



Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet



ANALIZA MERNE NESIGURNOSTI

Merenja u hidrotehnici

1. Vežba

doc. dr Damjan Ivetić

Miloš Milašinović

prof. dr Dušan Prodanović

TERMINOLOGIJA

- **Merna veličina** – ono što se može izmeriti.
- **Izmeriti** - dodeliti vrednost nekoj mernoj veličini, poređenjem sa istovrsnom veličinom uzetom za jedinicu mere.
- **Merna vrednost** - rezultat merenja merne veličine.
- **Tačna vrednost veličine** – uvek nepoznata („fikcija“).
- **Etalon** - referentna vrednost merne veličina.

TERMINOLOGIJA

- Greška merenja =

Rezultat merenja – tačna vrednost

NIKAD JE NE POZNAJEMO?

Ipak, nekad tvrdimo da poznajemo tačnu vrednost kada poredimo rezultate nekog eksperimenta sa osnovnim zakonima održanja... (Moffat, 1988)

TERMINOLOGIJA

- **Sistematska greška merenja**

Tip grešaka koji ima deterministički karakter; U većini slučajeva sistematske greške se mogu naknadno ukloniti uz poznavanje dodatnih parametara.

- **Slučajna greška merenja**

Tip grešaka slučajnog karaktera; Mogu umanjivati i povećavati izmerenu vrednost; Povećanjem broja ponavljanja merenja, umanjuje se slučajna greška.

- **Gruba greška merenja**

Tip grešaka koje se lako može uočiti ali ne može naknadno ukloniti; Odgovarajuća merenja se moraju isključiti iz daljih analiza. (*kriterijum tri standardne devijacije*)

TERMINOLOGIJA

- **Merna nesigurnost (neodređenost) =**

Rasipanje izmerenih vrednosti pripisanih mernoj veličini oko referentne vrednosti

Probabilistički pristup u analizi grešaka!

- **Izvori neodređenosti:**

- Sistematske, slučajne i grube greške merenja usled uticaja:

1. Senzora
2. Merne lokacije
3. Korisnika
4. Uslova merenja
5. ...

Nije sve stohastično, ima i determinističke komponente!

TERMINOLOGIJA

Hipoteza: φ je slučajna promenljiva

Zapis rezultata N merenja φ :

$$\varphi = \bar{\varphi} \pm \delta\varphi$$

Srednja vrednost

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \varphi_i$$

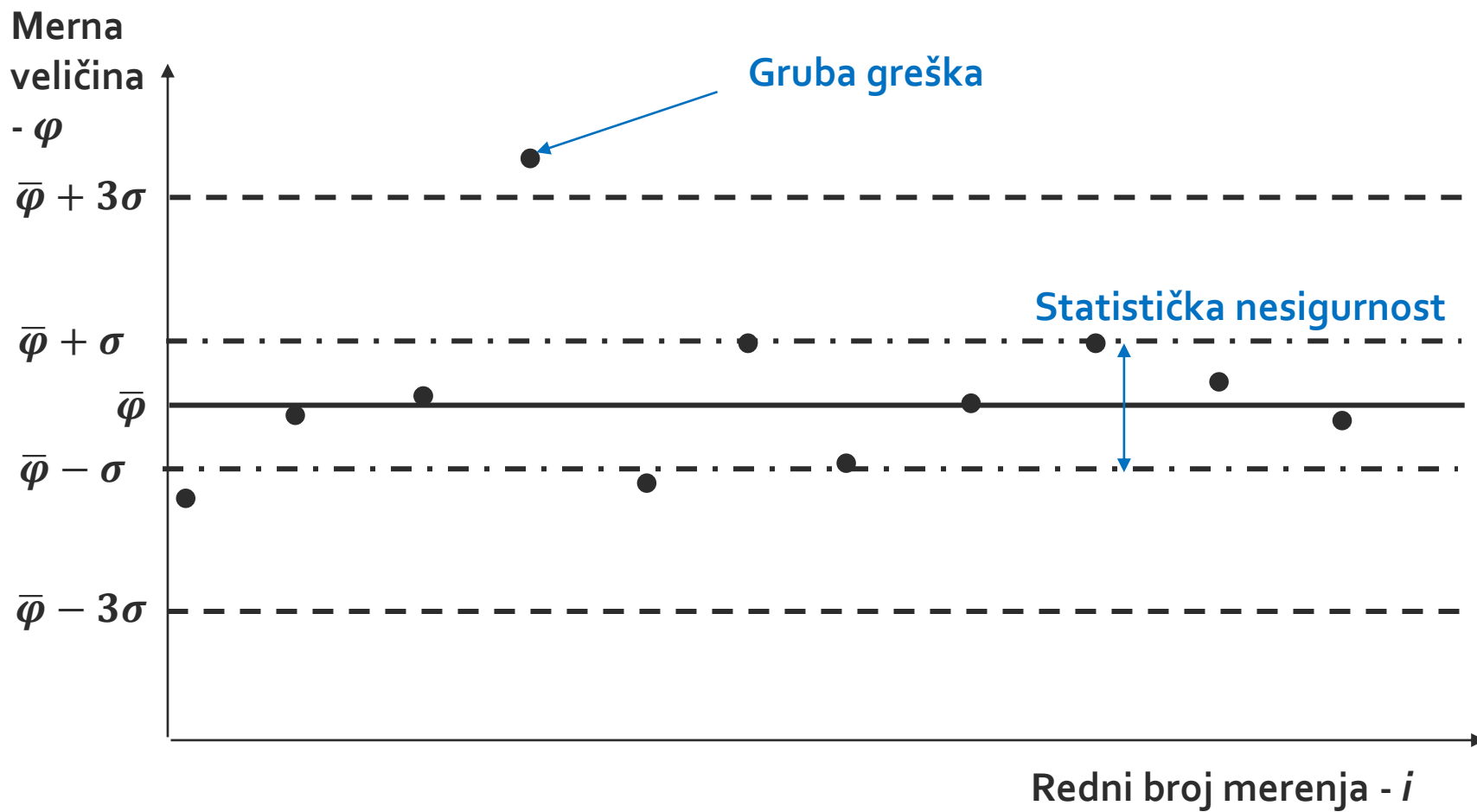
Merna nesigurnost ~ standardna devijacija
(često ali ne uvek)

$$\delta\varphi = u(\varphi)_{st} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\varphi_i - \bar{\varphi})^2}$$

Statistička nesigurnost!



TERMINOLOGIJA



TERMINOLOGIJA

Međutim, nekad se javljaju i sistematski uticaji (sistematske greške), koji se mogu kvantifikovati preko **sistematske nesigurnosti**:

Jedna merna veličina

$$u(\varphi)_{sist} = |\bar{\varphi} - \varphi_{et}|$$

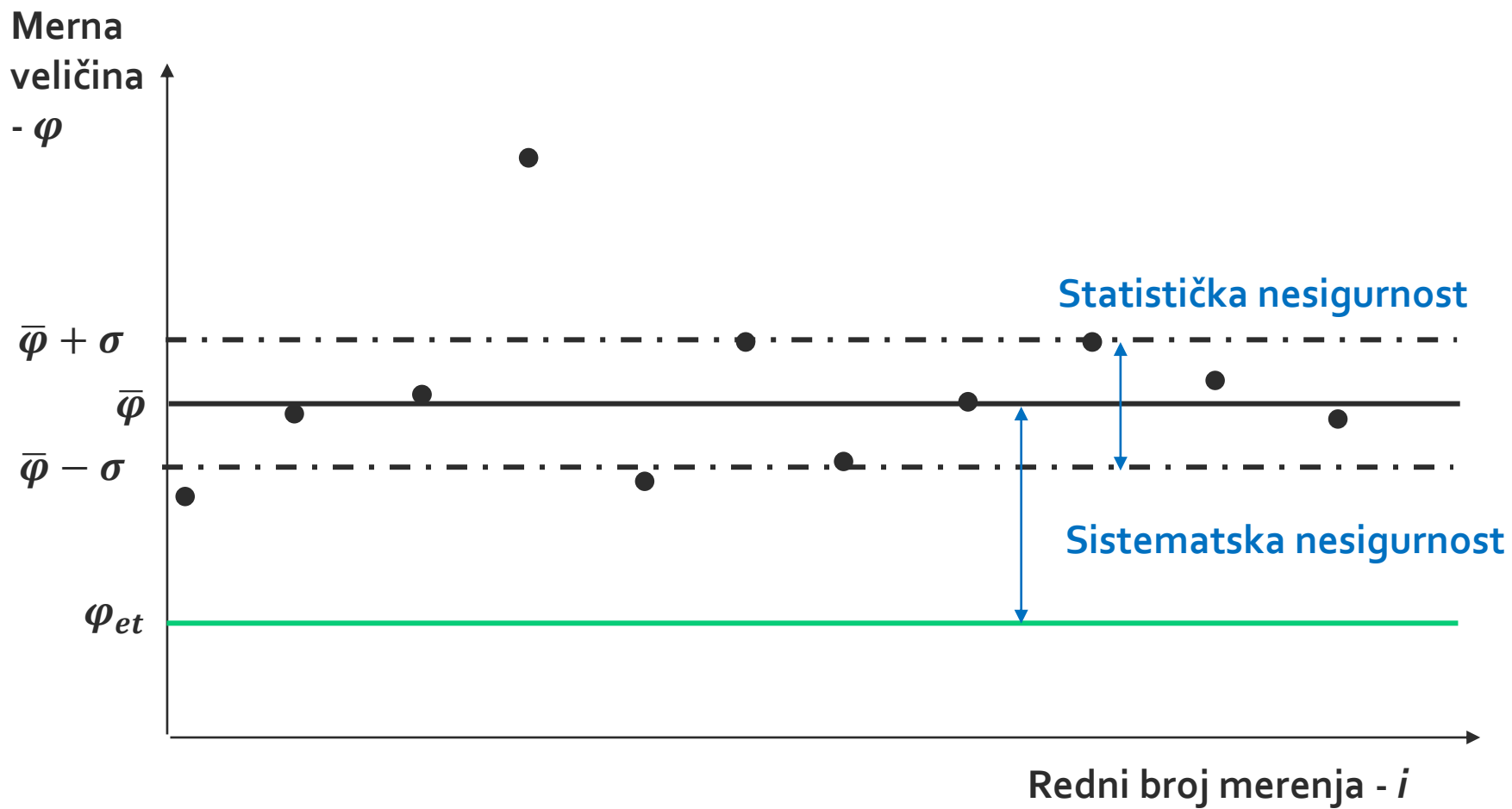
φ_{et} Etalonska vrednost

Niz mernih veličina

$$u(\varphi)_{sist} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\varphi_i - \varphi_{et,i})^2}$$

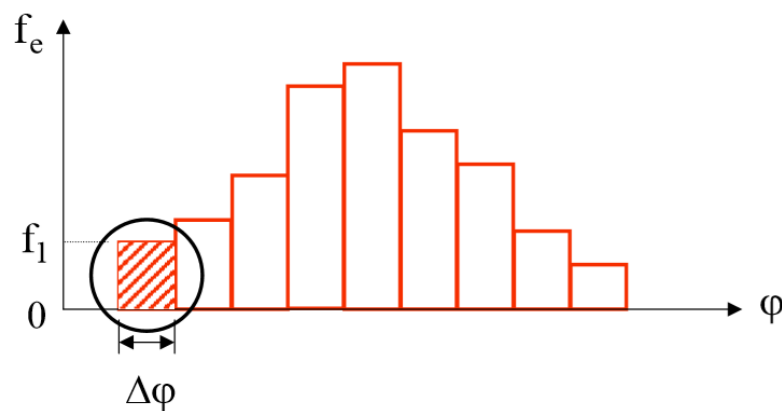


TERMINOLOGIJA



TERMINOLOGIJA

Empirijska raspodela
(Histogram):



Teorijska raspodela
(Normalna):

