

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...

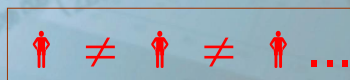
↓
informacije – zdrav, nema znakova dijabetesa...

↓
znanje – referentne vrijednosti, vjerojatnost bolesti...



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Zašto mjerimo više od jednoga?



⇒ varijabilnost entiteta

⇒ događaj ⇒ 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



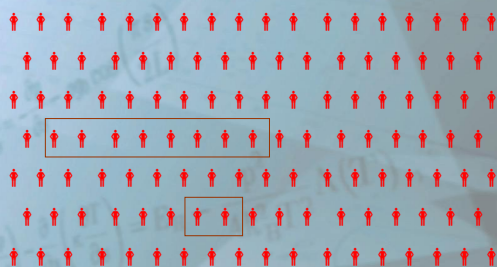
Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Uzorak – dio populacije!



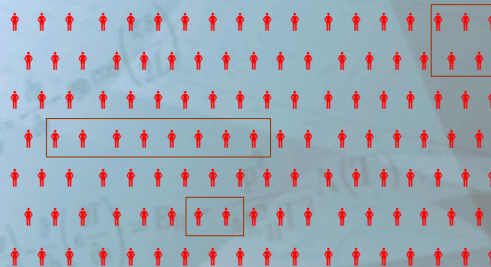
Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Koji dio?



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

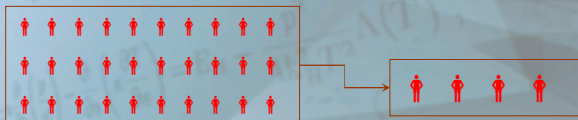
Koji dio? Koliko?



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

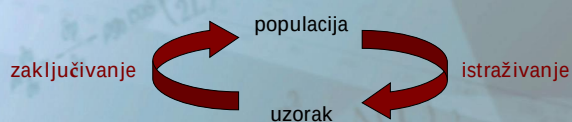
Zašto uzorak?

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



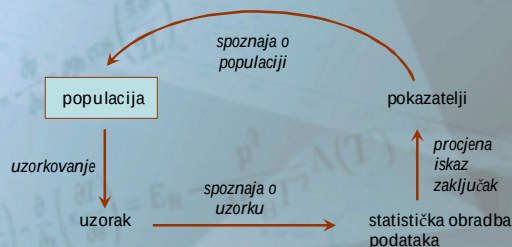
Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Istraživanje, populacija, uzorak



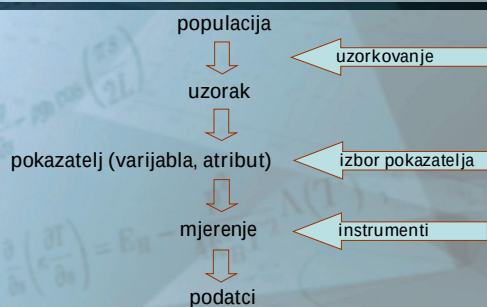
Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

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/>
 - <http://www.oswego.org/ocsd-web/games/RndGenerator/rndnogen.html>



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Reprezentativan uzorak!

Warning Sign D4: The Wrong Subjects

In 1936 *Literary Digest* magazine polled 10 million people and predicted that Alf Landon would win the election for president with 57% of the popular vote. With 10 million responses they certainly did not make the "too few subjects" mistake, but nobody remembers president Landon because he in fact lost 46 of 48 states to Franklin Delano Roosevelt, our 32nd president. Where did *Literary Digest* go wrong? They got their subjects from three sources: their own readers, automobile registrations, and telephone subscribers. But in 1936, as the country emerged from the great depression, many people could not afford literary magazines, nor cars, nor telephones, and those who could not were more likely to vote for Roosevelt. Even today, when phone ownership is much closer to universal, it is difficult to get a truly representative sample of voters. Call a home number during the day, and you get mostly people who don't work. Since it is illegal in the US to call cell phone numbers for polls, you will underweight the younger voters who tend to prefer cell phones. Pollsters have ways for balancing out these biases, but the sample will never be completely unbiased.



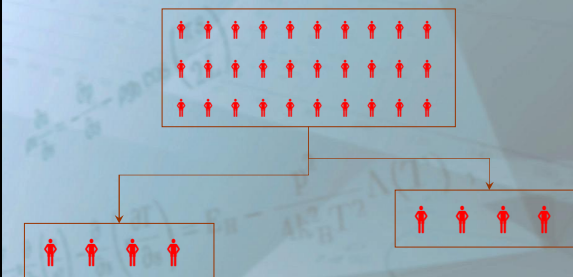
Alf Landon

Warning Signs in Experimental Design and Interpretation, Peter Norvig
<http://norvig.com/experiment-design.html>



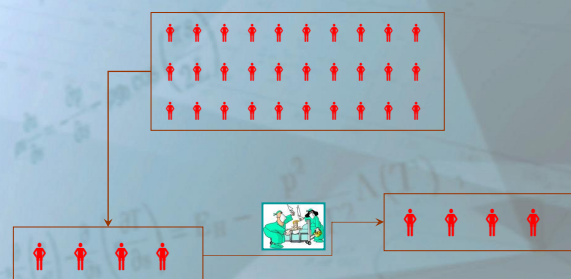
Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Nezavisni uzorci



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

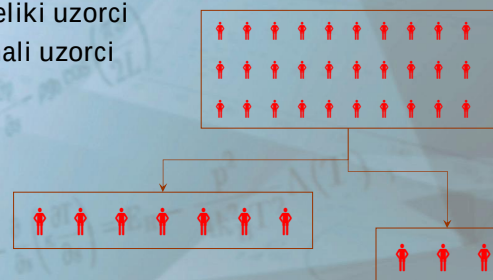
Zavisni uzorci



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Veličina uzorka

- veliki uzorci
- mali uzorci

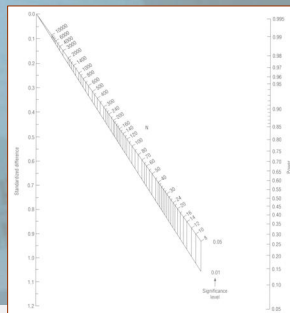


Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Određivanje veličine uzorka

• "prigodno"

- računski
- statističke tablice
- nomogrami
- programi



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Određivanje veličine uzorka

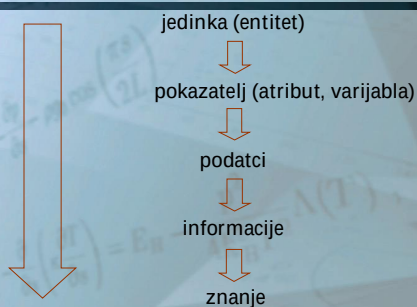
• "prigodno"

- računski
- statističke tablice
- nomogrami
- programi



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

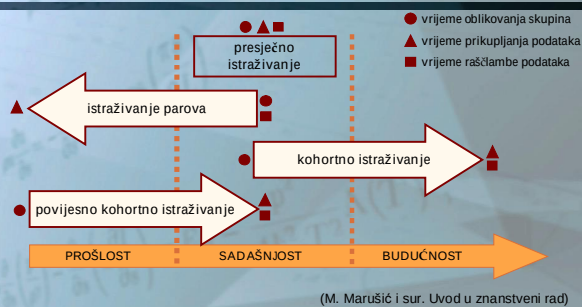
Vrste istraživanja

- 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

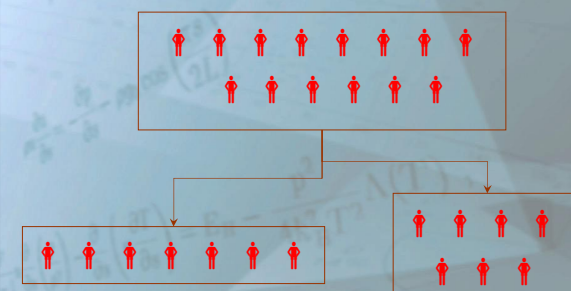
Plan provedbe istraživanja

- 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 ⇒ 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

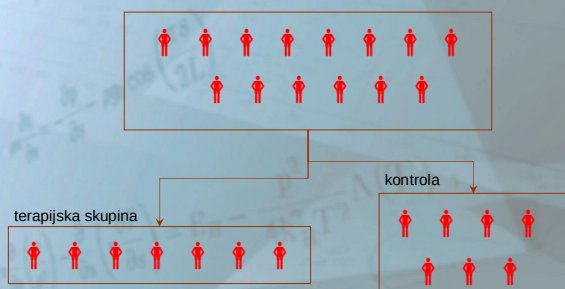
Kontrolna skupina

- 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 statističkom 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

Science Trak Journal Club, FBF Zgb

- Peter Norvig:
Warning Signs in Experimental Design
and Interpretation

<http://norvig.com/experiment-design.html>



mladenp@kbd.hr



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu *Biostatistika*