

STATISTIČKI TESTOVI

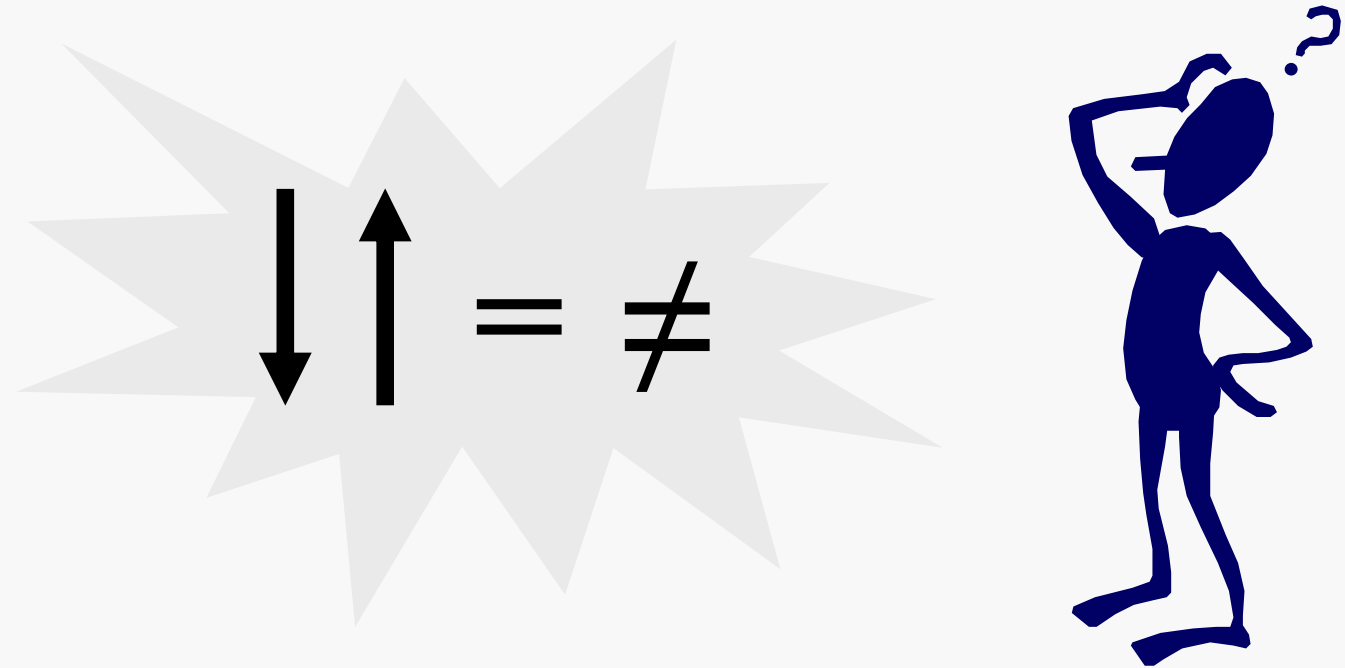
"Severely dependent patients had a longer duration of the disease ($p < 0.001$) and a longer duration of stay at a nursing home ($p = 0.001$) than mildly dependent patients."

"The addicts perceived their mothers as more rejecting ($p = 0.018$ for total score), more aggressive ($p = 0.007$), and showing more undifferentiated rejection ($p = 0.001$) than non-addicts."

STATISTIČKI TEST

- postupak pomoću kojeg se dolazi do **odluke** o prihvaćanju ili odbacivanju **statističke hipoteze** uz **određenu vjerojatnost**

HIPOTEZA ISTRAŽIVANJA



STATISTIČKA HIPOTEZA

HIPOTEZA ISTRAŽIVANJA

- **pretpostavka (slutnja) o nekoj populaciji/populacijama koja motivira istraživanje**

- medicinske sestre/tehničari mlađih dobnih skupina imaju pozitivniji stav prema uvođenju IT u odnosu na medicinske sestre/tehničare starijih dobnih skupina
- oboljeli od KOBP uključeni u XY program rehabilitacije imaju veće funkcionalne sposobnosti od bolesnika na standardnom tretmanu KOBP
- osobe oboljele od dijabetesa imaju povišen sistolički tlak

STATISTIČKA HIPOTEZA

- izjava (tvrdnja) o nekoj karakteristici (parametru) populacije
- izvodi se iz hipoteze istraživanja
- matematički oblikovana

- može se vrednovati odgovarajućim statističkim postupcima
- prihvaćamo ju ili odbacujemo na osnovu informacija dobivenih iz podataka prikupljenih na uzorku.

STATISTIČKI TEST

NUL-HIPOTEZA
(H_0)

ALTERNATIVNA
HIPOTEZA
(H_1)

NUL-HIPOTEZA

- polazna hipoteza koja se testira
- "hipoteza o nepostojanju razlike"

$$H_0 \dots \mu_1 = \mu_2$$

ALTERNATIVNA HIPOTEZA

- negacija nul-hipoteze

$$H_1 \dots \mu_1 \neq \mu_2$$

POSTUPAK:

POSTAVLJANJE NUL-HIPOTEZE
I
ALTERNATIVNE HIPOTEZE

PRIKUPLJANJE
PODATAKA

TESTIRANJE

DONOŠENJE ODLUKE

POSTAVLJANJE NUL- HIPOTEZE I ALTERNATIVNE HIPOTEZE

- odnose se na neki parametar populacije (sredina, varijanca,...)
- zajedno, moraju obuhvatiti sve moguće odnose promatranih parametara

npr.

$$H_0 \dots \mu_1 = \mu_2$$

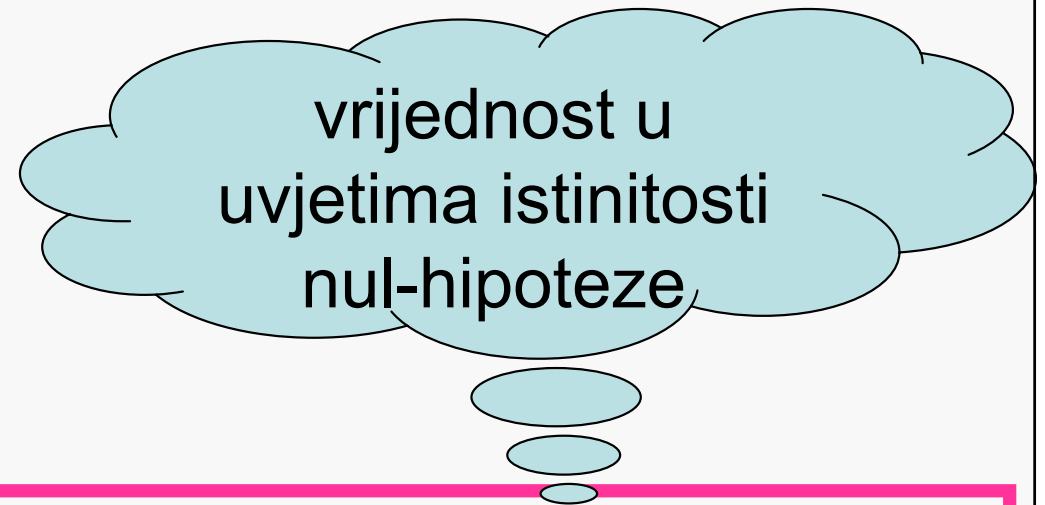
⇒ parametri populacija iz kojih su uzorci uzeti su jednaki

⇒ uzorci pripadaju istoj populaciji

$$H_1 \dots \mu_1 \neq \mu_2$$

TESTIRANJE

= izračunavanje odgovarajuće test-statistike



$$\text{test statistika} = \frac{\text{opažena vrijednost} - \text{hipotetska vrijednost}}{\text{standardna pogreška opažene vrijednosti}}$$

npr.

$$\text{test statistika} = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\text{SE}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

uz $H_0 \dots \mu_1 = \mu_2 \Rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$

$$\text{test statistika} = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\text{SE}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

P-vrijednost

razdioba vjerojatnosti
test statistike kada je H_0 istinita

P-vrijednost

vrijednost test statistike za
dane podatke



ŠTO JE P-VRIJEDNOST?

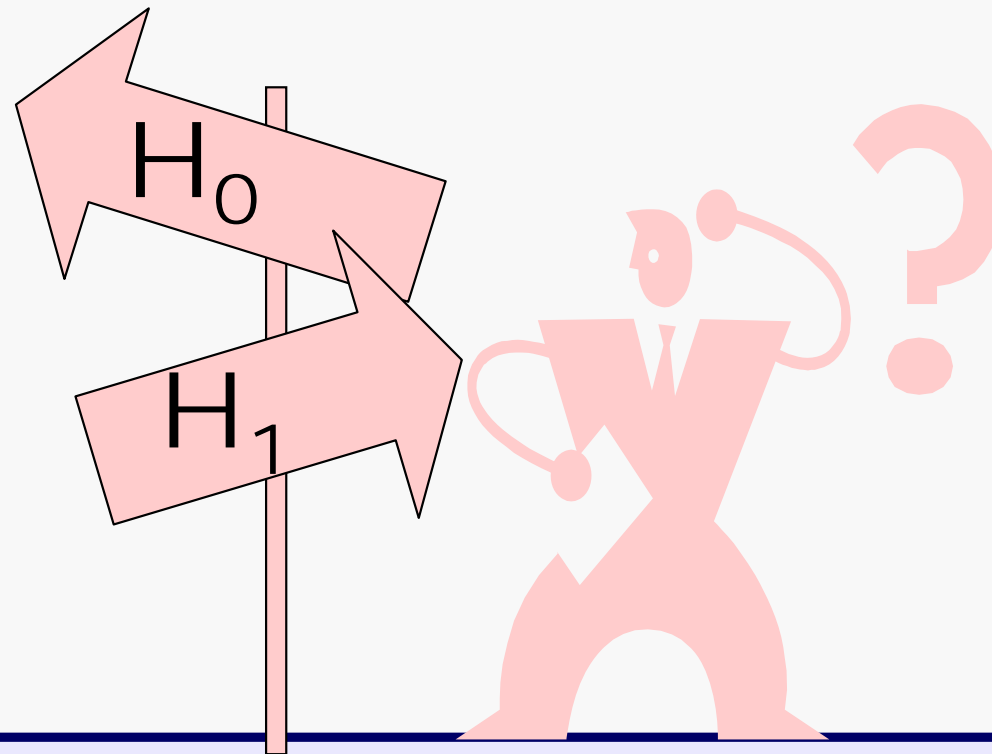
- NIJE vjerojatnost istinitosti nul-hipoteze (iako je vrlo slično)
- JESTE vjerojatnost dobivanja istih ili ekstremnijih rezultata kada je nul-hipoteza istinita

DONOŠENJE ODLUKE

o odbacivanju H_0

ili

prihvatanju H_0



POGREŠKE PRI ODLUČIVANJU

		STVARNO STANJE	
		H_0 točna	H_1 točna
ODLUKA	PRIHVATI H_0	ISPRAVNO	POGREŠKA TIPA 2 (β)
	ODBACI H_0	POGREŠKA TIPA 1 (α)	ISPRAVNO

VJEROJATNOSTI POGREŠKE

Najveća vjerojatnost pogreške tipa 1 (α)

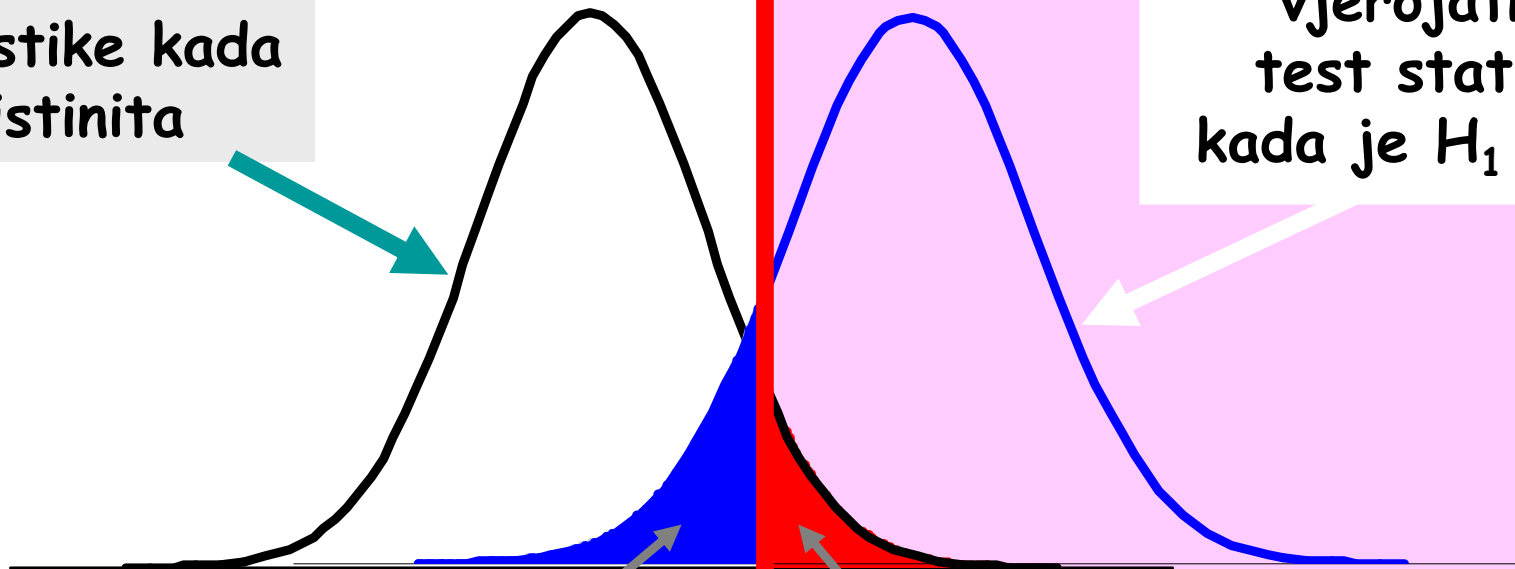
- *razina značajnosti*
- najmanja vjerojatnost uz koju još prihvaćamo H_0
- kada je $P < \alpha$, test sugerira odbacivanje H_0
 (“statistički značajno”)
- određuje ju istraživač na temelju modela pokusa

Najveća vjerojatnost pogreške tipa 2 (β)

- djelomično je pod kontrolom
- ovisi o:
 - stvarnom stanju u populaciji (varijabilitet)
 - efektu od interesa
 - razini značajnosti α
- α i β su inverzno povezane (ali ne direktno)

PODRUČJE PRIHVAĆANJA H_0

razdioba
vjerojatnosti
test statistike kada
je H_0 istinita



PODRUČJE ODBACIVANJA H_0

razdioba
vjerojatnosti
test statistike
kada je H_1 istinita

β

α

ODABIR NIVOVA ZNAČAJNOSTI

Pitanje štetnih posljedica pogreške:

1. Odluka/zaključak da razlike postoje onda kada ih u stvarnosti nema može prouzročiti štetne posljedice => ***smanjiti vjerojatnost nastajanja pogreške tipa 1, tj. odabrati manji α***
2. Odluka/zaključak da nema razlike onda kada u stvarnosti razlika postoji može prouzročiti štetne posljedice => ***smanjiti vjerojatnost pogreške tipa 2, tj. odabrati veći α***

Ispitivanja lijeka X pokazala su da njegovo korištenje izaziva vrlo štetne posljedice te je lijek X povučen iz uporabe.

Ispitan je novi alternativni lijek Y i ustanovljeno je smanjenje štetnog utjecaja u odnosu na lijek X.

Koju razinu značajnosti treba upotrijebiti za ocjenu značajnosti smanjenja štetnog utjecaja lijeka Y u odnosu na lijek X?

**STVARNO
STANJE:** Oba
lijeka jednako su
štetna.

ODLUKA: Lijek Y
ima manje štetne
posljedice od
lijeka X.

α

**STVARNO
STANJE:** Lijek Y
manje je štetan
od lijeka X.

ODLUKA: Lijek Y
ima jednako
štetne posljedice
kao i lijek X.

β

STVARNO STANJE: Oba lijeka jednako su štetna.

ODLUKA: Lijek Y ima manje štetne posljedice od lijeka X.

α

STVARNO STANJE: Lijek Y manje je štetan od lijeka X.

ODLUKA: Lijek Y ima jednako štetne posljedice kao i lijek X.

β

Na slučajnom uzorku vozača ispitivan je utjecaj alkohola na vrijeme reagiranja. Mjerenja vremena reakcije prije i nakon konzumacije određene količine alkohola pokazala su prosječno povećanje vremena reakcije nakon konzumacije alkohola.

Koju razinu značajnosti treba upotrijebiti za ocjenu značajnosti pronađene razlike?

**STVARNO
STANJE:**
Alkohol ne
utječe na
vrijeme reakcije.

ODLUKA:
Alkohol
produljuje
vrijeme reakcije

α

**STVARNO
STANJE:**
Alkohol
produljuje
vrijeme reakcije.

ODLUKA:
Alkohol ne utječe
na vrijeme
reakcije.

β

**STVARNO
STANJE:**
Alkohol ne
utječe na
vrijeme reakcije.

ODLUKA:
Alkohol
produljuje
vrijeme reakcije

α

**STVARNO
STANJE:**
Alkohol
produljuje
vrijeme reakcije.

ODLUKA:
Alkohol ne utječe
na vrijeme
reakcije.

β

POSTAVKE DIZAJNA

- općenito testove treba dizajnirati tako da imaju

$$\beta \geq \alpha$$

a gdje je odabrani β 0.2 ili 0.1

- izraz

$$100 \cdot (1 - \beta)\%$$

naziva se (*statistička*) **SNAGA TESTA**

SNAGA TESTA

- šansa da se detektira određena alternativna hipoteza kada je stvarno točna
- **NEETIČNO je (a i skupo!) raditi istraživanja male snage !**

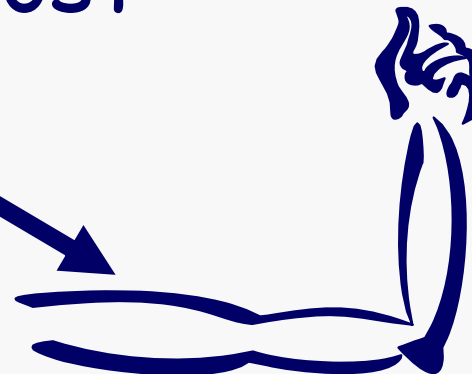
ŠTO I KAKO UTJEČE NA SNAGU TESTA

veći uzorak

veći efekt

veća razina značajnosti

veća varijabilnost



Statistička značajnost

NIJE isto što i

klinička važnost!

VIŠESTRUKA TESTIRANJA

- valjanost se smanjuje višestrukim testiranjem

Usporedba težinu triju različitih skupina ispitanika podvrgnutih različitim tretmanima;

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \quad \text{nul-hipoteza}$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

$$H_2: \mu_1 \neq \mu_3$$

$$H_3: \mu_2 \neq \mu_3$$

} **alternativne
hipoteze**

(za k eksperimentalnih grupa moguće je izvršiti

$$k(k-1)/2$$

ovakvih usporedbi)

- razina značajnosti α može se izraziti kao

α = vjerojatnost(odbacivanje H_0 kada je H_0 točna)

odnosno

α = 1 – vjerojatnost(NE odbacivanje H_0 kada je H_0 točna)

tj.

$$\alpha = 1 - (1 - \alpha)$$

- **razina značajnosti za 3 višestruka testa:**

$$\begin{aligned}\alpha_3 &= 1 - (1 - 0,05)^3 = 1 - (0,95)^3 = \\ &= 1 - 0,857 = 0,143\end{aligned}$$

- **ako napravimo 3 nezavisna testa, razina značajnosti (vjerojatnost pogreške tipa 1) dobivenih rezultata više nije 0,05, nego 0,143 !!!!**

- u slučaju višestrukih (r) testova to postaje

1 – vjerojatnost(NE odbacivanje SVIH H_0 kada su SVE H_0 točne)

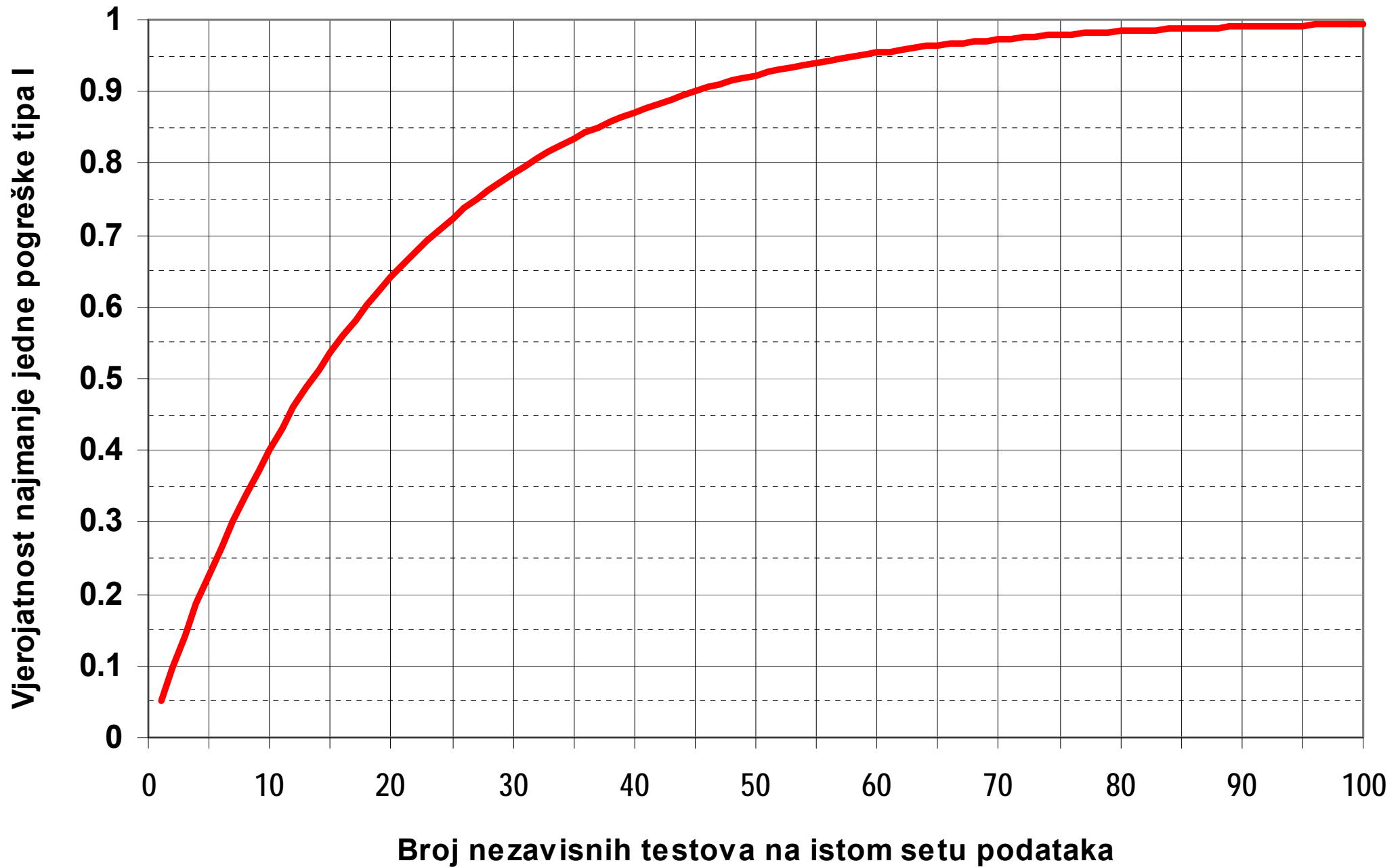
odnosno

$$\alpha_r = 1 - (1 - \alpha)^r$$

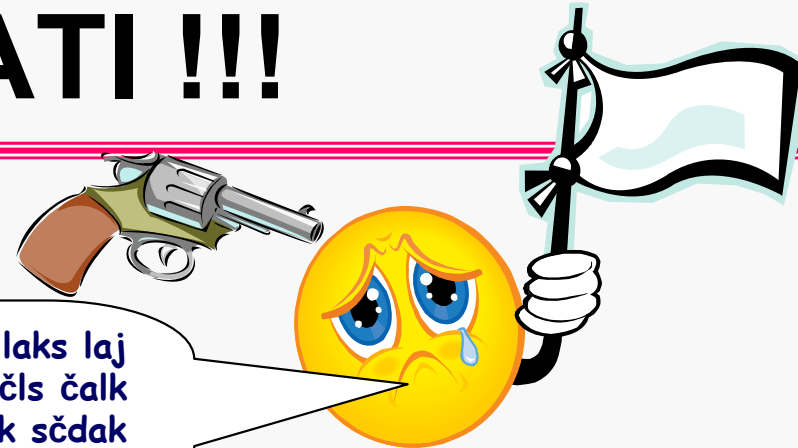
VIŠESTRUKA TESTIRANJA

za $\alpha = 0.05$ i r višestrukih testova

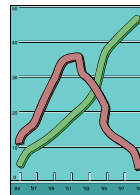
r	1	2	3	4	5	10	15	20
α_r	0,050	0,098	0,143	0,185	0,226	0,401	0,537	0,642



AKO MUČITE PODATKE DOVOLJNO DUGO ONI ĆE NAPOSLIJETKU PRIZNATI !!!



akl lk laj la dai jdapo d a p čjd asj laks laj
lj d aj dlajd lajd lajd lad l čd čls čak
ač dčad čak dča sčak dča dak sčdak
sdčka ćsd aćsd ćadsl ćal dsćalds ćal
dsćalds ća da



$P < 0,05$

- rješenje:
 - prilagodba P-vrijednosti u cilju održavanja općeg nivoa značajnosti (Bonferroni, Sidak, Hochberg...)
 - primjena složenijih metoda analize (npr. ANOVA, multivarijatne metode)

IZBOR STATISTIČKOG TESTA

Ne ovisi u velikoj mjeri o veličini uzorka nego:

- prirodi (tipu i raspodjeli) varijabli
- broju uzoraka (1, 2 ili više)
- jesu li su uzorci zavisni ili ne

		VARIJABLA		
BROJ UZORAKA		NOMINALNA	ORDINALNA ILI NUMERIČKA KOJA NIJE NORMALNO DISTRIBUIRANA	NUMERIČKA NORMALNO DISTRIBUIRANA
JEDAN		χ^2 -test	Kolmogorov-Smirnov test	t-test
DVA	NEZAVISNI	χ^2 -test Fisherov egzaktni test	Mann-Whitney U test Medijan test	Studentov t-test
	ZAVISNI	McNemarov test	Wilcoxonov test	t-test diff.
VIŠE OD 2	NEZAVISNI	χ^2 -test	Kruskall-Wallis test	ANOVA
	ZAVISNI	Cochran Q Stuart-Maxwell	Friedmanov test	ANOVA za ponavljana mjerenja
POVEZANOST DVIJU VARIJABLI		Koef. kontingencije Kappa koef.	Spermanov r Kendalov τ	Pearsonov r

POSTAVLJANJE H_0 i H_1

izbor α i $(1 - \beta)$

određivanje veličine uzorka **POTREBNE**
da se uz **ODABRANE** α i $(1 - \beta)$
detektira **ŽELJENI** efekt

prikupljanje primjerenih podataka

izbor odgovarajućeg testa

računanje test statistike

određivanje odgovarajuće P-vrijednosti

DONOŠENJE ODLUKE - TUMAČENJE

ANALIZA TABLICA KONTINGENCIJE

TABLICA KONTINGENCIJE

- tablica koja u retcima i stupcima sadrži frekvencije atributivnih obilježja
- **predstavlja empirijsku razdiobu frekvencija obilježja mjenjenih nominalnom ili ordinalnom ljestvicom mjerenja**

TABLICA S "JEDNIM ULAZOM" (1×k)

- opažanja su klasificirana samo po jednom obilježju

PRIMJER.

	GODINA STUDIJA						
	I	II	III	IV	V	VI	UKUPNO
BROJ STUDENATA	64	48	32	28	18	15	205

TABLICA S "DVA ULAZA" ($r \times k$)

- opažanja klasificirana po više atributa
- opažanja iz više uzoraka klasificirana po kategorijama jednog atributa

2×2 najjednostavnija tablica s "dva ulaza"

obilježje A	obilježje B		UKUPNO
	DA	NE	
DA	n_{11}	n_{12}	n_{1y}
NE	n_{21}	n_{22}	n_{2y}
UKUPNO	n_{x1}	n_{x2}	n_{xy}

- može se promatrati kao:
 - jedan uzorak (sa n_{xy} ispitanika)
 - dva uzorka (sa n_{1y} , n_{2y} ispitanika)

TABLICA S "DVA ULAZA" (r x k)

Stručna sprema	Spol		UKUPNO
	Muški	Ženski	
Nezavršena osnovna škola	4	27	31
Osnovna škola	12	35	47
Srednja škola	46	32	78
Viša škola/bakalaureat	12	25	37
Visoka škola/magisterij	52	18	70
Doktorat	11	4	15
UKUPNO	137	141	278

χ^2 TEST

- ocjena slaganja s poznatom razdiobom
- ocjena razlike razdiobe kategoričkog svojstva u nezavisnim uzorcima
- ocjena razlike dihotomnog svojstva u zavisnim uzorcima

χ^2 TEST ZA OCJENU SLAGANJA S POZNATOM RAZDIOBOM

- uz unaprijed poznatu razdiobu očekivanih frekvencija, test statistika

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

gdje je: O_i opažena frekvencija
 E_i očekivana frekvencija
 k broj kategorija

ima χ^2 razdiobu s

df = k - 1 - m stupnjeva slobode

k ... broj kategorija

m ... broj parametara u modelu koje treba procijeniti

za normalnu razdiobu: **$m = 2$** ;

$$\mathbf{df = k - 1 - 2 = k - 3}$$

za binomnu: **$m = 1$**

$$\mathbf{df = k - 1 - 1 = k - 2}$$

ako je zadana razdioba (ništa ne moramo računati iz podataka):

$$\mathbf{m = 0}$$

$$\mathbf{df = k - 1 - 0 = k - 1}$$

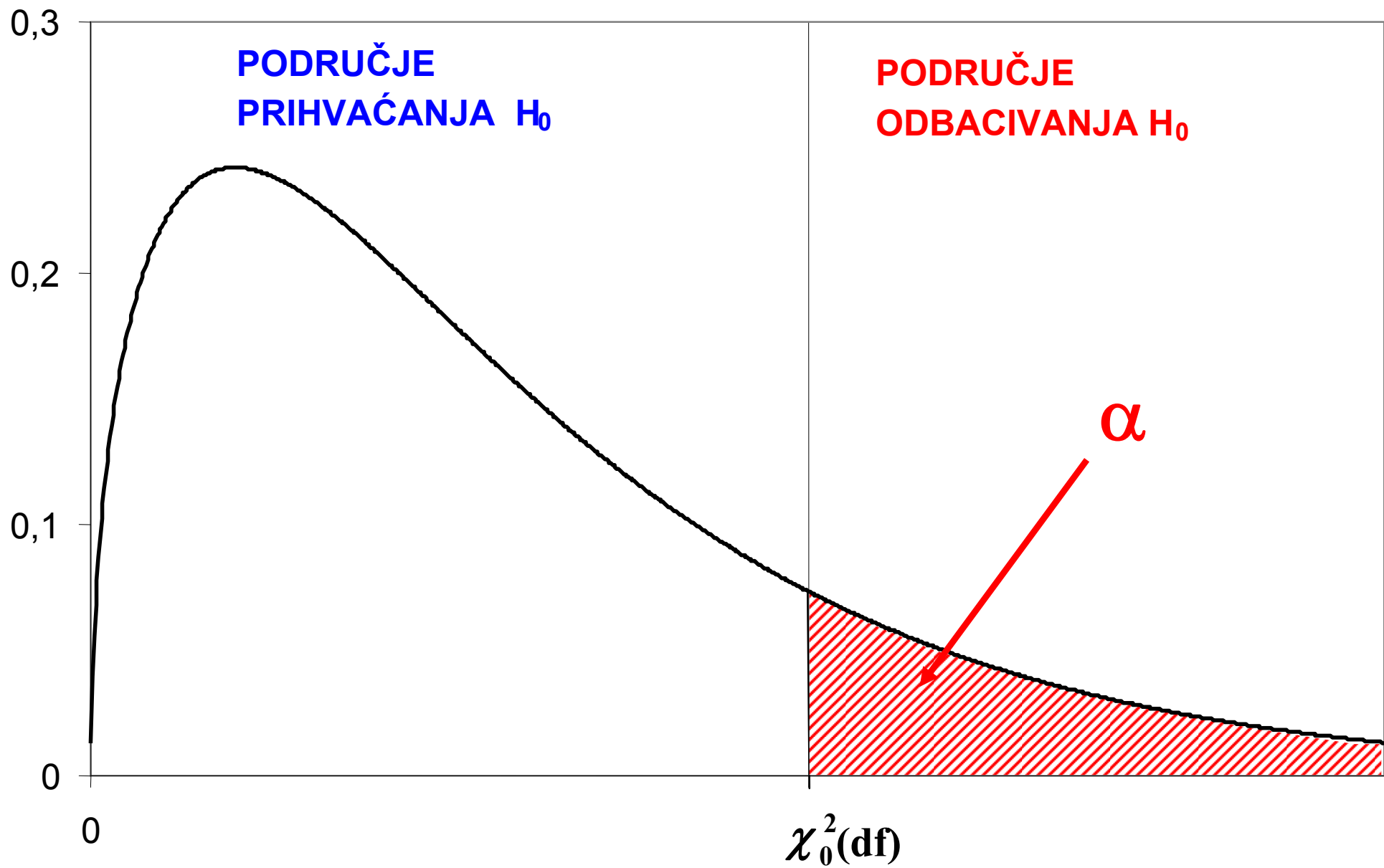
- UZ

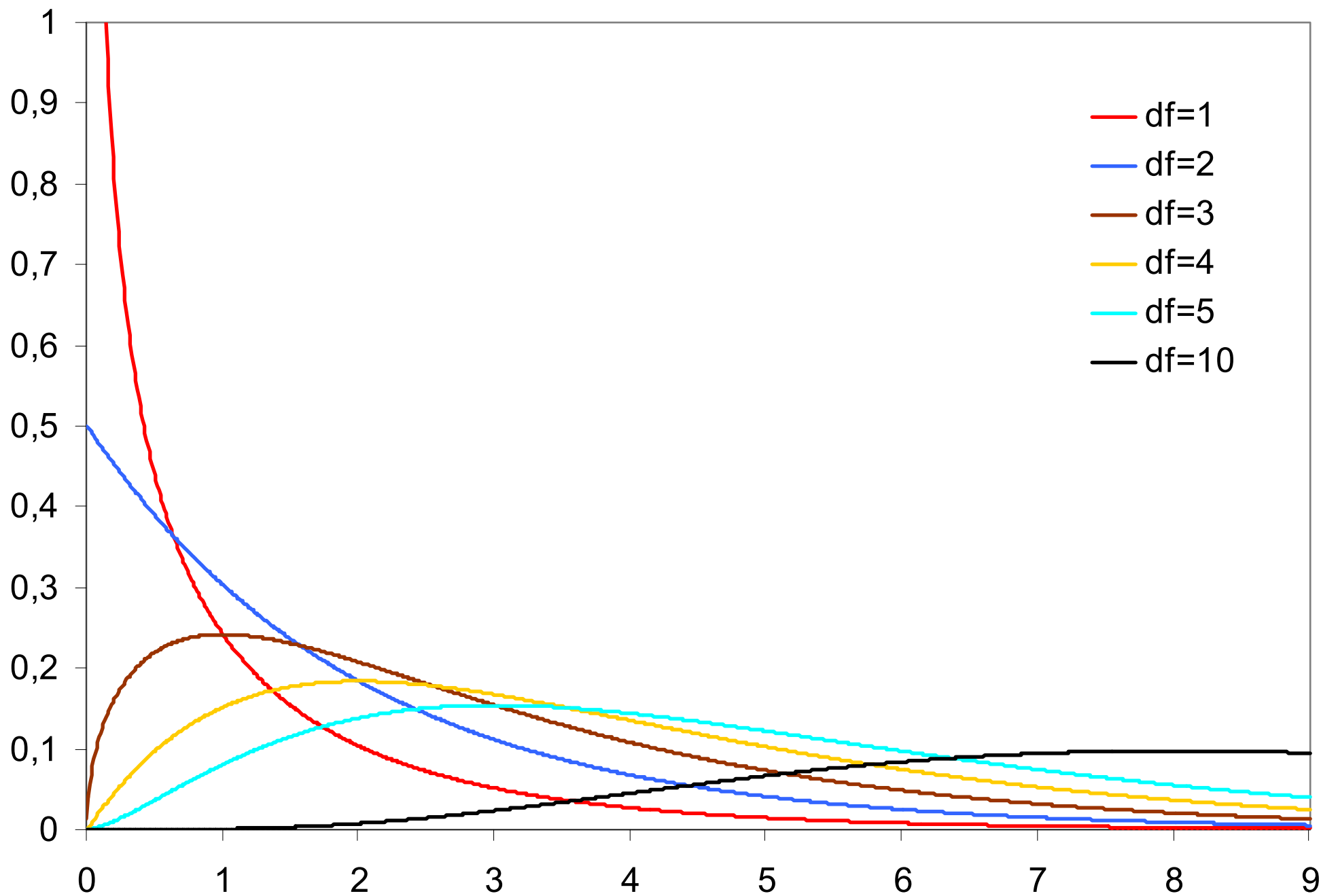
H_0 ... nema razlike u razdiobi O_i i E_i

granični χ^2 za dani α i df

za $\chi^2 > \chi_\alpha^2 \Rightarrow P(\chi^2) < P(\chi_\alpha^2)$ **ODBACI H_0**

$\chi^2 < \chi_\alpha^2 \Rightarrow P(\chi^2) > P(\chi_\alpha^2)$ **PRIHVATI H_0**





Križanjem dviju vrsta biljki dobivena je u sljedećoj generaciji ova razdioba opaženih genotipova:

Genotip	Opažene frekvencije
Aa	53
AA	23
aa	24

Odgovara li ova razdioba očekivanoj razdiobi 2:1:1 uz $\alpha = 0,01$?

genotip	O_i	E_i	$O_i - E_i$	$(O_i - E_i)^2$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
Aa	53	50	3	9	0,18
AA	23	25	-2	4	0,16
aa	24	25	-1	1	0,04
					0,38

$$\chi^2 = 0,38 \quad \text{df} = 3 - 1 = 2$$

$k \backslash \alpha$	0,01	0,02	0,05
1	6,635	5,412	3,841
2	9,210	7,824	5,991
3	11,345	9,837	7,815

za $\text{df} = 2$:

$$\chi^2_{(\alpha)} = \chi^2_{(0,01)} = 9,210$$

$$\chi^2 < \chi^2_{(0,01)} \Rightarrow P(\chi^2) > P(\chi^2_{(0,01)}) \quad \text{PRIHVATI } H_0$$

Kako dobiti točnu P vrijednost?

- **kalkulator vjerojatnosti**
 - **Excel**
 - **WEB**
 - **specijalizirani programi za analizu podataka**

Excel

B4



f_x

=CHIDIST(B2;B3)

	A	B
1		
2	Vrijednost χ^2	0.38
3	Broj stupnjeva slobode	2
4	P vrijednost	0.826959

Calculators for Statistical Table Entries

[z to P](#)

[chi-square to P](#)

[t to P](#)

[r to P](#)

[F to P](#)

[Fisher r-to-z transformation](#)

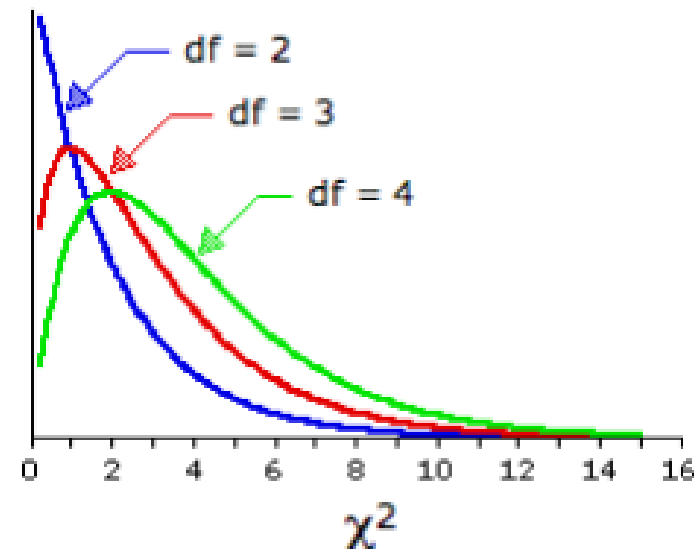
[critical values of Q](#)

[odds & log odds](#)

For values of degrees of freedom (df) between 1 and 20, inclusive, this unit will calculate the proportion of the relevant sampling distribution that falls to the right of a particular value of chi-square. To proceed, enter the values of chi-square and df in the designated cells and click the «Calculate» button.

Chi-Square	df	P
0.38	2	0.826959
<input type="button" value="Calculate"/>		<input type="button" value="Reset"/>

Entered values of df must be between 1 and 20, inclusive.




Statistica

Probability Distribution Calculator


Distribution


- Beta
- Binomial
- Cauchy
- Chi 2**
- Exponential
- Extreme value
- F (Fisher)
- Gamma
- Hypergeometric
- Laplace
- Log-Normal
- Logistic
- Pareto
- Poisson
- Rayleigh
- t (Student)
- Weibull
- Z (Normal)


Inverse Send to Report 

Two-tailed Create Graph

(1-Cumulative p)


Chi 2 : 

df: 


p: 

Fixed Scaling

Density Function:



Distribution Function:



MedCalc – radni list

The screenshot shows a spreadsheet window titled "Data" with a formula bar containing `=CHIDIST(B1;B2)`. The spreadsheet has columns labeled "A" and "B" and rows numbered 1 to 6. The results of a Chi-square test are displayed in the following table:

	A	B
1	Chi	0.38
2	Df	2
3	P	0.826959134
4		
5		
6		

Izvještavanje rezultata

"Nije uočena razlika između razdiobe opaženih genotipova i očekivane razdiobe 2:1:1 (χ^2 test, $P = 0,827$)."

ili

"Nije uočena razlika između razdiobe opaženih genotipova i očekivane razdiobe 2:1:1 ($\chi^2 = 0,380$, 2 stupnja slobode, $P = 0,827$)."

χ^2 TEST ZA NEZAVISNE UZORKE

postupak:

- formirati tablicu kontingencije (r x k)
- na osnovu postavljene hipoteze izračunati očekivane frekvencije
- test statistika dana je sa:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

gdje je: rbroj redaka
 kbroj stupaca

ima χ^2 razdiobu s

df = (r - 1) · (k - 1) stupnjeva slobode

VAŽNE NAPOMENE:

a) u tablicu smijemo unijeti **SAMO APSOLUTNE FREKVENCije**

b) uzorci moraju biti **nezavisni**

c) u **2 x 2 tablici:**

- **NITI JEDNA** očekivana frekvencija **ne smije biti < 5**

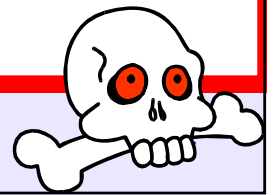
- Yatesova korekcija (umanjiti svaku razliku $O - E$ prije kvadriranja za 0,5) ili "N-1" Hi-kvadrat test (modificirana kratka formula)

d) ako je u $r \times k$ tablici $E < 5$ u više od 20 % polja, **NE MOŽEMO KORISTITI χ^2 TEST**

rješenje:

- spajanje susjednih razreda (frekvencija susjednih polja)

- Fisherov egzaktni test



Pri istraživanju djelovanja nekog cjepiva, opažena je sljedeća učestalost oboljenja kod određene grupe ljudi:

	Cijepljeni	Necijepljeni	Ukupno
Oboljeli	5	10	15
Nisu oboljeli	159	117	276
Ukupno	164	127	291

Postoji li povezanost između učestalosti bolesti i cijepljenja (je li učestalost bolesti različita kod cijepljenih i necijepljenih) uz $\alpha = 0,01$?

H_0 učestalost je ista kod cijepljenih i necijepljenih

iz $H_0 \Rightarrow$ proporcije oboljelih trebaju biti jednake u obje skupine

zajednička proporcija oboljelih: $z_{po} = \frac{15}{291} = 0,051546$

ukupno oboljeli

sveukupno ispitanika

zajednička proporcija zdravih: $z_{pz} = \frac{276}{291} = 0,948454$

ukupno zdravi

sveukupno ispitanika

E oboljelih:

ukupno cijepljeni

u grupi cijepljenih.....

$$164 \cdot 0,051546 = 8,45$$

u grupi necijepljenih..

$$127 \cdot 0,051546 = 6,55$$

ukupno necijepljeni

zajednička
proporcija
oboljelih

E zdravih:

ukupno cijepljeni

u grupi cijepljenih.....

$$164 \cdot 0,948454 = 155,55$$

u grupi necijepljenih..

$$127 \cdot 0,948454 = 120,45$$

ukupno necijepljeni

zajednička
proporcija
zdravih

	Cijepljeni	Necijepljeni	Ukupno
Oboljeli	5 (8,45)	10 (6,55)	15
Nisu oboljeli	159 (155,55)	117 (120,45)	276
Ukupno	164	127	291

*

O _i	E _i	O _i - E _i	(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² /E _i
5	8,45	-3,45	11,9025	1,41
10	6,55	3,45	11,9025	1,82
159	155,55	3,45	11,9025	0,08
117	120,45	-3,45	11,9025	0,10
				χ² = 3,41

Yates-ova korekcija:

O _i	E _i	(O _i - E _i) _{corr}	(O _i -E _i) _{corr} ²	(O _i -E _i) _{corr} ² /E _i
5	8,45	-2,95	8,7025	1,03
10	6,55	2,95	8,7025	1,33
159	155,55	2,95	8,7025	0,06
117	120,45	-2,95	8,7025	0,07
				χ² = 2,49

$$\chi^2 = 2,49$$

za $\alpha = 0,01$ i $df = 1$: $\chi_0^2 = 6,635$

$$\chi^2 < \chi_0^2 \Rightarrow P > 0,01$$

\Rightarrow ne postoji povezanost između učestalosti bolesti i cijepljenja

$k \backslash \alpha$	0,01	0,02	0,05
1	6,635	5,412	3,841
2	9,210	7,824	5,991
3	11,345	9,837	7,815

χ^2 RAZDIOBA

točna P vrijednost.....

B4		f_x =CHIDIST(B2;B3)
	A	B
1		
2	Vrijednost χ^2	3.41
3	Broj stupnjeva slobode	1
4	P vrijednost	0.064802

bez korekcije

B4		f_x =CHIDIST(B2;B3)
	A	B
1		
2	Vrijednost χ^2	2.49
3	Broj stupnjeva slobode	1
4	P vrijednost	0.114572

s korekcijom

2 x 2 tablice – kratka formula za χ^2 test

- za tablicu 2 x 2 sa sljedećim oznakama:

Obilježje A	Obilježje B		UKUPNO
	0	1	
0	a	b	m
1	c	d	n
UKUPNO	r	s	N

$$\chi^2 = \frac{N(ad - bc)^2}{mnr s}$$

"N - 1" χ^2 test

Obilježje A	Obilježje B		UKUPNO
	0	1	
0	a	b	m
1	c	d	n
UKUPNO	r	s	N

$$\text{"N - 1" } \chi^2 = \frac{(N - 1)(ad - bc)^2}{mnr}$$

χ^2 test (kratka formula) i "N – 1" χ^2 test za podatke iz primjera

	Cijepljeni	Necijepljeni	Ukupno
Oboljeli	5 (a)	10 (b)	15 (m)
Nisu oboljeli	159 (c)	117 (d)	276 (n)
Ukupno	164 (r)	127 (s)	291 (N)

$$\chi^2 = \frac{N(ad - bc)^2}{mnr s} = \frac{291 \cdot (5 \cdot 117 - 10 \cdot 159)^2}{15 \cdot 276 \cdot 164 \cdot 127} = \frac{293917275}{86227920} = 3,409$$

$$\begin{aligned} \text{"N - 1" } \chi^2 &= \frac{(N - 1)(ad - bc)^2}{mnr s} = \frac{290 \cdot (5 \cdot 117 - 10 \cdot 159)^2}{15 \cdot 276 \cdot 164 \cdot 127} = \\ &= \frac{292907250}{86227920} = 3,397 \end{aligned}$$

točna P vrijednost.....

B4		f_x =CHIDIST(B2;B3)
	A	B
1		
2	Vrijednost χ^2	3.409
3	Broj stupnjeva slobode	1
4	P vrijednost	0.064842

kratka formula

B4		f_x =CHIDIST(B2;B3)
	A	B
1		
2	Vrijednost χ^2	3.397
3	Broj stupnjeva slobode	1
4	P vrijednost	0.065315

"N - 1" χ^2

MedCalc – za tablice 2 x 2 koristi "N – 1" χ^2 test

Chi-squared test

Test data

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
N1	5	10				
N2	159	117				
N3						
N4						
N5						
N6						
N7						
N8						
N9						

Options

Chi-squared test for trend

Results

Chi-squared	3.397
DF	1
Significance level	P = 0.0653
Contingency coefficient	0.107

Comment:

?

Clear Test Exit

Results

Chi-squared	3.397
DF	1
Significance level	P = 0.0653
Contingency coefficient	0.107

Izvještavanje rezultata

"Nije uočena povezanost učestalosti bolesti i cijepljenja (χ^2 test, $P = 0,065$)."

ili

"Nije uočena razlika razdiobe obolijevanja u skupinama cijepljenih i necijepljenih ispitanika (χ^2 test, $P = 0,065$)."

Izvještavanje rezultata

"Nije uočena povezanost učestalosti bolesti i cijepljenja ($\chi^2 = 3,397$, 1 stupanj slobode, $P = 0,065$)."

ili

"Nije uočena razlika razdiobe obolijevanja u skupinama cijepljenih i necijepljenih ispitanika ($\chi^2 = 3,397$, 1 stupanj slobode, $P = 0,065$)."

χ^2 TEST ZA ZAVISNE UZORKE (McNemarov test)

- testiranje značajnosti razlike (ili vjerojatnosti povezanosti) između podataka dobivenih na uzorcima parova

$$\chi^2 = \frac{(|b - c| - 1)^2}{b + c}$$

Yatesova korekcija

b, c frekvencije parova koji se ne slažu po prisutnosti obilježja

OBILJEŽJE A		UZORAK I	
		DA	NE
UZORAK II	DA	a	b
	NE	c	d

Skupina od 75 bolesnika praćena je tijekom 20 godina. Ispitanici su s obzirom na težinu svrstani u skupinu normalne i prekomjerne (overweight) težine.

TEŽINA		Nakon 20 godina		Ukupno
		Normalna	Prekomjerna	
Na početku	Normalna	26	14	40
	Prekomjerna	3	32	35
Ukupno		29	46	75

Je li se težina ispitanika promijenila tijekom promatranog perioda uz $\alpha = 0,05$?

McNemarov test – pomoću tablica

$$\chi^2 = \frac{(|14 - 3| - 1)^2}{14 + 3} = \frac{10^2}{17} = 5,882$$

$$df = 1, \quad \alpha = 0,05$$

$$\chi_0^2 = 3,841$$

$$\chi^2 > \chi_0^2 \Rightarrow P < 0,05$$

$\alpha \backslash k$	0,01	0,02	0,05
1	6,635	5,412	3,841
2	9,210	7,824	5,991
3	11,345	9,837	7,815

točna P vrijednost.....

- za $\chi^2 = 5,882$ i 1 stupanj slobode:

B4		f_x =CHIDIST(B2;B3)
	A	B
1		
2	Vrijednost χ^2	5.822
3	Broj stupnjeva slobode	1
4	P vrijednost	0.015827

MedCalc – McNemarov test (binomni egzaktni test)

McNemar test (paired proportions)

2x2 table

	Pos.	Neg.	
Pos.	26	14	53.3%
Neg.	3	32	46.7%
	38.7%	61.3%	

Results

Difference	14.67%
95% CI	2.98% to 20.94%
Exact probability	P = 0.0127

Comment:

?

?

Clear Test Exit

Izvještavanje rezultata

"Težina ispitanika se promijenila tijekom promatranog perioda (McNemarov test, $P = 0,013$)."

ili

"Težina ispitanika se promijenila tijekom promatranog perioda (razlika proporcija 14,7 %, 95 % raspon pouzdanosti od 3,0 % do 20,9 %, McNemarov test, $P = 0,013$)."