

TEHNIČKA POMOĆ INSTITUCIJAMA INFRASTRUKTURE KVALITETA U SRBIJI

KALIBRACIJA, NJEN ZNAČAJ ZA PRIVREDU
I ZAHTEVI STANDARDA ISO/IEC 17025

Mag. Matjaž Lindič



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Metrologija i život

- Koliko puta ste danas pogledali na SAT?
- Kad ste bili poslednji put na BENZINSKOJ PUMPI?
- Da li ste ovaj mesec već platili račune za elektricitet, plin, vodu, telefon, ... ?
- Da li je buka, kojoj ste izpostavljeni, ili elektromagnetna radijacija (mobilni telefoni) štetno?



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Merenje prati čoveka od ...



- Otkada je počeo da radi sa oruđem i bavi se trgovinom.
- U starom Egiptu, oko 3000 godina pre n. e., bila je ozakonjena smrtna kazna za građevinare kraljevih palata i hramova, koji bi zaboravili svakog punog meseca kalibrirati dužinska merila.
- U početku su bile merne jedinice veoma nekomparibilne (npr. dužina je proizlazila iz dužine pojedinih delova tela aristokrata skoro sve do kraja drugog milenijuma)



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Zašto treba održavati mernu opremu (1)



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Zašto treba održavati mernu opremu (2)

- Održavani merni instrumenti imaju duži životni vek.
- Greške se otkrivaju i eliminišu istovremeno.
- Odstupanja mernih instrumenata ostaju unutar specifikacija u celom životnom veku.
- Odnos korisnika do održavanih mernih instrumenata je pozitivan.

Kakvu korist imamo od neodržavanog mernog instrumenta?



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Kalibracija (1)



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Kalibracija (2)

- Skup operacija kojima se u određenim uslovima uspostavlja odnos između vrednosti veličina koje pokazuje neko merilo ili merni sistem ili vrednosti, koje predstavlja materijalizovana mera ili referentni materijal i pripadajućih vrednosti, realizovanih etalonima.
- Napomene:
 1. Rezultat kalibracije omogućava pripisivanje vrednosti mernih veličina pokazivanjima merila ili određivanje korekcija pokazivanja.
 2. Kalibracijom se mogu takođe odrediti druga metrološka svojstva, kao što je uticaj uticajnih veličina.
 3. Rezultat kalibracije može se zapisati u dokument koji se ponekad naziva sertifikat o kalibraciji ili izveštaj o kalibraciji.



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



A zašto je potrebna kalibracija

- ... Drift pasivnih i elektronskih komponenta mernih instrumenata
- Načina upotrebe instrumenata
- ...

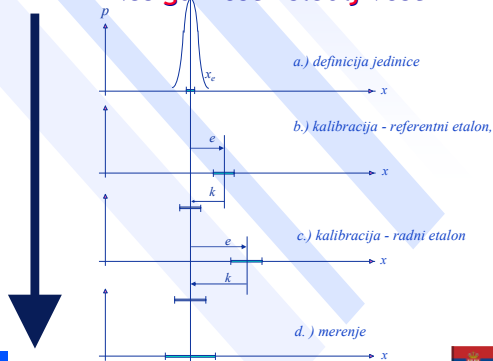


Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Nesigurnost i sledljivost

NESIGURNOST I SLEDJIVOST MERENJA



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Tačnost - preciznost - obnovljivost

- Tačnost:
 - usaglašenost mernog rezultata s pravom vrednošću merne veličine.
- Preciznost:
 - usaglašenost rezultata sukcesivnih merenja iste merne veličine, urađenih pod istim uslovima merenja.
- Obnovljivost:
 - usaglašenost mernih rezultata iste merne veličine, urađenih pod različitim uslovima merenja.

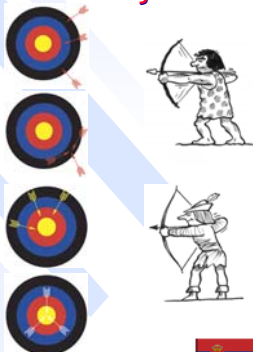


Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Tačnost - preciznost - obnovljivost

- Netačno - neprecizno:
- Netačno - precizno:
- Tačno - neprecizno:
- Tačno - precizno:



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Podešavanje (adjustment)

- Operacija dovođenja merila u stanje delovanja prikladnog za njegovu upotrebu.
 - Napomena: Podešavanje može biti automatsko, poluautomatsko ili ručno.
- KOMENTAR: Podešavanje predstavlja dopunu kalibraciji i nije ga moguće obaviti bez odgovarajuće etalonske opreme.



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Čemu služi akreditacija (1)

- ... da bi rezultati merenja bili međusobno uporedivi i na kraju priznati po čitavom svetu
 - Uslov: akreditaciono telo mora biti potpisnik EA MLA dokumenta (više na stranici <http://www.european-accrreditation.org/>)
- Akreditaciono telo proverava postupke i utvrđuje, da li su merenja:
 - pravilno dokumentovana
 - sledljiva
 - izrađena kalkulacija merne nesigurnosti
 - pravilno izrađen sertifikat sa rezultatima



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Čemu služi akreditacija (2)

- U Sloveniji akreditacija je u potpunosti zamenila procenu kompetentnosti laboratorija od strane države
- Jedini pravi važeći sertifikat o kalibraciji u Sloveniji je akreditovani sertifikat
 - takozvani tvornički sertifikati i oni "Traceable to NIST" ne važe ništa
- Kalibracija nije obavezna, ali svako ko želi pokazati da mu je oprema ispravna, treba akreditovani sertifikat o kalibraciji.



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Kako do akreditacije?

- DOKUMENTI
 - KROVNI DOKUMENT (politika, odgovornosti / nadležnosti)
 - OPŠTI DOKUMENTI (sprowodjenje politike)
 - UPUTSTVA ZA RAD (kalibracijski postupci)
- ZAPISI
 - u vezi sa opštim dokumentima,
 - u vezi sa postupcima merenja



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Krovni dokument

- Priručnik (poslovník) kvaliteta:
- Opisuje politiku (polazne tačke za poslovanje i delovanje)
- Odgovornosti za sprowodjenje



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Opšti postupci

- Upute za pripremanje, održavanje i obnavljanje dokumentacije,
- Uslovi za osoblje, usavršavanje, nagrađivanje, nadzor, kodeks ponašanja, itd.
- Tehničko administrativni postupci (obrada narudžbi, prijem, predaja, rukovanje sa predmetima, pohranjivanje izdatih dokumenata, informacijski sistem)
- Tretiranje pritužbi i nepravilnosti, interne provere, revizija sistema
- Rukovanje sa mernom opr., održavanje (ISO 10012-1),
- Vođenje zapisa o merenjima, priprema sertifikata, itd.



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Upute za rad (postupci za merenje)

- Ishodišta, fizikalni princip provedenih merenja,
- Sledljivost merenja,
- Upotrebljena etalonska i merna oprema,
- Održavanje sistema etalona (interkomparacije, merenja na višem nivou, kontrolni etaloni, drugi radovi na održavanju, itd),
- Sheme povezivanja, upozorenja, postupci prije početka rada (npr. zagrevanje, stabilizacija), postupak po koracima,
- Jednačine za sve potrebne proračune mernih rezultata,
- Opis upotrebljenog softvera i način provjere,
- Ocena i izračun mernih nesigurnosti,
- Definisane CMC.



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Zapisi

- U vezi s mernom opremom (sertifikati, popravci, ...)
- O provedenim merenjima, izdati sertifikati i drugi dokumenti,
- Za praćenje radnog postupka (narudžba, radni nalog, izdatnica),
- O proverama, revizijama, pritužbama, nepravilnostima,
- O stručnoj spremi i usavršavanju, internim sastancima o kvalitetu.



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Akreditaciono ocenjivanje laboratorija

- TIM OCENJIVAČA (Team of assessors)
- OCENJIVANJE SISTEMA KVALITETA (dokumenti, provedba, zapisi)
- OCENJIVANJE TEHNIČKIH POSTUPAKA
- VERTIKALNI AUDIT (već izvedena merenja).



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Tim ocenjivača

- Vodeći ocenjivač
 - sistem kvaliteta
 - postupci merenja
- Jedan ili više stručnih ocenjivača
 - postupci merenja



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Ocenjivanje sistema kvaliteta

- Direktor matične organizacije
- Tehnički rukovodilac laboratorije
- Vođa osiguranja kvaliteta (quality manager)
- Sve registrovano osoblje



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Ocenjivanje tehničkih postupaka

- Objašnjenja (poznavanje postupaka merenja u celini)
- Prisustvovanje ocenjivača praktičnom sprovođenju nekih postupaka
- Merenje artefakta (ako se tako akreditaciono telo odluči)



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Vertikalni audit

- Na osnovu već izvršenih merenja (izdati sertifikati) proverava se sprovođenje svih elemenata sistema kvaliteta u praksi
- Vođenje računa o svim zahtevima standarda
- Reverzna sledljivost



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Zahtevi po ISO/IEC 17025, tačka 5.x (1)

2. Osoblje
 - adekvatno obrazovanje
3. Prostorije, instalacije, okolina
 - odgovarajuće uslove za merenja, kontrolisan pristup
4. Ispitni i kalibracijski postupci
 - korišćenje odgovarajućih metoda i postupaka
 - merna nesigurnost
5. Oprema
 - odgovarajuća oprema, označena
 - upotrebljava samo ovlašćeno osoblje
 - zapisi i evidencija opreme



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Zahtevi po ISO/IEC 17025, tačka 5.x (2)

6. Sljedljivost merenja
7. Uzorkovanje
 - razvijene procedure (uzorkovanje, rukovanje, skladištenje, transport, ...)
8. Rukovanje sa predmetima ispitivanja i kalibracije
 - razvijene procedure (rukovanje, skladištenje, transport, ...)
9. Osiguranje kvaliteta rezultata
10. Izveštavanje o rezultatima



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Dokumentovanje mernog postupka (1)

- Dokumentovana uputstva za kalibraciju
 - samo na osnovu dokumentovanih uputstava moguće je proceniti stvarnu osposobljenost laboratorije za njihovo izvođenje
- Osnovni zahtevi koje mora zadovoljiti uputstvo za kalibraciju
 - opis sledljivosti do nacionalnih ili međunarodnih etalona, uključujući odgovarajuće mernu nesigurnosti
 - nedvosmisleni opis svih upotrebljenih mernih postupaka, tako da se može kalibracija uvek i u celini reproducirati
 - podloga za definisanje kalibracijske i mernih sposobnosti (CMC)



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Dokumentovanje mernog postupka (2)

- Postojeća kalibracijska uputstva
 - standardni merni postupci - suviše uopšteno
 - uputstva proizvođača obično su suviše specifična
 - u slučaju softvera nedovoljno dokumentovano
 - uglavnom nigde navedena merna nesigurnost
 - uglavnom nigde nema podataka o sledljivosti



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Elementi kalibracijskog uputstva (1)

- Merena veličina odnosno parametar, opsega
- Identifikacija mernog instrumenta
 - ili grupe instrumenata, na koje se odnosi postupak
 - parametri ili merenja /opsezi/ koja su obuhvaćena
- Identifikacija sve upotrebne etalonske i dodatne (pomoćne) opreme
 - ili specifično ili specifikacija kritičnih karakteristika
 - sledljivost i periodika kalibracije (može poseban dokument)
 - održavanje opreme i instalacija (može poseban dokument)
- Pojednosti u upotrebnoj mernoj metodi, sledljivosti i nesigurnosti



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Elementi kalibracijskog uputstva (2)

- Upotrebne konstante
- Uslovi okoline, vreme stabilizacije pre početka
- Druge mere pre početka rada i upozorenja
- Postupak opisan po koracima uključujući sve potrebne shematske dijagrame, tabele i merne tačke. Prema potrebi skice etalona
- Objašnjenje svih kalkulacija, korekcija isl.
- Merna nesigurnost, proračun, svi izvori, način
- Pojednosti u vezi sa mernim podacima odnosno kalibracijskim podacima, zapisi, prezentacija, analiza



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Elementi kalibracijskog uputstva (3)

- Objašnjene ev. softvera bilo za izvođenje kalibracija, sistemsku kontrolu ili izračun rezultata (obrada podataka)
- Postupak za izbor i određivanje kalibracijskih intervala.
- Identifikacija dokumenta:
- Identifikacija tekuće stranice, broja stranica, datuma izdavanja i ime osobe, koja je autorizirala izdanje i njegovu upotrebu



Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Drugi dokumenti vezani za uputstva

- Sertifikati o kalibraciji referentnih etalona
- Istorija sledljivosti, grafi stabilnosti, frekvencijske karakteristike isl.
- Rezultati audita, interkomparacija, ...
- Rukovanje i ovladavanje merne opreme
- Rukovanje sa predmetima kalibracije
- Održavanje uslova okoline
- Kontrola referentnog etalona između kalibracija, itd.



Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Razvoj i ažuriranje mernog postupka

- Planiranje mernog postupka.
- Određivanje i izbor etalona i merne opreme
- Određivanje sledljivosti.
- Određivanje merne nesigurnosti.
- Dokumentovanje postupka.
- Izvođenje merenja i njihova evaluacija.



Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Validacija mernog postupka

- Kalibracija već kalibriranog etalona postupkom
- Poređenje rezultata dobivenih drugim metodom
- Učestvovanje u interkomparacijama
- Kružna poređenja
- Sistematska istraga svih faktora koji utiču na rezultat
- Ocena nesigurnosti na osnovu naučnog razumevanja, teoretskih principa i praktičnog iskustva



Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Validacija mernog postupka

- Cilj: dokaz da je:
 - metoda primerena za datu nameru
 - da su nesigurnosti prihvatljive
- Validacija pruža informaciju o:
 - reprezentativnosti
 - ponovljivosti i obnovljivosti postupka
 - uticaju instrumentalnih, ljudskih, okolnih faktora na nesigurnost rezultata
- Zavisí od ravnoteže između troškova, rizika, mogućnosti.



Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



ISO/IEC 17025 i sledljivost merenja

- Sa globalizacijom postaje međunarodna sledljivost bitna za:
 - trgovinu,
 - ambijent,
 - zaštitu zdravlja,
 - sprečavanje kriminala,
 - promet,
 - vojska ...
- Kako je dokazivati?
- Šta uraditi, kada je nema na raspolaganju?
- Šta je još je prihvatljivo i šta ne?



Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Sledljivost

- ... svojstvo mernog rezultata odnosno vrednosti etalona, po kojem se on može dovesti u vezu sa navedenim referencama, obično državnim ili međunarodnim etalonima neprekinutim lancem uporedba koje imaju sve utvrđene nesigurnosti.
- NAPOMENE:
 - Pojam sledljivosti često se izražava pridjevom slediv.
 - Neprekinuti lanac poredjenja naziva se lancem sledljivosti.

Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

Prikaz sledljivosti za jednosmernu struju

Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

Merna nesigurnost kod kalibracija (1)

Parametar, povezan sa mernim rezultatom, koji označava rasipanje vrednosti, koje se mogu opravdano pripisati merenoj veličini.

Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

Merna nesigurnost kod kalibracija (2)

NAPOMENE:

- Taj parametar može biti, na primer standardna devijacija, ili njen umnožak, ili polovična širina intervala, koji ima određeni nivo (razinu) poverenja.
- Merna nesigurnost sastoji se općenito od više komponenta. Neke od tih komponenta se može oceniti iz statističke raspodele rezultata serije merenja i mogu se okarakterisati eksperimentalnom standardnom devijacijom. Druge komponente, koje se takođe mogu okarakterisati standardnom devijacijom, ocenjuju se iz pretpostavljenih razdioba verovatnoće na osnovu iskustava ili drugih informacija.
- Podrazumeva se, da je merni rezultat najbolja procena vrednosti merene veličine, i da sve komponente nesigurnosti, uključujući i one, koje proističu iz sistematskih uticaja kao što su komponente, povezane sa korekcijama i referentnim etalonima, doprinose rasipanju.

Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

Nesigurnost merenja

- Sve ljudsko poimanje objektivnog sveta je u određenoj meri ograničeno.
- U NAUCI I TEHNICI TA SE OGRANIČENOST IZRAŽAVA PUTEV MERNE NESIGURNOSTI.
- Definicija je formalizovan zapis dvojbe o važnosti mernog rezultata.
 - MERNI REZULTAT BEZ ISKAZANE MERNE NESIGURNOSTI JE NEPOTPUN.

KOD AKREDITOVANIH KALIBRACIJA TREBA OBAVEZNO NAVESTI MERNU NESIGURNOST!

Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

Obrada merne nesigurnosti

- Standardna nesigurnost (pojedinačni doprinos)
 - nesigurnost mernog rezultata, izražena kao standardna devijacija (standardno odstupanje)
- Procena merne nesigurnosti (pojedinačni doprinosi)
 - pomoću statističkih metoda (tip A)
 - pomoću drugih metoda (tip B)
- Svi doprinosi merne nesigurnosti se obrađuju (kombinuju) statističkim metodama!
- Dokument: EA - 4/02 (<http://www.european-accreditation.org/>)

Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

TIP A procene merne nesigurnosti

- Srednja vrednost: $\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^m x_j$
- Standardna devijacija vrednosti: $s(x) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^m (x_j - \bar{x})^2}$
- Standardna devijacija srednje vrednosti: $s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{s^2(x)}{n}}$
- Nesigurnost tipa A: $u_A = s(\bar{x})$
- Ako je broj merenja $n \geq 10$ (normalna ili Gaussova raspodela verovatnoće)



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



TIP B procene merne nesigurnosti

- Kalibrirane (merene) vrednosti etalona,
- Dugotrajna stabilnost etalona,
- Vrednosti prethodnih merenja odnosno iskustava,
- Vrednosti iz literature / priručnika / (podataka proizvođača),
- Vrednosti zbog uticaja uticajnih veličina,
- Interpolacijske vrednosti,
- Iskustva u vezi sa karakteristikama odnosno ponašanjem upotrebljenih materijala i instrumenata (ispitivanje)
- ...

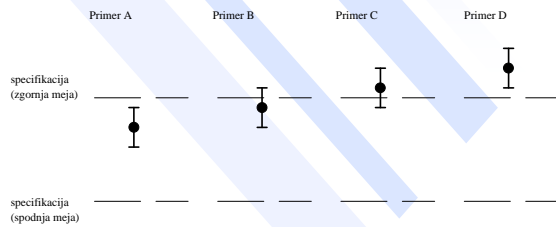


Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Izvori nesigurnosti tipa B (1)

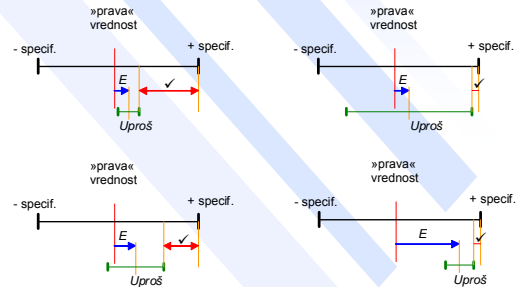
- Specifikacija etalona:



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Izvori nesigurnosti tipa B (2)



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Izvori nesigurnosti tipa B (3)

- Drift etalona:



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Izvori nesigurnosti tipa B (4)

- Resolucija
- Obnovljivost



Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



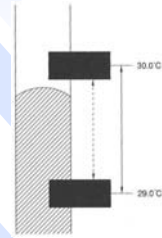
Izvori nesigurnosti tipa B (5)

- Resolucija:
 - na slici je prikazan primer za termometar sa resolucijom $\Delta T_{\text{raz}} = 1^\circ\text{C}$. Kod direktnog očitavanja bez dodatnih instrumenata moguće je očitati rezultat z najboljom ocenom:

$$\Delta T_{\text{min}} \geq \frac{\Delta T_{\text{raz}}}{20}$$

- Postoje instrumenti sa mogućnošću očitavanja:

$$\Delta T_{\text{min}} \geq \frac{\Delta T_{\text{raz}}}{20}$$



Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Izvori nesigurnosti tipa B (6)

- Histereza:
 - histereza se može pomeriti kroz kalibraciju
 - histereza je razlika između izmerenih vrednosti u istoj tački, kad se približimo toj tački iz jednog i sa drugog smera:

$$\Delta T_{\text{his}} = |T_1 - T_2|$$



Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Procena merne nesigurnosti koracima

1. Napravite MATEMATIČKI MODEL merenja, NABROJITE sve uticajne veličine
 - procenite VREDNOSTI NESIGURNOSTI svih uticajnih veličina (nevažne možete izbaciti, npr. one koju su manje < 1/5 najveće)
2. OCENITE RASPODELU VEROVATNOĆE
 - Delite sa odgovarajućim faktorom zavisno od raspodele verovatnoće
3. OCENITE FAKTOR OSETLJIVOSTI ci i pomnožite sa njim; ci je definisan matematički
4. IZRAZITE DOPRINOSE U OBLIKU JEDNE STANDARDNE DEVIJACIJE
5. KOMBINOVANA STANDARDNA NESIGURNOST
 - Geometrijski zbrojite nekorelirane doprinose
 - Aritmetički zbrojite korelirane doprinose
6. OCENA BROJA STUPNJA PROSTOSTI
7. PROŠIRENA NESIGURNOST (pomnožite s k = ?)
8. ISKAZIVANJE REZULTATA MERENJA $y = x \pm u_{\text{proš}}$



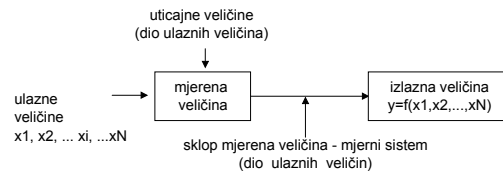
Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Matematički model (1)

- Izradi model merenja
- Navedi sve izvore nesigurnosti
- Izrazi relacije između ulaznih i izlaznih veličina:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_N)$$
- Upotrebi odgovarajuće korekcije

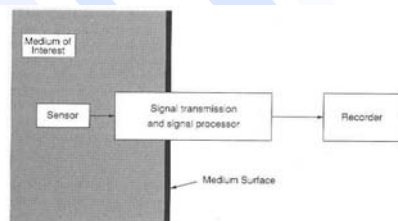


Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Matematički model (2)

- Primer modela merenja:
 - kalibracija termometra sa termostatisranom kupkom



Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Raspodela verovatnoće

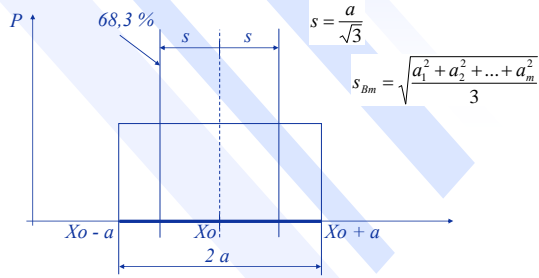
- Postoji više vrsta raspodele verovatnoće:
 - Pravokutna (specifikacija, dugotrajna stabilnost, resolucija ...)
 - Trokutna (drift)
 - Standardna normalna ili Gaussova (tip A nesigurnosti, nesigurnost iz sertifikata)
 - Proširena normalna ili Gaussova - k=2
- Postoje još neki primeri raspodele verovatnoće:
 - U - raspodela



Contract no.: EuropeAid/125337/D/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



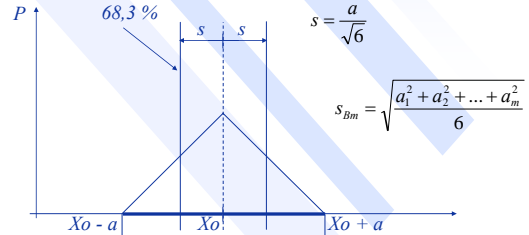
Pravokutna raspodela verovatnoće



Contract no.: EuropaId/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



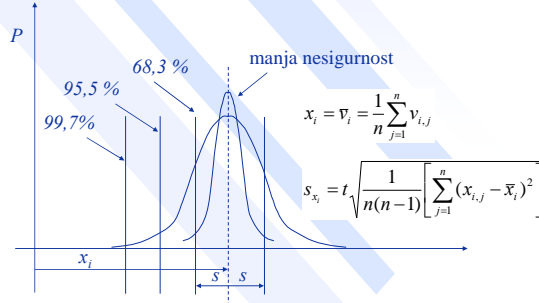
Trokutna raspodela verovatnoće



Contract no.: EuropaId/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Normalna raspodela verovatnoće



Contract no.: EuropaId/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Faktor osetljivosti (1)

- Matematički: faktor osetljivosti izračunamo kao parcijalni odvod izlazne veličine, $y = f(x_1, x_2, \dots, x_N)$, na pojedine neovisne varijable, x_1, x_2, \dots, x_N (ulazne veličine), npr.:

$$c_1 = \frac{\partial y}{\partial x_1}, c_2 = \frac{\partial y}{\partial x_2}, \dots, c_N = \frac{\partial y}{\partial x_{N1}}$$

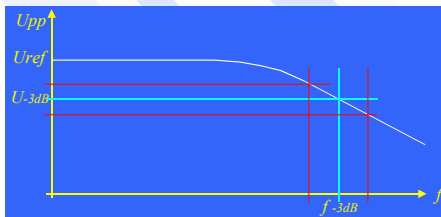


Contract no.: EuropaId/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Faktor osetljivosti ... (2)

- Eksperimentalno:



Contract no.: EuropaId/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Doprinosi u obliku jedne standardne devijacije

$$u_{sj} = (s_j \times c_j) / \text{delitelj}$$



Contract no.: EuropaId/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Kombinovana standardna nesigurnost

Kombinovanje doprinosa (komponenta) nesigurnosti:

- geometrijski zbir nekoreliranih doprinosa

$$u_k = \sqrt{u_{SA}^2 + u_{SB1}^2 + u_{SB2}^2 + u_{SB3}^2 + \dots + u_{SBm}^2}$$

- aritmetički zbir koreliranih doprinosa

- ako imamo korelirane doprinose nesigurnosti, zbrajamo ih ka ostalim doprinosima aritmetički (npr. kod koračnih metoda, kada se isti instrument upotrebi više puta u mernom postupku za prenos vrednosti)

$$u_k \leq \sqrt{u_{SA}^2 + (u_{SB1} + u_{SB2})^2 + \dots + u_{SB3}^2 + \dots + u_{SBm}^2}$$



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Ocena broja stupnja prostosti

- Kod svih doprinosa nesigurnosti tipa A broj stupnja prostosti iznosi: $v = n - 1$
- Kod svih doprinosa nesigurnosti tipa B broj stupnja prostosti iznosi: $v = \infty$ (u Excelu možete si pomoći npr. 1E99)
- Efektivni broj stupnja prostosti (Welch-Satterthwaite):

$$v_{eff} = \frac{u_k^4(y)}{\sum_{i=1}^m \frac{u_{Si}^4(y)}{v_i}}$$



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Proširena merna nesigurnost

$$u_{proš} = k \cdot u_k$$

- $k = 2$; faktor pokrivanja, u slučaju normalne (Gaussove) raspodele nesigurnost odgovara nivou poverenja 95,5 %
- U okviru EA bilo je dogovoreno, da će sve akreditovane laboratorije prikazivati proširenu mernu nesigurnost, koja odgovara nivou poverenja 95,5 %.



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Faktor pokrivanja za različite v_{eff}

v_{eff}	1	2	3	4	5	6
k	13,97	4,53	3,31	2,87	2,65	2,52
v_{eff}	7	8	10	20	50	∞
k	2,43	2,37	2,28	2,13	2,05	2,00



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Iskazivanje rezultata merenja

$$y = x \pm u_{proš}$$

- Navedena nesigurnost data je kao standardna nesigurnost umnožena sa faktorom dva, t. j. $k = 2$. Standardna nesigurnost izračunana je iz doprinosa nesigurnosti koji potiču iz etalona, iz kalibracijskog postupka i uslova okoline kao i iz kratkotrajnih doprinosa predmeta kalibracije, u skladu sa dokumentom EA-4/02.



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Zaokruživanje rezultata merenja

- Numerička vrednost nesigurnosti treba da je u konačnom navođenju navedena sa najviše dvije signifikantne cifre.
- Numerička vrednost merne veličine treba da je u konačnom izrazu zaokružena na najmanje značajnu cifru njoj pripadajuće nesigurnosti:
 - $U = 1,018\ 145\ 3\ V \pm 0,000\ 0025\ V$
 - $T = 125,06\ ^\circ C \pm 0,09\ ^\circ C$
 - $F = 501,5\ N$, merna nesigurnost iznosi 0,15 %



Contract no.: EuropeAid/125357/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Kalibracijske i merne sposobnosti (CMC)

- CMC izražava se kao merna nesigurnost u slučaju predmeta kalibracije koji ima najbolju poznatu stabilnost, resoluciju, ...
- U praksi navedena merna nesigurnost obično je veća od priznatog CMC.
- Standardizirano, primer: $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \mu A$ ili $1,2 \text{ mA/A} + 0,3 \mu A$

DC VOLTAGE	1 V 1.016 V 10 V 1 μV to 10 μV 10 μV to 1 mV 1 mV to 100 mV 100 mV to 1 V 1 V to 100 V 100 V to 1000 V 1 kV to 10 kV	1-10 ⁻² /U 1-10 ⁻² /U 1-10 ⁻² /U 1-10 ⁻² /U + 0.01 μV 1-10 ⁻² /U + 0.01 μV 1-10 ⁻² /U + 0.1 μV 1-10 ⁻² /U + 0.1 μV 2-10 ⁻² /U 2-10 ⁻² /U
AC/DC TRANSFER VOLTAGE	2 V, 3 V, 5 V 40 Hz 1 kHz, 10 kHz, 20 kHz 50 kHz, 100 kHz 500 kHz, 1 MHz	1-10 ⁻² /U 1-10 ⁻² /U 1-10 ⁻² /U 2-10 ⁻² /U
CAPACITANCE	10 pF 100 pF 1000 pF 1 kHz	2-10 ⁻² /C 2-10 ⁻² /C 2-10 ⁻² /C

Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/10 - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

Neki izvori nesigurnosti kod električnih kalibracija

1. Kalibracija etalona
2. Dugotrajna stabilnost (etalona)
3. Uslovi merenja / upotrebe
4. Interpolacija kalibracijskih podataka
5. Razlučivanje (resolucija)
6. Raspored naprava / instrumenata
7. Termalni naponi
8. Opterećenje i otpornost kablova
9. Nesigurnost zbog neprilagodivosti (VF snaga i slabljenje)
10. Usmerenost i prilagodivost (koeficijent refleksije)
11. Ponovljivost konektora

Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/10 - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

Matematički model merenja izmeničnog napona



- Matematički model:

- generator: $V_X = V_S$
- V-metar: $E = V_X - V_S$

Izvori nesigurnosti na primeru V-metra

- standardna devijacija očitaka na predmetu kalibracije
- resolucija predmeta kalibracije
- vrednost na generatoru
- specifikacija generatora
- greška zbog ulazne impedancije V-metra

$$E = V_X + K_{res} - (V_S + K_{spec} + K_{br})$$

Primer (V-metar)

Welch - Satterthwait-ova formula: $v_{eff} = \frac{u_c^2(y)}{\sum_{i=1}^n \frac{u_c^2(y_i)}{v_i}}$

Matematički model merenja:

$$E = V_X + K_{res} - (V_S + K_{spec} + K_{br})$$

Nesigurnost procene / Del:

Velčina Xi	Procena xi	Standardna nesigurnost (u(xi))	Raspodi verovatno. Del.	Faktor osjetljivosti ci	Doprinos nesigurnosti u(xi)/V	Broj stupnjeva prostosti vi	Nesigurnost procene s(xi)	Resolucija/2
Vx	9,9996 V	0,00014 V	normalna	1	0,00014 V	1	0,00014 V	1,2E-16
K_res	0 V	0,00000 V	pravokotna	1,73	0,00000 V	1	1,0E+99	6,0E-118
Vs	10 V	-	-	-	-	-	-	-
K_spec	0 V	0,00053 V	pravokotna	1,73	-0,00053 V	1	1,0E+99	8E-113
K_br	0 V	0,00025 V	normalna	2	-0,00025 V	1	1,0E+99	3,6E-114
E	-0,0005 V	-	-	-	0,0006 V	1109	0,00050 V	1,2E-16

Proširena merna nesigurnost: 0,0012 V

Sve vrijednosti nesigurnosti su bile pretvorene u jednu standardnu nesigurnost u istim jedinicama.

Raspodjela verovatnoće definisana je sa strane osoblja laboratorije na osnovu poznatih tehničkih informacija i praktičnog iskustva.

Broj stupnjeva prostosti vi

Tip B; oc

Welch - Satterthwait-ova formula

Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/10 - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

Neki izvori nesigurnosti kod kalibracije mase

1. Kalibracija referentnih tegova
2. Stabilnost referentnih tegova
3. Vaga / postupak vaganja
 - ponovljivost merenja,
 - linearnost unutar upotrebljenog područja,
 - veličina digita odn. razdeljka, razlučivost,
 - ekscentričnost (posebno, ako se postavi više tegova istovremeno),
 - magnetski uticaji (namagnetisanost tegova, uticaj motora, ...)
 - temperaturni uticaji, pos. temp. razlika vaga/teg,
 - nesigurnost dužine ručke
4. Uticaj vazdušnog uzgona
 - gustina utega (obično preuzete vrednosti),
 - gustina vazduha (izračunata iz temperature, pritiska i vlažnosti),
 - sadržaj CO₂
5. Okolina
 - temperaturni gradijenti - konvekcijske vazdušne struje,
 - promena rel. vlažnosti,
 - kontaminacija prašinom, itd.

Contract no.: EuropeAid/125357/D/SER/10 - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

Matematički model merenja mase (1)



- Matematički model:

- teg:

$$M_X = M_S$$

- vaga:

$$E = M_X - M_S$$



Contract no.: EuropeAid/125337/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Matematički model merenja mase (2)



- Matematički model za komparativnu metodu:

- teg:

$$M_X = M_S \cdot \frac{\text{odč}_{M_X}}{\text{odč}_{M_S}}$$



Contract no.: EuropeAid/125337/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Šta mora biti na akreditovanom sertifikatu

- Naslov: Sertifikat o kalibraciji
- Ime i naslov laboratorije i lokacija, gde je bila kalibracija izvršena
- Identifikacija (broj sertifikata)
- Ime i naslov naručioca kalibracije
- Kratak opis i identifikacija merne metode
- Opis predmeta kalibracije (proizvođač, tip, serijski broj)
- Ako je potrebno i datum prijema predmeta kalibracije
- Način uzorkovanja
- Rezultate kalibracije
- Ime i prezime, funkcija i potpis odgovorne osobe za certifikat o kalibraciji
- Izjava, da se rezultati merenja odnose samo na taj predmet kalibracije (ako je važno za naručioca)



Contract no.: EuropeAid/125337/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



Primer sertifikata o kalibraciji



Contract no.: EuropeAid/125337/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU



HVALA NA PAŽNJI

Mag. Matjaž Lindič

t.: +386 1 4778 310

f.: +386 1 4778 303

matjaz.lindic@siq.si

www.siq.si



Contract no.: EuropeAid/125337/0/SER/YU - "Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia"
Project financed by EU

