

STATISTIČKI TESTOVI

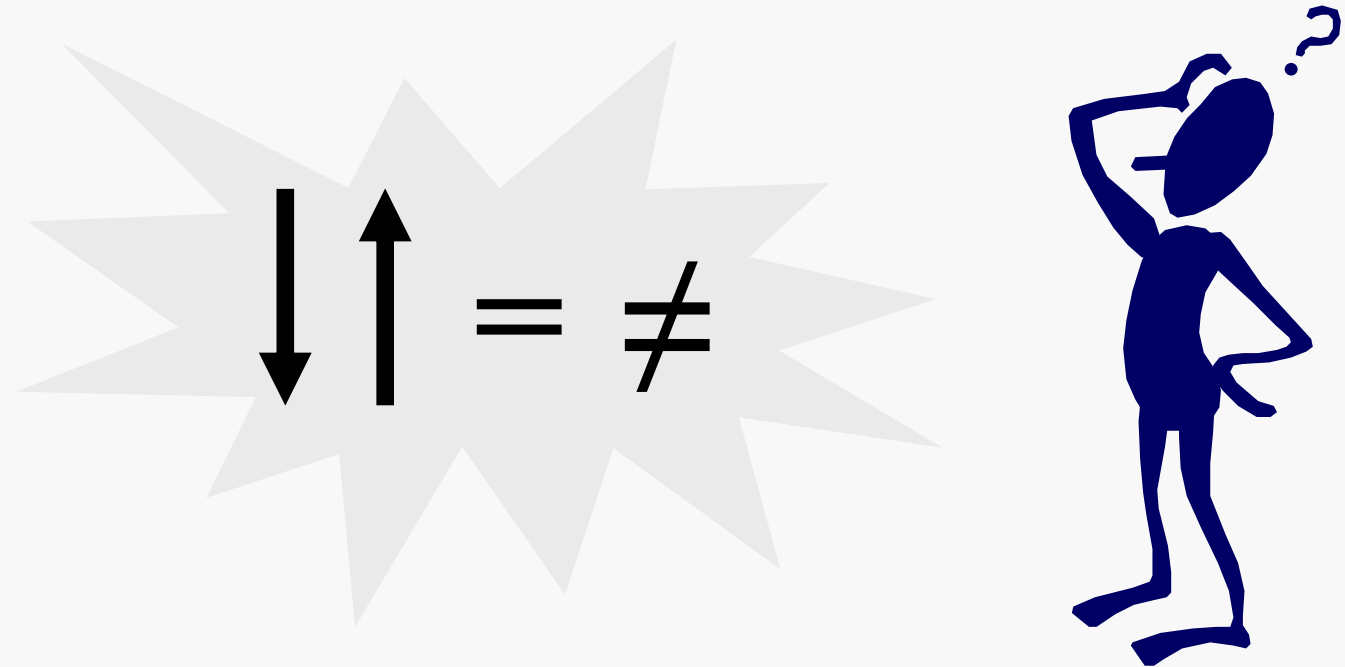
"Severely dependent patients had a longer duration of the disease ($p < 0.001$) and a longer duration of stay at a nursing home ($p = 0.001$) than mildly dependent patients."

"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?

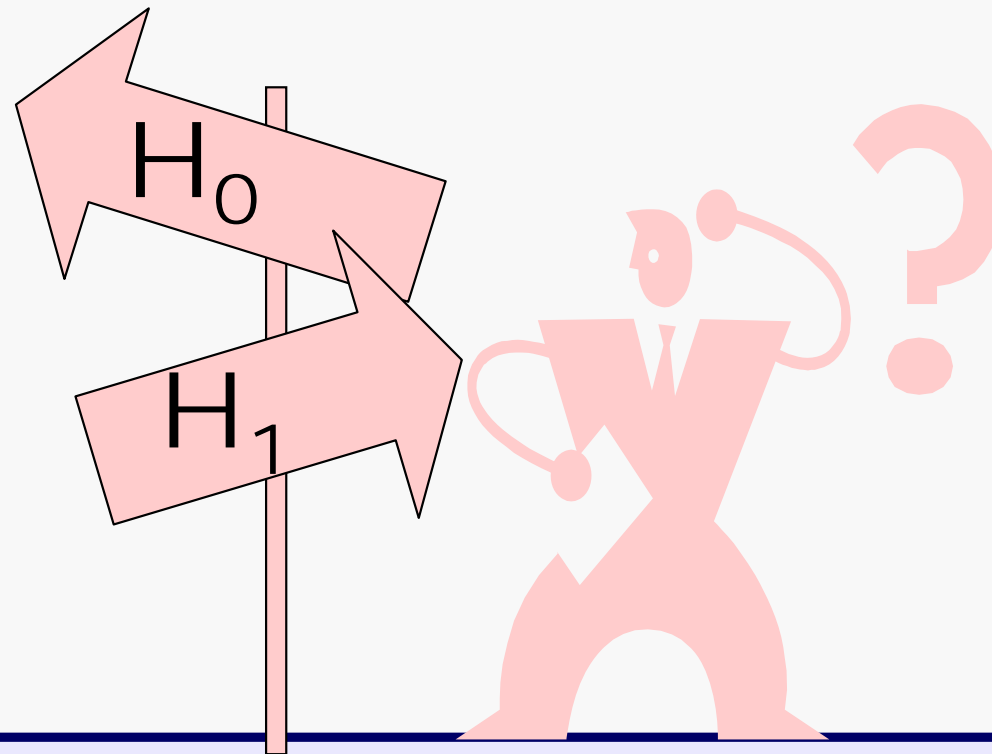
- NIJE vjerojatnost istinitosti nul-hipoteze (iako je vrlo slično)
- JESTE vjerojatnost dobivanja istih ili ekstremnijih rezultata kada je nul-hipoteza istinita

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)

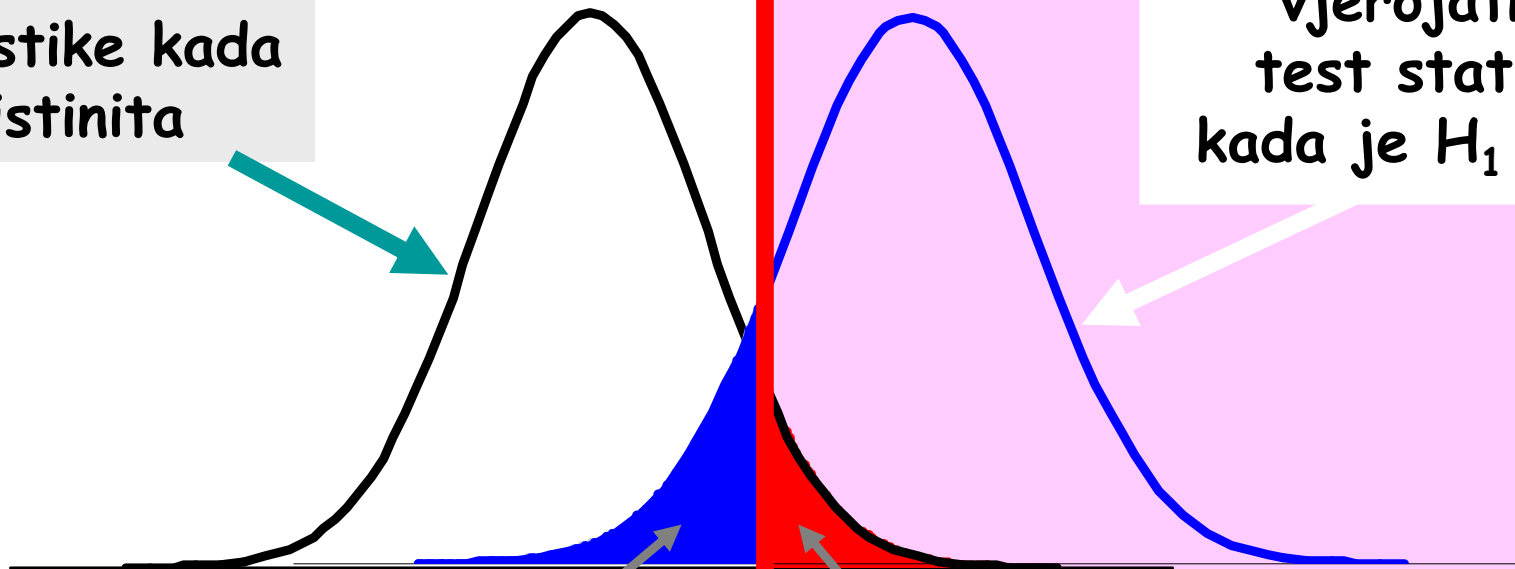
- *razina značajnosti*
- najmanja vjerojatnost uz koju još prihvaćamo H_0
- kada je $P < \alpha$, test sugerira odbacivanje H_0
 (“statistički značajno”)
- određuje ju istraživač na temelju modela pokusa

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

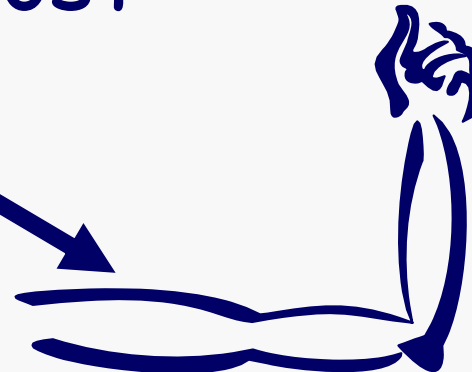
veći uzorak

veći efekt

veća razina značajnosti



veća varijabilnost



Statistička značajnost

NIJE isto što i

klinička važnost!

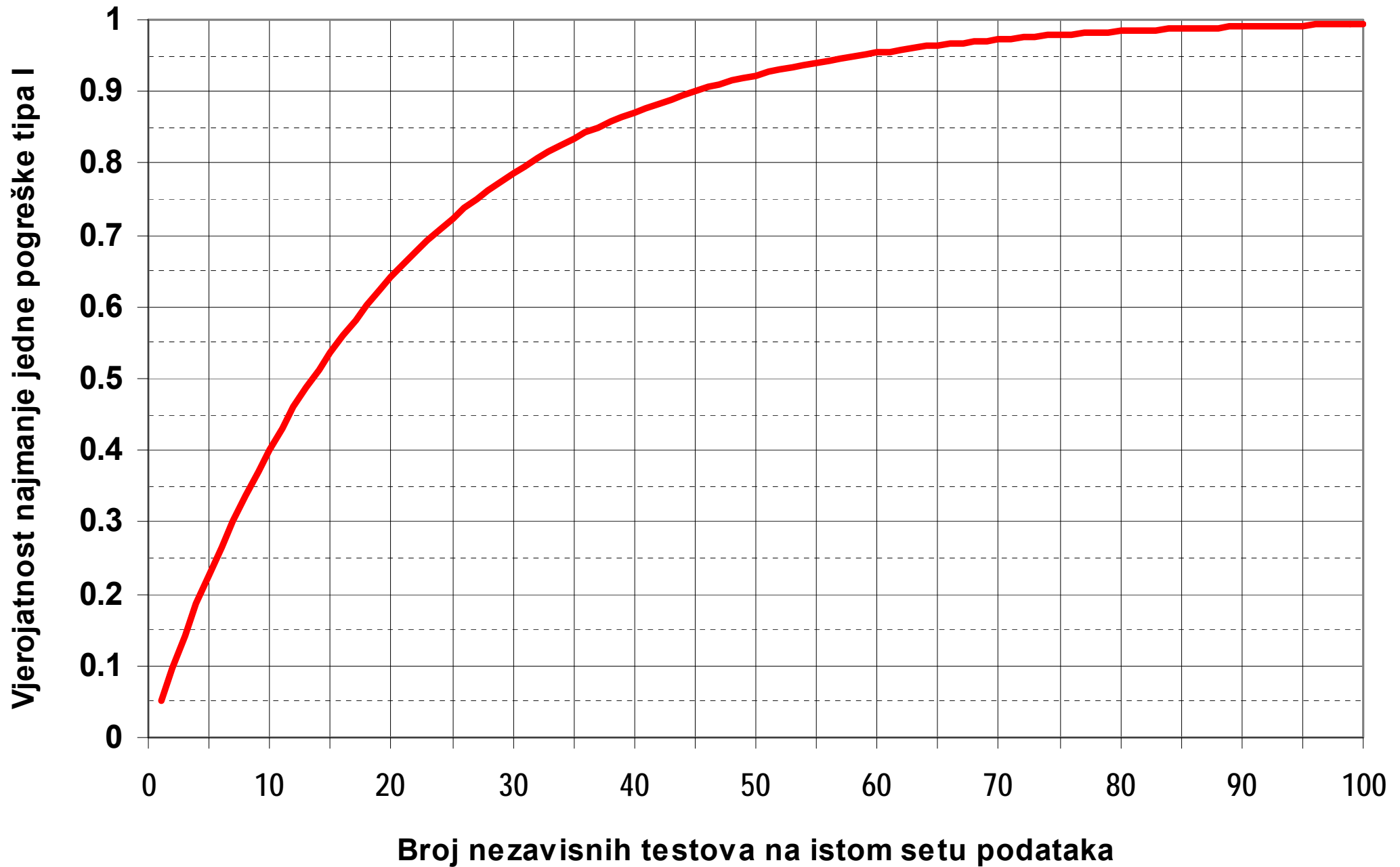
VIŠESTRUKA TESTIRANJA

- ugrožavaju valjanost
- povećavaju pogrešku tipa 1

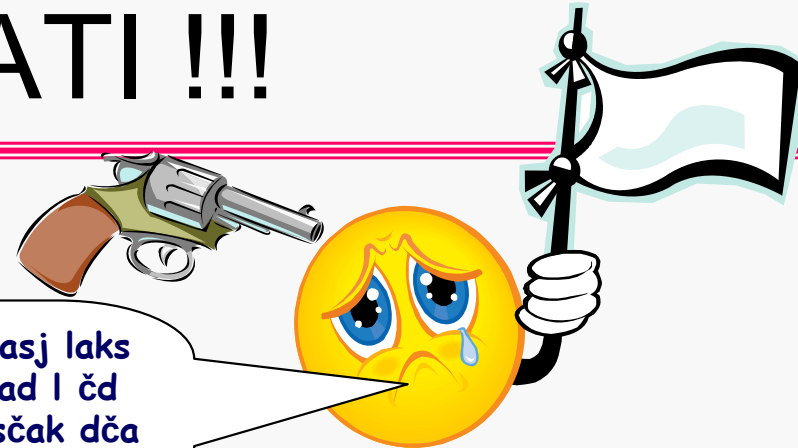
$$\alpha_r = 1 - (1 - \alpha)^r$$

za $\alpha = 0.05$ i r višestrukih testova

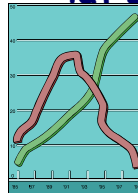
r	1	2	3	4	5	10	15	20
α_r	0.050	0.098	0.143	0.185	0.226	0.401	0.537	0.642



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



akl lk laj la dai jdapo d a p čjd asj laks
lai sa da ljd aj dlajd lajd lajd lad l čd
lk dčadk ač dčad čak dča sčak dča
sčdak sdakč sdčka čsd ačsd čadsl
čal dsčalds čal dsčalds ča 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