

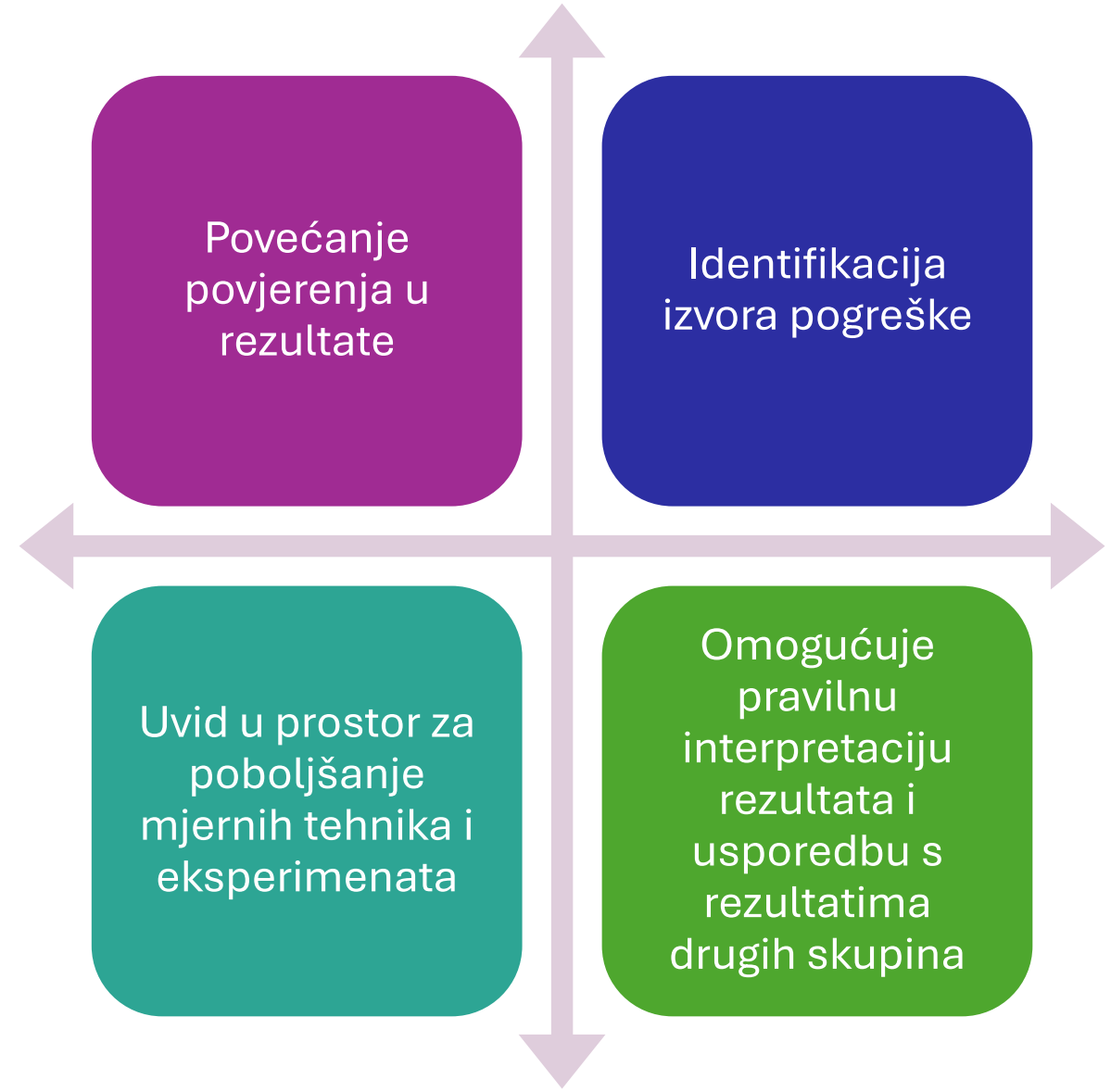
Obrada rezultata mjerjenja

dr.sc. Zvonimir Boban, mag.phys.



SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET

Zašto je bitno procijeniti nepouzdanost?



Pogreške mjerenja

Sistematske pogreške

- Prouzročene poznatim uzrocima i u načelu mogu biti uklonjene.
- Rezultiraju izmjerenim vrijednostima koje su konzistentno (sistematično) previsoke ili preniske

Slučajne pogreške

- Pozitivne i negativne fluktuacije koje čine otprilike polovinu mjerenih vrijednosti preniskim, a polovinu previsokim. Uzroci slučajnih pogreški ne mogu uvijek biti identificirani.

Grube pogreške

- Rezultat grubog, subjektivno uvjetovanog propusta u mjernom postupku.



Sistematske pogreške



Instrument

- Primjer: Loše baždaren instrument, npr. termometar koji pokazuje 102°C u kipućoj, a 2°C u zaleđenoj vodi pri normiranom atmosferskom tlaku. Takav instrument pokazivat će izmjerene vrijednosti koje su konzistentno previsoke.

Opažać

- Primjer: Očitavanje skale metra ili razine vode pod kutem.

Okolina

- Primjer: Pad napona u gradskoj mreži uslijed kojeg će izmjerene struje biti stalno preniske.

Teorija

- Primjer: Uslijed pojednostavljenja modela ili aproksimacija u jednadžbama koje ga opisuju. Npr. ako prema teoriji temperatura okoline ne utječe na očitavanja, a u stvarnosti utječe, taj će faktor predstavljati izvor pogreške.

Slučajne pogreške

Opazrač

- Primjer: greška u prosudbi opažača kad očitava vrijednosti na najmanjem podjeljku skale.

Okolina

- Primjer: Primjer: nepredvidive fluktuacije mrežnog napona, temperature ili mehaničkih vibracija uređaja.

Najčešće se ne mogu u potpunosti ukloniti, ali mogu biti obrađene statističkom analizom te se na taj način obično može odrediti koliki njihov utjecaj na fizikalnu veličinu ili zakon

Grube pogreške



- Primjer: Opažać može zabilježiti krivu vrijednost, krivo očitati sa skale, zaboraviti znamenku prilikom očitavanja sa skale ili učiniti drugi sličan propust.
- Ako je učinjeno više mjerenja ili ako jedna osoba provjerava rad druge, rezultati s ovakvim pogreškama najčešće vidno odskaku od ostalih.
- Treba ih isključiti iz analize podataka.

Srednja vrijednost



- Pod pretpostavkom da je priroda pogreške slučajna (što bi trebao biti slučaj u idealno postavljenom eksperimentu), za stvarnu vrijednost veličine mjerene kroz N uzastopnih mjerenja najbolje je koristiti **srednju vrijednost** koju računamo po jednadžbi:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Srednja apsolutna pogreška (MAD)

- Predstavljanje samo srednjeg rezultata je nedostatno jer ne znamo koliko su mjerenja bila međusobno konzistentna
- Primjer: srednja vrijednost niza brojeva 1, 1, 3, 5, 5 ista je kao i kod niza 3, 3, 3, 3, 3, ali u rezultat drugog seta mjerenja možemo biti daleko sigurniji
- Nepouzdanost ćemo kvantificirati srednjom apsolutno pogreškom (engl. **M**ean **A**bsolute **D**eviation (MAD)) koju računamo jednadžbom:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^N |X_i - \bar{X}|}{N}$$

Zaokruživanje rezultata

- Rezultat se zaokružuje na temelju prepoznavanja značajnih znamenki MAD-a
- U praktikumu ćemo zaokruživati vrijednosti MAD-a na dvije signifikantne znamenke
- Signifikantna znamenka je prva znamenka različita od nule, zaokružena s obzirom na vrijednost prve znamenke koja slijedi iza nje
- Po pronalasku pozicija prve dvije signifikantne znamenke u standardnoj devijaciji, srednju vrijednost zaokružujemo na isti broj decimala i zapisujemo konačan rezultat u notaciji

$$\bar{X} \pm MAD$$

/ Računanje u koracima



- Ukoliko se račun, putem kojega iz mjerenih vrijednosti dobijamo konačni rezultat, sastoji od više koraka, pri čemu nastaje više međurezultata, u međurezultatima treba zadržati veći broj decimala, a rezanje decimala i zaokruživanje obaviti tek kod konačnog rezultata
- Na taj se način izbjegava povećanje nepouzdanosti konačnog rezultata uslijed višestrukog zaokruživanja tijekom računskog postupka.

Format izvješća

Napisano čitljivim rukopisom na papiru formata A4 i sadrži:

- Ime i prezime studenta
- Datum izvođenja vježbe
- Redni broj i naslov vježbe
- Cilj vježbe u 1-2 rečenice
- Sažeti opis mjernog postupka (koje su veličine mjerene i kako)
- Tablični zapis rezultata mjerenja iz kojeg je vidljivo što je mjereno i u kojim jedinicama
- Neodređenost odnosno pogrešku rezultata mjerenja
- Izračunate veličine u pravilnom obliku ispisa s jasno naznačenim računskim postupkom (formule, račun pogrešaka)
- Grafički prikaz rezultata (izrađen ručno na milimetarskom papiru, ili računalni ispis)
- Osobni komentar vježbe (kvaliteta rezultata, eventualni nedostaci aparature, prijedlozi za poboljšanja)