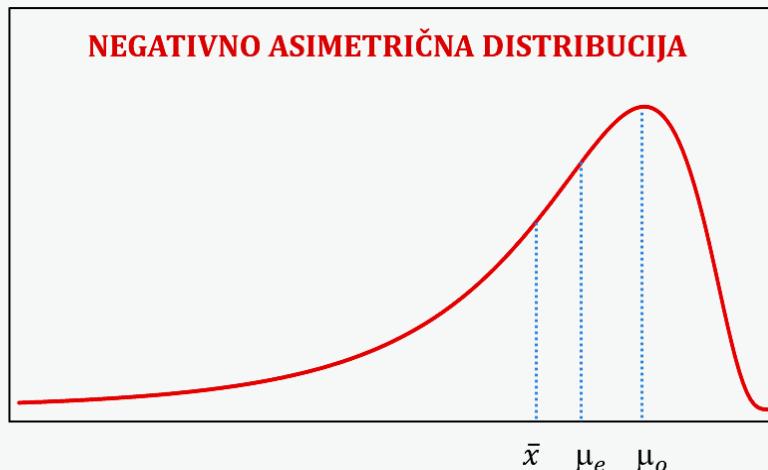
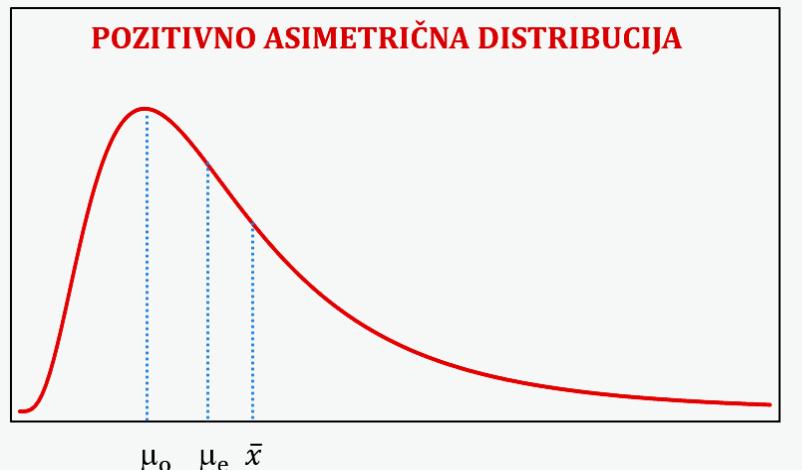
# Mjere oblika distribucije

---

## Skewness - mjera asimetrije distribucije

Koeficijent asimetrije se izračunava preko *trećeg momenta oko sredine* ( $m_3$ ) i standardne devijacije podignute na treću potenciju ( $\sigma^3$ )

$$a_3 = \frac{m_3}{s^3}, \text{ gdje je } m_3 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n} \text{ treći moment oko sredine.}$$



# Mjere oblika distribucije

---

## Kurtosis - mjera izduženosti distribucije

Stupanj spljoštenosti ili izduženosti distribucije izražava se koeficijentom  $a_4$ , a se izračunava preko četvrtog momenta oko sredine ( $m_4$ ) i standardne devijacije podignite na četvrту potenciju ( $\sigma^4$ ).

$$a_4 = \frac{m_4}{s^4}, \text{ gdje je } m_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{n} \text{ treći moment oko sredine.}$$

Ako je koeficijent spljoštenosti:

- $a_4 = 3$  distribucija je *mezokurtična* - normalna
- $a_4 > 3$  distribucija je *leptokurtična* - izdužena
- $a_4 < 3$  distribucija je *platikurtična* - spljoštena.



# Microsoft Excel



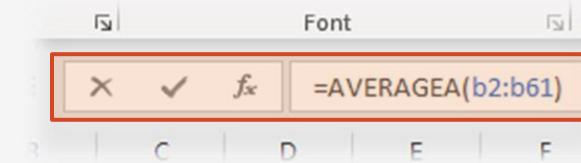
Zadatak: U datoteci *JUDO.xls* izračunajte aritmetičku sredinu, mod, medijan, minimum, maksimum, raspon, varijancu, standardnu devijaciju, koeficijent varijabilnosti, skewness i kurtosis za sve kvantitativne varijable!

Napomena: Rezultate prikažite tako da su u recima varijable, a u stupcima oznake deskriptivnih pokazatelja.

1

**IZRAČUNAVANJE DESKRIPTIVNIH POKAZATELJA** vrši se pomoću funkcija:

- **Average** (aritmetička sredina)
- **Mode** (mod)
- **Median** (medijan)
- **Min** (minimum)
- **Max** (maksimum)
- **Stdev** (standardna devijacija)
- **Var** (varijanca)
- **Skew** (skewness) i
- **Kurt** (kurtosis).



Funkcije za izračunavanje vrijednosti označenog polja unose se u traku *fx*. Npr. *=AVERAGE(b2:b61)*.

# Microsoft Excel



Zadatak: U datoteci *JUDO.xls* izračunajte aritmetičku sredinu, mod, medijan, minimum, maksimum, raspon, varijancu, standardnu devijaciju, koeficijent varijabilnosti, skewness i kurtosis za sve kvantitativne varijable!

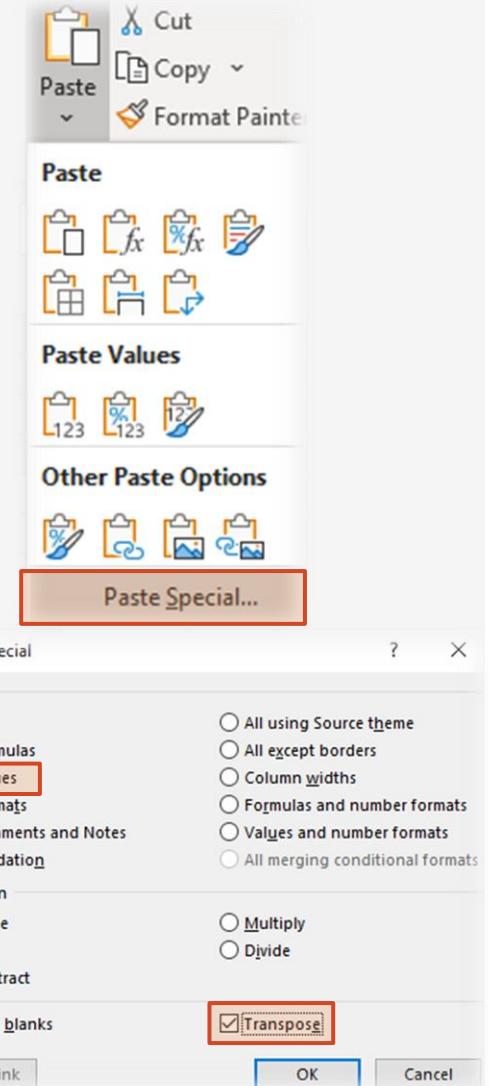
Napomena: Rezultate prikažite tako da su u recima varijable, a u stupcima oznake deskriptivnih pokazatelja.

2

## TRANSPONIRANJE MATRICE

vrši se pomoću funkcija *Transpose*. Postupak se provodi na sljedeći način:

1. Označite ćeliju u koju želite prikazati transponiranu matricu (tablicu).
2. Označite matricu (tablicu) koju želite transponirati (zamjeniti redke stupcima, a stupce redcima) te odaberete kombinaciju tipki Ctrl + C.
3. U izborniku *Home* odaberete opciju *Paste*, pa potom opciju *Paste Special...*
4. U dijaloškom okviru *Past Specijal* odaberete opcije *Values* i *Transpose*.



# Normalna ili Gaussova distribucija

# Teorijske osnove

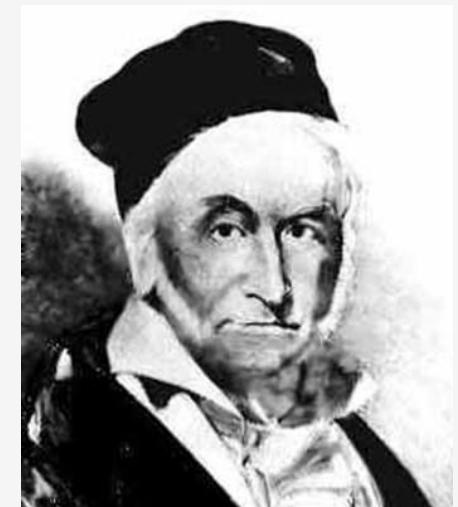
---

Za slučajnu kontinuiranu varijablu  $x$  kaže se da ima normalnu distribuciju s parametrima  $\mu$  i  $\sigma^2$  ako je

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

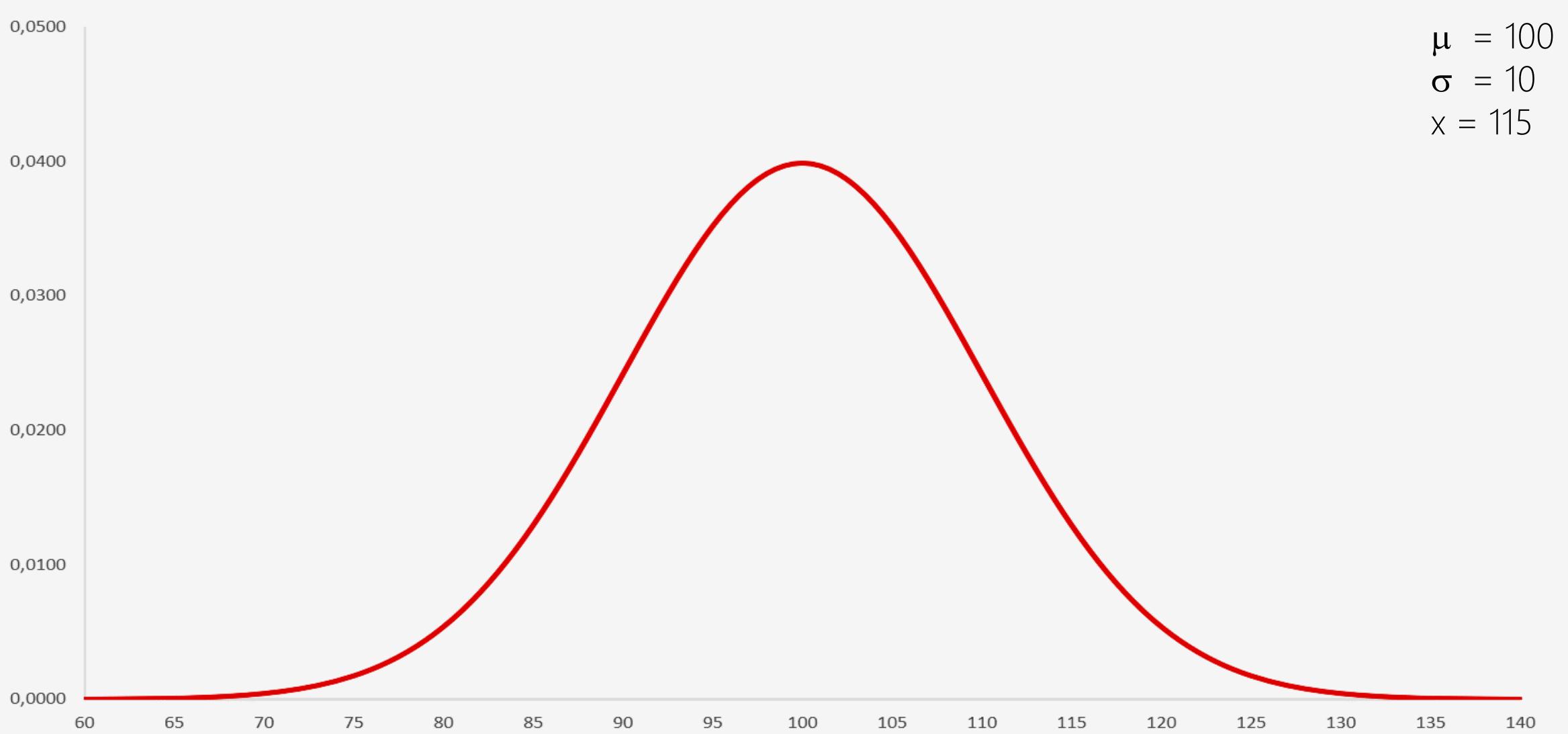
gdje je

- $\mu$  - aritmetička sredina
- $\sigma$  - standardna devijacija
- $\Pi=3.14159..$
- $e$  - baza prirodnog logaritma ( $e = 2,71828...$ ).

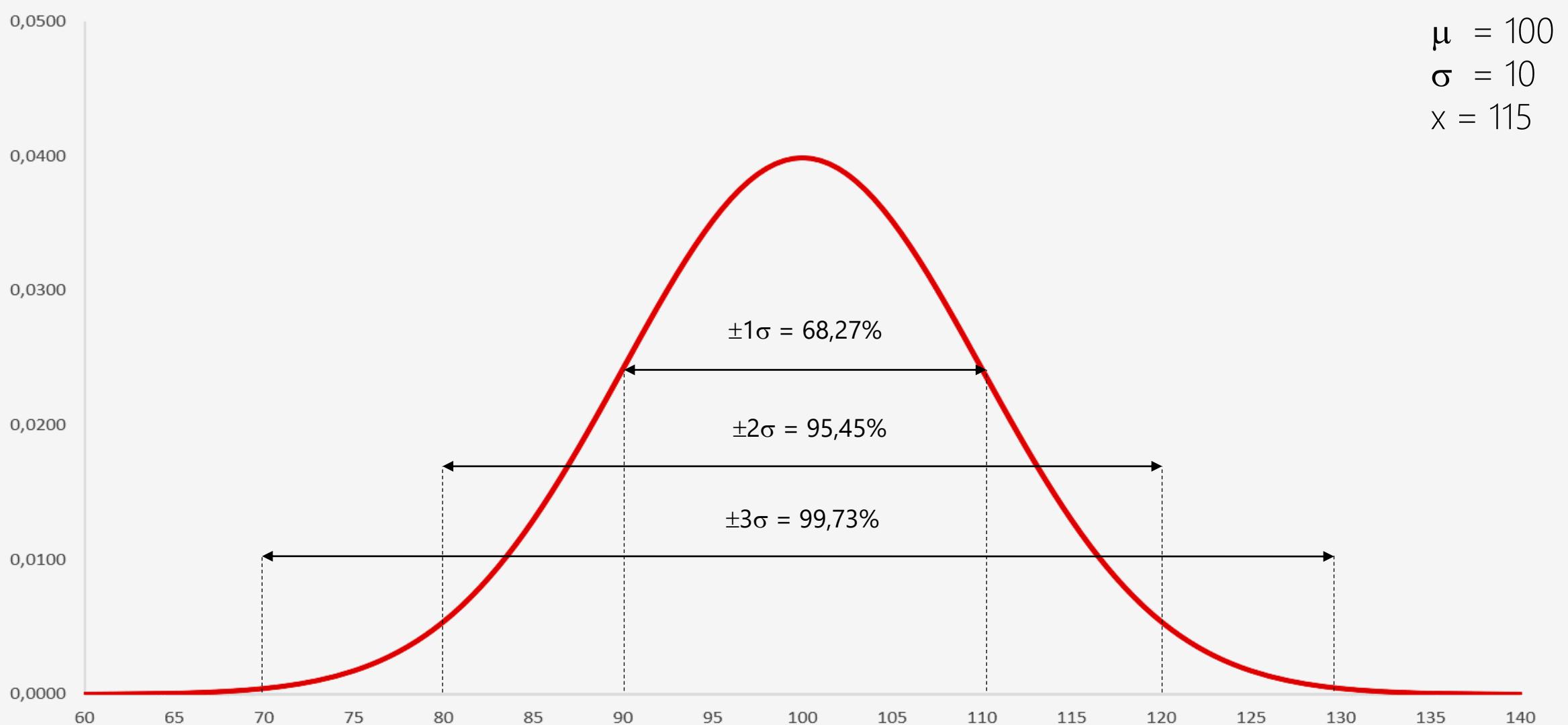


**Carl Friedrich Gauss**  
**(1777- 1855)**

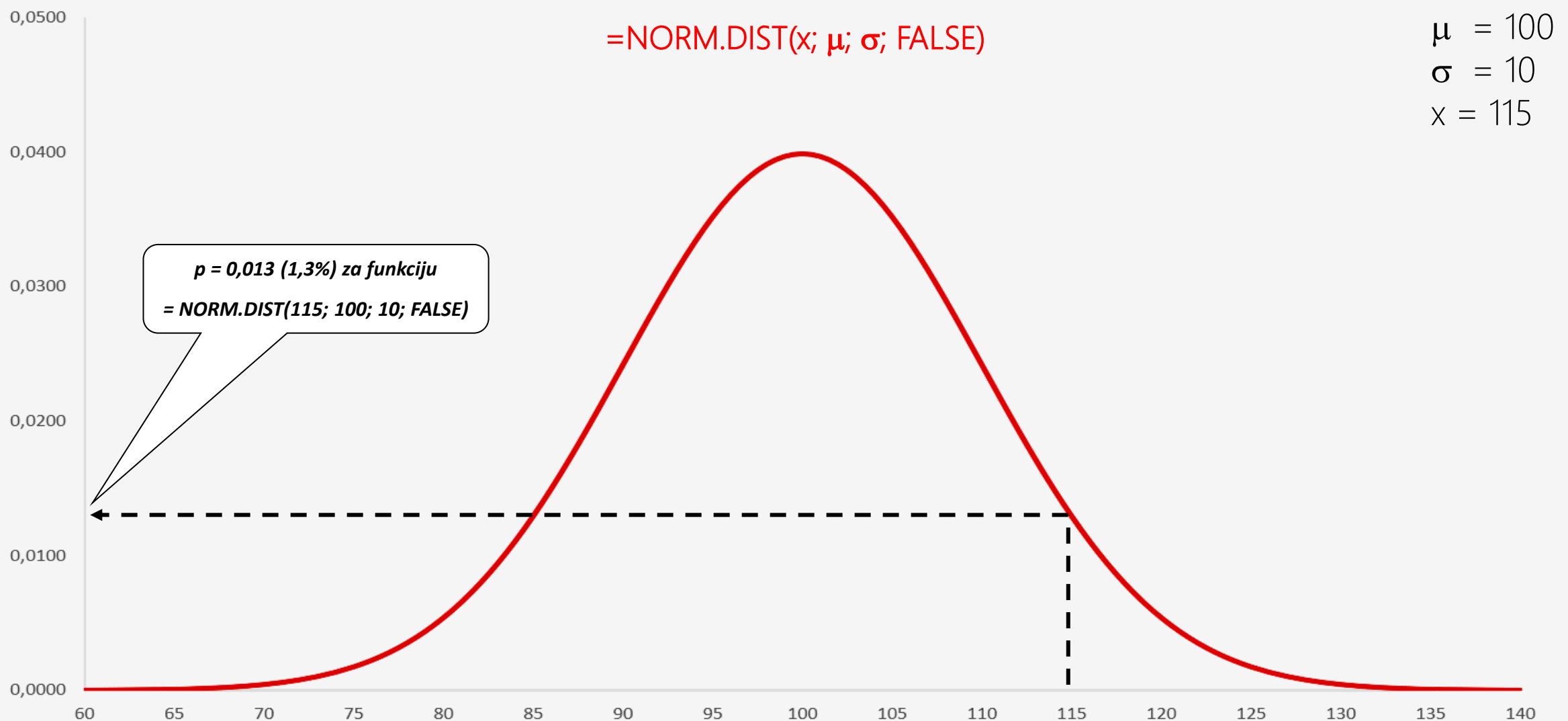
# Teorijske osnove



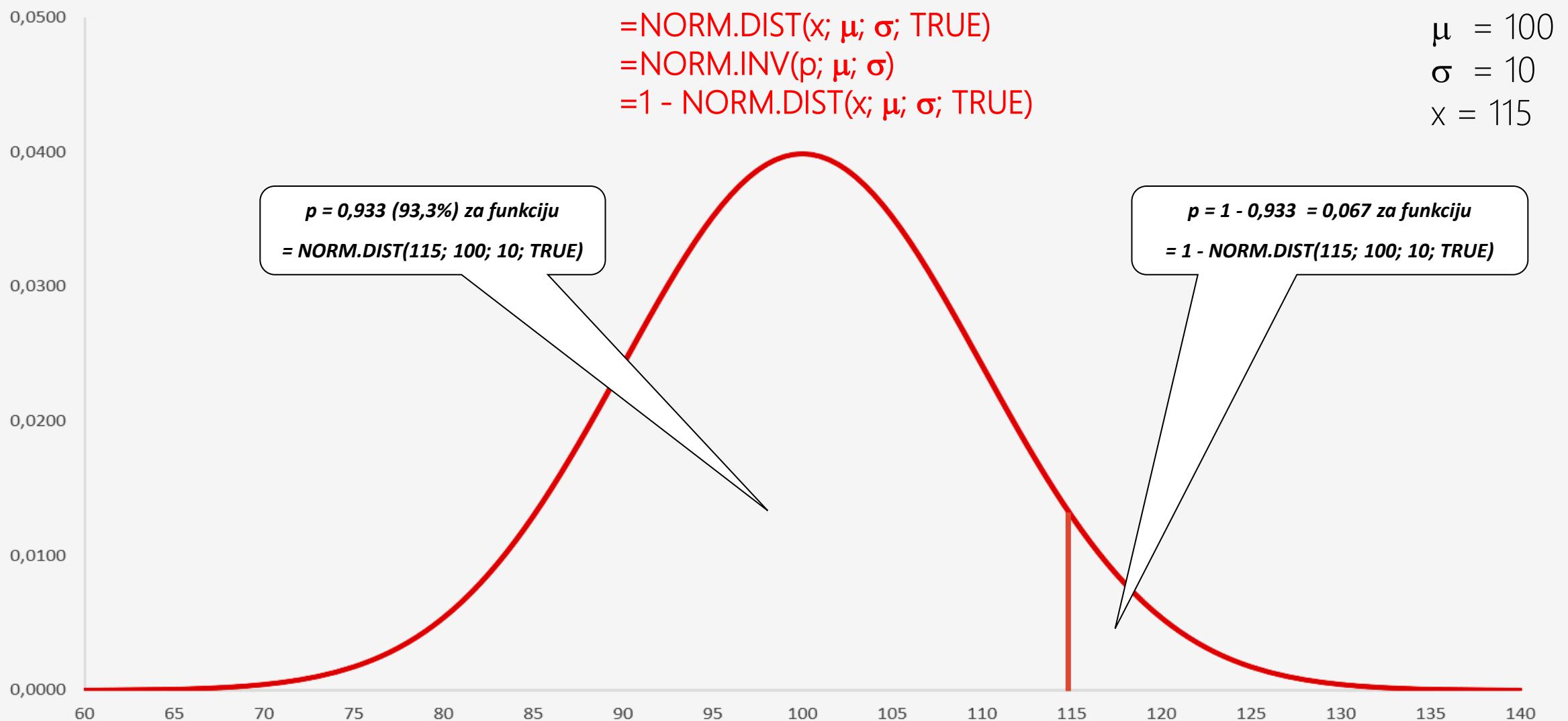
# Teorijske osnove



# Teorijske osnove



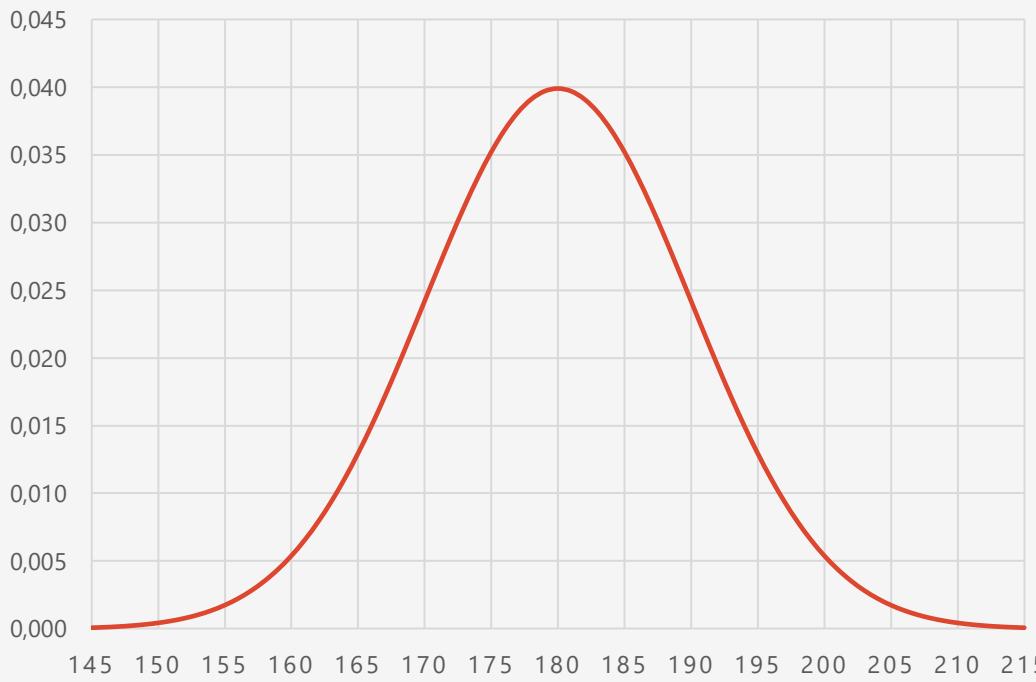
# Teorijske osnove



# Microsoft Excel



Zadatak 1: Prikažite grafički Gaussovu distribuciju s aritmetičkom sredinom ( $as = 180$  cm) i standardnom devijacijom ( $sd = 10$  cm).

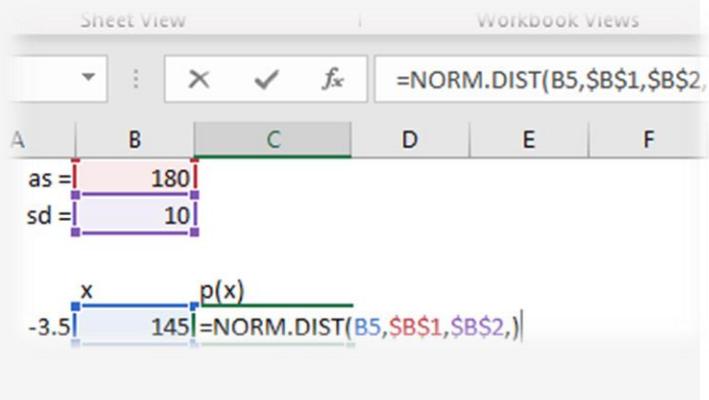
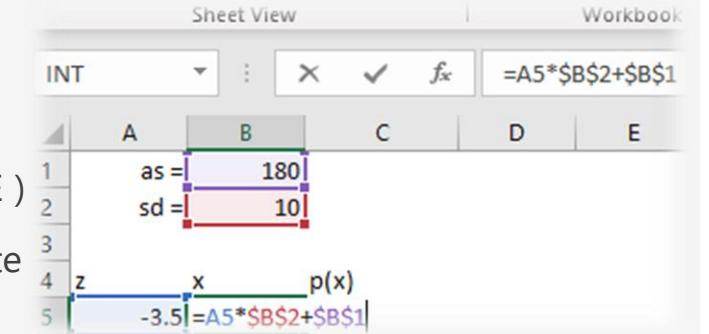
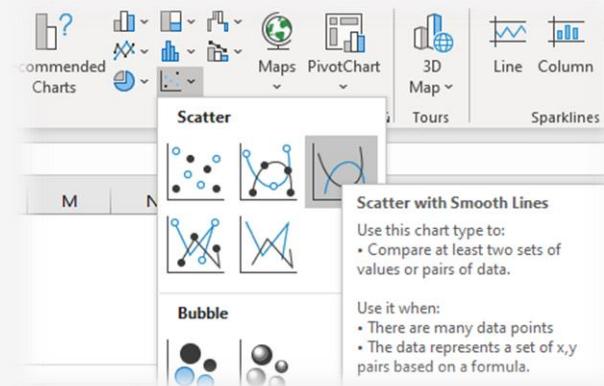


1

## GRAFIČKI PRIKAZ NORMALNE DISTRIBUCIJE:

- kreirati varijablu „z“ čiji se rezultati kreću od -3,5 do 3,5
- kreirati varijablu „x“ formulom  $x = z*sd + as$
- kreirati varijablu „p(x)“ pomoću funkcije  
 $=NORM.DIST(x; as; sd; FALSE )$
- označiti varijable x i p(x) te odabrati grafikon

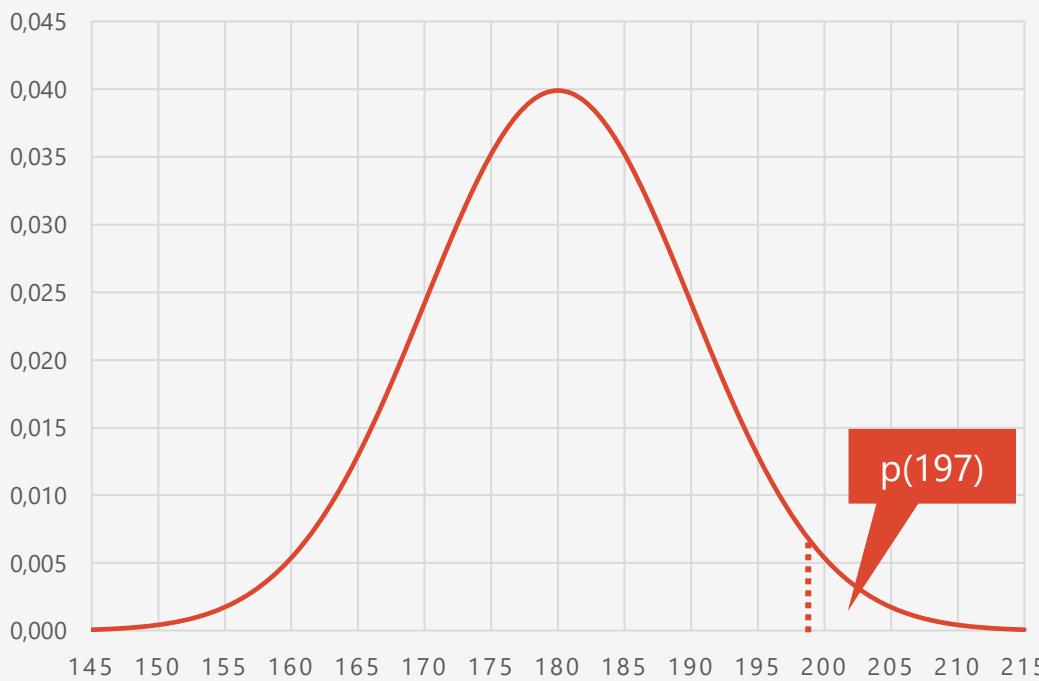
*Scatter with Smooth Line*



# Microsoft Excel



Zadatak 2: Izračunajte postotak ispitanika čiji je rezultat veći od 197 cm.



2

## RAČUNANJE POVRŠINE ISPOD NORMALNE DISTRIBUCIJE:

- Površina ispod normalne distribucije od  $x$  do lijevog kraja distribucije računa se formulom  
 $= NORM.DIST(x; as; sd; TRUE)$  i predstavlja vjerojatnost postizanja većih rezultata od  $x$ .

O	P	Q	R	S
$as = 180$	$sd = 10$	$x = 197$	$p(x) = NORM.DIST(P3; P1; P2; TRUE)$	

# Kolmogorov-Smirnov test (KS-test)

## Teorijske osnove

---

Normalitet distribucija varijabli, tj. sličnost empirijskih distribucija s normalnom distribucijom je uvjet za korištenje mnogih statističkih metoda.

Veličina odstupanja empirijske distribucije od normalne distribucije može se testirati statističkim postupcima kao što su *Kolmogorov-Smirnov test*, *Lilliefors test* i *Shapiro-Wilk W test*.

Oblik empirijske distribucije može se opisati *mjerama asimetrije i izduženosti distribucije*.

# Teorijske osnove

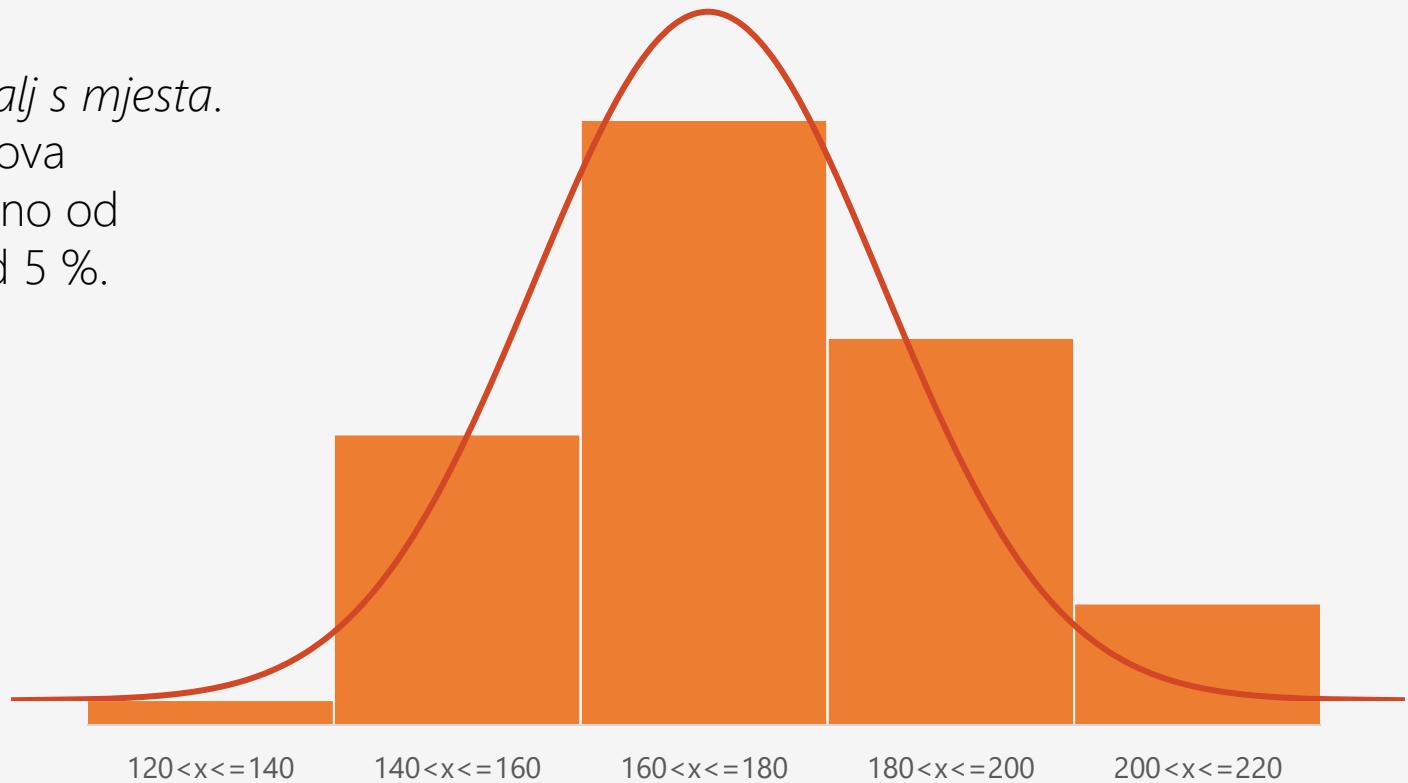
---

*Kolmogorov-Smirnovljev test* - postupak za utvrđivanje normaliteta neke empirijske distribucije.

Temelji se na usporedbi *empirijskih relativnih kumulativnih frekvencija (rcf)* i *teoretskih relativnih kumulativnih frekvencija (trcf)*.

**Primjer:** 60 entiteta izmjereno je testom *skok udalj s mesta*.

Potrebno je uz pomoć *KS-testa* utvrditi da li njihova (empirijska) distribucija odstupa statistički značajno od (teoretske) normalne distribucije uz pogrešku od 5 %.



# Teorijske osnove

---

1. Odrediti prikladan broj razreda i njihovu veličinu (interval razreda) te u njih grupirati entitete.

Intervali razreda	f
$120 < x \leq 140$	1
$140 < x \leq 160$	12
$160 < x \leq 180$	26
$180 < x \leq 200$	16
$200 < x \leq 220$	5

# Teorijske osnove

---

2. Na temelju grupiranih podataka izračunati empirijske kumulativne i relativne kumulativne frekvencije.

Intervali razreda	f	cf	rcf
120 < x ≤ 140	1	1	0,0167
140 < x ≤ 160	12	13	0,2167
160 < x ≤ 180	26	39	0,6500
180 < x ≤ 200	16	55	0,9167
200 < x ≤ 220	5	60	1

# Teorijske osnove

---

3. Na temelju aritmetičke sredine (177,25) i standardne devijacije (16,86), standardizirati gornje granice svakog razreda.

Intervali razreda	f	cf	rcf	z
120 < x ≤ 140	1	1	0,0167	-2,21
140 < x ≤ 160	12	13	0,2167	-1,02
160 < x ≤ 180	26	39	0,6500	0,16
180 < x ≤ 200	16	55	0,9167	1,35
200 < x ≤ 220	5	60	1	2,54

# Teorijske osnove

---

4. Uz pomoć tablice površine ispod normalne distribucije izračunati površinu od lijevog kraja krivulje do određene *z-vrijednosti*, odnosno izračunati teoretske relativne kumulativne frekvencije.

Intervali razreda	f	cf	rcf	z	trcf
120 < x ≤ 140	1	1	0,0167	-2,21	0,0135
140 < x ≤ 160	12	13	0,2167	-1,02	0,1531
160 < x ≤ 180	26	39	0,6500	0,16	0,5648
180 < x ≤ 200	16	55	0,9167	1,35	0,9114
200 < x ≤ 220	5	60	1	2,54	0,9944

# Teorijske osnove

---

5. Izračunati odstupanja između empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije.

Intervali razreda	f	cf	rcf	z	trcf	D
120 < x ≤ 140	1	1	0,0167	-2,21	0,0135	0,0032
140 < x ≤ 160	12	13	0,2167	-1,02	0,1531	0,0636
160 < x ≤ 180	26	39	0,6500	0,16	0,5648	0,0852
180 < x ≤ 200	16	55	0,9167	1,35	0,9114	0,0053
200 < x ≤ 220	5	60	1	2,54	0,9944	0,0056

# Teorijske osnove

---

6. Odrediti najveće odstupanje empiriske i teoretske relativne kumulativne ( $\max D$ ) frekvencije i usporediti ga sa tabličnom vrijednošću  $KS$ -testa određenom za odgovarajući broj entiteta.

Intervali razreda	f	cf	rcf	z	trcf	D
120 < x ≤ 140	1	1	0,0167	-2,21	0,0135	0,0032
140 < x ≤ 160	12	13	0,2167	-1,02	0,1531	0,0636
160 < x ≤ 180	26	39	0,6500	0,16	0,5648	<b>0,0852</b>
180 < x ≤ 200	16	55	0,9167	1,35	0,9114	0,0053
200 < x ≤ 220	5	60	1	2,54	0,9944	0,0056

# Teorijske osnove

---

n	p=0,05
1	0,975
2	0,842
3	0,708
4	0,624
5	0,563
6	0,519
7	0,483
8	0,454
9	0,430
10	0,409
11	0,391
12	0,375
13	0,361

n	p=0,05
14	0,349
15	0,338
16	0,327
17	0,318
18	0,309
19	0,301
20	0,294
21	0,287
22	0,281
23	0,275
24	0,269
25	0,264
26	0,259

n	p=0,05
27	0,254
28	0,250
29	0,246
30	0,242
35	0,224
40	0,210
45	0,198
50	0,188
55	0,180
60	0,172
65	0,166
70	0,160
75	0,154

n	p=0,05
80	0,150
85	0,145
90	0,141
95	0,137
100	0,134

$$n > 100$$

$$KS - test_{0,05} = \frac{1,36}{\sqrt{n}}$$

# Teorijske osnove

---

$maxD < KS-test$



$H_0$  - distribucija ne odstupa statistički značajno od *normalne*

$maxD > KS-test$



$H_1$  - distribucija statistički značajno odstupa od *normalne*

$0,0852 < 0,172$



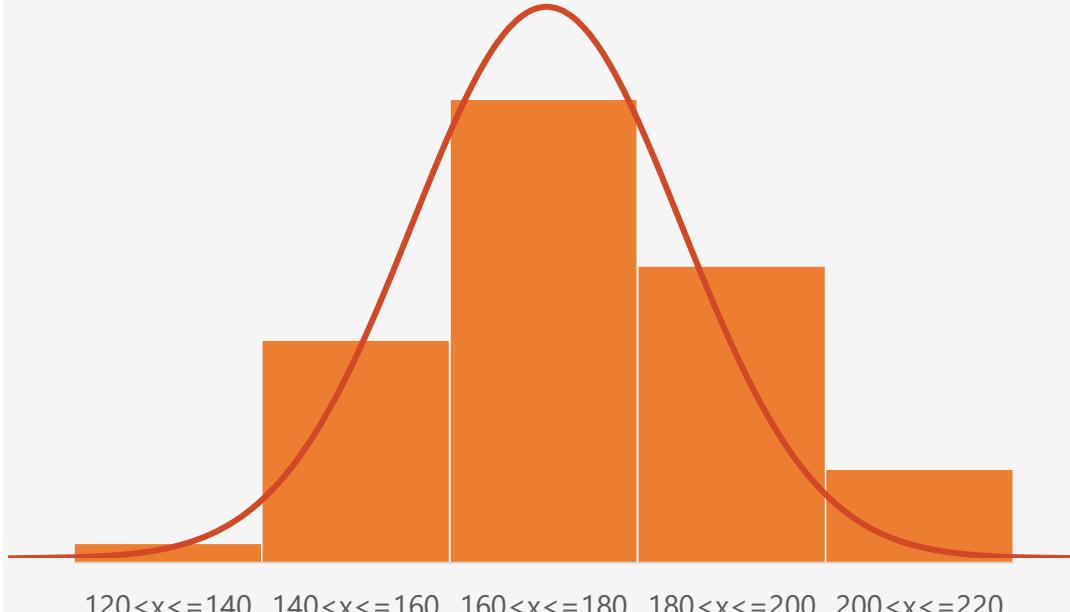
$H_0$  - distribucija ne odstupa statistički značajno od *normalne*

# Microsoft Excel

---



Zadatak 1: Utvrdite da li se empirijska distribucija varijable SDM koja se nalazi u datoteci JUDO.xls statistički značajno razlikuje od normalne ili Gaussova distribucije uz pogrešku 0,05.



# Transformacije podataka

# Teorijske osnove

---

Sadržaj:

- 1 rangiranje
- 2 standardizacija podataka (z-vrijednosti)
- 3 utvrđivanje vjerojatnosti putem normalne distribucije
- 4 ostale transformacije podataka (skala školskih ocjena skala T – skorova)

# Teorijske osnove

---

## Rangiranje

Rangiranje je transformacija kvantitativne (intervalne ili omjerne) varijable u ordinalnu, odnosno zamjena rezultata odgovarajućim rangovima.

Rang je redni broj entiteta utvrđen sortiranjem prema nekoj kvantitativnoj varijabli.

Uobičajeno je da se najbolji rezultat zamjenjuje rangom 1. Sukladno tome rang se entiteta u *normalno skaliranim varijablama* utvrđuje silaznim sortiranjem, a u *obrnuto skaliranim varijablama* uzlaznim sortiranjem.

**Normalno skalirana varijabla** - najveća numerička vrijednost predstavlja najbolji rezultat (npr. *Skok u vis*)

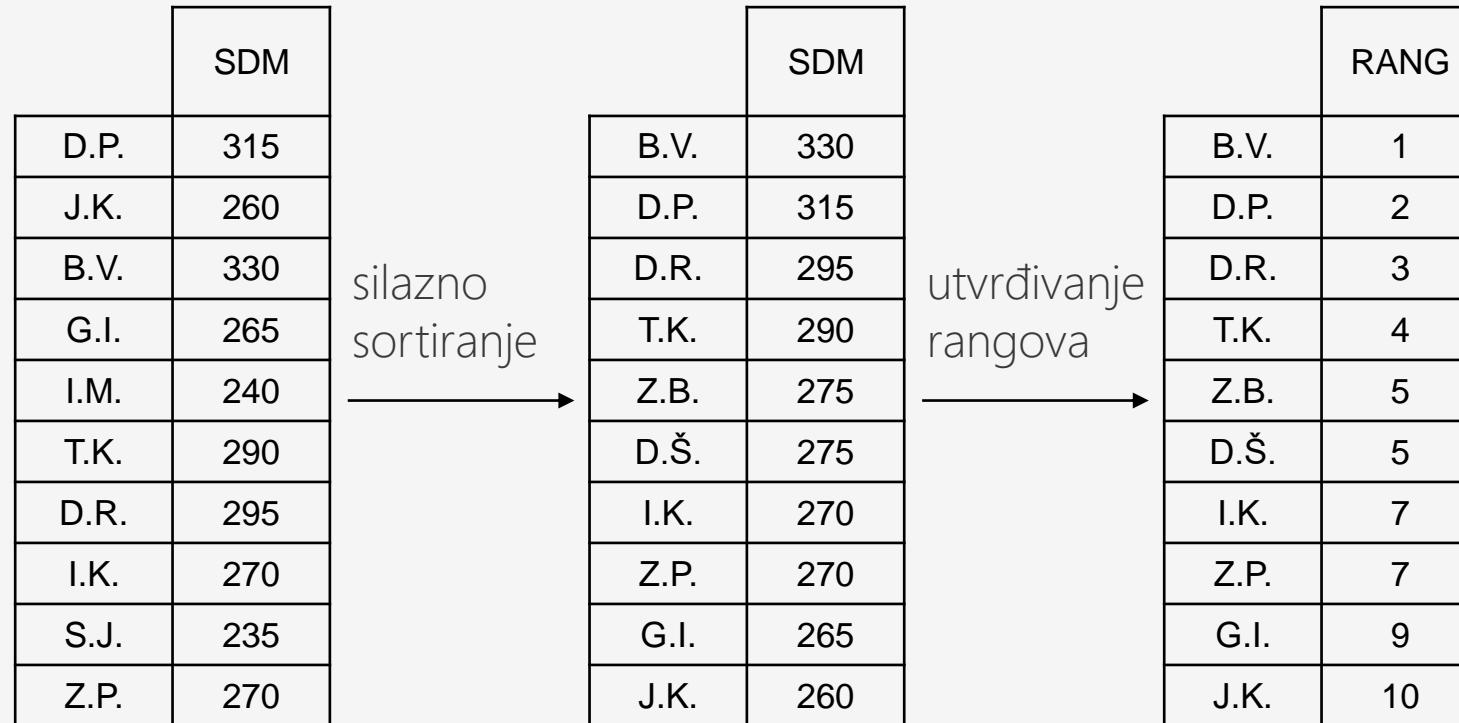
**Obrnuto skalirana varijabla** - najmanja numerička vrijednost predstavlja najbolji rezultat (npr. *Sprint 100 metara*)

# Teorijske osnove

---

## Rangiranje

Primjer: 10 sportaša je izmjereno testom Skok udalj s mjesta. Rangiranje je izvršeno sljedećim postupkom:



# Teorijske osnove

---

## Z - vrijednosti

Postupak standardizacije provodi se pomoću formule

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

gdje je:

$z_i$  – standardizirani rezultat entiteta  $i$

$x_i$  – originalna vrijednost entiteta  $i$

$\bar{x}$  – aritmetička sredina

$s$  – standardna devijacija.

# Teorijske osnove

---

## Z - vrijednosti

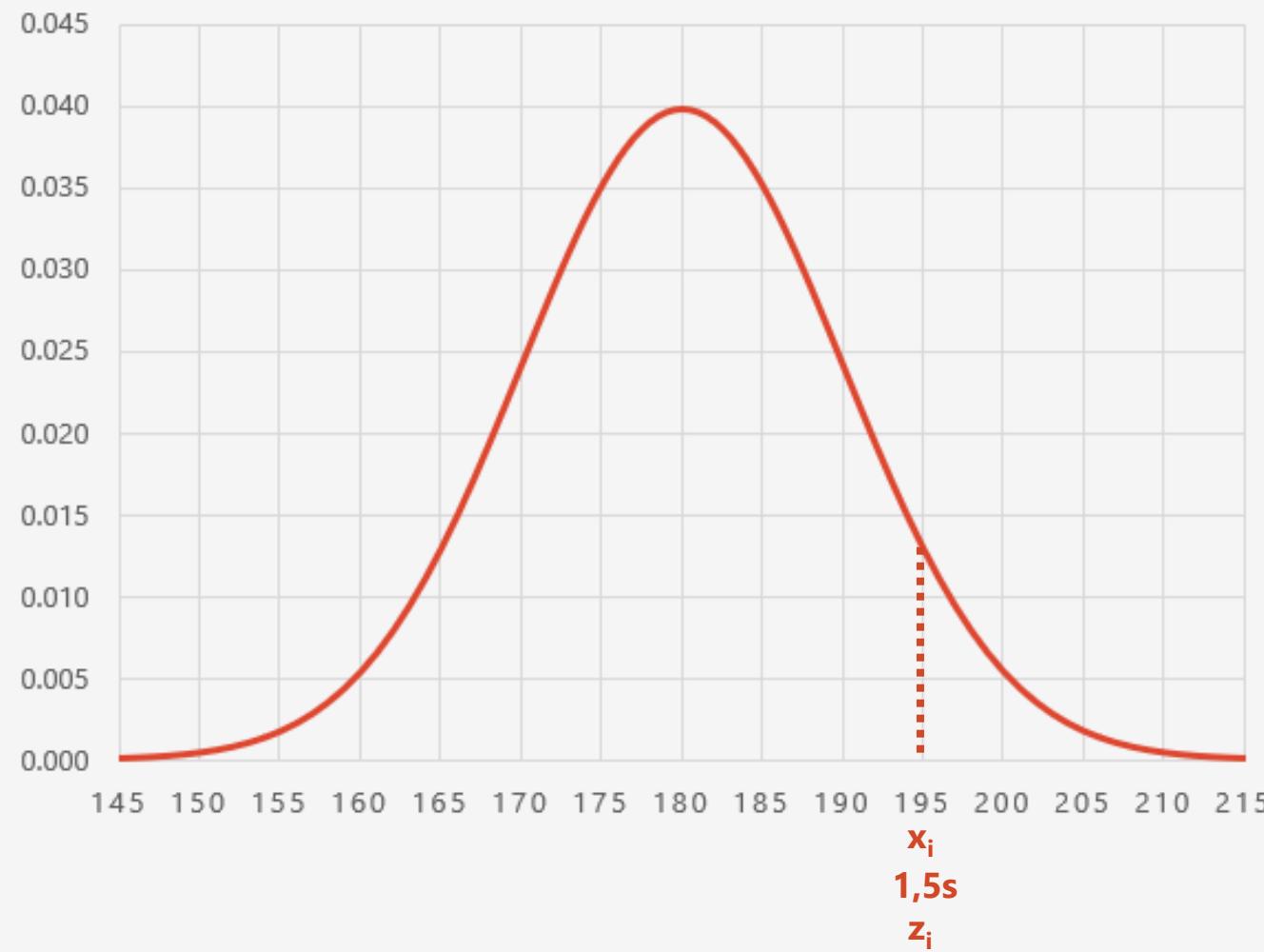
$$\bar{x} = 180 \text{ cm}$$

$$s = 10 \text{ cm}$$

$$x_i = 195 \text{ cm}$$

---

$$z_i = \frac{195 - 180}{10} = 1,5s$$



# Teorijske osnove

---

## Z - vrijednosti

Primjer: Deset učenika natjecalo se u tri atletske discipline:

- skok udalj (SD),
- trčanje na 100 metara (T100m) i
- bacanje kugle (BK) i postiglo rezultate navedene u tablici.

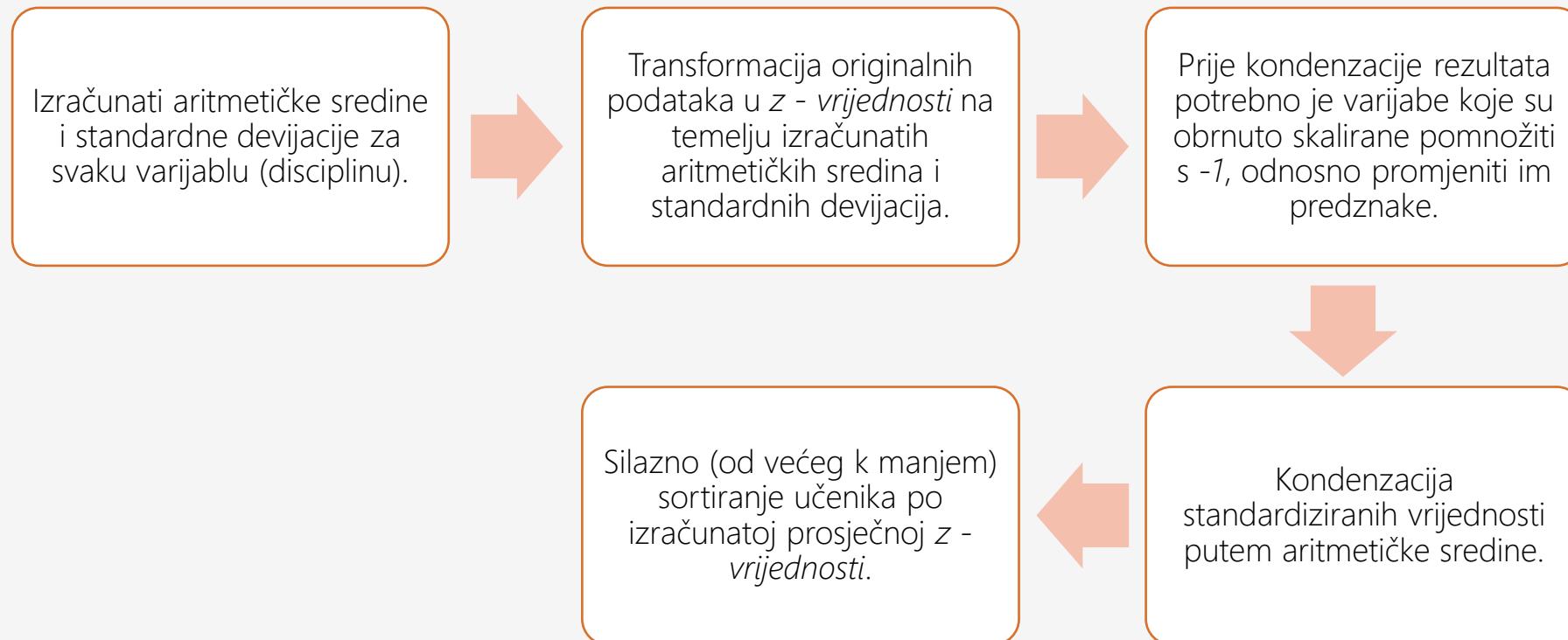
Potrebno je utvrditi ukupan poredak (rang) ovog natjecanja ?

Učenik	SD	T100m	BK
<b>AB</b>	359	13,6	561
<b>DF</b>	321	13,9	550
<b>JG</b>	346	13,7	538
<b>KL</b>	332	14,0	490
<b>DD</b>	450	12,2	518
<b>ED</b>	314	14,1	551
<b>TB</b>	410	12,5	589
<b>ZN</b>	425	12,3	602
<b>RG</b>	369	13,5	547
<b>EN</b>	378	13,8	510

# Teorijske osnove

---

## Z - vrijednosti



# Teorijske osnove

---

## Z - vrijednosti

Prvi korak: Izračunati aritmetičke sredine i standardne devijacije za svaku varijablu (disciplinu).

	SD	T100m	BK
$\bar{x}$	370,4	13,36	545,6
s	45,66	0,73	34,21

Učenik	SD	T100m	BK
<b>AB</b>	359	13,6	561
<b>DF</b>	321	13,9	550
<b>JG</b>	346	13,7	538
<b>KL</b>	332	14,0	490
<b>DD</b>	450	12,2	518
<b>ED</b>	314	14,1	551
<b>TB</b>	410	12,5	589
<b>ZN</b>	425	12,3	602
<b>RG</b>	369	13,5	547
<b>EN</b>	378	13,8	510

# Teorijske osnove

---

## Z - vrijednosti

Drugi korak: Transformacija originalnih podataka u z - vrijednosti na temelju izračunatih aritmetičkih sredina i standardnih devijacija.

	SD	T100m	BK
$\bar{x}$	370,4	13,36	545,6
s	45,66	0,73	34,21

$$z_{AB,SD} = \frac{359 - 370,4}{45,66} = -0,25s$$

Učenik	SD	T100m	BK
<b>AB</b>	<b>359</b>	13,6	561
<b>DF</b>	321	13,9	550
<b>JG</b>	346	13,7	538
<b>KL</b>	332	14,0	490
<b>DD</b>	450	12,2	518
<b>ED</b>	314	14,1	551
<b>TB</b>	410	12,5	589
<b>ZN</b>	425	12,3	602
<b>RG</b>	369	13,5	547
<b>EN</b>	378	13,8	510

# Teorijske osnove

---

## Z - vrijednosti

Treći korak: Prije kondenzacije rezultata varijable koje su obrnuto skalirane pomnožiti s -1, odnosno rezultatima promijeniti predznake.

Učenik	SD	T100m	BK
<b>AB</b>	-0,25	0,33	0,45
<b>DF</b>	-1,08	0,74	0,13
<b>JG</b>	-0,53	0,46	-0,22
<b>KL</b>	-0,84	0,87	-1,63
<b>DD</b>	1,74	-1,58	-0,81
<b>ED</b>	-1,24	1,01	0,16
<b>TB</b>	0,87	-1,17	1,27
<b>ZN</b>	1,20	-1,44	1,65
<b>RG</b>	-0,03	0,19	0,04
<b>EN</b>	0,17	0,60	-1,04

# Teorijske osnove

---

## Z - vrijednosti

**Četvrti korak:** Kondenzacija standardiziranih vrijednosti putem aritmetičke sredine.

$$\bar{z}_{AB} = \frac{z_{AB,SD} + z_{AB,T100m} + z_{AB,BK}}{3} =$$
$$= \frac{-0,25 + (-0,33) + 0,45}{3} = -0,04$$

Učenik	SD	T100m	BK	$\bar{z}$
<b>AB</b>	-0,25	-0,33	0,45	<b>-0,04</b>
<b>DF</b>	-1,08	-0,74	0,13	
<b>JG</b>	-0,53	-0,46	-0,22	
<b>KL</b>	-0,84	-0,87	-1,63	
<b>DD</b>	1,74	1,58	-0,81	
<b>ED</b>	-1,24	-1,01	0,16	
<b>TB</b>	0,87	1,17	1,27	
<b>ZN</b>	1,20	1,44	1,65	
<b>RG</b>	-0,03	-0,19	0,04	
<b>EN</b>	0,17	-0,60	-1,04	

# Teorijske osnove

---

## Z - vrijednosti

**Četvrti korak:** Kondenzacija standardiziranih vrijednosti putem aritmetičke sredine.

$$\bar{z}_{AB} = \frac{z_{AB,SD} + z_{AB,T100m} + z_{AB,BK}}{3} =$$
$$= \frac{-0,25 + (-0,33) + 0,45}{3} = -0,04$$

Učenik	SD	T100m	BK	$\bar{z}$
<b>AB</b>	-0,25	-0,33	0,45	<b>-0,04</b>
<b>DF</b>	-1,08	-0,74	0,13	<b>-0,56</b>
<b>JG</b>	-0,53	-0,46	-0,22	<b>-0,41</b>
<b>KL</b>	-0,84	-0,87	-1,63	<b>-1,11</b>
<b>DD</b>	1,74	1,58	-0,81	<b>0,84</b>
<b>ED</b>	-1,24	-1,01	0,16	<b>-0,70</b>
<b>TB</b>	0,87	1,17	1,27	<b>1,10</b>
<b>ZN</b>	1,20	1,44	1,65	<b>1,43</b>
<b>RG</b>	-0,03	-0,19	0,04	<b>-0,06</b>
<b>EN</b>	0,17	-0,60	-1,04	<b>-0,49</b>

# Teorijske osnove

---

## Z - vrijednosti

Peti korak: Silazno (od većeg k manjem) sortiranje učenika po izračunatoj prosječnoj z - vrijednosti.

Učenik	SD	$\bar{z}$
<b>ZN</b>	1	1,43
<b>TB</b>	2	1,10
<b>DD</b>	3	0,84
<b>AB</b>	4	-0,04
<b>RG</b>	5	-0,06
<b>JG</b>	6	-0,41
<b>EN</b>	7	-0,49
<b>DF</b>	8	-0,56
<b>ED</b>	9	-0,70
<b>KL</b>	10	-1,11

# Teorijske osnove

---

## Ostale transformacije

Standardizirane rezultate moguće je transformirati na različite načine, zavisno o potrebi. Najčešće se transformiraju u vrijednosti na sljedećim skalamama:

- skala školskih ocjena (1-5):  $ocjena_i = 3 + 0,83 \cdot z_i$
- skala T – skorova (20-80):  $T - skor_i = 50 + 10 \cdot z_i$

# Microsoft Excel



Zadatak 1: U datoteci Judo.xls utvrdite rangove judaša na temelju rezultata u varijabli ONT (okretnost na tlu). Iskoristite funkciju Rank.

1

**UTVRĐIVANJE RANGA:** Utvrđivanje rangova vrši se pomoću funkcije *Rank*. Funkcija se unosi u označeno polje matrice odabirom opcije *Function....* U traku *Order* dijaloškog okvira za unos ove funkcije potrebno je upisati *1* ako se utvrđuje rang u obrnuto skaliranoj varijabli.

	A	B	C	D	RANK(number; ref; [order])	G
1	ENTITETI	ONT	OUZ	NEB	SKL	(...)0 - Descending
2	Marko	25,4	5,4	4	7	(...)1 - Ascending
3	Mate	14,7	4,9	14	12	20

# Microsoft Excel

---

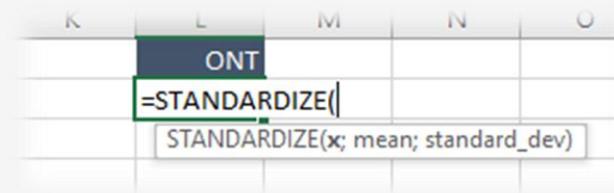


Zadatak 2: U datoteci Judo.xls izračunajte z-vrijednosti za sve varijable i rangirajte entitete po prosječnoj z-vrijednosti svih varijabli.

Napomena: Varijable ONT i OUZ su obrnuto skalirane.

2

**RAČUNANJE Z - VRIJEDNOSTI:** Izračunavanje z-vrijednosti vrši se pomoću funkcije *Standardize*. Funkcija se unosi u označeno polje matrice odabirom opcije *Function...*. Prethodno je potrebno izračunati aritmetičku sredinu (funkcija *Average*) i standardnu devijaciju (funkcija *Stdev*) varijable.



# Microsoft Excel



Zadatak 3: 257 dječaka je izmjereno testom za procjenu eksplozivne snage *Skok udalj s mesta*. Aritmetička sredina iznosi 215 cm, a standardna devijacija 12 cm. Učenik XY postigao je rezultat 230 cm. Potrebno je procijeniti postotak (%) i broj učenika koji postižu lošije i bolje rezultate od učenika XY.

$$z_{XY} = \frac{230 - 215}{12} = 1,25s$$

$$p = NORM.S.DIST(1,25; TRUE)$$

$$p = 0,8944 \rightarrow 98,44\% \text{ lošijih}$$

$$1 - p = 0,1056 \rightarrow 10,56\% \text{ boljih}$$

$$p \cdot n = 0,1056 \cdot 257 \approx 27 - \text{boljih}$$

$$257 - 27 = 230 \text{ lošijih}$$

3

## RAČUNANJE POVRŠINE ISPOD NORMALNE DISTRIBUCIJE:

Površina ispod normalne distribucije od x do lijevog kraja distribucije računa se formulom:

= NORM.DIST(x; as; sd; TRUE) i predstavlja vjerojatnost postizanja većih rezultata od x.

B11	A	B	C	D	E	F	G
7							
8	as =	215					
9	sd =	12					
10	x =	230					
11	p =	0,8944					

# Procjena aritmetičke sredine populacije

# Teorijske osnove

---

Statističke metode dijele se na:

- *metode deskriptivne statistike*, tj. postupke za utvrđivanje statističkih parametara koji se odnose isključivo na promatrani uzorak entiteta i
- *metode inferencijalne statistike*, tj. postupke kojima se na temelju statističkih parametara utvrđenih na uzorku entiteta zaključci proširuju na populaciju koje je promatrani uzorak reprezentant.

## Teorijske osnove

---

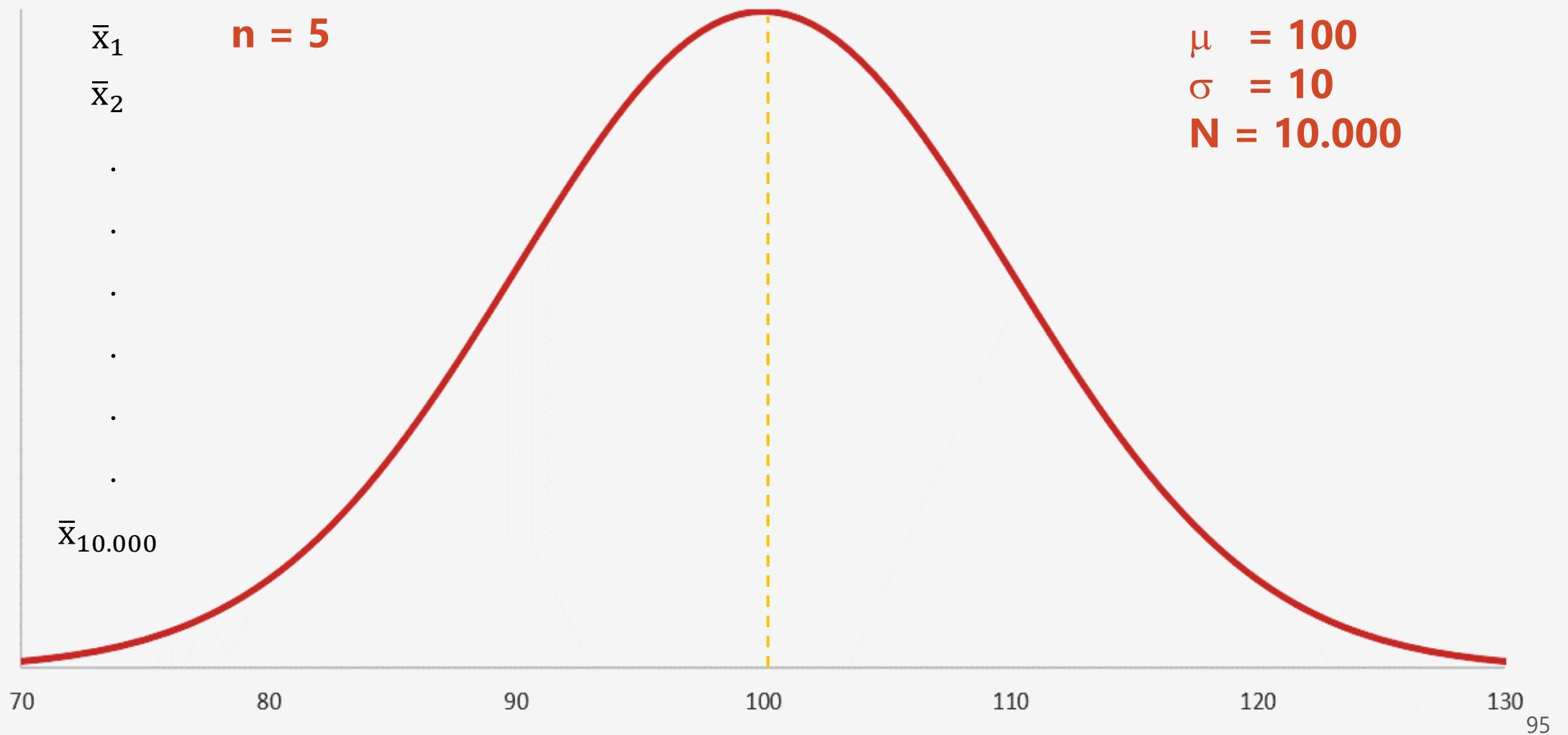
Reprezentativnost uzorka utječe na pogrešku s kojom se zaključci generaliziraju na populaciju, a zavisi o načinu odabira entiteta u uzorak i veličini, tj. broju entiteta u uzorku.

Generalizacija zaključaka s uzorka na populaciju bit će ispravna samo ako se uzorak bira na način da svi entiteti iz populacije imaju jednaku vjerojatnost da budu izabrani u uzorak, odnosno ako se radi o slučajnom uzorku.

Reprezentativnost uzorka će biti veća što je broj entiteta u uzorku veći, odnosno bliži broju entiteta u populaciji.

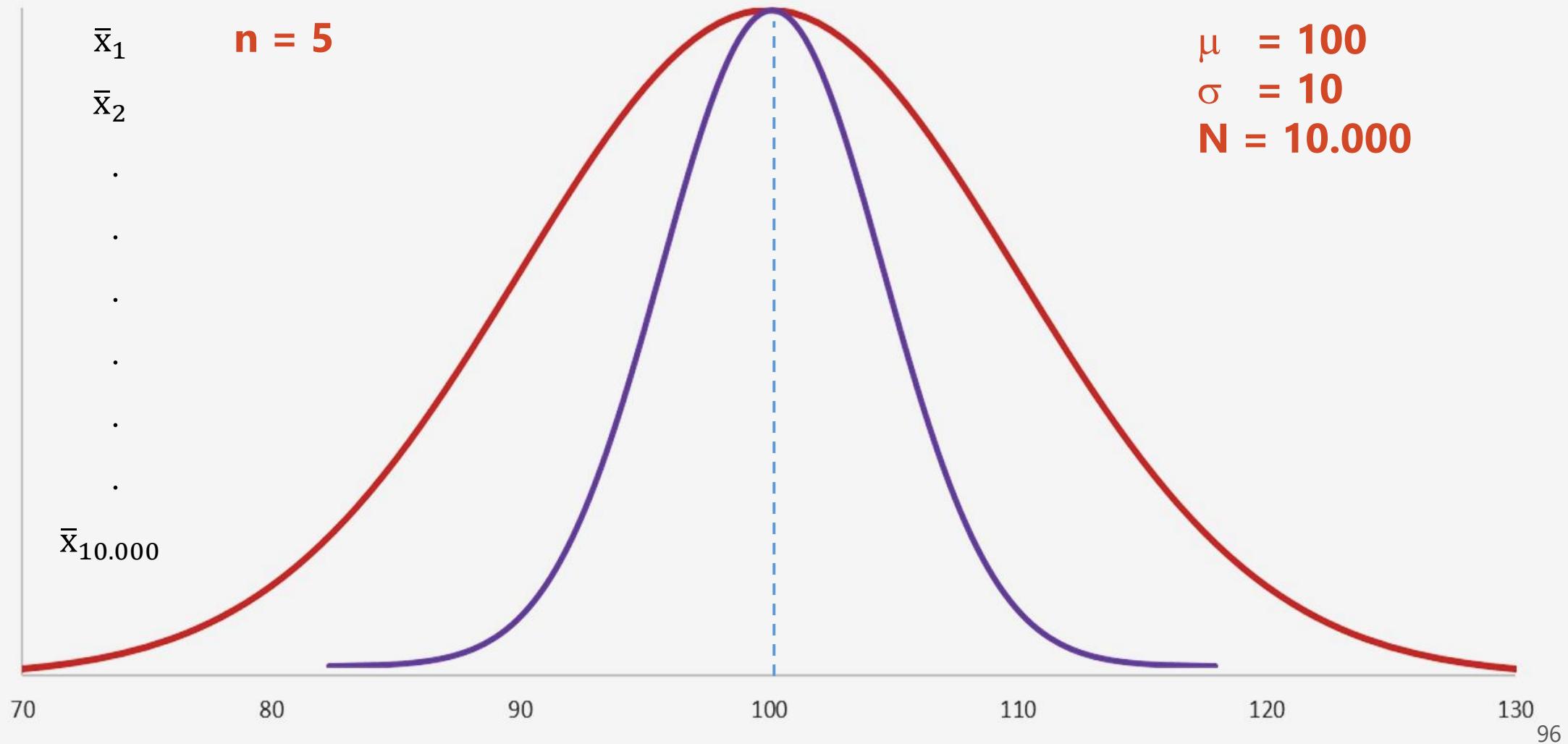
# Teorijske osnove

---



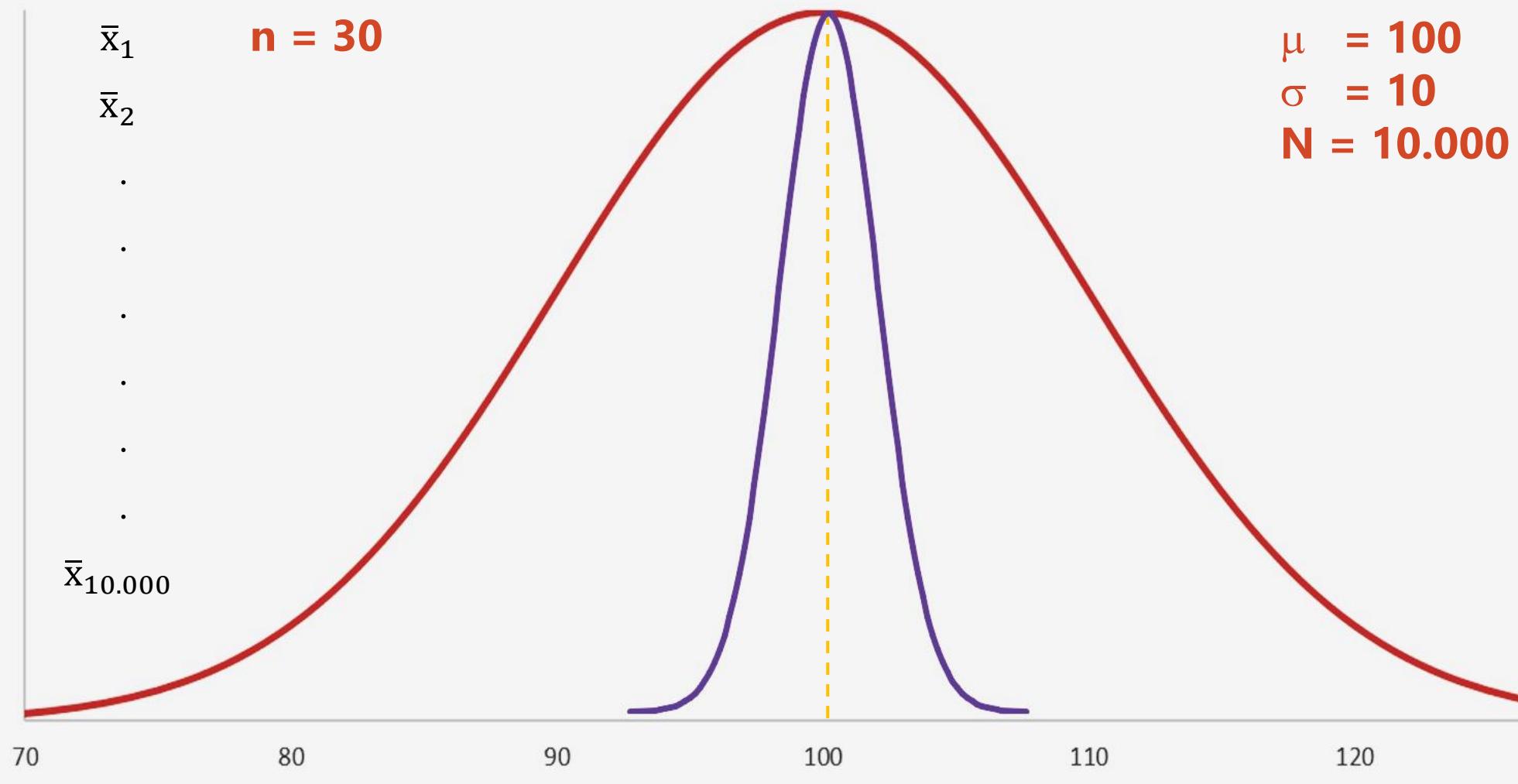
# Teorijske osnove

---



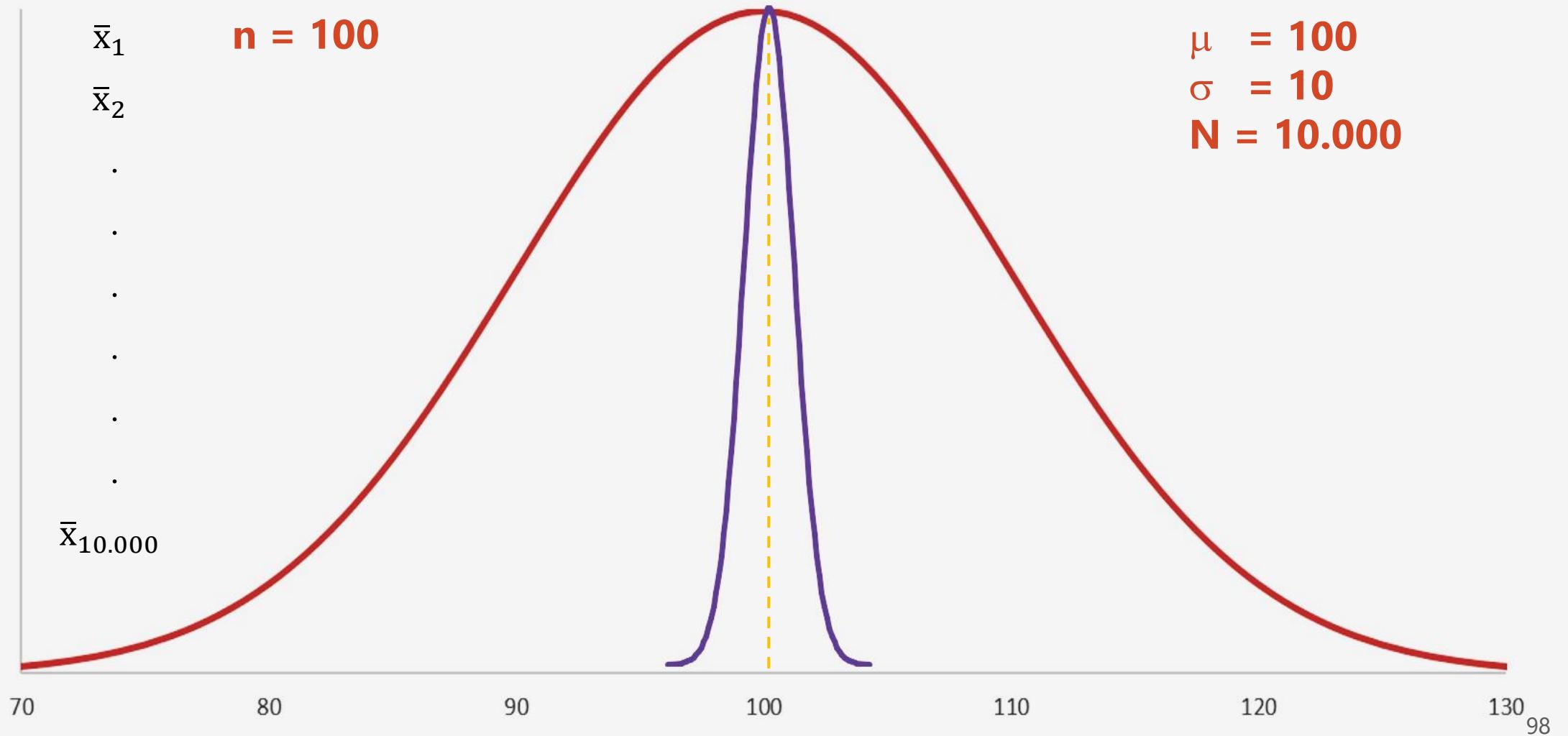
# Teorijske osnove

---



# Teorijske osnove

---



# Teorijske osnove

---

## Zaključci:

- aritmetičke sredine slučajnih uzoraka variraju
- distribucija aritmetičkih sredina slučajno odabralih uzoraka iste veličine bit će normalna ili Gaussova
- aritmetička sredina aritmetičkih sredina slučajno odabralih uzoraka jednake veličine tendirat će aritmetičkoj sredini populacije
- standardna devijacija aritmetičkih sredina slučajnih uzoraka biti će manja što je varijabilnost obilježja u populaciji manja i što je broj entiteta u uzorku veći.

# Teorijske osnove

---

## Standardna pogreška aritmetičke sredine

Standardna devijacija aritmetičkih sredina slučajnih uzoraka naziva se *standardna pogreška aritmetičke sredine*, a izračunava se formulom

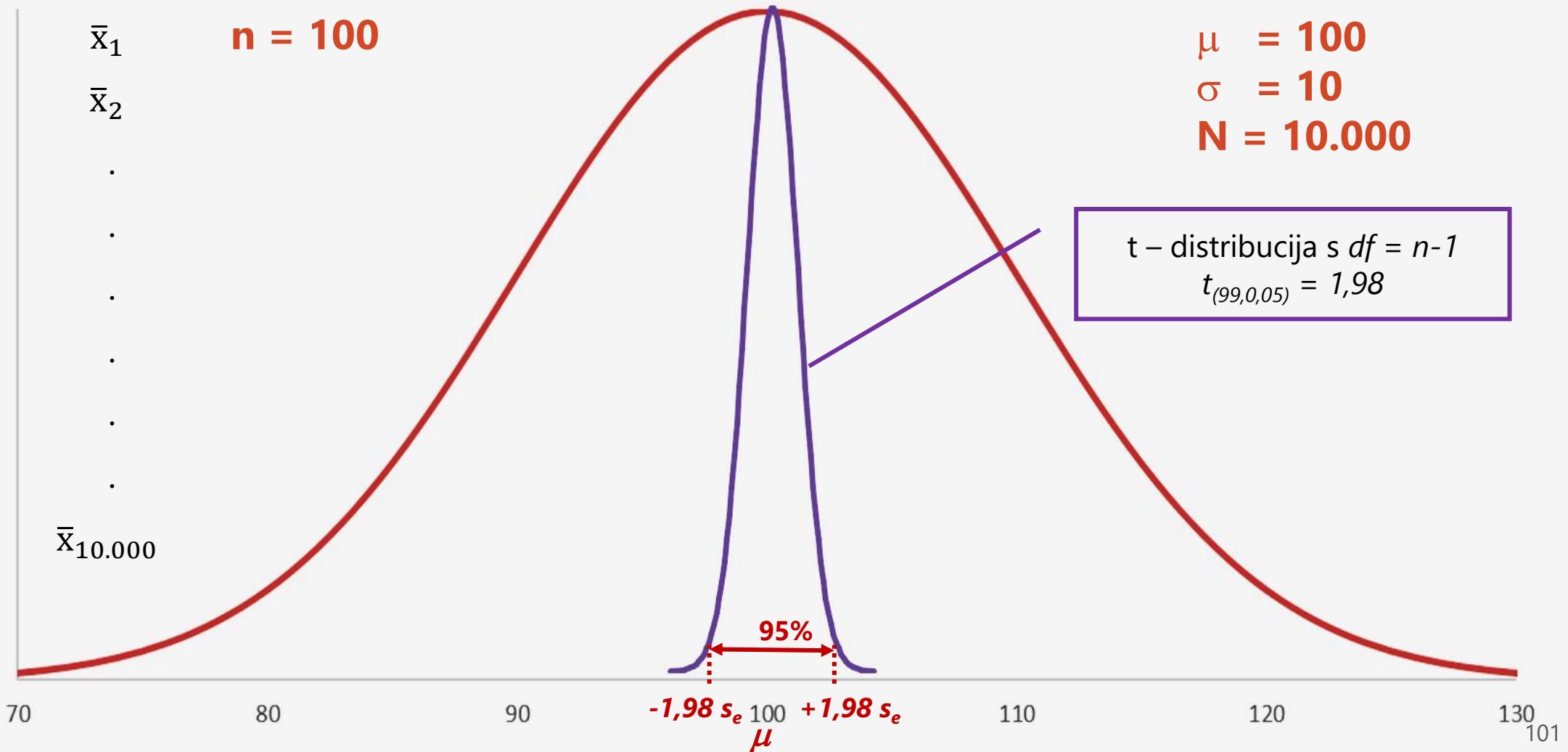
$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{s^2}{n} = s_e$$

gdje je

s – standardna devijacija uzorka

n – broj entiteta u uzorku.

# Teorijske osnove



## Teorijske osnove

---

Interval u kojem se s određenom vjerojatnošću nalazi aritmetička sredina populacije moguće je procijeniti formulom

$$\bar{x} - t_{df,p} \cdot s_{\bar{x}} < \mu < \bar{x} + t_{df,p} \cdot s_{\bar{x}}$$

gdje je:

- $\bar{x}$  - aritmetička sredina uzorka
- $s_{\bar{x}}$  - standardna pogreška aritmetičke sredine
- $t_{df,p}$  - vrijednost koja se za pogrešku  $p$  (u statističkom zaključivanju najčešće se koriste pogreške 0,01 ili 1%, i 0,05 ili 5%) i određeni broj stupnjeva slobode ( $df=n-1$ ) odredi na temelju Studentove t-distribucije.

# Teorijske osnove

---

**Primjer:** Na slučajno odabranom uzorku veličine 100 entiteta izračunata je aritmetička sredina 180 cm i standardna devijacija 10 cm. Potrebno je procijeniti interval u kojem se s vjerojatnošću od 0,95 nalazi aritmetička sredina populacije.

$$n = 100$$

$$\bar{x} = 180 \text{ cm}$$

$$s = 10 \text{ cm}$$

---

$$\checkmark s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{10}{\sqrt{100}} = \frac{10}{10} = 1 \text{ cm}$$

$$\checkmark t_{99,0,05} = 1,98$$

$$\checkmark \bar{x} - t_{df,p} \cdot s_{\bar{x}} < \mu < \bar{x} + t_{df,p} \cdot s_{\bar{x}}$$

$$\checkmark 180 - 1,98 \cdot 1 < \mu < 180 + 1,98 \cdot 1$$

$$\checkmark 178,02 \text{ cm} < \mu < 181,98 \text{ cm}$$

## Statistički zaključak:

Aritmetička sredina populacije nalazi se u intervalu od 178,02 do 181,98 cm s vjerojatnošću od 95%, odnosno uz pogrešku od 5%.

# Microsoft Excel



Zadatak 1: Neka je  $n = 150$ ,  $\bar{x} = 210 \text{ cm}$ ,  $s = 15 \text{ cm}$ . Uz pogrešku  $p = 0,01$  izračunajte interval u kojem se nalazi aritmetička sredina populacije.

1

Interval u kojem se nalazi aritmetička sredina populacije utvrđuje se pomoću funkcije **CONFIDENCE.T**. Funkcija se unosi u označeno polje odabirom opcije *Function...* U traku *Alpha* dijaloškog okvira za unos ove funkcije potrebno je upisati pogrešku  $p$ , u traku *Standartd\_dev* vrijednost standardne devijacije, te u traku *Size* veličinu uzorka. Dobivena vrijednost se oduzme i zbroji s vrijednošću aritmetičke sredine.

The screenshot shows the 'Function Arguments' dialog box for the **CONFIDENCE.T** function. The formula bar at the top displays `=CONFIDENCE.T(0,01;B3:B2)`. The dialog box has three input fields: **Alpha** (value 0,01), **Standard\_dev** (value B3, pointing to cell B3 containing 15), and **Size** (value B2, pointing to cell B2 containing 150). Below the inputs, the formula result is shown as `= 3,195638498`. A descriptive text states: "Returns the confidence interval for a population mean, using a Student's T distribution. Size is the sample size." At the bottom, there are buttons for **OK** and **Cancel**.

# Korelacija

# Teorijske osnove

Začetnikom koreacijske i regresijske analize smatra se engleski antropolog Francis Galton koji je pod utjecajem rođaka Charlesa Darwina istraživao utjecaj naslijeda na razvoj čovjekovih karakteristika.

Surađujući s Galtonom, Karl Pearson je razvio računski postupak za utvrđivanje povezanosti između dviju varijabli i nazvao ga *produkt -moment koeficijent korelaciјe*.

Pearsonov *produkt - moment koeficijent korelaciјe* ( $r$ ) predstavlja mjeru međusobne linearne povezanosti rezultata dviju standardiziranih varijabli, a izračunava se formulom

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ci}y_{ci}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ci}^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ci}^2}}$$

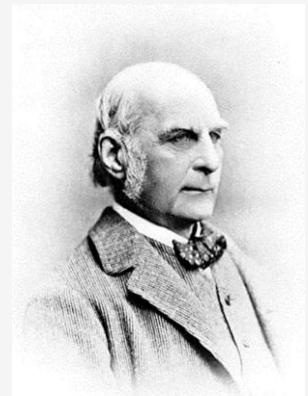
gdje je

$x_{ci} = x_i - \bar{x}$  (centrirani rezultat entiteta  $i$  u varijabli  $x$ )

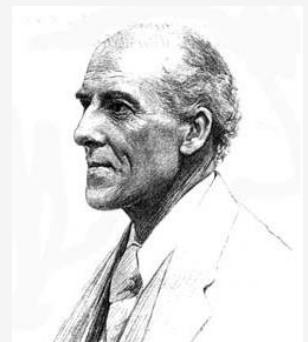
$\bar{x}$  - aritmetička sredina varijable  $x$

$y_{ci} = y_i - \bar{y}$  (centrirani rezultat entiteta  $i$  u varijabli  $y$ )

$\bar{y}$  - aritmetička sredina varijable  $y$



**Francis Galton**  
(1822. – 1911.)



**Karl Pearson**  
(1857. – 1936.)

# Teorijske osnove

---

Pearsonov koeficijent korelacije može se izračunati i iz originalnih (necentriranih) rezultata pomoću formule

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}\right)\left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}\right)}}$$

gdje je

$x_i$  - rezultat entiteta  $i$  u varijabli  $x$

$y_i$  - rezultat entiteta  $i$  u varijabli  $y$

$n$  - broj entiteta

Ako se rezultati ispitanika u varijablama  $x$  i  $y$  standardiziraju, onda formula poprima sljedeći oblik

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (z_{x_i} z_{y_i})}{n}$$

gdje je

$z_{x_i}$  - standardizirani rezultat entiteta  $i$  u varijabli  $x$

$z_{y_i}$  - standardizirani rezultat entiteta  $i$  u varijabli  $y$

$n$  - broj entiteta

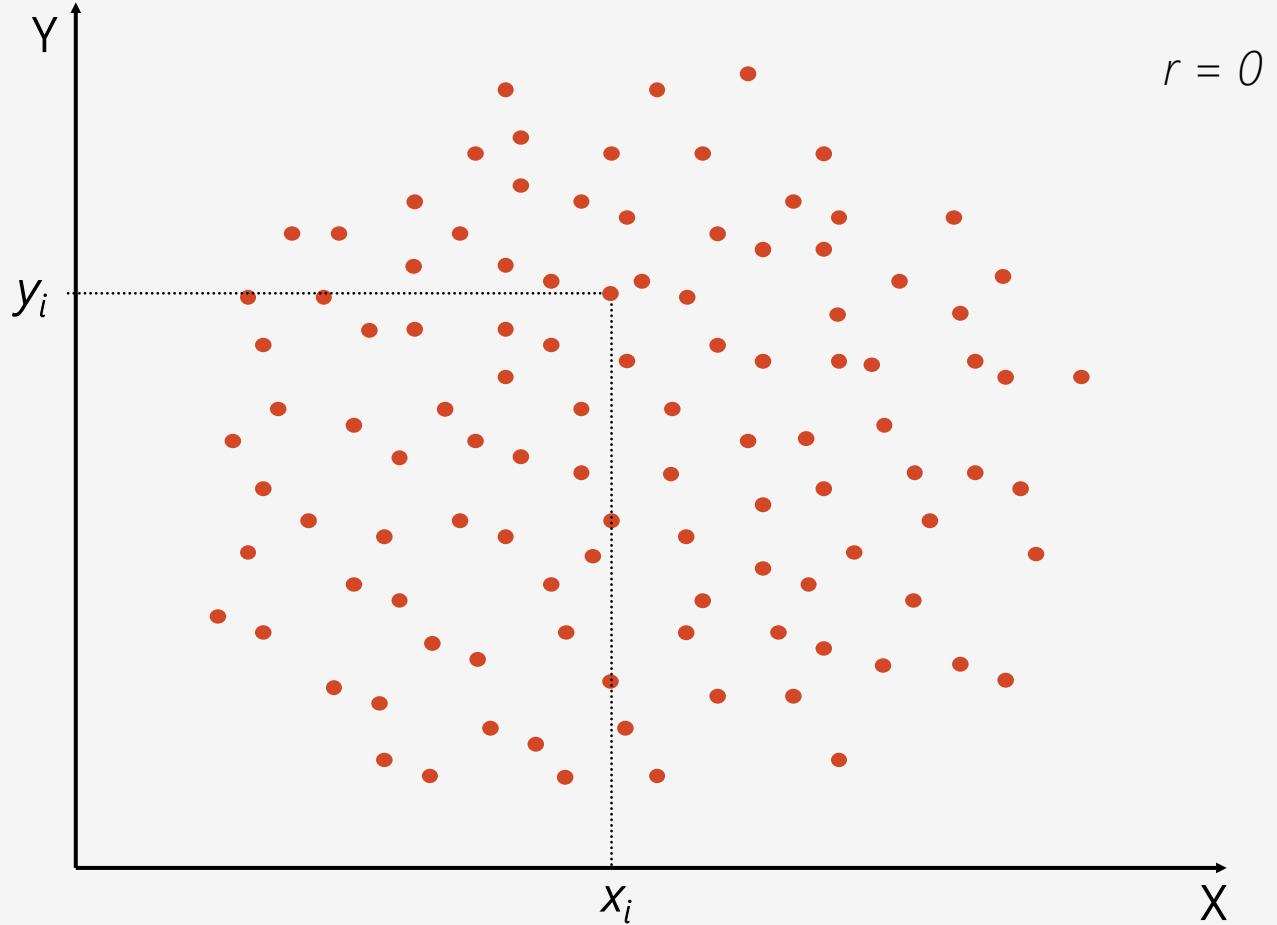
Pearsonov koeficijent korelacije (izračunat bilo kojim postupkom) uvijek se nalazi u intervalu od -1 do 1.

# Teorijske osnove

---

Dvodimenzionalni *koreacijski dijagram* je grafički način prikazivanja povezanosti rezultata dviju varijabli, a iscrtava se na način da se za svakog ispitanika odredi položaj u koordinatnom sustavu pri čemu se položaj na apscisi određuje sukladno rezultatu ispitanika u jednoj varijabli, a položaj na ordinati sukladno rezultatu u drugoj varijabli.

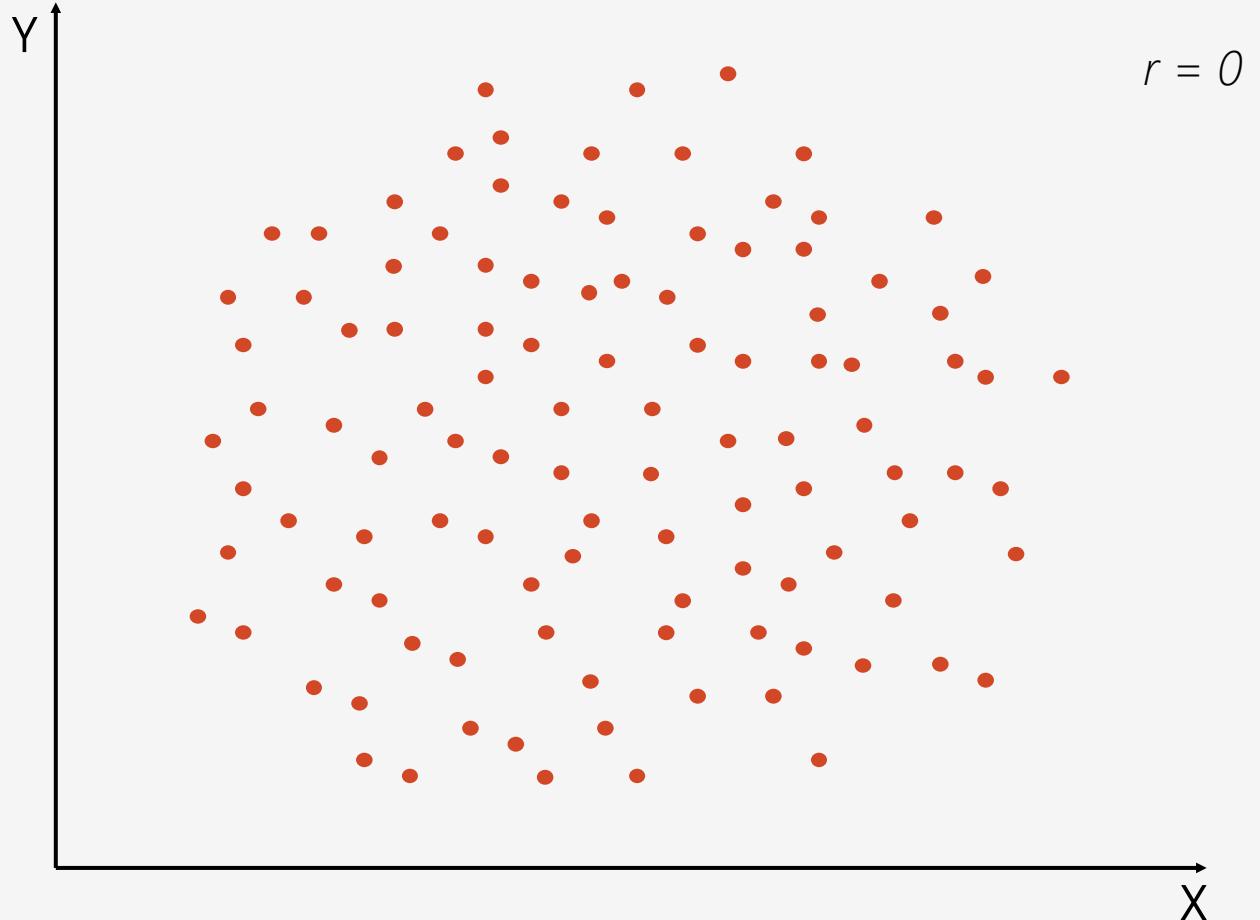
Oblik koreacijskog dijagrama zavisan je o smjeru i veličini povezanosti varijabli, odnosno o predznaku i veličini koeficijenta korelacije.



# Teorijske osnove

---

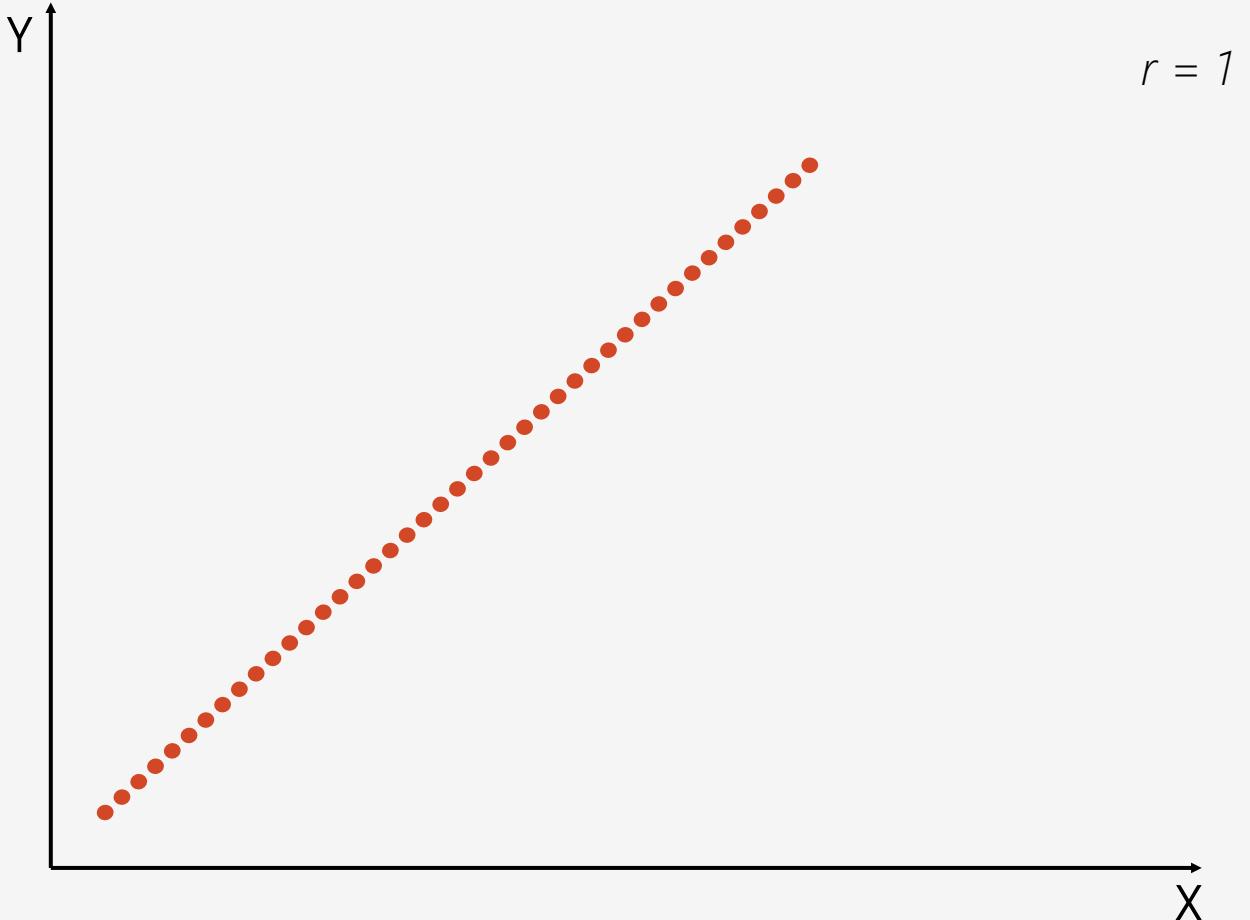
*Nulta korelacija* ( $r=0$ ) označava takav odnos između dviju varijabli u kojem svakom rezultatu u jednoj varijabli može odgovarati bilo koji rezultat u drugoj varijabli.



# Teorijske osnove

---

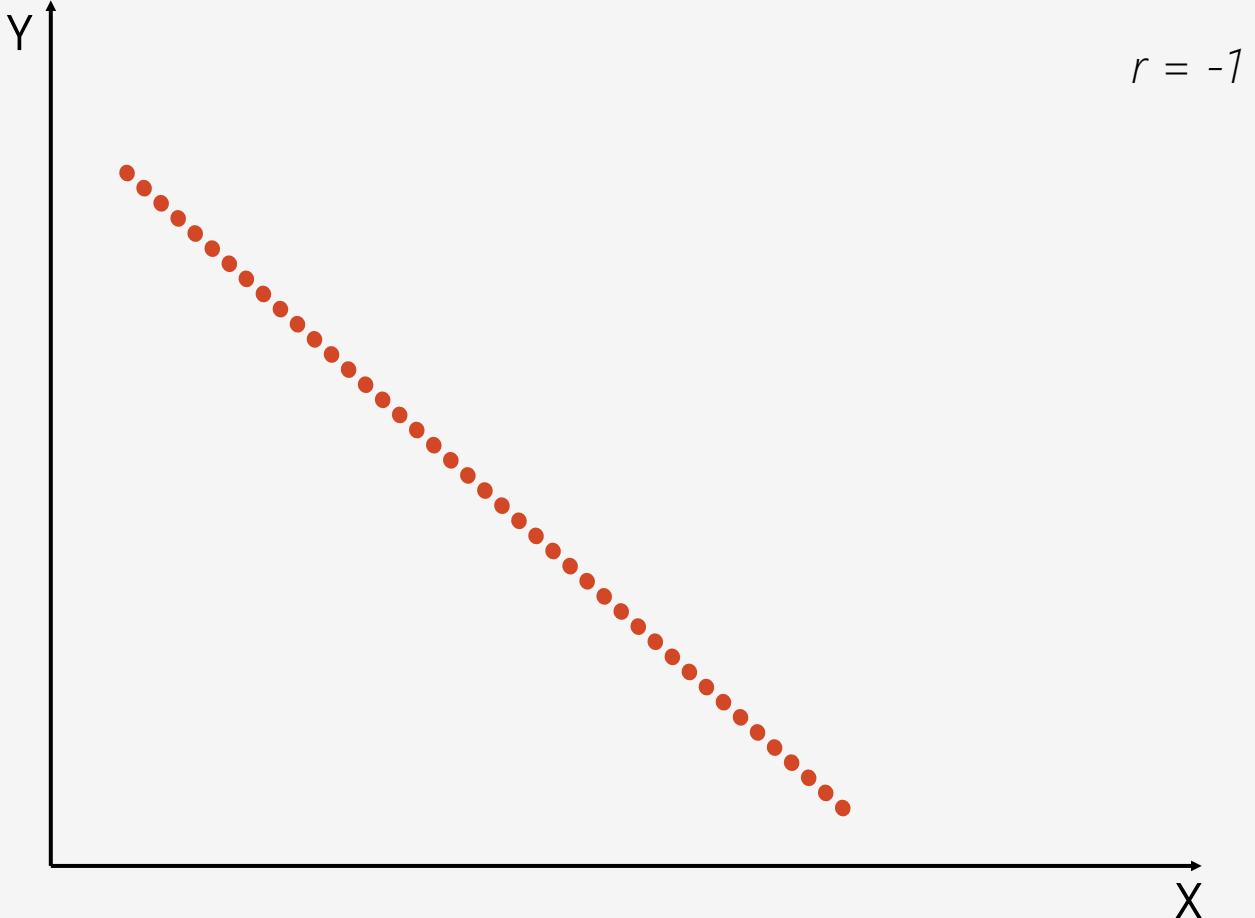
*Potpuna pozitivna korelacija* ( $r=1$ ) označava takav odnos između dviju varijabli u kojem svakom iznadprosječnom rezultatu u jednoj varijabli odgovara jednako iznadprosječan rezultat u drugoj varijabli, odnosno svakom ispodprosječnom rezultatu u jednoj varijabli odgovara jednako ispodprosječan rezultat u drugoj varijabli.



# Teorijske osnove

---

*Potpuna negativna korelacija* ( $r=-1$ ) označava takav odnos između dviju varijabli u kojem svakom iznadprosječnom rezultatu u jednoj varijabli odgovara jednako ispodprosječan rezultat u drugoj varijabli, odnosno svakom ispodprosječnom rezultatu u jednoj varijabli odgovara jednako iznadprosječan rezultat u drugoj varijabli.

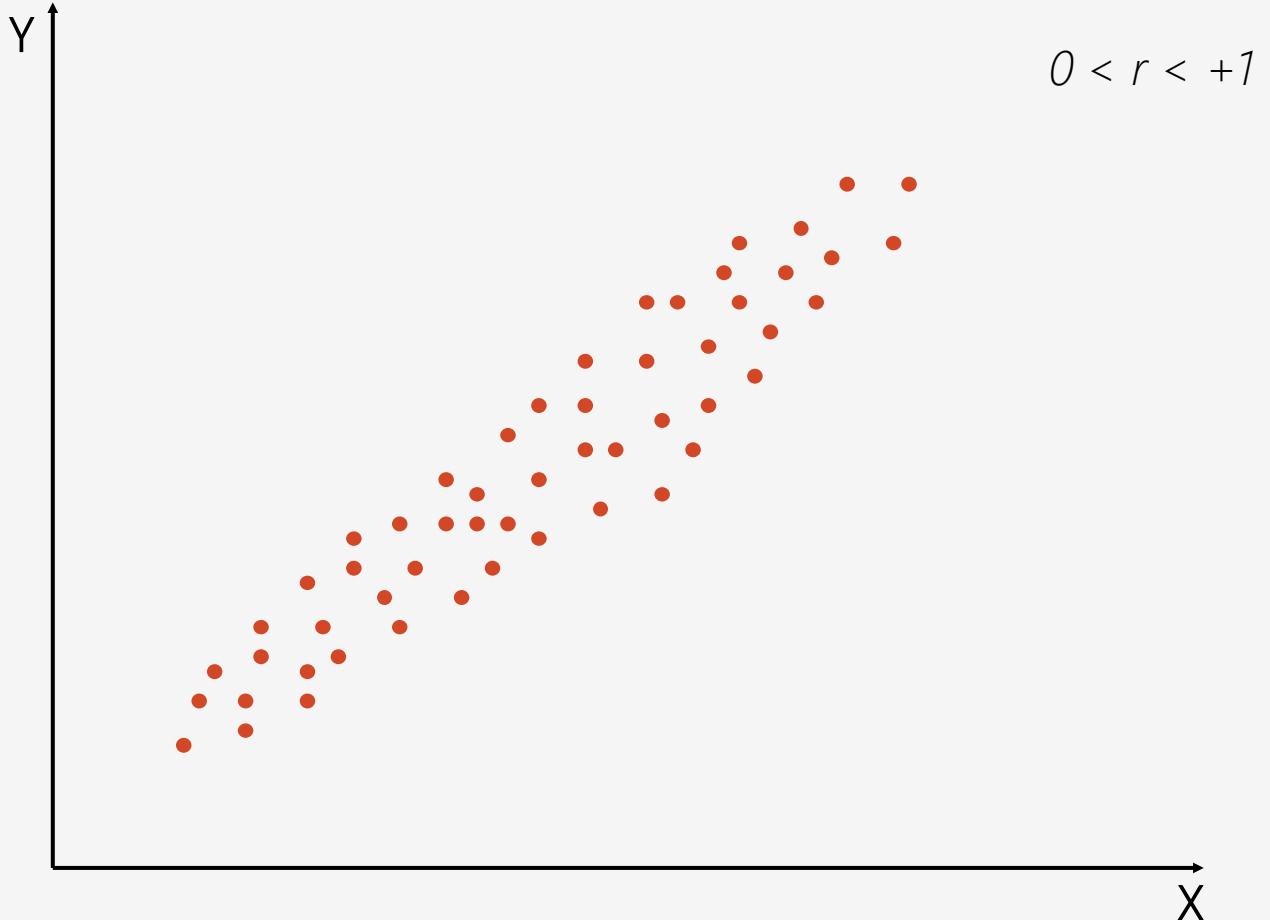


# Teorijske osnove

---

*Nepotpuna pozitivna korelacija* ( $0 < r < 1$ )

označava takav odnos između dviju varijabli u kojem svakom iznadprosječnom rezultatu u jednoj varijabli najvjerojatnije odgovara jednako iznadprosječan rezultat u drugoj varijabli, odnosno svakom ispodprosječnom rezultatu u jednoj varijabli najvjerojatnije odgovara jednako ispodprosječan rezultat u drugoj varijabli.

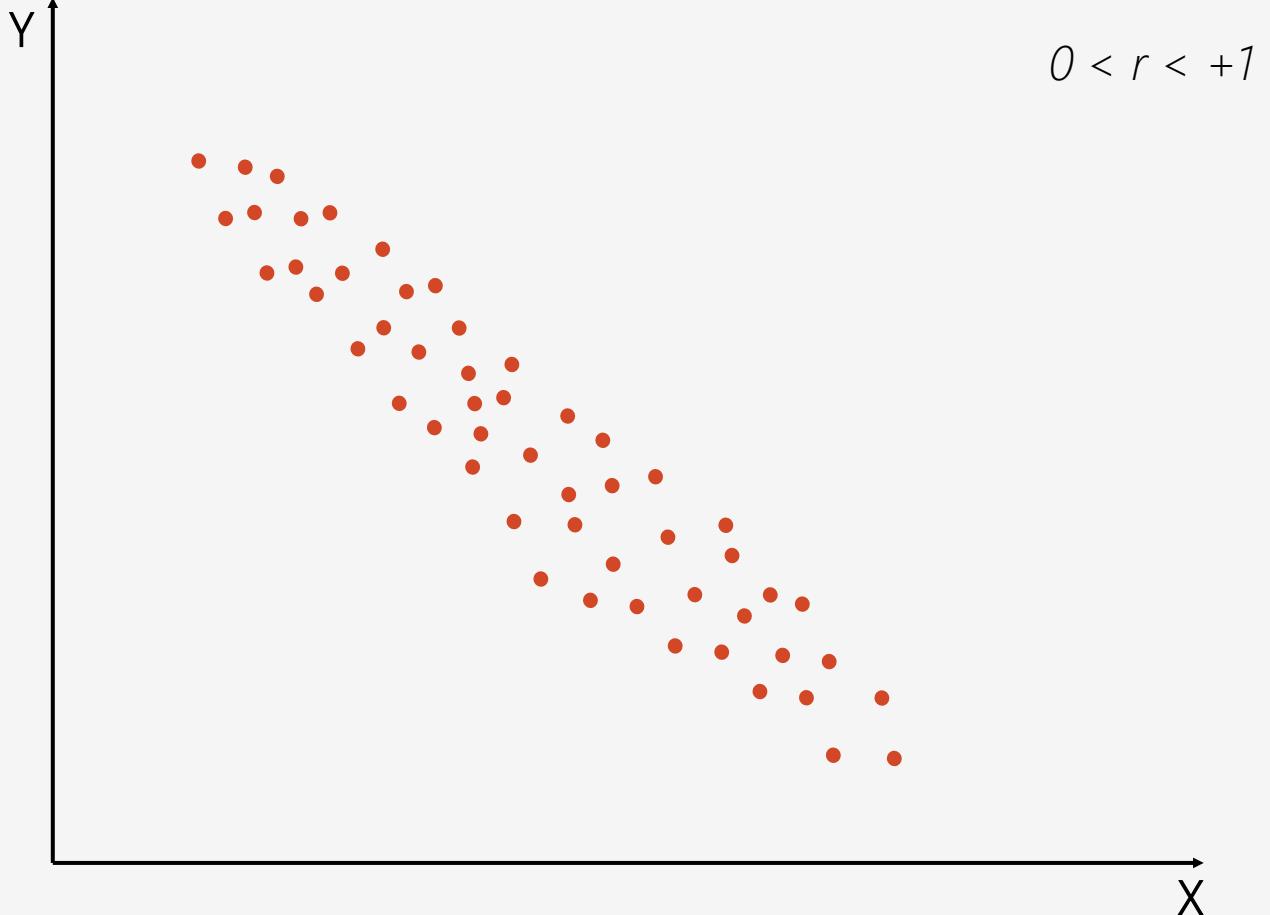


# Teorijske osnove

---

*Nepotpuna negativna korelacija* ( $0 > r > -1$ )

označava takav odnos između dviju varijabli u kojem svakom iznadprosječnom rezultatu u jednoj varijabli najvjerojatnije odgovara jednako ispodprosječan rezultat u drugoj varijabli, odnosno svakom ispodprosječnom rezultatu u jednoj varijabli najvjerojatnije odgovara jednako iznadprosječan rezultat u drugoj varijabli.



# Teorijske osnove

---

Ako se povezanost između dviju varijabli utvrđuje na uzorku ispitanika, potrebno je testirati statističku značajnost koeficijenta korelacije odnosno utvrditi vjerojatnost da se korelacija nije dogodila slučajno. Pri testiranju statističke značajnosti koeficijenta korelacije moguće je postaviti sljedeće hipoteze

$H_0: r=0$  - korelacija nije statistički značajna uz pogrešku  $p$

$H_1: r \neq 0$  - korelacija je statistički značajna uz pogrešku  $p$

Statistička značajnost koeficijenta korelacije testira se putem t-distribucije pri čemu se kritična  $t$  vrijednost određuje na temelju pogreške statističkog zaključka  $p$  i broja stupnjeva slobode  $df=n-2$ . Vrijednost koja se uspoređuje s kritičnom t-vrijednosti izračunava se formulom

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

gdje je  
 $t$  - vrijednost koja se distribuira prema t-distribuciji za  $df=n-2$   
 $r$  - koeficijent korelacije  
 $n$  - broj entiteta

Iz prethodno navedene formule moguće je uočiti kako je vjerojatnost da se korelacija u uzorku dogodila slučajno iako u populaciji ne postoji manja što je broj entiteta u uzorku veći i što je apsolutna vrijednost izračunate korelacije veća.

# Teorijske osnove

---

Rezultati korelacijske analize najčešće se prikazuju pomoću **korelacijske matrice**. U dijagonali korelacijske matrice su varijance varijabli, a izvandijagonalni elementi su korelacije svake varijable sa svakom. Korelacijska matrica je simetrična što znači da se koeficijent korelacije između svake dvije varijable nalazi i s gornje i s donje strane glavne dijagonale.

Formalni prikaz korelacijske matrice s četiri varijable

	v1	v2	v3	v4
v1	1	$r_{v1,v2}$	$r_{v1,v3}$	$r_{v1,v4}$
v2	$r_{v2,v1}$	1	$r_{v2,v3}$	$r_{v2,v4}$
v3	$r_{v3,v1}$	$r_{v3,v2}$	1	$r_{v3,v4}$
v4	$r_{v4,v1}$	$r_{v4,v2}$	$r_{v4,v3}$	1

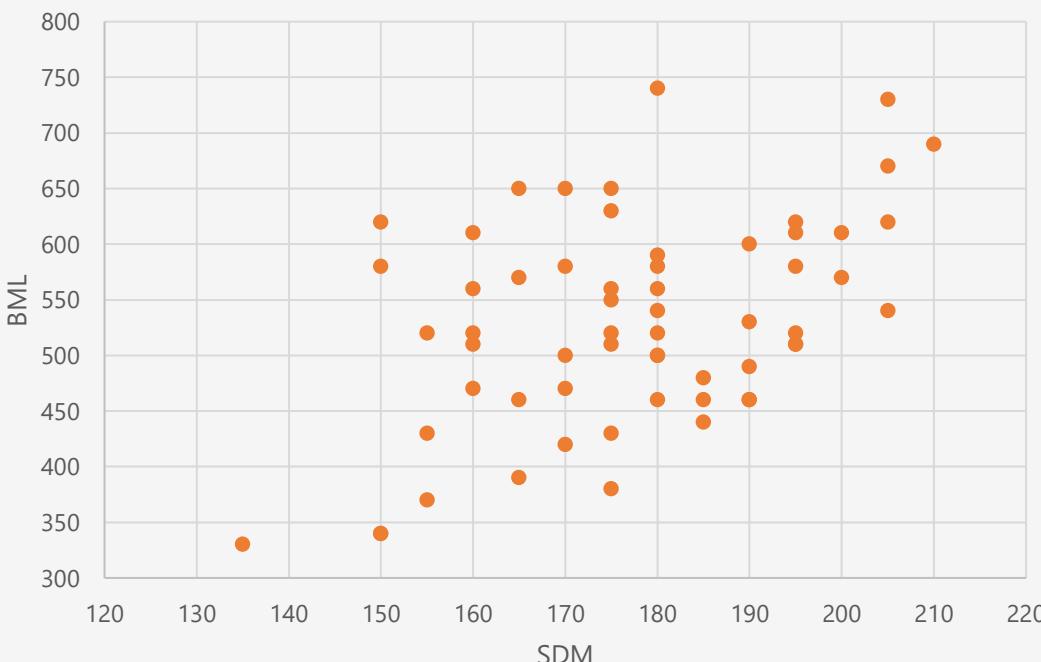
**Primjer:** U korelacijskoj matrici prikazani su Pearsonovi koeficijenti korelacije između četiri motorička testa. Označene korelacije su statistički značajne uz pogrešku  $p=0,05$ )

	ONT	OUZ	NEB	SKL
ONT	1	0,66*	-0,36*	-0,35*
OUZ	0,66*	1	-0,21	-0,62*
NEB	-0,36*	-0,21	1	0,15
SKL	-0,35*	-0,62*	0,15	1

# Microsoft Excel

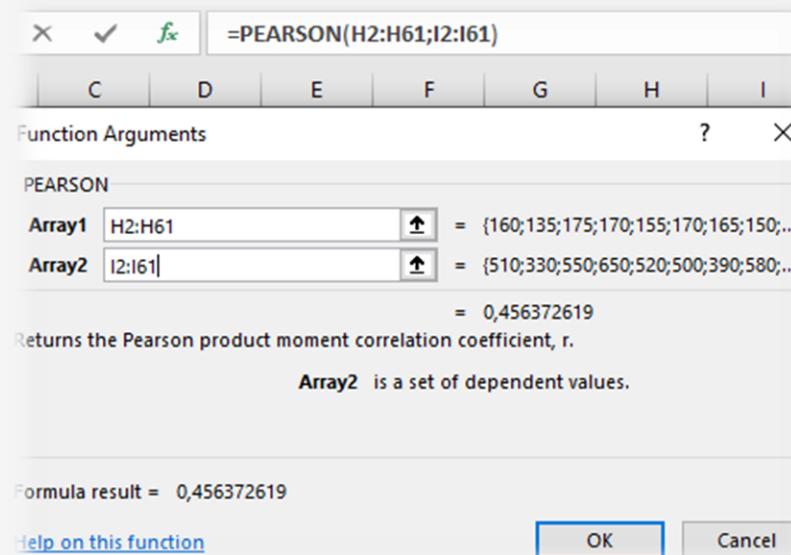


Zadatak 1: U datoteci *JUDO3F.xls* izračunajte koliki je Pearsonov koeficijent korelacije između varijabli *SDM* i *BML* te kreirajte koreacijski dijagram (*Scatter plot*).



1

Izračunavanje Pearsonovog koeficijenta korelacije vrši se pomoću funkcije **PEARSON**. Funkcija se unosi u označeno polje odabirom opcije *Function...* Putem traka *Array1* i *Array2* potrebno je definirati niz podataka prve, odnosno druge varijable.



# Deskriptivna analiza promjena

# Deskriptivna analiza promjena

---

Deskriptivna analiza promjena je skup postupaka za analizu grupnih ili individualnih promjena putem deskriptivnih statističkih parametara.

***Grupne promjene*** podrazumijevaju razlike u razini jedne ili više karakteristika grupe entiteta u dvije ili više vremenskih točaka.

***Individualne promjene*** podrazumijevaju razlike u razini jedne ili više karakteristika jednog entiteta u dvije ili više vremenskih točaka.

# Deskriptivna analiza grupnih promjena

---

*Primjeri 1:* Na nekoj grupi polaznika fitnes centra primijenjen je tromjesečni program za povećanje mišićne mase. Korisnicima programa je izmjerena tjelesna masa prije početka programa ( $x_1$ ) i po završetku provođenja programa ( $x_2$ ) te je za svakog ispitanika izračunata razlika između inicijalnog i finalnog stanja tjelesne mase ( $d$ ).

Izračunati su sljedeći deskriptivni parametri: aritmetička sredina ( ), standardna devijacija (s), minimum ( $min$ ), maksimum ( $max$ ), totalni raspon ( $R$ ), korelacija varijabli inicijalnog i finalnog stanja ( $r_{x1,x2}$ ) i korelacija varijabli inicijalnog stanja i promjene stanja ( $r_{x1,d}$ ).

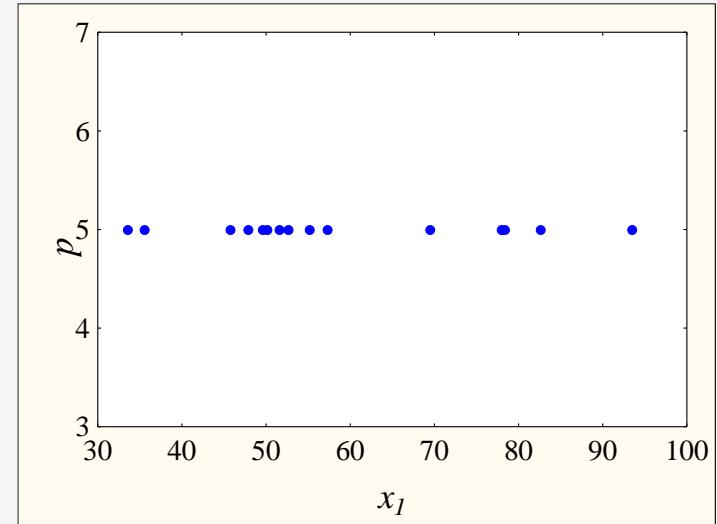
# Deskriptivna analiza grupnih promjena

Deskriptivna analiza grupnih promjena - primjer 1:

$x_1$	$x_2$	$d$
82,61	87,61	5,00
93,51	98,51	5,00
78,46	83,46	5,00
55,14	60,14	5,00
49,65	54,65	5,00
45,82	50,82	5,00
50,21	55,21	5,00
51,65	56,65	5,00
69,45	74,45	5,00
57,32	62,32	5,00
35,62	40,62	5,00
47,95	52,95	5,00
33,65	38,65	5,00
52,69	57,69	5,00
77,95	82,95	5,00

		s	min	max	R	$r_{x1,x2}$	$r_{x1,d}$
x1	58,77	17,63	33,65	93,51	59,86		
x2	63,77	17,63	38,65	98,51	59,86	1	0
d	5	0	5	5	0		

Tjelesna masa svakog od sudionika programa povećala se za 5 kilograma. Program je bio primijeren za povećanje tjelesne mase svih ispitanika.

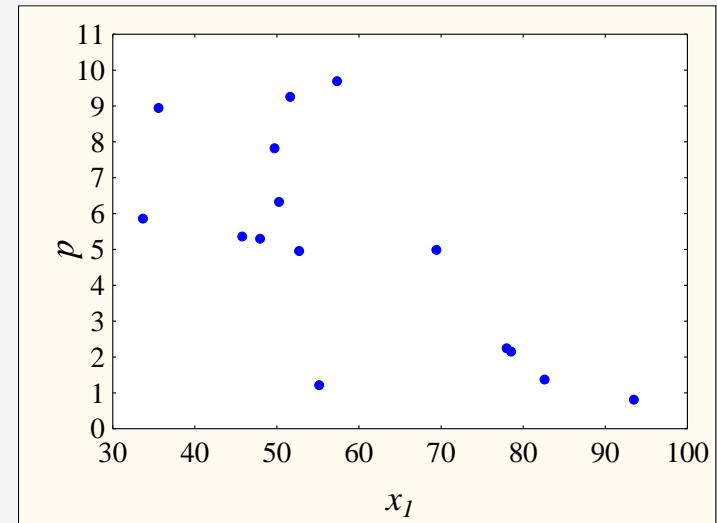


# Deskriptivna analiza grupnih promjena

Deskriptivna analiza grupnih promjena - primjer 2:

$x_1$	$x_2$	$d$
82,61	83,98	1,37
93,51	94,31	0,80
78,46	80,62	2,16
55,14	56,36	1,22
49,65	57,47	7,82
45,82	51,19	5,37
50,21	56,54	6,33
51,65	60,91	9,26
69,45	74,45	5,00
57,32	67,00	9,68
35,62	44,56	8,94
47,95	53,24	5,29
33,65	39,51	5,86
52,69	57,64	4,95
77,95	80,21	2,26

		s	min	max	R	$r_{x1,x2}$	$r_{x1,d}$
x1	58,77	17,63	33,65	93,51	59,86		
x2	63,86	15,67	39,51	94,31	54,80	0,99	-0,7
d	5,08	3,01	0,80	9,68	8,88		



Tjelesna masa sudionika programa u prosjeku se povećala za 5,08 kilograma. Program je imao veći učinak na povećanje tjelesne mase ispitanika manje početne tjelesne mase.

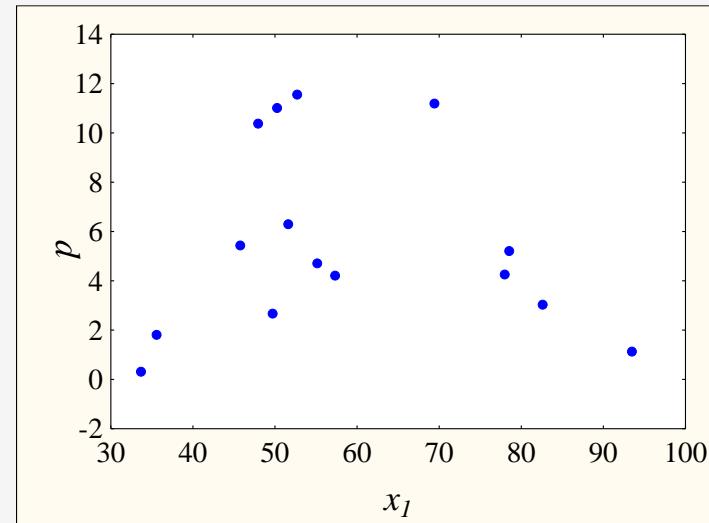
# Deskriptivna analiza grupnih promjena

Deskriptivna analiza grupnih promjena - primjer 3:

$x_1$	$x_2$	$d$
82,61	85,65	3,04
93,51	94,62	1,11
78,46	83,65	5,19
55,14	59,84	4,70
49,65	52,34	2,69
45,82	51,26	5,44
50,21	61,24	11,03
51,65	57,95	6,30
69,45	80,65	11,20
57,32	61,53	4,21
35,62	37,45	1,83
47,95	58,31	10,36
33,65	33,95	0,30
52,69	64,25	11,56
77,95	82,21	4,26

		s	min	max	R	$r_{x_1,x_2}$	$r_{x_1,d}$
x1	58,77	17,63	33,65	93,51	59,86		
x2	64,32	17,73	33,95	94,62	60,67	0,98	-0,08
d	5,54	3,79	0,30	11,56	11,26		

Tjelesna masa sudionika programa u prosjeku se povećala za 5,54 kilograma. Program je imao neravnomjeren učinak na povećanje tjelesne mase ispitanika.



# Deskriptivna analiza grupnih promjena

---

Deskriptivna analiza grupnih promjena - primjeri 1-3:

$x_1$	${}_1x_2$	${}_2x_2$	${}_3x_2$	$d_1$	$d_2$	$d_3$
33,65	38,65	39,51	33,95	5,00	5,86	0,30
35,62	40,62	44,56	37,45	5,00	8,94	1,83
45,82	50,82	51,19	51,26	5,00	5,37	5,44
47,95	52,95	53,24	58,31	5,00	5,29	10,36
49,65	54,65	57,47	52,34	5,00	7,82	2,69
50,21	55,21	56,54	61,24	5,00	6,33	11,03
51,65	56,65	60,91	57,95	5,00	9,26	6,30
52,69	57,69	57,64	64,25	5,00	4,95	11,56
55,14	60,14	56,36	59,84	5,00	1,22	4,70
57,32	62,32	67,00	61,53	5,00	9,68	4,21
69,45	74,45	74,45	80,65	5,00	5,00	11,20
77,95	82,95	80,21	82,21	5,00	2,26	4,26
78,46	83,46	80,62	83,65	5,00	2,16	5,19
82,61	87,61	83,98	85,65	5,00	1,37	3,04
93,51	98,51	94,31	94,62	5,00	0,80	1,11

Nakon uzlaznog sortiranja entiteta prema rezultatima inicijalnog stanja lakše je uočiti eventualnu zavisnost učinka programa o inicijalnom stanju subjekta.

Aritmetička sredina varijable razlika između dvaju stanja opisuje efikasnost primjenjenog programa.

Standardna devijacija razlika između dvaju stanja opisuje variranje učinka primjenjenog programa među ispitanicima. Ako je cilj grupnih programa ravnomjeran napredak svih sudionika, velika standardna devijacija može upućivati na slabu primjerenošć programa pojedinim sudionicima. U interpretaciji variranja učinaka programa korisno je pregledati i minimalnu i maksimalnu vrijednost promjene stanja.

# Deskriptivna analiza grupnih promjena

---

Deskriptivna analiza grupnih promjena - primjeri 1-3:

$x_1$	$x_2$	$x_2$	$x_2$	$d_1$	$d_2$	$d_3$
33,65	38,65	39,51	33,95	5,00	5,86	0,30
35,62	40,62	44,56	37,45	5,00	8,94	1,83
45,82	50,82	51,19	51,26	5,00	5,37	5,44
47,95	52,95	53,24	58,31	5,00	5,29	10,36
49,65	54,65	57,47	52,34	5,00	7,82	2,69
50,21	55,21	56,54	61,24	5,00	6,33	11,03
51,65	56,65	60,91	57,95	5,00	9,26	6,30
52,69	57,69	57,64	64,25	5,00	4,95	11,56
55,14	60,14	56,36	59,84	5,00	1,22	4,70
57,32	62,32	67,00	61,53	5,00	9,68	4,21
69,45	74,45	74,45	80,65	5,00	5,00	11,20
77,95	82,95	80,21	82,21	5,00	2,26	4,26
78,46	83,46	80,62	83,65	5,00	2,16	5,19
82,61	87,61	83,98	85,65	5,00	1,37	3,04
93,51	98,51	94,31	94,62	5,00	0,80	1,11

Ako je korelacija inicijalnog stanja i varijable razlika između dvaju stanja ( $r_{x1,d}$ ) jednaka nuli to znači da je primjenjeni program bio primijeren svim ispitanicima, nezavisno o njihovom inicijalnom stanju.

Što je korelacija bliža 1 , to je primjenjeni program primjerenoj ispitnicima s višim rezultatima inicijalnog stanja. Što je korelacija bliža -1 , to je primjenjeni program primjerenoj ispitnicima s nižim rezultatima inicijalnog stanja.

OPREZ kod analize obrnuto skaliranih varijabli!!!

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

Promjene stanja jednog subjekta analiziraju se putem *analize vremenskih nizova*.

*Dinamička analiza* ili *analiza vremenskih nizova* služi za analizu promjena stanja subjekta kroz određeno vremensko razdoblje. Pri tome se utvrđuje zavisnost stanja subjekta (zavisna varijabla) o vremenu provođenja programa (nezavisna varijabla).

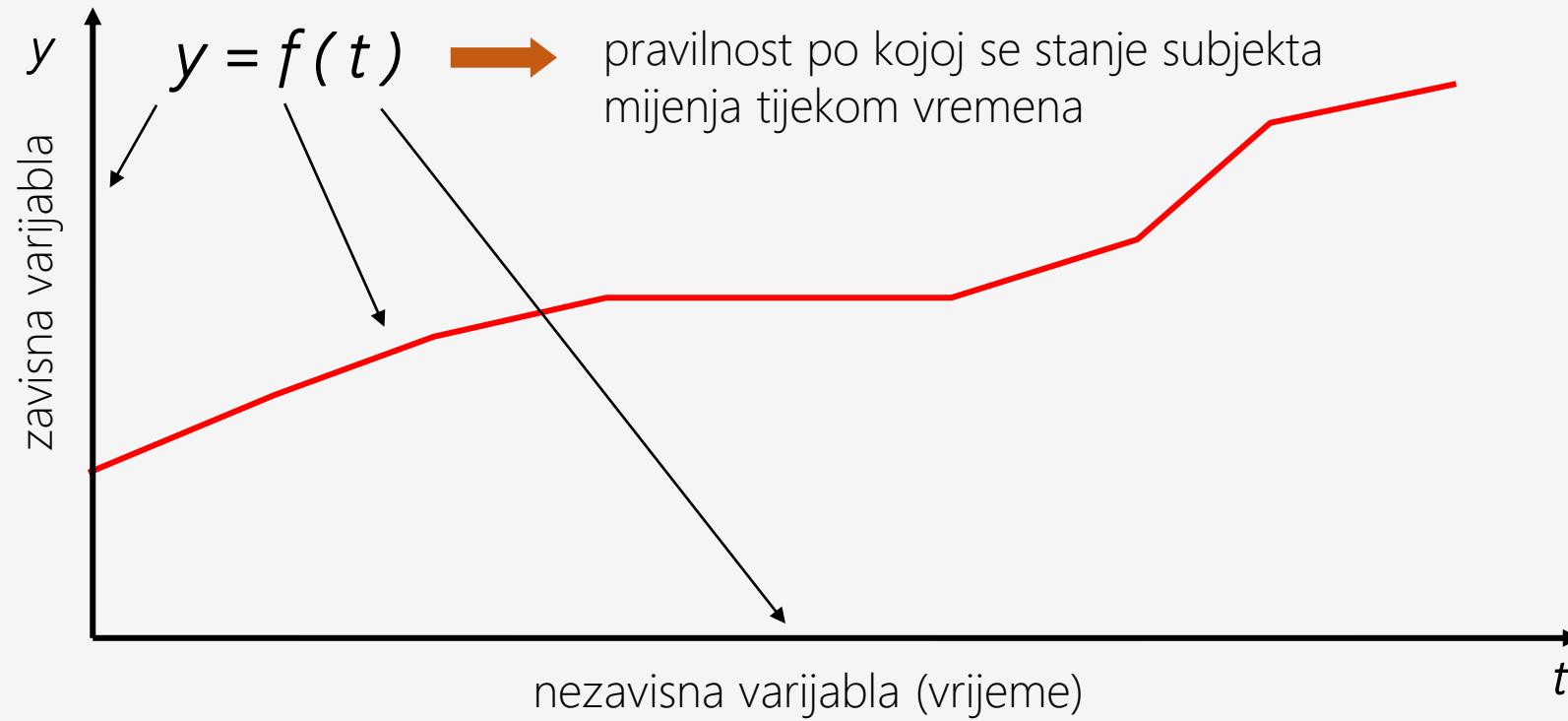
*Vremenski niz* je niz podataka o određenoj karakteristici subjekta prikupljenih u uzastopnim vremenskim točkama (npr. inicijalno stanje, prvo tranzitivno stanje, drugo tranzitivno stanje, finalno stanje).

Svrha analize vremenskih nizova je:

- *práćenje* vremenskog razvoja neke karakteristike subjekta
- *utvrđivanje zakonitosti* razvoja promatrane karakteristike
- *predviđanje* dalnjeg razvoja promatrane karakteristike.

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---



# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

Vremenski niz se može analizirati putem *pokazatelja dinamike s promjenjivom bazom* ili *pokazatelja dinamike sa stalnom bazom*.

*Pokazatelji dinamike s promjenjivom bazom* izražavaju odstupanje stanja subjekta u određenoj vremenskoj točki u odnosu na stanje u prethodnoj vremenskoj točki.

*Pokazatelji dinamike sa stalnom bazom* izražavaju odstupanje stanja subjekta u određenoj vremenskoj točki u odnosu na početno stanje.

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike s promjenjivom bazom

Apsolutna stopa promjene ( $\Delta y$ ) s promjenjivom bazom izražava razliku rezultata subjekta u određenoj vremenskoj točki od rezultata u prethodnoj vremenskoj točki, a izračunava se formulom

$$\Delta y_i = y_i - y_{i-1}$$

gdje je

- $y_i$  - rezultat subjekta u vremenskoj točki  $i$
- $i = 2, \dots, k$
- $k$  - broj vremenskih točaka

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike s promjenjivom bazom

Verižni indeks ( $V_i$ ) pokazuje koliko puta je rezultat subjekta u određenoj vremenskoj točki veći od rezultata u prethodnoj vremenskoj točki, a izračunava se formulom

$$V_i = \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdot 100$$

gdje je

- $y_i$  - rezultat subjekta u vremenskoj točki  $i$
- $i = 2, \dots, k$
- $k$  - broj vremenskih točaka

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike s promjenjivom bazom

Relativna stopa promjene ( $S_i$ ) s promjenjivom bazom izražava postotak promjene rezultata subjekta u određenoj vremenskoj točki u odnosu na rezultat u prethodnoj vremenskoj točki, a izračunava se formulom

$$S_i = \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdot 100 - 100 \quad \text{ili} \quad S_i = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} \cdot 100$$

gdje je

- $y_i$  - rezultat subjekta u vremenskoj točki  $i$
- $i = 2, \dots, k$
- $k$  - broj vremenskih točaka

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike s promjenjivom bazom

*Primjer:* Na nekom sportašu primijenjen je program za povećanje mišićne mase. Kroz vremenski period od 11 mjeseci praćeno je stanje sportaša pri čemu je tjelesna masa izmjerena prije početka programa (inicijalno stanje), svakih mjesec dana tijekom provođenja programa (10 tranzitivnih stanja) i po završetku programa (finalno stanje).

Izračunati su absolutni i relativni pokazatelji dinamike s promjenjivom bazom.

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike s promjenjivom bazom

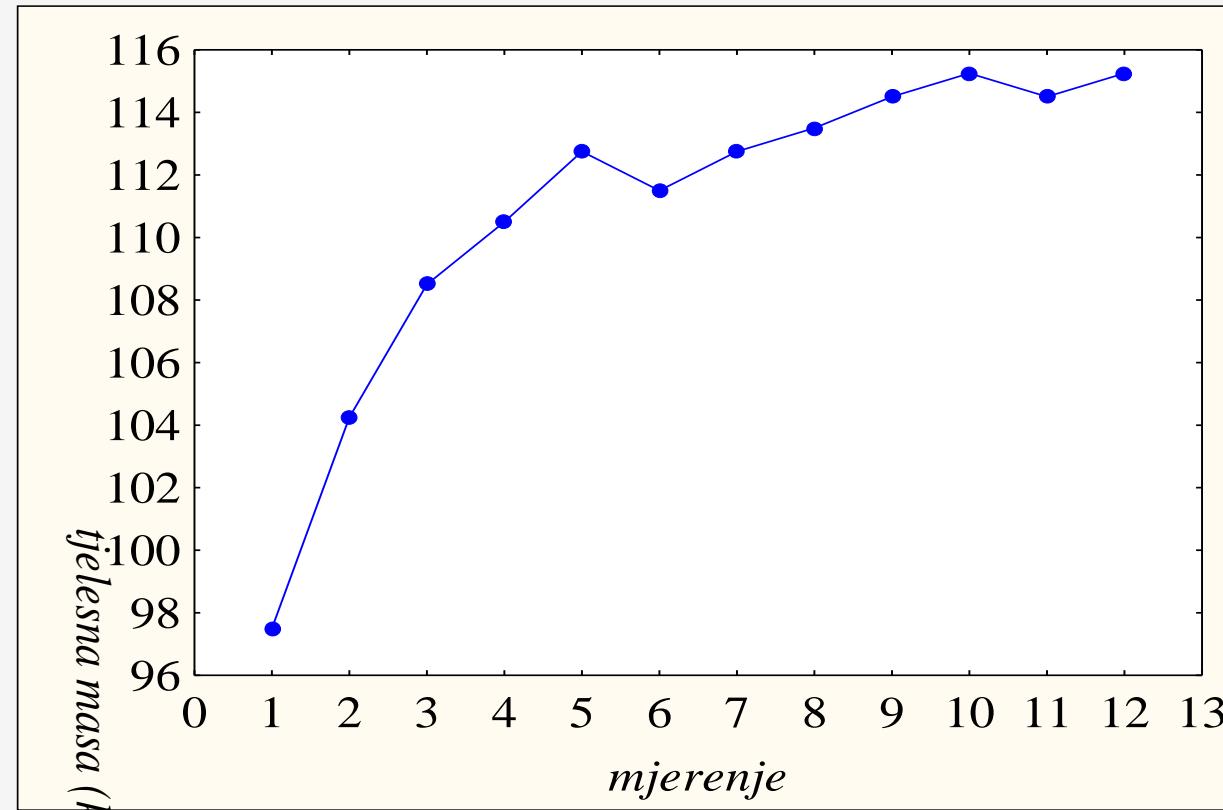
datum	mjerjenje	tjelesna masa (kg)	apsolutna stopa promjene	verižni indeks	relativna stopa promjene
01.01.2007.	1	97,5			
01.02.2007.	2	104,25	6,75	1,07	6,92
01.03.2007.	3	108,5	4,25	1,04	4,08
01.04.2007.	4	110,5	2	1,02	1,84
01.05.2007.	5	112,75	2,25	1,02	2,04
01.06.2007.	6	111,5	-1,25	0,99	-1,11
01.07.2007.	7	112,75	1,25	1,01	1,12
01.08.2007.	8	113,5	0,75	1,01	0,67
01.09.2007.	9	114,5	1	1,01	0,88
01.10.2007.	10	115,25	0,75	1,01	0,66
01.11.2007.	11	114,5	-0,75	0,99	-0,65
01.12.2007.	12	115,25	0,75	1,01	0,66

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike s promjenjivom bazom

(Prikaz promjena tjelesne mase kroz vrijeme putem linijskog grafikona)

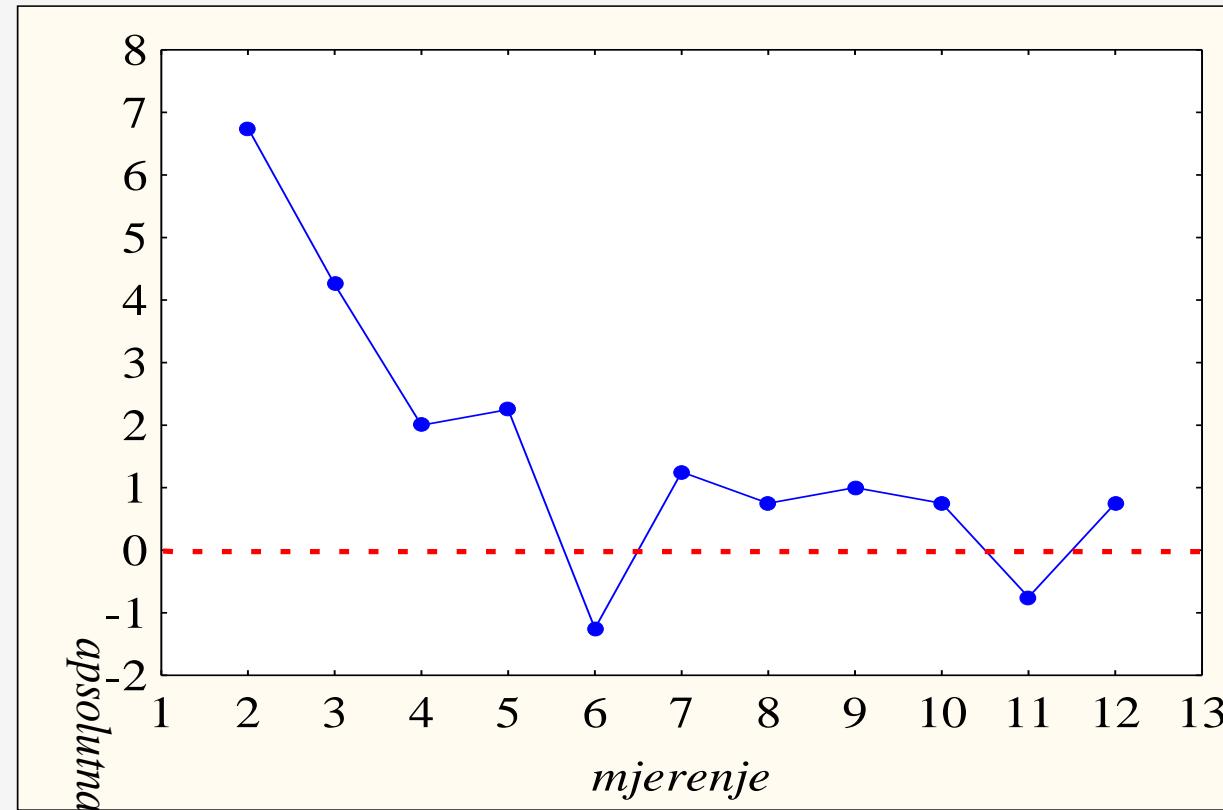


# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike s promjenjivom bazom

(Prikaz variranja absolutne stope promjene s promjenjivom bazom kroz vrijeme putem linijskog grafikona)



# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike sa stalnom bazom

Apsolutna stopa promjene ( $\Delta y$ ) sa stalnom bazom izražava razliku rezultata subjekta u određenoj vremenskoj točki od rezultata u početnoj vremenskoj točki, a izračunava se formulom

$$\Delta y_i = y_i - y_1$$

gdje je

- $y_i$  - rezultat subjekta u vremenskoj točki  $i$
- $i = 2, \dots, k$
- $k$  - broj vremenskih točaka

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike sa stalnom bazom

Bazni indeks ( $I_i$ ) pokazuje koliko puta je rezultat subjekta u određenoj vremenskoj točki veći od rezultata u početnoj vremenskoj točki, a izračunava se formulom

$$I_i = \frac{y_i}{y_1}$$

gdje je

- $y_i$  - rezultat subjekta u vremenskoj točki  $i$
- $i = 2, \dots, k$
- $k$  - broj vremenskih točaka

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike sa stalnom bazom

Relativna stopa promjene ( $S_i$ ) sa stalnom bazom izražava postotak promjene rezultata subjekta u određenoj vremenskoj točki u odnosu na rezultat u početnoj vremenskoj točki, a izračunava se formulom

$$S_i = \frac{y_i}{y_1} \cdot 100 - 100 \quad \text{ili} \quad S_i = \frac{y_i - y_1}{y_1} \cdot 100$$

gdje je

- $y_i$  - rezultat subjekta u vremenskoj točki  $i$
- $i = 2, \dots, k$
- $k$  - broj vremenskih točaka

# Deskriptivna analiza individualnih promjena

---

## Pokazatelji dinamike sa stalnom bazom

datum	mjerenje	tjelesna masa (kg)	apsolutna stopa promjene	bazni indeks	relativna stopa promjene
01.01.2007.	1	97,5			
01.02.2007.	2	104,25	6,75	1,07	6,92
01.03.2007.	3	108,5	11	1,11	11,28
01.04.2007.	4	110,5	13	1,13	13,33
01.05.2007.	5	112,75	15,25	1,16	15,64
01.06.2007.	6	111,5	14	1,14	14,36
01.07.2007.	7	112,75	15,25	1,16	15,64
01.08.2007.	8	113,5	16	1,16	16,41
01.09.2007.	9	114,5	17	1,17	17,44
01.10.2007.	10	115,25	17,75	1,18	18,21
01.11.2007.	11	114,5	17	1,17	17,44
01.12.2007.	12	115,25	17,75	1,18	18,21

# Microsoft Excel

---



**Zadatak 1:** U datoteci *POD.xls* izračunajte prosječnu promjenu stanja tjelesne mase ispitanika između inicijalnog mjerjenja (*ATT\_I*) i finalnog mjerjenja (*ATT\_F*). Utvrdite da li je program jednako djelovao na tjelesnu masu svih ispitanika!



**Zadatak 2:** U datoteci *POD.sta* izračunajte promjenu tjelesne mase između inicijalnog (*ATT\_I*) i finalnog mjerjenja (*ATT\_F*) za sve ispitanike. Utvrdite da li je učinak programa zavisio o inicijalnom stanju tjelesne mase ispitanika!

1

Izračunavanje deskriptivnih pokazatelja u svrhu analize grupnih promjena vrši se pomoću funkcija: *Average* (aritmetička sredina), *Min* (minimum), *Max* (maksimum) i *Stdev* (standardna devijacija). Funkcija se unosi u označeno polje matrice odabirom opcije *Function...* padajućeg izbornika *Insert*.

2

Izračunavanje Pearsonovog koeficijenta korelacije u svrhu analize grupnih promjena se vrši pomoću funkcije *Pearson*. Putem traka *Array1* i *Array2* potrebno je definirati niz podataka prve, odnosno druge varijable. Funkcija se unosi u označeno polje matrice odabirom opcije *Function...* padajućeg izbornika *Insert*.

# Microsoft Excel

---



Zadatak 3: U datoteci *TREND.xls* izračunajte verižne i bazne indekse te absolutne i relativne stope promjene s promjenjivom i stalnom bazom za vremenski niz podataka o tjelesnoj masi ispitanika (*TEZ*)!

3

U svrhu izračunavanja pokazatelja dinamike s promjenjivom ili stalnom bazom formula za izračunavanje vrijednosti označenog polja unosi se u traku *fx* (npr.  $=C3/C2$ ). Pri unosu formula za izračunavanje pokazatelja dinamike sa stalnom bazom korisno je upotrijebiti kombinirane adrese polja (npr.  $C\$2$  ako je bazna vremenska točka u drugom retku matrice).

# Osnovni kinezometrijski pojmovi

# Osnovni kineziometrijski pojmovi

---

**Kineziometrija** (*kinezis* – kretanje, *metrija* – mjerjenje) - predstavlja znanstvenu disciplinu koja se bavi problemima mjerjenja u kineziologiji.

**Mjerenje** operacija kojom se nekom objektu pridružije oznaka ili numerička vrijednost koja odgovara razvijenosti mjerene karakteristike, odnosno određivanje pozicije subjekta ili objekta na nekoj od mjernih ljestvica.

**Direktno mjerjenje** – predmet mjerjenja i mjerna jedinica imaju ista svojstva. Mjeri se uspoređivanjem mjerenog svojstva s određenom veličinom tog istog svojstva koja se dogovorom odredi kao jedinica mjere (npr. metar, kilogram, sekunda...).

**Indirektno mjerjenje** - predmet mjerjenja i mjerna jedinica nemaju ista svojstva. Npr. veličina električnog napona mjeri se veličinom otklona kazaljke na voltmetru, temperatura nekog objekta mjeri se visinom stupca žive u termometru.

# Osnovni kineziometrijski pojmovi

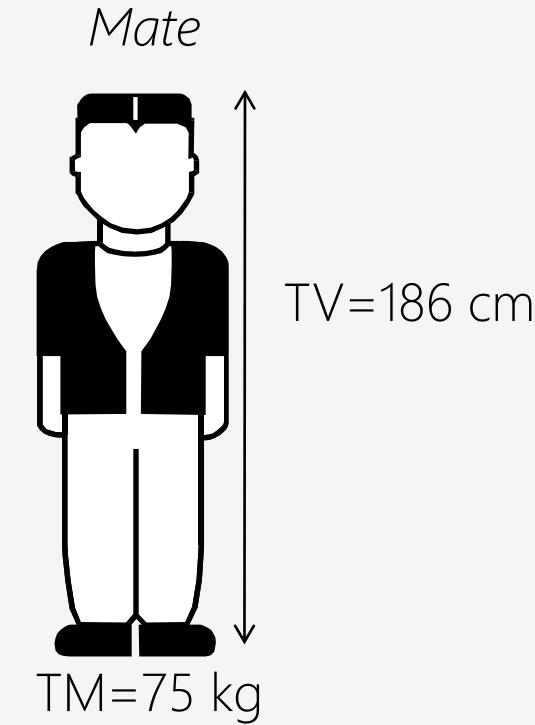
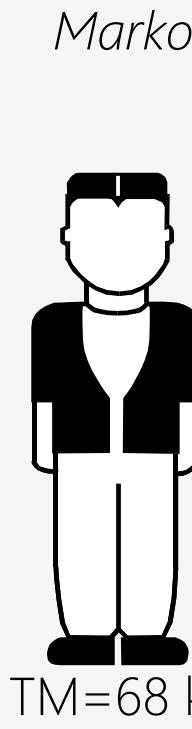
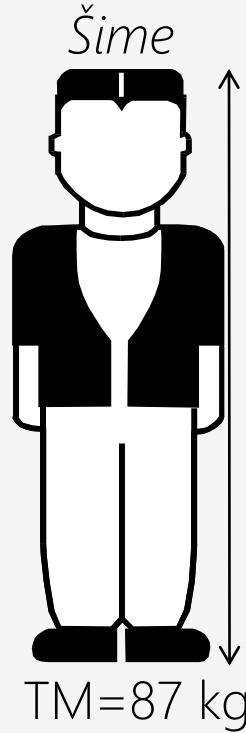
---

**Objekt mjerena** - u kineziološkim istraživanjima objekti mjernja (entiteti, ispitanici) najčešće se ljudi, ali mogu biti i sportske ekipe, poslovi u igri, itd. Općenito, objekti mjerena ili entiteti su nosioci informacija koje je moguće prikupiti (kvantificirati) nekim postupkom mjerena, a kojima se može opisati stanje nekog entiteta.

**Predmet mjerena** - predstavlja određeno svojstvo, obilježje, karakteristiku, osobinu, sposobnost nekog objekata. Valja naglasiti da su predmeti mjerena u kineziološkim istraživanjima najčešće latentini (skriveni), odnosno da nisu izravno mjerljivi, već se procjenjuju na temelju većeg broja mjerljivih manifestacija (pojavnih oblik).

# Osnovni kineziometrijski pojmovi

*Primjer:*



*Objekt mjerena* (entitet) - osoba

*Predmet mjerena* (varijabla) – tjelesna visina i tjelesna masa

# Osnovni kineziometrijski pojmovi

---

**Mjerilac** - osoba koja provodi mjerenje.

**Mjerna skala** - skup oznaka ili niz brojeva kojima je moguće opisati razvijenost mjerenoj svojstva nekog objekta mjerenja.



# Osnovni kineziometrijski pojmovi

---

**Nominalna mjerna skala** - nema kvantitativna svojstva niti kontinuitet, već se entiteti razvrstavaju u određene kategorije ili klase, pri čemu se vodi računa da su klase definirane jednoznačno, odnosno da svaki entitet može pripadati samo jednoj klasi. Rezultat mjerena je frekvencija objekata koji pripadaju određenoj klasi (npr. muško-žensko, položili-pali itd.). Za nominalnu skalu vrijede sljedeća pravila:

- određuje se da li je  $A=B$  ili  $A \neq B$
- ako je  $A=B$ , onda je i  $B=A$
- ako je  $A=B$ , a  $B=C$ , tada je  $A=C$ .

Pri tome je poredek kategorija koje izražavaju odgovarajući oblik mјerenog svojstva proizvoljan, odnosno oznake koje se pridružuju objektima (koje mogu biti i brojevi) nemaju kvantitativno značenje (ne izražavaju količinu mјerenog svojstva) i mogu se zamijeniti bilo kojim drugim skupom oznaka.

# Osnovni kineziometrijski pojmovi

---

*Ordinalna mjerna skala* - pored toga što određuje pripadnost pojedinih objekata nekoj klasi, određuje i njihov redoslijed, ali razlike između pojedinih klasa (vrijednosti) nisu jednake. Dakle, njome je moguće utvrditi je li neki objekt bolji od drugoga, ali ne i koliko je bolji (npr. redoslijed trkača na cilju neke utrke, školske ocjene itd). Za ordinalnu skalu, uz pravila koja su navedena za nominalnu skalu, vrijede i sljedeća pravila:

- ako je  $A \neq B$ , onda je  $A > B$  ili  $A < B$
- ako je  $A > B$ , onda  $B \neq A$
- ako je  $A > B$ , a  $B > C$ , tada je  $A > C$ .

# Osnovni kineziometrijski pojmovi

---

**Intervalna mjerna skala** - ima kvantitativna svojstva i kontinuitet. Osim što utvrđuju redoslijed, intervali uzduž skale su jednaki (ekvidistantni), a nulta vrijednost je određena dogovorom (primjerice, kod mjerenja temperature u °C, nulta vrijednost je određena kao temperatura pri kojoj se smrzava voda, kod z-vrijednosti nulta vrijednost predstavlja aritmetičku sredinu). Ova mjerna skala, osim što utvrđuje redoslijed, tj. je li neki objekt bolji od drugoga, utvrđuje i za koliko je bolji. Za intervalnu skalu, uz pravila koja su navedena za nominalnu i ordinalnu skalu, vrijedi i pravilo:

$$(A-B) + (B-C) = (A-C)$$

Ako je, primjerice, ispitanik A postigao na nekom testu rezultat 100, ispitanik B rezultat 50, a ispitanik C rezultat 25 onda je:  $(100-50) + (50-25) = (100-25)$ . Dakle, za uspoređivanje entiteta mjerih na ovoj skali možemo koristiti razlike, ali ne i omjere jer intervalna skala nema *apsolutnu nulu*. Apsolutna nula predstavlja vrijednost koja označava potpunu odsutnost mjerenog svojstva.

# Osnovni kineziometrijski pojmovi

**Primjer:** Objekt A ima temperaturu od  $90^{\circ}\text{C}$ , a objekt B od  $30^{\circ}\text{C}$ . Koliko je puta temperatura objekta A veća od objekta B?



Nije opravdano tvrditi da je temperatura objekta  $A=90^{\circ}\text{C}$  (Celsiusa) 3 puta veća od temperature objekta  $B=30^{\circ}\text{C}$  ( $90/30=3$ ) jer temperatura od  $0^{\circ}\text{C}$  ne predstavlja absolutnu nulu već je arbitrarno utvrđena (ledište vode). Naime, poznato je da fenomen temperature počinje sa  $-273,15^{\circ}\text{C}$  ili  $0\text{K}$  (Kelvina), što jest absolutna nula. Prema tome, temperatura objekta A nije 3 puta veća od temperature objekta B, već 1,2 puta ( $363,15/303,15 \approx 1,2$ ).

S obzirom na to da je vrijednost nulte točke arbitrarno određena, intervalna skala je invarijatna na sve linearne transformacije:

- dodavanje i oduzimanje konstante
- množenje i dijeljenje konstantom.

# Osnovni kineziometrijski pojmovi

---

***Omjerna mjerna skala*** - osim svih svojstava intervalne mjerne skale, *omjerna skala* ima još i absolutnu nulu (potpuna odsutnost mjerenog svojstva), odnosno, rezultati su izraženi od nulte vrijednosti pa jednaki brojčani odnosi (omjeri) znače i jednake odnose u mjerenoj pojavi (npr. mjerenje duljine, sile, vremena potrebnog za izvođenje neke aktivnosti). Za omjernu skalu, uz pravila koja su navedena za prethodne skale, vrijedi i pravilo:

$$A/B = nA/nB$$

Ako je ispitanik A u skoku udalj s mjesta postigao rezultat 300 cm, možemo reći da je 1,5 puta bolji od ispitanika B čiji je rezultat 200 cm ( $300/200=1,5$ ). Pomnože li se rezultati ispitanika A i B bilo kojom konstantom, omjer njihovih rezultata ostaje nepromijenjen ( $2 \cdot 300 / 2 \cdot 150 = 1,5$ ). Dakle, ova skala je invarijatna na množenje bilo kojom pozitivnom konstantom, dok dodavanje ili oduzimanje konstante nije dopušteno jer mijenja lokaciju nulte točke.

# Osnovni kineziometrijski pojmovi

---

	NOMINALNA	ORDINALNA	INTERVALNA	OMJERNA
Klasifikacija	DA	DA	DA	DA
Rangiranje	NE	DA	DA	DA
Udaljenost među entitetima	NE	NE	DA	DA
Apsolutna veličina mјerenog svojstva	NE	NE	NE	DA
Empirijska svojstva	identitet	redoslijed	jednakosti razlika	jednakosti omjera

# Osnovni kineziometrijski pojmovi

---

**Mjerni instrument ili test** - operator pomoću kojeg se vrši mjerjenje, a kojeg čine tehnička oprema potrebna za mjerjenje, jedan ili više mjeritelja i standardizirani postupak mjerjenja.

U kineziologiji se koriste sljedeći tipovi mjernih instrumenata:

- testovi tipa «papir-olovka»
- testovi tipa «aparatura za mjerjenje»
- testovi tipa «primjena motoričkog zadatka»
- testovi tipa «subjektivna procjena mjeritelja».

Većina mjerjenja u antropološkim znanostima obavlja se pomoću *kompozitnih mjernih instrumenata*.

**Kompozitni mjerni instrument** se sastoji od većeg čestica (engl. item), a koje mogu biti: pitanja/zadaci (papir-olovka), ponavljana mjerjenja (aparatura, motorički zadaci) i suci (subjektivna procjena). Tako dobiveni rezultati različitim se statističkim postupcima kondenziraju, a daljnje obrade provode se na kondenziranim rezultatima.

# Konstrukcija i vrste mjernih instrumenata

# Vrste mjerni instrumenti

---

*Mjerni instrument* ili *test* je operator pomoću kojeg se vrši mjerjenje, a kojeg čine tehnička oprema potrebna za mjerjenje, jedan ili više mjeritelja i standardizirani postupak mjerjenja.

U kinezijologiji se koriste sljedeći tipovi mjernih instrumenata:

- testovi tipa «papir-olovka»
- testovi tipa «aparatura za mjerjenje»
- testovi tipa «primjena motoričkog zadatka»
- testovi tipa «subjektivna procjena mjeritelja»

*Testovi tipa «papir-olovka»* su svi mjerni instrumenti koji informacije o svojstvima objekta mjerjenja prikupljaju putem unaprijed pripremljenog pisanog materijala (npr. testovi teorijskih znanja, upitnici za procjenu tjelesne aktivnosti, upitnici za subjektivnu procjenu zdravlja, testovi ličnosti, skale stavova, upitnici frekvencija za procjenu nutritivnih unosa, dnevničnici prehrane...).

# Vrste mjernih instrumenata

(Primjer: izvadak iz upitnika za procjenu tjelesne aktivnosti IPAQ)

## 1. DIO: AKTIVNOSTI NA RADNOM MJESTU

Prvi dio upitnika se odnosi na Vaše **radno mjesto**. Ono uključuje plaćeni i honorarni posao te volonterski ili neki drugi neplaćeni posao koji obavljate **izvan Vaše kuće**, a ne uključuje neplaćeni rad koji obavljate u kući i oko kuće kao što su kućanski poslovi, rad u vrtu, briga za obitelj, itd.. Kućanski poslovi će se ispitivati u 3. dijelu upitnika.

1. Jeste li trenutno zaposleni ili obavljate bilo kakav neplaćeni posao izvan Vaše kuće?

 Da Ne

→ **Prijedi na 2. DIO: PRIJEVOZ/TRANSPORT**

Slijedi niz pitanja o svim tjelesnim aktivnostima koje ste provodili u **zadnjih 7 dana** kao dio plaćenog ili neplaćenog posla koji obavljate na radnom mjestu. Ova pitanja ne uključuju putovanje na posao i s posla.

2. Tijekom zadnjih 7 dana, koliko ste dana provodili **visoko intenzivnu** tjelesnu aktivnost kao što su dizanje teških predmeta, kopanje i penjanje po stepenicama **u sklopu posla?** Prisjetite se samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida najmanje 10 minuta.

\_\_\_\_\_ dana u tjednu

 Nisam provodio takve tjelesne aktivnosti

vezane za posao



→ **Prijedi na pitanje 4.**

3. U danu kada ste na poslu uključeni u tjelesne aktivnosti **visokog intenziteta**, koliko ih vremena uobičajeno provodite?

\_\_\_\_\_ sati po danu

\_\_\_\_\_ minuta po danu

# Vrste mjernih instrumenata

---

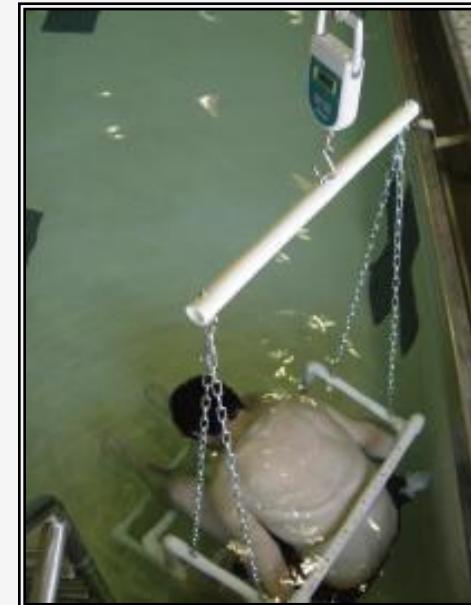
Mjerni instrumenti tipa «*aparatura za mjeranje*» kao osnovno sredstvo u prikupljanju informacija o svojstvima objekta mjerena koriste jedno ili više tehničkih pomagala (npr. spiroergometrijski testovi, elektromiografski testovi, dinamometrijski testovi, mjerni instrumenti za utvrđivanje dimenzija tijela, mjerni instrumenti za utvrđivanje sastava tijela, testovi u virtualnoj stvarnosti...)



Spiroergometrija



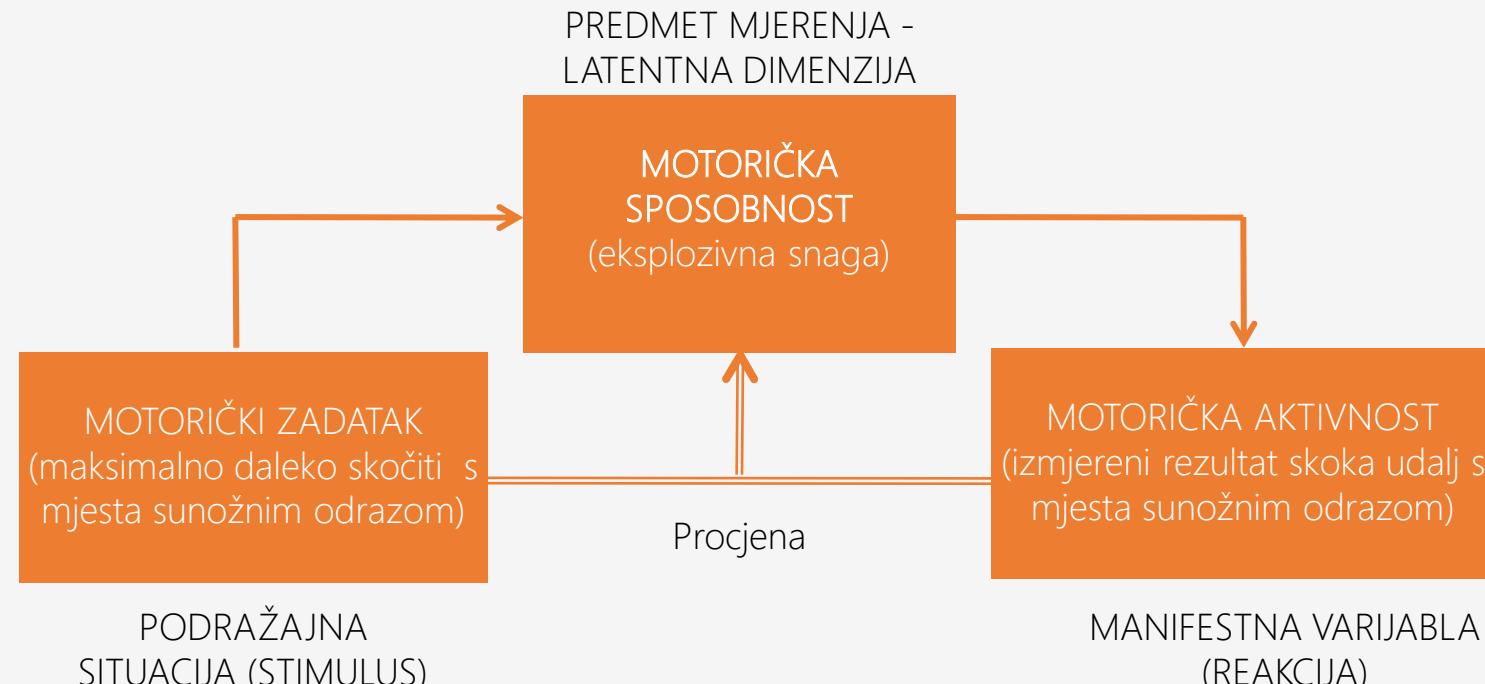
Mjerenje kožnog nabora  
na prsima



Podvodno vaganje

# Vrste mjernih instrumenata

Mjerni instrumenti tipa «*primjena motoričkog zadatka*» se svode na mjerjenje efikasnosti motoričke aktivnosti koja u poznatoj mjeri aktivira određenu motoričku sposobnost objekta mjerjenja (npr. testovi za procjenu koordinacije, testovi za procjenu brzine, testovi za procjenu agilnosti, testovi za procjenu fleksibilnosti...).



(*Prikaz: Shematski prikaz indirektnog mjerjenja motoričkih sposobnosti*)

# Vrste mjernih instrumenata

*Naziv testa:* Skok udalj s mjesta

*Šifra testa:* MFESDM-V

*Tehnički opis:* Zatvorena prostorija najmanjih dimenzija 6x2 metra. Od zida se postave tanke strunjače tako da ukupna duljina strunjača ne bude manja od 4,5 m. Strunjače su fiksirane s jedne strane zidom, a s druge strane stopalima dvojice pomagača. Na strunjači se označi početna (odskočna) linija 80 cm od zida. Od početne linije na udaljnosti od 2 metra pa sve do 3,3 metra označe se svakih 5 cm paralelne linije duge 30 cm.

*Opis mjernog postupka:* Ispitanik stane bosim stopalima do samog ruba početne linije leđima prema zidu. Zadatak ispitanika je sunožnim odrazom skočiti prema naprijed što je moguće dalje. Zadatak je završen nakon što ispitanik izvede 4 uspješna skoka. Neuspješnim skokom se smatra: 1. skok nakon dvostrukog odraza (poskoka) u mjestu prije skoka, 2. skok nakon prestupa početne linije, 3. skok koji nije izведен sunožnim odrazom, 4. skok kojem prethodi dokorak, 5. skok nakon kojeg ispitanik dodirne strunjaču iza peta, 6. skok nakon kojeg ispitanik pri doskoku sjedne. Mjeritelj stoji s lijeve ili desne strane strunjače u ravnini s ispitanikom. Ispitanik nema pravo na probni pokušaj.

*Uputa ispitaniku:* Zadatak se objašnjava: „Vaš je zadatak da stanete iza početne linije i sunožnim odrazom skočite što dalje možete prema naprijed. Doskok mora biti na dvije noge. U slučaju neispravnog skoka, zadatak se ponavlja. Ako je zadatak jasan, pripremite se za početak.“, a potom demonstrira.

*Određivanje rezultata:* Rezultat u testu izražava se u centimetrima, a određuje se kao aritmetička sredina rezultata 4 uspješna skoka.

*(Primjer:* standardizirani postupak mjerenja testa *Skok udalj s mjesta*)

## Vrste mjernih instrumenata

---

Mjerni instrumenti tipa **«subjektivna procjena mjeritelja»** podrazumijevaju procjenu razvijenosti određenog svojstva objekta mjerjenja od strane jednog ili više kompetentnih mjeritelja (sudaca ili ocjenjivača) (npr. ocjenjivanje motoričkih znanja u osnovnoj i srednjoj školi, ocjena izvedbe vježbe na tlu u sportskoj gimnastici, ocjena sinkroniziranog skoka u vodu s 10 metara...).

# Vrste mjernih instrumenata

---

*Naziv testa:* Vođenje košarkaške lopte

*Tehnički opis:* Prostor najmanjih dimenzija 10x5 metra. Podloga mora biti ravna i od tvrdog materijala. Na tlo se postave dvije oznake udaljene najmanje 8 metara. Potrebna je košarkaška lopta karakteristika opisanih u službenim pravilima košarkaške igre.

*Opis mjernog postupka:* Učenik stoji uz početnu oznaku. Zadatak učenika je umjerenim tempom voditi košarkašku loptu od početne do završne oznake. Mjeritelj stoji izvan prostora predviđenog za vođenje lopte iza završne oznake. Učenik nema pravo na probni pokušaj.

*Uputa učeniku:* Zadatak se objašnjava: „Zadatak je stati uz početnu oznaku i na moj znak «kreni» voditi košarkašku loptu umjerenim tempom do završne oznake. Ako je zadatak jasan, pripremite se za početak.“, a potom demonstrira.

*Određivanje ocjene:* Rezultat u testu se izražava ocjenom od 1 do 5. Pri ocjenjivanju se potrebno voditi sljedećim smjernicama:

- NEDOVOLJAN (1) - učenik uopće ne potiskuje loptu, vec je stalno udara, zbog čega ju ne uspijeva voditi i nema nikakvu kontrolu nad njom.
- DOVOLJAN (2) - učenik uspijeva voditi loptu, ali ju ne potiskuje, već najčešće udara, zbog čega nema stalnu kontrolu nad loptom.
- DOBAR (3) - učenik pri izvođenju zadatka ima kontrolu nad loptom, ali su mu pokreti ruke i šake previše kruti, zbog čega loptu ponekad ne potiskuje, vec udara.
- VRLO DOBAR (4) - učenik vodi loptu uglavnom pravilno, ali mu je pogled usmjeren prema lopti.
- ODLIČAN (5) - učenik vodi loptu pravilno pored i malo ispred tijela, pravilno je potiskuje i prihvaća, a pogled mu je usmjeren prema naprijed.

*(Primjer:* standardizirani postupak ocjenjivanja tehnike *Vođenje košarkaške lopte*)

# Vrste mjernih instrumenata

## Article 41

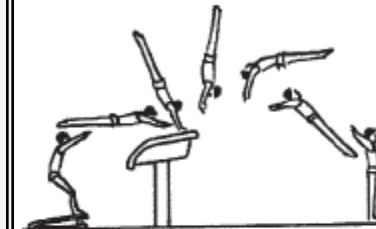
### Table of Specific Errors and Deductions for Vault

A jury

Error	Small 0.10	Medium 0.30	Large 0.50
Touching with one foot or one hand outside the landing area	0.1 from the final score		
Touching with feet, hands, foot and hand or with any other part of the body outside of the landing area	0.3 from the final score		
Landing directly outside the landing area	0.5 from the final score		
Exceeding 25 meter run for Vault	0,50 from the Final Score		
Illegal or invalid vaults	Score of 0,00 for the vault by the A-Jury and the B-Jury		
Failure to use vault board safety collar for round-off entry vaults	Score of 0,00 for the vault by the A-Jury and the B-Jury		
Repeating 1 <sup>st</sup> vault in Qualification or in Vault-Final	Score of 0,00 for the vault by the A-Jury and the B-Jury		
Repeating 1 <sup>st</sup> vault group in Qualification or in Vault-Final	1, 0 point deduction for the 2 <sup>nd</sup> vault from the Final-Score of this vault		
Identical 2 <sup>nd</sup> flight phase for the two vaults in Qualification or in Vault-Final	1, 0 point deduction for the 2nd vault from the Final-Score of this vault		

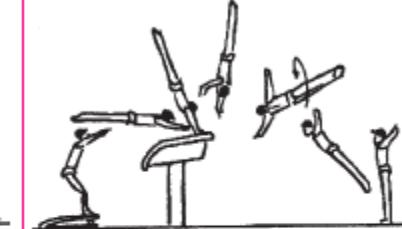
## GRUPO DE SALTOS III: Renversements avant et Yamas

1. Renversement avant  
Forward handspring  
Paloma



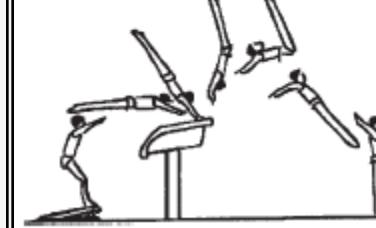
3.0

2. Renversement avant avec ½ t.  
Forward handspring with ½ t.  
Paloma con ½ g.



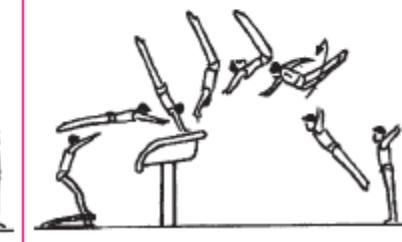
3.4

7. Renversement avant carpé  
Forward handspring piked  
Paloma en carpa  
(Yamashita)



3.0

8. Yamashita avec ½ t.  
Yamashita with ½ t.  
Yamashita con ½ g.



3.4

(Primjer: izvadci iz pravilnika za suđenje u ženskoj sportskoj gimnastici)

# Konstrukcija mjernih instrumenata

---

U slučajevima kada ne postoji test za utvrđivanje razvijenosti željenog predmeta mjerena ili postojeći testovi nisu dostupni, potrebno je konstruirati novi mjerni instrument.

Konstrukcija novog mjernog instrumenta provodi se kroz sljedeće faze:

- definiranje predmeta mjerena
- odabir odgovarajućeg tipa mjernog instrumenta
- izbor podražajnih situacija
- standardizacija mjernog postupka
- utvrđivanje metrijskih karakteristika

*Definiranje predmeta mjerena* podrazumijeva jasno određenje svojstva entiteta koje se želi mjeriti. Pri tome je potrebno ustanoviti da li je željeno svojstvo manifestno, tj. može li se izravno mjeriti ili je latentno, tj. potrebno ga je indirektno procijeniti.

# Konstrukcija mjernih instrumenata

---

*Odabir odgovarajućeg tipa mjernog instrumenta* vrši se ovisno o predmetu mjerjenja, planiranim objektima mjerjenja te raspoloživim mjeriteljima, vremenu, materijalnim i finansijskim sredstvima

*Izbor podražajnih situacija* podrazumijeva primjerice definiranje pitanja testa tipa «papir-olovka», motoričkog zadatka čija će se izvedba mjeriti, situacije i kriterija za subjektivnu procjenu mjeritelja, itd.

*Standardizacija mjernog postupka* obuhvaća definiranje svih podataka nužnih za ispravno korištenje mjernog instrumenta kao što su primjerice:

- naziv i šifra mjernog instrumenta,
- tehnički opis, odnosno konstrukcijske karakteristike,
- opis postupka mjerjenja,
- uputa ispitaniku i
- način određivanja rezultata ispitanika.

# Konstrukcija mjernih instrumenata

---

Nakon konstrukcije preliminarne forme mjernog instrumenta potrebno je testirati njegovu djelotvornost, odnosno *utvrditi metrijske karakteristike*.

Metrijske karakteristike su:

- pouzdanost
- objektivnost
- homogenost
- valjanost i
- osjetljivost.

# Metrijske karakteristike

# Metrijske karakteristike

---

Nakon konstrukcije preliminarne forme mjernog instrumenta potrebno je *utvrditi njegova mjerna, odnosno metrijske karakteristike.*

Metrijske karakteristike su:

- pouzdanost
- objektivnost
- homogenost
- valjanost
- osjetljivost.

# Pouzdanost

---

*Pouzdanost* mjernog instrumenta je nezavisnost mjerjenja od nesistematskih, tj. slučajnih pogrešaka.

Pouzdanost mjernog instrumenta može se kretati u intervalu od 0 do 1 pri čemu 1 označava potpuno odsustvo slučajne pogreške mjerjenja.

Pouzdanost se može utvrditi:

- test-retest metodom
- metodom tau-ekvivalentnih testova i
- metodom interne konzistencije.

# Pouzdanost

---

*Test-retest metoda* podrazumijeva primjenu mjernog instrumenta na istoj grupi ispitanika u dva navrata, pri čemu se koeficijentom pouzdanosti smatra korelacija između rezultata prvog i ponovljenog mjerenja.

Period između testa i retesta mora biti dovoljno dug da prvo mjerenje ne utječe na drugo (npr. odgovaranje prema sjećanju, upala mišića od prethodnog testiranja), odnosno dovoljno kratak da se razvijenost predmeta mjerenja ne promijeni.

# Pouzdanost

---

*Metoda tau-ekvivalentnih testova* podrazumijeva primjenu dva mjerna instrumenta, koji su slični po sadržaju, broju i obliku zadataka, na istoj grupi ispitanika, pri čemu se koeficijentom pouzdanosti smatra korelacija između rezultata primjenjenih testova.

Vrijednost koeficijenta pouzdanosti utvrđenog ovom metodom je nešto niža od stvarne pouzdanosti testa jer se korištenjem tau-ekvivalentnih testova u određenoj mjeri ipak aktiviraju ponešto različiti predmeti mjerena.

# Pouzdanost

---

*Metoda interne konzistencije* se koristi za utvrđivanje pouzdanosti kompozitnih mjernih instrumenata, a temelji se na prepostavci da su sve čestice testa međusobno paralelni testovi.

Koeficijenti pouzdanosti koji se utvrđuju metodom interne konzistencije odabiru se s obzirom na način *kondenzacije rezultata*.

*Kondenzacija rezultata* je izračunavanje ukupnog rezultata ispitanika na temelju pripadajućih originalnih ili standardiziranih rezultata u česticama testa.

# Pouzdanost

---

Ukoliko kondenzaciju vršimo aritmetičkom sredinom ili zbrojem originalnih rezultata entiteta u četicama kompozitnog mjernog instrumenta pouzdanost se izračinava pomoću *Cronbachovog koeficijenta pouzdanosti*

$$\alpha_{\text{Cronbach}} = \frac{m}{m - 1} \left( 1 - \frac{\sum_{j=1}^m \sigma_j^2}{\sigma^2} \right)$$

gdje je

$m$  - broj čestica testa

$\sigma_j^2$  - varijanca čestice  $j$

$\sigma^2$  - varijanca testa.

# Pouzdanost

---

Ukoliko kondenzaciju vršimo aritmetičkom sredinom ili zbrojem standardiziranih rezultata entiteta u četicama kompozitnog mjernog instrumenta pouzdanost se izračinava pomoću *Spearman-Brownovog koeficijenta pouzdanosti (SB)*

$$SB = \frac{m}{m - 1} \left( 1 - \frac{m}{\sigma^2} \right)$$

gdje je

$m$  - broj čestica testa

$\sigma^2$  - varijanca testa.

# Pouzdanost

---

Primjer račuananja Cronbachovog i Spearman-Brownovog koeficijenta pouzdanosti

ISP.	$x_1$	$x_2$	$x_3$	x
1	70	115	115	300
2	150	145	142	437
3	100	120	122	342
4	120	92	100	312
5	105	82	87	274
6	94	116	117	327
7	120	100	105	325
8	60	70	76	206
9	99	104	105	308
10	100	110	108	318
$\bar{x}$	101,80	105,40	107,70	314,90
$\sigma^2$	647,73	446,49	336,46	3301,21

$$\alpha_{\text{Cronbach}} = \frac{m}{m-1} \left( 1 - \frac{\sum_{j=1}^m \sigma_j^2}{\sigma^2} \right)$$

$$\alpha_{\text{Cronbach}} = \frac{3}{2} \left( 1 - \frac{647,73 + 446,49 + 336,46}{3301,21} \right)$$

$$\alpha_{\text{Cronbach}} = 0,85$$

# Pouzdanost

---

Primjer račuananja Cronbachovog i Spearman-Brownovog koeficijenta pouzdanosti

ISP.	$x_1$	$x_2$	$x_3$	x
1	-1,249	0,454	0,398	-0,397
2	1,894	1,874	1,870	5,638
3	-0,071	0,691	0,780	1,400
4	0,715	-0,634	-0,420	-0,339
5	0,126	-1,107	-1,129	-2,110
6	-0,306	0,502	0,507	0,702
7	0,715	-0,256	-0,147	0,312
8	-1,642	-1,675	-1,728	-5,046
9	-0,110	-0,066	-0,147	-0,323
10	-0,071	0,218	0,016	0,163
$\bar{x}$	0	0	0	0
$\sigma^2$	1	1	1	7,180

$$SB = \frac{m}{m - 1} \left( 1 - \frac{\sum_{j=1}^m \sigma_j^2}{\sigma^2} \right)$$

$$SB = \frac{3}{2} \left( 1 - \frac{1}{7,18} \right)$$

$$SB = 0,87$$

# Objektivnost

---

*Objektivnost* je mjerna karakteristika kojom se određuje nezavisnost rezultata mjerenja od mjeritelja.

Koeficijent objektivnosti se kreće u intervalu od 0 do 1, a vrijednost mu je to veća što je veći broj mjeritelja i što je veći stupanj slaganja između rezultata ispitanika utvrđenih od strane različitih mjeritelja.

Postupak za utvrđivanje objektivnosti nekog mjerenja u kome sudjeluje veći broj mjeritelja identičan je metodi interne konzistencije za utvrđivanje pouzdanosti kompozitnih mjernih instrumenata, pri čemu su čestice mjerenja mjeritelji, odnosno suci.

# Homogenost

---

*Homogenost* je mjerna karakteristika kompozitnih mjernih instrumenata koja pokazuje koliko rezultati ispitanika u svim česticama zavise od istog predmeta mjerjenja ili identične kombinacije različitih predmeta mjerjenja.

Koeficijent homogenosti se kreće u intervalu od 0 do 1, a najčešće se utvrđuje izračunavanjem *prosječne korelacije među česticama*.

$$\bar{r} = \frac{\sum_{j,k=1}^m r_{j,k}}{m}, j \neq k$$

gdje je

$r$  - korelacija među česticama  $j$  i  $k$

$m$  - broj čestica testa.

# Osjetljivost

---

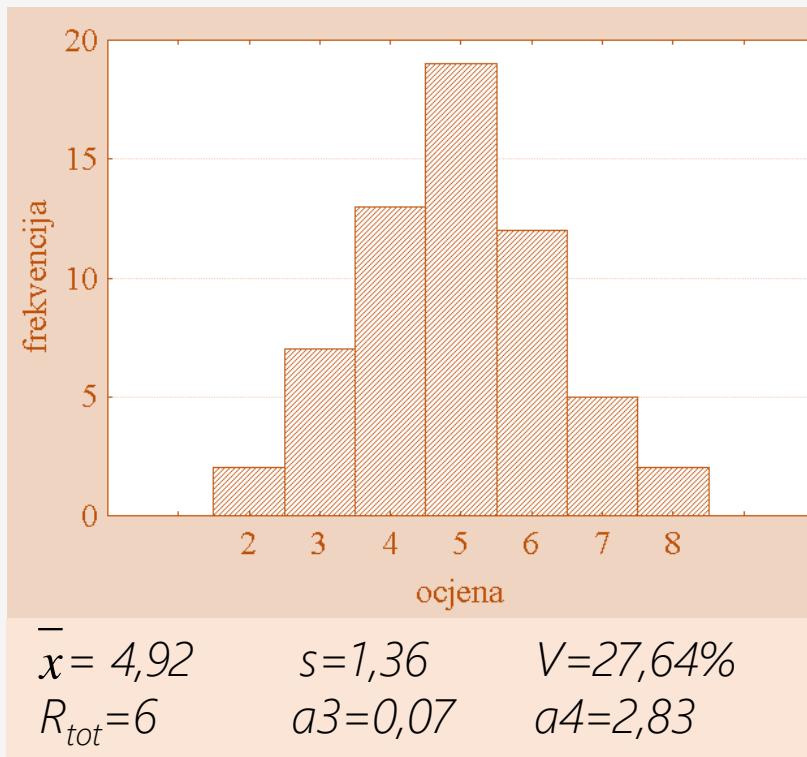
*Osjetljivost* je metrijska karakteristika koja pokazuje koliko uspješno mjerni instrument razlikuje ispitanike po predmetu mjerenja.

Osjetljivost kineziologičkih mjernih instrumenta se procjenjuje na temelju mjera disperzije i oblika distribucije rezultata.

# Osjetljivost

---

*Primjer 1:* 60 odraslih veslača je izmjereno nekim testom koordinacije u ritmu i dobiveni su sljedeći rezultati:



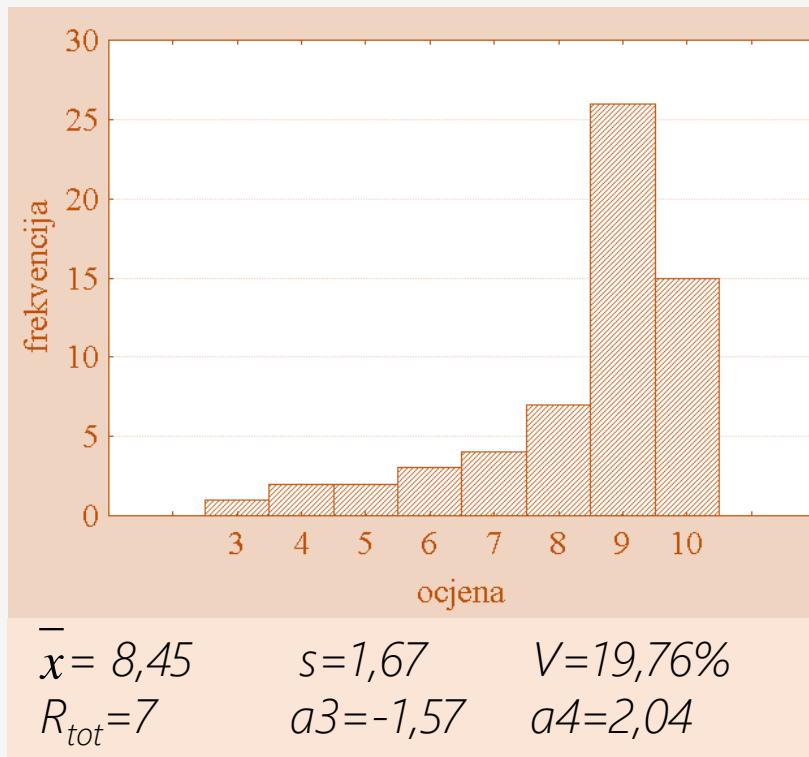
Mjere varijabilnosti i koeficijent zakrivljenosti distribucije ( $a4$ ) upućuju na zadovoljavajuću osjetljivost mjernog instrumenta.

Simetrija distribucije koja se može uočiti iz oblika histograma frekvencija, kao i iz koeficijenta asimetrije distribucije ( $a3$ ), upućuje na prilagođenost težine testa izmjerrenom uzorku ispitanika.

# Osjetljivost

---

*Primjer 2:* 60 odraslih plesača je izmjereno nekim testom koordinacije u ritmu i dobiveni su sljedeći rezultati:



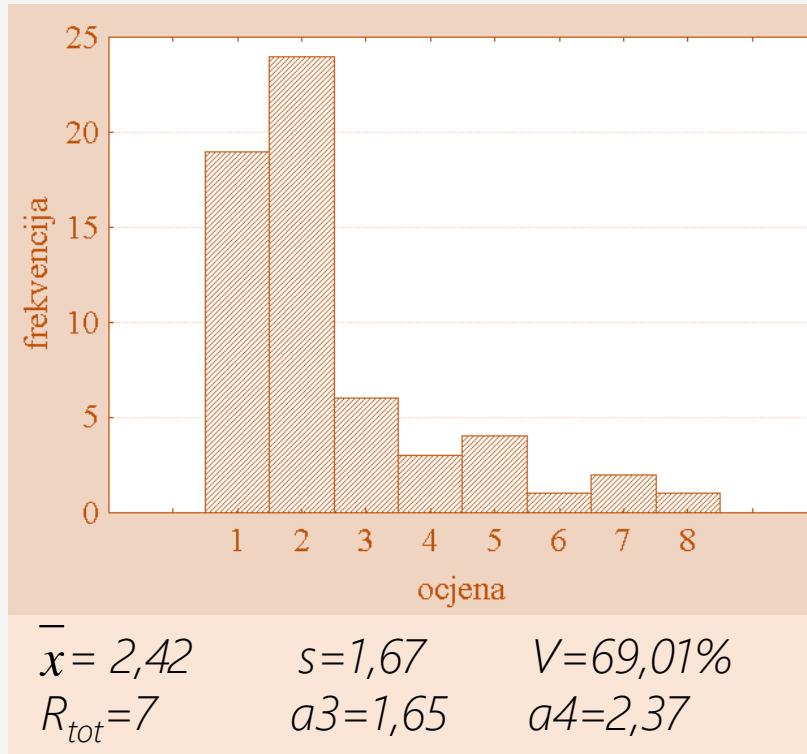
Negativna asimetrija distribucije koja se može uočiti iz oblika histograma frekvencija kao i iz koeficijenta asimetrije distribucije ( $a3$ ) upućuje na zaključak da je test prelagan za izmjereni uzorak ispitanika.

Visoka vrijednost koeficijenta zakrivljenosti distribucije ( $a4$ ) upućuje na slabu osjetljivost testa.

# Osjetljivost

---

*Primjer 3:* 60 učenika prvog razreda osnovne škole je izmjereno nekim testom koordinacije u ritmu i dobiveni su sljedeći rezultati:



Pozitivna asimetrija distribucije koja se može uočiti iz oblika histograma frekvencija kao i iz koeficijenta asimetrije distribucije ( $a3$ ) upućuje na zaključak da je test pretežak za izmjereni uzorak ispitanika.

Visoka vrijednost koeficijenta zakrivljenosti distribucije ( $a4$ ) upućuje na slabu osjetljivost testa.

# Valjanost

---

S obzirom na to da se mjerni instrumenti konstruiraju zato da procjenjuju određeni predmet mjerenja koji može biti relativno jednostavan (npr. neko morfološko obilježje), ali i vrlo složen (npr. neka motorička sposobnost), postavlja se pitanje što u stvari određeni mjerni instrument mjeri, odnosno kakva mu je valjanost.

S obzirom na cilj mjerenja, valjanost mjernih instrumenata možemo promatrati sa dva osnovna stajališta:

- Ako je cilj mjerenja utvrđivanje stanja, odnosno razine pojedinih antropoloških obilježja nekog ispitanika, tada se radi o tzv. *dijagnostičkoj valjanosti*.
- Ako je cilj mjerenja prognozirati uspješnost u nekoj aktivnosti na temelju rezultata prikupljenih nekim mjernim instrumentom, tada se radi o tzv. *pragmatičnoj ili prognostičkoj valjanosti*.

# Valjanost

---

*Dijagnostičkoj valjanosti* je osnovni cilj utvrditi što određeni test mjeri, odnosno koji mu je predmet mjerjenja. Prema načinu utvrđivanja, moguće je razlikovati dva osnovna tipa dijagnostičke valjanosti. To su: *apriorna i faktorska valjanost*.

Kod *apriorne valjanosti* zaključivanje o predmetu mjerjenja temelji se na logičkoj analizi postupka mjerjenja i testovnog sadržaja koji dovodi do odgovarajuće reakcije ispitanika, što može sugerirati aktiviranje neke hipotetske latentne dimenzije (predmeta mjerjenja). Prema tome, apriorna valjanost nije proizvod eksperimentalne provjere, pa se ni ne izražava konkretnim koeficijentom valjanosti. Stoga se apriorna valjanost obično koristi za postavljanje hipoteze o predmetu mjerjenja koja se potvrđuje ili opovrgava eksperimentalnom provjerom.

*Faktorska valjanost* nastoji utvrditi koji se predmet mjerjenja ispituje određenim mjernim instrumentom, odnosno u kojoj mjeri svaki od njegovih faktora uvjetuje varijabilnost dobivenih rezultata. S obzirom na to da se u pravilu jednim mjernim instrumentom želi procijeniti jedan faktor, onda se faktorskom valjanosću utvrđuje koliko neki test dobro mjeri onaj faktor za čije je mjerjenje konstruiran.

# Valjanost

---

*Pragmatička ili prognostička valjanost* nekog testa pokazuje koliko uspješno, odnosno s kolikom sigurnošću možemo predvidjeti uspjeh u nekoj praktičnoj aktivnosti na temelju rezultata tog testa. Primjerice, kakva je mogućnost prognoziranja uspjeha u nekoj atletskoj disciplini (npr. trčanju na 100 m) na temelju rezultata dobivenih upotrebom nekog testa (npr. skoka udalj s mjesta).

Dakle, problem pragmatičke valjanosti svodi se na utvrđivanje neke mјere povezanosti između varijable dobivene mјerenjem određene skupine entiteta nekim testom (prediktorska ili nezavisna varijabla) i varijable koja opisuje uspješnost tih entiteta u nekoj aktivnosti (kriterijska ili zavisna varijabla).

U kineziološkim istraživanjima, kriterijske i prediktorske varijable mogu biti jednodimenzionalne i višedimenzionalne. Osim toga mogu biti procijenjene nekom kvalitativnom ili kvantitativnom mјernom skalom. Upravo o navedenim karakteristikama varijabli ovisi način utvrđivanja pragmatičke valjanosti.