

STATISTIČKI TESTOVI

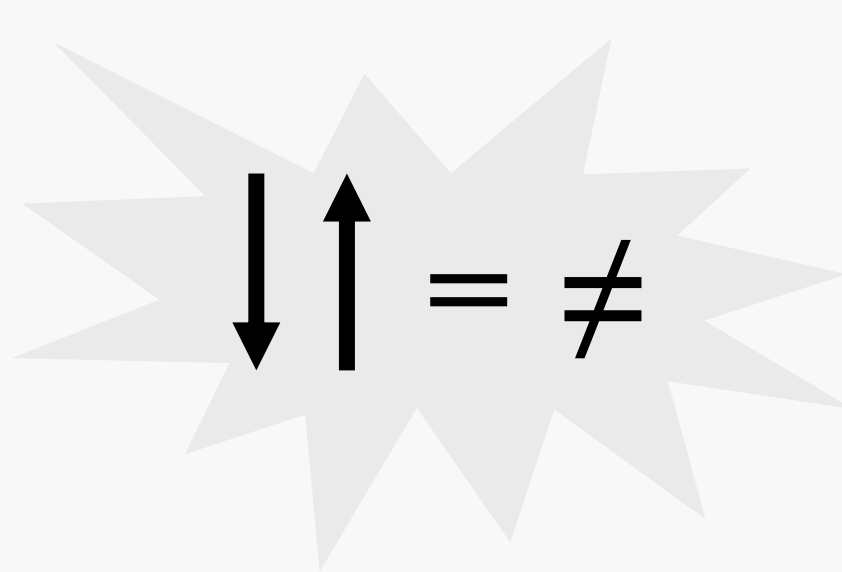
“Severely dependent patients had a longer duration of the disease ($p < 0.001$) and a longer duration of stay at a nursing home ($p = 0.001$) than mildly dependent patients.”

“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

STATISTIČKA HIPOTEZA cont.

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

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

– određivanje P-vrijednosti

razdioba vjerojatnosti
test statistike



The diagram shows a normal distribution curve. A vertical line is drawn at a point on the x-axis, representing the test statistic value. The area under the curve to the right of this line is shaded red, representing the P-value. A blue arrow points from the test statistic value box to the vertical line. A pink arrow points from the P-value box to the red shaded area.

P-vrijednost

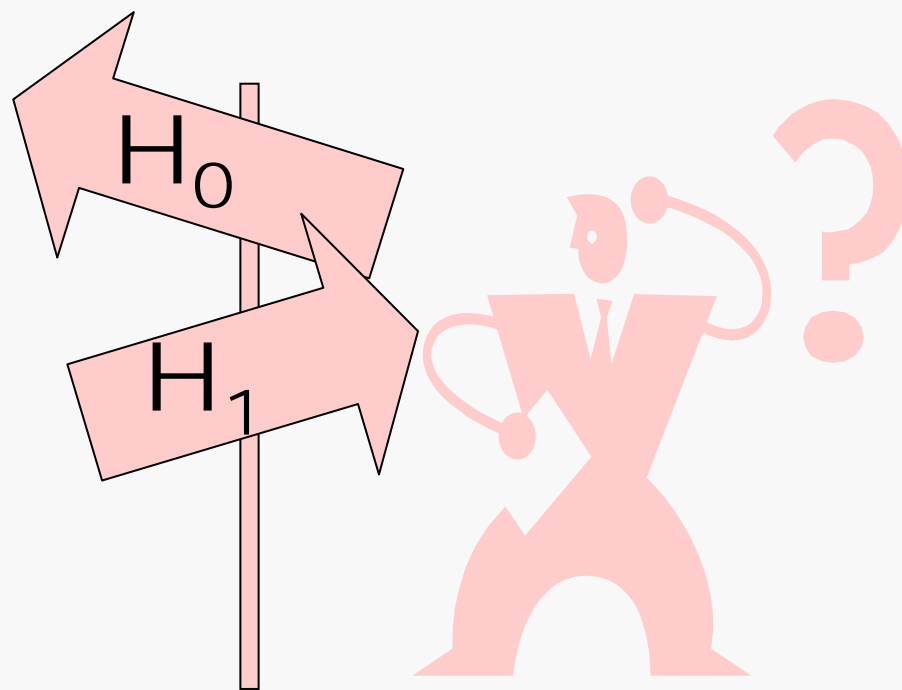
vrijednost test statistike
za dane podatke

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)

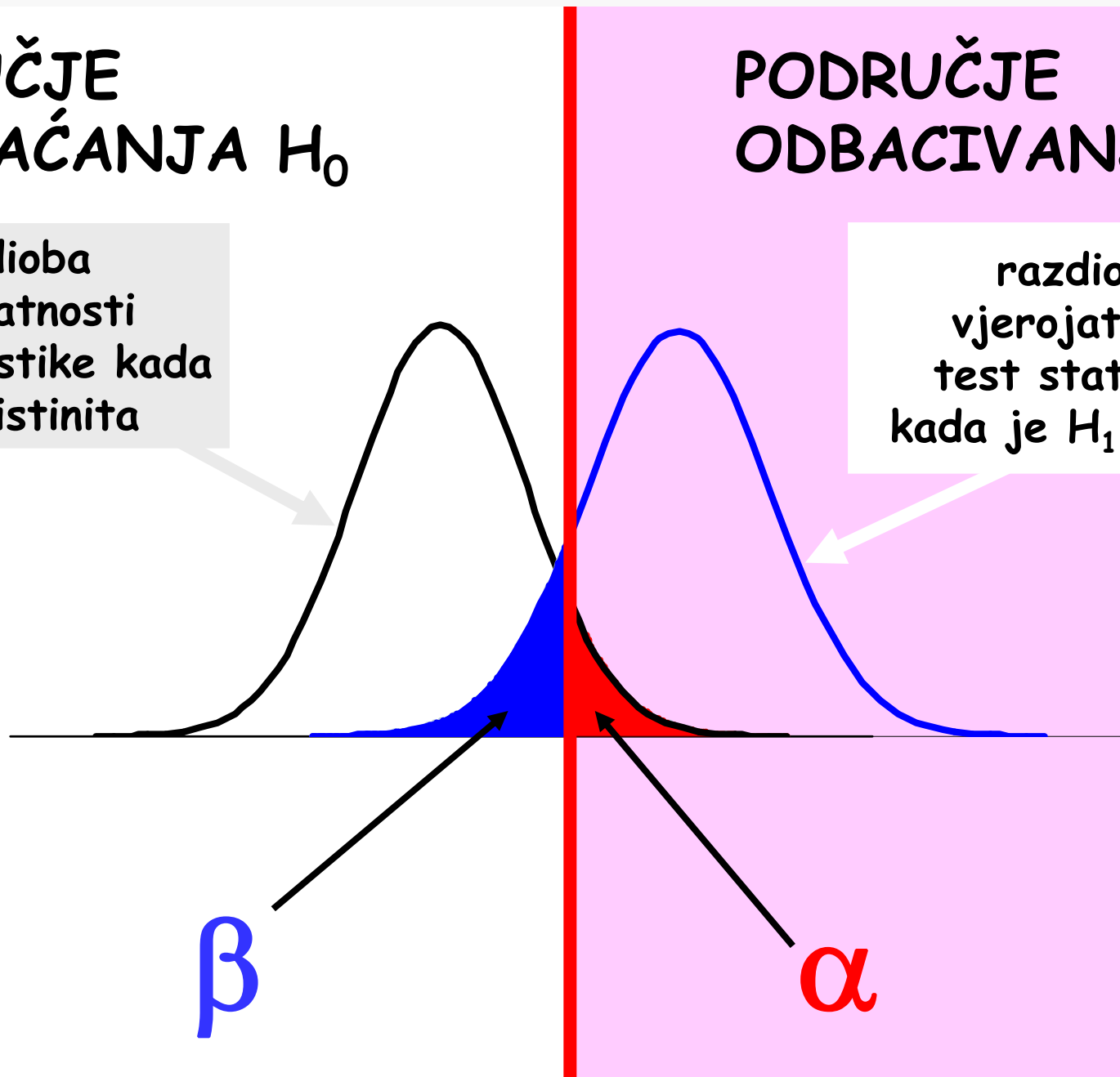
- djelomično je pod kontrolom
- ovisi o:
 - stvarnom stanju u populaciji (varijabilitet)
 - efektu od interesa
 - razini značajnosti α
- α i β su inverzno povezane (ali ne direktno)

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



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

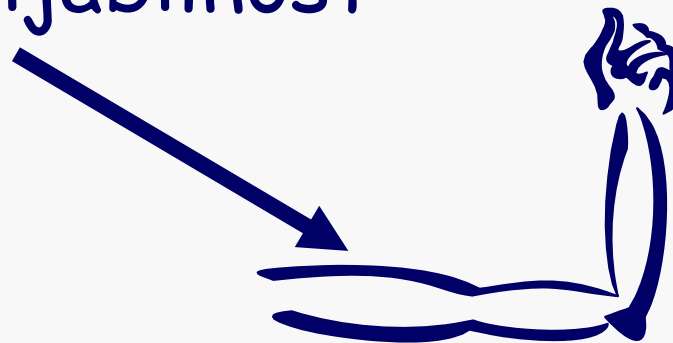
veći uzorak

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;

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ 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)

VIŠESTRUKA TESTIRANJA

....cont.

- razina značajnosti α može se izraziti kao

$\alpha = \text{vjerojatnost}(\text{odbacivanje } H_0 \text{ kada je } H_0 \text{ točna})$

odnosno

$\alpha = 1 - \text{vjerojatnost}(\text{NE odbacivanje } H_0 \text{ kada je } H_0 \text{ točna})$

tj.

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

- 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

....cont.

- 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 !!!!

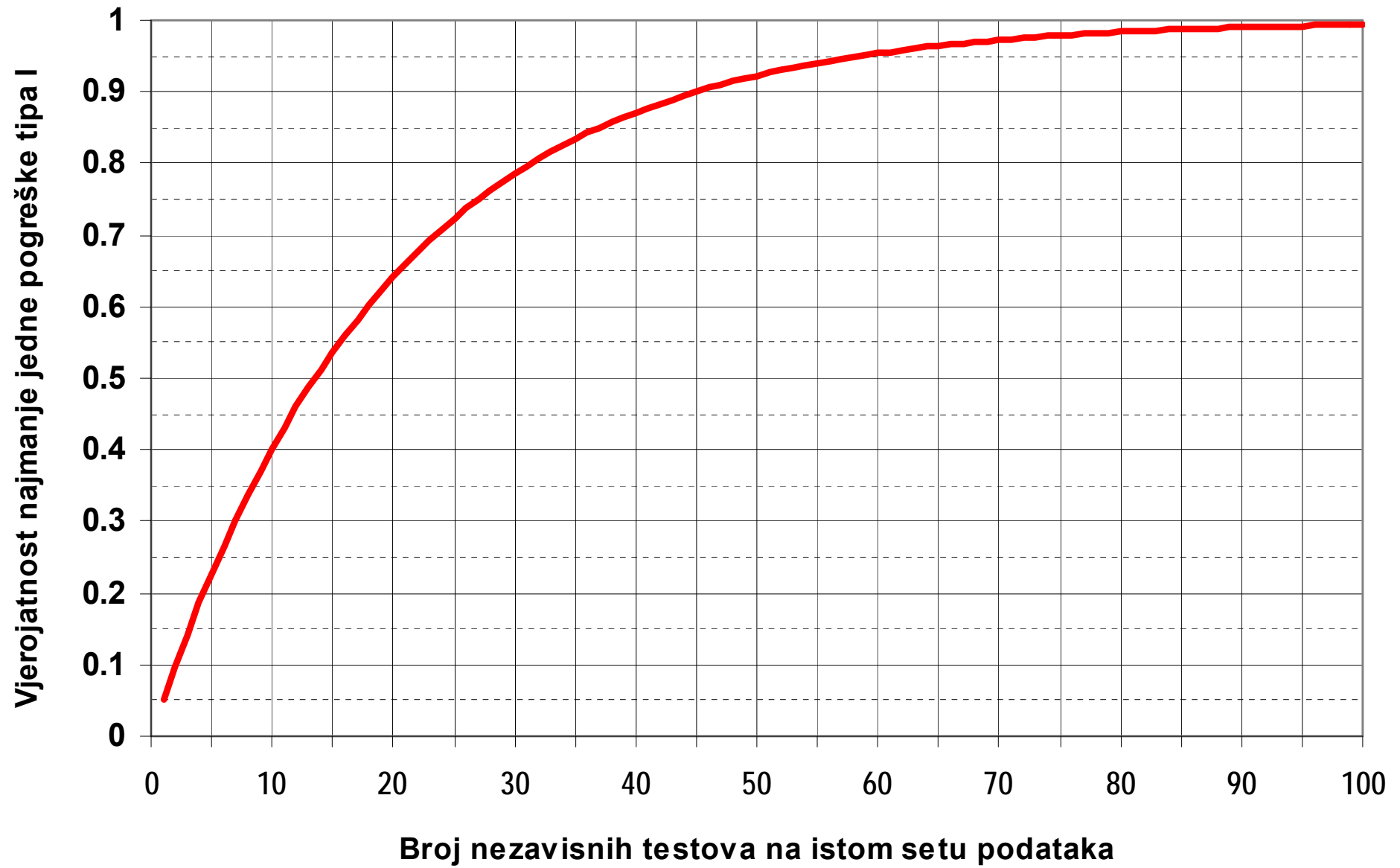
VIŠESTRUKA TESTIRANJA

....cont.

- ako je $\alpha = 0.05$, tada je razina značajnosti za 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

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



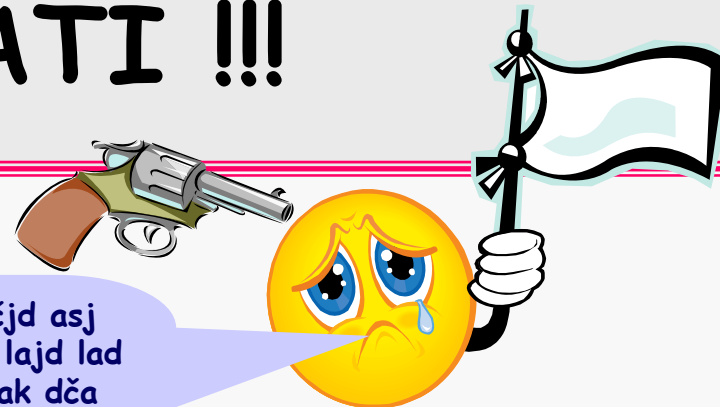
Koliko slučajnih značajnih rezultata očekujemo na 20 učinjenih višestrukih testova ako su sve nul-hipoteze istinite uz $\alpha = 0.05$?

U slučaju da su sve nul-hipoteze istinite, uz $\alpha=0.05$ očekujemo 5% značajnih rezultata slučajno => za 20 testova to je 1, tj. očekujemo 1 značajan rezultat kao posljedicu **SLUČAJNOSTI !**

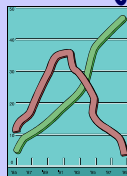
● rješenje:

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

AKO MUČITE PODATKE
DOVOLJNO DUGO
ONI ĆE NAPOS LIJETKU
PRIZNATI !!!



akl lk laj la dai jdapo d a p čjd asj
laks laj sa da ljd aj dlajd lajd lajd lad
ls čak dčadk ač dčad čak dča
lča dak sčdak sdaké sdčka čsd
dsl čal dsčalds čal dsčalds ča da



$P < 0,05$

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

BROJ UZORAKA		VARIJABLA		
		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 mjerjenja
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

