

ZNAČAJ POZNAVANJA INTERVALA POUZDANOSTI ZA ZDRAVSTVENE RADNIKE

- Prof. dr Zoran Milošević
- Doc. dr Miodrag Stojanović
- Ass. dr Aleksandra Ignjatović
- Dr Marija Andjelković Apostolović

INSTITUT ZA JAVNO ZDRAVLJE NIŠ 27.03.2015

STATISTIKA

➡ *Statistike imaju samo jednu vrlinu. Ne slažu se.*

I. Forbath

➡ *Postoje tri vrste laži: laž, prokleta laž i statistika.*

M. Twain

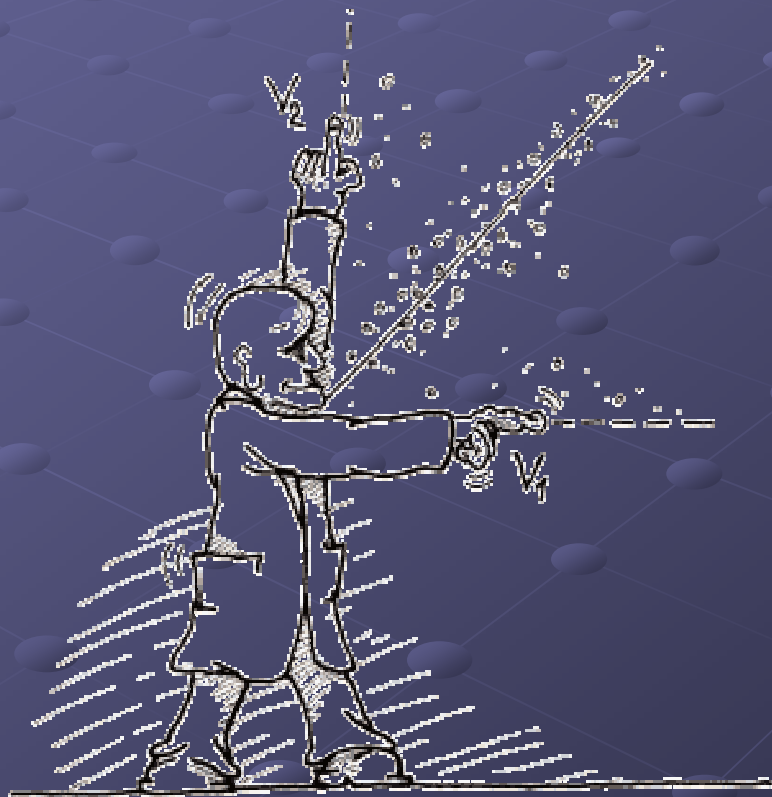
➡ *Kada neko stoji jednom nogom na vrućoj pećnici, a drugom u hladnjaku, statističar bi rekao da se taj čovek prosečno nalazi na ugodnoj temperaturi.*

W. Heller

➡ *Statistika je bajka razuma.* M. Kessel

DEFINICIJA STATISTIKE

**Statistika je naučni metod
kvantitativnog proučavanja masovnih
pojava.**



Šta proučava statistika

- **Masovne pojave u prirodi i društvu**

- MASOVNE POJAVE se sastoje iz mase pojedinačnih elemenata, koji kao nosioci prirode tih pojava u statističkom smislu predstavljaju STATISTIČKE JEDINICE.

Masovna pojava definisana pojmovno, prostorno i vremenski predstavlja **OSNOVNI SKUP** ili **POPULACIJU**.

Definisanje osnovnog skupa:

- Pojmovno – Pojmovno definisanje osnovnog skupa je određivanje elemenata skupa npr. starost stanovnika, sadržaj knjige, vrste telesnih povreda...
- Prostorno – određivanje prostora npr. Niš, Nišavski okrug...
- Vremensko – određivanje vremenskog trenutka ili razdoblja

Statističke jedinice osnovnog skupa su sve istovrsne ali ne i istovetne.

Obeležja statističkih jedinica koja ih čine neistovetnima predstavljaju predmet statističkih istraživanja.

Nejednakost nekog obeležja između jedinica naziva se **varijabilnost**.

Podela obeležja

Obeležja koja se mogu brojčano prikazati nazivaju se **numerička**. Broj koji iskazuje intenzitet obeležja naziva se **vrednost**. Numerička obeležja mogu biti:

1. **Neprekidna (kontinuirana)**
2. **Prekidna (diskontinuirana)**

Obeležja koja se mogu izraziti samo opisno, a ne i kvantitativno, nazivaju se **atributivna ili opisna**.

Po svom karakteru i ova obeležja su **diskontinuirana**.

UZORAK

- **Populacija** (*osnovni skup, univerzum*) predstavlja skup svih jedinica (elemenata, članova) s određenim zajedničkim karakteristikama. Može biti konačna ili beskonačna. Jedinice posmatranja u populaciji nazivaju se statističke jedinice ili entiteti. Razlikujemo ih prema njihovim obeležjima, koje još nazivamo i atributi.
- Proučavanje cele populacije najčešće je vrlo skupo i predstavlja izrazito opsežan posao, a često je i potpuno nemoguće. **Zato se najčešće istražuje uzorak odnosno pojedinci koji dobro reprezentiraju populaciju** (engl. sample, franc. sondage, nem. die Stichprobe).

UZORAK

- Uzorak je deo osnovnog skupa na osnovu čijeg proučavanja donosimo zaključke o pojedinim karakteristikama celog skupa, tj. deo osnovnog skupa na osnovu kojeg se procenjuju parametri osnovnog skupa (parametri: \bar{x} , SD, SD²...).

UZORAK

- Statističko zaključivanje je proces donošenja odluka koje se odnose na celu populaciju. U biomedicinskoj statistici zaključivanje je obično zasnovano na ispitivanju malog dela te populacije. Taj reprezentativni deo osnovnog statističkog skupa koji istražujemo naziva se *UZORAK*.
- Reprezentativnost znači da uzorak na najbolji mogući način prikazuje odnose koji postoje unutar osnovnog skupa. Uzorak služi da se na njemu uradi istraživanje, a rezultati se zatim generalizuju na čitavu populaciju.

- Pojava koju posmatramo, analiziramo i donosimo sud o njoj u celini predstavlja osnovni skup, statističku masu ili populaciju. Osnovni skup se sastoji iz elemenata, odnosno svih jedinica posmatranja.
- Deo **osnovnog skupa** koji ga reprezentuje odnosno podskup osnovnog skupa formiran metodom slučajnog izbora naziva se uzorak. Parametri osnovnog skupa, po pravilu, obeležavaju se velikim slovima, a iste vrednosti dobijene na uzorku malim slovima abecede

Primer za uzorak: doktori medicine specijalisti reumatologije ispituju pacijente sa reumatoidnim artritismom. Svi postojeći pacijenti sa reumatoidnim artritismom na području Srbije predstavljaju ciljanu populaciju. Uzorak u populaciji čini grupa pacijenata sa reumatoidnim artritismom sa Klinike za reumatologiju iz Niške banje. Praktično u ovom primeru *UZORAK* je grupa ispitivanih pacijenata.

UZORAK

Da bi zaključci o osnovnom skupu bili verodostojni i pouzdani, uzorak mora da bude *reprezentativan*. Da bi se obezbedila reprezentativnost uzorka treba da se obezbede dva uslova:

- I) adekvatna veličina uzorka
- II) pravilan način izbora uzorka koji isključuje subjektivnost

Veličina uzorka zavisi od tri grupe faktora:

1. nivoa pouzdanosti donošenja ocena
2. varijabilnosti, disperzije unutar osnovnog skupa koji se ispituje
3. maksimalno dozvoljene greške.

1. nivo pouzdanosti donošenja ocena

- najčešći nivo pouzdanosti 95% ili 99%, kome odgovara *standardizovana z-vrednost* od $\pm 1,96$ i $\pm 2,58$ (zbog jednostavnosti često se uzimaju vrednosti za z od 2 i 3).

2. varijabilnost, disperzija unutar osnovnog skupa

- **Veća varijabilnost osnovnog skupa zahteva veći uzorak i obrnuto. Varijabilnost skupa se procenjuje preko SD uzorka iz koje se izračunava SG aritmetičke sredine osnovnog skupa.**

3. maksimalno dozvoljena greška

- Maksimalno dozvoljena greška je veličina koja je određena centrom serije i tačkom maksimalnog odstupanja od nje u jednom pravcu. Drugim rečima, to je maksimalan iznos greške koji je istraživač spreman da toleriše. U principu mala dozvoljena greška traži veći uzorak i obrnuto.

Pravilan način izbora uzorka

- Isključuje subjektivnost.
- Subjektivnost se anulira metodama slučajnog odabiranja jedinica u uzorak. Slučajnost znači da treba primeniti takav način odabiranja koji isključuje pristrasnost i pri kome svaka jedinica osnovnog skupa ima podjednaku verovatnoću da uđe u uzorak, odnosno svaki uzorak ima istu šansu da bude izabran kao predstavnik skupa.

Prema tehnici odabiranja slučajan uzorak može imati tri osnovna oblika

- prost slučajan uzorak
- sistematski uzorak
- stratifikovani uzorak

Prost – slučajan uzorak

Da bi se zadovoljio zakon slučajnosti odabiranje se vrši:

- Metodom tablica slučajnih brojeva
- Metodom lutrije

5624	4167	9524	1545	1396	7203	5356
1300	2693	2730	7483	3408	2762	3563
1089	6913	7691	0560	5246	1112	5107
6008	8126	4233	8776	2754	9143	1405

Sistemi uzorak

- Odredjujemo korak ili stopu

$$R = \frac{N}{n} = \frac{200}{20} = 10$$

- Odredjujemo prvi korak ili prvu jedinicu
npr. 3.

3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83.....

Stratifikovni uzorak

- Ako OS pokazuje izrazitu heterogenost, on se deli na stratume (grupe), sa težnjom da oni budu homogeni
- Iz svakog stratuma se srazmerno njegovoj veličini, bira uzorak.

$$n_s = n \cdot \frac{N_s}{N}$$

n – br. Statističkih jedinica u uzorku stratuma
 n_s – ukupan br. statističkih jedinica u uzorku
 N_s – ukupan br. statističkih jedinica u stratumu
 N – ukupan br. jedinica svih stratuma

Zavisno od toga , da li se jedno obeležje posmatranja registruje na jedinicama posmatranja jednog uzorka samo jednom, ili više puta, uzorci se dele na:

- NEZAVISNE i
- ZAVISNE

Ako se jedno obeležje posmatranja registruje na jedinicama posmatranja jednog uzorka samo jednom radi se o nezavisnom uzorku.

Ako se jedno obeležje posmatranja registruje dva ili više puta, radi se o zavisnom uzorku.

Statistički parametri izračunati iz uzorka predstavljaju približne vrednosti tih istih parametara u osnovnom skupu. U kojoj meri dobijeni rezultati iz uzorka odstupaju od parametara osnovnog skupa pokazuje standardna greška. Na osnovu parametara iz uzorka i standardne greške moguće je doneti ocenu o variranju posmatranog obeležja u osnovnom skupu. Intervali variranja normalnih vrednosti nazivaju se interval pouzdanosti ili poverenja.

INTERVAL POUZDANOSTI ILI POVERENJA je brojni interval pomoću koga se procenjuju parametri osnovnog skupa na osnovu parametara iz uzorka sa željenom verovatnoćom.

Interval pouzdanosti ili poverenja

Ako postoji verovatnoća i njoj odgovarajuća z-vrednost da se u intervalu $\bar{x}_{os} \pm z \cdot SG$ nađe aritmetička sredina uzorka (\bar{x}_{uz}), obrnuto: zašto se ne bi u intervalu $\bar{x}_{uz} \pm z \cdot SG$ našla aritmetička sredina osnovnog skupa

Drugim rečima, ako je \bar{x}_{uz} udaljena od \bar{x}_{os} za $z \cdot SG$, onda je i \bar{x}_{os} udaljeno od \bar{x}_{uz} za $z \cdot SG$

Znači, došli smo do intervala u kome se može da nađe aritmetička sredina osnovnog skupa (koja je nepoznata) u odnosu na aritmetičku sredinu uzorka (koja je poznata):

$$\bar{x}_{uz} - z \cdot SG < \bar{x}_{os} < \bar{x}_{uz} + z \cdot SG$$

$$\bar{x}_{uz} - z \cdot SG < \bar{x}_{os} < \bar{x}_{uz} + z \cdot SG$$

- To je interval u okviru koga očekujemo da se nađe parametar populacije, u konkretnom slučaju aritmetička sredina osnovnog skupa, kada je prethodno zadana verovatnoća i njoj odgovarajuća z-vrednost.

Interval pouzdanosti ili poverenja ocene aritmetičke sredine osnovnog skupa je određen trima vrednostima, koje definišu njegovu pouzdanost i preciznost, a to su:

1. Verovatnoća, koja se još naziva i **koeficijentom pouzdanosti**. Najčešće se ocena vrši za verovatnoću $P=0,95$ (95%) i $P=0,99$ (99%). Rizik pri ovim ocenama je $p=1-0,95=0,05$ i $p=1-0,99=0,01$.
2. **z - vrednošću**, za odgovarajuću verovatnoću. Ova se vrednost naziva i **faktorom pouzdanosti**. Za gore navedene verovatnoće to su: $z=1,96$ i $z=2,58$.

Interval pouzdanosti ili poverenja

- Konačni oblik intervala pouzdanosti ocene aritmetičke sredine osnovnog skupa, na osnovu aritmetičke sredine uzorka je:

$$\bar{x}_{uz} - 1,96 \cdot SG < \bar{x}_{os} < \bar{x}_{uz} + 1,96 \cdot SG$$

- gde je $P=0,95$ (95%) a rizik $p=0,05$ (5%)

$$\bar{x}_{uz} - 2,58 \cdot SG < \bar{x}_{os} < \bar{x}_{uz} + 2,58 \cdot SG$$

- gde je $P=0,99$ (99%) a rizik $p=0,01$ (1%)

Standardna greška

3. SG ili SE je treća vrednost, koja utiče na veličinu intervala pouzdanosti, pre svega na preciznost. **Standardna greška** je odnos standardne devijacije populacije i korena iz veličine uzorka.

Standardna devijacija predstavlja odstupanje individualnih rezultata od aritmetičke sredine. Standardna devijacija populacije je nepoznata, a približno je iste vrednosti kao i standardna devijacija uzorka. Zato se u formuli za računanje SG uzima standardna devijacija uzorka.

Standardna greška je greška koja se pravi pri zaključivanju o osnovnom skupu na osnovu uzorka.

Standardna greška

Standardna greška je mera varijabilnosti aritmetičkih sredina uzoraka u odnosu na aritmetičku sredinu osnovnog skupa.

$$SD_{os}^2 = n \cdot SD_{uz}^2$$

$$SD_{uz}^2 = \frac{SD_{os}^2}{n}$$

$$SD_{uz} = \sqrt{\frac{SD_{os}^2}{n}} = \frac{SD_{os}}{\sqrt{n}}$$

$$SD_{uz} = SG_{os}$$

$$SD_{uz} = SG_{os} = \frac{SD_{os}}{\sqrt{n}}$$

$$SG = \frac{SD_{uz}}{\sqrt{n-1}}$$

STEPEN SLOBODE

Kod obrasca za računanje SG ili SE, izraz $n - 1$, gde je n veličina uzorka poznat je u statistici kao broj stepena slobode. Stepenn slobode je broj jedinica uzorka koje slobodno mogu uzimati vrednosti, odnosno broj varijabli koje mogu slobodno varirati. Dobija se tako što se od ukupnog broja jedinica uzorka, oduzmu one jedinice koje ne mogu slobodno da uzimaju vrednosti, jer su uslovljene vrednostima ostalih jedinica.

- Primer: Od 6000 dijabetičara u gradu Nišu, metodom slučajnosti odabran je uzorak od 200 dijabetičara. Pored ostalog posmatrana je i distribucija dijabetičara u odnosu na godine starosti. Za uzork dobijen je presek godina: $\bar{x} = 51,75$ godina i $SD=12,65$ godina. Konstruisati interval pouzdanosti za nivo poverenja od $P=0,95$ i $P=0,99$ za ocenu prosečne starosti svih 6000 dijabetičara.

1. Za $P=0,95$ interval poverenja je: $\bar{x}_{uz} - 1,96SG < \bar{x}_{os} < \bar{x}_{uz} + 1,96SG$

$$51,75 - 1,96SG < \bar{x}_{os} < 51,75 + 1,96SG$$

$$SG = \frac{SD_{uz}}{\sqrt{n-1}} = \frac{12,65}{\sqrt{200-1}} = \frac{12,65}{\sqrt{199}} = \frac{12,65}{14,11}$$

$$51,75 - 1,96 \cdot 0,897 < \bar{x}_{os} < 51,75 + 1,96 \cdot 0,897$$

$$SG = 0,897$$

$$49,99 < \bar{x}_{os} < 53,51$$

- Sa sigurnošću od 95% tvrdimo da se prosečna starost 6000 dijabetičara kreće u intervalu od 49,99 do 53,5 godina

- 2. Za $P=0,99$ interval poverenja je

$$51,75 - 2,58 \cdot 0,897 < \bar{x}_{os} < 51,75 + 2,58 \cdot 0,897$$

$$49,44 < \bar{x}_{os} < 54,06$$

- Sa sigurnošću od 99% tvrdimo da se prosečna starost 6000 dijabetičara nalazi u intervalu od 49 do 54 godine



HVALA NA PAŽNJI