Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

# RADOVI XXXIX, knj. 11.

**Fukarek, Pavle**

**1970**

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/items/011f422a-2f1d-4427-b0cf-97112104307d

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE

# RADOVI

Knjiga XXXIX

## ODJELJENJE PRIRODNIH I MATEMATIČKIH NAUKA

Knjiga 11.

ANU BiH АНУ БиХ

Urednik
PAVLE FUKAREK,
redovni član Akademije nauka i umjetnosti
Bosne i Hercegovine

SARAJEVO
1970

LJUBOMIR BERBEROVIĆ

# JEDAN NAČIN GRAFIČKE INTERPRETACIJE REZULTATA STUDENTOVOG (t) TESTA*

(Primljeno na sjednici Odjeljenja prirodnih i matematičkih nauka 13. X 1969)

Studentov test (ili t-test) široko je primenjivana tehnika elementarne statistike zaključivanja, budući da služi međusobnom poređenju najredovnije upotrebljavanih mera centralne tendencije pri opisivanju stanja pojedinih varijabli u nezavisnim uzorcima. Predočavanje rezultata Studentovog testa ponekad implicira izvesne tehničke poteškoće. Naime, ukoliko se utvrđuje statistički značaj nađenih razlika među srednjim vrednostima (aritmetičkim sredinama) određenog morfometrijskog karaktera, ispitivanog u većem broju uzoraka, konačan ishod testiranja prilično je teško predstaviti, a da se pri tome izbegnu glomazne tabele i srazmerno slaba preglednost podataka. Učinjen je pokušaj da se ovaj tehnički problem prevaziđe primenom nešto pojednostavljenog grafičkog interpretiranja rezultata Studentovog testa. Treba napomenuti da se ovde ne radi o nekoj naročitoj metodskoj novosti; ovde se samo daje alternativna tehnika prikazivanja određenih statističkih nalaza, koja (po svoj prilici) ima izvesne praktične prednosti u odnosu na obično primenjivane druge načine predočavanja rezultata Studentovog (t) testa.

## *1. STANDARDNI NAČIN PREDSTAVLJANJA REZULTATA t-TESTA*

Tabela I prikazuje osnovne statističke podatke o morfometrijskom karakteru »Najveća širina ljušture« u uzorcima populacija vrste *Eobania vermiculata* (Müll.) — *Gastropoda, Pulmonata, Helicidae* — sa dvadeset raznih lokaliteta na srednjojadranskom primorju i pribrežnim ostrvima (Berberović, 1963). U tabeli je zadržan onaj redosled navođenja uzoraka kakav postoji u radu iz kojeg su uzeti brojčani podaci, a taj redosled (iako u suštini arbitraran) približno odražava geografsko grupisanje pomenutih lokaliteta. Tablica I donosi elemente potrebne za izračunavanje vrednosti t za svaki par upoređenih aritmetičkih sredina. Vrednost t se izračunava

* Rad je finansiran sredstvima Fonda za naučni rad SR BiH.

OSNOVNI STATISTIČKI PODACI O VARIJABLI »NAJVEĆA ŠIRINA LJUŠTURE« U UZORCIMA VRSTE *EOBANIA VERMICULATA* SA 20 LOKALITETA NA SREDNJOJADRANSKOM PRIMORJU

Tabela I

| Uzorak (Lokalitet) | N | M | s | $SE_M$ | Rang uzorka po veličini M |
|---|---|---|---|---|---|
| Trogir | 59 | 29,31 | 1,503 | 0,1957 | 6 |
| Rt Marjana | 72 | 29,99 | 1,641 | 0,1935 | 4 |
| Split I | 25 | 27,64 | 1,497 | 0,2994 | 10 |
| Split II | 53 | 30,74 | 1,736 | 0,2385 | 1 |
| Rt Lopata | 71 | 30,42 | 1,853 | 0,2199 | 2 |
| Ston | 55 | 29,11 | 1,706 | 0,2300 | 7 |
| Čiovo | 32 | 29,78 | 1,621 | 0,2865 | 5 |
| Stomorska | 34 | 30,22 | 1,978 | 0,3392 | 3 |
| Sutivan | 67 | 27,05 | 1,540 | 0,1594 | 12 |
| Sumartin | 57 | 28,42 | 1,858 | 0,2461 | 8 |
| Bol | 57 | 27,82 | 1,468 | 0,1968 | 9 |
| Pokonji Dol | 66 | 26,14 | 1,553 | 0,1912 | 15 |
| Šćedro | 65 | 27,25 | 1,845 | 0,2289 | 11 |
| Pločica | 107 | 26,65 | 1,549 | 0,1497 | 14 |
| Lastovo | 34 | 26,88 | 1,661 | 0,2849 | 13 |
| Komiža I | 60 | 26,12 | 1,489 | 0,1923 | 16 |
| Komiža II | 107 | 25,45 | 1,244 | 0,1203 | 17 |
| Kamen | 108 | 23,01 | 1,384 | 0,1332 | 19 |
| Biševo | 51 | 25,30 | 1,245 | 0,1743 | 18 |
| Palagruža | 128 | 22,39 | 1,380 | 0,1220 | 20 |

N — veličina uzorka (broj jedinki u uzorku)
M — aritmetička sredina
s — standardna devijacija
$SE_M$ — standardna greška

ANU ВіН АНУ БиХ

zasebno za svaki par uzoraka (tj. aritmetičke sredine se uspoređuju svaka sa svakom posebno), što znači da se čitava operacija sastoji od $\frac{X(X-1)}{2}$ = 190 pojedinačnih t-testova (X — ukupan broj posmatranih uzoraka, u ovom slučaju 20).

Tabela II sadrži parametre za definisanje statističkog značaja (funkcija p) razlike aritmetičkih sredina svakog testiranog para uzoraka. Gornji broj u svakom polju tablice predstavlja broj stepeni slobode (zbir veličina oba uzorka umanjen za 2, tj. $N_1+N_2-2$), dok je donji broj vrednost kritičnog odnosa (t) razlike među aritmetičkim sredinama dotična dva uzorka, izračunat iz izraza:

$$t = \frac{D}{SE_D} = \frac{D}{\sqrt{SE^2_{M1}+SE^2_{M2}}}$$

(Snedecor, 1946, Fisher, 1950; simbolika u formulama je izmenjena). Značenje upotrebljenih simbola je sledeće:

D — razlika posmatranih aritmetičkih sredina,
$SE_D$ — standardna greška te razlike,
$SE_{M1}$ i $SE_{M2}$ — standardne greške posmatranih aritmetičkih sredina.

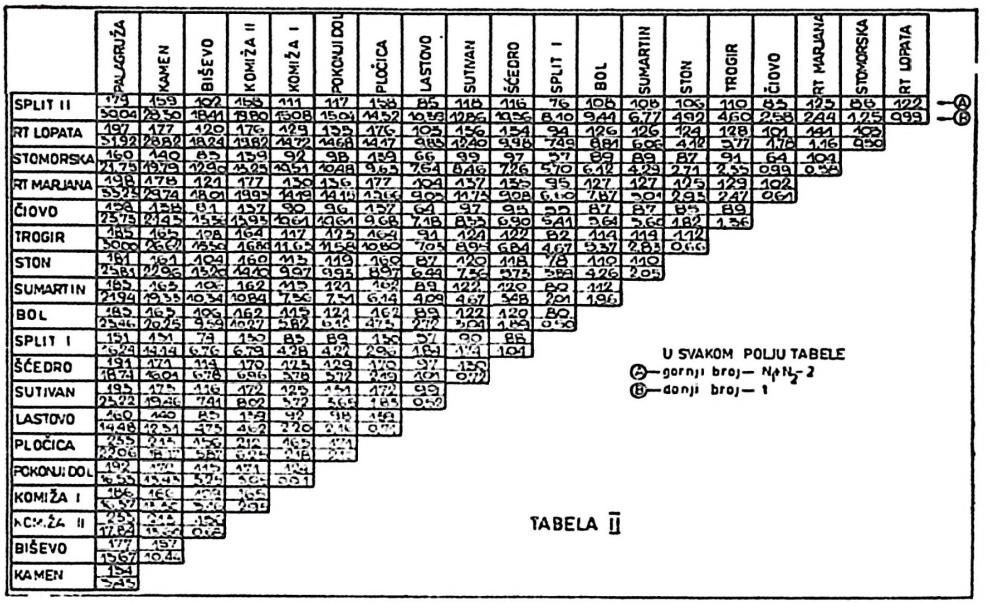



TABELA II

Tabela III prikazuje konačan ishod testiranja; legenda uz samu tabelu objašnjava značenje upotrebljenih simbola. Kao i u prethodnoj tabeli, uzorci su ovde svrstani po izmenjenom redosledu; redosled navođenja uzoraka odgovara njihovom rangu po veličini aritmetičke sredine ispitivanog morfometrijskog karaktera. Znakovi » * « i »x« stoje u poljima tablice koja odgovaraju parovima uzoraka statistički značajno različitih s obzirom na

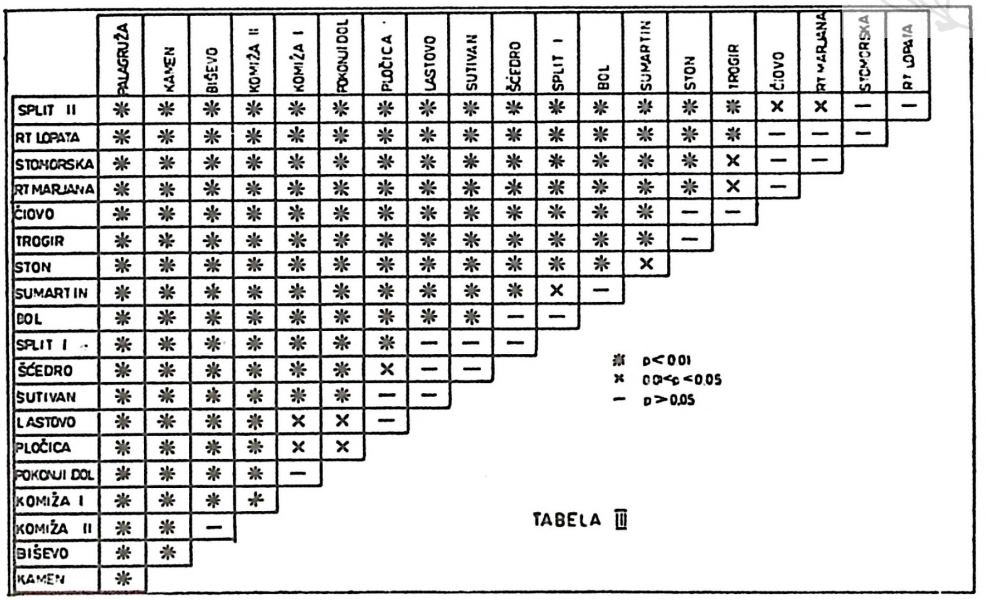



TABELA III

srednje vrednosti najveće širine ljušture ($p<0,05$); znak »-« u odgovarajućem polju tablice ukazuje na statističku insignifikantnost razlike među aritmetičkim sredinama dva komparirana uzorka ($p>0,05$).

Očigledno je da se podaci iz tabele III čitaju relativno lako, zahvaljujući tome što su u nju uneseni upadljivi grafički simboli za određene nivoe statističkog značaja nađenih razlika među aritmetičkim sredinama (odnosno statističkog značaja utvrđenih vrednosti funkcije t). Pa ipak, tabela III još uvek je dosta glomazna i prilično nekomforna, a takođe ne sasvim jednostavna za konstruisanje. Iznalaženje određenog podatka nije sasvim prosto; mogućnost odabiranja pogrešnog polja tabele nije isključena, pa traženje željenog polja zahteva dosta pažljivosti. Ni opšta preglednost podataka sadržanih u tabeli nije idealna. Situacija se pogotovo komplikuje ukoliko mesto naših znakova u tabeli figuriraju brojčane vrednosti funkcije p za svako izračunato t. Isto tako, čitanje podataka se osetno otežava ako uzroci nisu svrstani prema rangu — po veličini ispitivane varijable.

## *2 .GRAFIČKO PREDSTAVLJANJE REZULTATA t-TESTA*

Tabela IV predstavlja rezultate Studentovog testa prikazane jednim grafičkim metodom; ona sadrži sve podatke iz prethodne tabele, za svih dvadeset posmatranih uzoraka.

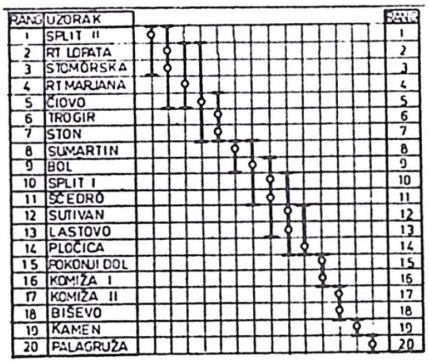



**Tabela IV**

Grafički simboli na tabeli IV čitaju se na sledeći način:

a) svakom uzorku odgovara vertikalna linija obeležena kružićem koji na liniji stoji nasuprot nazivu odgovarajućeg uzorka;
b) svi uzorci kraj čijih se naziva pruža (zahvata ih) data vertikalna linija nisu po posmatranoj morfometrijskoj osobini značajno različiti od uzorka kojem data vertikalna linija pripada;
c) ukoliko na vertikalnoj liniji nalazimo dva ili više kružića, ona pripada svim odgovarajućim uzorcima.

Prema tome, čitanje grafikona nije ni najmanje komplikovano, jer je upotrebljena simbolika krajnje uprošćena i tako reći sama po sebi razumljiva. Način čitanja podataka shvatljiv je pri samom pogledu na grafikon.

ANU BiH АНУ БиХ

Prednosti upravo prikazanog metoda grafičke interpretacije u odnosu na standardne načine predstavljanja rezultata Studentovog testa sastojale bi se u sledećem:

a) isti broj podataka saopštava se znatno jednostavnije i na znatno manjem prostoru;
b) u vezi s tim, izrada zahteva manje vremena;
c) čitanje pojedinačnih podataka je lakše i teže podložno slučajnim greškama pri odabiranju traženog podatka;
d) grupisanje uzoraka po sličnosti u pogledu posmatranog morfometrijskog karaktera mnogo je bolje vidljivo.

Smatramo da izneseni metod grafičke interpretacije može naročito korisno poslužiti kao pomoćni radni dokumenat o ispitivanom materijalu, specijalno pri traženju opštih zaključaka na bazi utvrđenih rezultata t-testa. Isto tako, njegova je ekonomičnost izrazita i kad se radi o publikovanju (štampanju) sprovedenih istraživanja ove vrste.

LJUBOMIR BERBEROVIĆ

## A GRAPH INTERPRETING THE STUDENT'S TEST DATA

SUMMARY

A method of making a graph interpreting the Student's test data is described. The graph is likely to be a more comfortable way of presentation compared with the standard procedures. It seems to be especially applicable in th cases where a large number of samples' means are tested. An example of the proposed procedure is given.

ANU BiH АНУ БиХ

### LITERATURA

Berberović Lj.: Mikroevolucija vrste *Eobania vermiculata* (Müll.) na srednjo-jadranskom primorju i ostrvima, Godišnjak Biol. inst. Univ. u Sarajevu, 16, pp. 3—76, 1963.

Fisher, R. A.: Statistical Methods for Research Workers, Edinburgh-London 1950.

Snedecor, G. W.: Statistical Methods. Ames, Iowa, 1946.