

Temeljni statistički pojmovi i vrste znanstvenih istraživanja

Mladen Petrovečki



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Prisjetimo se...

jedinka (entitet)
↓
pokazatelj (atribut, varijabla)
↓
podatci
↓
informacije
↓
znanje



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Prisjetimo se...

jedinka – čovjek, bolesnik...

↓
pokazatelji – visina (cm), spol, pušač, glukoza (mmol/L)...

↓
podatci – 182 cm, M, ne (0), 5,6 mmol/L...

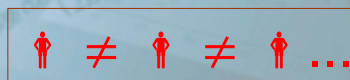
↓
informacije – zdrav, nema znakova dijabetesa...

↓
znanje – referentne vrijednosti, vjerojatnost bolesti...



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Zašto mjerimo više od jednoga?



⇒ **varijabilnost** entiteta

⇒ **dogadjaj** ⇒ mijenja stanje entiteta



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Populacija – svi!



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Odrednice (definicije) populacije

- pojmovna odrednica
- vremenska odrednica
- prostorna odrednica



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Varijabilnost populacije

- pojmovna odrednica
- vremenska odrednica
- prostorna odrednica
 - biološka varijabilnost
 - vremenska varijabilnost
 - analitička varijabilnost
 - promatračka varijabilnost
 - instrumentalna varijabilnost



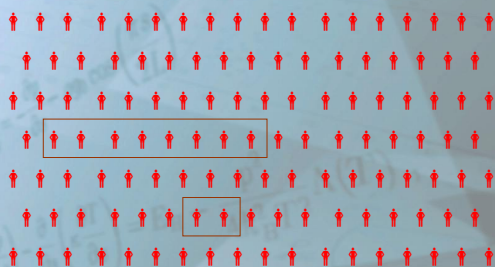
Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Uzorak – dio populacije!



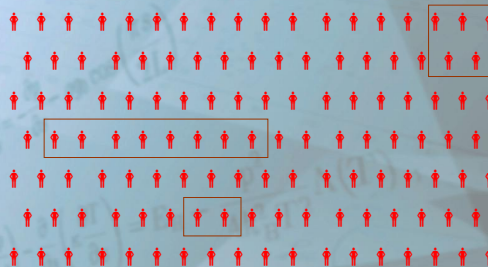
Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Koji dio?



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

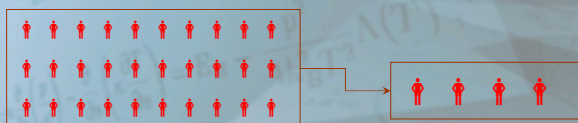
Koji dio? Koliko?



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Uzorak

- dio populacije ⇔ **reprezentativan**
- dohvatljiv, ostvariv, mjerljiv
- nastaje uzorkovanjem
- stvara pogrešku uzorkovanja



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

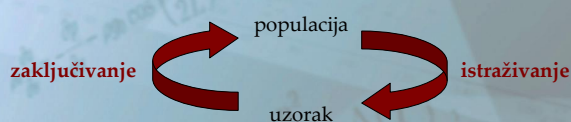
Zašto uzorak?

- dostupnost entiteta populacije (ili stvarna nemogućnost)
- vrijeme istraživanja
- cijena istraživanja



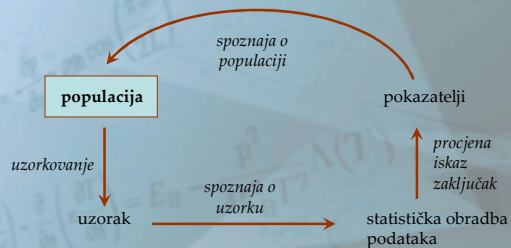
Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Istraživanje, populacija, uzorak



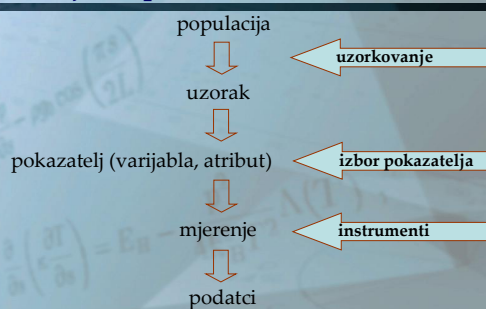
Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Populacija $\Rightarrow$ uzorak $\Rightarrow$ populacija



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Populacija $\Rightarrow$ podatci



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Vrste uzoraka

- probabilistički
 - slučajni
 - sustavni
 - slojevit (stratificirani)
 - skupovni (klasterirani)
- neprobabilistički
 - prigodni



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Uzorak

- reprezentativan
- velik
- mjerljiv
- ostvariv
- ekonomičan



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

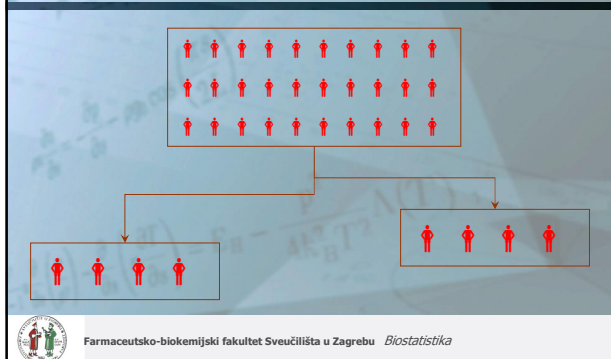
Jednostavni slučajni uzorak

- odabir jedinka – slučajno, nasumice
 - engl. *random* $\Rightarrow$ randomizacija
 - odabir jedne NE uvjetuje odabir koje druge
- postupci slučajnog odabira
 - tablice slučajnih brojeva
 - “generatori” slučajnih brojeva
 - <http://www.random.org/coins/>
 - <http://www.random.org/sequences/>



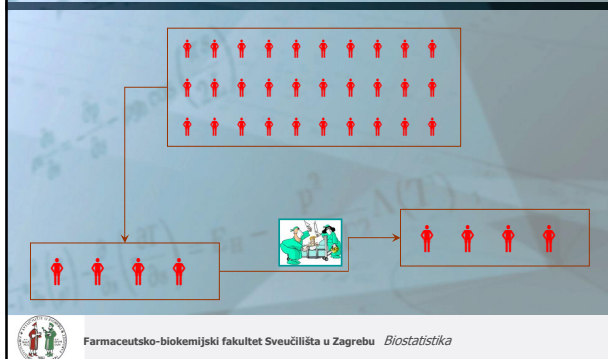
Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Nezavisni uzorci



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

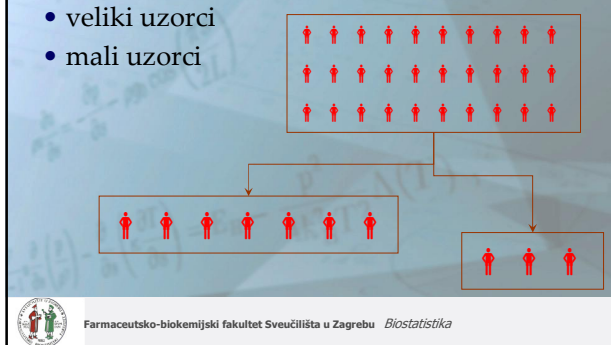
Zavisni uzorci



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Veličina uzorka

- veliki uzorci
- mali uzorci



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Određivanje veličine uzorka

• “prigodno”

- računski
- statističke tablice
- nomogrami
- programi

• opće jednačbe
• brze jednačbe
– Lehtrova jednačbe
($\alpha = 0,05$, $\beta = 0,1$)
 $N = Z_{1-\alpha}^2 / s^2$
 $s = d / SD$



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Određivanje veličine uzorka

• “prigodno”

- računski
- statističke tablice
- nomogrami
- programi

HANDOUT #16 Accreditation Study Course 2003
Universal Accreditation Board

Table for Determining Random Sample Size from a Given Population
(Confidence Level 95%; Margin of error $\pm$ or $\pm$ SE)

Population N	Sample n	SE	SE	SE	SE
10	10	220	140	1,200	291
15	14	230	144	1,300	297
20	19	240	148	1,400	302
25	24	250	152	1,500	308
30	29	260	155	1,600	313
35	34	270	159	1,700	318
40	39	280	162	1,800	323
45	44	290	165	1,900	328
50	49	300	169	2,000	332
55	54	310	172	2,100	337
60	59	320	175	2,200	341
65	64	330	178	2,300	346
70	69	340	181	2,400	350
75	74	350	184	2,500	354
80	79	360	187	2,600	358
85	84	370	190	2,700	362
90	89	380	193	2,800	366
95	94	390	196	2,900	370

<http://www.pracreditation.org/>

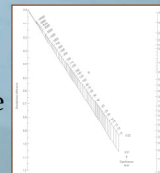


Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Određivanje veličine uzorka

• “prigodno”

- računski
- statističke tablice
- nomogrami
- programi



Sampling sample size

Type I error: Alpha Type II error: Beta

Standard deviation Null Hypothesis value

Input:

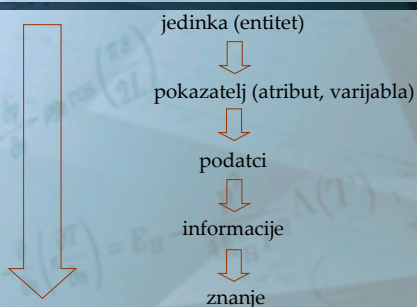
Result: Minimum required sample size =

OK Calculate Exit



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Istraživanje



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Vrste istraživanja

- S obzirom na složenost
 - opisna
 - analitička
- S obzirom na prikupljanje podataka
 - retrospektivna (povijesna)
 - prospektivna



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

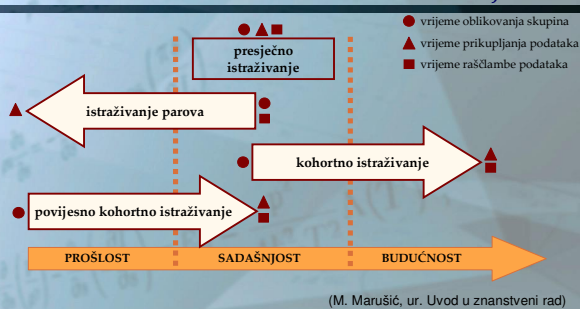
Vrste istraživanja

- opažajna
 - presječno
 - istraživanje parova
 - kohortno
 - prospektivno
 - retrospektivno
- pokusna
 - klinički pokus
 - randomizirani kontrolirani klinički pokus
- ostala
 - sustavni pregled
 - kvalitativna istraživanja



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Vremenska određenost istraživanja



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

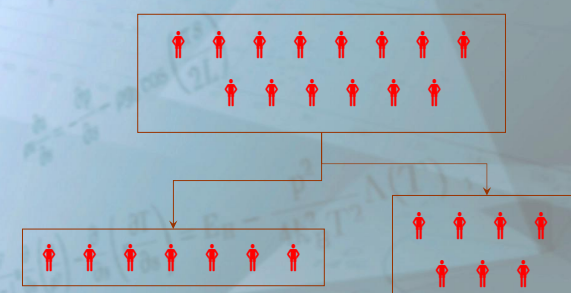
Plan provedbe istraživanja

- izbor vrste istraživanja
- odabir uzorka
- oblikovanje skupina
- planiranje postupka mjerenja
- odabir statističkog testa



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Razvrstavanje u skupine



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Razvrstavanje u skupine

- alokacija (engl. *allocation*)
- **nasumičan odabir (randomizacija)**
 - svaki ispitanik osnovne skupine ima jednaku vjerojatnost pripasti bilo kojoj podskupini
- **pravilan nasumični odabir:**
 - skupine podjednake veličine
 - ne postoji razlika niti u jednom slučajno odabranom kriteriju
 - uobičajeno $\Rightarrow$ dodjelom slučajnih brojeva (kockice, "šešir", itd.)
 - npr: <http://www.randomizer.org/form.htm>



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Zašto nasumično biranje?

- raspodjela "zbunjujućih čimbenika" i mogućih pristranosti jednakomjerno u sve podskupine
- što su "zbunjujući čimbenici"?
 - (engl. *confounding factors*)
 - nepoznata stanja u ispitanika koja utječu na ishod istraživanja
 - nepoznate interferencije u postupcima mjerenja



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Kontrolna skupina

- za opažajna istraživanja bez intervencije
- pravila oblikovanja:
 - N: iste veličine kao ispitivana
 - ispitanici se NE smiju razlikovati niti u jednoj sociodemografskoj značajki
 - ispitanici u kontrolnoj skupini moraju:
 - zadovoljiti sve kriterije uključenja
 - niti jedan isključenja **osim** promatrane bolesti ili stanja



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

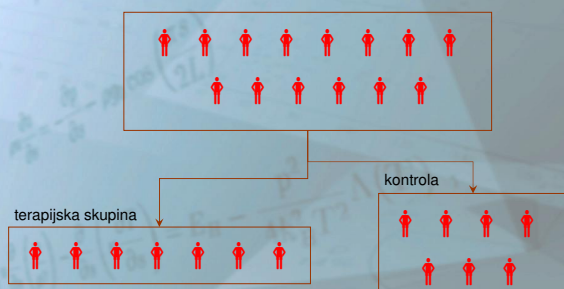
Kontrolna skupina

- tko **nije** dobra kontrolna skupina:
 - "zdravi" ispitanici
 - dobrovoljni darivatelji krvi
 - zdravstveni djelatnici
 - povijesna kontrola
 - slučajni prolaznici
 - ...



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Razvrstavanje u skupine



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Pitanja P2

1. Što u statističke nazivlju razlikuje entitete promatranja, atribute (varijable) i podatke?
2. Što je inferencijalna statistika? Što je biostatistika? Kako tumačimo pojam vjerojatnosti i kako se ona matematički iskazuje?
3. Osobine populacije i uzorka u znanstvenom istraživanju.
4. Pojmovna, vremenska i prostorna odrednica populacije.
5. Biološka, vremenska i analitička varijabilnost.
6. Uzorak, uzorkovanje i pogreška uzorkovanja. Zašto je reprezentativnost važno svojstvo uzorka?
7. Vrste i osobine probabilističkih uzoraka. Kako opisujemo slučajno biranje jedinka populacije u uzorak i kako se to praktično izvodi?
8. Veličina i povezanost uzoraka.
9. Vrste znanstvenih istraživanja.
10. Što je alokacija ispitanika? Što je kontrolna skupina istraživanja.



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika