

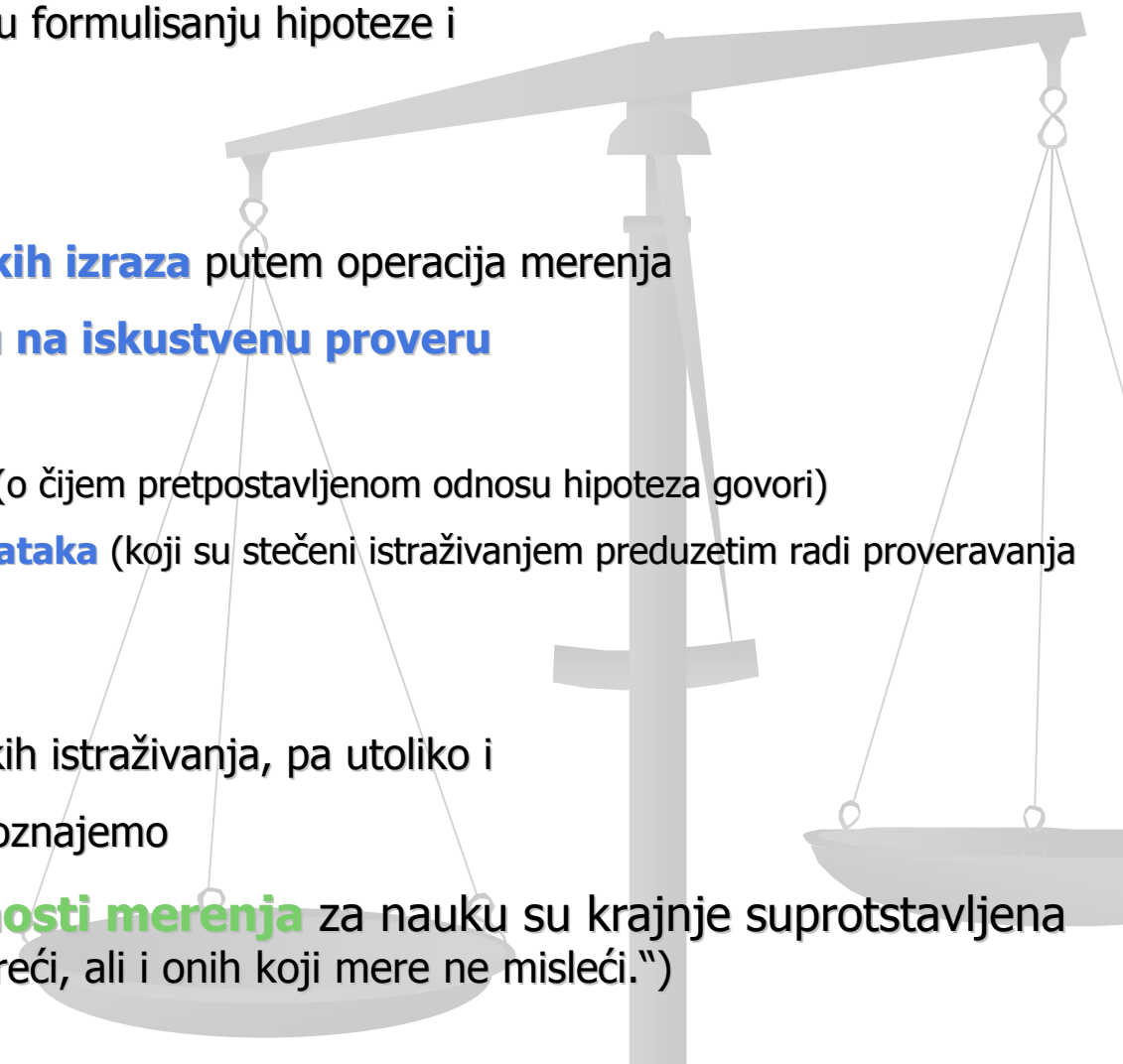
# MERENJE



**U ISTRAŽIVANJU**

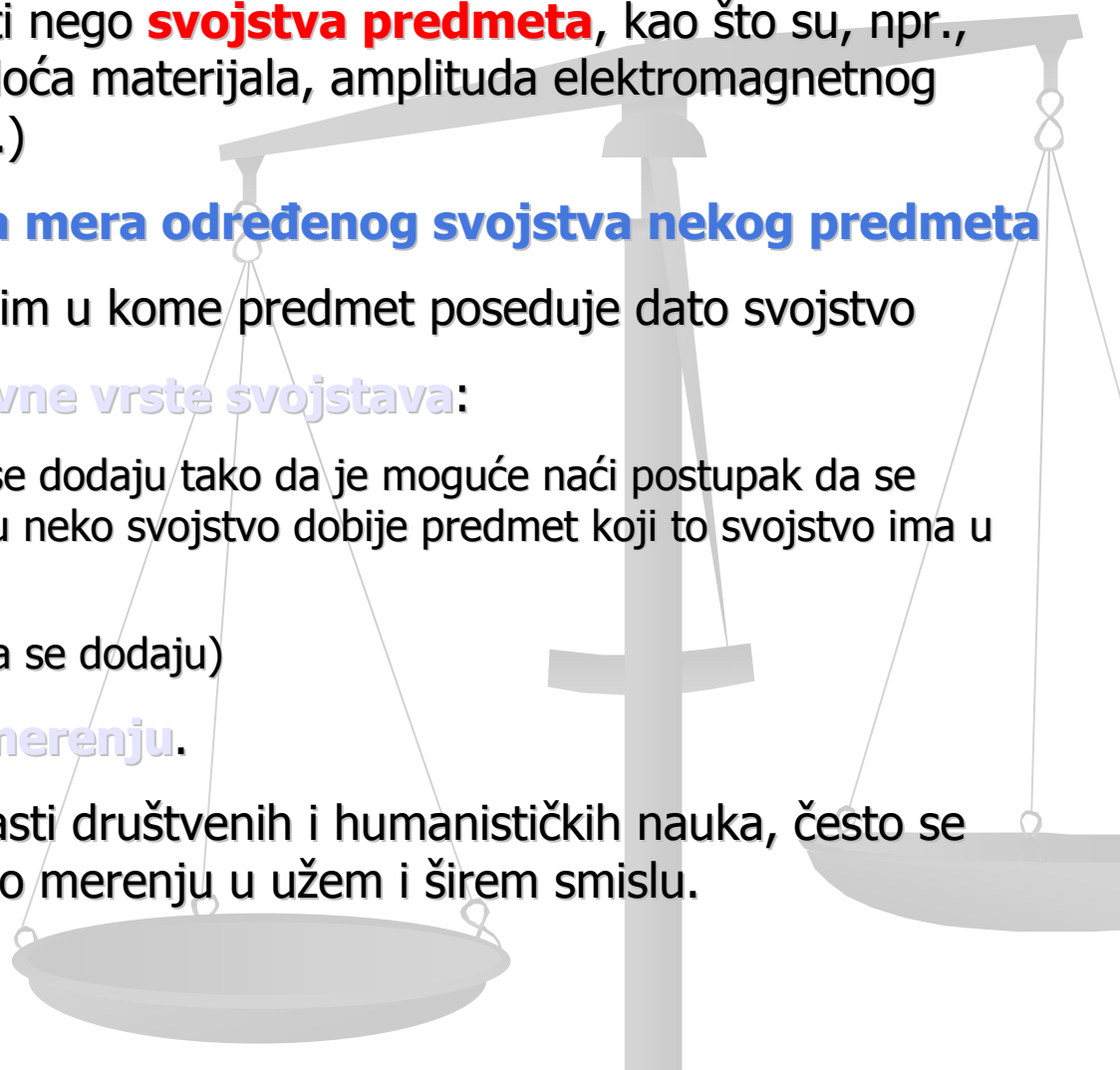
## Šta je merenje?

- Merenjem se povezuju:
  - **teorijski izrazi** upotrebljeni u formulisanju hipoteze i
  - **empirijska osnova**
- Merenjem se:
  - **određuje značenje teorijskih izraza** putem operacija merenja
  - **hipoteze i teorije stavljaju na iskustvenu proveru**
  - **omogućava:**
    - **definisanje promenljivih** (o čijem pretpostavljenom odnosu hipoteza govori)
    - **matematička analiza podataka** (koji su stečeni istraživanjem preduzetim radi proveravanja date hipoteze)
- Utoliko, merenje predstavlja:
  - **osnov** mnogovrsnih empirijskih istraživanja, pa utoliko i
  - **uslov** razvoja nauke kakve poznajemo
- Međutim, **shvatanja o vrednosti merenja** za nauku su krajnje suprotstavljena („Ima istraživača koji misle ne mereći, ali i onih koji mere ne misleći.”)



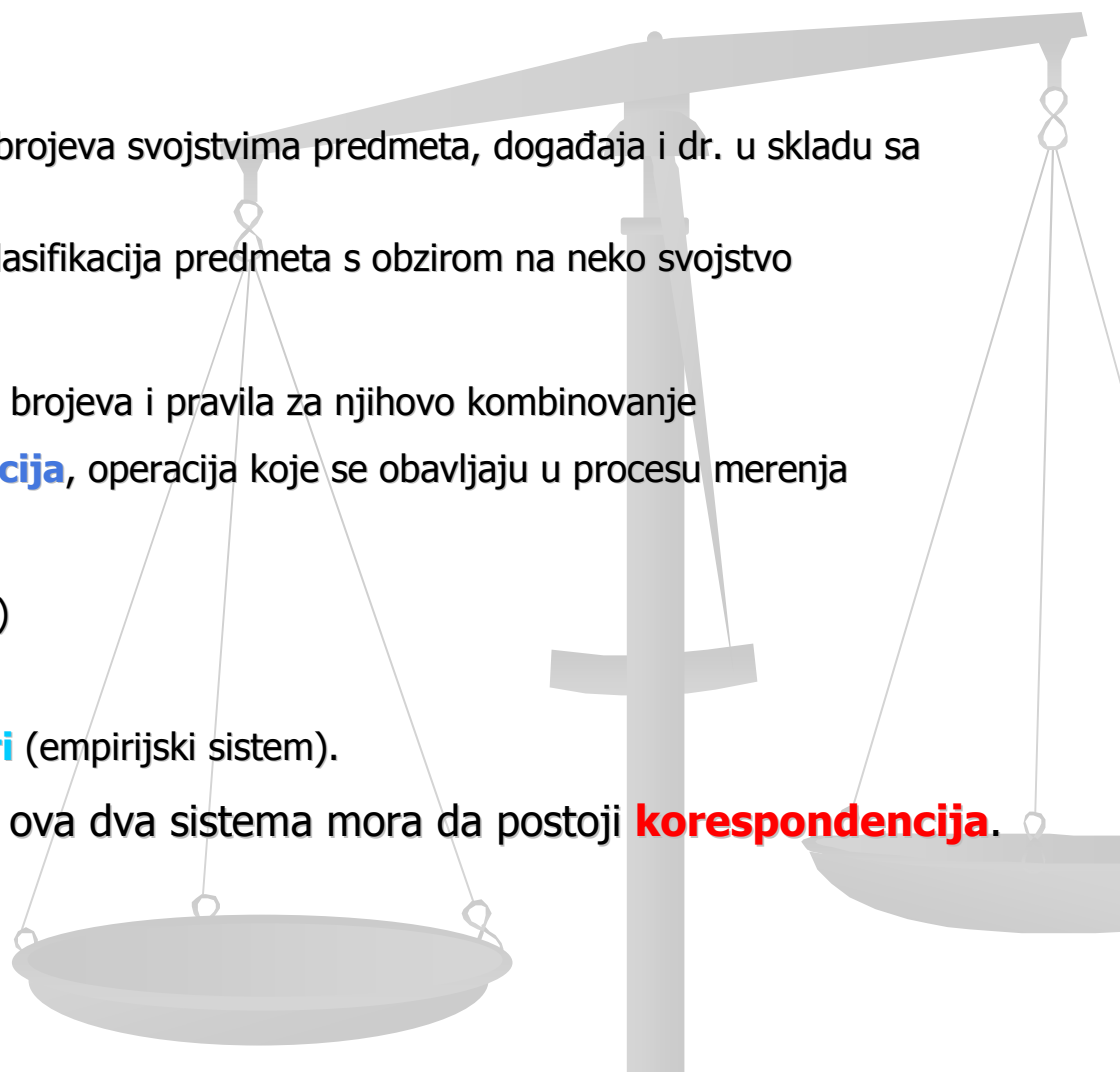
## O značenju izraza „merenje“

- Predmet merenja nisu predmeti nego **svojstva predmeta**, kao što su, npr., dužina nekog fizičkog tela, tvrdoća materijala, amplituda elektromagnetnog talasa, sposobnosti čoveka i dr.)
- **Merenje** je **proces dobijanja mera određenog svojstva nekog predmeta**
- **Mera** je **broj** koji označava obim u kome predmet poseduje dato svojstvo
- Shodno razlikovanju dve **osnovne vrste svojstava**:
  - **ekstenzivna** (koja mogu da se dodaju tako da je moguće naći postupak da se spajanjem predmeta koji imaju neko svojstvo dobije predmet koji to svojstvo ima u povećanoj meri)
  - **intenzivna** (koja ne mogu da se dodaju)postoje **razlike u njihovom merenju**.
- Kada je reč o merenjima u oblasti društvenih i humanističkih nauka, često se naglašava da se može govoriti o merenju u užem i širem smislu.

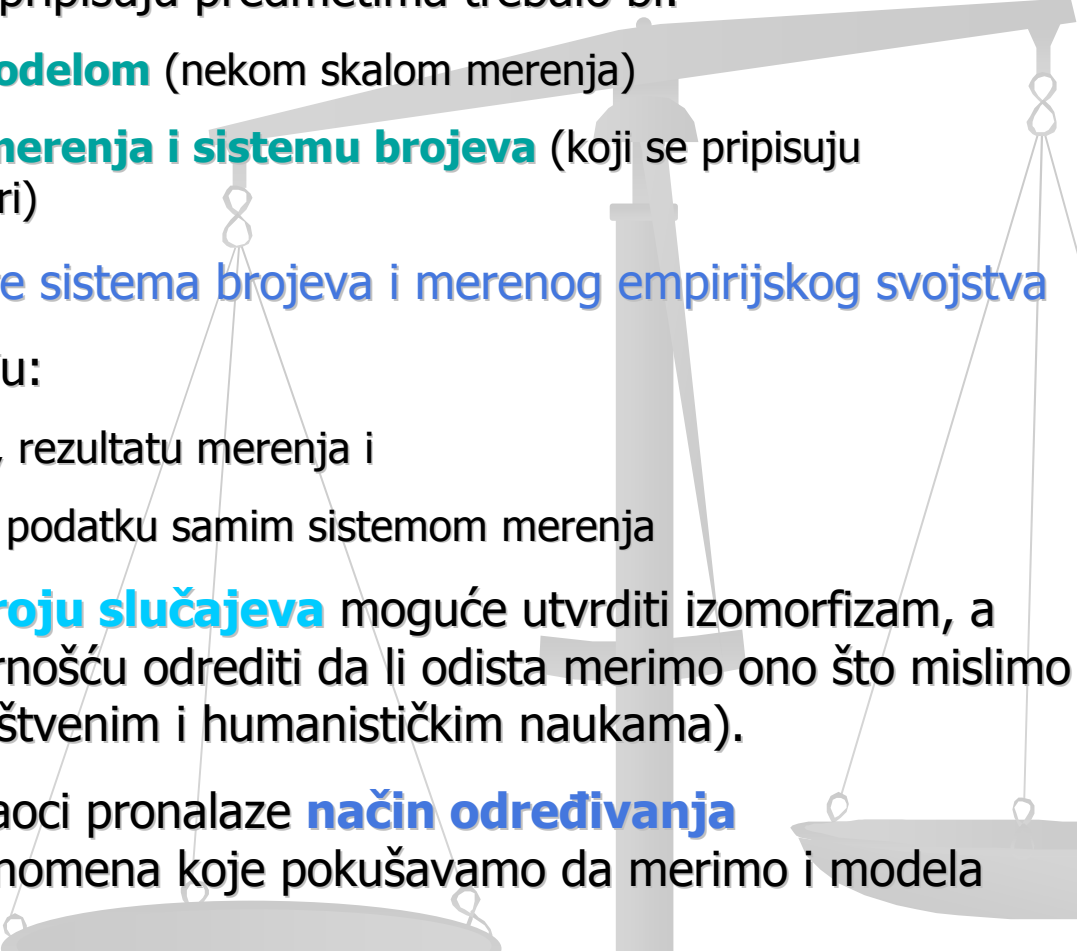


## O značenju izraza „merenje“

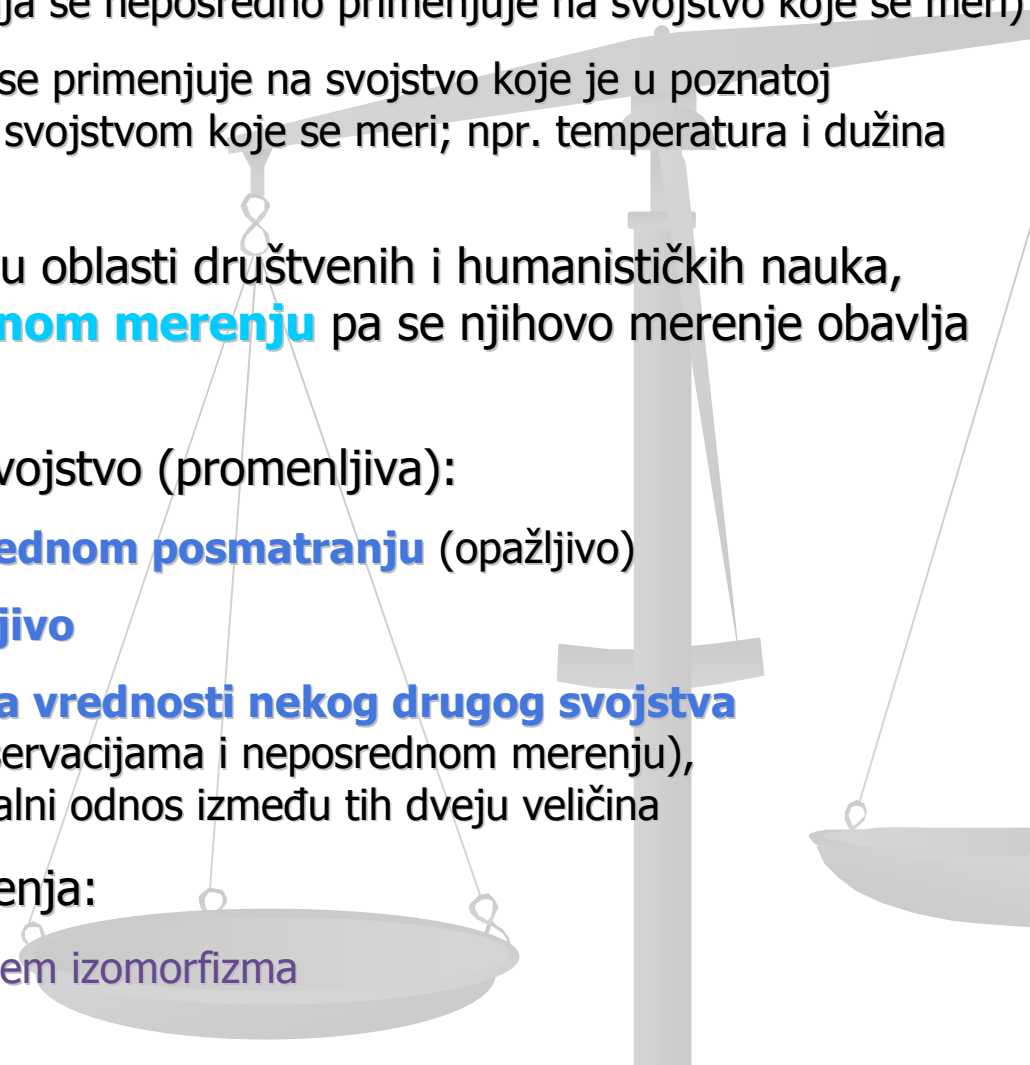
- Merenje se shvata:
  - **u užem smislu** – kao pripisivanje brojeva svojstvima predmeta, događaja i dr. u skladu sa određenim pravilima
  - **u širem smislu** – kao bilo kakva klasifikacija predmeta s obzirom na neko svojstvo
- Merenje se sastoji iz:
  - **matematičkog modela** – sistema brojeva i pravila za njihovo kombinovanje
  - **fizičkih ili empirijskih manipulacija**, operacija koje se obavljaju u procesu merenja
- U merenju se koristi:
  - **sistem brojeva** (apstraktni sistem)  
da bi se predstavila
  - veličina, tj. **svojstvo koje se meri** (empirijski sistem).
- Da bi merenje bilo moguće, između ova dva sistema mora da postoji **korespondencija**.



## Izomorfizam kao pretpostavka merenja

- Pravila prema kojima se brojevi pripisuju predmetima trebalo bi:
    - **da mogu da se predstavje modelom** (nekom skalom merenja)
    - **da su izomorfna proceduri merenja i sistemu brojeva** (koji se pripisuju predmetima čije se svojstvo meri)
  - **IZOMORFIZAM**: sličnost strukture sistema brojeva i merenog empirijskog svojstva
  - Potrebno je praviti razliku između:
    - **informacije** sadržane u podatku, rezultatu merenja i
    - **(pseudo)informacije** nametnute podatku samim sistemom merenja
  - Međutim, **samo je u malom broju slučajeva** moguće utvrditi izomorfizam, a ponekad je nije moguće sa sigurnošću odrediti da li odista merimo ono što mislimo da merimo (što često biva u društvenim i humanističkim naukama).
  - Ovi problemi nalažu da proučavaoci pronalaze **način određivanja korespondentnosti** između fenomena koje pokušavamo da merimo i modela kojima se u merenju koristimo.
- 

## Posredno merenje

- Postoji razlika između dve vrste merenja:
    - **neposredno** (skala merenja se neposredno primenjuje na svojstvo koje se meri)
    - **posredno** (skala merenja se primenjuje na svojstvo koje je u poznatoj funkcionalnoj zavisnosti sa svojstvom koje se meri; npr. temperatura i dužina živinog stuba)
  - **Mnoga svojstva**, naročito u oblasti društvenih i humanističkih nauka, **nepodložna su neposrednom merenju** pa se njihovo merenje obavlja posredstvom indikatora.
  - **Indikator** (pokazatelj) je svojstvo (promenljiva):
    - koje je **dostupno neposrednom posmatranju** (opažljivo)
    - koje je **neposredno merljivo**
    - čije **vrednosti ukazuju na vrednosti nekog drugog svojstva** (najčešće nepodložnog opservacijama i neposrednom merenju), tj. postoji poznati funkcionalni odnos između tih dveju veličina
  - Slabe strane posrednih merenja:
    - intenzivnije se otvara problem izomorfizma
    - veća podložnost greškama
- 

## Osnovna svojstva binarnih relacija

### 1. konverznost (relacije su konverzne ako je jedna relacija istinita kadgod je istinita i druga)

- npr., relacija „veće nego“, relacija „prethodi“

### 2. refleksivnost

#### a) refleksivna (ako je svaka individua u relaciji sa samom sobom, onda je ta relacija refleksivna)

- npr., „isto kao“, „podudarno sa“

#### b) irefleksivna (ako nijedna individua ne može da bude u toj relaciji sa samom sobom)

- npr., relacija „veće nego“, „biti prethodnik“

#### c) nerefleksivna (relacije koje nisu ni refleksivne ni irefleksivne)

### 3. simetričnost

#### a) simetrična (relacija između $x$ i $y$ koja, takođe, važi između $y$ i $x$ )

- npr., „istovremeno sa“, „isto kao“

#### b) asimetrična (relacija koja nikada ne važi u suprotnom smeru)

- npr., „biti tvorac“, „veće nego“

#### c) nesimetrična (relacije koje nisu ni simetrične ni asimetrične)

### 4. tranzitivnost

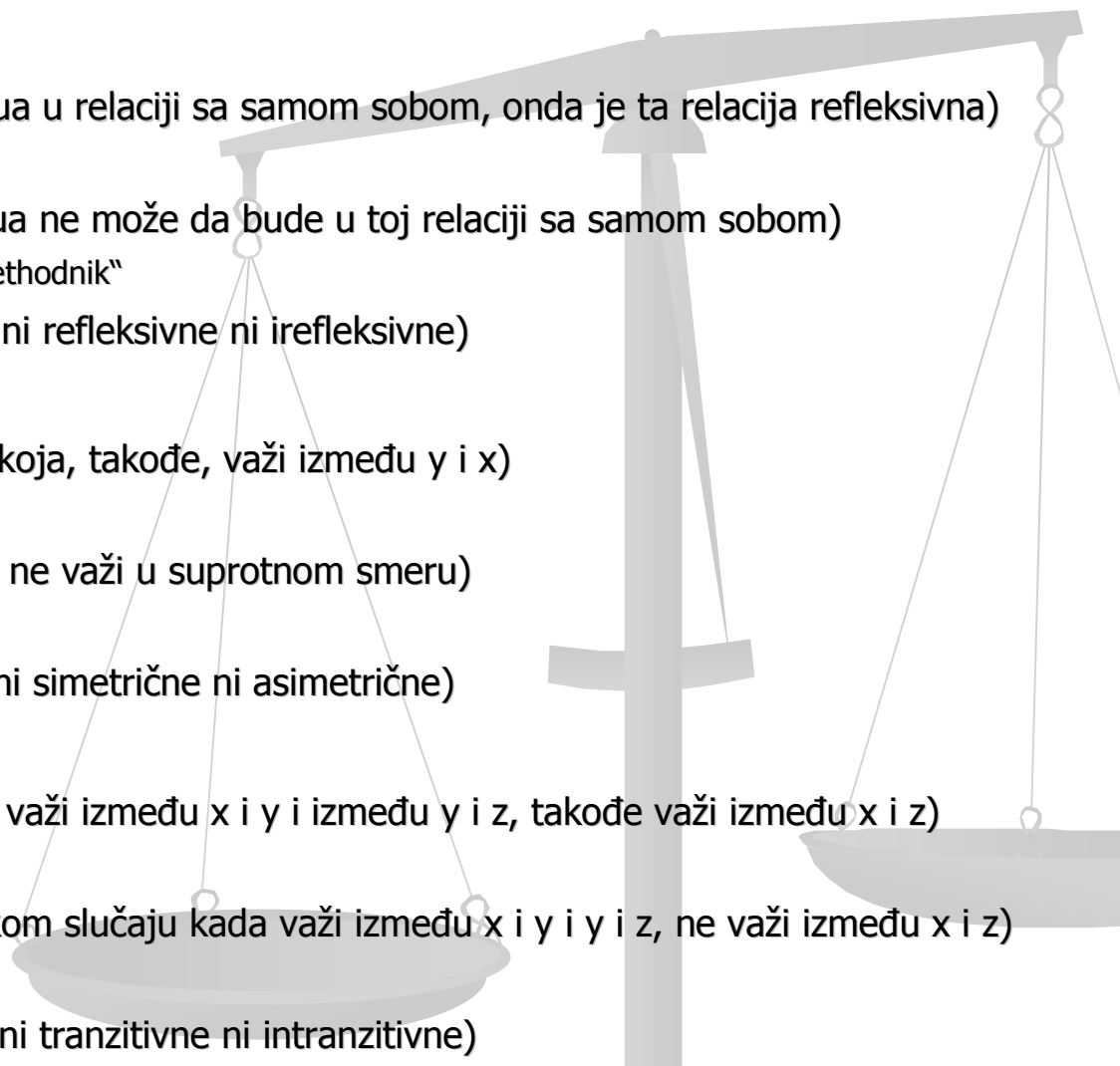
#### a) tranzitivna (relacija koja kadgod važi između $x$ i $y$ i između $y$ i $z$ , takođe važi između $x$ i $z$ )

- npr., „implikuje“, „veće nego“

#### b) intranzitivna (relacija koja ni u kom slučaju kada važi između $x$ i $y$ i $y$ i $z$ , ne važi između $x$ i $z$ )

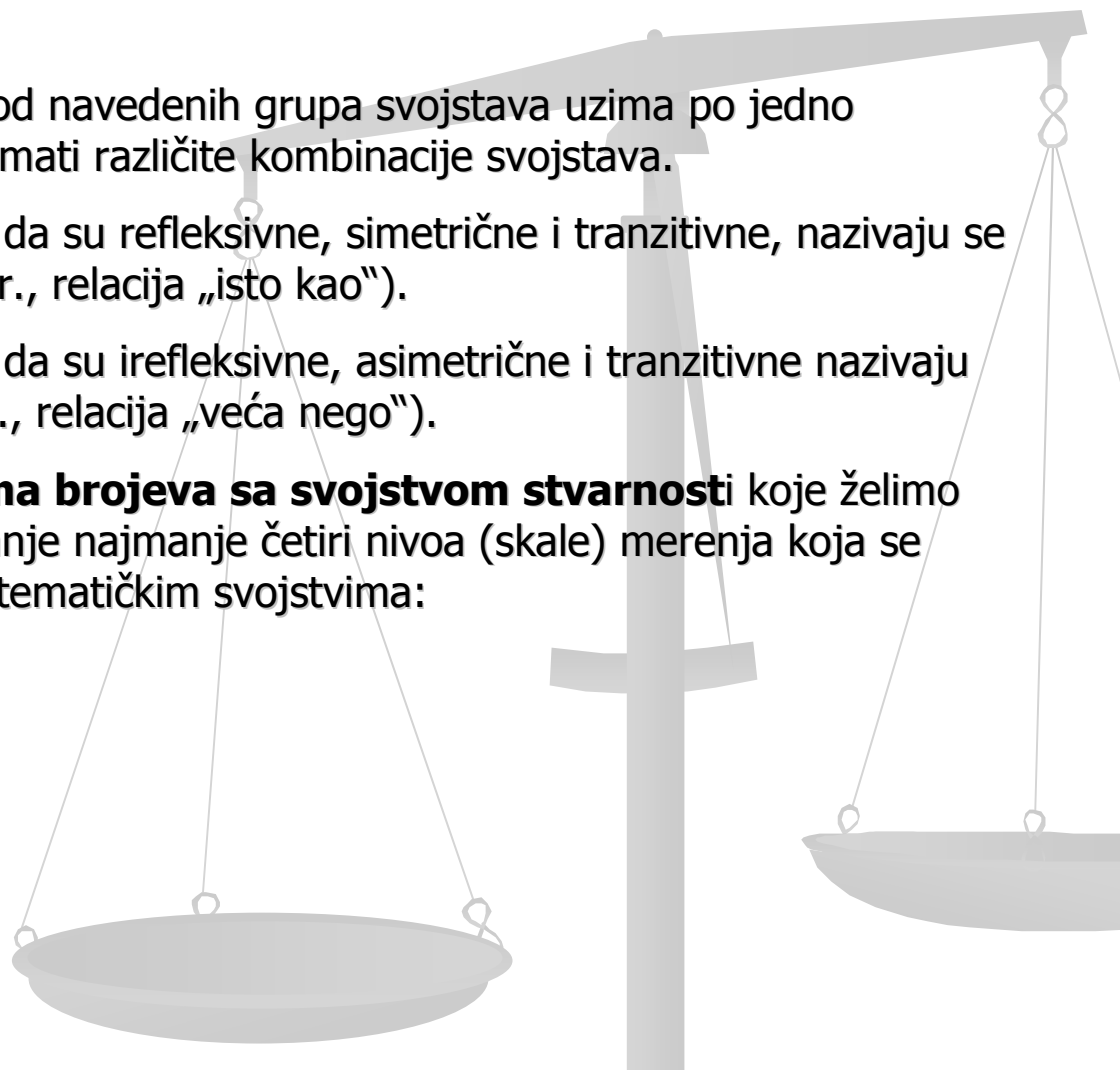
- npr., „biti otac“, „polovina od“

#### c) netranzitivna (relacije koje nisu ni tranzitivne ni intranzitivne)



## Nivoi merenja i njihova matematička svojstva

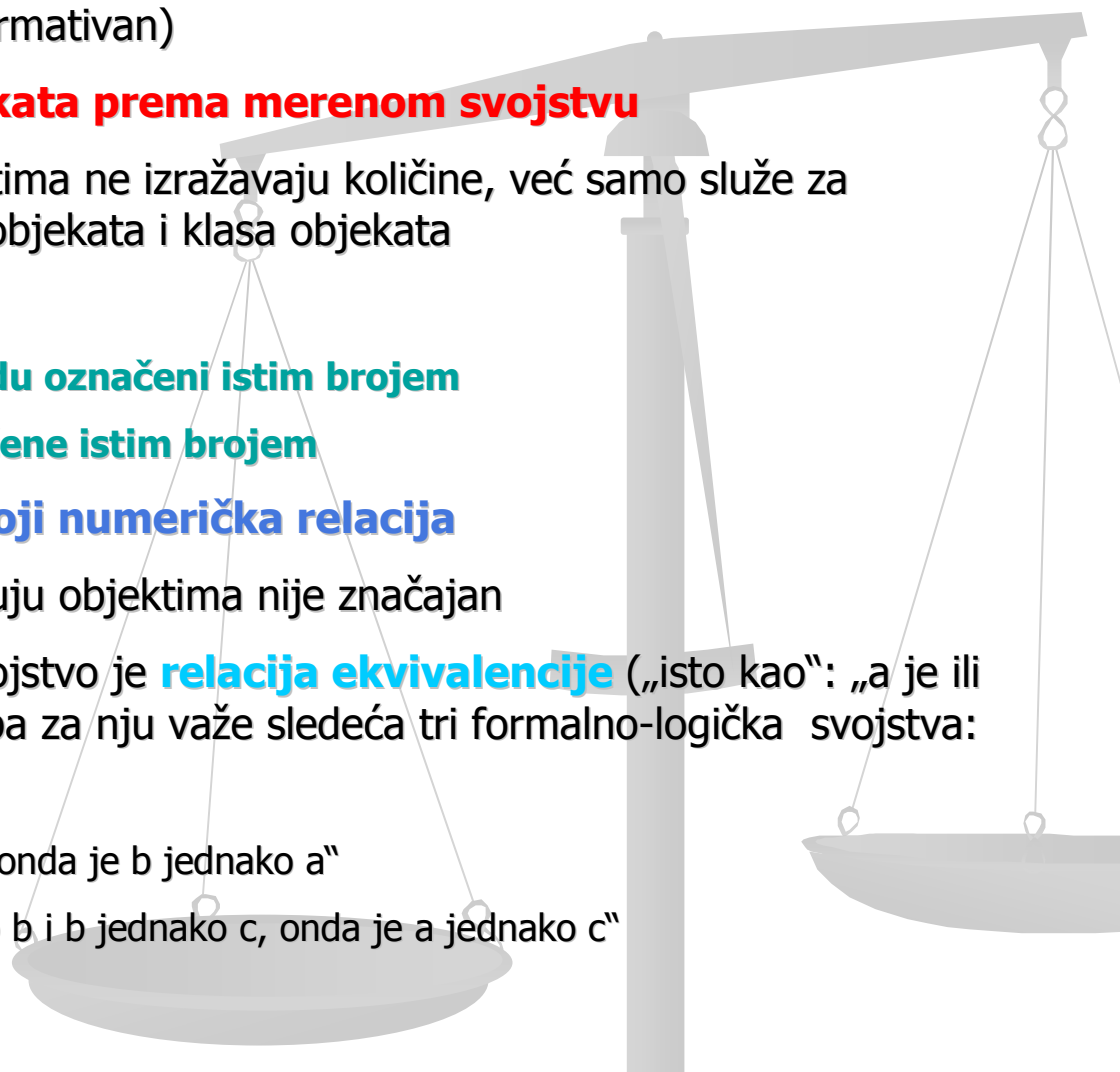
- Svaka binarna relacija iz svake od navedenih grupa svojstava uzima po jedno svojstvo tako da relacije mogu imati različite kombinacije svojstava.
- Sve relacije koje imaju svojstva da su refleksivne, simetrične i tranzitivne, nazivaju se **relacijama ekvivalencije** (npr., relacija „isto kao“).
- Sve relacije koje imaju svojstva da su irefleksivne, asimetrične i tranzitivne nazivaju se **relacijama redosleda** (npr., relacija „veća nego“).
- Težnja ka **izomorfizmu sistema brojeva sa svojstvom stvarnosti** koje želimo da merimo upućuje na razlikovanje najmanje četiri nivoa (skale) merenja koja se međusobno razlikuju prema matematičkim svojstvima:
  - a) **nominalni nivo**
  - b) **ordinalni nivo**
  - c) **intervalni nivo i**
  - d) **nivo količnika (razmera)**





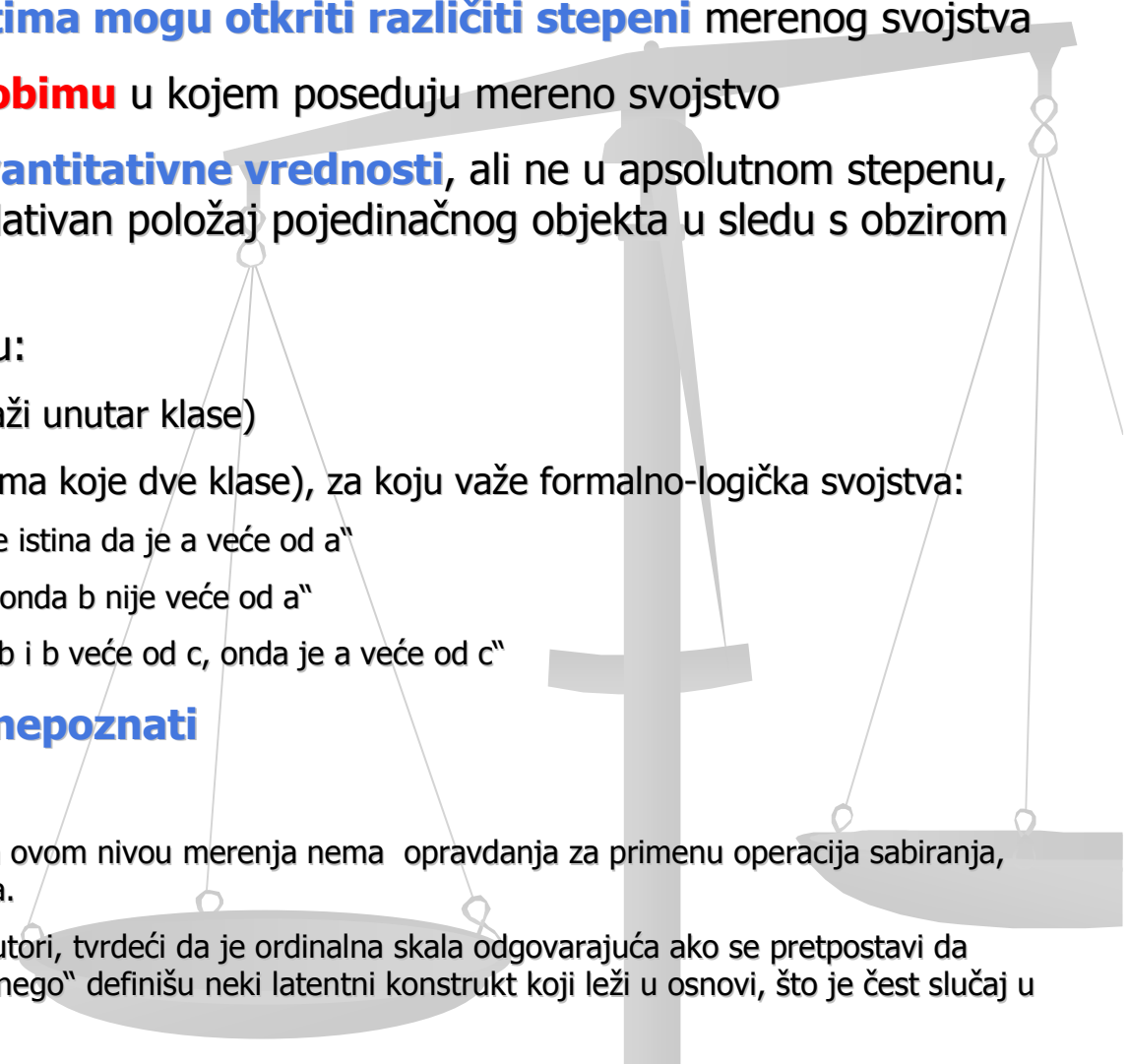
## A. Nominalni nivo merenja

- **najprimitivniji** (najmanje informativan)
- predstavlja **klasifikaciju objekata prema merenom svojstvu**
- **brojevi** koje se pripisuju objektima ne izražavaju količine, već samo služe za **označavanje**, tj. razlikovanje objekata i klasa objekata
- postavlja se zahtev:
  - **da svi članovi iste klase budu označeni istim brojem**
  - **da ne bude dve klase označene istim brojem**
- između klasa objekata **ne postoji numerička relacija**
- redosled kojim se brojevi pripisuju objektima nije značajan
- njeno osnovno matematičko svojstvo je **relacija ekvivalencije** („isto kao“: „a je ili jednako b, ili nije jednako b“), pa za nju važe sledeća tri formalno-logička svojstva:
  1. **refleksivnost**: „a je jednako a“
  2. **simetrija**: „ako je a jednako b, onda je b jednako a“
  3. **tranzitivnost**: „ako je a jednako b i b jednako c, onda je a jednako c“



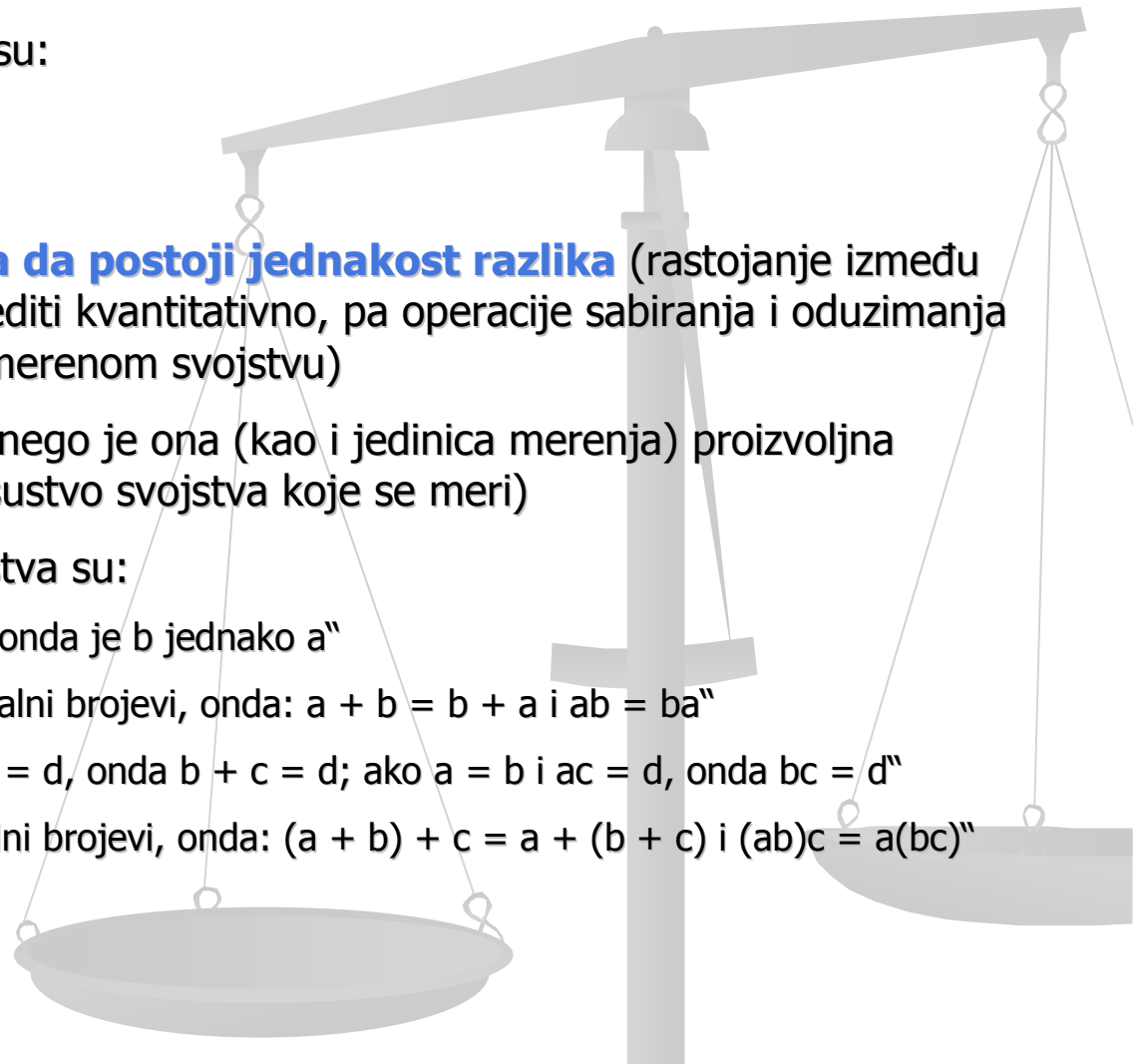
## B. Ordinalni nivo merenja

- **viši** (informativniji)
- primenjuje se **kada se u objektima mogu otkriti različiti stepeni** merenog svojstva
- objekti imaju **redosled prema obimu** u kojem poseduju mereno svojstvo
- **brojevi** označavaju **različite kvantitativne vrednosti**, ali ne u apsolutnom stepenu, već samo kao **redni brojevi** (relativan položaj pojedinačnog objekta u sledu s obzirom na to svojstvo)
- osnovna matematička svojstva su:
  - **relacija ekvivalencije** (koja važi unutar klase)
  - **relacija „veće nego“** (između ma koje dve klase), za koju važe formalno-logička svojstva:
    1. irefleksivnost: „za ma koje a nije istina da je a veće od a“
    2. asimetrija: „ako je a veće od b, onda b nije veće od a“
    3. tranzitivnost: „ako je a veće od b i b veće od c, onda je a veće od c“
- **intervali između rangova su nepoznati**
  - **Kritika:**
    - Rasprostranjeno uverenje da na ovom nivou merenja nema opravdanja za primenu operacija sabiranja, oduzimanja, deljenja i množenja.
    - Tom uverenju protive se neki autori, tvrdeći da je ordinalna skala odgovarajuća ako se pretpostavi da svojstva „veće nego“ ili „manje nego“ definišu neki latentni konstrukt koji leži u osnovi, što je čest slučaj u društvenim naukama.

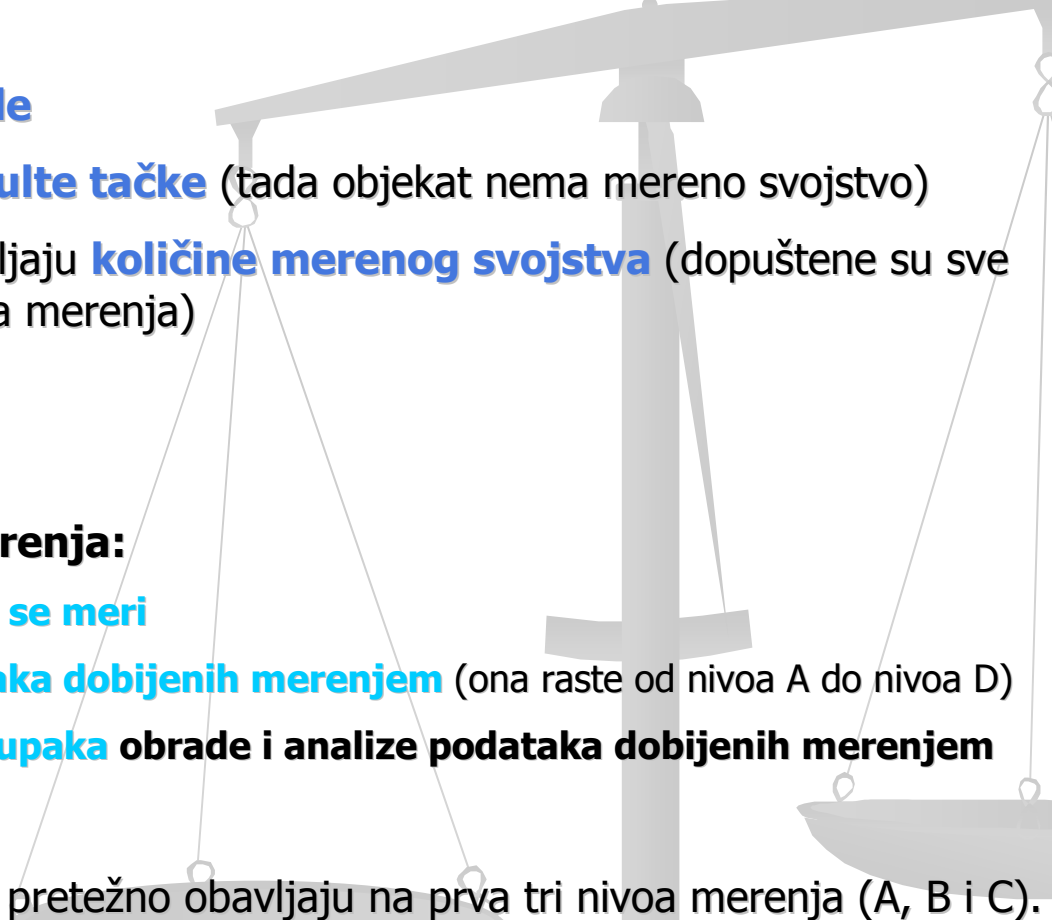


## C. Intervalni nivo merenja

- osnovna matematička svojstva su:
  - **relacije ekvivalencije**
  - „veće nego“
- **između intervala skale mora da postoji jednakost razlika** (rastojanje između dve tačke na skali se može odrediti kvantitativno, pa operacije sabiranja i oduzimanja pružaju dodatne informacije o merenom svojstvu)
- **nema prirodne nulte tačke**, nego je ona (kao i jedinica merenja) proizvoljna (stoga, nulta tačka ne znači odsustvo svojstva koje se meri)
- Osnovna formalno-logička svojstva su:
  - 1) **simetrija**: „ako je  $a$  jednako  $b$ , onda je  $b$  jednako  $a$ “
  - 2) **komutativnost**: „ako su  $a$  i  $b$  realni brojevi, onda:  $a + b = b + a$  i  $ab = ba$ “
  - 3) **supstitucija**: „ako  $a = b$  i  $a + c = d$ , onda  $b + c = d$ ; ako  $a = b$  i  $ac = d$ , onda  $bc = d$ “
  - 4) **asocijacija**: „ako su  $a$ ,  $b$  i  $c$  realni brojevi, onda:  $(a + b) + c = a + (b + c)$  i  $(ab)c = a(bc)$ “

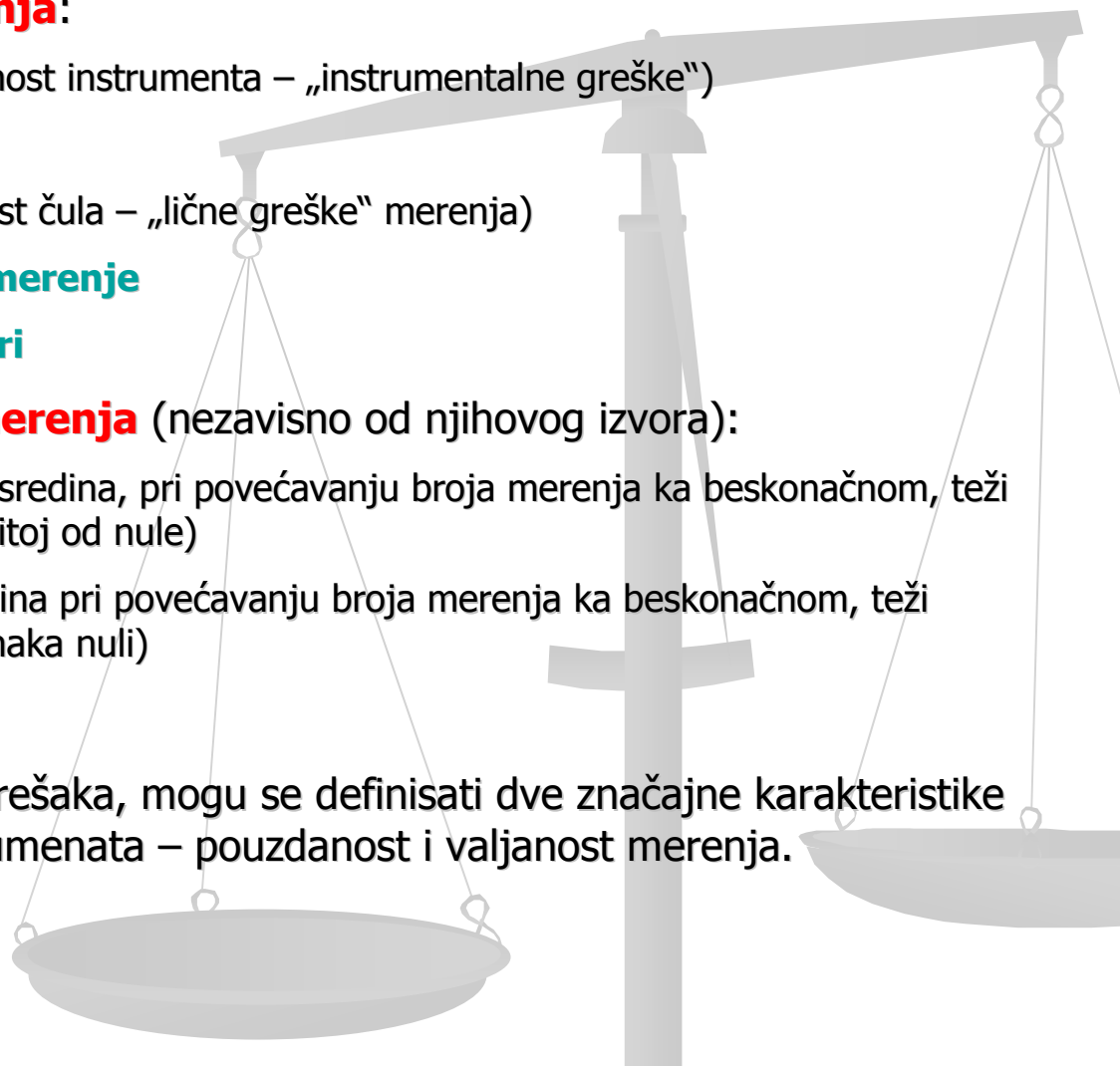


## D. Nivo količnika ili razmera

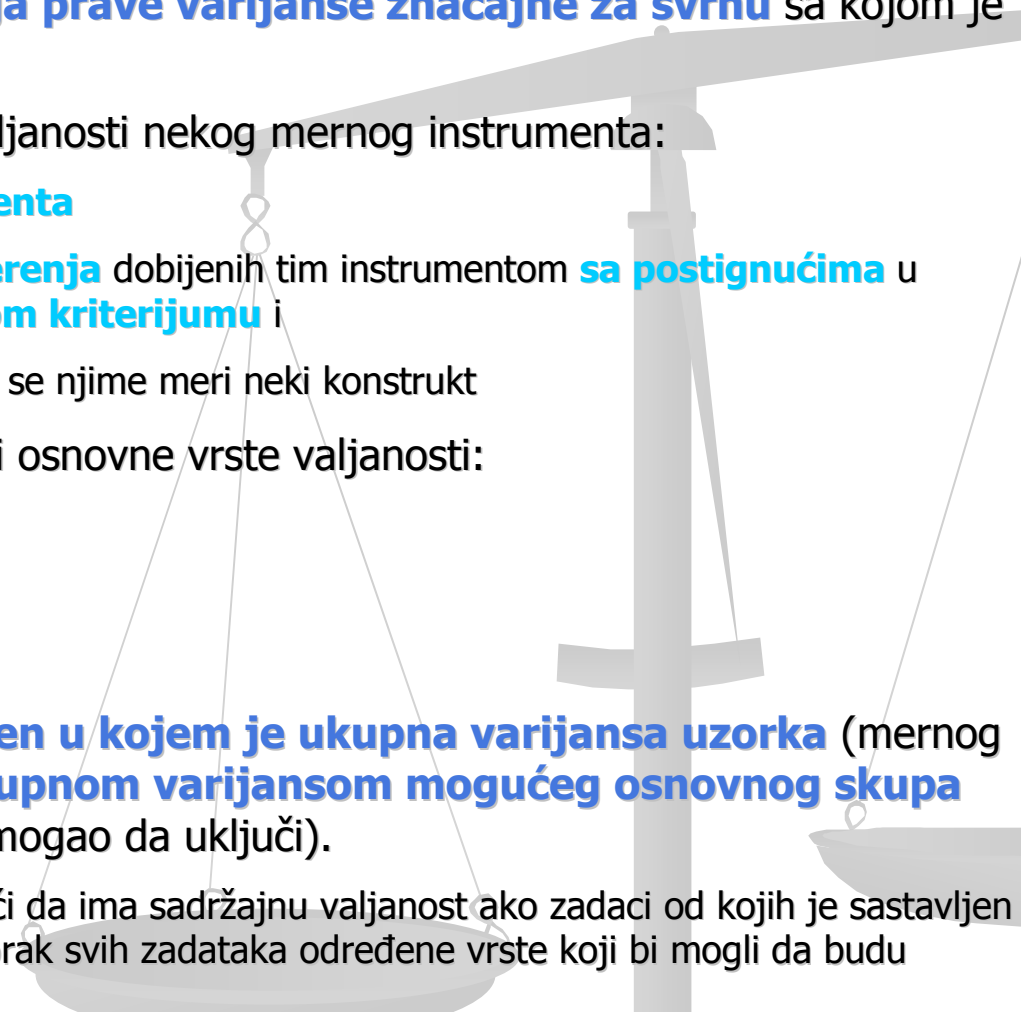
- **najviši** (najinformativniji)
  - ima **sve osobine intervalne skale**
  - zahteva **određivanje prirodne nulte tačke** (tada objekat nema mereno svojstvo)
  - **brojevi** na skali količnika predstavljaju **količine merenog svojstva** (dopuštene su sve aritmetičke operacije sa rezultatima merenja)
  
  - **Izbor odgovarajućeg nivoa merenja:**
    - **zavisi od prirode svojstva koje se meri**
    - **utiče na informativnost podataka dobijenih merenjem** (ona raste od nivoa A do nivoa D)
    - **utiče na izbor statističkih postupaka obrade i analize podataka dobijenih merenjem**
  
  - Merenja u društvenim naukama se pretežno obavljaju na prva tri nivoa merenja (A, B i C).
- 

## Greške merenja

- Osnovni **izvori grešaka merenja**:
  - **merni instrument** (nesavršenost instrumenta – „instrumentalne greške“)
  - **procedura merenja**
  - **osoba koja meri** (nesavršenost čula – „lične greške“ merenja)
  - **uslovi u kojima se obavlja merenje**
  - **objekat čije se svojstvo meri**
- Dve osnovne **vrste grešaka merenja** (nezavisno od njihovog izvora):
  - **sistematske** (čija aritmetička sredina, pri povećavanju broja merenja ka beskonačnom, teži nekoj graničnoj vrednosti različitoj od nule)
  - **slučajne** (čija aritmetička sredina pri povećavanju broja merenja ka beskonačnom, teži graničnoj vrednosti koja je jednaka nuli)
- Posredstvom ovih dveju vrsta grešaka, mogu se definisati dve značajne karakteristike merenja, odnosno mernih instrumenata – pouzdanost i valjanost merenja.



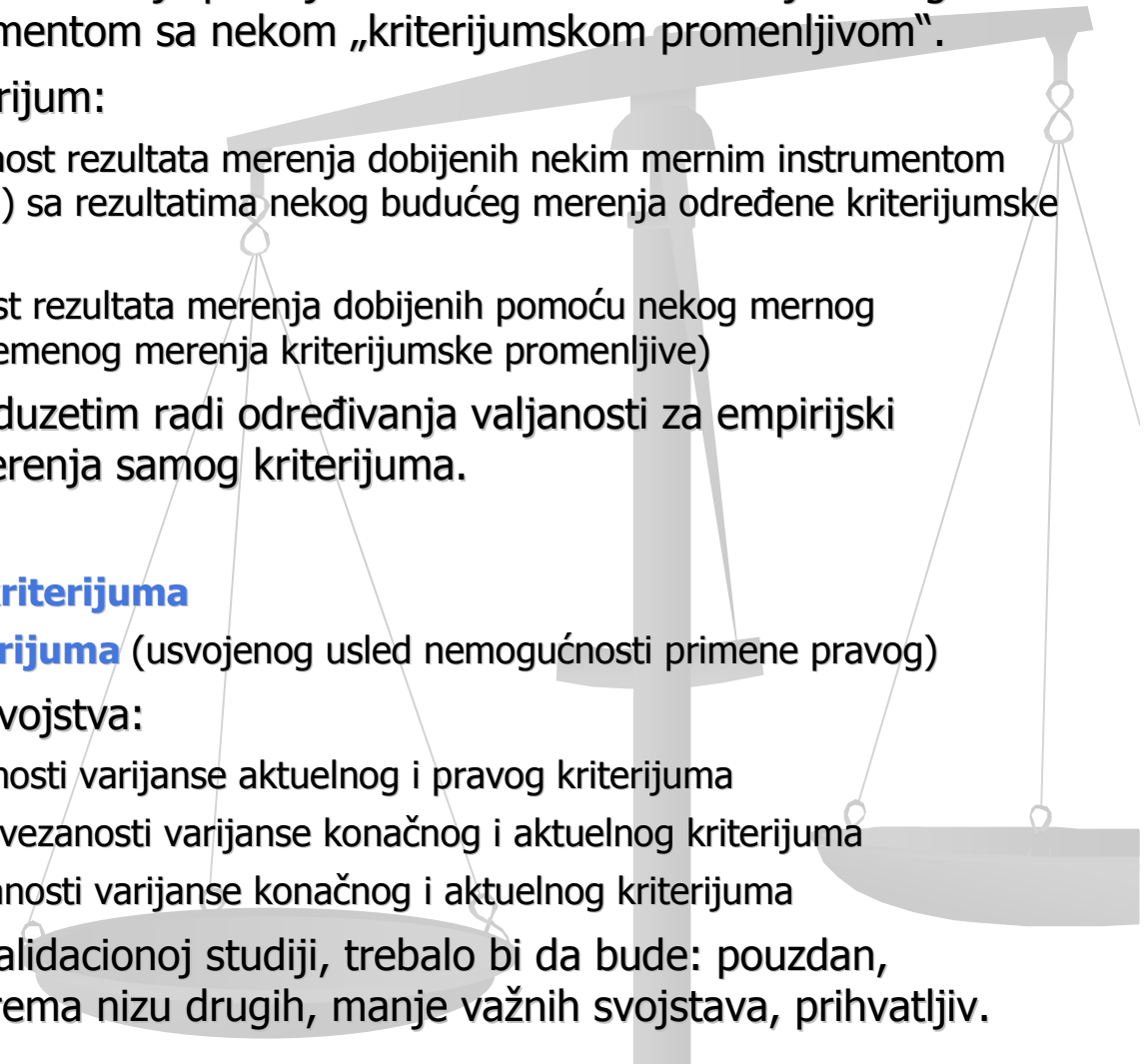
## Valjanost merenja 1/3

- Valjanost merenja je **proporcija prave varijanse značajne za svrhu** sa kojom je merenje obavljeno.
  - Osnovni pristupi ocenjivanju valjanosti nekog mernog instrumenta:
    - **analizom sadržaja instrumenta**
    - **povezivanjem rezultata merenja** dobijenih tim instrumentom **sa postignućima** u nekom značajnom **empirijskom kriterijumu** i
    - **ispitivanjem obima** u kojem se njime meri neki konstrukt
  - Saobrazno tome, razlikuju se tri osnovne vrste valjanosti:
    - **sadržajna**
    - **empirijska**
    - **konstruktna**
  - A. Sadržajna valjanost** je **stepen u kojem je ukupna varijansa uzorka** (mernog instrumenta) **povezana sa ukupnom varijansom mogućeg osnovnog skupa stavki** (koje bi taj instrument mogao da uključi).
    - (npr. neki test znanja može reći da ima sadržajnu valjanost ako zadaci od kojih je sastavljen sačinjavaju reprezentativni uzorak svih zadataka određene vrste koji bi mogli da budu uključeni u taj test)
- 

## Valjanost merenja 2/3

**B. Empirijska valjanost** je povezanost koja postoji između rezultata merenja nekog svojstva dobivenih mernim instrumentom sa nekom „kriterijumskom promenljivom“.

- Vrste valjanosti za empirijski kriterijum:
  - **predskazujuća valjanost** (povezanost rezultata merenja dobijenih nekim mernim instrumentom (testom, skalom, inventarom i dr.) sa rezultatima nekog budućeg merenja određene kriterijumske promenljive)
  - **istovremena valjanost** (povezanost rezultata merenja dobijenih pomoću nekog mernog instrumenta sa rezultatima istovremenog merenja kriterijumske promenljive)
- Osnovni problem u studijama preduzetim radi određivanja valjanosti za empirijski kriterijum tiče se određivanja i merenja samog kriterijuma.
- Postoji razlika između:
  - **budućeg, konačnog, pravog kriterijuma**
  - **raspoloživog, aktuelnog kriterijuma** (usvojenog usled nemogućnosti primene pravog)
- Aktuelni kriterijum ima tri važna svojstva:
  - **značajnost** – proporcija povezanosti varijanse aktuelnog i pravog kriterijuma
  - **nedostatnost** – proporcija nepovezanosti varijanse konačnog i aktuelnog kriterijuma
  - **nečistoću** – proporcija nepovezanosti varijanse konačnog i aktuelnog kriterijuma
- Kriterijum koji će biti korišćen u validacionoj studiji, trebalo bi da bude: pouzdan, značajan, čist, diskriminativan i prema nizu drugih, manje važnih svojstava, prihvatljiv.



## Valjanost merenja 3/3

**(c) Konstruktna valjanost** podrazumeva:

- 1) postavljanje iskaza da neki meri instrument meri određeno svojstvo
  - 2) uključivanje tog iskaza u teoriju o svojstvu
  - 3) izvođenje predviđanja iz konjunkcije tog iskaza sa odgovarajućim iskazima iz te teorije (konstruktna validacija je moguća samo ako iskazi u nomološkoj mreži omogućavaju predviđanja relacija između opažljivih veličina)
  - 4) prikupljanje iskustvenog svedočanstva potrebnog za potvrđivanje ili pobijanje predviđanja, pri čemu su značajni mnogi tipovi podataka: sadržajna valjanost, empirijska valjanost, podaci o stabilnosti, podaci o korelaciji između stavki i drugi.
- Ako je **prikupljeno svedočanstvo u skladu sa izvedenim predviđanjima**, onda se merni instrument smatra **valjanim**.
  - Ako nije počinjena neka metodološka greška u proveravanju predviđanja, razlog neobistinjanja izvedenog predviđanja može da bude dvojak:
    - predložena interpretacija testa (mernog instrumenta)
    - postojeća nomološka mreža

