

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Neparametrijske metode su statističke metode prvenstveno namijenjene obradi kvalitativnih podataka, podataka prikupljenih na malom uzorku entiteta i podataka čija distribucija u populaciji ne prati normalnu distribuciju.

Zavisno o tipu varijabli, neparametrijske metode je moguće formalno podijeliti na metode za analizu nominalnih varijabli i metode za analizu ordinalnih i kvantitativnih (intervalnih i omjernih) varijabli.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli vrši se grupiranjem podataka, odnosno utvrđivanjem *apsolutnih* i *relativnih frekvencija* pojedinih kategorija.

Frekvencija ili *apsolutna frekvencija* je broj entiteta koji imaju isti oblik obilježja, odnosno broj entiteta u određenoj kategoriji.

Relativna frekvencija je omjer između frekvencije određene kategorije i zbroja frekvencija svih kategorija, odnosno ukupnog broja entiteta.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

Relativna frekvencija može se izraziti u postotku ili proporciji, a izračunava se na sljedeći način:

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

gdje je

→ p_g - proporcija grupe g ($g = 1, \dots, k$)

→ f_g - frekvencija grupe g

→ $\%_g$ - postotak grupe g ($g = 1, \dots, k$)

→ n - ukupan broj entiteta

→ k - broj kategorija (grupa)

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

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

Rezultati jednodimenzionalnog grupiranja podataka najčešće se prikazuju putem *tablice frekvencija* te pomoću *grafikona stupaca vertikalne orijentacije*, *grafikona stupaca horizontalne orijentacije* i *strukturnog kruga*.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

Primjer: Praktičnom dijelu ispita iz KM-a pristupilo je 40 studenata; 15 ih je položilo, a 25 nije.

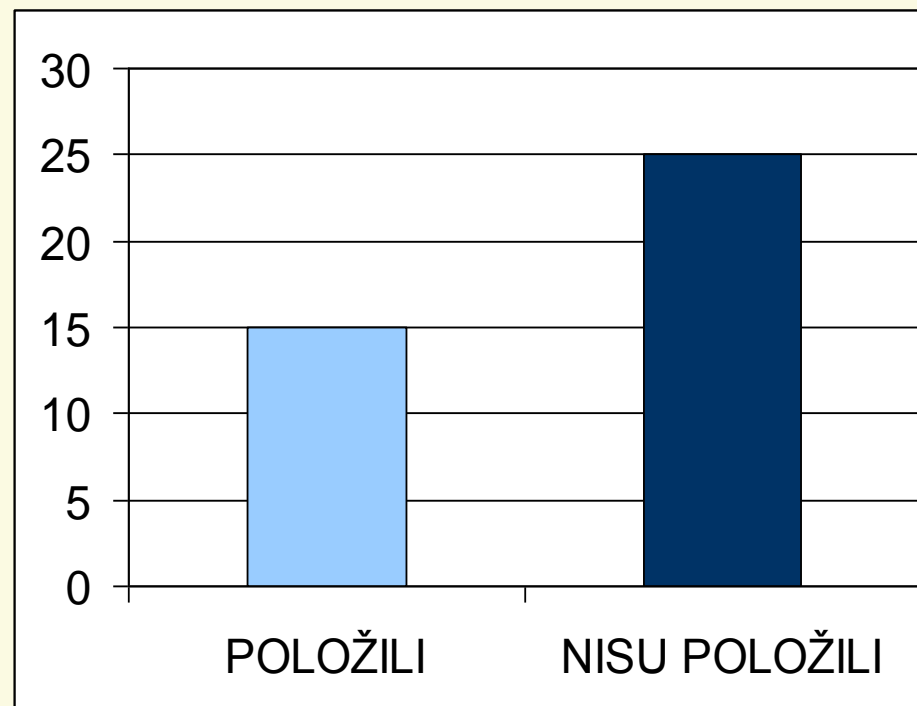
Tablica frekvencija

USPJEH NA ISPITU	FREKVENCIJA	%
NISU POLOŽILI	25	62,5
POLOŽILI	15	37,5
UKUPNO	40	100

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

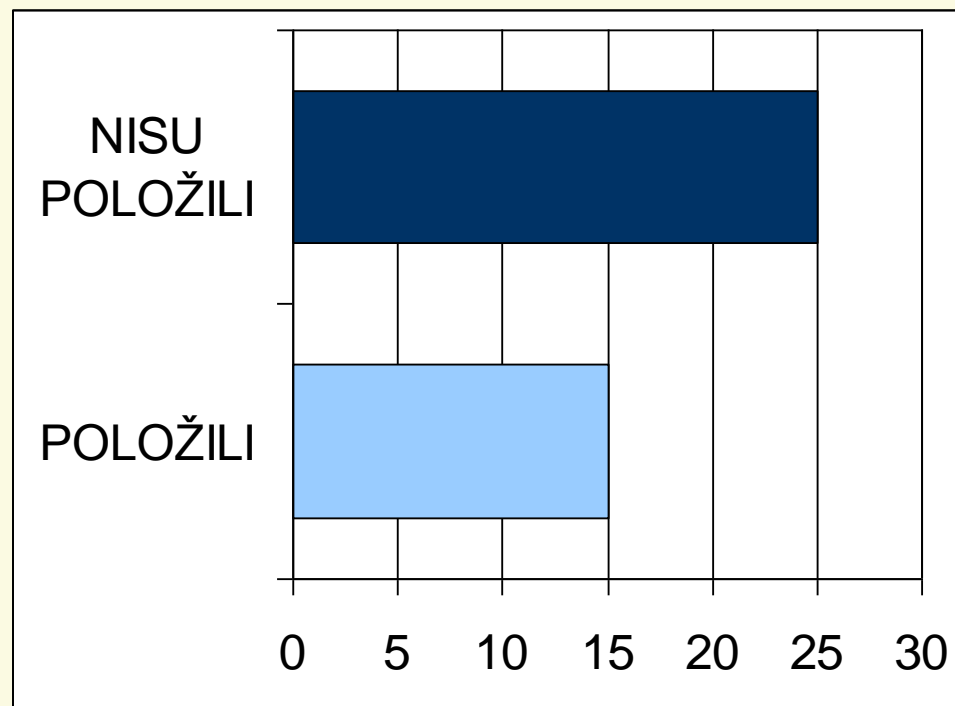
Grafikon stupaca vertikalne orijentacije



NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

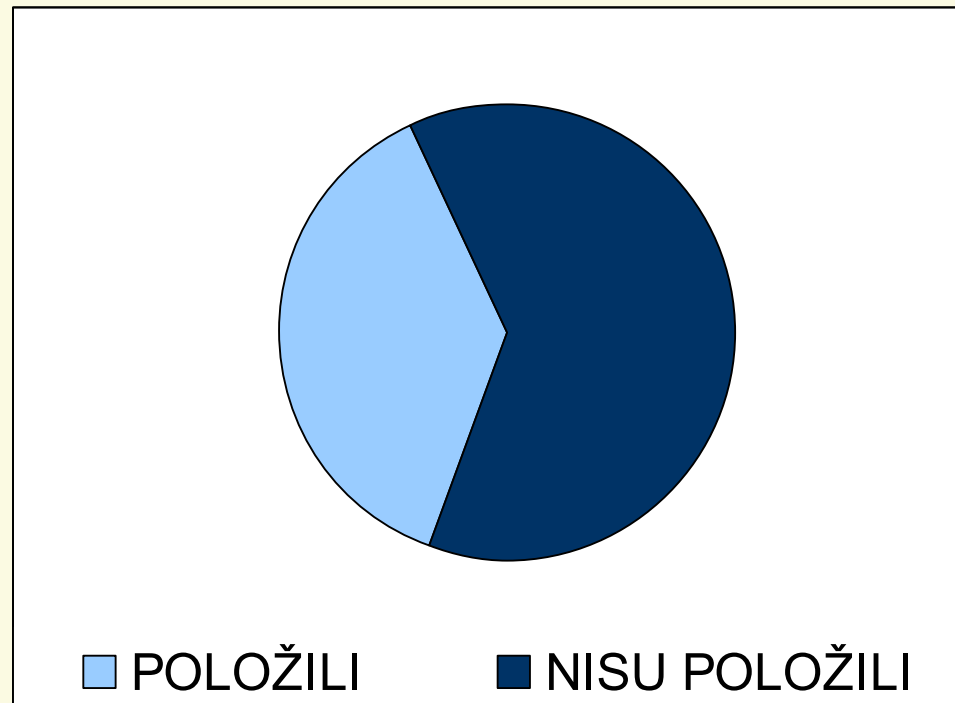
Grafikon stupaca horizontalne orijentacije



NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

Strukturni krug



MICROSOFT EXCEL

Prebrojavanje podataka

Utvrđivanje frekvencije pojedine kategorije vrši se prebrojavanjem pomoću funkcije *Countif*. Funkcija se unosi u označeno polje matrice odabirom opcije *Function...* padajućeg izbornika *Insert*.

Zadatak - U datoteci *Pejcic-318.xls* utvrdite frekvencije i relativne frekvencije (u postotku) za pojedine razrede učenika. Iskoristite funkciju *Countif*.

MICROSOFT EXCEL

Grafikon stupaca i strukturni krug

Iscrtavanje grafikona stupaca vertikalne orijentacije (*Column*), grafikona stupaca horizontalne orijentacije (*Bar*) i strukturnog kruga (*Pie*) vrši se odabirom opcije *Chart...* padajućeg izbornika *Insert*.

Zadatak - Na temelju frekvencija utvrđenih u prethodnom zadatku iscrtajte grafikone stupaca horizontalne i vertikalne orijentacije te strukturni krug.

STATISTICA 7

Jednodimenzionalno grupiranje kvalitativnih podataka

Jednodimenzionalno grupiranje kvalitativnih podataka izvodi se slijedom koraka: padajući izbornik *Statistics* → *Basic Statistics/Tables* → *Frequency Tables* → *Advanced* → *All distinct values*.

Zadatak - U datoteci *Pejcic-318.sta* utvrdite frekvencije i relativne frekvencije (u postotku) za pojedine razrede učenika (*RAZRED*).

STATISTICA 7

Grafikon stupaca i strukturni krug

Iscrtavanje grafikona stupaca izvodi se slijedom koraka: padajući izbornik *Graphs* → *2D Graphs* → *Bar/Column Plots*. Iscrtavanje strukturnog kruga izvodi se slijedom koraka: padajući izbornik *Graphs* → *2D Graphs* → *Pie Charts*.

Zadatak - Na temelju frekvencija utvrđenih u prethodnom zadatku iscrtajte grafikone stupaca horizontalne i vertikalne orijentacije te strukturni krug.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

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

Rezultati višedimenzionalnog grupiranja podataka najčešće se prikazuju putem *tablice kontingencija* te pomoću *stacked grafikona stupaca vertikalne orijentacije* ili *stacked grafikona stupaca horizontalne orijentacije*.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

Primjer: Od 26 studenata koji su pristupili praktičnom dijelu ispita iz KM-a položilo ih je 10, a od 14 studentica položilo ih je 5.

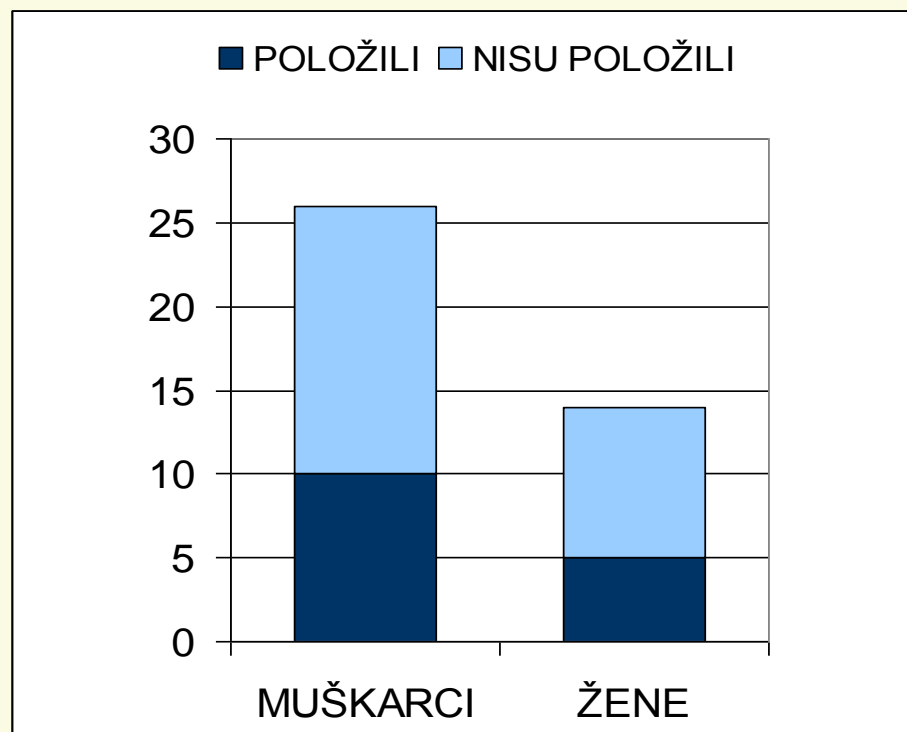
Tablica kontingencija

SPOL	NISU POLOŽILI	POLOŽILI	UKUPNO
MUŠKARCI	16 (62%)	10 (38%)	26
ŽENE	9 (64%)	5 (36%)	14
UKUPNO	25	15	40

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

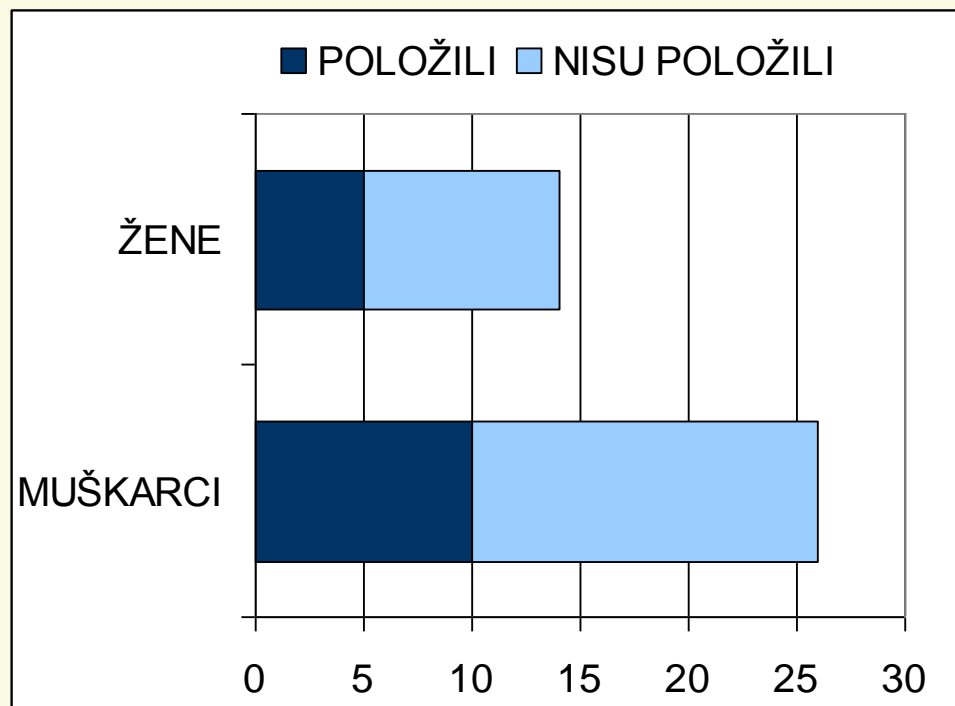
Stacked grafikon stupaca vertikalne orijentacije



NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza nominalnih varijabli

Stacked grafikon stupaca horizontalne orijentacije



STATISTICA 7

Višedimenzionalno grupiranje kvalitativnih podataka

Višedimenzionalno grupiranje kvalitativnih podataka izvodi se slijedom koraka: padajući izbornik *Statistics* → *Basic Statistics/Tables* → *Tables and banners*. Odabirom opcije *Specify Tables (select variables)* potrebno je odabrati varijable prema kojima će se izvršiti grupiranje.

Zadatak - U datoteci *Pejcic-318.sta* grupirajte učenike istovremeno prema spolu i razredu. Utvrdite frekvencije i relativne frekvencije kategorija.

MICROSOFT EXCEL

Stacked grafikon stupaca

Iscrtavanje stacked grafikona stupaca vertikalne orijentacije (*Column* → *Stacked Column*), grafikona stupaca horizontalne orijentacije (*Bar* → *Stacked Bar*) vrši se odabirom opcije *Chart...* padajućeg izbornika *Insert*.

Zadatak - Na temelju frekvencija utvrđenih u prethodnom zadatku iscrtajte stacked grafikone stupaca horizontalne i vertikalne orijentacije.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Neparametrijska deskriptivna analiza ordinalnih, intervalnih i omjernih varijabli vrši se grupiranjem podataka te izračunavanjem parametara centralne tendencije i mjera varijabilnosti koje nisu osjetljive na odstupanja distribucije rezultata od normalne distribucije.

Na vjerodostojnost najčešće korištenih deskriptivnih parametara – aritmetičke sredine i standardne devijacije – ponajviše utječe asimetrija distribucije rezultata, pa se u takvim slučajevima trebaju koristiti alternativni deskriptivni parametri.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Podatke ordinalnih i diskretnih kvantitativnih varijabli s malim brojem pojava oblika obilježja grupira se jednako kao podatke nominalnih varijabli, odnosno na način da svaka vrijednost predstavlja jednu kategoriju.

Ako diskretna varijabla ima veliki broj pojava oblika ili ako se radi o kontinuiranoj varijabli tada se podaci grupiraju u manji broj razreda. Za uspješno grupiranje potrebno je odrediti prikladan broj razreda i njihovu veličinu (interval razreda).

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Moguće je izračunati apsolutne i relativne frekvencije kao i apsolutne i relativne *kumulativne frekvencije*.

Kumulativna frekvencija predstavlja broj entiteta s manjim ili jednakim rezultatima od gornje granice odgovarajućeg razreda, a izračunava se na način da se frekvencija (apsolutna ili relativna) razreda zbroji sa sumom frekvencija svih prethodnih razreda.

Rezultate je moguće prikazati pomoću *tablice frekvencija* te grafički putem *histograma frekvencija* ili *poligona frekvencija*.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Primjer: Grupiranje 223 osobe prema tjelesnoj aktivnosti procijenjenoj upitnikom tjelesne aktivnosti *IPAQ*

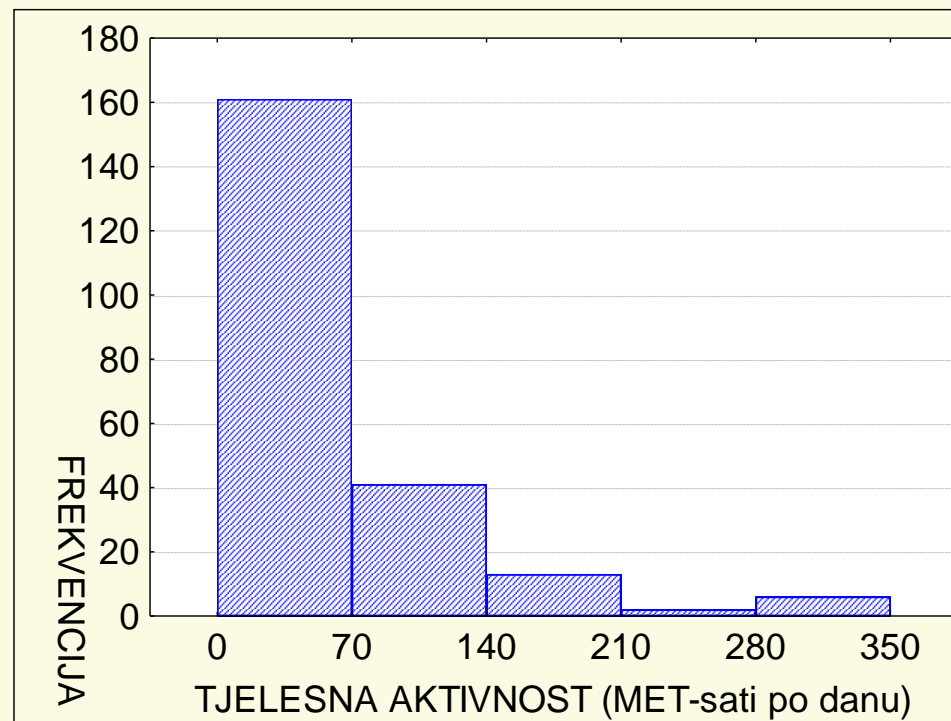
Tablica frekvencija

Interval razreda	f	rf (%)	cf	rcf (%)
$0 \leq x < 70$	161	72,20	161	72,20
$70 \leq x < 140$	41	18,39	202	90,58
$140 \leq x < 210$	13	5,83	215	96,41
$210 \leq x < 280$	2	0,90	217	97,31
$280 \leq x$	6	2,69	223	100,00

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

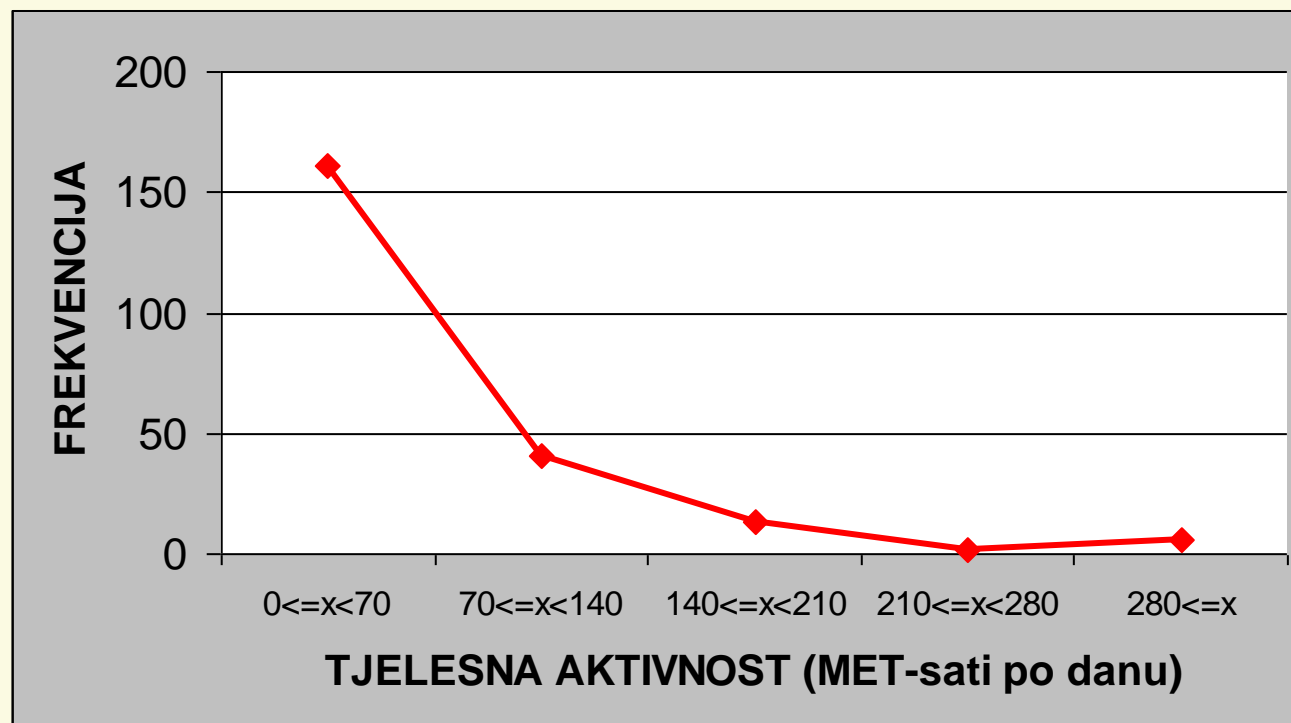
Histogram frekvencija



NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Poligon frekvencija



STATISTICA 7

Jednodimenzionalno grupiranje kvantitativnih podataka

Izbornik za jednodimenzionalno grupiranje kvantitativnih podataka pokreće se slijedom koraka: padajući izbornik *Statistics* → *Basic Statistics/Tables* → *Frequency Tables* → *Advanced*. Moguće je definirati: točan broj razreda (*No. of exact intervals*), približan broj razreda uz uvjet zaokruženih granica razreda ("*Neat*" *intervals, approximate no.*) i točan interval razreda (*Step size*).

Zadatak - U datoteci *Pejcic-318.sta* utvrdite apsolutne i relativne frekvencije i kumulativne frekvencije razreda prema varijabli *MSDM*. Isprobajte različite opcije!

MICROSOFT EXCEL

Linijski grafikon

Iscrtavanje linijskog grafikona (*Line*) vrši se odabirom opcije *Chart...* padajućeg izbornika *Insert*.

Zadatak - Na temelju frekvencija utvrđenih u prethodnom zadatku iscrtajte poligon frekvencija i poligon kumulativnih frekvencija.

STATISTICA 7

Histogram frekvencija i poligon frekvencija

Iscrtavanje histograma frekvencija izvodi se slijedom koraka: padajući izbornik *Graphs* → *2D Graphs* → *Histograms*.
Iscrtavanje poligona frekvencija izvodi se slijedom koraka: padajući izbornik *Graphs* → *2D Graphs* → *Line Plots (Variables)*. Pri iscrtavanju poligona frekvencija ulazni podaci moraju biti frekvencije razreda, a ne originalni rezultati entiteta.

Zadatak - Na temelju grupiranja podataka provedenog u prethodnom zadatku iscrtajte histogram frekvencija i poligon frekvencija!

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Mod ili dominantna vrijednost (μ_o) je vrijednost kvalitativne ili kvantitativne varijable koja se najčešće pojavljuje, odnosno koja ima najveću frekvenciju.

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

Ocjena	<i>f</i>
1	1
2	2
3	4
4	2
5	1

Iz prikazane tablice može se uočiti da je mod jednak 3.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Kontinuirane kvantitativne varijable često imaju više od jedne modalne vrijednosti. Osim toga, utvrđene modalne vrijednosti mogu imati vrlo nisku frekvenciju u odnosu na ukupan broj entiteta u uzorku. U navedenim je slučajevima interpretacija modalne vrijednosti uvelike otežana.

Da bi se navedeni problem izbjegao, na temelju rezultata grupiranja podataka izračunava se *aproksimativna modalna vrijednost*.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Aproksimativna modalna vrijednost (μ_o) izračunava se sljedećom fomulom:

$$\mu_o = L_1 + \frac{(b - a)}{(b - a) + (b - c)} \cdot I$$

gdje je

- ➔ L_1 - donja granica modalnog razreda
- ➔ a - frekvencija razreda prije modalnog razreda
- ➔ b - frekvencija modalnog razreda
- ➔ c - frekvencija razreda poslije modalnog razreda
- ➔ σ^2 - interval modalnog razreda

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Primjer: Izračunavanje aproksimativne modalne vrijednosti tjelesne aktivnosti 223 osobe procijenjene IPAQ-om

Interval razreda	f
$0 \leq x < 70$	161
$70 \leq x < 140$	41
$140 \leq x < 210$	13
$210 \leq x < 280$	2
$280 \leq x$	6

$$\mu_o = L_1 + \frac{(b-a)}{(b-a) + (b-c)} \cdot I$$

$$\mu_o = 0 + \frac{(161-0)}{(161-0) + (161-41)} \cdot 70$$

$$\mu_o = 40,11$$

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

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

Primjer: 15 entiteta (neparan niz) je izmjereno nekim motoričkim testom. Rezultati su 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

Iz prikazane tablice može se uočiti da je medijan jednak 3.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Ako je broj entiteta paran onda je medijan jednak aritmetičkoj sredini rezultata dvaju središnjih članova uređenog niza.

Primjer: 16 entiteta (paran niz) je izmjereno nekim motoričkim testom. Rezultati su 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}	x_{16}
1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5

Medijan se izračuna na sljedeći način:

$$\mu_e = (x_8 + x_9) / 2 = (3 + 3) / 2 = 3$$

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Primjer: Usporedba parametara centralne tendencije tjelesne aktivnosti 223 osobe procijenjene *IPAQ*-om

aritmetička sredina	61,97
medijan	42,65
modalna vrijednost	1,65
frekvencija modalne vrijednosti	3
aproksimativna modalna vrijednost	40,11

Aritmetička sredina je nerealno velika zbog pozitivne asimetrije distribucije rezultata. Modalna vrijednost ima premalu frekvenciju da bi bila inepretabilna. U ovakvom bi slučaju bilo opravdano inepretirati medijan ili aproksimativnu modalnu vrijednost.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Totalni raspon (R_{tot}) je razlika između maksimalne (x_{max}) i minimalne (x_{min}) vrijednosti.

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

Raspon je nesigurna mjera varijabilnosti jer i jedan ekstremni rezultat može znatno povećati njegovu vrijednost.

Povećanjem broja entiteta u uzorku obično se povećava i totalni raspon jer se povećava vjerojatnost uključivanja entiteta s ekstremnim (maksimalnim i minimalnim) vrijednostima.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Interkvartil (Q) je raspon između vrijednosti 50% središnjih članova sortiranog niza podataka. Interkvartil, za razliku od totalnog raspona, nije osjetljiv na ekstremne rezultate, a izračunava se formulom

$$Q = Q_3 - Q_1$$

gdje je

- ➔ Q_3 - vrijednost trećeg kvartila, odnosno 75. centila
- ➔ Q_1 - vrijednost prvog kvartila, odnosno 25. centila

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Koeficijent kvartilne devijacije (K) je relativna mjera varijabilnosti čija se vrijednost kreće između 0 i 1, a izračunava se formulom

$$K = \frac{Q}{Q_1 + Q_3}$$

gdje je

→ Q - interkvartil

→ Q_1 - vrijednost prvog kvartila odnosno 25. centila

→ Q_3 - vrijednost trećeg kvartila odnosno 75. centila

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

Deskriptivna analiza ordinalnih i kvantitativnih varijabli

Primjer: Deset ispitanika je izmjereno nekim motoričkim testom x . Potrebno je izračunati Q i K !

ISP.	x	ISP.	x
1	55	11	102
2	60	12	105
3	64	13	111
4	70	14	115
5	77	15	117
6	81	16	120
7	88	17	125
8	94	18	132
9	99	19	144
10	100	20	150

$$Q_1 = 77$$

$$Q_3 = 117$$

$$Q = 117 - 77 = 40$$

$$K = \frac{40}{77 + 117} = 0,21$$

MICROSOFT EXCEL

Izračunavanje deskriptivnih pokazatelja

Izračunavanje deskriptivnih pokazatelja vrši se pomoću funkcija: *Mode* (mod), *Median* (medijan), *Min* (minimum) i *Max* (maksimum). Funkcija se unosi u označeno polje matrice odabirom opcije *Function...* padajućeg izbornika *Insert*.

Zadatak - U datoteci *Pejcic-318.xls* izračunajte mod, medijan, minimum, maksimum i raspon za sve kvantitativne varijable.

MICROSOFT EXCEL

Izračunavanje kvartila

Izračunavanje kvartila vrši se pomoću funkcije *Quartile*. Funkcija se unosi u označeno polje matrice odabirom opcije *Function...* padajućeg izbornika *Insert*. Putem trake *Array* je potrebno definirati niz podataka, a pomoću trake *Quart* željeni kvartil (1., 2., 3., ili 4.).

Zadatak - U datoteci *Pejcic-318.xls* izračunajte interkvartil i koeficijent kvartilne devijacije za sve kvantitativne varijable.

STATISTICA 7

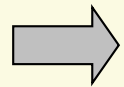
Izračunavanje deskriptivnih pokazatelja

Izračunavanje deskriptivnih pokazatelja izvodi se slijedom koraka: padajući izbornik *Statistics* → *Basic Statistics/Tables* → *Descriptive statistics* → *Advanced* → *Mode* (mod), *Median* (medijan), *Minimum & maximum*, *Range* (raspon) i *Quartile range* (interkvartil).

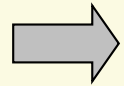
Zadatak - U datoteci *Pejcic-318.xls* izračunajte mod, medijan, minimum, maksimum, raspon i interkvartil za sve kvantitativne varijable.

NEPARAMETRIJSKE METODE I.

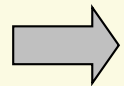
Literatura za pripremanje kolokvija



Dizdar, D. (2006). *Kvantitativne metode*. Zagreb: Kineziološki fakultet, str. 52-62, 63, 70-76.



Petz, B. (2002). *Osnovne statističke metode za nematematičare*. Jastrebarsko: Naklada Slap, str. 45, 53-56, 59-60, 67-78.



Langer, M. (2004). *Brzi vizualni vodič Microsoft Excel 2003 za Windows*. Zagreb: Miš, str. 75-103, 153-181.