

STATISTIKA U POLJOPRIVREDI



Ivana Ljubanović-Ralević, red.prof

Ana Anokić, asistent

Univerzitet u Beogradu Poljoprivredni fakultet

- Istraživanja u svim naučnim disciplinama su neophodna, bilo za proveru već stečenih znanja ili sticanje novih
- Postojanje statistike u formi nauke o značenju i korišćenju podataka leži baš u povezanosti statističkih metoda sa disciplinama u kojima se primenjuje
- Nekada se podaci dobijaju od Statističkih službi – institucija, koje ih evidentiraju, a nekad iz eksperimenata
- Prve statističke metode bile su primenjene upravo na eksperimente koji se odnose na poljoprivredna istraživanja

Ronald Aylmer Fisher

(1890-1962)

- Britanski genetičar i statističar, rođen u Londonu, umro u Australiji
- 1919.godine statističar u Roterdamskoj eksperimentalnoj stanici (the Rothamsted Experimental Station)
- *Statistical Methods for Research Workers* (1925) štampane su više od 50 godina
- *Design of Experiments and Statistical Methods* (1933)
- Začetak koncepta analize varijanse (ANOVA)



Frank Yates (1902-1994)

- Nastavnik matematike i matematički savetnik, pre apliciranja za službu u Roterdamskoj eksperimentalnoj stanici
- Bavio se planiranjem eksperimenata i dosta saradivao sa Sir *R.A. Fisher*-om
- *Statistical Tables for biological, agricultural, and medical research*
- *Yates*-ov algoritam za izračunavanje sume kvadrata
- Pionir u korišćenju kompjutera za statističke obračune



Gertrude Mary Cox **(1900 –1978)**

- Uticajni američki statističar
- Prva žena koja je izabrana u Internacionalni statistički institut
- Na koledžu se zainteresovala za statistiku i pomaganje farmerima Ajove da naprave bolja istraživanja u poljoprivredi
- Urednik *Biometrics Bulletin* i *Biometrics*
- Zajedno sa *Cochran* –om 1950 je objavila fundamentalno delo *Experimental Design*



William Gemmell Cochran

(1909 –1980)

- Istaknuti statističar
- Radio je u Roterdamskoj eksperimentalnoj od 1934. do 1939, kada se preselio u SAD
- Poznata dela su:
 - o *Experimental designs* (sa Gertruge Mary Cox) 1950
 - o *Sampling Techniques, Statistical Methods applied to Experiments in Agriculture and Biology* sa George W. Snedecor(1977)
 - o *Planning and analysis of observational studies* (1983)



George Edward Pelham Box

(1919 –2013)

- Radio je u oblasti kontrole kvaliteta, vremenskih serija, planiranja eksperimenta i bajesovog zaključivanja
- Poznata dela su:
 - o *Statistics for Experimenters* (2nd ed., 2005)
 - o *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (4th ed., 2008)
 - o *Bayesian inference in statistical analysis* (1973)
 - o U svojoj knjizi *Empirical Model-Building and Response Surfaces*, sa Norman R. Draperom, napisao je "suština je, svi modeli su pogrešni, ali neki su korisni".



Oscar Kempthorne

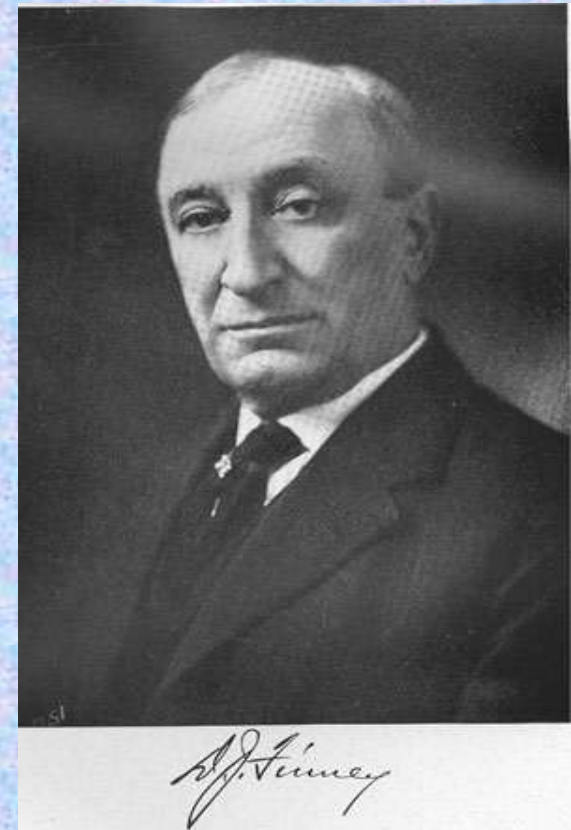
(1919 –2000)

- Statističar i genetičar poznat po istraživanjima u analizi slučajnosti i u planiranju eksperimenta koji imaju primenu u istraživanjima u pojoprivredi, genetici i drugim oblastima nauke
- *Design and Analysis of Experiments*, prvi put izdata 1952, bila je treća po redu
- *Design and Analysis of Experiments Vol. 1: Introduction to Experimental Design* u saradnji sa *Hinkelmann*-om
- Nacionalno priznanje za ono što je uradio u oblasti Statistike



David John Finney (1917)

- Britanski statističar i profesor emeritus iz Statistike na Univerzitetu u Edinburgu
- Pionir u razvijanju sistematskog praćenja lekova za detektovanje neželjenih reakcija
- Poznate knjige
 - o *Statistical methods in biological assay* (1952)
 - o *Experimental design and its statistical basis* (1955)
 - o *Statistics for mathematicians: an introduction* (1968)
 - o *Probit Analysis* (1968)



Evidencija statističkih podataka

Kina (4000 god p.n.e) i Egipat (3000 god p.n.e)

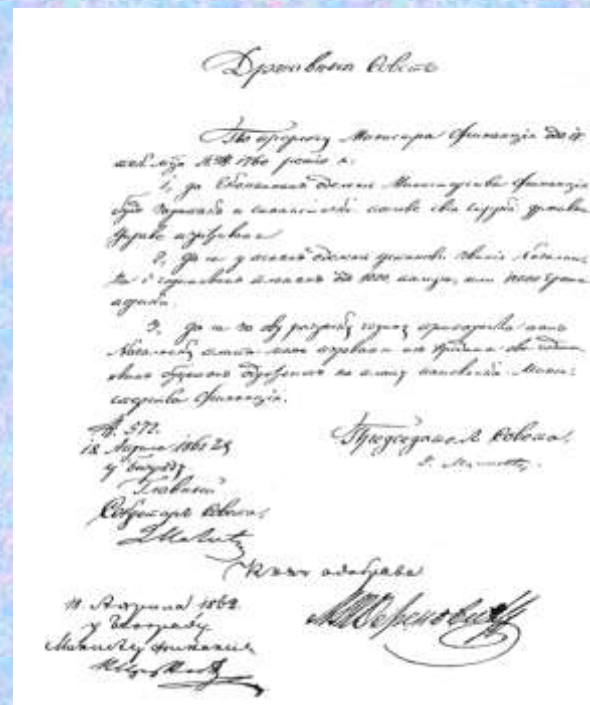


Rimska republika (stari vek)



1862 ? 1864

Knez Mihajlo Obrenović



- 1862. godine potpisao akt kojim se Ekonomsko odeljenje Ministarstva finansija obavezuje da vodi i kordinira sve statističke poslove
- 1864. iz Ekonomskog odeljenja izdvaja se posebno Statističko odeljenje

Statističke službe

- RZS Republički zavod za statistiku (1945)



BAZE PODATAKA

podaci iz poljoprivrede

- FADN (Farm Accountancy Data Network) je računovodstvena mreža podataka zemalja EU za praćenje dohotka poljoprivrednih organizacija za potrebe njihovog učešća u kreiranju zajedničke agrarne politike
- NASS (National Agricultural Statistics Service) obezbeđuje pravovremene, tačne i korisne statističke podatke poljoprivrede SAD
- FAOSTAT je FAO baza podataka koja sadrži podatke vremenskih-serija preko 210 zemalja

Statistika na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu



- Od osnivanja Fakulteta 1919. godine postojala su dva predmeta u okviru kojih se izučavala Statistika:
 - o *Narodna ekonomija, finansije i statistika (osnovni)*
 - o *Poljoprivredna statistika (stručni)*
- 1976. osnovana je Katedra za statistiku čiji su članovi sada četiri nastavnika doktora statističkih nauka i četiri asistenta
- Predmeti:
 - o *Statistika*
 - o *Ekonometrijski metodi i modeli*
 - o *Operaciona istraživanja*
 - o *Statistička kontrola kvaliteta*
 - o *Multivarijaciona analiza*
 - o *Ekonomska statistika*
 - o *Kvantitativne metode za menadžere*
 - o *Matematičko-statističke metode*
 - o *Eksperimentalna statistika*

Primena statističkih metoda u radovima istraživanja u poljoprivredi

- *Deskriptivna statistika*
- *Ocena parametara*
- *Korelaciona i regresiona analiza*
 - *Opšti linearni model (OLM)*
- *Neparametrijski testovi*
- *Analiza varijanse (ANOVA)*
- *Analiza kovarijanse (ANCOVA)*
- *Multivarijaciona analiza*
 - *Klaster analiza*
 - *Diskriminaciona analiza*
 - *Analiza glavnih komponenti*
 - *Faktorska analiza*
 - *MANOVA i višestruka regresija*

Plan-Model-Analiza

- Izvor podataka eksperimenti
- Cilj eksperimenta da se ispita uticaja jednog ili više faktora na posmatranu karakteristiku (obeležje)
- Način na koji se različiti tretmani dodeljuju ekperimentalnim jedinicama je plan eksperimenta a njemu odgovara matematički model
- Matematički model je način da se opiše posmatrano obeležje (promenljiva)
- Uloga statističara je da obezbedi izbor plana eksperimenta koji odgovara cilju istraživanja

- Metod analize varijanse (MAV) ima veliku primenu u poljoprivrednim istraživanjima
- Opšta struktura modela za MAV je

Posmatrana_vrednost = \sum Članovi(opisuje definisane efekte)
+ \sum Slučajne_veličine(opisuju nedefinisane efekte rezidualne)

- Tip faktora, slučajan ili fiksni, određuje da li je član modela koji opisuje definisani efekat slučajna ili fiksna veličina

- **Osnovne pretpostavke za primenu MAV su:**
 - Očekivanja svih slučajnih faktora u modelu su nula. Ovo znači da je promena u matematičkim očekivanjima posmatranja obuhvaćena definisanim fiksnim efektima
 - Rezidualne slučajne veličine su međusobno nezavisne, što znači da između različitih posmatranja ne postoji veza koju nije moguće objasniti članom koji pripada definisanim efektima
 - Sve rezidualne veličine imaju istu varijansu, što je osnovna pretpostavka formalne analize varijanse
 - Svaka rezidualna slučajna veličin ima normalnu raspodelu
- **Veliki značaj eksperimentalne greška na zaključke**

Jednofaktorijalni ogled

Potpuno slučajan plan $X_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}; i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, n_i$

a_1	a_4	a_6	a_1	a_6	a_5
a_4	a_1	a_6	a_3	a_3	a_2
a_2	a_4	a_2	a_5	a_3	a_5
a_1	a_5	a_6	a_3	a_6	a_2
a_4	a_1	a_4	a_5	a_3	a_2

Potpun slučajni blok sistem $X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}; i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, n$

a_3	a_4
a_5	a_1
a_2	a_6

blok I

a_6	a_1
a_4	a_3
a_2	a_5

blok II

a_6	a_4
a_3	a_2
a_1	a_5

blok III

a_1	a_5
a_3	a_4
a_6	a_2

blok IV

Različita analiza istih podataka

- Za ispitivanje uticaja 6 načina ishrane na prirast uzeta su prasadi iz četiri legla. U tabeli su dati podaci o prirastu u oglednom periodu.
- Istraživač nije siguran kako je postavljen ogled, da li je slučajan plan ili po blokovima (leglima)

način ishrane	Prirast prasadi			
	1	2	3	4
1	51	40	49	61
2	62	68	60	82
3	59	31	40	61
4	48	60	60	82
5	60	51	50	73
6	50	41	60	69

Analiza

Mislim da je **potpun slučajan blok**

IZVOR VARIJACIJE	SS	st.sl.	MS	F-količnik
BLOKOVI	1778,30	3	592,777	$MS_{BL}/MS_G=11,56^{**}$
FAKTOR	1154,50	5	230,900	
GREŠKA	769,17	15	51,278	$MS_F/MS_G = 4,5^*$
UKUPNO	3702,00	23		

Zaključak: način ishrane **utiče** na prirast

Mislim da je **potpuno slučajan plan**

IZVOR VARIJACIJE	SS	st.sl.	MS	F-količnik
FAKTOR	1154,50	5	230,900	
GREŠKA	2547,50	18	141,53	$MS_F/MS_G=1,631^{nz}$
UKUPNO	3702,00	23		

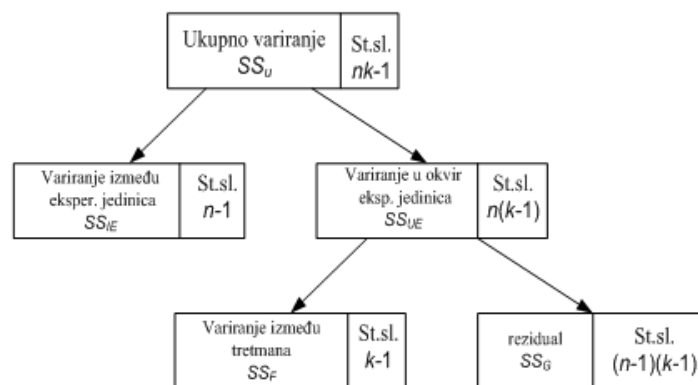
Zaključak: način ishrane **ne utiče** na prirast

Jednofaktorijalni ogled sa ponovljenim posmatranjima bez interakcije između eksperimentalne jedinice i tretamana

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \pi_j + \varepsilon_{ij}; i=1,2,\dots,k; j=1,2,\dots,n$$

mernje/tretman

1	a_1	a_1	a_1	a_1
2	a_2	a_2	a_2	a_2
3	a_3	a_3	a_3	a_3
4	a_4	a_4	a_4	a_4
	1. e.j.	2. e.j.	3. e.j.	4.e.j.



Dvofaktorijski ogled

potpuno slučajni plan $X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{k(ij)}; i=1,2,\dots,r; j=1,2,\dots,s; k=1,2,\dots,n$

a_1b_1	a_1b_3	a_2b_1	a_2b_1	a_3b_1	a_2b_3
a_1b_1	a_2b_1	a_1b_2	a_3b_3	a_1b_2	a_3b_2
a_2b_2	a_1b_3	a_2b_2	a_1b_2	a_2b_2	a_2b_2
a_1b_2	a_3b_1	a_1b_1	a_3b_2	a_1b_3	a_1b_3
a_2b_3	a_3b_1	a_3b_2	a_3b_3	a_1b_1	a_3b_3
a_3b_2	a_2b_3	a_3b_3	a_2b_1	a_2b_3	a_3b_1

potpun slučajni blok sistem $X_{ijk} = \mu + \eta_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{(ij)k}; i=1,2,\dots,r; j=1,2,\dots,s; k=1,2,\dots,n$

a_1b_1	a_1b_3	a_2b_3
a_2b_2	a_1b_2	a_2b_1
a_3b_1	a_3b_3	a_3b_2

blok I

a_3b_1	a_2b_3	a_3b_2
a_2b_2	a_1b_1	a_1b_3
a_2b_1	a_1b_2	a_3b_3

blok II

a_1b_2	a_3b_3	a_3b_1
a_2b_3	a_2b_2	a_1b_3
a_3b_2	a_1b_1	a_2b_1

blok III

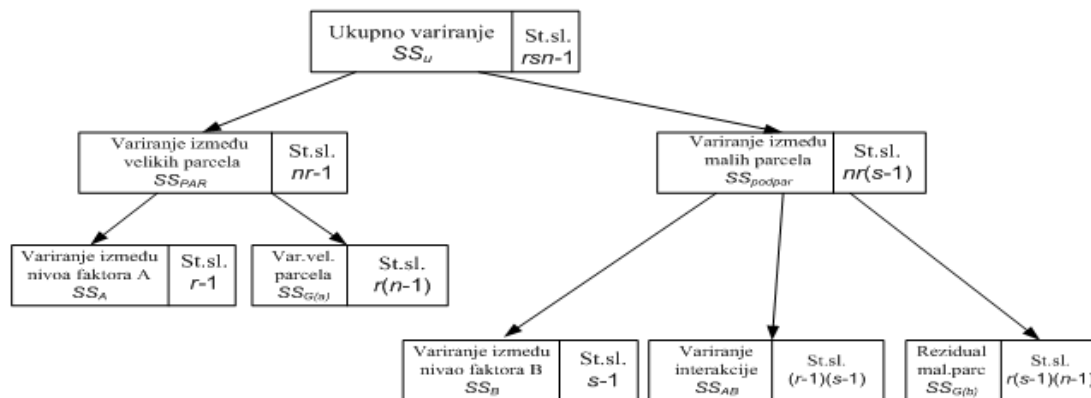
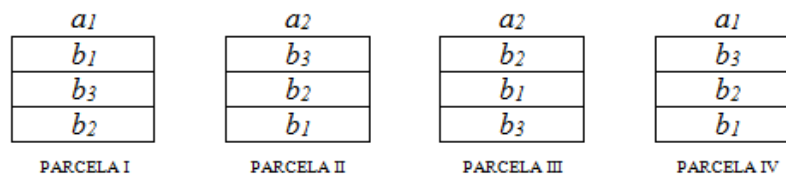
a_2b_1	a_1b_3	a_1b_1
a_1b_2	a_2b_2	a_3b_2
a_2b_3	a_3b_3	a_3b_1

blok IV

Split-plot

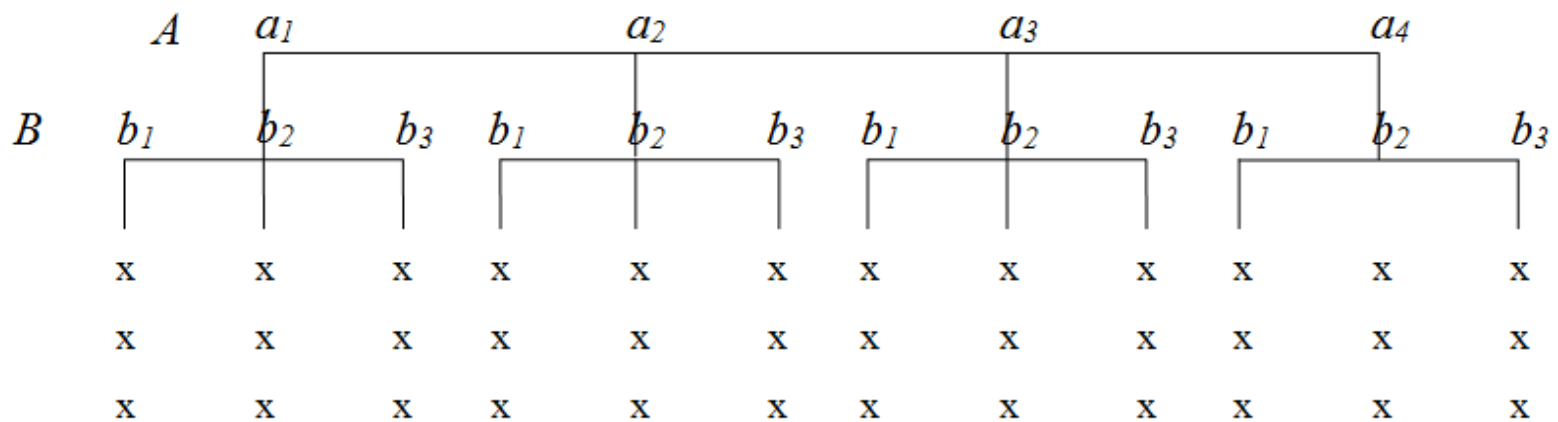
plan podeljenih parcela

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \Pi_{k(i)} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \underbrace{\Pi'_{jk(i)} + \varepsilon_{k(ij)}}_{\Delta_{k(ij)}}; i=1,2,\dots,r; j=1,2,\dots,s; k=1,2,\dots,n$$



Hijerarhijska klasifikacija

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \varepsilon_{k(ij)}; i=1,2,\dots,r; j=1,2,\dots,s; k=1,2,\dots,n$$



Osnovna ideja formiranja kriterijuma

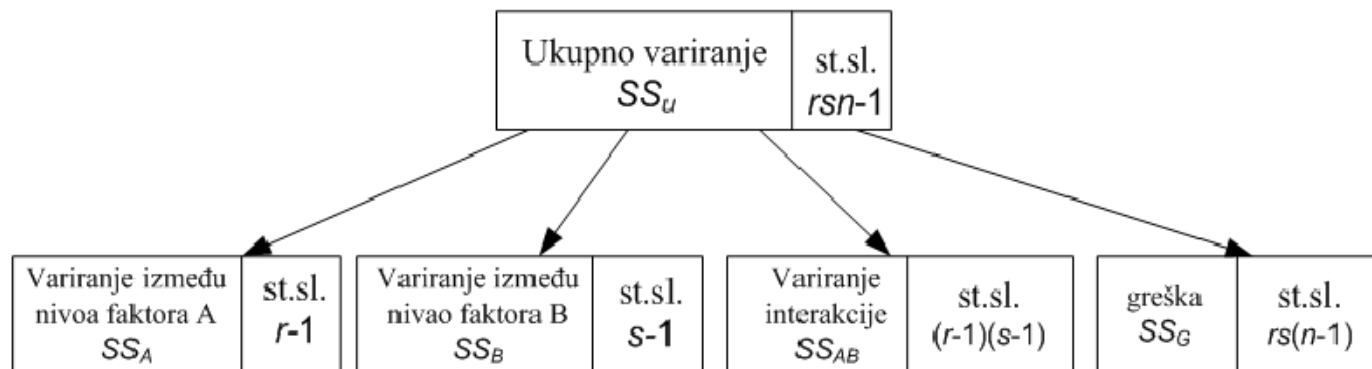
Model plana – dvofaktorijalni ogled po potpuno slučajnom planu

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{k(ij)}; i = 1, 2, \dots, r; j = 1, 2, \dots, s; k = 1, 2, \dots, n$$

napisan na osnovu definicije efekata

$$X_{ijk} = \mu + (\mu_i - \mu) + (\mu_j - \mu) + (\mu_{ij} - \mu_i - \mu_j + \mu) + \underbrace{(X_{ijk} - \mu_{ij})}_{\varepsilon_{ijk}}$$

Razbijanje sume kvadrata i stepeni slobode



Formiranje kriterijuma

Izračunata matematička očekivanja na osnovu komponenti modela

Članovi modela	D_A r i	D_B s j	D_n n k	Matematička očekivanja sredina kvadrata $M(MS)$
α_i	D_A	s	n	$\sigma_\varepsilon^2 + D_B \cdot n \cdot \sigma_{\alpha\beta}^2 + n \cdot s \cdot \sigma_\alpha^2$
β_j	r	D_B	n	$\sigma_\varepsilon^2 + D_A \cdot n \cdot \sigma_{\alpha\beta}^2 + n \cdot r \cdot \sigma_\beta^2$
$(\alpha\beta)_{ij}$	D_A	D_B	n	$\sigma_\varepsilon^2 + n \cdot \sigma_{\alpha\beta}^2$
$\varepsilon_{k(ij)}$	1	1	D_ε	σ_ε^2

$$D_A = 1 - \frac{r}{R} = \begin{cases} 1 & \text{slučajan} \\ 0 & \text{fiksni} \end{cases}$$

$$D_B = 1 - \frac{s}{S} = \begin{cases} 1 & \text{slučajan} \\ 0 & \text{fiksni} \end{cases}$$

$$D_\varepsilon = 1 - \frac{n}{N} = 1 \left(\frac{n}{N} = 0 \right)$$

princip za formiranje kriterijuma

$\frac{M(MS_{H_0})}{M(MS_2)} = \frac{h + c \cdot \sigma_{H_0}^2}{h}$	<ul style="list-style-type: none"> • MS_{H_0} sredina suma kvadrata za član na koga se odnosi H_0 • $\sigma_{H_0}^2$ izraz koji se izračunava na osnovu člana modela na koga se odnosi H_0 • c je konstanta • $h = M(MS_2)$
$\sigma_{H_0}^2 = 0$ ako je H_0 tačno	

Test aditivnosti

Dvofaktorijalni ogleda sa jednim posmatranjem ($n=1$)

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}; i = 1, 2, \dots, r; j = 1, 2, \dots, s$$

prvo se primeni *Tukey*-ev test neaditivnosti za proveru $H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0; i = 1, 2, \dots, r; j = 1, 2, \dots, s$

$$SS_{AB} \Rightarrow \begin{cases} SS_{NEAD} = \frac{[\sum \sum \hat{\alpha}_i \cdot \hat{\beta}_j \cdot X_{ij}]^2}{\sum \hat{\alpha}_i^2 \cdot \sum \hat{\beta}_j^2}; v_1 = 1 \\ SS_{OST} = SS_{AB} - SS_{NEAD}; v_2 = (r-1)(s-1) - 1 \end{cases} \quad F = \frac{SS_{NEAD}}{SS_{OST} / [(r-1)(s-1) - 1]}$$

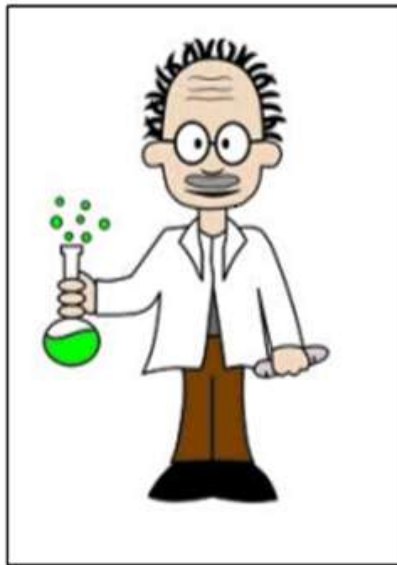
Za aditivan model kriterijum F ima F_{v_1, v_2} -raspodelu sa $v_1=1$ i $v_2=(r-1)(s-1)-1$

- Metode za realizaciju istraživanju su raznovrsne i njihov broj se povećava
- Metode postaju složenije, tako da je deo vremena istraživanja posvećen upoznavanju sa metodama koje će biti primenjene
- Onaj ko postavlja ogled mora u potpunosti da razume statističke principe kako bi obrada podataka bila korektna
- Statistički softveri su lako dostupni, pa se često metode koriste pogrešno, a samim tim i zaključci i nisu korektni

Ja ću sam da postavim eksperiment!!!!

Ja imam softver i sam ću da obradim podatke!!!!

Pozovi me, pomoći ću ti da izabereš plan oglada koji će ti dati najviše informacija i smanjiti eksperimentalnu grešku, a predložiću ti i kako da obradiš podatke!!!



istraživač



statističar

HVALA NA PAŽNJI

